



Kanton Bern
Canton de Berne

BERNMOBIL



Stadt Bern



Umweltverträglichkeitsbericht Hauptuntersuchung

Knoten Seftigen-/Morillonstr. bis Sandrain, Projekt 3

Bauprojekt / Auflage
Dokument Nr. 14



NEUGESTALTUNG
MORILLON-SANDRAIN
SEFTIGENSTRASSE.BE

13.01.2026

Impressum

Version: Version 4
13. Januar 2026

Verfassende: CSD INGENIEURE AG
Eva Bühlmann / Natur, Raum und Umwelt
Belpstrasse 48
3007 Bern

Auftraggebende: Tiefbauamt des Kantons Bern
Oberingenieurkreis II
Schermenweg 11
3011 Bern

BERNMOBIL
Eigerplatz 3
3001 Bern

Tiefbau der Stadt Bern
Bundesgasse 33
3001 Bern

Gemeinde Köniz
Landorfstrasse 1
3098 Köniz

Energie Wasser Bern (ewb)
Monbijoustrasse 11
3001 Bern

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
1.1. Ausgangslage	5
1.2. UVP-Pflicht.....	5
1.3. Vorgehen und Methodik.....	5
1.4. Massgebende Zustände	6
2. Verfahren.....	6
2.1. Massgebliches Verfahren	6
2.2. Erforderliche Ausnahmegewilligungen	6
3. Standort und Umgebung	7
4. Vorhaben	9
4.1. Projektdaten	9
4.2. Beschreibung des Vorhabens.....	10
4.3. Abgrenzung von Drittprojekten	11
4.4. Übereinstimmung mit der Raumplanung	11
4.5. Verkehrsgrundlagen.....	14
4.6. Beschreibung der Bauphasen (Baustelle)	16
5. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt.....	17
5.1. Relevanzmatrix zu den Umweltbereichen	17
5.2. Luftreinhaltung	18
5.3. Klima	21
5.4. Baulärm (Lärm während der Bauphase).....	22
5.5. Industrie- und Gewerbelärm	27
5.6. Verkehrslärm (Strassenlärm / Bahnlärm)	33
5.7. Erschütterungen / Abgestrahlter Körperschall.....	44
5.8. Nichtionisierende Strahlung (NIS).....	46
5.9. Grundwasser	47
5.10. Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	50
5.11. Entwässerung.....	50
5.12. Boden	53
5.13. Altlasten.....	61

5.14.	Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	61
5.15.	Umweltgefährdende Organismen	63
5.16.	Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	63
5.17.	Wald.....	65
5.18.	Flora, Fauna, Lebensräume	65
5.19.	Lichtemissionen.....	74
5.20.	Landschaft und Ortsbild	77
5.21.	Kulturdenkmäler / historische Verkehrswege / archäologische Stätten	90
6.	Schlussfolgerungen	96
7.	Massnahmentabelle	97
8.	Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung (UBB) und die bodenkundliche Baubegleitung (BBB)	103
8.1.	Pflichtenheft UBB	103
8.2.	Pflichtenheft BBB	105
	Tabellenverzeichnis	107
	Abbildungsverzeichnis	108
	Impressum	109
	Disclaimer	109
	Anhangsverzeichnis	110

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Die Seftigenstrasse stellt eine zentrale Verkehrsachse im Verkehrssystem der Agglomeration Bern und im Siedlungsgebiet der Gemeinden Köniz und Bern dar. Der Kanton Bern, BERNMOBIL, die Gemeinde Köniz und die Stadt Bern beabsichtigen, die Seftigenstrasse zu sanieren und neu zu gestalten. Das Gesamtvorhaben wird in drei Projekte unterteilt (vgl. Übersichtsplan in Kapitel 3):

- SEFT 1: Tram Kleinwabern
- SEFT 2: Sanierung Zentrum Wabern
- **SEFT 3: Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain**

Die Sanierung des Abschnitts Wabern Zentrum bis Kleinwabern (Abschnitte SEFT 1 und SEFT 2) befindet sich bereits im Bewilligungsverfahren. Der Abschnitt *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain* (SEFT 3) wird aktuell bearbeitet und ist Bestandteil der vorliegenden Untersuchung.

1.2. UVP-Pflicht

Bei der Seftigenstrasse handelt es sich um eine Kantonsstrasse Kategorie B. Sie entspricht dem Anlagentyp Hochleistungs- und Hauptverkehrsstrassen gemäss Ziffer 11.3 des Anhangs zur Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV) und ist damit eine bestehende UVP-pflichtige Anlage. Anpassungen an der Seftigenstrasse stellen Änderungen von bestehenden UVP-pflichtigen Anlagen dar und sind der UVP-Pflicht unterstellt, wenn die geplanten Änderungen als wesentlich anzusehen sind.

Die Sanierung des Strassenabschnitts *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain* (SEFT 3) wurde in Rücksprache mit dem kantonalen Amt für Umweltkoordination und Energie (AUE) als wesentliche Änderung eingestuft. Somit ist das Projekt Sanierung Seftigenstrasse, *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain* UVP-pflichtig.

Die Projekte SEFT 1 und SEFT 2 werden in einem anderen Zeitintervall geplant und realisiert. Für diese beiden Projekte wurde ein separater UVB erstellt.

1.3. Vorgehen und Methodik

Der Aufbau des Umweltverträglichkeitsberichts (UVB) sowie das allgemeine Vorgehen richten sich nach dem UVP-Handbuch des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) aus dem Jahr 2009. Die bei den Untersuchungen in den einzelnen Umweltbereichen zur Anwendung gelangenden Methoden und Verfahren werden in den jeweiligen Abschnitten des Kapitels 0 dargestellt.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung für die Sanierung Seftigenstrasse, *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain* wird im zweistufigen Verfahren durchgeführt. Gemäss der Arbeitshilfe «Die UVP im Kanton Bern» wird eine UVP-Voruntersuchung (UVP-VU) im Rahmen des Vorprojekts und eine UVP-Hauptuntersuchung (UVP-HU, vorliegender Bericht) im Rahmen des Auflage- / Bauprojekts durchgeführt.

1.4. Massgebende Zustände

Massgebend für die Beurteilung der Umweltauswirkungen sind die folgenden Zustände:

Bezeichnung	Jahr	Bemerkungen
Ist-Zustand / Ausgangszustand	2025	Zustand vor Baubeginn, ohne Vorhaben
Bauphase	2028 - 2030	Sanierung, Umgestaltung Strasse
Betriebszustand	ab 2030	Vorgesehener Zustand des Normalbetriebs, mit Vorhaben

Tabelle 1: Massgebende Zustände und Zeithorizonte

2. Verfahren

2.1. Massgebliches Verfahren

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist kein eigenständiges Verfahren, sondern wird im Rahmen des massgeblichen Verfahrens durchgeführt. Das massgebliche Verfahren für das vorliegende Projekt ist das kantonale Strassenplanverfahren.

2.2. Erforderliche Ausnahmebewilligungen

Flora, Fauna, Lebensräume:

- *Bewilligung für Eingriffe in Hecken und Feldgehölze*
gemäss Art. 18 Abs. 1bis und 1ter des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 01. Juli 1966 und gemäss Art. 27 des kantonalen Naturschutzgesetzes (NSchG) vom 15. September 1992.
- *Ausnahmebewilligung für Eingriffe in Lebensräume geschützter Tiere*
gemäss Art. 20 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 01. Juli 1966, gemäss Art. 20 der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16. Januar 1991 sowie gemäss Art. 15 des kantonalen Naturschutzgesetzes (NSchG) vom 15. September 1992 und gemäss Art. 25, 26 und 27 der kantonalen Naturschutzverordnung (NSchV) vom 10. November 1993.

3. Standort und Umgebung

Das Vorhaben betrifft die Seftigenstrasse und Umgebung in den Berner Ortsteilen Wabern, Weissenbühl und Sandrain sowie der Gemeinde Köniz im Abschnitt zwischen der Morillonstrasse und der Aarbühlstrasse. Die Seftigenstrasse stellt eine zentrale Hauptverkehrsachse zur Anbindung der südöstlichen Agglomerationsgemeinden an die Stadt Bern dar. Das Projekt befindet sich im Siedlungsgebiet, welches sich auf das Gebiet der Gemeinde Köniz und der Stadt Bern erstreckt (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2).

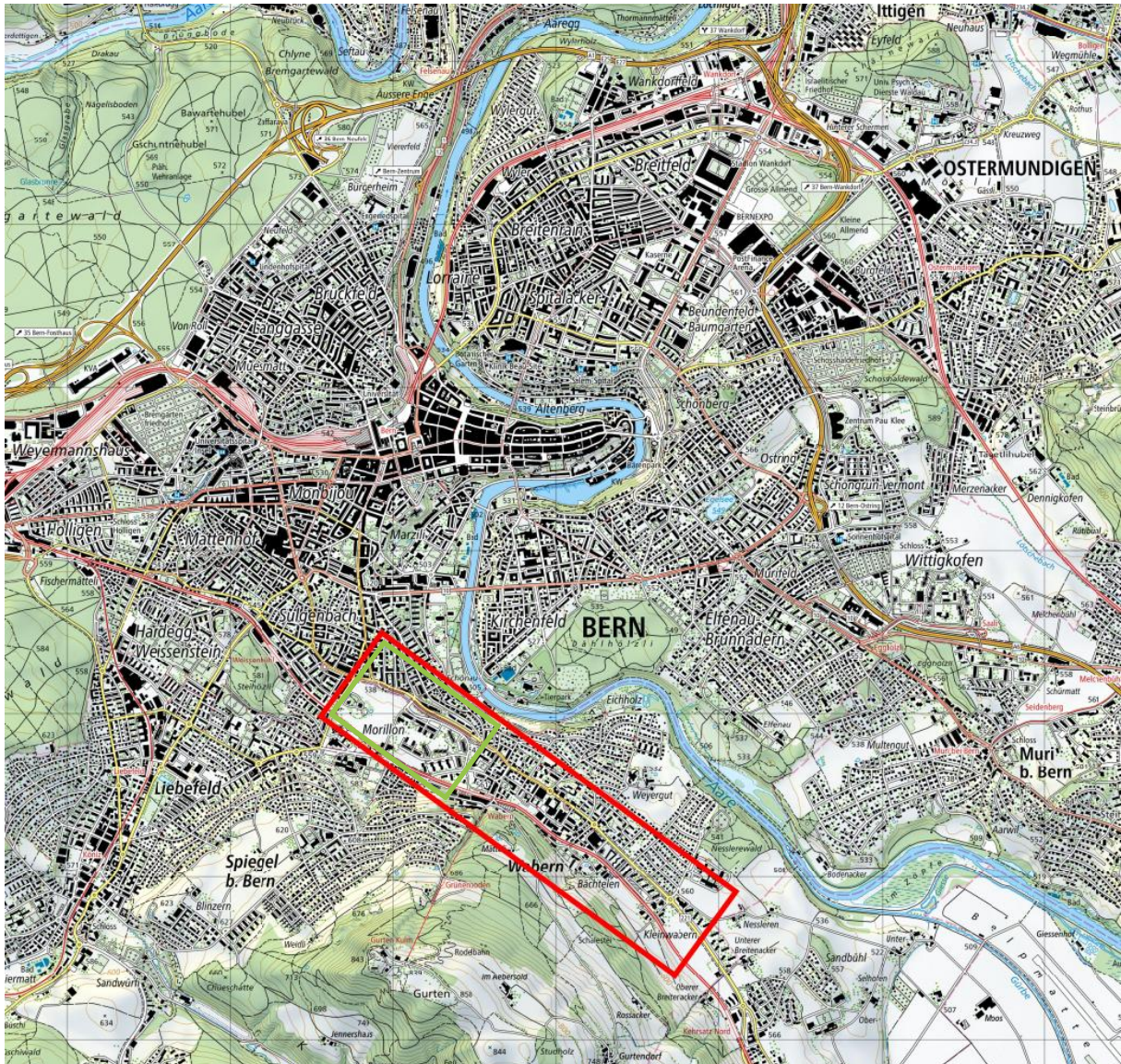


Abbildung 1: Übersichtsplan Bern mit Lage der Projekte SEFT 1 - 3 (rot) und SEFT 3 (olivgrün)

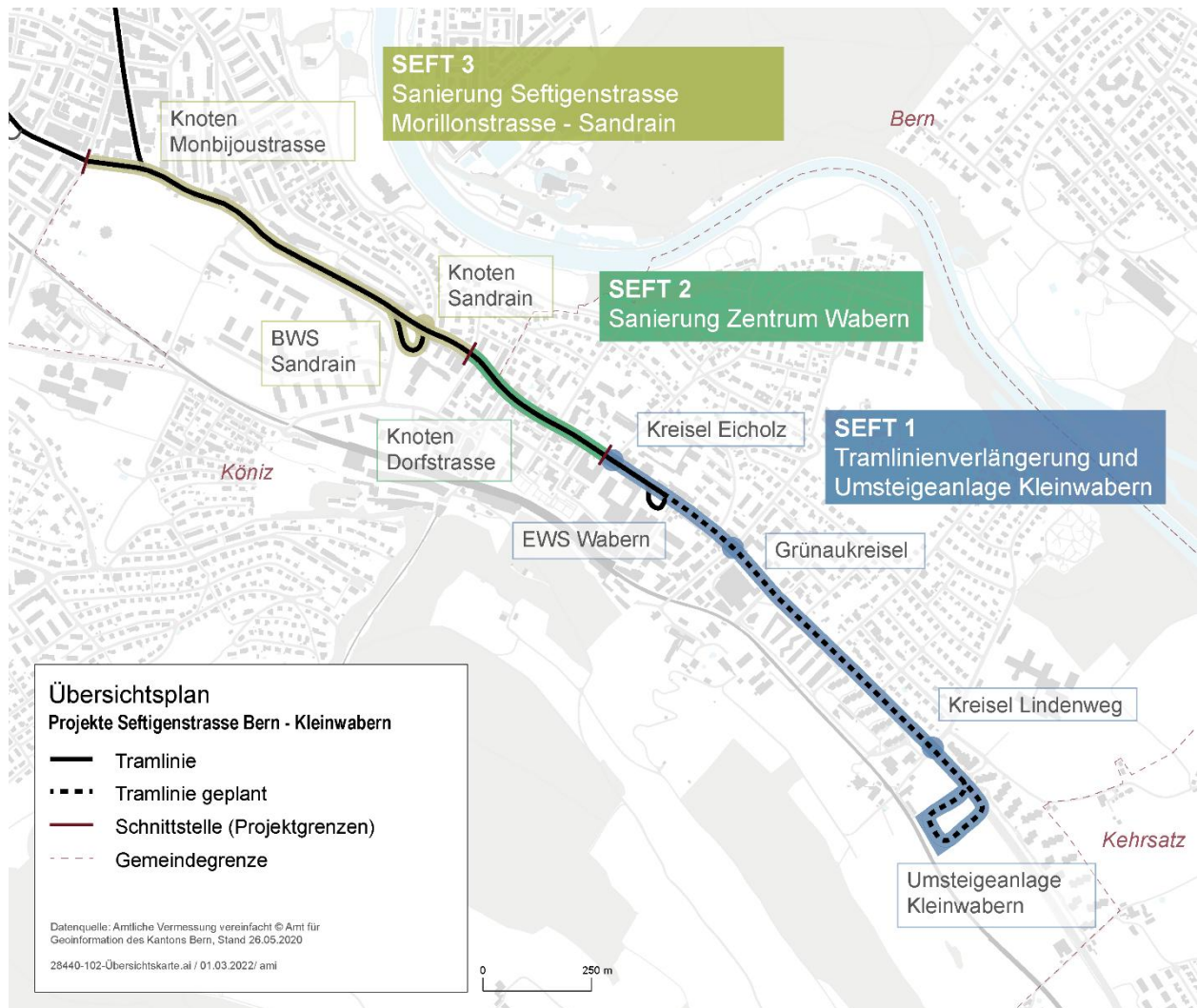


Abbildung 2: Übersichtsplan Projekte Seftigenstrasse (Projekte SEFT 1 - 3)

Die Projekte SEFT 1 und SEFT 2 wurden zeitgleich geplant und befinden sich zurzeit in der Bewilligungsphase (massgebliches Verfahren: eisenbahnrechtliches Plangenehmigungsverfahren, PGV). Das zeitlich nachgelagerte Projekt SEFT 3, Sanierung Seftigenstrasse, *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain* durchläuft ein eigenständiges Verfahren (kantonales Strassenplanverfahren).

Der vorliegende Bericht behandelt ausschliesslich das Projekt SEFT 3, Sanierung Seftigenstrasse, *Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain*

4. Vorhaben

4.1. Projektdaten

Untersuchungsobjekt	Sanierung Seftigenstrasse <i>Morillon-Sandrain</i> (SEFT 3)	
Bauherrschaft	Die Bauherrengemeinschaft besteht aus den Bestellenden: (1) Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis II Schermenweg 11, 3001 Bern (2) BERNMOBIL, Städtische Verkehrsbetriebe Bern Eigerplatz 3, 3001 Bern (3) Tiefbau der Stadt Bern Bundesgasse 33, 3001 Bern (4) Gemeinde Köniz Landorfstrasse 1, 3098 Köniz (5) Energie Wasser Bern (ewb) Monbijoustrasse 11, 3001 Bern	
Betreiberin	Tiefbauamt des Kantons Bern, Oberingenieurkreis II BERNMOBIL, Städtische Verkehrsbetriebe Bern (SVB)	
Bauherrenunterstützung	TBF + Partner AG	
Planergemeinschaft	IG EB3W (Emch+Berger AG Bern, Viatron AG, Weber+Brönimann Bauingenieure AG und Weber+Brönimann Landschaftsarchitekten AG)	
Standortgemeinden	Bern, Köniz	
Zonenplan	<u>Köniz</u> Verkehrszone Strasse (VS) Änderung ausserh. OPR 2018 Nutzungsplan OPR 2018	<u>Bern</u> Verkehrsanlagen
Schutzplan	<u>Köniz (Schutzplan 1993)</u> Geschützte Baumreihen / Alleen Hecke / Böschung Einzelbäume	<u>Bern</u> Baumschutzzone B
Landeskoordinaten	2'599'752 / 1'198'216 bis 2'600'546 / 1'197'826	
Höhe	536 bis 544 m ü. M.	
Projektbestandteile	<u>SEFT 3</u> ▪ Sanierung Strasse und Schienen ▪ Umgestaltung Tramhaltestellen und Anpassung an BehiG ▪ Neubau Tramwendeschlaupe (Betriebswendeschlaupe) <i>Sandrain</i> ▪ Erstellung durchgehender Velowege ▪ Verbesserung der Fusswegverbindungen ▪ Minderung der Lärmbelastung ▪ Verbindung Bondelistrasse ▪ Bauumfahrung Morillonmatte ▪ Erneuerung Strassenbeleuchtung ▪ Reduktion auf Tempo 30 auf dem Abschnitt Knoten Seftigen- / Morillonstr-Sandrain	

Lärm	Durch die wesentliche Änderung der Anlage sind bei den angrenzenden Gebäuden die Immissionsgrenzwerte einzuhalten. Im Bereich der neuen Betriebswendeschleufe sind die Planungswerte einzuhalten.
Belastete Standorte	Das Projekt tangiert keine belasteten Standorte.
Fruchtfolgeflächen	Das Projekt tangiert keine Fruchtfolgeflächen.
Flora, Fauna	Das Vorhaben tangiert geschützte Lebensräume (Hecken). Diese sind gemäss Art. 18 NHG angemessen zu ersetzen.
Historische Verkehrswege	Der betroffene Strassenabschnitt ist als historischer Verkehrsweg (IVS 10.3.10) von nationaler Bedeutung inventarisiert. Die bestehenden Steinmauerstücke entlang der Strasse können als verbleibende Substanz des historischen Verlaufs erhalten bleiben. Ebenfalls werden die Bäume, welche den Allee-artigen Charakter des historischen Verkehrswegs bilden, erhalten bzw. nach der Bauphase wieder gepflanzt.
Archäologie	Beim <i>Morillongut</i> befindet sich eine archäologische Fundstelle, es wird dort ein römischer Gutshof vermutet. Bodeneingriffe auf der <i>Morillonmatte</i> sind durch den archäologischen Dienst zu begleiten.

4.2. Beschreibung des Vorhabens

Die Seftigenstrasse stellt eine zentrale Verkehrsachse im Verkehrssystem der Agglomeration Bern sowie im Siedlungsgebiet der Standortgemeinden Köniz und Bern dar. Im Abschnitt zwischen dem Knoten Monbijoustrasse und Kleinwabern besteht ein umfassender Handlungsbedarf bezüglich der Tram- und Strasseninfrastruktur.

Mit der geplanten Verlängerung der Tramlinie 9 bis Kleinwabern sowie dem abnutzungsbedingten Ersatz der Gleisanlagen ergibt sich die einmalige Chance, gleichzeitig die massiven Defizite in der Veloinfrastruktur gezielt zu beheben. Die Erneuerung der Tramgleise schafft den notwendigen baulichen Spielraum, um durchgehende, sichere und komfortable Velowege zu realisieren. So kann die bisher mangelnde Sicherheit für den Veloverkehr nachhaltig verbessert werden – ein zentraler Aspekt des Projekts angesichts der stetig wachsenden Bedeutung des Velos im städtischen Mobilitätsmix.

Auch die Tramhaltestellen werden barrierefrei gemäss dem Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG) ausgebaut. Zudem plant BERNMOBIL eine neue Betriebswendeschleufe (BWS) bei der Haltestelle Sandrain.

Neben der Verbesserung des ÖV-Angebots liegt ein klarer Fokus auf der Sicherheit und Nutzbarkeit für den Fuss- und Veloverkehr (FVV). Die Schwachstellen entlang der Kantonsstrasse werden umfassend behoben, insbesondere durch die gezielte Abstimmung der Strassenraumgestaltung mit der künftigen Siedlungsentwicklung. Dadurch wird nicht nur die Verkehrssicherheit erhöht, sondern auch eine funktionale und räumliche Vernetzung im Gebiet erreicht.

Mit der Freigabe des konsolidierten Betriebs- und Gestaltungskonzepts konnte die Vorstudie Mitte 2020 erfolgreich abgeschlossen werden. Auf dieser Grundlage wurde das Vorprojekt erarbeitet und im Rahmen der Mitwirkung im Herbst 2023 vernehmlasszt. Das vorliegende Bauprojekt basiert auf diesen Planungsphasen und wurde unter Einbezug der Rückmeldungen aus der Mitwirkung (Oktober 2023) weiter optimiert.

4.3. Abgrenzung von Drittprojekten

Folgende Drittprojekte sind nicht oder nur teilweise Bestandteil des vorliegenden Projekts:

- **SEFT 1 und 2:** Tram Kleinwabern und Sanierung Seftigenstrasse Zentrum Wabern. Die Projekte SEFT 1 und SEFT 2 werden zeitlich vorgezogen geplant und realisiert. Für diese Projekte wurde deshalb ein separater UVB erstellt.
- **Entwicklung *Morillonmatte*:** Die Strassensanierung wird so geplant, dass eine zukünftige Überbauung inkl. der entsprechenden Erschliessung möglich ist. Die Entwicklung *Morillon* ist jedoch nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts.
- **Wärmeverbund Wabern Bern (Fernwärme):** Das Projekt «Wärmeverbund Wabern Bern» sieht vor, ein Wärmeverbundprojekt in Wabern zu realisieren. Es ist geplant, diejenigen Fernwärmeleitungen, welche sich innerhalb des Perimeters des Projekts SEFT 3 befinden, mit diesen Projekten genehmigen zu lassen und zu realisieren. Die Feinverteilung resp. die Fernwärmeleitungen ausserhalb des Projektperimeters SEFT 3 sind nicht Bestandteil des Projekts Seftigenstrasse.
- **Koordination mit Erweiterung Schulhaus *Morillon*:** Zwischen der Betriebswendeschleife SEFT3 und dem Projekt Erweiterung Schulhaus ist eine Koordination geplant. Das Projekt Schulhaus *Morillon* ist nicht Bestandteil des vorliegenden Projekts. Die Treppe in der Böschung des Velowegs als Zugang zur geplanten Schulhauserweiterung wird als Drittprojekt dargestellt.

4.4. Übereinstimmung mit der Raumplanung

4.4.1. Bund

Das Vorhaben tangiert gemäss Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) einen historischen Verkehrsweg von nationaler Bedeutung mit Substanz (IVS 10.3.10). Im Umfeld des Vorhabens ist gemäss Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS) das geschützte Objekt Bern (ISOS_0499) verzeichnet. Ansonsten sind keine Inventare oder Schutzgüter des Bundes betroffen.

4.4.2. Kanton / Region

Das Regionale Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept (RGSK 2025) enthält mehrere Festlegungen im Bereich der Seftigenstrasse und des nördlich davon gelegenen Gebiets *Morillon*:

- Die zukünftige Überbauung der *Morillonmatte* nördlich der Seftigenstrasse wird von einem regionalen Wohnschwerpunkt in der Agglomeration Bern überlagert. Dieser Wohnschwerpunkt wird im RGSK unter der Massnahme BM.S-SW.1.011 festgesetzt.

Im Massnahmenband Verkehr des RGSK wird die Sanierung der Seftigenstrasse noch erwähnt und wird mit dem Stellenwert als «Massnahmen frühere AP» aufgeführt und weist bereits einen ARE-Code auf. Der Umgang mit den im RGSK enthaltenen Massnahmen ist im Kapitel 5.20 «Landschaft und Ortsbild» erläutert.

Am Rande des Projektperimeters befinden sich gemäss Bauinventar als schützenswert bezeichnete Objekte. Sie sind vom Projekt nicht betroffen. Beim *Morillongut* befindet sich eine archäologische Fundstelle, es wird dort ein römischer Gutshof vermutet.

4.4.3. Stadt Bern

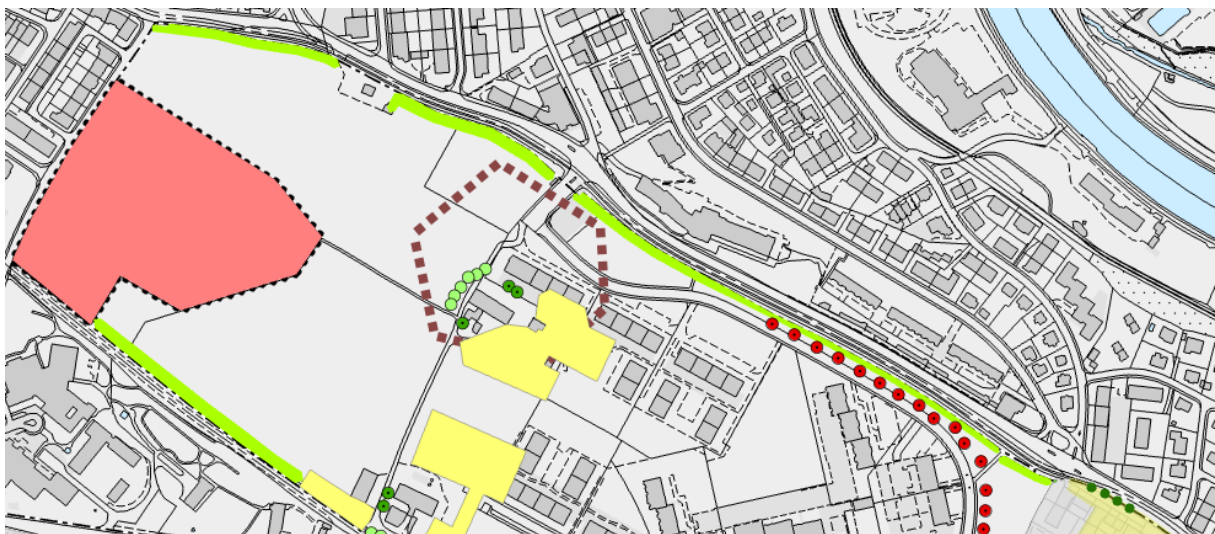
Gemäss Zonenplan der Gemeinde Bern befindet sich der Abschnitt auf dem Gebiet der Gemeinde Bern ausschliesslich innerhalb der Zone «Verkehrsanlagen» und in der Wohnzone (teilweise mit Überbauungsordnung). Ebenfalls befindet sich das Projektgebiet in der Baumschutzzone B. Gemäss Baumkataster der Stadt Bern befinden sich geschützte Bäume auf Stadtberner Boden im Bereich der Monbijoustrasse am nördlichen Perimeterrand des Knotens *Monbijou*.

4.4.4. Gemeinde Köniz

Das Projekt betrifft grösstenteils die Verkehrszone Strasse (VS) gemäss Zonenplan der Gemeinde Köniz. Die Betriebswendeschleife sowie Installationsplätze, Baupisten etc. befinden sich im Wirkungsbereich der rechtskräftigen Überbauungsordnung «Morillongut».

Gemäss Schutzplan 1993 der Gemeinde Köniz betrifft das Vorhaben eine Hecke (BauR93) entlang der Seftigenstrasse. An den Projektperimeter grenzen ausserdem geschützte Einzelbäume entlang der Bondelistrasse und südöstlich des Knotens *Sandrain*.

Ebenfalls im Schutzplan 1993 ist ein archäologisches Schutzgebiet südlich der Seftigenstrasse verzeichnet. Gemäss Auskunft des archäologischen Dienstes des Kantons Bern (E-Mail von Jeanette Kraese vom 09. März 2023) wurde dieses Schutzgebiet Ende 2021 aus dem archäologischen Inventar entlassen.



Legende (Auszug):

Einzelbaum BauR93

- Obstbaum, BauR 7.03.1993
- Einzelbaum Kategorie I, BauR vom 7.03.1993
- Einzelbaum Kategorie II, BauR vom 7.03.1993
- Einzelbaum ohne Objektbeschreibung, BauR vom 7.03.1993

Obstgarten BauR93

- Obstgarten BauR93

Archäologisches Schutzgebiet oder -objekt BauR93

- Archäologisches Schutzgebiet oder -objekt BauR93

Hecke, Feld- und Ufergehölz BauR93

- Hecke, Feld- und Ufergehölz BauR93

Sonderstandort BauR93

- Sonderstandort BauR93

Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Schutzplan 1993 der Gemeinde Köniz (Quelle: map.koeniz.ch, Stand März 2023)

4.5. Verkehrsgrundlagen

4.5.1. Strassenverkehr

Der Untersuchungsperimeter umfasst 7 Abschnitte (vgl. Abbildung 4) mit unterschiedlichen Verkehrsmengen. Die Abschnittsbildung erfolgte entsprechend dem Gesamtverkehrsmodell des Kantons Bern (GVM). Dieses GVM verfügt für den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) des motorisierten Individualverkehrs (MIV) über einen Ist-Zustand 2019, revidiert 2024 und zwei Prognosezustände 2040, wobei für diese Untersuchung in Absprache mit Rudolf Keller & Partner Verkehringenieure (RK&P) das Prognoseszenario *Basis* verwendet wurde.

Das Prognosejahr für das Projekt ist gemäss RK&P das Jahr 2030 (Anhang A technischer Bericht). Der DTV wurde entsprechend zwischen den im GVM vorhandenen Zuständen 2019 und 2040 interpoliert. Die weitere Differenzierung des Verkehrs, d.h. die Tag-Nacht-Aufteilung (d.h. Nt und Nn) und der lärmige Anteil (d.h. Nt2 und Nn2), wurde anhand von 3 Dauerzählstellen der Stadt Bern durchgeführt (vgl. Abbildung 4):

- Nr. 86, Seftigenstrasse 79: 92 % des Verkehrs tagsüber, Nt2 = 3.5%, Nn2 = 5.0%
- Nr. 88, Seftigenstr. 83: 91 % des Verkehrs tagsüber, Nt2 = 3.5%, Nn2 = 4.6%
- Nr. 20, Seftigenstrasse 119: 91 % des Verkehrs tagsüber, Nt2 = 2.8%, Nn2 = 4.2%

Fehlen ausreichende Daten aus Verkehrszählungen, um die Tag-Nacht-Aufteilung und den lärmigen Anteil zu prognostizieren, wird auf den Anhang 3 der LSV verwiesen. Im Vergleich zu den oben verwendeten Daten ist in der LSV die Verkehrsmenge tagsüber etwas höher (93%) und der lärmige Anteil insbesondere am Tag (Nt2: 10%) höher.

In untenstehender Tabelle sind die Verkehrszahlen für den Prognosezustand 2030 zusammengefasst.

Abschnitt	Prognosezustand 2030				
	DTV (Fz/24h)	Nt (Fz/h)	Nn (Fz/h)	Nt2 (%)	Nn2 (%)
1	9'087	519.7	96.4	3.5	5.0
2	8'509	486.7	90.3	3.5	5.0
3	3'165	179.6	36.4	3.5	4.6
4	11'677	662.6	134.4	3.5	4.6
5	11'176	634.2	128.6	3.5	4.6
6	10'173	577.4	116.7	2.8	4.2
7	12'798	726.5	146.8	2.8	4.2

Tabelle 2 Verkehrszahlen für den Prognosezustand 2030 für den stündlichen Verkehr am Tag (Nt) und in der Nacht (Nn) und den lärmigen Anteil am Tag (Nt2) und in der Nacht (Nn2).
(Tag 6:00 - 22:00 Uhr, Nacht 22:00 - 6:00 Uhr, Lr = Beurteilungspegel)

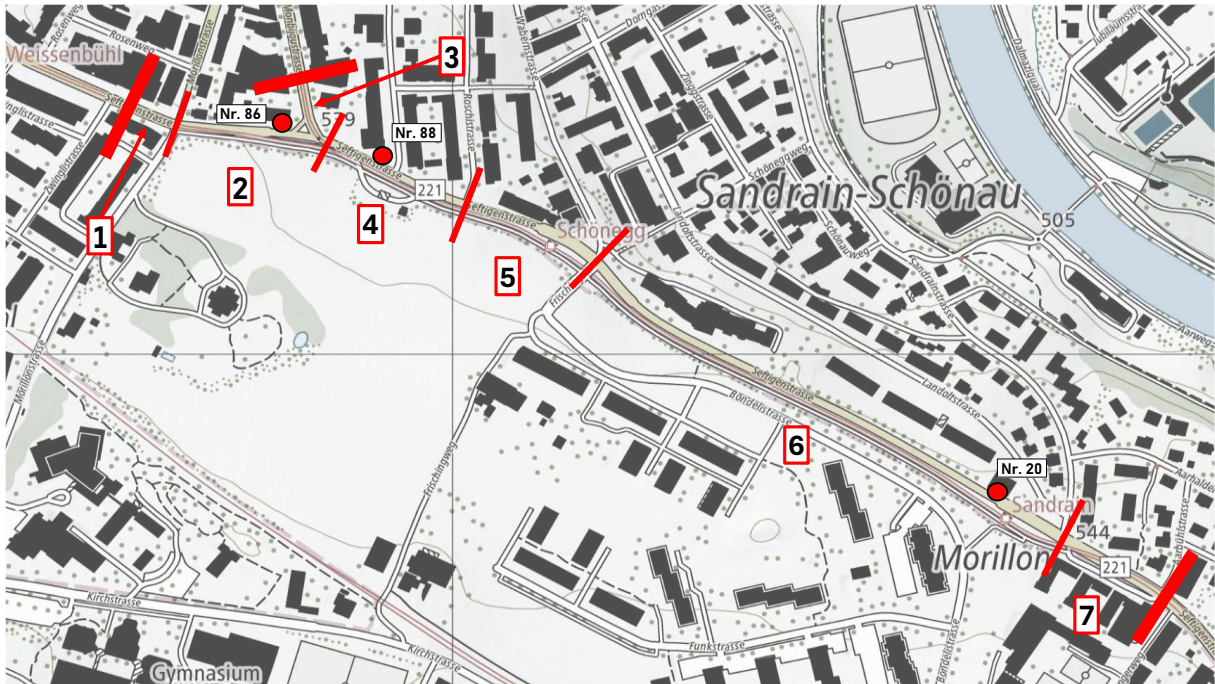


Abbildung 4 Einteilung des Perimeters in die Abschnitte 1 bis 7 (rote Linien). Die dicken roten Linien markieren die Grenzen des Perimeters SEFT 3. Rote Punkte zeigen die Position der Dauerzählstellen der Stadt Bern.

Gemäss Bernmobil ist tagsüber von 17 Tram/h und nachts von 4 Tram/h auszugehen.

4.5.2. Fuss- und Veloverkehr

Im Projektperimeter gibt es keine Wanderwege. Parallel zur Seftigenstrasse (nördlich, zwischen Seftigenstrasse und Aare) verlaufen die beiden ausgeschilderten Velorouten Nr. 8 Aare-Route und Nr. 74 Gürbe-Sense Route, wobei im Abschnitt *Monbijoustrasse-Sandrain* heute auf der Strasse kein Veloweg markiert ist und die Verhältnisse für Velos eng sind. Des Weiteren münden zwei vielbefahrene Alltagsverbindungen zwischen Sulgenau und Wabern beim Knoten *Sandrain* in die Seftigenstrasse. Der Sachplan Veloverkehr des Kantons Bern weist die Seftigenstrasse als Velohauptverbindung I aus. Die Velohauptverbindung I (VH I) verbinden regional bedeutende Zentren und Ziele und verfügen über grosses Potenzial für den Veloalltagsverkehr. Zudem sind im Sachplan Veloverkehr nördlich und südlich der Seftigenstrasse zwei parallele Korridore zu Prüfung von Vorrangrouten festgehalten.

Die verschiedenen Velowegverbindungen werden während der gesamten Bauphase sichergestellt, eine Umleitung via provisorische Umfahrung Morillonmatte und Bondelistrasse ist möglich.

In der Betriebsphase wird mit der Sanierung grösstenteils neu ein beidseitig vertikal abgesetzter Radweg erstellt. Für die Radfahrenden verbessert sich die Situation mit dem Projekt massgeblich. Für den Fussverkehr werden wiederum Trottoirs geschaffen. Zwischen Knoten Schönegg und Sandrain werden die Zufussgehenden via Frischingweg in die Bondelistrasse Richtung Betriebswendeschleife geleitet. Es wird hierfür die Bondelistrasse redimensioniert und ein neues durchgehendes Trottoir mit rückläufiger Baumallee erstellt.

4.6. Beschreibung der Bauphasen (Baustelle)

Die Erstellung ist in insgesamt vier Haupt-Bauphasen, eine Vorphase und drei Intensivbauphasen (Knoten *Morillonstrasse*, *Monbijoustrasse*, *Schöneegg*) aufgeteilt. Für den Knoten *Sandrain* ist lediglich eine Intensivbauphase auf der Nordseite vorgesehen.

4.6.1. Verkehrsführung Stufe I

Die Verkehrsführungen Stufe I tangieren weder den MIV noch gross den ÖV. Der Trambetrieb kann aufrecht gehalten werden. Die bestehende Fuss- und Veloverbindungen bleiben in Stufe I erhalten. Der Verkehr wird konzeptionell entweder auf der bestehenden Anlage oder auf dem Endzustand abgewickelt.

Stufe I wird für die Vorbereitungs- und Fertigstellungsarbeiten zu Anwendung kommen. Für die Vorbereitungsarbeiten sind alle Fahrbeziehungen möglich und das Tram in Betrieb. Allenfalls entstehen kurze Unterbrüche für die Vorbereitungsarbeiten (nachts oder an Wochenenden).

4.6.2. Verkehrsführung Stufe II

Die Verkehrsführungen Stufe II tangieren den MIV und den ÖV. Der Trambetrieb wird unterbrochen und erfolgt mit Bussen (Tramersatz). Der MIV wird stadtauswärts via Verkehrsprovisorium *Morillonmatte / Bondelistrasse*, stadteinwärts auf der Seftigenstrasse innerhalb der Baustelle geführt. Zufussgehende werden via Verkehrsprovisorium zum Parkplatz SIXT geleitet und anschliessend entlang des bestehenden Trottoirs bis zum Knoten Sandrain (Seite Gemeinde Köniz) geführt.

4.6.3. Verkehrsführung Stufe III

Die Verkehrsführungen Stufe III tangieren MIV und ÖV massiv. Der Trambetrieb wird unterbrochen und erfolgt mit Bussen (Tramersatz). Der MIV wird stadtauswärts via Verkehrsprovisorium *Morillonmatte / Bondelistrasse*, stadteinwärts auf der Seftigenstrasse innerhalb der Baustelle geführt. Zusätzlich werden gewisse Fahrbeziehungen zeitweise unterbrochen. Zufussgehende werden einseitig auf dem Gehweg Seite Stadt Bern vom Knoten Morillon-/Seftigenstrasse bis zum Knoten Sandrain geführt. Stufe III wird für die Intensivbauarbeiten an den Knoten *Morillon*, *Monbijou* und *Schöneegg* zur Anwendung kommen. Es ist keine explizite Intensivphase zur Umsetzung der Bauleistungen am Knoten *Sandrain* vorgesehen. Die Realisierung erfolgt mit den ordentlichen Bauphasen 2 und 3. Die Zufahrten resp. Wegfahrten zu den Knoten werden jeweils auf einer Seite gesperrt.

5. Auswirkungen des Vorhabens auf die Umwelt

5.1. Relevanzmatrix zu den Umweltbereichen

In der folgenden Tabelle werden zur Übersicht die relevanten Umweltbereiche von den als nicht relevant beurteilten Umweltbereichen unterschieden. Die Begründungen befinden sich in den folgenden Kapiteln 5.2 bis 5.21.

Umweltbereich	Ausgangszustand	Bauphase	Betriebsphase
Luftreinhaltung	■	■	■
Klima	○	○	○
Lärm	■	■	■
Erschütterungen / Abgestrahlter Körperschall	■	■	■
Nichtionisierende Strahlung (NIS)	○	○	○
Grundwasser	■	■	■
Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme	○	○	○
Entwässerung	■	■	■
Boden	■	■	■
Altlasten	○	○	○
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	○	■	○
Umweltgefährdende Organismen	○	○	○
Störfallvorsorge / Katastrophenschutz	○	○	○
Wald	○	○	○
Flora, Fauna, Lebensräume	■	■	■
Lichtemissionen	■	■	■
Landschaft und Ortsbild	■	■	■
Kulturdenkmäler / historische Verkehrswege / archäologische Stätten	■	■	○

Legende:

- irrelevant, keine oder vernachlässigbare Auswirkungen
- Auswirkungen relevant, Umweltbereich wird im Detail behandelt

Tabelle 3: Umweltrelevanzmatrix

5.2. Luftreinhaltung

5.2.1. Grundlagen und Vorgehen

Die Beurteilung erfolgt auf Basis folgender rechtlicher und fachlicher Grundlagen:

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985
- Vollzugshilfe «Luftreinhaltung auf Baustellen» (Baurichtlinie Luft [BauRL]), Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, 2016
- Vollzugshilfe «Luftreinhaltung bei Bautransporten», Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern, 2001
- Luftbelastung: Karten Jahreswerte BAFU, 2023
(<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html>)
- Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015 / 2030 Kanton Bern, 2015

Grundlage für die Beurteilung der durch den Betrieb verursachten Luftschadstoffbelastungen bildet die Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Diese regelt im vorliegenden Fall die vorsorgliche Emissionsbegrenzung und die höchstzulässige Belastung der Luft (Immissionsgrenzwerte Anhang 7 LRV). Die Emissionen sind so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (Art. 4 LRV). Bezüglich der Staubfreisetzung ist Anhang 1 Ziffer 43 LRV zu beachten, wo die erforderlichen Massnahmen bei Aufbereitungs-, Lagerungs-, Umschlags- und Transportvorgängen festgelegt sind.

Im vorliegenden Bericht werden die Jahresmittelwerte der typischen Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) betrachtet. (Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html>).

5.2.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Der Projektperimeter bezüglich Luftqualität liegt im Grossraum Bern. Das Projektgebiet von SEFT 3 befindet sich primär im Einflussbereich der Kantonsstrasse Nr. 211 Bern-Belp.

Zur Charakterisierung der bestehenden Luftbelastung werden im Projektgebiet die Immissionskonzentrationen von Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀) betrachtet. Abbildung 5 zeigt die grossräumige Belastungssituation (Jahresmittel) für Stickstoffdioxid (NO₂). In Abbildung 6 ist die grossräumige Belastungssituation (Jahresmittel) für Feinstaub (PM₁₀) dargestellt. Die Immissionswerte lagen im Gebiet um das Vorhaben im Jahr 2023 unter den Grenzwerten. Im Vergleich zum Jahr 2022 konnte bei beiden Immissionskonzentrationen eine Verbesserung des Jahreswertes festgestellt werden.



Abbildung 5: Stickstoffimmissionen (NO₂) 2023 - Projektgebiet rot eingekreist
(Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html>)



Abbildung 6: Feinstaubimmissionen (PM₁₀) 2022 - Projektgebiet rot eingekreist
(Quelle: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/zustand/daten/luftbelastung--historische-daten/karten-jahreswerte.html>)

5.2.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Während der Bauphase werden Emissionen von Luftschadstoffen durch die Transporte von Aus- und Baumaterial sowie dem Einsatz von dieselbetriebenen Baumaschinen verursacht. Zudem wird während der Bauphase der Verkehr der Seftigenstrasse phasenweise auf eine temporäre Umfahrung über den nördlichen Bereich der *Morillonmatte* geleitet. Umleitungen durch umliegende Quartiere werden soweit möglich vermieden. Es kann punktuell zu einer Verlagerung der durch den Verkehr verursachten Emissionen in die umliegenden Quartiere kommen. Es ist davon auszugehen, dass der Durchgangsverkehr während den verschiedenen Bauphasen in unveränderter Menge anfallen wird.

Aufgrund der Bauzeit von rund 2 Jahren und einer Baustellenfläche von > 4'000 m² ist die Baustelle gemäss Baurichtlinie Luft (BauRLL) der **Massnahmenstufe B** zuzuordnen. Damit haben Maschinen, Geräte und Arbeitsprozesse dem Stand der Technik gemäss Art. 4 LRV zu entsprechen und die Basismassnahmen (gute Baustellenpraxis) sowie spezifische Massnahmen (Stufe B) sind umzusetzen.

Betriebsphase

Der Betriebszustand nach Abschluss der Bauarbeiten entspricht im Grundsatz dem Ausgangszustand. Da kein projektbedingter Mehrverkehr entsteht, sind während der Betriebsphase keine negativen Auswirkungen auf den Bereich Luftreinhaltung zu erwarten. Mit dem vorliegenden Projekt wird nachhaltig zur Luftreinhaltung beigetragen in dem der öffentliche Verkehr und Velowege ausgebaut werden.

5.2.4. Massnahmen

- | | |
|---------|---|
| Luft-01 | Während den Bauarbeiten sind die Massnahmen der BauRLL, Stufe B zu befolgen. |
| Luft-02 | Die Vollzugshilfe „Luftreinhaltung bei Bautransporten“ des BUWAL (2001) ist anzuwenden. |
| Luft-03 | Nach Art. 19a LRV müssen dieselbetriebene Baumaschinen mit einer Leistung von mehr als 18 kW mit Partikelfiltersystemen ausgerüstet sein (Anforderungen nach Anhang 4 Ziffer 31 LSV). Es gelten die Übergangsbestimmungen zur Änderung der LRV vom 19. September 2008. Es gilt Filterpflicht für: <ul style="list-style-type: none">- Maschinen mit einer Leistung von 18 kW bis 37 kW: Jahrgang 2010 und neuer.- Maschinen mit einer Leistung über 37 kW |
| Luft-04 | Wartung
Regelmässige Wartung der Maschinen- / Gerätemotoren, dokumentiert mit Abgaswartungsdokument und Abgasmarke. Alle Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren müssen regelmässig gewartet werden und die Wartung ist mit einem Wartungskleber zu dokumentieren. Maschinen und Geräte > 18 kW müssen zudem periodisch kontrolliert werden, über ein entsprechendes Abgasdokument verfügen und eine geeignete Abgasmarke tragen, gemäss der technischen Anleitung des VSBM / SBI „Abgaswartung und Kontrolle von Maschinen und Geräten auf Baustellen“ (www.vsbm.ch : Technische Literatur). |
| Luft-05 | Verhinderung von erheblichen Staubemissionen nach LRV
Bei Aufbereitungs-, Lagerungs-, Umschlags-, und Transportvorgängen sind nach Ziffer 43 Anhang 1 LRV erhebliche Staubemissionen zu verhindern. Dabei werden die Empfehlungen der „Mitteilungen zur Luftreinhalteverordnung (LRV) Nr. 14“ befolgt. Dies sind insbesondere:
Bei staubintensiven Arbeiten mit Maschinen und Geräten zur mechanischen Bearbeitung von Baustoffen sind staubmindernde Massnahmen zu treffen (z.B. Benetzen, Einhausen).
Beim Transport staubender Güter müssen Transporteinrichtungen verwendet werden, welche die Entstehung erheblicher Staubemissionen verhindern (z.B. abdecken, befeuchten). |

Die Fahrwege im Anlagebereich inkl. Zufahrtsstrassen sind mit geeigneten Massnahmen wie regelmässiger Reinigung von Fahrwegen staubarm zu halten.

Luft-06 *Konkretisierung Konzepte Baustellenlogistik und Materialbewirtschaftung*

Vor Ausschreibung der Transportdienstleistungen sind Anforderungen an Materialbewirtschaftung, Transportrouten, an maximale Transportdistanzen (z.B. Deponieverkehr) sowie an die Transportfahrzeuge konkret festzulegen. Dies erfolgt in Absprache mit dem kantonalen Amt für Umwelt und Energie/Immissionsschutz (Massnahme V4, Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015/2030) resp. mit dem Amt für Umweltschutz der Stadt Bern (Dokument «Anforderungen an die Transportfahrzeuge (Abgasnorm EURO)», Transportrouten zur Baustelle auf Basisnetzstrassen, nicht durch Wohngebiete). Eine übergeordnete Umleitung für den Schwerverkehr während der Bauzeit ist zu prüfen (Bsp. via Achse Belp – Rubigen – Muri- Bern).

5.2.5. Beurteilung

Die Auswirkungen während der verschiedenen Bauphasen auf die Luftqualität in der unmittelbaren Umgebung der Baustellen sind relevant. Während der Bauarbeiten ist örtlich mit der Erhöhung von Luftschadstoffen zu rechnen. Die lokale Zunahme des Schwebstaubs infolge der Bauarbeiten und -transporte wird trotz Reduktionsmassnahmen nicht zu verhindern sein. Eine Umlagerung des Durchgangsverkehrs in die umliegenden Quartiere wird wenn möglich vermieden. Dennoch können temporäre Umleitungen des Durchgangsverkehrs zu einer Verlagerung der durch den Verkehr verursachten Schadstoffemissionen in die umliegenden Quartiere führen. Diese sind jedoch nur temporär. Mit Einhaltung der Massnahmen gemäss BauRLL sowie des kantonalen Massnahmenplans zur Luftreinhaltung 2015 / 2030 können die Auswirkungen der Baumaschinen und -geräte reduziert werden. Diese sind in den besonderen Bestimmungen und im Leistungsverzeichnis der Ausschreibung konkret ausformuliert.

Während der Betriebsphase sind keine negativen Auswirkungen auf den Bereich Luftreinhaltung zu erwarten.

5.3. Klima

Gemäss UVP-Handbuch ist der Umweltaspekt Klima nur dann zu behandeln, wenn anlagespezifische Vorschriften bestehen. Zurzeit bestehen nur bei Gaskombikraftwerken anlagespezifische Vorschriften. Damit ist der Umweltaspekt Klima für das vorliegende Vorhaben als nicht relevant einzustufen. Im Kapitel 5.20, Landschaft und Ortsbild wird ausführlich dargelegt, wie mit Grünflächen, Bepflanzung und der Materialisierung zur Verbesserung des Stadtklimas beigetragen wird.

5.4. Baulärm (Lärm während der Bauphase)

5.4.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Lärm während der Bauphase sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986
- Baulärm-Richtlinie (BAFU 2006)
- Maschinenlärmverordnung (MaLV) vom 22. Mai 2007
- Kantonale Lärmschutzverordnung (KLSV) des Kantons Bern vom 14. Oktober 2009

5.4.2. Pflichtenheft für die UVP-Hauptuntersuchung

- PH-HU-BLär-1 Verifizierung der Massnahmenstufen für die Bauarbeiten und für die Bautransporte
PH-HU-BLär-2 Erstellung Baulärmkonzept

5.4.3. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Der Untersuchungsperimeter liegt sowohl in der Gemeinde Bern als auch in der Gemeinde Köniz. Nördlich der Seftigenstrasse (zur Stadt Bern gehörend) befinden sich diverse Wohnzonen, sowie Zonen für öffentliche Nutzungen. Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen sind entlang des ganzen Abschnitts vorhanden. Die erste Baureihe ist im Gemeindegebiet der Stadt Bern entweder der Lärmempfindlichkeitsstufe ES II oder der ES III zugeordnet (Abbildung 7).

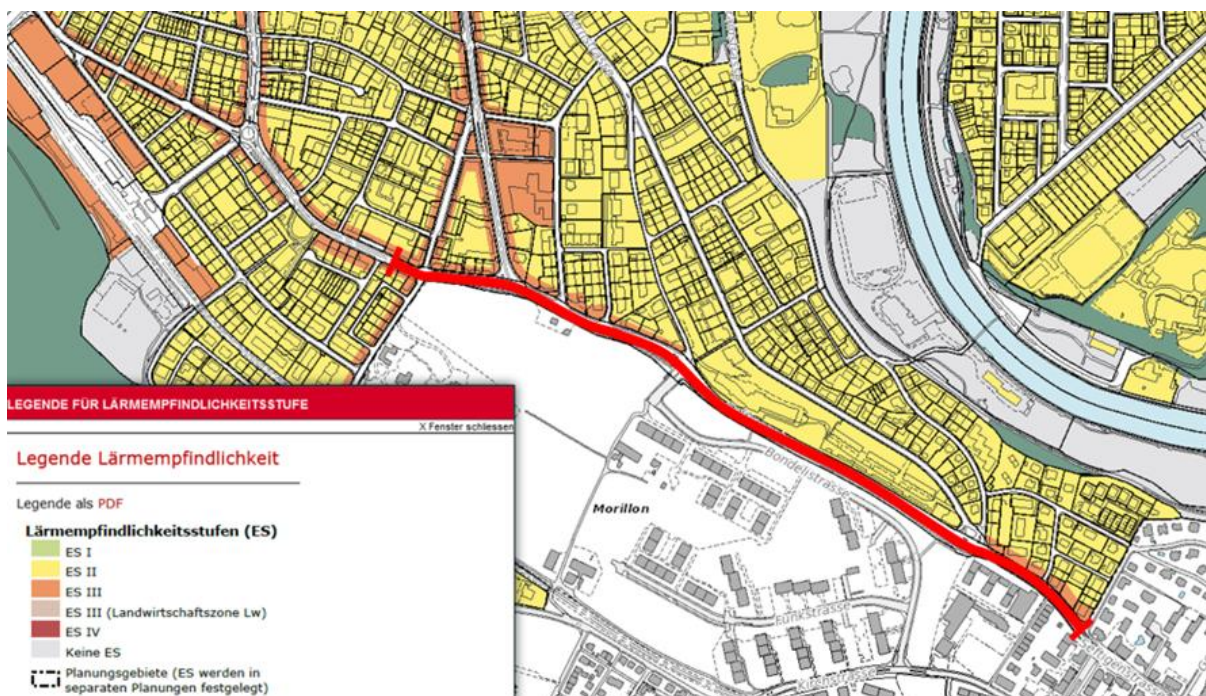


Abbildung 7: Lärmempfindlichkeitsstufen Stadt Bern, Stand 21.12.2023 (Quelle: Geodaten Stadt Bern, [Stadtplan - map.bern.ch](http://Stadtplan-map.bern.ch)). Die rote Linie markiert den Perimeter SEFT 3.

Der Perimeter südlich der Seftigenstrasse gehört der Gemeinde Köniz an. Gemäss Nutzungsplan sind liegen die Morillonmatte und die Überbauungen an der Bondelistrasse in der UeO 2/07 Morillongut, das gemäss der UeO in der ES II liegt. Südöstlich des UeO Morillongut liegen eine Kernzone (ES III) und eine Wohnzone (ES II). Wie in der Stadt Bern ist die erste Baureihe entweder der ES II oder ES III zugeordnet (Abbildung 8).

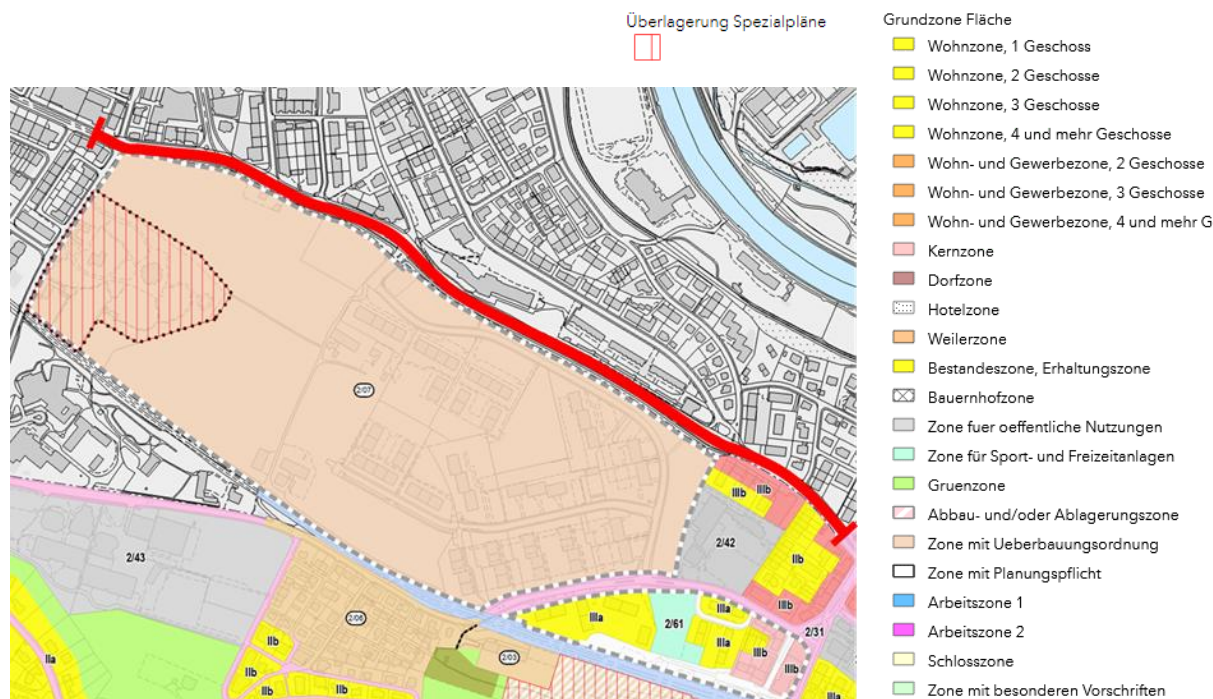


Abbildung 8: Zonenplan Köniz mit ES, Stand 21.12.2023 (Quelle: Gemeinde Köniz, Baurechtliche Grundordnung, map.koeniz.ch). Die rote Linie markiert den Perimeter SEFT 3.

5.4.4. Projektauswirkungen

Bauphase

Bauarbeiten

Die mit den Bauarbeiten in Zusammenhang stehenden Lärmemissionen können in der Umgebung zu zusätzlichen Lärmbelastungen führen. Gemäss Baulärm-Richtlinie sind Massnahmen erforderlich, wenn:

- sich Räume mit lärmempfindlicher Nutzung¹ in einem Abstand von ≤ 300 m zur Baustelle befinden (resp. ≤ 600 m, falls Bauarbeiten in Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch stattfinden²) oder

¹ Räume mit lärmempfindlicher Nutzung gemäss Art. 2 Abs. 6 LRV:

- Räume in Wohnungen, ausgenommen Küchen ohne Wohnanteil, Sanitäräume und Abstellräume
- Räume in Betrieben, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten, ausgenommen Räume für die Nutztierhaltung und Räume mit erheblichem Betriebslärm.

² Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch: 19:00 bis 07:00 und / oder 12:00 bis 13:00 Uhr und / oder Sonn- und allg. Feiertage.

- die „lärmige Bauphase“³ oder die lärmintensiven Bauarbeiten⁴ länger als 1 Woche dauern oder
- Bauarbeiten / lärmintensive Bauarbeiten in der Nacht erfolgen.

Im vorliegenden Fall sind Räume mit lärmempfindlicher Nutzung (Empfindlichkeitsstufe II und III) in weniger als 300 m Distanz zur Baustelle vorhanden. Der Abstand der nächstgelegenen Gebäude mit lärmempfindlicher Nutzung zur Strassenachse beträgt teilweise < 8 m. Die lärmige Bauphase für die Sanierung der Strasse dauert rund 24 Monate. Arbeiten über Mittag und Nachtarbeiten sind zeitweise kurzzeitig nötig, insbesondere während 3 Intensivphasen an den Knoten (geplante Arbeitszeiten ca. 5 - 23 Uhr). Für die lärmigen Bauarbeiten kommt daher gemäss der Baulärm-Richtlinie die **Massnahmenstufe B** zur Anwendung. So erfüllen bspw. Maschinen und Geräte den anerkannten Stand der Technik bezüglich Schallleistungspegel. Der anerkannte Stand der Technik orientiert sich an der Maschinenlärmverordnung (MaLV). Alle Massnahmen der Stufe B sind in der Baulärm-Richtlinie aufgeführt. Werden Arbeiten in Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch (12:00 - 13:00 Uhr, 19:00 - 7:00 Uhr, Sonn- und allg. Feiertage) durchgeführt, wird die Massnahmenstufe für die lärmige Bauphase verschärft (im vorliegenden Fall **Massnahmenstufe C**). Das bedeutet beispielsweise, dass Maschinen und Geräte dem neusten Stand der Technik entsprechen müssen. Diesem neusten Stand der Technik entsprechen Maschinen und Geräte, wenn sie mit dem «Blauen Engel» ausgezeichnet wurden (Umweltzeichen 53 für lärmarme Baumaschinen, RAL-ZU 53). Weitere und detaillierte Angaben dazu sind ebenfalls im Massnahmenkatalog der Baulärm-Richtlinie verzeichnet.

Zeitweise werden lärmintensive Bauarbeiten nötig sein. Als lärmintensiv werden erfahrungsgemäss folgende Arbeiten bezeichnet:

- **Abbruch Tramtrogl:** Über max. 2 Wochen wird tagsüber zu Beginn des Trammersatzes (d.h. ca. Ende des 1. Baujahres) der Tramtrogl abgebrochen. Die Schienen werden mit einem Reisszahn entfernt, dabei kann es zu unangenehmen Geräuschen kommen. Das Abspitzen des Betons des Tramtrogl ist ebenfalls lärmintensiv. Die Betonelemente werden dann grossstückig in Schollen abtransportiert.
- **Fräsen des Belags der Seftigenstrasse:** zu Beginn jeder Bauphase wird über ca. 1-2 Wochen der Belag der Seftigenstrasse angefräst und abgebrochen. Das Fräsgut wird kleinteilig in Chips mit Förderband in LKW gefördert und abtransportiert.
- **Abspitzen lokaler Betonelemente:** Diese Arbeiten werden unregelmässig, aber nur tagsüber, vorkommen.

Für die lärmintensiven Arbeiten sind ca. 10 Wochen vorgesehen. Da die angrenzenden Gebiete in der Empfindlichkeitsstufe II und III liegen, die lärmintensiven Arbeiten aber weniger als ein Jahr dauern, fallen diese Bauarbeiten gemäss Baulärm-Richtlinie in die **Massnahmenstufe B**. Werden Arbeiten in Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch durchgeführt, wird die Massnahmenstufe für die lärmige Bauphase – analog zu den lärmigen Bauarbeiten – verschärft (im vorliegenden Fall **Massnahmenstufe C**). Eine Übersicht über die verschiedenen Massnahmenstufen, welche zur Anwendung kommen, zeigt die Tabelle 4.

³ Lärmige Bauphase: Zeitspanne, während der Räume mit lärmempfindlicher Nutzung den Bauarbeiten ausgesetzt sind.

⁴ Lärmintensive Bauarbeiten: alle lärmintensiven Tätigkeiten, innerhalb der Baustelle, die zur Errichtung, Änderung oder Unterhalt eines Bauwerkes durchgeführt werden (z.B. Rammen, Sprengen etc.).

Während der Phase, währenddessen der Trambetrieb eingestellt ist, wird der Verkehr teilweise umgeleitet oder im Mischverkehr geführt. Die vorgesehene Bauumfahrung sieht zwischen der Morillonstrasse und der Dorfstrasse ein Einbahnregime auf der Seftigenstrasse Richtung Bern vor. Der Verkehr Richtung Wabern wird über die Dorfstrasse-Kirchstrasse-Bondelistrasse-Morillonmatte geführt. Auf der Morillonmatte entsteht also eine provisorische Strasse, die nach Beendigung der Bautätigkeiten wieder rückgebaut wird. Im Perimeter der Baustelle wird T30 signalisiert sein.

Der stadtauswärts geführte Verkehr auf der bisher kaum befahrenen Bondelistrasse und über die Morillonmatte über ein ganzes Jahr birgt Konfliktpotenzial mit den Anwohnern. Deshalb wurde die durch die Bauumfahrung ausgelöste Lärmveränderung durch den Strassenlärm eingehender in einem Lärmberechnungsmodell geprüft und berechnet. Da während der Bauumfahrung auf dem ganzen Perimeter T30 gefahren wird und die Seftigenstrasse nur noch im Einbahnregime befahren wird, nimmt die Lärmbelastung an den Liegenschaften, die direkt an der Seftigenstrasse liegen im Vergleich zu heute um durchschnittlich 5 dB(A) ab und maximal bis zu 9 dB(A) ab (Temporeduktion, Verkehrsreduktion, kein Tramverkehr). Auf der Bondelistrasse nimmt hingegen die Verkehrsbelastung deutlich zu. Nichtsdestotrotz erfahren nur wenige Gebäude eine Mehrbelastung durch Lärm, da sich die Lärmbelastung durch die nahe Seftigenstrasse verringert. Im Mittel verringert sich deshalb auch für die Liegenschaften an der Bondelistrasse der Lärmbeurteilungspegel um ca. 1 dB(A). An einzelnen Liegenschaften, die sehr nah an die Bondelistrasse angrenzen, ist eine Zunahme von max. 0.7 dB(A) zu erwarten (Bondelistr. 4-10, Bondelistr. 66). Die Berechnungen zeigen also, dass die Lärmbeurteilungspegel nicht wesentlich zunehmen während der Bauumfahrung (<1dB(A)), es ist also nicht mit einer wesentlichen Lärmzunahme durch den Strassenlärm für die Anwohner zu rechnen.

Aufgrund der Grösse und der Dauer der Baustelle sowie der Nähe zu Wohnbauten wird vor Baubeginn im Rahmen des UBB ein detaillierteres Baulärmkonzept erstellt. Das Konzept umfasst u.a. die Lärmschutzmassnahmen, die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, die Überwachung und Kontrolle (Maschinen- und Geräteliste), die Information und Orientierung der Lärmbetroffenen (Anlaufstelle) sowie ein Massnahmenkonzept für unvorhergesehene, störende Ereignisse.

Tageszeit	Lärmige Bauphase, ca. 21 Monate	Lärmintensive Bauarbeiten, ca. 10 Wochen
Tags (7-12 Uhr, 13-19 Uhr)	B, generelle Bauarbeiten	B, Abbrucharbeiten
Ruhezeit (12-13 Uhr)	C, generelle Bauarbeiten	C
Nachts (19-7 Uhr)	C, generelle Bauarbeiten	C
Sonn-, allg. Feiertagen	C, generelle Bauarbeiten	C

Tabelle 4: Übersicht der Massnahmenstufen Baulärm

Bautransporte

Bautransporte verursachen entlang der gesamten Transportroute Lärmbelastungen. Die Anzahl Bautransporte wird zum heutigen Zeitpunkt auf rund 4'000 LKW-Fahrten während der gesamten Bauzeit von ca. 24 Monaten geschätzt (2'200 LKW Entsorgung und 1'600 LKW Materialzufuhr, mit jeweils 50 % Leerfahrtenanteil, vgl. Aufstellung in Kapitel 5.14). D.h. pro Woche erfolgen durchschnittlich 42 LKW-Fahrten. Dies entspricht einer Zunahme des Gesamtverkehrs durch LKW-Fahrten von < 1 % auf der Seftigenstrasse während der Bauzeit. Die Bautransporte finden am Tag statt. Damit gilt die **Massnahmenstufe A** für die **Bautransporte**, das heisst, die Fahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung.

Betriebsphase

Die Betriebsphase wird getrennt nach Industrie- und Gewerbelärm resp. Verkehrslärm (Strassenlärm / Bahnlärm) in den nachfolgenden Kapiteln 5.5 «Industrie- und Gewerbelärm» resp. 5.6 «Verkehrslärm (Strassenlärm / Bahnlärm)» betrachtet.

5.4.5. Massnahmen

- BLär-01 *Bauarbeiten*
Für die lärmige Bauphase inklusive der lärmintensiven Arbeiten gilt die Massnahmenstufe B. Bei Arbeiten zu Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch kommt die Massnahmenstufe C zur Anwendung.
- BLär-02 *Bautransporte*
Für die Bautransporte gilt die Massnahmenstufe A (Fahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung).
- BLär-03 *Information Anwohnerschaft*
Die Anwohnerschaft wird frühzeitig durch die Bauleitung über den Bauvorgang informiert (Bauzeit, erwartete Lärmstörungen, Anlaufstelle).
- BLär-04 *Überwachung / Kontrolle Baulärmimmissionen*
Die korrekte Ausführung und Beachtung der Massnahmen und Auflagen während des Baus wird durch die Umweltbaubegleitung (UBB) überwacht.
- BLär-05 *Sensibilisierung Personal bzgl. lärmminderndes Verhalten*
Das Baustellenpersonal wird auf lärmminderndes Verhalten sensibilisiert, insbesondere beim Auf- und Abladen in Wohngebieten und Bauarbeiten während Ruhezeiten.

5.4.6. Beurteilung

Die Auswirkungen der Bauphase können mit den genannten Massnahmen im umweltverträglichen Rahmen gehalten werden.

5.5. Industrie- und Gewerbelärm

5.5.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Industrie- und Gewerbelärm sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986
- Maschinenlärmverordnung (MaLV) vom 22. Mai 2007
- Kantonale Lärmschutzverordnung (KLSV) des Kantons Bern vom 14. Oktober 2009
- Combino Tram XL für BERNMOBIL, Typtest Akustik Gesamtfahrzeug, Siemens AG vom 15. Dezember 2009
- Akustikkonzept, Technische Beschreibung Akustik, Siemens AG vom 03. September 2007
- Aktuell gültige Fahrpläne Tram und Busse, BERNMOBIL

5.5.2. Pflichtenheft für die UVP-Hauptuntersuchung

PH-HU-IGLär-1 Verifizierung der angenommenen Verkehrsmengen und Einwirkzeiten für den Lärm auf dem Areal der Betriebswendeschleufe und Neuberechnung.

5.5.3. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Der Umweltbereich Lärm wird grundsätzlich im Ausgangszustand und in der Betriebsphase über den gesamten Projektbereich der Seftigenstrasse betrachtet, da Lärm und die damit verbundenen Lärmemissionen nicht perimeterscharf anfallen und daher kaum lokal begrenzt betrachtet werden können.

Das Projektgebiet ist durch angrenzende Strassenachsen bereits durch Strassenlärm vorbelastet. Lärmquellen, die dem Industrie- und Gewerbelärm zuzuordnen sind, sind grundsätzlich nicht vorhanden.

5.5.4. Projektauswirkungen

Bezüglich Betriebslärm wird für den Industrie- und Gewerbelärm nur der Abschnitt der Betriebswendeschleufe *Sandrain* als relevant betrachtet.

Bauphase

Der Lärm in der Bauphase wird im vorstehenden Kapitel 5.4 «Baulärm» abgehandelt und beurteilt.

Betriebsphase

Zum Industrie- und Gewerbelärm werden sämtliche vom Betriebsareal ausgehenden lärmverursachenden Tätigkeiten gezählt, d.h. Tram- und Busfahrten auf dem Areal sowie Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage der Fahrzeuge im Stillstand. Da gemäss Abklärung mit dem BAFU (analog SEFT 1) der Neubau der Betriebswendeschleufe *Sandrain* lärmrechtlich als neue Anlage eingestuft wird, müssen dort die Planungswerte eingehalten werden (Art. 7 LSV). Die geplante Betriebswende-

schlaufe liegt in der Nähe von Wohnliegenschaften (ca. 20 m entfernt zum Wohngebäude Seftigenstrasse 188, ca. 60 m entfernt zur Seftigenstrasse 188, ca. 40 m entfernt zur Bondelistrasse 64 und 66), die alle in der ES II liegen.

Für die Beurteilung von Industrie- und Gewerbelärm gelten gemäss LSV, Anhang 6 folgende Grenzwerte:

ES	Planungswert PW in dB(A)		Immissionsgrenzwert IGW in dB(A)		Alarmwert AW in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Betriebsräume: Bei lärmempfindlichen Räumen in Betrieben, die in Gebieten der Empfindlichkeitsstufe I, II oder III liegen, gelten um 5 dB(A) höhere Planungs- und Immissionsgrenzwerte. Betriebsräume ohne Nachtbelegung werden nur im Tageszeitraum beurteilt.

Tabelle 5: Belastungsgrenzwerte Industrie und Gewerbelärm
(Tag 7:00 - 19:00 Uhr, Nacht 19:00 - 7:00 Uhr, Lr = Beurteilungspegel)

Zum Fahrplanausgleich wenden oder stehen in der Betriebswendeschlaufe *Sandrain* die Trams je nach Fahrplan / Tageszeit. Dabei können die Emissionen der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK) eine massgebliche Lärmquelle darstellen. Die anfallenden Emissionen dieser HLK-Anlagen der im Bereich der Betriebswendeschlaufe wartenden Trams sind als Industrie- und Gewerbelärm gemäss Lärmschutzverordnung (Anhang 6) zu beurteilen.

Die folgenden Emissionsangaben der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage wurden aus dem Akustikbericht des Herstellers des Tramtyps Combino der Siemens AG übernommen:

Komposition Combino XL komplett:

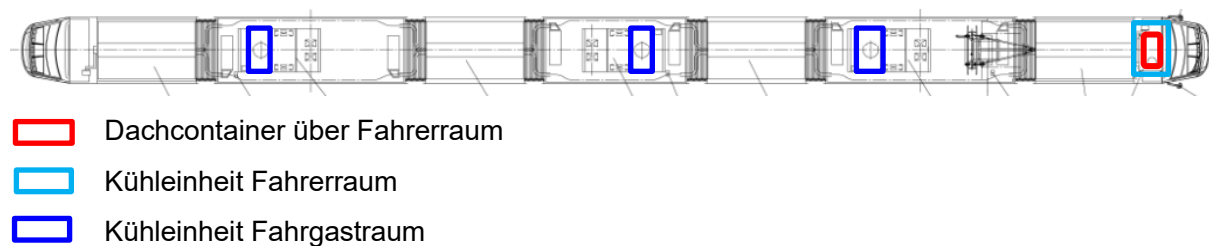


Abbildung 9: Komposition Tram Typ Combino BERNMOBIL (Quelle: Siemens AG)

Lärmquelle HLK	Schalldruckpegel in 1 m	Schalleistungspegel
Dachcontainer über Fahrraum mit forcierter Lüftung	50 dB(A)	58 dB(A)
Betrieb einer Kühleinheit Fahrraum (Teillast)	67 dB(A)	75 dB(A)
Betrieb einer Kühleinheit Fahrraum (Vollast)	71 dB(A)	79 dB(A)
Betrieb einer Kühleinheit Fahrgastraum (Teillast)	66 dB(A)	74 dB(A)
Betrieb einer Kühleinheit Fahrgastraum (Vollast)	75 dB(A)	83 dB(A)

Tabelle 6: Emissionen einzelner Komponenten bei stillstehendem Fahrzeug, gemessen in 1 m Abstand zum Fahrzeug Typ Combino (Quelle: Siemens AG)

Die Combino-Tramkompositionen verfügen über diverse Heiz-, Klima- und Lüftungsanlagen, welche auch im Standbetrieb Lärm emittieren.

Fahrzeugtypen:

- Combino, Siemens 753 bis 759 Länge: 31.50 m
- Combino VL, Siemens 751, 752 und 760 bis 765 Länge: 41.45 m
- Combino XL, Siemens 771 bis 792 Länge: 41.45 m

Die Berechnungen beschränken sich auf das längste Gesamtfahrzeug Combino XL, da davon ausgegangen werden kann, dass die anderen Fahrzeugtypen nicht lauter sind, weil sie nicht mehr HLK-Geräte aufweisen.

Die Betriebswendeschleife soll in erster Linie bei Verspätungen von Trams oder Bussen genutzt werden können, zum ausserplanmässigen Wenden der Fahrzeugkompositionen. Aus diesem Grund basieren die folgenden Annahmen für die Periodizität der Standzeiten der Fahrzeuge auf Schätzungen. Im Sinne des Schutzes der Anwohner vor Lärm wurden die Annahmen sehr konservativ getroffen (Worst-Case-Szenario).

Zur Berechnung des Industrie- und Gewerbelärms werden folgende Quellen für Lärmbelastungen berücksichtigt:

Zu- und Wegfahrten von Trams auf der Betriebswendeschleife Sandrain

Basierend auf den Angaben von BERNMOBIL zur Anzahl der Trams (Stand heute), wird davon ausgegangen, dass 20 Trams pro Tag die Betriebswendeschleife Sandrain befahren. Es wird angenommen, dass 15 Fahrten in der Tagperiode (zwischen 7:00 Uhr und 19:00 Uhr) und 5 Fahrten in der Nachtperiode (zwischen 19:00 Uhr und 07:00 Uhr) anfallen. Pro Tram wird eine Fahrzeit auf dem Areal von max. 4 min kalkuliert (2 min Hinfahrt, 2 min Wegfahrt). Es wird davon ausgegangen,

dass während der Wartezeit (Ein- und Aussteigezeit der Passagiere) der Antrieb abgestellt ist, weshalb diese Zeit nicht mitgerechnet wird. Gemäss diesen Annahmen ergibt sich eine Betriebsdauer von Tram-Fahrten auf dem Areal von 60 min in der Tagperiode und 20 min in der Nachtperiode. Es wird eine Geschwindigkeit von durchschnittlich 20 km/h und eine Schallleistung von ca. 70 dB(A) angenommen.

Zu- und Wegfahrten von Bussen auf der Betriebswendeschleife *Sandrain*

Basierend auf den Angaben von BERNMOBIL zur Anzahl Busse, wird davon ausgegangen, dass 20 Busse pro Tag die Betriebswendeschleife *Sandrain* befahren. Es wird angenommen, dass 15 Fahrten in der Tagperiode (zwischen 7:00 Uhr und 19:00 Uhr) und 5 Fahrten in der Nachtperiode (zwischen 19:00 Uhr und 07:00 Uhr) anfallen. Pro Bus wird eine Fahrzeit auf dem Areal von max. 4 min kalkuliert (2 min Hinfahrt, 2 min Wegfahrt). Es wird davon ausgegangen, dass während der Wartezeit (Ein- und Aussteigezeit der Passagiere) der Motor abgestellt ist, weshalb diese Zeit nicht mitgerechnet wird. Gemäss diesen Annahmen ergibt sich eine Betriebsdauer von Bus-Fahrten auf dem Areal von 60 min in der Tagperiode und 20 min in der Nachtperiode. Es wird eine Geschwindigkeit von durchschnittlich 20 km/h und eine Schallleistung von ca. 80 dB(A) angenommen.

Aggregate auf Trams und auf Bussen (Klimaanlagen, Heizungen, Standbetrieb)

Für die Tramkomposition Combino XL (Hersteller: Siemens AG) wurde im Sinne einer «Worst-Case-Berechnung» der Fall angenommen, dass tagsüber (zwischen 7:00 und 19:00 Uhr) zu einem Viertel der Zeit eine Tram oder Bus mit eingeschalteter Lüftung und Klimaanlage auf Volllast in der Betriebswendeschleife wartet (im Tagesdurchschnitt 180 Minuten).

Berechnung Lärmimmissionen von Schallquellen (Betriebslärm) am Tag

Projekt: **BE09996.300**

Zustand: Zustand zukünftig

Empfangspunkt: Wabern Bondelistrasse 64 und 66

Bemerkungen: Combino-Trams mit Heiz-, Klima- und Lüftungsgeräten unter Vollast

Lärmquelle (Maschine, Gerät etc.)		Schalleistung Lwa [dB(A)]	Distanz d [m]	Richtwirkung [dB(A)]	Dämpfungen [dB(A)]			Mitt.-pegel Leq [dB(A)]	Betr.-dauer ti [min/Tag]*	Korrekturfakt. [dB(A)]			Beurt.-pegel Lr [dB(A)]
Nr.	Typ				Luft-dämpf.	Bodeneff.	Hindernis			K1	K2	K3	
1	Forcierte Lüftung auf dem Dach	58	40	-8	-0.2	-0.6	0	17.1	180	5	4	0	20
2	Kühleinheit Fahrerraum	79	40	-8	-0.2	-0.6	0	38.1	180	5	4	0	41
3	Kühleinheit Fahrgastraum	83	40	-8	-0.2	-0.6	0	42.1	180	5	4	0	45
4	Kühleinheit Fahrgastraum	83	40	-8	-0.2	-0.6	0	42.1	180	5	4	0	45
5	Kühleinheit Fahrgastraum	83	40	-8	-0.2	-0.6	0	42.1	180	5	4	0	45
6	Busse (Antriebsgeräusch)	80	40	-8	-0.2	-0.6	0	39.1	60	0	2	2	32
7	Tram (Antriebsberäusch)	70	40	-8	-0.2	-0.6	0	29.1	60	0	2	2	22
8					0	0.0	0	-					-
12					0	0.0	0	-					-
13					0	0.0	0	-					-
14					0	0.0	0	-					-
Gesamtbeurteilungspegel:													51

* Tagesperiode: 07 - 19 Uhr (d.h. 12 Stunden) (Tabelle kann auch für Nachtperiode, 19 - 07 Uhr, angewendet werden)

Schalleistungspegel Lwa: Pegel, welcher der Schalleistung W [Watt] der Schallquelle entspricht ($L_{wa} = 10 \cdot \log(W / I_0)$, mit $I_0 = 10^{-12}$ Watt/m²)

Distanz d: Abstand zwischen Quelle und Empfänger (Abstand Haltestelle bis zur Frontfassade des Wohnhauses)

Richtwirkungsmass: Abstrahlung in den vollen Kugel-Raum (Quelle entfernt von reflektierendem Boden, frei in der Luft, z.B. Kamin-Mündung): - 11 dB(A)
Abstrahlung in Halbraum (Halbkugel, Quelle auf reflektierender Unterlage, z.B. Maschine in Kiesgrube): - 8 dB(A)

Dämpfungen: Luftdämpfung = 0.5 dB(A) pro 100 m
Bodeneffekt = $A/(C+h) \cdot [1 - \exp(-d/B)]$; mit A = 20, B = 300, C = 1, h = 3 m
Hindernisdämpfungen: abgeschätzt anhand Abschirmungen

Mittelungspegel Leq: Energieäquivalenter Dauerschallpegel in Distanz d

Betriebsdauer ti: Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer, im Mittel über alle Betriebstage pro Jahr

Korrekturfaktoren: Faktoren gemäss LSV (Anhang 6) für Art der Anlage (K1), Tonhaltigkeit (K2) und Impulshaltigkeit (K3) des Lärms

Beurteilungspegel Lr: mit den Grenzwerten der LSV zu vergleichender Pegel (Industrie- und Gewerbelärm)

Tabelle 7: Berechnung Industrie- und Gewerbelärm Betriebswendeschleife am Tag

Für die Nachtperiode (zwischen 19:00 und 7:00 Uhr) wurde angenommen, dass während insgesamt 60 min eine Tram oder ein Bus in der Betriebswendeschleife steht mit eingeschalteter Lüftung und Heizung oder Klimaanlage auf Normallast.

Berechnung Lärmimmissionen von Schallquellen (Betriebslärm) in der Nacht

Projekt: **BE09996.300**

Zustand: Zustand zukünftig

Empfangspunkt: Wabern Bondelistrasse 64 und 66

Bemerkungen: Combino-Trams mit Heiz-, Klima- und Lüftungsgeräten unter Teillast

Lärmquelle (Maschine, Gerät etc.)		Schalleistung Lwa	Distanz	Richtwirkung	Dämpfungen [dB(A)]			Mitt.-pegel Leq	Betr.-dauer ti	Korrekturfakt. [dB(A)]			Beurt.-pegel
Nr.	Typ	[dB(A)]	d [m]	[dB(A)]	Luft-dämpf.	Boden-eff.	Hinder-nis	[dB(A)]	[min/Tag]*	K1	K2	K3	Lr [dB(A)]
1	Forcierte Lüftung auf dem Dach	58	40	-8	-0.2	-0.6	0	17.1	60	10	4	0	20
2	Kühleinheit Fahrerraum	75	40	-8	-0.2	-0.6	0	34.1	60	10	4	0	37
3	Kühleinheit Fahrgastraum	74	40	-8	-0.2	-0.6	0	33.1	60	10	4	0	36
4	Kühleinheit Fahrgastraum	74	40	-8	-0.2	-0.6	0	33.1	60	10	4	0	36
5	Kühleinheit Fahrgastraum	74	40	-8	-0.2	-0.6	0	33.1	60	10	4	0	36
6	Busse (Antriebsgeräusch)	80	40	-8	-0.2	-0.6	0	39.1	20	0	2	2	28
7	Tram (Antriebsberäusch)	70	40	-8	-0.2	-0.6	0	29.1	20	0	2	2	18
8					0	0.0	0	-					-
9					0	0.0	0	-					-
10					0	0.0	0	-					-
11					0	0.0	0	-					-
Gesamtbeurteilungspegel:													43

* Nachtperiode: 19 - 07 Uhr (d.h. 12 Stunden) (Tabelle kann auch für Tagperiode, 07 - 19 Uhr, angewendet werden)

Schalleistungspegel Lwa: Pegel, welcher der Schalleistung W [Watt] der Schallquelle entspricht ($L_{wa} = 10 \cdot \log(W / I_0)$, mit $I_0 = 10^{-12}$ Watt/m²)

Distanz d: Abstand zwischen Quelle und Empfänger (Abstand Haltestellen bis zur Frontfassade des Wohnhauses)

Richtwirkungsmass: Abstrahlung in den vollen Kugel-Raum (Quelle entfernt von reflektierendem Boden, frei in der Luft, z.B. Kamin-Mündung): - 11 dB(A)
Abstrahlung in Halbraum (Halbkugel, Quelle auf reflektierender Unterlage, z.B. Maschine in Kiesgrube): - 8 dB(A)

Dämpfungen: Luftdämpfung = 0.5 dB(A) pro 100 m
Bodeneffekt = $A/(C+h) \cdot [1 - \exp(-d/B)]$; mit A = 20, B = 300, C = 1, h = 3 m
Hindernisdämpfungen: abgeschätzt anhand Abschrümmungen

Mittelungspegel Leq: Energieäquivalenter Dauerschallpegel in Distanz d

Betriebsdauer ti: Durchschnittliche tägliche Betriebsdauer, im Mittel über alle Betriebstage pro Jahr

Korrekturfaktoren: Faktoren gemäss LSV (Anhang 6) für Art der Anlage (K1), Tonhaltigkeit (K2) und Impulshaltigkeit (K3) des Lärms

Beurteilungspegel Lr: mit den Grenzwerten der LSV zu vergleichender Pegel (Industrie- und Gewerbelärm)

Tabelle 8: Berechnung Industrie- und Gewerbelärm Betriebswendeschleife in der Nacht

Alle Fahrzeuge (Trams und Busse) mit ihren HLK-Geräten zusammengenommen (Gesamtbeurteilung des Industrie- und Gewerbelärms, welcher von der Betriebswendeschleife *Sandrain* ausgeht) verursachen unter den obigen Angaben und Annahmen am Immissionsort bei den nächstgelegenen Liegenschaften (Bondelistrasse 64 und 66 sowie Seftigenstrasse 188) einen Gesamtbeurteilungspegel von 51 dB(A) am Tag und 43 dB(A) in der Nacht. Somit können die Planungswerte für die angrenzende ES II (Tag: 55 dB(A) / Nacht: 45 dB(A)) am Tag und in der Nacht eingehalten werden.

5.5.1. Massnahmen

Es sind keine Massnahmen notwendig.

5.5.2. Beurteilung

Für die Betriebsphase sind keine Massnahmen erforderlich. Gemäss den Berechnungen können die Planungswerte bezüglich Industrie- und Gewerbelärm bei den nächstgelegenen Liegenschaften deutlich eingehalten werden.

5.6. Verkehrslärm (Strassenlärm / Bahnlärm)

5.6.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Verkehrslärm sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986
- Kantonale Lärmschutzverordnung (KLSV) des Kantons Bern vom 14. Oktober 2009
- Bundesgerichtsentscheid «Grünau, Zürich» (BGE 14 II 483) vom 14. Oktober 2015
- E-Mail BAFU, Abt. Lärm und NIS, Sandro Ferrari, vom 11. Mai 2021: Lärmrechtliche Einordnung des Projektes Seftigenstrasse Bern und Köniz (BAFU 2011.12.27-023 UVP 12.1 vom 1. Mai 2012)
- Verkehrszahlen Strassenlärm, Prognose für 2040 gemäss Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Kanton Bern, AÖV-EK (Stand Februar 2023)
- Verkehrszahlen des aktuellen öffentlichen Verkehrs, BERNMOBIL, Stand: Juli 2024
- Aktuell gültige Fahrpläne Busse, BERNMOBIL
- Strassenlärm-Sanierungsprojekte (SLP) des Kantons Bern, Kanton Bern, TBA-OIKII
- Lärmberechnung Seftigenstrasse, Abschnitt Morillonstrasse bis Aarbühlstrasse, G+P AG, 23. Mai 2023
- Prüfschema für die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit auf Haupt- und übrigen Strassen, BAFU, 2021
- Sanierung der Seftigenstrasse (SEFT 3) - Interessenabwägung Tempo 30, G+P AG, 03.07.2025

5.6.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Im Abschnitt von der Morillonstrasse bis zur Sandrainstrasse mit der geplanten Betriebswendschleife *Sandrain* wird das Tram heute in einem kurzen Abschnitt im Mischverkehr auf der Strasse und grösstenteils auf einem separaten Trasse geführt.

Von der Morillonstrasse bis zur Wabernstrasse (Haltestelle *Schöneegg*) sind die Bebauungen zur Seftigenstrasse erschlossen. Von *Schöneegg* bis *Sandrain* sind die Parzellen fast ausschliesslich über separate Zufahrtsstrassen erschlossen. Die Gebäude zwischen *Sandrain* und Sprengerweg sind wieder zur Strasse hin erschlossen.

Die heute signalisierte Geschwindigkeit beträgt sowohl für den motorisierten Individualverkehr als auch das Tram 50 km/h.

Im Ist-Zustand (entspricht dem Ausgangszustand) werden die Immissionsgrenzwerte (IGW) bei 38 Objekten überschritten (34 Gebäude und 4 unbebaute Parzellen).

5.6.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Der Baulärm wird im Kapitel 5.4 «Baulärm» abgehandelt.

Betriebsphase

Im Projekt SEFT 3 wird die Aufteilung des Strassenraums angepasst, um mehr Platz und dadurch mehr Sicherheit für den Fuss- und Veloverkehr zu schaffen. Für die Velos und Fussgänger:innen werden separate Wege bestehen. Die Verkehrsführung des Trams im Mischverkehr erfolgt nicht durchgehend beidseitig und abschnittsweise sind die Fusswege nicht direkt entlang der Strasse geführt (vgl. Gestaltungsplan).

a) Belastungsgrenzwerte

Gemäss Art. 8 LSV müssen die IGW bei einer wesentlichen Änderung an Fenstern von lärmempfindlichen Räumen mindestens eingehalten werden. Da im heutigen Zustand (2019) die IGW bereits überschritten sind, darf die Lärmbelastung nicht zunehmen. Auch wenn die Lärmbelastung nicht zunimmt, die IGW aber im heutigen Zustand schon überschritten sind, müssen demnach Massnahmen zur Einhaltung der IGW geprüft werden. Generell gilt ausserdem gemäss Art. 18 Abs. 1 USG bei einer wesentlichen Änderung der Grundsatz «wer baut, saniert».

Für die Beurteilung von Strassenlärm gelten gemäss Anhang 3 LSV folgende Grenzwerte:

ES	Planungswert PW in dB(A)		Immissionsgrenzwert IGW in dB(A)		Alarmwert AW in dB(A)	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

Betriebsräume: Bei lärmempfindlichen Räumen in Betrieben, die in Gebieten der Empfindlichkeitsstufe I, II oder III liegen, gelten um 5 dB(A) höhere Planungs- und Immissionsgrenzwerte. Betriebsräume ohne Nachtbelegung werden nur im Tageszeitraum beurteilt.

Tabelle 9: Belastungsgrenzwerte Strassenlärm (Tag 6:00 - 22:00 Uhr, Nacht 22:00 - 6:00 Uhr, Lr=Beurteilungspegel)

Lärmrechtlich beurteilt werden:

- Der Referenzzustand 2030 ohne Projekt.
- Der Betriebszustand 2030 mit Projekt.

Als Grundlage für die Lärmberechnung dienen die Verkehrsdaten des Gesamtverkehrsmodells (GVM) des Kantons Bern und die aktuellen Verkehrszählungen der Stadt Bern (vgl. Kapitel 4.5 «Verkehrsgrundlagen»). Sowohl für den Referenzzustand als auch den Betriebszustand wurden dieselben Verkehrszahlen angenommen; Unterschiede gibt es einzig in der Lage der Strassenachse, der Geschwindigkeiten und dem Belag (s. weiter unten).

b) Lärmrechtliche Einordnung

Wird eine Anlage wesentlich geändert, so müssen die Lärmemissionen der gesamten Anlage mindestens so weit begrenzt werden, dass die Immissionsgrenzwerte nicht überschritten werden. Als

wesentliche Änderungen ortsfester Anlagen gelten Umbauten, Erweiterungen und vom Inhaber der Anlage verursachte Änderungen des Betriebs, wenn zu erwarten ist, dass die Anlage selbst oder deren Mehrbeanspruchung wahrnehmbar stärkere Lärmimmissionen erzeugen.

Gemäss Rücksprache mit dem BAFU (Mail Sandro Ferrari, Abteilung Lärm und NIS, BAFU vom 11.05.2021) wurden die Projekte SEFT 1 «Tram Kleinwabern» und SEFT 2 «Sanierung Zentrum Wabern» lärmrechtlich folgendermassen eingeordnet:

1. Tramtrassee auf der Seftigenstrasse: Das Tram verkehrt auf der Strasse, die Lärmbeurteilung erfolgt dem zu Folge gemäss Anhang 3 LSV. Die lärmrechtliche Beurteilung hat sich aber gegenüber 2012 verändert. Als Anlage wird die Strasse betrachtet. Das Projekt gilt also als Änderung einer bestehenden Anlage und es kommt neu gegenüber 2012 Art. 8 LSV zur Anwendung. Die Lärmermittlung und -beurteilung ist für die gesamten Immissionen (Tram- und Strassenlärm) durchzuführen.
2. Art der Änderung der Seftigenstrasse: Wir und das BAFU beurteilen das Projekt baulich, also unabhängig von der projektbedingten Lärmveränderung, als wesentliche Änderung der bestehenden Anlage, da eine neue Infrastruktur (Tramgleise) ins Strassentrassee mit grossen baulichen Eingriffen und Verbreiterung des ganzen Strassenquerschnittes eingebaut wird. Wenn IGW-Überschreitungen vorliegen, sind Massnahmen zur Einhaltung der IGW zu prüfen. Wenn keine Massnahmen möglich sind, oder wenn auch mit verhältnismässigen Massnahmen noch IGW-Überschreitungen verbleiben, sind dann Schallschutzfenster dort, wo IGW-Überschreitungen vorliegen, einzubauen.
3. Wendeschlaufe: Ist als neue Anlage zu betrachten, demzufolge müssen die PW eingehalten sein.
 - Zufahrt- und Ausfahrtsstrassen: Fahrlärm ist gemäss Anh. 3 LSV zu beurteilen, da das neue Trasse auch von den Bussen befahren wird. Diese Strassen sind aber im Vergleich zum Verkehr auf der Seftigenstrasse vernachlässigbar.
 - Bushaltezone und Tramhaltezone: Die Lärmbeurteilung ist gemäss Anh. 6 LSV (Industrie und Gewerbelärm) und gemeinsam für beide Haltezonen zu beurteilen. Ermittlung Buslärm: als Parkplatzlärm. Ermittlung des Lärms von stehenden Trams: Lärm von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage.
4. Sanierung der Seftigenstrasse: Wenn ein Strassenlärmсанierungsprojekt für die Seftigenstrasse schon verfügt aber noch nicht umgesetzt worden ist, dann sind allfällige in jenem Rahmen verfügte Massnahmen zu berücksichtigen.
5. Weitere betroffene Strassen: Falls das Projekt Wirkung auf den Strassenverkehr von anderen Strassen hat, sind die entsprechend verursachten Lärmveränderungen gemäss Art. 9 LSV zu beurteilen.

Das Projekt SEFT 3 wird im Sinne einer vom Kanton gewünschten Gleichbehandlung der Anwohner des Projekts wie SEFT 1 und SEFT 2 lärmrechtlich auch als wesentliche Änderung einer bestehenden Anlage eingestuft. Somit sind auch hier die IGW einzuhalten (gemäss Art. 8 LSV). Die Betriebswendeschlaufe Sandrain hingegen wird - analog der Endwendeschlaufe Kleinwabern in SEFT 1 - als neue Anlage eingestuft. Somit sind dort die Planungswerte (PW) einzuhalten.

Um die Frage zu beantworten, in welchen Strassenabschnitten das Projekt eine Überschreitung der Grenzwerte und somit eine zusätzliche Lärmsanierung nach sich ziehen könnte, sind Lärmrechnungen erforderlich.

Für die trotz Massnahmen verbleibenden Grenzwertüberschreitungen sind in der nächsten Projektphase Erleichterungsanträge auszuarbeiten.

c) Ermittlungsmethodik

Die Lärmimmissionen der einzelnen Liegenschaften und unbebauten Parzellen werden als Beurteilungspegel (Lr) anhand von Berechnungen mit einem dreidimensionalen Berechnungs-Modell ermittelt (vgl. Art. 38 LSV). Bei Gebäuden werden die Lärmbelastungen für die jeweiligen lärmempfindlichen Räume berechnet. Bei unbebauten, aber eingezonten Parzellen werden die Lärmimmissionen dort berechnet, wo nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit lärmempfindlichen Räumen erstellt werden dürfen (vgl. Art. 39 LSV), d.h. in der Regel auf der Baulinie.

Die Lärmermittlung erfolgt für den Beurteilungszustand 2030 ohne und mit Projekt. Der Untersuchungsperimeter umfasst alle Gebäude und unbebauten Parzellen in der ersten Baureihe entlang der Strasse. Da in der zweiten Baureihe keine IGW-Überschreitungen mehr zu erwarten sind, wird diese nicht berücksichtigt. Die detaillierten Angaben zu den Verkehrszahlen sind dem Kapitel 4.5.1 und dem Anhang 5.6-1 zu entnehmen.

Die Lärmbelastungen wurden mittels der Software SLIP20 G+P AG mit dem EMPA-Berechnungsmodell sonROAD18 unter Berücksichtigung von Reflexionen ermittelt.

SonROAD18 verwendet die in der Schweiz gebräuchlichen SWISS10-Fahrzeugkategorien. Da bei den bisherigen Zählungen keine Differenzierung zwischen den SWISS10-Fahrzeugkategorien vorgenommen wurde, wurde die Verkehrsverteilung in die SWISS10-Kategorien mittels des vom BAFU zur Verfügung gestellten Konverters vorgenommen. Dieser berücksichtigt bei der Verkehrsverteilung die stündlichen Teilverkehrsmengen (N1 und N2 tags und nachts, unter Berücksichtigung des vorliegenden Strassentyps (Hauptverkehrsstrasse HVS, 50-60 km/h).

SonROAD18 ist in Terzbandspektren formuliert und berücksichtigt die Fahrgeschwindigkeit (20–130km/h), die akustische Belagsgüte, die Steigung der Strasse in Abhängigkeit der Fahrtrichtung, die Bodenbeschaffenheit des Geländes und die Lufttemperatur. Darüber hinaus berücksichtigt SonROAD18 eine präzisierte, vertikale Abstrahlcharakteristik. Vorhandene Lärmschutzwände, Stützmauern und andere akustisch relevante Hindernisse wurden in den Berechnungen mitberücksichtigt. Die Lärmquellen Strasse und Tram wurden im Modell dargestellt und deren Emissionen für die Berechnung der Immissionspegel energetisch addiert (falls kein separates Tramtrasse vorhanden, s.o.).

Emissionswerte Strasse:

Im Anhang 5.6-1 im Detail und in nachfolgender Tabelle 10 zusammengefasst sind die Emissionswerte der Seftigenstrasse für den Beurteilungszustand 2030 mit und ohne Massnahmen ausgewiesen. Die möglichen Massnahmen werden nachfolgend erläutert. Die Emissionen des Strassenverkehrs werden nach dem Modell sonROAD18 aus den Verkehrszahlen, den Geschwindigkeiten und den Belagswerten KB, inkl. Berücksichtigung der K1-Korrektur, berechnet.

		Prognosezustand 2030 (MIV)								
	Abschnitt	DTV (Fz/24h)	Nt (Fz/h)	Nn (Fz/h)	Nt2 (%)	Nn2 (%)	v (km/h)	KB (dB(A))	Le T (dB(A))	Le N (dB(A))
ohne Projekt	1	9'087	519.7	96.4	3.5	5.0	50	0	76.1	68.7
mit Projekt							30	-3	70.2	63.0
ohne Projekt	2	8'509	486.7	90.3	3.5	5	50	0	75.8	68.2
mit Projekt							30	-3	69.9	62.4
ohne Projekt	3	3'165	179.6	36.4	3.5	4.6	50	0	71.5	60.2
mit Projekt							50	0	71.5	60.2
ohne Projekt	4	11'677	662.6	134.4	3.5	4.6	50	0	77.2	70.3
mit Projekt							30	-3	71.3	64.5
ohne Projekt	5	11'176	634.2	128.6	3.5	4.6	50	0	77.0	70.1
mit Projekt							30	-3	71.1	64.3
ohne Projekt	6	10'173	577.4	116.7	2.8	4.2	50	0	76.5	69.7
mit Projekt							30	-3	70.5	63.8
ohne Projekt	7	12'798	726.5	146.8	2.8	4.2	50	0	77.5	70.6
mit Projekt							30	-3	71.5	64.8

Tabelle 10 Verkehrszahlen für den Prognosezustand 2030 ohne und mit Projekt, wobei die quellenseitigen Massnahmen, die umgesetzt werden, schon berücksichtigt wurden. Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV), der stündliche Verkehr am Tag (Nt) und in der Nacht (Nn), und der lärmige Anteil am Tag (Nt2) und in der Nacht (Nn2) sind für beide Zustände identisch. Unterschiede sind beim Belagskennwert des Belags (KB) und teilweise bei der Geschwindigkeit (v) vorhanden.
(Tag 6:00 - 22:00 Uhr, Nacht 22:00 - 06:00 Uhr, Lr = Beurteilungspegel)

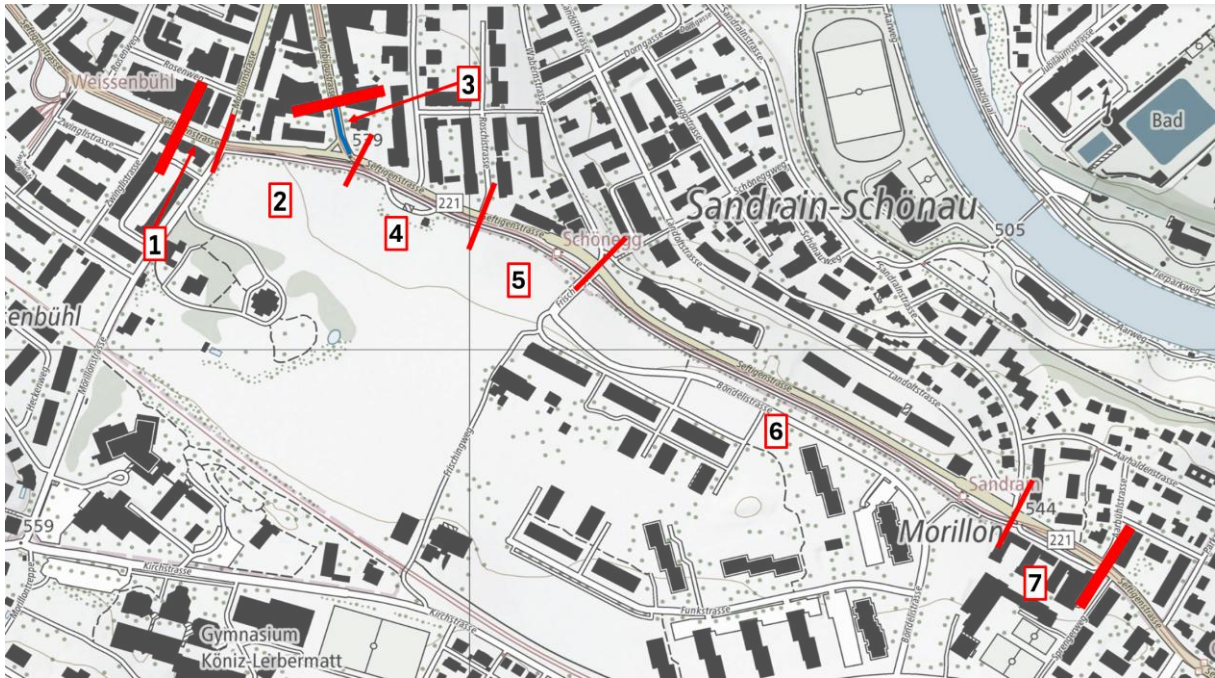


Abbildung 10: Einteilung des Perimeters in die Abschnitte 1 bis 7. Die dicken roten Linien markieren die Grenzen des Perimeters SEFT 3. Die dünnen roten Linien unterteilen den Perimeter in die Abschnitte 1 bis 7. In den Abschnitten 1-2 und 4-7 wird Tempo 30 eingeführt. Die blaue Linie markiert den Abschnitt, auf dem weiterhin Tempo 50 gilt.

Weitere emissions- oder immissionsseitige Korrekturen wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt. Die Herleitung der für die Berechnung verwendeten Emissionspegel ist in der Tabelle im Anhang 5.6-1 dargestellt

Emissionswerte Tram:

Geschwindigkeit	Le, 1m (Be 4/6 Combino)
20 km/h	52.0 dB(A)
25 km/h	53.5 dB(A)
30 km/h	55.0 dB(A)
35 km/h	56.5 dB(A)
40 km/h	58.0 dB(A)
45 km/h	59.5 dB(A)

Tabelle 11: Emissionswerte Tram (Quelle: BERNMOBIL) für Tramvorbeifahrten bei entsprechender Geschwindigkeit

Die in der Tabelle 11 aufgeführten Tramemissionswerte stammen aus dem Bericht «Endwendschleife Bahnhof Bern, Fahrplanmässiger Betrieb Linie 3, Plangenehmigungsverfahren» von BERNMOBIL und B+S AG, 28. August 2009.

Gemäss Abklärungen bei Trefzer Rosa und Partner GmbH wurden im Jahr 2011 verschiedene Lärmmessungen von Combino-Fahrzeugen in Strassenschlucht-Situationen durchgeführt.

Der Emissionswert $L_{e,1m}$ bei 45 km/h entspricht den Angaben aus dem Bericht «Endwendschlaufe Bahnhof Bern». Zusätzlich wurden dort auch Messungen bei 35 km/h und 25 km/h durchgeführt. Umgerechnet auf 30 km/h ergibt sich eine Reduktion des Quellwertes um rund 5.0 dB(A) gegenüber 45 km/h. Diese Reduktion korrespondiert gut mit Werten die bei Fahrzeugen neuerer Bauart ermittelt wurden.

Deshalb werden als Lärmemissionen der Trams folgende Werte angenommen:

- $L_{e,1m}$ bei 45 km/h = 59.5 dB(A)
- $L_{e,1m}$ bei 30 km/h = 55.0 dB(A)

Diese Werte werden in nachfolgender Formel als L_G eingesetzt.

Die Tramgeschwindigkeiten wurden mit Tempo 45 km/h angenommen. Dies entspricht den Betriebsgeschwindigkeiten auf den Abschnitten von Kleinwabern bis zum Grünaukreisel sowie im Perimeter SEFT 3, welche von BERNMOBIL berechnet wurden, vgl. «Längenprofile Gleisachsen Tram Kleinwabern mit Betriebsgeschwindigkeiten».

Formel für die Tram-Emissionen L_r :

$$L_r = L_G + L_M + L_B + K_P$$

- L_G = Grundwert Schalldruckpegel
- L_M = Mengenzuschlag $10 \cdot \log(\text{Anzahl Fz/h})$
- L_B = Korrekturfaktor für Zuschläge oder Reduktionen, wenn Tram auf speziellem Belag oder Rasen fährt:
 - $L_B = 0$ bei normalem Asphaltbelag
 - $L_B = -1$ bei lärmarmem Belag
- K_P = Pegelkorrektur für Tramlärm:
 - $K_P = K_2$, wenn der Tramlärm als Strassenlärm gemäss Anhang 3 LSV beurteilt wird (Tramtrasse durch andere Strassenverkehrsmittel befahrbar)
 $K_2 = -5$ (Annahme: kein häufig auftretendes Kreischen)
 - $K_P = K_1$, wenn der Tramlärm als Eisenbahnlärm gemäss Anhang 4 LSV beurteilt wird (Tramtrasse durch andere Strassenverkehrsmittel nicht befahrbar)
 $K_1 = -15$ für $N < 7.9$
 $K_1 = 10 \cdot \log(N/250)$ für $7.9 < N < 79$
 $K_1 = -5$ für $N > 79$
 N = Anzahl Fahrten in der Nachtperiode

Laut Fahrplan von BERNMOBIL fahren tags 17 Trams/h der Tramlinie 9 auf der Strecke. Nachts sind es laut dem Fahrplan von BERNMOBIL 4 Trams/h.

Beurteilungsgrundlagen

Die Immissionen von Eisenbahnen, die auf einem durch andere Verkehrsmittel nicht überfahrbaren Eigentrassee verkehren, werden gemäss Anhang 4 LSV als Bahnlärm gerechnet. Dies ist beim Projekt SEFT 3 im heutigen Zustand (2019) und somit auch im Referenzzustand Sanierungshorizont (2030) ohne Projekt auf den Abschnitten 4 bis 6 der Fall. In den Abschnitten 3 und 7 werden

die Lärmemissionen des Trams im Strassenlärm berücksichtigt, da dieses dort auf der Strasse verkehrt. Im Abschnitt 6 verkehrt das Tram nur stadteinwärts auf der Strasse und stadtauswärts auf einem baulich abgetrennten Eigentrassee. Im Sinne des Worstcase wurden jedoch auch im Abschnitt 6 beide Tramrichtungen zum Strassenlärm gezählt und nach Anhang 3 beurteilt. Dienstfahrten auf den Abschnitten 1 und 2 sind vernachlässigbar. Im Sanierungshorizont (2030) mit Projekt ist der gesamte Projektperimeter nach LSV Anhang 3 zu beurteilen, da das Tram auf der ganzen Länge (bzw. in den Abschnitten 3 bis 7) ohne Eigentrassee verkehrt. Auch hier sind Dienstfahrten auf den Abschnitten 1 und 2 vernachlässigbar.

In den Abschnitten 4 bis 6, wo gemäss LSV der Bahnlärm des Trams im Zustand ohne Projekt separat beurteilt werden muss, ist aufgrund des Bahnlärms allein nicht mit IGW-Überschreitungen zu rechnen.

Vorsorgeprinzip

Neben der Einhaltung der Grenzwerte gemäss LSV verlangt das Umweltschutzgesetz (USG) auch Massnahmen im Sinne der Vorsorge. Gemäss Art. 11 Abs. 2 USG sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Um dem Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen, werden die engen Kurven der Tramlinie mit Schmieranlagen versehen.

Berechnung der Lärmbelastungen:

Der Abschnitt der Seftigenstrasse von der Zwinglistrasse bis zur Aarbühlstrasse wurde durch die G+P AG im Lärmberechnungsmodell SLIP berechnet.

Im Lärmmodell wurde jeweils mindestens am exponiertesten Fenster des Gebäudes ein Immissionspunkt gesetzt. Bei Gebäuden mit zwei geltenden Empfindlichkeitsstufen wurden jeweils mindestens 2 Immissionspunkte gesetzt. Bei Gebäuden mit IGW-Überschreitung, bei denen Lärmschutzwände geprüft wurden, wurde die Dichte an Immissionspunkten erhöht. Der Referenzzustand (d.h. 2030 ohne Projekt) und der Projektzustand 2030 werden verglichen, für die Identifikation und Darstellung, bei welchen Liegenschaften infolge des Projekts mit Überschreitungen zu rechnen ist.

Gemäss der lärmrechtlichen Einstufung des Projekts als wesentliche Änderung durch das BAFU sind Lärmschutzmassnahmen für alle Liegenschaften vorzusehen, bei denen die IGW nicht eingehalten werden können. Können hierbei Massnahmen an der Quelle oder auf dem Ausbreitungsweg den Lärm nicht so weit mindern, dass die IGW eingehalten werden können, so sind Erleichterungen zu beantragen und Schallschutzmassnahmen am Gebäude vorzusehen (i.d.R. Einbau von Schallschutzfenstern).

Strassenlärmсанierungsprojekt (SLP) Seftigenstrasse und bestehende Lärmschutzhindernisse:

Im Abschnitt Morillon- bis Aarbühlstrasse wurde vor mehreren Jahren bereits ein Strassenlärmсанierungsprojekt basierend auf dem Ausbreitungsmodell StL86+ erstellt, bisher jedoch nicht aufgelegt. Im Rahmen dieser ordentlichen Lärmсанierung wurde ebenfalls die Umsetzung von Massnahmen empfohlen, insbesondere der Einbau eines SDA 4-Belags.

d) Sanierungspflicht

Seftigenstrasse:

Soweit dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist, muss der Strassen-eigentümer seine Anlage so sanieren (bzw. im vorliegenden Fall sein Projekt so umsetzen), dass die Immissionsgrenzwerte (IGW) nicht überschritten werden. Falls die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen resp. Kosten verursacht oder überwiegende Interessen des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes bzw. der Verkehrs- und Betriebssicherheit entgegenstehen, kann die zuständige Vollzugsbehörde Erleichterungen gewähren. Im vorliegenden Fall sind ohne weitergehende Massnahmen mehrere Gebäude von IGW-Überschreitungen betroffen. Ein Eindruck, wie gross die Lärmproblematik ohne die Umsetzung von quellenseitigen Massnahmen (s. weiter unten) ist, vermittelt der Plan «Lärmbeurteilung 2030 ohne Projekt», wo im Projektperimeter > 30 Gebäude die IGW überschreiten.

e) Massnahmen an der Quelle

Massnahmen an der Quelle dienen der Reduktion der Emissionswerte. Darunter fallen die Senkung der signalisierten Geschwindigkeit sowie verkehrslenkende und verkehrsreduzierende Massnahmen (Umfahrungen, Einbahnstrassen, Nachtfahrverbote oder Lastwagenverbote) und der Einbau lärmarmer Beläge (semidichter Asphalt SDA 4).

Einbau lärmarmer Belag:

Auf der Seftigenstrasse wird ein lärmreduzierender Belag eingebaut (semidichter Asphalt SDA 4). Die Lebenserwartung des Belags beträgt voraussichtlich ca. 15 Jahre. Die Liegenschaften an der Seftigenstrasse werden damit langfristig um erfahrungsgemäss ca. 2 dB(A) entlastet werden (durchschnittliche Berechnung über die ganze Lebensdauer des Belags). Da weiterhin mehrere Gebäude mit IGW-Überschreitungen vorhanden sind, wurden noch weitere Massnahmen an der Quelle geprüft.

Verkehrslenkung und -beschränkung:

Verkehrslenkende oder -beschränkende Massnahmen (z.B. Fahrverbote, Einbahn-Regimes, etc.) sind zwar grundsätzlich tauglich, um den Lärm an einer bestimmten Stelle zu reduzieren, führen aber in der Regel andernorts zu Verschlechterungen der Verkehrs- und Lärmsituation. Die bestehenden verkehrsreichen Abschnitte der Seftigenstrasse dienen der Kanalisierung des Verkehrs auf dem Strassennetz. Es bestehen keine Möglichkeiten für verkehrslenkende oder-beschränkende Massnahmen, ohne dass in den angrenzenden Abschnitten sich die Situation verschlechtern würde.

Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit:

Das Strassenverkehrsgesetz (SVG) und die Signalisationsverordnung (SSV) regeln die zulässigen Geschwindigkeiten auf allen Strassen und definieren Gründe für eine mögliche Herabsetzung. Eine Herabsetzung darf jedoch nur angeordnet werden, wenn sie notwendig, zweck- und verhältnismässig ist und das in einem separaten Gutachten begründet wird.

Zur Beurteilung der Zweckmässigkeit von Tempo 30 wurde von der G+P AG eine separate Interessensabwägung basierend auf allen relevanten Kriterien erarbeitet (SEFT 3, Interessensabwägung Tempo 30 / G+P AG / 03.07.2025). Daraus resultiert folgender Vorschlag, welcher für die Berechnungen berücksichtigt wird:

- *Zwinglistrasse* (westliches Ende Perimeter SEFT 3) bis *Aarbühlstrasse* (östliches Ende Perimeter SEFT 3), also auf gesamten Perimeter auf der Seftigenstrasse: Tempo 30
- Auf der *Monbijoustrasse* bleibt die signalisierte Geschwindigkeit von 50 km/h unverändert

Im Abschnitt 6, zwischen Knoten Schönegg und Sandrain, verkehrt das Tram stadtauswärts auf einem Eigentrassee. Für das Tram Richtung Wabern verbleibt deshalb auf diesem Abschnitt die bestehende Geschwindigkeit, bzw. es könnte keine Temporeduktion auf 30 km/h erfolgen.

Für die folgenden Berechnungen wird davon ausgegangen, dass auf dem gesamten Abschnitt der Seftigenstrasse (nicht jedoch auf der Monbijoustrasse) lärmreduzierende Beläge eingebaut werden und das Tempo von 50 auf 30 km/h reduziert wird.

f) Resultate der Lärmberechnungen mit quellenseitigen Massnahmen (akustische Wirksamkeit)

Das Tiefbauamt des Kantons Bern hat bereits entschieden, die oben genannten Massnahmen an der Quelle (lärmarmen Belag und T30 auf der Seftigenstrasse im gesamten Perimeter) umzusetzen. Die Umsetzung der Massnahmen wird in den nachfolgenden Berechnungen der Lärmimmissionen entsprechend integriert.

Die nachfolgend beschriebenen Resultate der Immissionsberechnungen sind für alle lärmempfindlichen Gebäude und unbebauten Parzellen im Untersuchungsperimeter in der Tabelle im Anhang 5.6-2 und auf den Planbeilagen im Anhang 5.6-3 dargestellt. Mit Berücksichtigung der quellenseitigen Massnahmen sind für 2 Gebäude (Domicil Schönegg an der Seftigenstrasse 111 und das MFH an der Aarhaldenstrasse 8) die IGW überschritten. Die emissionsseitigen Massnahmen zeigen also eine hohe Wirkung.

g) Massnahmen im Ausbreitungsbereich

Bei der Dimensionierung und Beurteilung von Lärmschutzwänden (LSW) und -dämmen sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen:

- minimale akustische Wirkung von 5 dB(A), Schutzziel-Erreichung (Einhaltung IGW), Akzeptanz
- Kostenwirksamkeit nach SRU-301 / UV-0609 (WTI)
- Verkehrssicherheit (Sichtzonen)
- technische Machbarkeit
- Erschliessung (Zufahrt)
- Beurteilung der Auswirkungen auf das Ortsbild
- Beurteilung des Landschaftseingriffes

- Auswirkungen auf die Wohnqualität der Anwohner (Sichtverhältnisse, Schattenwurf, Ästhetik, Haus- und Gartenzugänglichkeit)

Dort, wo mit quellenseitigen Massnahmen weiterhin IGW-Überschreitungen bestehen, wurden zur Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen Lärmschutzwände geprüft. Die Sanierungsmöglichkeiten im Siedlungsgebiet werden aber im Wesentlichen durch die Art der Bebauung bestimmt. Entlang der Seftigenstrasse existieren Abschnitte mit geschlossenen Bebauungen, welche dadurch charakterisiert sind, dass die Erschliessung der Grundstücke von der Seftigenstrasse her erfolgt. Die Platzverhältnisse lassen daher oftmals keinen Bau von Lärmschutzwänden zu oder Lärmschutzwände lassen sich wegen der Zufahrt zum Grundstück nicht realisieren. Zudem ist der Bau einer Lärmschutzwand oft für Einzelliegenschaften wirtschaftlich nicht tragbar und daher unverhältnismässig im Sinne des USG.

Der Leitfaden des BAFU / ASTRA (Vollzugshilfe für die Sanierung, Bundesamt für Umwelt BAFU und Bundesamt für Strassen ASTRA, Stand 2006) verlangt, dass die Wirtschaftlichkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen geprüft werden (WTI-Berechnung).

Für die 2 oben erwähnten Liegenschaften (Seftigenstrasse 111 sowie Aarhaldenstrasse 8) mit IGW-Überschreitungen bei Berücksichtigung der quellenseitigen Massnahmen wurden im Rahmen dieses UVB Lärmschutzwände geprüft. Für die Liegenschaft an der Aarhaldenstrasse 8 erreicht die geprüfte Lärmschutzwand die Mindestwirkung von 5 dB(A) nicht, weshalb sie als nicht verhältnismässig zu beurteilen ist. Für den Westtrakt des Domicil Schöneegg ist die Erstellung einer Lärmschutzwand nicht wirtschaftlich gemäss WTI. Zudem ist die Lärmschutzwand auch aus Sicht der Denkmalpflege problematisch. Vor dem Mitteltrakt besteht eine historische Mauer, die aus denkmalpflegerischen Gründen nicht erhöht werden darf, weshalb auch hier eine Lärmschutzwand aus Sicht der Denkmalpflege problematisch ist. Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen (nach BAFU-Vorgabe) und Beurteilungen sind im Anhang 5.6-4 zu finden.

h) Schallschutzmassnahmen an Gebäuden

Unter Einbezug der quellenseitigen Massnahmen verbleiben noch 2 Gebäude über dem Immissionsgrenzwert. Grundsätzlich erfolgte im Rahmen dieser Untersuchung eine gebäudescharfe Beurteilung. Im Folgenden wird aber bei den überschrittenen Gebäuden präzisiert, wie gross die Lärmproblematik in etwa ist. Untenstehend ist jeweils die entsprechende Punktnummer (s. Immissionstabellen in Anhang 5.6-2 und Pläne in Anhang 5.6-3) und die Adresse der betroffenen Liegenschaften aufgeführt.

- Nr. 23 / 23.1 / 23.6 Seftigenstrasse 111 (Mittel- / Westtrakt), Bern: mehrere Fenster im 2. OG
- Nr. 46.1 Aarhaldenstrasse 8, Bern: ein mehrflügeliges Fenster im 2. OG

Da weitergehende Massnahmen nicht verhältnismässig sind, werden diese Gebäude erleichtert. Zudem müssen bei den betroffenen Räumen dieser Liegenschaften gemäss Art. 10 Abs. 1 LSV Schallschutzmassnahmen am Gebäude umgesetzt werden (in der Regel Einbau von Schallschutzfenstern). Insgesamt wurden 2 Erleichterungsanträge erarbeitet.

i) Erleichterungsanträge

Die Vollzugsbehörde, die für die Projektgenehmigung zuständig ist, gewährt nach Art. 14 LSV Erleichterungen, wenn die Sanierung unverhältnismässige Betriebseinschränkungen oder Kosten verursachen oder überwiegender Interessen namentlich des Ortsbild-, Natur- und Landschaftsschutzes, der Verkehrs- und Betriebssicherheit sowie der Gesamtverteidigung der Sanierung entgegenstehen.

Grundlage zur Erleichterung bilden die Erleichterungsanträge (Anhang 5.6-5). In den Anträgen sind die einzelnen Objekte aufgeführt sowie die Erleichterungen orts- und gebäudespezifisch begründet und dokumentiert.

Im vorliegenden Projekt SEFT 3 wird für die folgenden Liegenschaften (2 Gebäude) ein Erleichterungsantrag gestellt (vgl. Anhang 5.6-5):

- Nr. 23 / 23. 1 / 23.6 Seftigenstrasse 111, Bern
- Nr. 46.1 Aarhaldenstrasse 8, Bern

5.6.4. Massnahmen

VLär-01 Einbau lärmreduzierender Beläge

Als Massnahme an der Quelle wird auf der Seftigenstrasse ein lärmreduzierender Belag SDA 4 eingebaut.

VLär-02 Umsetzung Tempo 30 auf mehreren Abschnitten innerhalb des Perimeters SEFT3

Als weitere Massnahme wird auf der Seftigenstrasse (nicht jedoch auf der Monbijoustrasse) auf dem gesamten Perimeter SEFT 3 die signalisierte Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h reduziert.

VLär-03 Erleichterungsanträge und Massnahmen an Gebäuden

Für die verbleibenden IGW-Überschreitungen werden als weitere Massnahme Erleichterungsanträge gestellt und Schallschutzmassnahmen an den Gebäuden in einem Detailprojekt geprüft resp. Schallschutzfenster werden eingebaut.

5.6.5. Beurteilung

Als Massnahme an der Quelle wird auf der sanierten Seftigenstrasse ein lärmreduzierender Belag eingebaut. Zusätzlich soll auf der Seftigenstrasse auf dem gesamten Perimeter SEFT3 die Geschwindigkeit von 50 auf 30 km/h reduziert werden. Auf der Monbijoustrasse bleibt die signalisierte Geschwindigkeit von 50 km/h unverändert. Auch der Einbau eines lärmreduzierenden Belags ist auf der Monbijoustrasse nicht vorgesehen.

Die Grenzwerte können unter Einhaltung dieser Massnahmen abgesehen von zwei Gebäuden eingehalten werden. Der Vergleich mit der Lärmbeurteilung ohne Projekt zeigt, dass sich die Lärmsituation mit den quellenseitigen Massnahmen deutlich verbessert. Für die verbleibenden IGW-Überschreitungen werden Erleichterungsanträge gestellt und im Rahmen eines Detailprojekts Schallschutzmassnahmen (im Regelfall Schallschutzfenster) an den Gebäuden geprüft resp. Schallschutzfenster werden eingebaut. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

5.7. Erschütterungen / Abgestrahlter Körperschall

5.7.1. Grundlagen

- Umweltschutzgesetz (USG) vom 7. Oktober 1983
- Lärmschutz-Verordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986

- Weisung über die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenanlagen (BEKS) vom BAV / BUWAL vom 20. Dezember 1999
- Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, DIN 4150-Teil 2 vom Juni 1999
- Gutachten Trefzer Rosa + Partner GmbH vom 05. Dezember 2024

5.7.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Seit dem 20. Dezember 1999 sind Richtwerte für die Immissionen bezüglich abgestrahltem Körperschall in der Weisung BEKS vom BAV und BUWAL festgelegt worden und dürfen nach Art. 17 des Umweltschutzgesetzes (USG) nicht überschritten werden. Für die Erschütterungen verweist die BEKS auf die DIN-Norm 4150-Teil 2 vom Juni 1999.

5.7.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Im vorliegenden Fall sind Räume mit empfindlicher Nutzung in weniger als 300 m Distanz zur Baustelle vorhanden. Der Abstand zwischen den nächstgelegenen Wohngebäuden (Seftigenstrasse Nr. 93, 95) und dem Trottoir beträgt ca. 3 m, der Abstand zwischen dem bestehenden Tramtrasse und den nächstgelegenen Wohnbauten (Seftigenstrasse 96, 186) beträgt rund 9 m.

Während den Rückbauarbeiten (Abbruch Gleisanlage) kann es kurzzeitig zu Erschütterungen kommen.

Betriebsphase

In der Betriebsphase können durch den Tramverkehr Erschütterungen entstehen. Das Trasse der Tramlinie zwischen *Monbijou* und *Sandrain* wird im Rahmen des Projektes verschoben. Neu nutzen der Strassenverkehr und das Tram den Strassenraum gemeinsam. Beide Trampuren werden näher an die bestehenden Wohnbauten nördlich der Seftigenstrasse rücken.

Im Rahmen der Planungsarbeiten des Gleisbaus wurden Prognosen zu den Körperschall- und Erschütterungsmissionen an den betroffenen Liegenschaften erstellt und Vorschläge über die am Unterbau zu treffenden Massnahmen angegeben.

Die Prognosen, die mit der Software VIBRA-2 durchgeführt wurden, zeigen, dass ohne den Einbau einer Gleisolation in bestimmten Bereichen die Anhaltswerte der DIN 4150-2 sehr wahrscheinlich überschritten oder nur knapp unterschritten werden. Dies betrifft insbesondere die Liegenschaften, die sich in den unmittelbaren Einwirkungsbereichen der geplanten Massnahmen befinden. Deshalb wird empfohlen folgende Isolation einzubauen:

Horizontale Flächen Gleisoberbausystem (Boden):

- Sylomer SR 55
- Dicke: 25 mm

Vertikale Flächen Gleisoberbausystem (Seiten):

- Sylomer SR 28
- Dicke: 25 mm

Bei der Planung und dem Einbau der Gleise muss darauf geachtet werden, dass keine Körperschallbrücken zwischen dem Gleisbeton und den angrenzenden Liegenschaften entstehen (keine feste Verbindung zu Schächten, etc.).

Detaillierte Angaben zur Berechnung und Beurteilung sind in den Berichten «Immissionsprognosen des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen», Trefzer Rosa + Partner GmbH vom 04.12.2024 zu finden (vgl. 5.7-1 Erschütterungsgutachten von Trefzer Rosa)

5.7.4. Massnahmen

Ers-01 *Einbau von Sylomer-Isolation*

Im Normalprofil des Trams muss das Tramprofil mit Sylomer gemäss Gutachten Trefzer Rosa + Partner GmbH vom 05. Dezember 2024 isoliert eingebaut werden.

Ers-02 *Massnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen während der Bauphase*

Im Falle erheblicher Belästigungen während der Bauphase sind Massnahmen (Information der Betroffenen, Aufklärung über Unvermeidbarkeit, zusätzliche betriebliche Massnahmen zur Minderung der Belästigungen wie Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise bei der Erschütterungsquelle etc.) zu prüfen und umzusetzen.

5.7.5. Beurteilung

In der Bauphase ist nur kurzzeitig während der Abbrucharbeiten mit Erschütterungen zu rechnen. Deshalb sind keine direkten Massnahmen erforderlich.

Gemäss dem Gutachten Trefzer Rosa + Partner GmbH vom 05. Dezember 2024 werden unter Berücksichtigung der Massnahmen Ers-01 bis Ers-02 alle Richtwerte sehr wahrscheinlich eingehalten. Es sind keine weiteren Massnahmen notwendig.

5.8. Nichtionisierende Strahlung (NIS)

5.8.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich nichtionisierende Strahlung (NIS) sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999

Weiter standen folgende projektspezifische Grundlagen zur Verfügung:

- BERNMOBIL Projektierungsrichtlinie Fahrstrom + Sicherungsanlagen, Version 2.0 vom 07. Mai 2021
- Technischer Bericht Fahrleitungsplaner Enotrac AG.

5.8.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Die bestehenden Fahrleitungen der Tramlinien von BERNMOBIL werden mit Gleichstrom betrieben. Für die magnetischen Gleichstromfelder legt die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) einen Immissionsgrenzwert von 40'000 µT fest, der erfahrungsgemäss mit grosser Reserve eingehalten wird. Deshalb sieht die NISV für gleichstrombetriebene Bahnen keinen Anlagegrenzwert vor.

5.8.3. Projektauswirkungen

Bauphase

In der Bauphase ist der Fachbereich nicht relevant.

Betriebsphase

Die Fahrleitungen der bestehenden Strecke *Morillon-Sandrain* wie auch der neuen Betriebswendeschleife *Sandrain* werden mit Gleichstrom betrieben. Aus diesem Grund sind gemäss NISV keine Anlagengrenzwerte für die Fahrleitungen einzuhalten. Die Betriebsnennspannung beträgt 600 V DC.

Die Einspeisung in die Tramfahrleitung des Projektperimeters SEFT 3 erfolgt ab den bestehenden Gleichrichtern *Weissenbühl* und *Sandrain*. Die technische Schnittstelle zwischen Gleichrichteranlage und Fahrleitung befindet sich bei den Speisekasten (BERNMOBIL-Standard) an den Einspeisemasten der Fahrleitung. Bei den Einspeisungen der Gleichrichterstationen in die Fahrleitung, werden Überspannungsableiter vorgesehen. Die Vorgaben der EN 50122-1 hinsichtlich Berührungsschutz vor spannungsführenden Teilen werden eingehalten.

Gemäss NISV sind für neue Anlagen, welche NIS emittieren, Standortdatenblätter mit Angaben der von der Anlage erzeugten Strahlung und möglichen Immissionsorten mit empfindlicher Nutzung zu erstellen. Diese sind der Bewilligungsbehörde durch den Anlagebetreiber einzureichen.

5.8.4. Massnahmen

NIS-01 *Standortdatenblätter für neue Anlagen sind durch den Hersteller zu liefern.*

5.8.5. Beurteilung

Für das Fachgebiet Nichtionisierende Strahlung / elektromagnetische Felder können die Vorgaben aus der Umweltgesetzgebung unter Berücksichtigung der definierten Massnahme eingehalten werden.

5.9. Grundwasser

5.9.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Grundwasser sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998
- Geoportal des Kantons Bern, Gewässerschutzkarte und Grundwasserkarte, Stand: März 2023
- Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Merkblatt «Bauen im Grundwasser und Grundwasserabsenkungen», Stand: April 2013
- Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen, Stand: Januar 2023
- WEA, Hydrogeologie Aaretal, zwischen Thun und Bern, 1981

Weiter standen folgende projektspezifischen Grundlagen zur Verfügung:

- Umweltverträglichkeitsbericht Hauptuntersuchung SEFT1 und SEFT2, vom 24. August 2022
- CSD Bericht BE08116.100 Kurzbericht zu den Baugrunduntersuchungen, Endwendeschleife Kleinwabern vom 06. Juli 2012

5.9.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Der Projektperimeter liegt ausserhalb eines Grundwasserhauptgebiets, der gesamte Projektperimeter liegt im Gewässerschutzbereich üB (übriger Bereich). Gemäss Grundlagenkarte befindet sich eine Quelfassung (WAWIS-Nr. 600 / 198.11) gerade am Rand des Projektperimeters. Die Quelle hat eine geschätzte Schüttung von 3 l/min. Weitere Quellen liegen weiter südlich des Projektperimeters am Hangfuss des Gurtens. Es ist mit Hangwasser zu rechnen.

Die umliegenden Bohrungen zeigen im Bereich des Knotens *Sandrain* kein Grundwasser bis in eine Tiefe von 16 m unter Terrain. Beim Knoten *Schöneegg* sind Bohrungen vorhanden die einen Grundwasserspiegel in ca. 16 m unter Terrain anzeigen, in einer Bohrung war das Wasser gespannt und ist bis auf 9.8 m unter Terrain angestiegen. Es ist anzunehmen, dass es sich bei dem Wasser um Hangwasser handelt, welches entlang der Oberfläche der Moräne und / oder des Felsens fliesst. Die Felsoberkante liegt zwischen 50 - 130 m unter Terrain, im Bereich des Knotens *Schöneegg* liegt die Felsoberfläche am höchsten.

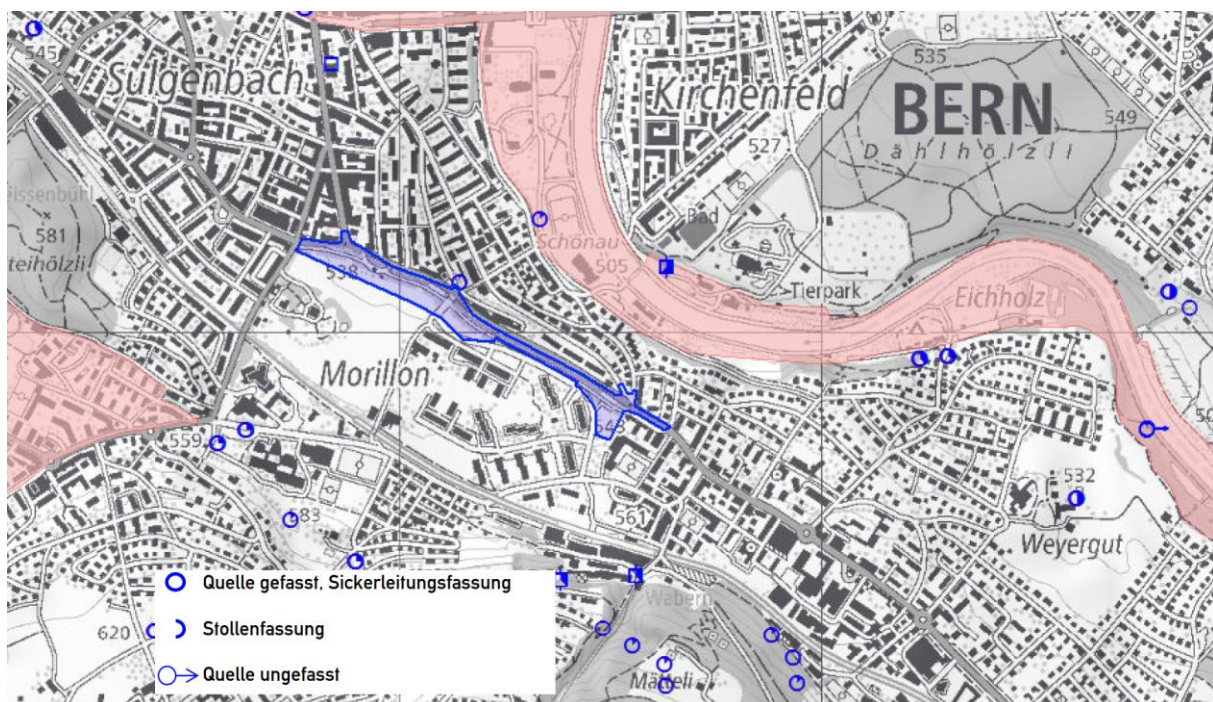


Abbildung 11: Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern, Projektperimeter ist blau markiert. (Quelle: Geoportal des Kantons Bern, Stand: Januar 2024)

5.9.3. Projektauswirkungen

Das Grundwasser wird vom Projekt nicht tangiert. Es sind keine Auswirkungen auf das Grundwasser zu erwarten. Eine Quelfassung befindet sich am Rande des Projektperimeters, bei Projektanpassungen ist zu prüfen, ob die Quelle vom Bauperimeter betroffen ist.

Bauphase

In der Bauphase besteht durch den Einsatz von Baumaschinen eine erhöhte Gefahr, dass bei Havarien oder bei der Betankung wassergefährdende Stoffe in den Untergrund gelangen. Es gelten die Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen. Bei der Baustellenentwässerung sind

die Richtlinien des Merkblatts „Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen“ einzuhalten.

Betriebsphase

Die Neubauten (Strassen, Tramlinie, Veloweg) binden nur oberflächlich in den Untergrund ein. Das potentielle Hangwasser zirkuliert tiefer im Untergrund und wird vom Projekt somit nicht tangiert.

Die Quelfassungen liegen ausserhalb des geplanten Bauperimeters, es sind somit keine negativen Auswirkungen in der Betriebsphase zu erwarten.

In der Betriebsphase sind bezüglich Grundwasserschutz keine negativen Auswirkungen zu erwarten.

5.9.4. Massnahmen

- GW-01 *Vorschriften Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen*
Während der Bauphase sind die Vorschriften des Merkblatts Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen des Amts für Wasser und Abfall des Kantons Bern einzuhalten.

5.9.5. Beurteilung

Bei Einhaltung der entsprechenden Vorschriften und Auflagen in der Bauphase sind keine negativen Auswirkungen auf das Grund- / Hangwasser zu erwarten.

5.10. Oberflächengewässer und aquatische Ökosysteme

Es sind keine Oberflächengewässer vom Projekt betroffen. Dieser Aspekt kann entsprechend als nicht relevant eingestuft werden.

5.11. Entwässerung

5.11.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Entwässerung sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Merkblatt «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen»
- Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Merkblatt «Generelle Beurteilung von Versickerungsanlagen»
- Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute VSA, Richtlinie Abwasserbewirtschaftung bei Regenwasser

5.11.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Das Projekt sieht versiegelte Flächen entlang der Fahrbahn, der Bewegungszonen, den Gehwegen und den Radwegen vor. Das Regenwasser der Fahrbahn wird gesammelt und über einen vorgeschalteten Speicherkanal in die Mischwasserkanalisation geleitet. Der Speicherkanal ist im östlichen Bereich vom Abschnitt *Monbijoustrasse-Schöneegg* sowie im westlichen Bereich des Abschnittes *Schöneegg-Sandrain* vorgesehen.

Wo der Veloweg nicht direkt auf der Strasse liegt, wird dieser zusammen mit dem Gehweg über die Schulter entwässert. Im westlichen Teil des Abschnittes *Schöneegg-Sandrain*, sowie im östlichen Ende des Abschnittes *Schöneegg-Sandrain* zum Knoten *Sandrain* hin, sind südlich des Radweges Sickermulden vorgesehen. Zusätzlich sind im Bereich Knoten *Sandrain* zwei Versickerungsflächen innerhalb der Betriebswendeschleufe vorgesehen. In dieser soll das Regenabwasser der Bewegungszone, der Gehwege sowie der Radwege gesammelt und versickert werden.

5.11.3. Projektauswirkungen

Bauphase

In der Bauphase sind die Vorschriften und Auflagen gemäss dem Merkblatt «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen» zu beachten. Insbesondere ist vor Baubeginn ein Entwässerungskonzept nach SIA 431 zu erstellen.

Das anfallende Baugrubenwasser ist über eine Vorbehandlung (Absetzbecken, Neutralisation) nach Absprache mit der Gemeinde in die Schmutz- oder Mischwasserkanalisation einzuleiten. Es sind, ausser im Knoten *Sandrain*, keine tiefen Baugruben oder Hanganschnitte notwendig. Im Knoten *Sandrain* wird das bestehende Terrain bis zu 4.0 m abgetragen bzw. angeschnitten (Treppe Ost). In diesen Bereichen kann Hangwasser in die Baugrube eintreten. Die Wasserhaltung ist dementsprechend zu dimensionieren.

Wird während der Bauphase der Grundwasserspiegel freigelegt, ist dem AWA unverzüglich Meldung zu erstatten. Dies gilt auch, wenn verschmutztes Aushubmaterial, Grundwasserverunreinigungen oder Abfälle entdeckt werden.

Betriebsphase

Die Flächen der Gehwege, Radwege sowie die Wendeschlaufe werden über die Schulter bzw. in eine Versickerungsmulde entwässert. Dies entspricht einer Versickerung in einer Anlage mit Oberbodenpassage. Die Gehwege, Radwege sowie die Bewegungszone sind gemäss VSA-Richtlinie der Belastungskategorie «gering» zuzuordnen. Eine Versickerung über die Schulter / Anlage mit Oberbodenpassage ist somit zulässig. Nicht mehr benötigte versiegelte Flächen werden nach Möglichkeit entsiegelt und das darauf anfallende Wasser künftig diffus versickert.

Die Entwässerung der Fahrbahnlinie sowie der Velostreifen, erfolgt gemäss vorhandenen Plänen wie bis anhin durch Einleitung in die Kanalisation. Das anfallende Wasser wird über einen Speicherkanal geleitet, um die Abwassermenge gegenüber heute nicht zu erhöhen. Für die zu entwässernden Flächen wurde eine Einstufung der Belastungskategorien gemäss VSA-Richtlinie vorgenommen. Das anfallende Niederschlagsabwasser auf der Seftigenstrasse ist aufgrund der hohen Verkehrsbelastung sowie der zusätzlichen Belastungsfaktoren der Belastungskategorie „hoch“ zuzuordnen. Gemäss VSA-Richtlinie ist bei hoch belasteten Niederschlagsabflüssen in die Mischwasserkanalisation eine Vorbehandlung in Rücksprache mit den kantonalen Fachstellen sowie dem zuständigen ARA-Betrieb zu prüfen.

Die Wendeschlaufe beim Knoten *Sandrain* wird nur im Falle von Bahnersatzbussen für den Strassenverkehr genutzt. Die Belastung ist dementsprechend als gering einzustufen. Die Oberflächenentwässerung der ganzen BWS (exkl. Oberhalb Stützmauer) wird in den Grünflächen versickert.

Belastungsfaktoren	Vorgaben gem. Richtlinie VSA	Bewertung Strassenraum SEFT 3	Bewertung Wendeschlaufe Knoten Sandrain
Grundbelastung	DTV/1000	15'000/1000 = 15	600/1000 = 0.6
Anteil Schwerverkehr	4-8 % = +1 >8 % = +2	6-7 % -> +1	50 % -> +2
Steigung	>8 % = +1	<2 % -> 0	<2 % -> 0
Strassenabschnitt innerorts	+1	+1	+1
Strassenreinigung	Abzug Anzahl Reinigungen pro Monat	4-8 x pro Jahr -> -0.5	4-8 x pro Jahr -> -0.5
Total Belastungspunkte / Belastungskategorie		16.5 / Belastungskategorie hoch	3.1 / Belastungskategorie gering

Tabelle 12: Bewertung zur Belastung des Niederschlagsabwassers im Bereich der Fahrbahn

In der Betriebsphase ist durch Kontrollen und Wartungen für die fehlerlose Funktion der Entwässerungsleitungen zu sorgen.

5.11.4. Massnahmen

Entw-01 *Baustellenentwässerungskonzept*

Vor Baubeginn ist durch den Unternehmer ein Baustellenentwässerungskonzept nach SIA 431 für die Bauphase zu erstellen und der Behörde zur Genehmigung einzureichen.

Entw-02 *Vorschriften Merkblatt «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen»*

Während der Bauphase sind die Vorschriften des Merkblatts «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen» des Amts für Wasser und Abfall des Kantons Bern einzuhalten.

5.11.5. Beurteilung

Bei Einhaltung der Einleitbedingungen während der Bauphase, sowie im Betriebszustand sind keine nachteiligen Einwirkungen auf das Grund- bzw. Hangwasser zu erwarten. Die korrekte Einleitung des Schmutz- und Regenwassers in die Kanalisation muss gewährleistet werden.

5.12. Boden

5.12.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Boden sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vom 1. Juli 1998
- Erläuterungen zur VBBo, Vollzug Umwelt, BAFU 2001
- Verordnung über Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 4. Dezember 2015
- Freisetzungsverordnung (FrSV) vom 10. September 2008
- BAFU-Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen»:
 - Modul «Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung», 2021
 - Modul «sachgerechter Umgang mit Boden beim Bauen», 2022
- VSS 2021: Schweizer Normen der Vereinigung schweizerischer Strassenfachleute «Erdbau, Boden, Bodenschutz beim Bauen», SN 40 581
- Bodenschutz beim Bauen, Leitfaden Umwelt Nr. 10, BAFU, 2001 (Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit)
- Rekultivierungsrichtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden, Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie (FSKB), 2021
- Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, FAL Zürich-Reckenholz, 1997
- BAFU Map (Stand: Januar 2025)
- Geoportal des Kantons Bern (Stand: Januar 2025)
- Feldbegehungen vom 05. Oktober und 02. November 2022 sowie vom 18. September und 25. Oktober 2024

Weiter standen folgende projektspezifische Grundlagen zur Verfügung:

- Sanierung Morillon-Sandrain, Technischer Bericht (Stand: 31.03.2025)
- Sanierung Morillon-Sandrain, Bauprojektpläne (Stand: 31.03.2025)

Vorgehen

Mittels Plangrundlagen, Luftbildern sowie vier Begehungen vor Ort wurden die vom Projekt tangierten Bodenflächen eruiert und aufgenommen. Als Boden wird gemäss Art. 7 USG die oberste, unversiegelte Erdschicht, in der Pflanzen wachsen können, definiert. Für das Vorgehen beim Abtrag, der Zwischenlagerung, der Rekultivierung und der Folgebewirtschaftung ist die FSKB-Rekultivierungsrichtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden (FSKB 2021) massgebend.

Für einen generellen Überblick hinsichtlich des Ausgangszustands dient die Bodeneignungskarte der Schweiz (Massstab 1:200'000, EDMZ 1980) als Grundlage. Zur genauen Bestimmung der Bodenverhältnisse wurden im Projektperimeter am 05. Oktober und 02. November 2022 sowie am

18. September und 25. Oktober 2024 sechs Bodenprofile mittels Handsondierungen mit dem Edelmanbohrer aufgenommen. Die Profile wurden makromorphologisch beschrieben und fotografiert (siehe Anhang 5.12-2 und Anhang 5.12-3). Festgehalten wurden Bodenmerkmale, wie die Horizontabfolge und Mächtigkeit, die Körnung, die Struktur, der Skelettanteil, die biologische Aktivität, die Durchwurzelung, die pflanzennutzbare Gründigkeit, die Nutzungseignungsklasse, die Bodenreaktion (pH-Wert) und der Kalkgehalt gemäss Agroscope (ehemals Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz FAL).

Mittels 32 zusätzlichen Sondagen mit dem Edelmanbohrer und dem Hohlmeissel wurden die Horizontabfolgen und -eigenschaften bestimmt, um die Homogenität der Flächen oder eventuelle Wechsel im Bodenaufbau zu überprüfen (siehe Anhang 5.12-3). Diese Handsondierungen wurden nicht im Detail dokumentiert. Die Lage der Bodenprofile ist in Anhang 5.12-1 ersichtlich.

Im Anschluss erfolgte die Einstufung der Bodenflächen nach Verdichtungsempfindlichkeit anhand des BAFU-Leitfadens «Bodenschutz beim Bauen» (2001). Für die Beurteilung der Rekultivierbarkeit wurde das Kategorisierungsschema gemäss Anhang 5.12-4 verwendet. Zudem wurde eine Flächenbilanz für den permanenten und vorübergehend beanspruchten Boden erstellt. Die quantitativen und qualitativen Auswirkungen des Baus (Flächenbeanspruchungen, Erdbewegungen) und des Betriebs der neuen Anlage auf den Boden wurden dargestellt und beurteilt (siehe Kapitel 5.12.3).

Durch das Vorhaben sind Flächen entlang einer Tramachse resp. einer dicht befahrenen Strasse betroffen. Erfahrungsgemäss sind bei solchen Böden chemische Belastungen v.a. mit den Schwermetallen Blei, Cadmium, Kupfer und Zink sowie mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) möglich. Aus diesem Grund wurde dieser Sachverhalt mittels Beprobung und Analyse untersucht (siehe und Situation in Anhang 5.12-1 resp. Analytik in Anhang 5.12-5).

Im Weiteren wird der Vorgang für die bodenrelevanten Arbeiten (Abtrag, Zwischenlagerung und Rekultivierung) inkl. Bodenbilanz anhand der einschlägigen Richtlinien und Normen definiert (Vollzugshilfe «Bodenschutz beim Bauen», BAFU 2021-22). Die beim Umgang mit dem Boden gemäss FSKB-Rekultivierungsrichtlinie (FSKB 2021) zu berücksichtigenden Massnahmen werden beschrieben.

Untersuchungsperimeter

Der Projektperimeter umfasst die gesamte vom Vorhaben im Rahmen des Projekts SEFT 3 tangierte Fläche. Dabei sind insbesondere die Tramwendschleife beim Knoten *Sandrain* sowie die landwirtschaftlichen genutzten Flächen im Gebiet *Morillon* relevant. Weiter sind diverse Heckenflächen, Rabatten und Grünstreifen entlang der Seftigenstrasse betroffen. Diese waren jedoch in Zusammenhang mit dem Bau der Seftigenstrasse bereits baulich tangiert, weshalb kein natürlich gewachsener Boden gemäss der VBBo mehr vorhanden ist. Zudem befand sich gemäss historischen Luftbildern im Ecken Seftigenstrasse / Frischingstrasse bis ca. Ende der 1950er Jahre ein Landwirtschaftsbetrieb (siehe Abbildung 12).

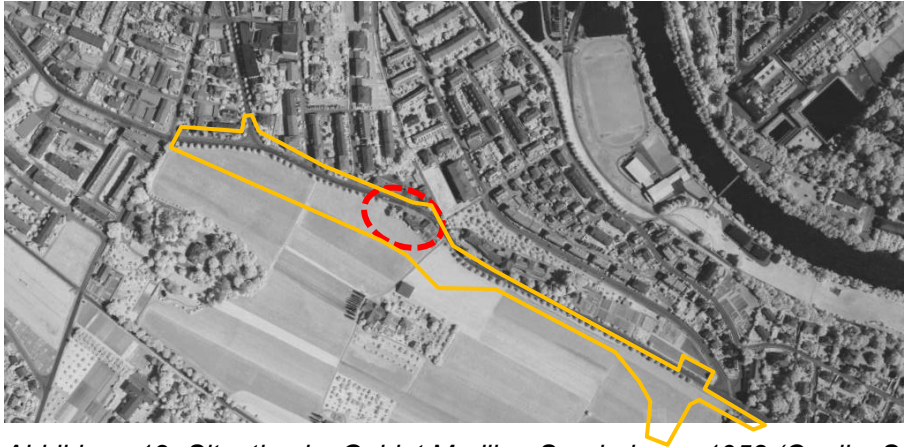


Abbildung 12: Situation im Gebiet Morillon-Sandrain um 1958 (Quelle: Swisstopo), rot umkreist der Landwirtschaftsbetrieb, orange der Projektperimeter

5.12.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Im Bauperimeter sind bislang keine Bodenkartierungen bekannt. Einen generellen Überblick bietet i.d.R. die Bodeneignungskarte der Schweiz (EDMZ, 1980). Da das Untersuchungsgebiet jedoch vollständig im städtischen Gebiet liegt, macht die Bodeneignungskarte keine Aussage zu den vorherrschenden Bodentypen.

Gemäss dem Geoportal des Kantons Bern (Stand: Januar 2025) befinden sich die tangierten Flächen alle innerhalb einer Bauzone (siehe Abbildung 8), werden aber teilweise noch landwirtschaftlich genutzt (z.B. die Wiese im Gebiet *Morillon*, Parzellen Nr. 2497 und 9689).

Beschreibung des Ist-Zustands

Im Untersuchungsperimeter konnten zwei Bodentypen festgestellt werden. Im östlichen Bereich ist aufgrund der früheren baulichen Tätigkeiten der vorherrschende Bodentyp der ziemlich flachgründige Anthroposol, während im Bereich des geplanten Knotens *Sandrain* und im Gebiet *Morillon* auch (mässig) tiefgründige Braunerden kartiert wurden (siehe HS 4, 5 und 6 Anhang 5.12-2).

Die beiden Bodentypen werden nachfolgend eingehend beschrieben:

Anthroposol

Die bislang landwirtschaftlich genutzte Fläche südlich der Haltestelle *Schöneegg* resp. die Grün- und Heckenflächen zwischen der Frischingstrasse und der Haltestelle *Sandrain* weisen im Durchschnitt einen gut 30 cm mächtigen Oberbodenhorizont auf. Der Horizont ist entkarbonatisiert und besitzt die Körnung (sandiger) Lehm. Der A-Horizont ist skelettarm und (schwach) humos mit einem geschätzten Anteil von ca. 5-6 %. Er besitzt einen pH-Wert nach Hellige von zwischen 5 und 6. Ein gewachsener Unterboden fehlt in diesen Bereichen. Der Boden wird entsprechend als ziemlich flachgründiger Anthroposol resp. als AC-Boden bezeichnet.

Braunerde

Im Bereich der Grünfläche bei der Haltestelle *Sandrain* wurde in einer einzigen Sondierung ein Unterboden nachgewiesen (Sondierung HS4). Der Oberboden ist in diesem Bereich ca. 30 cm mächtig, entkarbonatisiert und besitzt die Körnung Lehm. Der A-Horizont ist skelettarm und humos mit einem geschätzten Anteil von ca. 6 %. Er besitzt einen pH-Wert nach Hellige von ca. 5.

Unter dem A-Horizont folgt ein ca. 50 cm mächtiger, verbraunter B-Horizont. Dieser Horizont ist ebenfalls durchgehend entkarbonatisiert, besitzt die Körnung Lehm und ist skelettarm. Der B-Horizont besitzt einen pH-Wert nach Hellige von 5.5. Unter dem B-Horizont folgt noch ein sogenannter Übergangs- resp. BC-Horizont.

Weiter wurde im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Gebiet *Morillon* Unterboden angetroffen (HS 5 und 6). Der Oberboden ist in diesem Bereich ebenfalls gut 30 cm mächtig, entkarbonatisiert und besitzt die Körnung Lehm. Der A-Horizont ist skelettarm und schwach humos mit einem geschätzten Anteil von ca. 3 %. Er besitzt einen pH-Wert nach Hellige von ca. 5.

Unter dem A-Horizont folgt ein im Durchschnitt knapp 40 cm mächtiger, verbraunter B-Horizont. Dieser Horizont ist ebenfalls durchgehend entkarbonatisiert, besitzt die Körnung (sandiger) Lehm und ist skelettarm. Der B-Horizont besitzt einen pH-Wert nach Hellige von 5. Unter dem B-Horizont folgt häufig noch ein sogenannter Übergangs- resp. BC-Horizont.

Vernässungsanzeichen in Form von Rostflecken, Mangankonkretionen und Fahlfärbungen wurden keine festgestellt. Die Böden können gemäss obigem Beschrieb als schwach saure, tiefgründige Braunerden bezeichnet werden.

Bei den Felderhebungen wurden keine Neophyten (standortfremde, invasive Pflanzen) festgestellt, wobei die Kartierungen im Herbst / Winter und somit ausserhalb der Neophyten-Saison durchgeführt wurden.

Verdichtungsempfindlichkeit / Rekultivierbarkeit / Wiederverwendbarkeit

Die Böden werden aufgrund ihres ausgeglichenen Luft- und Wasserhaushalts sowie ihrer Körnung bezüglich der Verdichtungsempfindlichkeit als schwach empfindlich beurteilt. Nach entsprechender Abtrocknung sind sie unter Anwendung der üblichen Sorgfalt allgemein gut mechanisch belastbar. Eine Messung der Lagerungsdichte (z.B. mittels der VESS-Methode) wurde nicht durchgeführt, da keine Fruchtfolgeflächen (FFF) betroffen sind, das ganze Gebiet im Endeffekt baulich tangiert wird und im Endzustand keine landwirtschaftlich genutzten Flächen mehr vorhanden sind.

Der Ober- und der Unterboden weist aufgrund seines ausgeglichenen Luft- und Wasserhaushalts und seiner Körnung i.d.R. eine normale Rekultivierbarkeit auf. Das bedeutet, dass der Bodenabtrag, die Zwischenlagerung und die anschliessende Wiederherstellung resp. Verwertung des Bodens mit den gängigen Bodenschutzmassnahmen gut realisierbar sind.

Aufgrund der Herkunft sowie der vermuteten bereits bestehenden anthropogenen Beeinflussung der Böden, wird eine Verwertung auf externem Landwirtschaftsland als nicht sinnvoll erachtet. Der überschüssige, unverschmutzte Oberboden, wird auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche im *Morillon* und somit innerhalb der Bauzone verwertet. Es ist davon auszugehen, dass im Rahmen des Bauprojekts kaum überschüssiger Unterboden anfällt. Falls wider Erwarten Unterboden anfällt, soll für diesen eine Verwertungsmöglichkeit innerhalb des Projekts gefunden werden (z.B. im Bereich von begrünten Flächen, Baumgruben o.ä.).

Die weiteren, verwertungspflichtigen Horizonte sind für eine Wiederverwendung im Landwirtschaftsland nicht vorgesehen / geeignet: Übergangshorizont BC- sowie der C-Horizont.

Chemische Bodenbelastung

Die Verwertbarkeit von abgetragenem Boden aufgrund seiner Schadstoffbelastung wird anhand der Richt- und Prüfwerte der VBBo gemäss „Wegleitung Bodenaushub“ beurteilt:

Unbelastet (Richtwerte eingehalten): Der Boden kann uneingeschränkt verwendet werden, sollte jedoch auf „sauberen“ Standorten aufgebracht werden.

Schwach belastet (Richtwert(e) überschritten, Prüfwerte eingehalten): Der Boden kann vor Ort (direkt am Entnahmeort oder in unmittelbarer Nähe) verwertet werden. Überschüssiges, schwach belastetes Bodenmaterial darf auf Standorten aufgebracht werden, wo nachweislich bereits gleiche oder höhere sowie möglichst gleichartige (z.B. Blei zu Blei) Vorbelastungen vorhanden sind. Andernfalls muss der Boden VVEA-konform auf einer Deponie Typ B entsorgt werden.

Stark belastet (Prüfwert(e) überschritten): Der Boden darf nicht verwertet werden, er muss behandelt oder umweltverträglich (VVEA-konform) entsorgt bzw. abgelagert werden.

Da durch das Vorhaben Flächen entlang einer Tramachse resp. einer dicht befahrenen Strasse betroffen sind, wurde die Belastung des Bodens mittels Beprobung und Analyse untersucht. Zur Untersuchung der chemischen Qualität des Bodens wurden im Abstand von drei, fünf und zehn Metern zum Tramgleis je eine Linienmischprobe mittels ca. 20 Hohlmeissel-Einstichen entnommen (Entnahmetiefe 0-20 cm). Der Standort der Linienprobenname ist in der Situation in Anhang 5.12-1 ersichtlich. Die 3 m-, die 5 m- sowie die 10 m-Probe wurden im Labor Bachema analysiert (Totalgehalte VBBo; siehe Tabelle 13).

Wie der Laborbericht zeigt, sind bei der 3 m-Probe die Richtwerte für Blei, Zink und PAK knapp überschritten (siehe Tabelle 13 und Laborbericht in Anhang 5.12-5). Der Bodenaushub ist als chemisch schwach belastet zu klassieren und darf entweder vor Ort oder dann an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung wiederverwendet werden. Die Analyse nach VBBo ergab, dass die Belastungen weit unter der Hälfte der Ablagerungsgrenzwerte für die Deponie Typ B liegen. Deshalb wurde gemäss der gängigen Praxis mit dem AWA keine zusätzliche, d.h. abfallrechtliche Analyse nach VVEA durchgeführt. Bei der 5 m-Probe war einzig der Richtwert für PAK leicht überschritten, die 10 m-Probe ist unverschmutzt.

Das Bodenmaterial im Abstand von 0 bis 8 m zur Strasse / Tramgleis ist somit als schwach belastet zu klassieren (Herleitung: PAK bei 10 m = 0 mg/kg; Mittelung: $(2.5-1) \cdot 5 / 2.5 = 3 \rightarrow 5 \text{ m} + 3 \text{ m} = 8 \text{ m}$).

Probe	Abstand zu Strasse	Entnahmetiefe cm	Datum	Blei mg/kg	Cadmium mg/kg	Kupfer mg/kg	Zink mg/kg	Summe PAK mg/kg	Benzo(a)-pyren mg/kg	Qualität Bodenaushub
LP 1	3 m	0-20	05.10.2022	56	0.4	30	160	1.6	0.15	schwach belastet
LP 2	5 m	0-20	05.10.2022	44	-	-	69	2.5	0.21	schwach belastet
LP 3	10 m	0-20	05.10.2022	-	-	-	-	<0.50	0.06	unbelastet
Richtwert VBBo				50	0.8	40	150	1	0.2	
Prüfwert VBBo (Pflanzenbau) / Wegleitung BAFU				200	2	150	300	10	1	
Sanierungswert VBBo (Landwirtschaft)				2000	30	1000	2000	-	-	



-

Richtwert eingehalten (unbelastet)
 Richtwert VBBo überschritten (schwach belastet)
 Prüfwert VBBo überschritten (stark belastet)
 Sanierungswert VBBo überschritten (stark belastet)
 keine Messung / Grenzwert

Tabelle 13: Resultate Schadstoffbeprobung nach VBBo (Labor Bachema AG)

Das anfallende Bodenmaterial im Abstand von 0 bis 8 m zur Strasse / Tramgleis darf folglich vor Ort (1. Priorität) oder dann an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung (2. Priorität) wiederverwendet werden. Ist dies nicht möglich, ist es fachgerecht auf einer Deponie Typ B zu entsorgen. Das Bodenmaterial im Abstand ≥ 8 m darf uneingeschränkt wiederverwendet werden, wobei eine externe Wiederverwendung im Landwirtschaftsland resp. auf FFF aufgrund der anthropogenen Beeinflussung und der Herkunft nicht empfohlen wird. Wie oben beschrieben, empfehlen wir, überschüssiges, unverschmutztes Oberbodenmaterial im Bereich der landwirtschaftlichen Fläche im *Morillon* zu verwerten (max. Auftragsmächtigkeit 10 cm im gesetzten Zustand). Der Boden soll möglichst direkt, d.h. noch aktiv, umgelagert und sogleich mit einer Rekultivierungsmischung begrünt werden. Anschliessend gilt eine mind. einjährige Folgebewirtschaftung.

5.12.3. Projektauswirkungen

Projektauswirkungen

Bauphase

Flächenbeanspruchung

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wird eine Bodenfläche von insgesamt 13'341 m² temporär und 4'922 m² definitiv beansprucht.

Im Abschnitt *Morillon-Schöneegg* wird durch die Strassenverbreiterung nur der Teil der Hecke östlich der Sixt rent a car definitiv beansprucht. Die temporäre Umfahrung *Morillonmatte* sowie die der Zwischenlager und der Installationsplatz werden über einem Vlies oder einer Sandschicht direkt auf den gewachsenen Boden geschüttet.

Im Abschnitt *Schöneegg-Sandrain* und beim Knoten *Sandrain* werden hauptsächlich nicht landwirtschaftlich genutzte Grünflächen tangiert (Zwischenlagerplatz / Depots). Gemäss dem Geoportal des Kantons Bern (Stand: Januar 2025) sind nur Flächen innerhalb von Bauzonen und entsprechend keine FFF tangiert.

Bodenbewegungen / Zwischenlager

Soweit möglich und sinnvoll, sollen der Ober- und der Unterboden immer getrennt und entsprechend den vorliegenden Mächtigkeiten vollständig abgetragen werden. Der Abtrag erfolgt in einem Arbeitsgang (Streifenverfahren oder «vor Kopf» arbeiten). Der Ober- und der allenfalls vorhandene Unterboden werden während dem Abtrag und der Zwischenlagerung nicht vermischt.

Das überschüssige, unverschmutzte Oberbodenmaterial wird direkt auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche im *Morillon* und somit innerhalb der Bauzone verwertet.

Die Rekultivierungen (Grünflächen ohne landwirtschaftliche Nutzung) sollen im Hinblick auf einen funktionierenden Luft- und Wasserhaushalt grundsätzlich mit einer Schichtstärke von ca. 20 cm Ober- und ca. 30 cm Unterboden resp. gut durchwurzelbarem BC-Material erfolgen. Gemäss dem Gestaltungsplan ist im Bereich der neuen Wildhecke ein Bodenaufbau mit 10 cm Ober- und 40 cm Unterboden vorgesehen. Im Bereich von Baumgruben ist der Bodenaufbau dem erforderlichen Wurzelraum entsprechend mächtiger zu planen. Für die Rekultivierungsarbeiten werden daher vor Ort ca. 1'500 m³ Ober- und ca. 40 m³ Unterboden fachgerecht zwischengelagert und bewirtschaftet.

Allfällige Oberboden-Zwischenlager dürfen auf gewachsenen Bodenflächen maximal 2.0 m hoch, die Unterboden-Zwischenlager dürfen ebenfalls max. 2.5 m hoch geschüttet werden (Wall- und Flächendepots; auf dem C-Horizont sind für den Unterboden bis 4 m hohe Walldepots zulässig).

Das schwach belastete Bodenmaterial ist separat auf einer Trennschicht zwischenzulagern und die Depots sind entsprechend zu beschriften (Vermischungsverbot).

Die Zwischenlager werden locker und auf gut durchlässiger Unterlage errichtet und dürfen grundsätzlich nicht mit Baumaschinen befahren und nicht beweidet werden. Zwischenlager, die länger als drei Wochen bestehen bleiben, sind zu begrünen (z.B. Luzerne-Kleeegrasmischung). Die Oberfläche ist möglichst eben zu gestalten, damit eine extensive pflegerische Nutzung (mähen und Unkrautbekämpfung) möglich ist. Den Empfehlungen der bodenkundlichen Baubegleitung betreffend Mähen / Mulchen ist Folge zu leisten.

Bodenverdichtung

Bei allen bodenrelevanten Arbeiten, d.h. beim Abtrag, der Zwischenlagerung, dem Einbau (Auftrag) sowie beim Befahren des Bodens wird dieser mechanisch belastet, wodurch Schadverdichtungen möglich sind. Neben den Bodeneigenschaften bestimmt der effektiv vorhandene Feuchtigkeitszustand, der wetterbedingten Schwankungen unterworfen ist, die jeweilige Verdichtungsgefährdung. Das Ausmass der bei den bodenrelevanten Vorgängen verursachten Verdichtungen hängt neben diesen Faktoren vor allem von der Art der Bodenbeanspruchung ab (eingesetzte Maschinen, Schutzmassnahmen wie z.B. Baggermatratzen, Arbeitsmethodik etc.). Es werden die in Kapitel 5.12.4 beschriebenen Bodenschutzmassnahmen umgesetzt.

Bodenverluste / Wiederverwertung von Boden

Bodenverluste resp. Volumenverluste entstehen u.a. beim Bearbeiten und während der Lagerung (Komprimierung der Bodenaggregate und Hohlräume), durch unvollständiges Abschälen oder beim Abbau von organischem Material unter aeroben Bedingungen (v.a. während der Zwischenlagerung; hier nicht der Fall). Erfahrungsgemäss treten selbst bei einem sorgfältigen und fachgerechten Umgang mit dem Boden Verluste in der Grössenordnung von 10 % auf.

Im vorliegenden Projekt wird mit Kubaturen von total ca. 2'360 m³ Oberbodenmaterial ausgegangen. Dies betrifft hauptsächlich Oberboden, da in den Sondierungen kaum Unterboden festgestellt wurde (s.o.). Davon betreffen ca. 860 m³ schwach belastetes Bodenmaterial, welches in 1. Priorität innerhalb des Projekts oder dann an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung wiederverwendet werden soll (i.S. Gleiches zu Gleichem). Ist dies nicht möglich, ist er auf einer Deponie Typ B abzulagern.

Betriebsphase

Für das vorliegende Projekt werden neu Böden mit einer Fläche von insgesamt ca. 2'300 m² permanent beansprucht, d.h. überbaut.

Während der Betriebsphase gehen keine weiteren Bodenflächen verloren. Entlang der Seftigenstrasse ist jedoch weiterhin mit einem kontinuierlichen Schadstoffeintrag in die Böden zu rechnen.

5.12.4. Massnahmen

Bod-01 *Fachgerechter und schonender Umgang mit dem Boden (gemäss VSS-Norm SN 640 581, FSKB-Rekultivierungsrichtlinie, BAFU-Leitfaden „Bodenschutz beim Bauen“):*

Die bodenrelevanten Vorgänge (Abtrag, Zwischenlagerung, Rekultivierung, Folgebewirtschaftung sowie Befahren des Bodens) haben nach den einschlägigen Bestimmungen zu erfolgen (ausser bei belasteten Böden, die ohnehin entsorgt werden). Die folgenden grundsätzlichen Massnahmen zum Schutz des Bodens sind zu beachten und werden in der weiteren Planung und Submission berücksichtigt und während der Bauphase überwacht:

- Minimierung der temporär und permanent beanspruchten Flächen.
- Begrünung der tangierten Flächen vor Baubeginn.

- Auf temporär beanspruchten Flächen (Baupisten, Installationen, Zwischenlager etc.) wird i.d.R. kein Bodenabtrag vorgenommen (Ausnahme: der Boden wird im Endeffekt sowieso abgetragen).
- Bei Baupisten und Installationsflächen sind zum Schutz des Bodens vor Verdichtungen Kiese- schüttungen von mindestens 50 cm Stärke (nach Möglichkeit gebrochenes Material) mit einem Geogewebe oder Sandschicht als Trennschicht aufzubringen, welches den Schüttungsfuss des Kieskörpers seitlich deutlich überragt.
- Für das Anlegen der Pisten und Installationsflächen muss eine Mindestsaugspannung von 10 cbar vorhanden sein.
- Befahren und Bewegen (Abtrag, Zwischenlagerung, Auftrag) des Bodens nur bei genügend abgetrocknetem Boden.
- Ober- (A-Horizont), Unterboden (B-Horizont) und Untergrund sind soweit wie möglich und sinnvoll separat abzutragen (Bodenabtrag in der Regel nur mit Baggern).
- Allfällige Bodendepots sind locker mit Bagger zu schütten und, falls sie länger als 3 Wochen bestehen bleiben, unmittelbar nach der Schüttung zu begrünen (von Hand mit einer Saatmischung mit einem hohen Anteil an tiefwurzelnden Arten, z.B. Luzerne-Klee-Gras-Mischung). Die maximale Schütthöhe der Wall- und der Flächendepots beträgt 2.0 m für Ober- und 2.5 m für Unterboden. Die Bodendepots sind regelmässig zu pflegen (Mähen, Unkrautbekämpfung). Sie dürfen weder befahren noch beweidet werden.
- Der Einsatz einer Trennschicht (Vlies, Sand oder Stroh) zwischen Depot und gewachsenem Boden für die Zwischenlagerung wird von der BBB veranlasst.
- Schwach belasteter Boden ist getrennt von sauberem Boden auf einer Trennschicht zwischenzulagern und gemäss Anweisungen der BBB zu beschriften.
- Die Zwischenlager sind locker und auf gut durchlässiger Unterlage zu errichten. Allenfalls sind Entwässerungsmassnahmen gemäss Empfehlungen der BBB zu berücksichtigen.
- Die Zwischenlager dürfen grundsätzlich nicht mit Baumaschinen befahren werden.
- Bei günstigen Bedingungen (gut abgetrocknete Böden, Schönwetterperioden) sind bodenrelevante Arbeiten wo möglich terminlich vorzuziehen.
- Beim Bodenauftrag muss der Boden weitgehend abgetrocknet sein und ggf. der Schichtaufbau (Ober- auf Unterboden) beachtet werden. Unmittelbar nach der Schüttung ist der Boden zu begrünen (von Hand, Saatmischung gemäss den Vorgaben der Landschaftsplaner). Der frisch geschüttete Boden darf dabei nicht befahren werden.

Bod-02 *Bodenkundliche Baubegleitung*

Sämtliche bodenrelevanten Arbeiten sind von einer Bodenkundlichen Baubegleitung zu begleiten. Die Fachperson wird bereits bei der Detailplanung inkl. Ausschreibung (Submission) und Ausführungsplanung einbezogen. Allfällige noch nicht kartierte Bodenflächen sind durch die BBB vor Baubeginn bodenkundlich aufzunehmen.

Ein Entwurf des Pflichtenhefts der BBB befindet sich in Anhang 5.12-6.

Bod-03 *Verwertung des überschüssigen Ober- und Unterbodenmaterials*

Falls überschüssiges, unverschmutztes Oberbodenmaterial anfällt, muss dieses zwingend als Boden im Sinne der VBBo wiederverwendet werden. Im Sinne des Vermischungsverbots darf belastetes Bodenmaterial nicht an einem Ort ohne chemische Belastung aufgebracht werden. Das unverschmutzte Material ist bevorzugt auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wieder zu verwenden. Eine Verwertung im Landwirtschaftsland / FFF wird aufgrund der anthropogenen Beeinflussung im Ausgangszustand und der Herkunft nicht empfohlen.

Bod-04 *Umgang mit belastetem Bodenmaterial*

Schwach belastetes Bodenmaterial ist in erster Instanz vor Ort und ansonsten an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung wieder zu verwenden (i.S. Gleiches zu Gleichem). Ist dies nicht möglich, ist das Material fachgerecht auf einer Deponie Typ B zu entsorgen.

5.12.5. Beurteilung

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass das Vorhaben auf den Umweltaspekt Boden aufgrund der Fläche von ca. 18'263 m² grosse Auswirkungen hat. Dem Schutz des Bodens ist entsprechend bei der weiteren Projektierung, bei den Bauvorbereitungen und bei der Ausführung

grosse Aufmerksamkeit beizumessen. Aufgrund der Nähe zu den Verkehrswegen weisen die Böden unterschiedliche chemische Vorbelastungen auf, welche bei der Wiederverwertung entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Unter Einhaltung der oben beschriebenen Massnahmen kann das Vorhaben aus Sicht der Projektverfasser trotzdem als umweltverträglich beurteilt werden.

5.13. Altlasten

Im Kataster der belasteten Standorte wie auch den Katastern des Bundes (VBS, BAV) sind keine belasteten Standorte im Projektperimeter verzeichnet. Dieser Aspekt wird entsprechend als nicht relevant eingestuft.

5.14. Abfälle, umweltgefährdende Stoffe

5.14.1. Grundlagen und Vorgehen

Wichtigste gesetzliche Grundlage im Bereich Abfälle und umweltgefährdende Stoffe ist die VVEA:

- Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 4. Dezember 2015
- Zustandserfassung Strassenoberbau resp. Untersuchung Asphaltbelag PAK-Gehalte. BSL Baustofflabor AG vom 19.11.2024

Gemäss VVEA sind im Rahmen eines Baugesuchs Angaben über die anfallenden Abfälle und über die vorgesehene Entsorgung zu machen, wenn mehr als 200 m³ Bauabfälle anfallen, oder Bauabfälle mit umwelt- oder gesundheitsgefährdenden Stoffen (bspw. PAK, Asbest) zu erwarten sind resp. ein im KbS eingetragener Standort tangiert wird (vgl. Kapitel 5.13 «Altlasten»).

Beim vorliegenden Projekt sind beide Kriterien erfüllt. Nachfolgend werden die Art, Qualität und Menge der Abfälle, das Vorgehen bei der Entsorgung sowie die vorgesehenen Entsorgungswege im Sinne eines Entsorgungskonzepts gemäss Art. 16 VVEA aufgezeigt.

Zur Zustandserfassung des Strassenoberbaus wurde dem Baustofflabor der Auftrag erteilt den Asphaltbelag zu untersuchen. Wir verweisen auf diesen Bericht vom 19.11.2024.

5.14.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Der Projektperimeter beinhaltet versiegelte Flächen (Strassenraum), Gleisanlagen des bestehenden Trams und randlich Grünflächen.

Im Rahmen der Hauptuntersuchung wurde der Asphaltbelag durch das Baustofflabor untersucht. Insgesamt wurden sieben Bohrkern entnommen. Alle Bohrkern wurden im Labor mit einem PAK-Marker (Spray) auf das Vorhandensein von PAK- bzw. teerhaltigem Material untersucht. Dieser Schnelltest ergab keine Hinweise auf PAK-belastete Schichten.

Gemäss Auftrag wurden zudem sechs der sieben Proben einer chemischen Analyse unterzogen. Bei allen Proben lagen die PAK-Gehalte unter 200 mg/kg Ausbauasphalt. Die detaillierten Analysen sind dem Bericht des Baustofflabors, Anhang 5.14-1 Zustandserfassung Strassenoberbau zu entnehmen.

Auf die Situation bezüglich des belasteten Bodens wird im Kapitel 0 «Boden» eingegangen.

Ansonsten sind die Bereiche Abfälle und umwelt- resp. gesundheitsgefährdende Stoffe für den aktuellen Betrieb nicht relevant.

Projektauswirkungen

Bauphase

Die geplanten Änderungen und Erneuerungsarbeiten entlang der Seftigenstrasse verursachen verschiedene Abfallflüsse. Sowohl auf den Sanierungs- als auch den Neubauabschnitten ist der Rückbau von Strassenbelägen, Randsteinen, Tramschienen und bestehenden Masten und Fahrleitungen erforderlich. Weiter wird Aushub inkl. Bodenmaterial anfallen, welches abgeführt werden muss.

Eine allfällige Wiederverwertung von Bund- und Randsteinen etc. vor Ort wird nach aktuellem Stand der Technik im Rahmen der Ausschreibung berücksichtigt und umgesetzt.

Nachfolgend sind die Art, Qualität und Menge der Abfälle sowie die vorgesehenen Entsorgungswege aufgelistet:

Abfallart, (Bauteil)	Menge	Materialqualität	Entsorgungsweg
Aushub innerhalb KbS Nr. 0355 0212	5 m ³	wenig verschmutzt	Deponie Typ B,
Grabenaushub Werkleitung inkl. Entwässerung/Kanalisation	16'400 m ³	unbekannt	Gemäss VVEA
A Boden	1'130 m ³	unbelastet	nach Beprobung gem. VBBo, uneingeschränkte Wiederverwendung
Ober-Boden	860 m ³	schwach belastet	1. Priorität: Verwertung vor Ort 2. Priorität: Verwertung an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung 3. Priorität: Deponie Typ B
Beläge	3'550 m ³	unbelastet	Belagsrecycling
Bund-, Randsteine und Natursteinpflasterung	3'415 m Bund und Randsteine + 105 m ² Natursteinpflasterung	unbekannt	Wiederverwertung bzw. recycling
Betonabbruch (Fundamente, Betonsteine)	1'035 m ³	unbekannt	Betonrecycling
Foundationsschichten	2'170 m ³	unbelastet	Wiederverwertung bzw. recycling
Metallbauteile (Masten, Fahrleitungsdraht, Tramgleis, Geländer, Zäune)	665 m Zaun und Geländer 4400 m Tramgleis	unbelastet	Wiederverwertung bzw. Metallrecycling
Stellplatten und Stellsteine	1'745 m	unbelastet	Wiederverwertung bzw. recycling
Wartehalle Haltestellen	2 Stk	unbekannt	entsprechend der Bestandteile recyceln und entsorgen

Dach Tankstelle SIXT	1 Stk	unbekannt	Entsprechend der Bestandteile recyceln und entsorgen
----------------------	-------	-----------	--

Tabelle 14: Abfallmengen (Hauptkubaturen) und Entsorgungswege SEFT 3

Betriebsphase

5.14.3. Während der Betriebsphase werden durch das Projekt keine Abfälle generiert. Die Emissionen beschränken sich auf Feinstaub der Fahrzeuge (Tram, Motorfahrzeuge), welcher in geringem Masse durch den Brems-, den Schienen- und den Radabrieb entstehen. Massnahmen

Abf-01 *Entsorgungskonzept*

Vor Beginn der Rückbauarbeiten: Prüfung von Verwertungsoptionen und -kapazitäten für die zu erwartenden Abfallmengen. Erstellen und Einreichen detailliertes Entsorgungskonzept inkl. Formular «Baustellen-Entsorgungskonzept / Entsorgungswegweiser».

Abf-02 *Entsorgungsnachweis*

Nach Bauabschluss: Erstellen einer Schlusssdokumentation mit Entsorgungsnachweisen und allfällige Dokumentation verbleibender Restbelastungen (durch Fachperson Schadstoffsanierung).

Für den Umgang mit belastetem Bodenmaterial sind die Massnahmen im Kapitel 0 «Boden» massgebend.

5.14.4. Beurteilung

Mit der Umsetzung der vorgesehenen Massnahmen kann die Umweltschutzgesetzgebung in Bezug auf Abfälle eingehalten werden. Das geplante Vorhaben wird durch die Berichtverfassenden bezüglich Abfälle und umweltgefährdenden Stoffen als umweltverträglich beurteilt.

5.15. Umweltgefährdende Organismen

Das Vorhaben steht weder im Zusammenhang mit der Erzeugung noch mit dem Umgang mit genetisch veränderten oder pathogenen Organismen. Das Thema invasive Neophyten und Neozoen wird im Kapitel 0 «Flora, Fauna, Lebensräume» beschrieben.

5.16. Störfallvorsorge / Katastrophenschutz

5.16.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Bereich Störfallvorsorge und Katastrophenschutz sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfall-Verordnung, StFV) vom 27. Februar 1991
- Einführungsverordnung zur eidgenössischen Störfallverordnung (EV StFV) vom 1. Januar 1994
- Arbeitshilfe Störfallvorsorge bei den kantonalen Durchgangsstrassen, Bau- und Verkehrsdirektion, Tiefbauamt, Kanton Bern vom 1. August 2020

Weiter standen folgende projektspezifische Grundlagen zur Verfügung:

- Störfallvorsorge bei Projekten von kantonalen Durchgangsstrassen: Kurzbericht Screening «Sanierung Seftigenstrasse», von km 2.243 bis km 4.933

5.16.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Gemäss der Karte «Relevante Strassenabschnitte für den Vollzug der Störfallverordnung» des Kantons Bern ist die Seftigenstrasse der Störfallverordnung unterstellt. Aus diesem Grund wurde durch das Tiefbauamt ein Störfall-Screening für die Abschnitte SEFT 1, SEFT 2 und SEFT 3 erstellt. Die wichtigsten Ergebnisse für SEFT 3 sind nachfolgend zusammengefasst.

Der Kurzbericht des Screenings ist im Anhang 5.16-1 zu finden.

5.16.3. Projektauswirkungen

Screening-Berechnung für den Schadenindikator «Bevölkerung»: Störfallpunkte

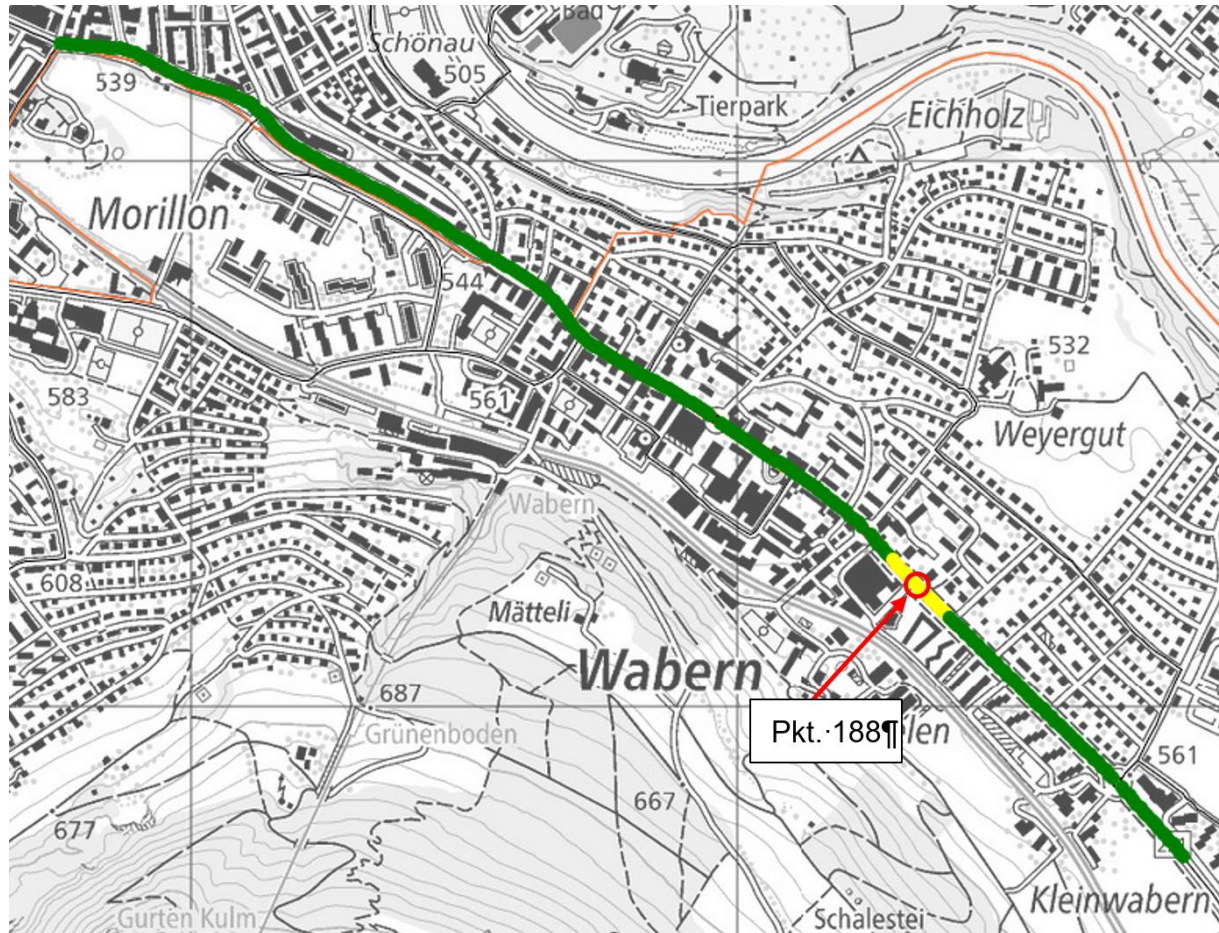


Abbildung 13: Ansicht: «Berechnete Störfallrelevanz Personen» Berechnete Störfallpunkte Nr. 181 - 195 (gelb) liegen im unteren Übergangsbereich

W-/A-Diagramm Bevölkerung

IST-Zustand
Punkt 188

SOLL-Zustand (nach Projektierung)
Punk 188

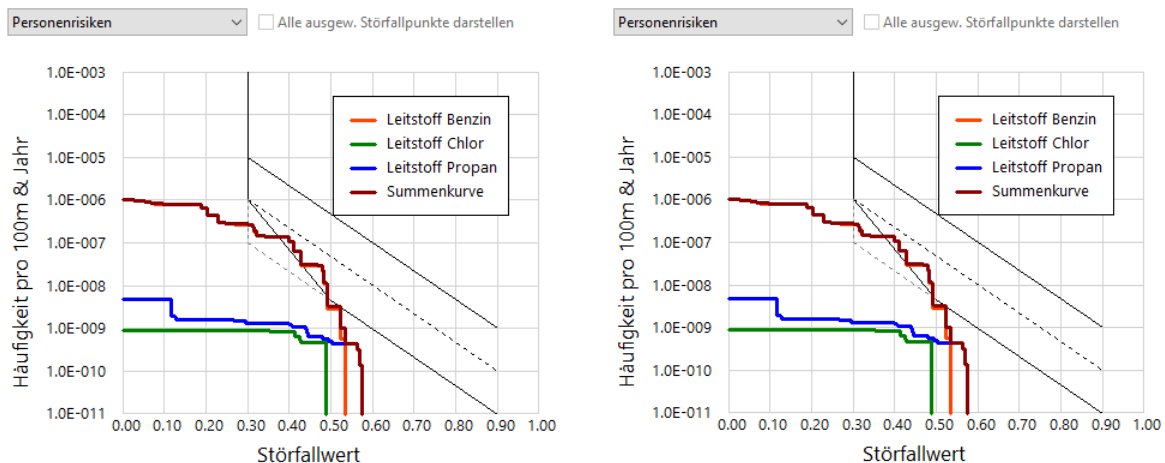


Tabelle 15: W-/A-Diagramm Bevölkerung

Eine Strecke von 140 m des total betrachteten Projektperimeters von 2'690 m liegt im «unteren Übergangsbereich» - aber damit immer noch im akzeptablen Bereich.

5.16.4. Massnahmen

Es sind keine Sicherheitsmassnahmen erforderlich.

5.16.5. Beurteilung

Gemäss dem Kurzbericht sind im Zusammenhang mit der Seftigenstrasse mögliche störfallrelevante Auswirkungen auf die Bevölkerung im akzeptablen Bereich. Es sind daher auch keine störfallrelevanten Auswirkungen des Vorhabens zu erwarten.

5.17. Wald

Das Vorhaben betrifft kein Waldareal. Der Umgang mit Einzelbäumen und Hecken wird in Kapitel 0 «Flora, Fauna, Lebensräume» abgehandelt.

5.18. Flora, Fauna, Lebensräume

5.18.1. Grundlagen und Vorgehen

Die Beurteilung erfolgt auf Basis folgender rechtlicher und fachlicher Grundlagen:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 01. Juli 1966
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz (NHV) vom 16.0 Januar 1991
- Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG) vom 20. Juni 1986
- Verordnung über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSV) vom 29.0 Februar 1988
- Verordnung über den Umgang mit Organismen in der Umwelt (Freisetzungsverordnung, FrSV) vom 10. September 2008

- Kantonales Naturschutzgesetz (NSchG) vom 15. September 1992
- Kantonale Naturschutzverordnung (NSchV) vom 10. November 1993
- Kantonale Verordnung über den Wildtierschutz (WTSchV) vom 26. Februar 2003
- Rote Liste der Gefässpflanzen der Schweiz
- Rote Listen der gefährdeten Tierarten der Schweiz
- Liste der National Prioritären Arten und Lebensräume
- Biotopinventare von Bund und Kanton Bern
- Zonenplan / Schutzzonenplan 1993 (Stand März 2025) und Baureglement 1993 der Gemeinden Köniz
- Delarze, R., Gonseth, Y. (2015): Lebensräume der Schweiz: Ökologie - Gefährdung - Kennarten; hep verlag ag, Bern.
- Hintermann und Weber (2017): Bewertungsmethode für Eingriffe in schutzwürdige Lebensräume.
- Heckenrichtlinie des Kantons Bern (2021)

Die Lebensräume wurden am 23. September 2022 und am 6. April 2023 kartiert. Zudem wurde am 30. August 2023 eine Begehung zur Nachsuche der Gold-Aster *Aster linosyris* durchgeführt. Die Beschreibung des Ausgangszustandes stützt sich auf diese Begehungen. Eine Ausmessung der Hecken mit GPS, damit die genaue Fläche festgehalten werden kann, ist erfolgt. Massgebend für die Unterteilung in schützenswerte bzw. geschützte (ersatzpflichtige Lebensräume) und nicht schützenswerte Lebensräume ist die Naturschutzgesetzgebung (NHG, NHV, NSchG, NSchV, JG). Wildhecken sind gemäss kantonalem NSchG Art. 27 geschützt. Eine Absprache bezüglich Heckenersatz mit dem Kanton Bern (ANF, OIK II), der Gemeinde Köniz, Stadtgrün und den Projektverfassern ist am 5. April 2023 erfolgt.

Gemäss Information von Beatrice Schranz (ANF, 26. April 2023) soll der Heckeneingriff und -ersatz mit einfacher Flächenbilanz (Mehrfaktor 1:1.25 und Artenliste) erfolgen. Dieser Faktor gilt für Hecken, die samt Wurzeln entfernt werden. Bei der Planung des Ersatzes ist die Qualität und Vernetzungsfunktion der bestehenden Hecke zu berücksichtigen. Bei einer Wiederherstellung (auf Stock setzen und wieder ausschiessen) ist kein Mehrfaktor einzurechnen. Wo möglich, ist ein Hecken-saum einzurichten.

Am 6. April 2023 wurden die Habitatbäume in der Hecke mit den Kriterien Baumhöhlen und Efeubewuchs erfasst.

Am 30. April 2024, 21. Mai 2024, 08. Juni 2024 wurden Vogel-Revierkartierungen entlang der Hecke durchgeführt. Die Witterung war an allen Rundgängen trocken, es wehten keine starken Winde und die Temperaturen waren der Jahreszeit entsprechend. Die Kartierungen starteten jeweils nach Anbruch der Dämmerung und dauerten eine Stunde. Wo möglich, wurden beide Seiten der Hecke abgescritten. Die Erhebung der Vögel erfolgte akustisch und visuell. Was die Revierkartierung

einschränkte, war der Verkehrslärm, der auf der Seftigenstrasse bereits zu frühen Morgenstunden erheblich ist und im Laufe des Rundgangs zunahm.

5.18.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Im Projektperimeter finden sich keine inventarisierten nationalen oder kantonalen Flächen. Die Hecken entlang der Seftigenstrasse sind im kommunalen Schutzzonenplan enthalten und gemäss BauR vom 7. März 1993 der Gemeinde Köniz geschützt (Abbildung 3). Wildhecken sind auch gemäss kantonalem Naturschutzgesetz geschützt. Die Bäume entlang der Bondelistrasse sind als Einzelbäume der Kategorie I im Schutzzonenplan erfasst. Sie dürfen nicht gefällt werden und sind bei ihrem Abgang durch ein mindestens drei Meter hohes Exemplar der gleichen Bedeutung zu ersetzen.



Abbildung 14: Hecke entlang der Seftigenstrasse, Sicht von der Bondelistrasse her.

Die Hecken entlang der Seftigenstrasse sind insgesamt etwa 800 m lang und ca. 4-6 m breit (bestockter Bereich, Abbildung 14). Ein genaues Ausmass mittels GPS ist erfolgt. Die Hecke nimmt eine Fläche von 4'264 m² ein. Die Hecken werden durch die Einmündung der Frischingstrasse in die Seftigenstrasse unterbrochen. Die Hecken weisen eine Vielzahl von verschiedenen Baum- und Straucharten auf. Gemäss Kartierungsgrundlage des Kantons Bern erfüllen sie die Stufe «ökologisch hochwertig» (Anhang 5.17-1). In der Hecke sind im Abschnitt zwischen der Kreuzung Morillonstrasse bis zur Frischingstrasse viele Asthaufen, etwas Totholz und einzelne Lesesteinhaufen vorhanden, was die Hecke zusätzlich aufwertet. Die Bewertung der Hecke erfolgte mit der Methode "Qualitative Bewertung einer Hecke oder eines Feldgehölzes" der Abteilung Naturförderung BE. In der Baumschicht dominiert die Wald-Föhre und der Berg-Ahorn, in der Strauchschicht der Rote

Hartriegel. Die Bestockung grenzt direkt an die Seftigenstrasse, an vielen Stellen ist kein Krautsaum ausgebildet. Auf den Parzellen 8733, 8734 und 9690 wird die Wiese als wenig intensiv genutzte Wiese der Qualitätsstufe I genutzt. Die Kronen der Bäume reichen auf das Trottoir hinaus. Die Strauchschicht ist bis auf etwa 2 m Höhe zurückgeschnitten. Auf der anderen Seite grenzt die Hecke an landwirtschaftlich genutzte Flächen. Hier sind Fettwiesen und Ackerland ausgebildet. Ein vollwertiger Krautsaum fehlt. Zwischen der Kreuzung Morillonstrasse und der Frischingstrasse wird bis direkt an die Hecke Ackerbau betrieben. Der fehlende Krautsaum schmälert den ökologischen Wert der Hecke. Gemäss DZV-Anhang 1, Ziff. 9.3, Bst. c ist bei Hecken im ausgemachten Perimeter von National- und Kantonsstrassen sowie von Eisenbahnlinien auf der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche kein begrünter Pufferstreifen erforderlich. Für Tiere sind die Hecken als Lebensraum und Vernetzungselement wichtig.

Vor dem Austrieb der Blätter wurden die Bäume in der Hecke nach Baumhöhlen und für Fledermäuse interessante Nischen und Efeu abgesucht. Bäume mit diesen Elementen werden nachfolgend Habitatbäume genannt. Die Baumhöhlen sind für höhlenbrütende Vogelarten und für Fledermäuse Lebensraumelemente von zentraler Bedeutung. Efeu bietet vielen Insekten im Herbst eine wichtige Nektarquelle und die Beeren stehen im Winter den Vögeln als Nahrung zur Verfügung. Zudem nisten einige Vogelarten im Efeu an Bäumen. Insgesamt wurden 43 Habitatbäume erfasst (Tabelle 16). Auf den Parzellen 4097 und 2497 (bis zur Sixt Autovermietung) wurden 7 Habitatbäume erfasst (7 Baumhöhlen und 5-mal Efeu). Die Bäume um das Gelände der Sixt-Autovermietung wurden nicht erfasst, da diese Hecke durch das Projekt nicht tangiert wird. Ab dem Gelände der Sixt-Autovermietung auf den Parzellen 2497, 9689 und 3927 wurden 6 Habitatbäume erfasst. 4 Baumhöhlen und 4-mal Efeu. Nach der Frischingstrasse auf den Parzellen 3935, 8733 und 8734 wurden 8 Habitatbäume mit insgesamt 11 Baumhöhlen und 3-mal Efeu erfasst. Auf der Parzelle 9690 / 3927 wurden 19 Habitatbäume mit insgesamt 31 Höhlen und 9-mal Efeu erfasst. Auf den Parzellen 9691 und 5385 wurden 3 Habitatbäume mit insgesamt 3 Baumhöhlen und 2-mal Efeu erfasst.

Parzellen Nr.	Anzahl Habitatbäume	Anzahl Baumhöhlen	Anzahl mit Efeubewuchs
4097, 2497 (bis Sixt Autovermietung)	7	7	5
2497 (ab Sixt-Autovermietung), 9689, 3927	6	2	4
3935, 8733, 8734	8	11	3
9690 /3927	19	31	9
9691, 5385	3	3	2
Total	43	54	23

Tabelle 16: Erfasste Habitatbäume mit Baumhöhlen und / oder Efeubewuchs

An den drei Rundgängen der Revierkartierung wurden insgesamt 15 Vogelarten festgestellt (Tabelle 17). Unter den kartierten Vogelarten befinden sich keine rote Liste Arten und keine Arten mit hoher nationaler Priorität. Die Artenzahlen und Revierdichten sind auf dem Abschnitt der Bondelistrasse am höchsten, was die Artenzusammensetzung und Stufung der Hecke auf der Seite der Bondelistrasse widerspiegelt. Einige der festgestellten Arten nutzen die Hecke als Brutplatz, andere nutzen die Hecke als Nahrungshabitat, Sitzwarten oder Unterschlupf. Die Hecke nimmt für

die festgestellten Arten eine bedeutende Rolle in ihrem Lebensraum ein. Insbesondere die Interaktion mit weiteren zur Hecke naheliegenden Gehölzelementen wie Bäumen und Sträucher wertet den Lebensraum der Arten weiter auf. In solchen Bereichen wurden die höchsten Artenzahlen und Revierdichten festgestellt.

Vogelart	Anzahl Reviere	Vogelart	Anzahl Reviere
Amsel	13	Mönchsgrasmücke	9
Blaumeise	14	Rabenkrähe	2
Buchfink	5	Ringeltaube	5
Stieglitz	1	Rotkehlchen	1
Gartenbaumläufer	3	Star	5
Girlitz	1	Sumpfmeise	1
Hausperling	8	Türkentaube	1
Kohlmeise	1		

Tabelle 17: Im Rahmen der vereinfachten Revierkartierung festgestellte Vogelarten und die Anzahl Reviere

Die Hecken sind stark durch Störungen und Verkehr beeinträchtigt. Andererseits stellen sie in diesem Ausmass im Siedlungsgebiet eine sehr wertvolle Vernetzungsstruktur dar. Dies gerade auch im Hinblick auf die ökologische Infrastruktur.

Hecken und Habitatbäume sind gemäss NHG und NSchG geschützt. Nur bei standortgebundenem Vorhaben von übergeordnetem Interesse ist ein Eingriff mit angemessenem Ersatz möglich. Der Ersatz der Hecken hat gemäss Heckenrichtlinie des Kanton Bern zu erfolgen.

Bei den Bäumen entlang der Bondelistrasse handelt es sich um Platanen (nicht einheimisch).

Weitere schützenswerte oder geschützte Lebensräume kommen im Projektperimeter nicht vor.

Die Meldung der geschützten Pflanzenart *Aster linosyris* aus dem Jahr 2015 konnte nicht bestätigt werden. Am 30. August 2023 wurde eine Begehung zur Suche der Art durchgeführt. Die Art kommt in trockenen Felshängen und Flaumeichenwäldern vor. Diese Lebensraumbedingungen sind im Projektperimeter SEFT 3 nicht anzutreffen.

5.18.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Durch das Projekt wird eine bestockte Fläche von 1'462 m² definitiv und eine bestockte Fläche von 1'470 m² temporär entfernt (Entfernung der Wurzelstöcke, Tabelle 18). Zusätzlich wird auf einer Fläche von 507 m² die Hecke auf Stock gesetzt (auf Bodenhöhe zurückgeschnitten). Diese Flächen wurden zu Gunsten des Heckenschutz optimiert.

Parzellen Nr.	Quadratmeter Hecke	Quadratmeter Hecke entfernt	Quadratmeter Hecke tempo- rär entfernt (inkl. Wurzeln)	Quadratmeter Hecke temporär auf Stock
4097, 2497 (bis Sixt Autovermie- tung)	946	58	414	0
2497 um Sixt Au- tovermietung	287	0	0	0
2497 (ab Sixt-Au- tovermietung), 9689, 3927 (bis Frischingstrasse)	769	639	130	0
3935, 8733, 8734	702	99	539	0
9690 / 3927 (ab Frischingstrasse)	1'293	399	387	507
9691	267	267	0	0
Total	4'264	1'462	1'470	507

Tabelle 18: Die Fläche der Heckeneingriffe aufgeführt nach Heckenabschnitten. Quelle der Zahlen: technischer Bericht.

Die Tiere, die die Hecken heute bewohnen, allen voran die Vögel, verlieren ihren Lebensraum (bis auf 825 m²). Bis neu gepflanzte Hecken ihnen neuen Lebensraum bieten, vergehen ca. 15 Jahre. Dies wird damit ausgeglichen, dass eine grössere Fläche für den Heckenersatz angeboten werden muss. Durch die Entfernung der Hecken gehen auch Kleinstrukturen wie Asthaufen, Lesesteinhaufen und liegendes Totholz in den Hecken sowie weitere Nischen verloren. Diese Strukturen sind für Kleinsäuger, Igel, Insekten und weitere Tiere wichtige Lebensraumelemente. Um den Verlust etwas aufzufangen, sollen Kleinstrukturen wie Asthaufen gleichmässig auf den wiederhergestellten Flächen und Ersatzflächen installiert werden. Die Distanz zwischen den Kleinstrukturen sollte nicht grösser als 20 Meter sein. Bestehende Kleinstrukturen sind möglichst zu erhalten.

Von den insgesamt 43 Habitatbäumen in der Hecke werden insgesamt 24 Habitatbäume gefällt mit insgesamt 24 Baumhöhlen und 15 mit Efeu (Tabelle 19). In den temporär tangierten Hecken bleiben so viele Bäume wie möglich erhalten. Von den 43 Habitatbäumen bleiben 19 Habitatbäume mit insgesamt 32 Baumhöhlen und 8 mit Efeu erhalten. Mit den Baumhöhlen und dem Efeu auf den Bäumen gehen Nistplätze, Unterschlupfmöglichkeiten und Nahrungsgrundlagen verloren. Bis diese wertvollen Strukturen wieder an den neu gepflanzten Bäumen in der Hecke vorhanden sind, dauert es 40 – 50 Jahre. Um diesen Verlust etwas zu kompensieren sollen 24 Nistkästen für Höhlenbrüter wie Kohl-, Blau- und Sumpfmehle, Star und Haussperlinge und 24 Fledermauskästen gleichmässig verteilt in der gesamten Hecke, mit Ausnahme der Hecke um die Sixt-Autovermietung, installiert werden. Die Kästen dürfen nicht der prallen Sonne ausgesetzt sein. Eine gewisse Beschattung ist sicherzustellen.

Parzellen Nr.	Anzahl Habitatbäume	Anzahl Habitatbäume gefällt	Anzahl Baumhöhlen verloren	Anzahl mit Efeubewuchs verloren
4097, 2497 (bis Sixt Autovermietung)	7	3	3	2
2497 (ab Sixt-Autovermietung), 9689, 3927	6	6	2	4
3935, 8733, 8734	8	7	10	3
9690 /3927	19	5	6	4
9691, 5385	3	3	3	2
Total	43	24	24	15

Tabelle 19: Auflistung der Eingriffe an den Habitatbäumen

Im Rahmen des Projekts müssen 61 Bäume definitiv entfernt werden, wovon 52 Bäume in der Hecke tangiert sind. Dies aufgrund der Neuerstellung von Fahrleitungsmasten, Veränderung des Strassenquerschnitts und im Bereich der Betriebswendeschlaufe. Insgesamt werden 104 Bäume neu gepflanzt, wovon 20 in der Hecke gepflanzt werden. 10 Bäume werden ausserhalb des Projektperimeters auf dem Areal der Stiftung Bächtelen gepflanzt. Die Bäume entlang der Bondelistrasse sind als Einzelbäume der Kategorie I im Schutzzonenplan erfasst. 8 der Bäume werden gefällt. Die 8 Bäume sind durch mindestens 3 Meter hohe Exemplare zu ersetzen. Entlang der Bondelistrasse werden insgesamt 18 Bäume neu gepflanzt. Der Baumbestand im Projektperimeter wird um 33 Bäume vergrössert, hinzu kommen die 10 Bäume ausserhalb des Projektperimeters auf dem Areal der Stiftung Bächtelen.

Für die Pflanzung der Bäume und Sträucher in der Hecke auf den Parzellen 4097, 2497, 3927 (ausser auf Stock gesetzter Teil), 9689, 3935, 8733, 8734, 7867, 9690 (ausser auf Stock gesetzter Teil) und 9691 auf insgesamt 2932 m² müssen standortangepasste einheimische Arten regionaler Herkunft gepflanzt werden. Zucht-Varietäten sind nicht zulässig. Mit der Pflanzung von Alleebäumen entlang der Bondelistrasse soll der Baumverlust in der Hecke etwas aufgefangen werden. Aus Gründen der Biodiversität empfehlen wir ausschliesslich einheimische Arten (keine Varietäten) zu pflanzen. Die 8 Einzelbäume der Kategorie I im Schutzzonenplan der Gemeinde Köniz die gefällt werden sind mit mindestens 3 Meter hohen Exemplaren zu ersetzen, wobei wir empfehlen, den Ersatz mit einheimischen Baumarten regionaler Herkunft ohne Varietäten zu leisten. Bei einheimischen Arten ist Pflanzgut regionaler Herkunft (regionale Genetik) ohne Varietäten zu wählen. Die Pflanzung von Flatterulmen ist vorgesehen. Die Flatterulme (*Ulmus laevis*) gilt in der Schweiz als stark gefährdet (rote Liste EN). Eine der Gefährdungsursachen ist gemäss InfoFlora die «Vermischung mit Pflanzen unbekannter Herkunft». Die Flatterulme ist eine Art der Hartholz-Auenwälder. Entlang der Aare zwischen Thun und Bern sind ein paar wenige Fundmeldungen vorhanden. Von der Pflanzung gefährdeter Arten ausserhalb von Artenförderungsprojekten wird abgeraten. Werden Flatterulmen gepflanzt, ist zwingend regionaltypische Genetik zu verwenden. Sollte dies nicht möglich sein, ist auf die Pflanzung von Flatterulmen zu verzichten.

Betriebsphase

Während dem Betrieb sind die Hecken angemessen ersetzt. Die Vernetzung ist nach 15 Jahren teilweise wieder hergestellt. Die neugepflanzte Hecke bei der Wendeschleife südseitig der Seftigenstrasse ist nicht mehr direkt mit dem Rest der Hecke verbunden. Mittels Kleistrukturen, artenreicher Begrünung und den Baumpflanzungen ist eine minimale Vernetzung gewährleistet. Bis die gepflanzten Bäume in der Hecke wieder die gleiche Funktion erfüllen, dauert es mindestens 50 Jahre. Kleinstrukturen wie Asthaufen und in Sandlinsen teileingegrabene Wurzelstöcke und Nisthilfen für Vögel und die Fledermauskästen mindern die negativen Auswirkungen. Mit dem Anpflanzen neuer Alleebäume entstehen über die Jahre wertvolle Wechselwirkungen zwischen Hecken und Alleebäumen. In der Hecke sind einheimische Baum- und Straucharten regionaler Genetik gepflanzt. Bei den Strassenbäumen sind, wo es die Platzverhältnisse und das Mikroklima es zulassen, einheimische Baumarten gepflanzt.

Im Bereich der Haltestelle Sandrain werden zusätzlich, hauptsächlich für die Quervernetzung für Insekten, Trittstein-Lebensräume geschaffen. Nordseitig der Seftigenstrasse, im Bereich Abzweiger Sandrain, werden auf den Restflächen zwischen den Fahrbahnen, Velowegen und Fussgängerbereichen mittels Kleinstrukturen wie Sandlinsen, Lesesteinhaufen, Asthaufen, Totholzelementen, u.a. vielfältige Lebensräume geschaffen. Gleichartige Flächen mit denselben Kleinstrukturen im Bereich der Betriebswendeschleife, südseitig der Seftigenstrasse, sollen eine gewisse Quervernetzung gewährleisten. Das starke Verkehrsaufkommen auf der Seftigenstrasse bietet zwar kaum Möglichkeiten für eine Quervernetzung. Für Fluginsekten können die Trittsteine bei guter Ausführung einen gewissen Nutzen aufweisen, deren Umsetzung ist daher begrüssenswert. Wo es die Nutzungsansprüche zulassen, werden artenreiche Samenmischungen eingesetzt. Dabei ist darauf zu achten, dass Saatgut regionaler Herkunft (regionale Genetik, mind. aus der gleichen biogeografischen Region) verwendet wird. Bei der Neuansaat von durch das Projekt tangierten Biodiversitätsförderflächen, wird empfohlen mit geeigneter Saatbettbearbeitung und geeignetem Saatgut regionaler Herkunft eine möglichst hohe ökologische Qualität der angesäten Flächen zu erreichen.

Mit der Sanierung der Seftigenstrasse wird eine neue Beleuchtung installiert. Die Beleuchtung richtet sich nach den Normen, die für entsprechende Strassen erfüllt werden müssen. Es wird versucht, möglichst nur die Zielflächen zu beleuchten und wenig Streuung zu erzeugen. Lichtemissionen in die Hecke sind jedoch nicht zu vermeiden. Die Vollzugshilfe des BAFU sieht keine spezifischen Massnahmen zur Reduktion der Lichtemissionen auf natürliche Elemente wie die Hecke entlang der Seftigenstrasse vor. Lichtemissionen haben auf verschiedenste Tierarten negative Auswirkungen. Insekten werden von Licht angezogen und kreisen bis zur tödlichen Erschöpfung im Lichtkegel. Licht mit vielen Blauanteilen, also eher "kaltes" Licht, wirkt sich besonders problematisch aus und sollte vermieden werden. Lichtemissionen können den ökologischen Wert der Hecke schmälern. Das Beleuchtungskonzept orientiert sich an der Vollzugshilfe des BAFU. Da die Vollzugshilfe natürliche Elemente nicht berücksichtigt, sind entsprechend auch keine spezifischen Massnahmen zur Reduktion der Lichtemissionen auf die Hecke vorgesehen. Dennoch wird im Rahmen der Normenvorgaben versucht, die Lichtstreuung gemäss der BAFU-Vollzugshilfe auf ein Minimum zu reduzieren. Sind bei den Tramhaltestellen Glastrennwände vorgesehen, sind die Empfehlungen der Broschüre "Vogelfreundliches Bauen mit Glas und Licht" (Rössler et al. 2022) zu berücksichtigen.

Bilanzierung

Die Flächenzahlen basieren auf dem technischen Bericht. Von den 4'264 m² Hecken werden 3'439 m² durch das Projekt tangiert (Tabelle 20). Insgesamt sind 2'932 m² Hecke mit dem Faktor 1.25 zu ersetzen. 507 m² Hecken werden auf den Stock gesetzt, diese müssen nicht mit einem Mehrfaktor ersetzt werden. Insgesamt müssen gewichtet 4'172 m² Hecke ersetzt werden. Davon werden 1'977 m² auf bestehenden Heckenstandorten ersetzt. Weitere 1'679 m² werden neu als Hecke bepflanzt. Hinzu kommen 999 m² Krautsaum der neu angelegt wird. Auf 284 m² (Parzelle 9689) wird in Absprache mit der Abteilung Naturförderung auf eine Heckenpflanzung verzichtet. Dies ist nur möglich, weil ein Überschuss an Heckenersatzfläche vorliegt. Zur Gewährleistung der Längsvernetzung werden auf der Fläche Kleinstrukturen (Kleine Buschgruppen, Sandlinsen, Asthaufen, trockener Saum) erstellt. Die Hälfte davon (142 m²) sind als Heckenersatz anrechenbar. Die Heckenersatzfläche beträgt insgesamt 4'798 m², womit 626 m² mehr Heckenersatzflächen geschaffen werden, als gemäss Heckenrichtlinie erforderlich sind. Eine Mehrfläche wird gefordert, da der Strassenabstand der Hecke von 6 Metern nicht eingehalten wird.

Gesamtbilanz Eingriff & Ersatz HECKEN						
	Nr.	Fläche ungewichtet		Faktor	Fläche gewichtet	
Hecken Eingriffe Total [1]		3'439	m2		4'172	m2
Hecken definitiv betroffen	1	1'462	m2	1.25	1'828	m2
Hecken temporär betroffen (Wurzelstöcke entfernt)	2	1'470	m2	1.25	1'838	m2
Hecken temporär betroffen (auf Stock)	3	507	m2	1.00	507	m2
Hecken Ersatz Total [2]		4'798	m2		4'798	m2
Hecken temporär betroffen (Wurzelstöcke entfernt)	2	1'470	m2	1.00	1'470	m2
Hecken temporär betroffen (auf Stock)	3	507	m2	1.00	507	m2
Ersatzfläche 1 (für Hecken) - Parz. 9690	4	1'165	m2	1.00	1'165	m2
Ersatzfläche 2 (für Hecken) - Parz. 9691	4	230	m2	1.00	230	m2
Ersatzfläche Hecke (bestockt)	4	284	m2	1.00	284	m3
Krautsaum und Kleinstrukturen	5+6	1'142	m2	1.00	1'142	m2
Differenz [2] - [1]					626	m2

Tabelle 20 Gewichtet müssen 4'172 m² Hecken ersetzt werden. Die Heckenersatzfläche im Projektperimeter beträgt 4'798 m². Quelle: Technischer Bericht

5.18.4. Massnahmen

FFL-01 Brutzeiten respektieren

Das Entfernen von Hecken und Bäumen darf nur ausserhalb der Brutzeit von wildlebenden Vögeln und Säugetieren stattfinden (nicht zwischen 1. April und 31. Juli).

FFL-02 Hecken

Die Hecken sind angemessen zu ersetzen oder wiederherzustellen. Dabei sind einheimische, ökologisch wertvolle Bäume und Sträucher von regionaler Herkunft (regionale Genetik) zu verwenden. Es dürfen keine Varietäten gesetzt werden. Bei Hecken, die nicht auf den Stock gesetzt werden können, ist ein Faktor von 1:1.25 zu verwenden. Auf Parzelle 9690 ist ein Krautsaum zu berücksichtigen.

FFL-03 Hecken

Es sind in den ersten 5 Jahren nach Pflanzung der Hecke alle 20 Meter Kleinstrukturen wie Asthaufen und in Sandlinsen teileingegrabene Wurzelstöcke anzulegen. Für die Erstellung der Strukturen sind Lücken im Pflanzplan vorzusehen.

- FFL-04 *Hecken*
In der Hecke sind mindestens 20 Bäume einheimischer, standorttypischer Arten zu setzen. Es sind Bäume mit regionaler Genetik zu pflanzen. Es dürfen keine Varietäten gepflanzt werden. Die Standorte orientieren sich an den Standorten der gefälltten Bäume.
- FFL-05 *Hecken*
In der Hecke sind gleichmässig verteilt 24 Vogelnistkästen für die Arten Blau-, Kohl- und Sumpfmeise, Star und Feld- / Haussperling anzubringen. Die Nistkästen sind vor starker Sonneneinstrahlung zu schützen (Gefahr von Überhitzung). Die Nistkästen sind mindestens alle zwei Jahre zu reinigen.
- FFL-06 *Hecken*
In der Hecke sind gleichmässig verteilt 24 Fledermauskästen anzubringen. Die Kästen sind vor starker Sonneneinstrahlung zu schützen (Gefahr von Überhitzung).
- FFL-07 *Kleinstrukturen auf Parzelle 9689*
Auf 284 m² werden zur Gewährleistung der Längsvernetzung Kleinstrukturen gemäss Detailkonzept erstellt. Insgesamt sind 17 Kleinstrukturen vorgesehen. Als Kleinstrukturen sind Buschgruppen aus einheimischen Wildrosensträuchern, Asthaufen und in Sandlinsen teileingegrabene Wurzelstöcke vorgesehen.
- FFL-08 *Einzelbäume*
Die gefälltten Bäume entlang der Bondelistrasse sind durch min. 3 m hohe Exemplare im Projektperimeter zu ersetzen. Der Baumbestand im Projektperimeter entlang der Bondelistrasse besteht nach den Ersatz- und Ergänzungspflanzungen mehrheitlich aus einheimischen Arten.
- FFL-09 *Neophyten*
Das Aufkommen von invasiven Neophyten wird innerhalb des Projektperimeters während der Bauphase und drei Jahre darüber hinaus bekämpft.
- FFL-10 *UBB / ÖBB*
Die fachgerechte Umsetzung der Heckenpflanzung, Erstellung der Kleinstrukturen, Anlage von artenreichen Begrünungen sowie die Installation der Nist- und Fledermauskästen ist mittels einer UBB / ÖBB zu begleiten.

5.18.5. Beurteilung

Unter der Voraussetzung eines angemessenen Ersatzes der tangierten Hecken und Bäume in Kombination mit Kleinstrukturen, Nistkästen für Vögel und Fledermauskästen, kann das Projekt aus Sicht der Berichtverfasser im Aspekt «Flora, Fauna, Lebensräume» umweltverträglich durchgeführt werden.

5.19. Lichtemissionen

5.19.1. Grundlagen und Vorgehen

Für die Beurteilung des Aspekts Lichtemissionen sind folgende Grundlagen massgebend:

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 7. Oktober 1983
- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966
- Vollzugshilfe «Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen», BAFU 2021
- Beleuchtungskonzept von Lumium vom 23.10.2024

Der Projektperimeter befindet sich mitten im Siedlungsgebiet. Bezüglich Lichtemissionen sind sowohl Störungen bei Anwohnenden als auch die Lichtverschmutzung und deren Einfluss auf Flora und Fauna zu minimieren.

5.19.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Das Projekt betrifft eine Hauptverbindungsachse zwischen den südöstlichen Agglomerationsgemeinden und der Stadt Bern. Der Projektperimeter befindet sich mitten im Siedlungsgebiet und ist entsprechend ausgeleuchtet. Südlich der Seftigenstrasse befindet sich die *Morillonmatte* - eine grosse Wiese mit entsprechenden Naturwerten und gesäumt durch eine breite Hecke (vgl. Kapitel 0 «Flora, Fauna, Lebensräume»). Im Ausgangszustand befinden sich Kandelaber mehrheitlich auf der nördlichen Strassenseite, vereinzelt hängen sie an Seilen mitten über der Strasse. Die Ausgangslage wurde im Rahmen des Beleuchtungskonzeptes der Firma Luminum ausgewertet. Folgende Aspekte wurden erkannt:

Die derzeitige Beleuchtung entspricht im Allgemeinen nicht den Anforderungen und dem zukünftigen Nutzen des Gebiets. Die vorhandene Beleuchtungsanlage ist sanierungsbedürftig. Aktuell ist die Ausleuchtung der Gehwege auf der Tramseite unzureichend. Die Strassenbeleuchtung bietet eine ungleichmässige Verteilung des Lichts, was zu einer schlechten Sichtbarkeit führt und damit die Sicherheit der Fussgänger beeinträchtigt. Besonders in den Konfliktbereichen, wie zum Beispiel im Bereich des Sandrain, ist die Beleuchtung derzeit ungenügend. Diese mangelnde Ausleuchtung stellt ein erhöhtes Risiko für Unfälle und Straftaten dar. Zusätzlich existieren erhöhte Emissionen im Strassenraum, die durch Werbereklamen ab dem Knotenpunkt Monbijoustrasse verursacht werden.

5.19.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Die Baustelle wird sich in der Bauphase insbesondere während Nachtarbeiten auf Lichtemissionen resp. -immissionen auswirken. Voraussichtlich wird lediglich während einer den Intensivbauphasen Nachtarbeiten ausgeführt. Auf der *Morillonmatte* (Parzellen 2497, 9689) sind eine temporäre Umfahrungsstrasse sowie Installations- und Lagerplätze vorgesehen, die ausgeleuchtet sein werden. Die zusätzliche Beleuchtung dieser Räume wird die Lichtemissionen nur temporär erhöhen.

Betriebsphase

Das Beleuchtungskonzept des sanierten Abschnitts der Seftigenstrasse wurde durch die Firma Luminum erarbeitet, welche auch den Ausgangszustand fachlich analysiert und ausgewertet hat. Um die Beleuchtung den zukünftigen Anforderungen gerecht zu gestalten, sind folgende Anpassungen erforderlich:

- **Beleuchtungsniveau dem Nutzen angepasst:** Die Beleuchtung soll auf das tatsächliche Nutzungsprofil des Gebiets abgestimmt werden.
- **Normerfüllung für die Strasse:** Die Beleuchtung soll den normativen Anforderungen in Bezug auf Intensität und Gleichmässigkeit entsprechen.
- **Normerfüllung bei Fussgängerstreifen und Konfliktzonen:** Insbesondere an Fussgängerstreifen und in Konfliktzonen, wie dem Bereich des Sandrain, ist eine verstärkte Fokussierung auf die Normerfüllung nötig.
- **Optimierte Kandelaberstandorte:** Die Positionierung der Kandelaber sollte optimiert und in enger Abstimmung mit der Gestaltung der Umgebung sowie den Anforderungen der Fahrleitungen geplant werden.

- **Klare Schnittstellen zwischen den Beteiligten:** Für eine erfolgreiche Umsetzung sollten klare Schnittstellen zwischen den beteiligten Institutionen definiert werden.
- **Reduktion der Lichtemissionen:** Die Beleuchtung soll den Vorgaben der Vollzugshilfe des BAFU (7- Punkte Plan) entsprechen, um die Lichtemissionen im öffentlichen Raum zu reduzieren.
- **Einheitliche Kandelaber:** Die Verwendung einheitlicher Kandelaber ist erforderlich, um eine sowohl ästhetische als auch funktionale Form im gesamten Bereich zu gewährleisten.
- **Gestalterische Aufwertung des Perimeters:** Durch die Umsetzung dieser Anpassungen wird die gestalterische Aufwertung des gesamten Perimeters erzielt.

Es kann somit von einer Verbesserung der Beleuchtungssituation während der Betriebsphase ausgegangen werden, da durch die gezielten Anpassungen in der Beleuchtung sowohl die Sicherheit als auch die visuelle Qualität des Strassenraums nachhaltig erhöht werden.

Detaillierte Angaben zur Berechnung und Beurteilung sind in dem Lichtkonzept zu entnehmen.

5.19.4. Massnahmen

Li-01	<i>Normerfüllung</i> Die geltenden Normen, Vorgaben und Vollzugshilfen sind gemäss Lichtkonzept umzusetzen. Die Beleuchtung ist so wählen, dass im Rahmen der Normerfüllung die Lichtemissionen auf die Hecke möglichst gering ausfallen. Im Rahmen der Detailprojektierung ist zu prüfen, ob die Standard - Leuchten gem. Produktvorgabe des Kantons Bern zum Schutz der Insekten allenfalls mit einer Lichtfarbtemperatur 3000K (statt 4000K) ausgestattet werden können.
Li-02	<i>Visuelle Kohärenz</i> Einheitliche Kandelaber und Leuchtmittel fördern eine harmonische Gestaltung des gesamten Perimeters.
Li-03	<i>Beleuchtungssteuerung</i> Es ist zu prüfen, ob eine tageslicht- resp. witterungsabhängige Steuerung eingesetzt werden kann.
Li-04	<i>Lichtfarbe</i> Licht mit vielen Blauanteilen (kurzwelliger Bereich) ist möglichst zu vermeiden.

5.19.5. Beurteilung

Das Projekt beansprucht mehrheitlich Strassenräume, welche im Ausgangszustand schon ausgeleuchtet sind. Im Bereich der Betriebswendeschleife entsteht ein neu ausgelichteter Raum. Durch die Sanierung können auch an der Beleuchtung des betroffenen Strassenabschnitts der Seftigenstrasse Anpassungen ausgeführt werden. Diese stellen eine wesentliche Verbesserung sowohl hinsichtlich der funktionalen als auch der ästhetischen Anforderungen dar. Durch die Einhaltung der Vorgaben der Vollzugshilfen des BAFU wird die Beleuchtung so optimiert, dass der Lichtsmog minimiert und die Umweltbelastung nicht unnötig erhöht wird. Die einheitliche Ausleuchtung des Verkehrsraums erhöht die Sicherheit für den LSV und erzielt auch visuell eine Verbesserung.

5.20. Landschaft und Ortsbild

5.20.1. Grundlagen und Vorgehen

Für den Umweltbereich Landschaft und Ortsbild sind folgende rechtlichen und fachlichen Grundlagen massgebend:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) vom 1. Juli 1966, Stand am 1. Januar 2022
- Verordnung über das Bundesinventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (VISOS), vom 9. September 1981, Stand 1. Mai 2024
- Denkmalpflegegesetz (DPG) des Kantons Bern vom 8. September 1999
- Denkmalpflegeverordnung (DPV) des Kantons Bern vom 25. Oktober 2000
- Baugesetz (BauG) des Kantons Bern vom 09. Juni 1985
- Bauverordnung (BauV) des Kantons Bern vom 6. März 1985
- Schutzplan 1993 Gemeinde Köniz, map.koeniz.ch (Stand: Dezember 2024)
- Baureglement - Besondere Vorschriften zu Nutzungsplan und Schutzplan der Gemeinde Köniz, 23. September 2018 mit Änderungen bis 01. Juli 2024
- Nutzungszonenplan der Stadt Bern, map.bern.ch (Stand: Dezember 2024)
- Baumschutzreglement der Stadt Bern (BSchR) vom 07. Juni 1998 (Stand 01.07.2014)
- Baumschutzplan der Stadt Bern (Stand: Dezember 2024)
- Baumkataster der Stadt Bern, map.bern.ch (Stand: Dezember 2024)
- Überbauungsordnung Morillon, Gemeinde Köniz, genehmigt am 30. Juni 1993, mit Änderung vom 19. Juni 2006
- Die Landschaften der Schweiz. Landschaftstypologie Schweiz, Teil 2 – Beschriebe der Landschaftstypen (ARE 2011)
- Landschaftskonzept Schweiz. Landschaft und Natur in den Politikbereichen des Bundes, Umwelt-Info Nr. 2011 (BAFU 2020)
- Kantonalesschaftsentwicklungskonzept (KLEK), Kanton Bern, 2020
- Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept RGSK Bern – Mittelland, 2025

Das Thema Lichtemissionen wird im Kapitel 5.19 «Lichtemissionen» abgehandelt.

5.20.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Landschaftsbild und -charakter

Das Vorhaben befindet sich im Siedlungsgebiet der Gemeinden Bern und Köniz. Dieses befindet sich südlich der Aare und Nordwestlich des „Hausberg“ Gurten. Am Fusse des Gurtens befindet sich eine flachere Ebene, welche weiter gegen Norden zur Aare abfällt. Diese ist auch an die erweiterte Ebene, in der sich die Gemeinde Köniz und Bern vereinen, angeschlossen. Im Verlauf nach Osten verengt sie sich zum Fusse des Gurtens und der mäandrierenden Aare. Weitere bewaldete Erhebung in der Nähe sind das Steinhölzli und der Chünizerbergwald. Die Nähe zur Aare

ist symptomatisch für die Stadt Bern und näheren Umgebung. Beide Elemente geben einen landschaftlichen Rahmen um den Siedlungsgurt, welcher sich von West nach Richtung Kehrsatz langsam auflockert.

Landschaftstypologie

Gemäss Landschaftstypologie befindet sich das Gebiet in dem Landschaftstyp 33, der «Stadtlandschaft» (ARE 2011). Angrenzend und zusammenhängend ohne markanten Übergang befindet sich der Landschaftstyp 34, die „Siedlungslandschaft“ (vgl. Abbildung 15). Das Gebiet hat somit von beiden Landschaftstypen gewisse Merkmale und transformiert sich bandartig entlang der Verkehrsachse der Seftigenstrasse von Westen Richtung Osten. Der angrenzende Gurten bildet als futterbaugeprägte Hügellandschaft des Mittellandes eine naturnahere Landschaftstypologie aus.

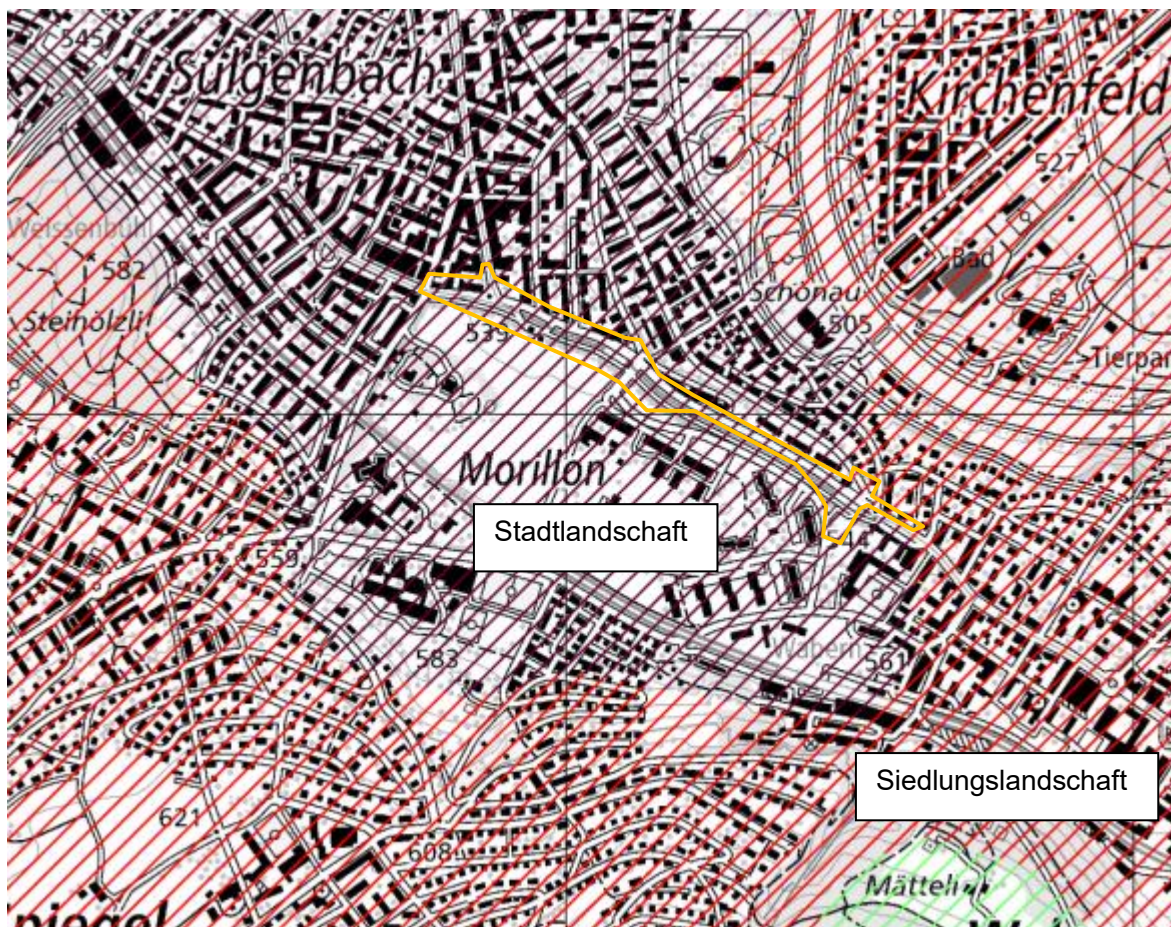


Abbildung 15: Landschaftstypologien der Schweiz, Projektperimeter orange
(Quelle: map.geo.admin.ch, Stand Dezember 2024)

Die Landschaft ist einerseits durch die dicht genutzte Wohnzone sowie deren Erschliessungen und Durchgänge geprägt, andererseits befinden sich in der Umgebung auflockernde Elemente wie den Morillonpark sowie Naherholungsgebiete in Form von bewaldeten Erhebungen und der Aare.

Schonender Umgang mit Landschaft (Landschaftskonzept Schweiz)

Das Landschaftskonzept (BAFU 2020b) wurde durch den Bundesrat als Konzept des Bundes verabschiedet und formuliert sieben allgemeine Landschaftsqualitätsziele und sieben Qualitätsziele

für spezifische Landschaften. Die allgemeinen Landschaftsqualitätsziele sollen durch eine sorgfältige Projektierung und landschaftliche Begleitung aufgegriffen werden (z.B. 1 – Landschaftliche Vielfalt und Schönheit wahren, 4 – Eingriffe sorgfältig und qualitätsorientiert ausführen, 8 – Städtische Landschaften qualitätsorientiert verdichten, Grünräume sichern).

Für landschaftsrelevante Sektoralpolitiken, wie Verkehrsinfrastrukturen, nennt das Landschaftskonzept Schweiz folgende spezifischen Sachziele, den folgenden Planungs- und Projektierungsschritten zu erfüllen sind:

Ziel 10.A und E: Sie sind gut in die Siedlungsräume integriert und ihre landschaftliche und ökologische Trennwirkung ist mit Massnahmen wesentlich reduziert.

Ziel 10.B: Bei grundlegenden Änderungen, wie der Gesamtsanierung, sind die Möglichkeiten einer Bündelung mit neuen oder bestehenden Infrastrukturen geprüft.

Ziel 10.C: Verkehrslärm wird an der Quelle minimiert, Beleuchtungen der Verkehrsinfrastrukturen sind optimiert.

Ziel 10.F: Die Grünflächen im Strassen- und Schienenverkehrsbereich sollen naturnah gestaltet werden.

Besiedlung

Das Projektumfeld ist entsprechend der Landschaftstypologie Stadtlandschaft stark besiedelt. Es zeichnet sich vor allem entlang der Haupt- und Nebenerschliessungen eine Verdichtung ab.

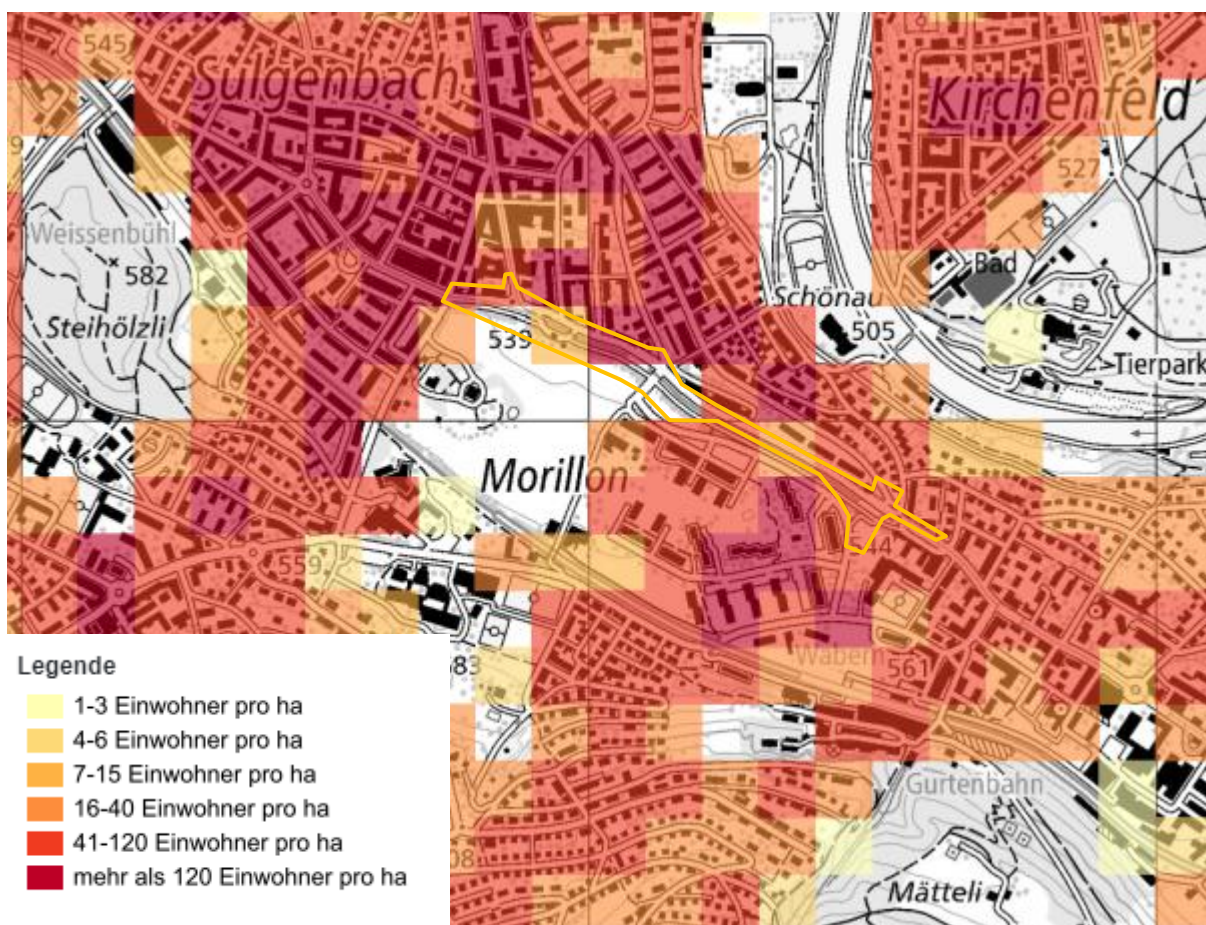


Abbildung 16: Einwohnerdichte, Projektperimeter orange (Quelle: map.geo.admin.ch, Stand Dezember 2024)

Einsehbarkeit

Aufgrund der dichten Bebauung ergeben sich wenige Blickpunkte auf das Vorhaben. Das Projekt ist aus den angrenzenden Häuserreihen sowie auf der Tramlinie, Strassenführung und den Fusswegen sichtbar. Aus Sicht Norden schirmt sich die Seftigenstrasse optisch durch Hecken und Baumreihen entsprechend ab. Von Süden hingegen, aufgrund der abfallenden Topografie, ist das Projekt nicht sichtbar. Die abfallende Landschaft blockiert den Blick auf die Sanierungsarbeiten in dieser Richtung. Im Bereich der neuen Tramwendeschleufe ist auf Grund verschiedener Abzweigungen und Einfahrten sowie Verkehrsinfrastrukturen ein etwas offener Raum, welche mehr Einsehbarkeit zulässt als beim restlichen Verlauf. Dieser Raum wird durch den Ausbau der Tramwendeschleufe verstärkt.

Landschaftsschutzgebiete und Inventare

Nordöstlich von Wabern ist das BLN-Objekt Nr. 1314 «Aarelandschaft zwischen Thun und Bern» inventarisiert (vgl. Abbildung 17). Das westliche Ende dieses BLN-Objekts liegt rund 1'000 m nordöstlich des Projektperimeters.



Abbildung 17 Landschaftsschutzgebiete und Inventare Schweiz, Projektperimeter orange (Quelle: topo.apps.be.ch, Stand Dezember 2024)

Das Vorhaben tangiert keine kantonalen Landschaftsschutzgebiete (vgl. Abbildung 17)

Ortsbild

Das Vorhaben betrifft die vielbefahrene Seftigenstrasse, welche als Hauptverbindungsachse zwischen den südöstlichen Agglomerationsgemeinden und der Stadt Bern dient.

Generell ist der betroffene Siedlungsabschnitt zwischen *Morillon* und *Sandrain* stark durch die Verkehrsanlagen der Seftigenstrasse und der bestehenden Tramlinie mit ihren Fahrleitungsmasten und -leitungen geprägt. Der Verkehrsraum wird aber auf mehreren Abschnitten durch Grünstreifen, Hecken oder Bäume gesäumt und die Gleisanlagen sind abschnittsweise begrünt. Das Ortsbild präsentiert sich wie folgt:

Im Abschnitt *Morillonstrasse-Monbijoustrasse-Schönegg* ist die Seite nördlich der Seftigenstrasse von Wohnblöcken aus verschiedenen Epochen der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts sowie zum Knoten *Schönegg* auch neueren Bauten gesäumt, entlang der Strasse verläuft ein Trottoir. Es handelt sich nicht um einen Raum, in welchem Passanten sich länger aufhalten bzw. verweilen. Südlich der Seftigenstrasse verläuft eine Hecke, die stellenweise mit Bäumen durchsetzt ist, welche das dahinter liegende Acker- und Wiesland der *Morillonmatte* von der Strasse abschirmt.

Der Abschnitt *Schönegg-Sandrain* wirkt weniger städtisch als die anderen Abschnitte, weil sich in diesem Abschnitt Wohngebäude grösstenteils nicht unmittelbar an der Strasse befinden. Nordseitig des Abschnitts befinden sich das Alters- und Pflegeheim Schönegg und dessen Umgebungsflächen (von der Strasse durch verschiedene Mauern und Hecken abgetrennt) sowie weiter östlich, eine teilweise begrünte Lärmschutzwand. Hinter der Lärmschutzwand wachsen grosse Einzelbäume. Auf der Südseite der Strasse ist der Verkehrsraum durch eine dichte Hecke und fast durchgehend hohe Bäume gesäumt und von der dahinter liegenden Wiese und den Wohnblöcken abgetrennt. Der Abschnitt hat Allee-artigen Charakter.

Beim Knoten *Sandrain* öffnet sich die Allee-artige Seftigenstrasse zu einer grossen Kreuzung mit der Haltestelle *Sandrain*. Südlich stehen die hohen Wohnblöcke der Bondeli- und Kirchstrasse in Wabern, abgeschirmt durch Bäume sowie weitere Wohnblöcke teilweise mit Gewerbenutzungen in den Erdgeschossen.



Abbildung 18: Abschnitt Monbijoustrasse-Schönegg (Blick Richtung Westen)



Abbildung 19: Knoten Sandrain (Blick Richtung Westen)



Abbildung 20: Abschnitt Schöneegg-Sandrain (Blick Richtung Westen)

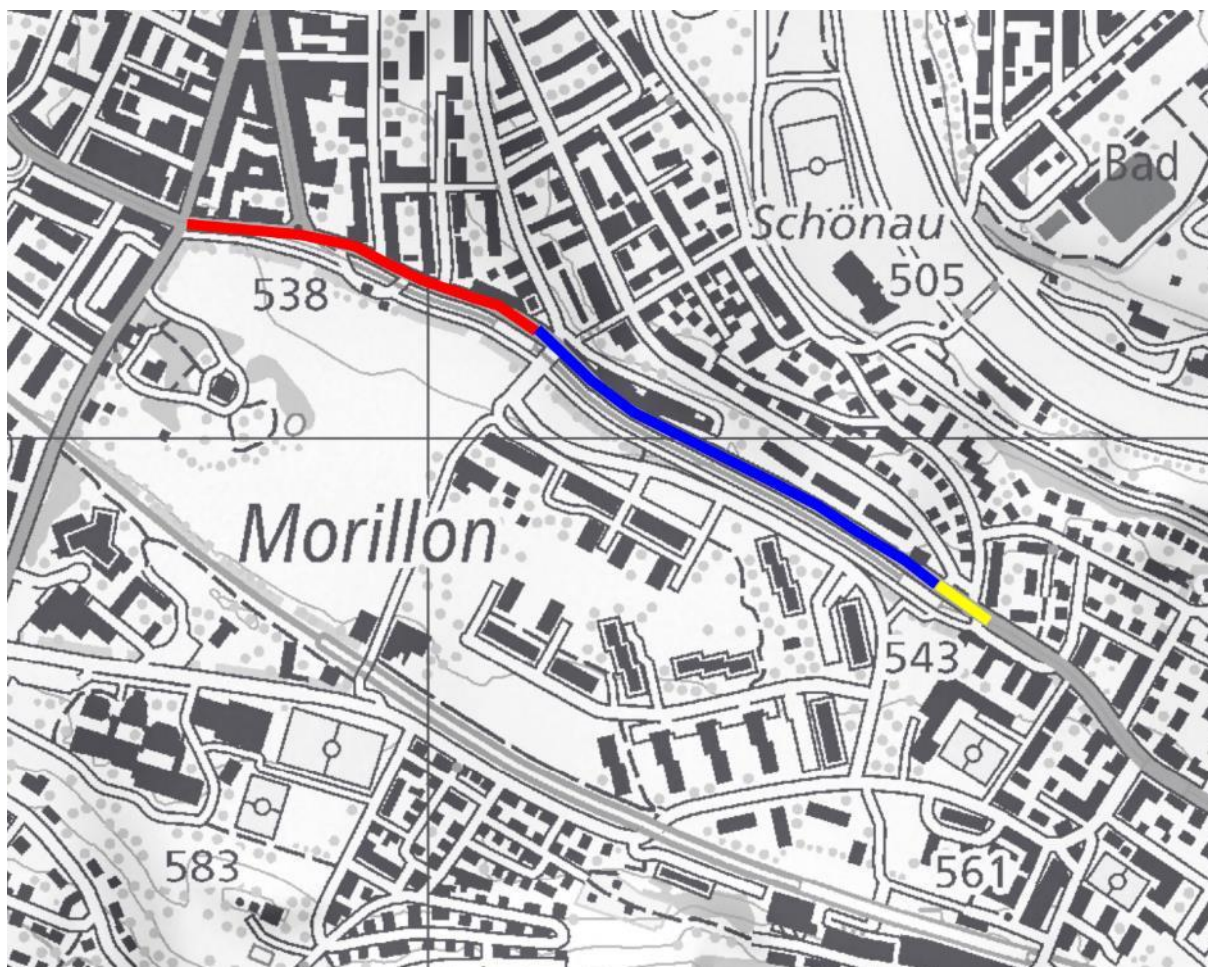


Abbildung 21: Unterteilung Projektperimeter: Abschnitt Morillonstrasse-Monbijoustrasse-Schönegg (rot), Abschnitt Schönegg-Sandrain (blau), Knoten Sandrain (gelb)

Erholung

Im Projektperimeter selbst liegen die Schwerpunkte auf der Verkehrsinfrastruktur und den angrenzenden Wohngebieten, weshalb es nur wenige erholungsbezogene Nutzungen gibt. In unmittelbarer Nähe befinden sich jedoch mehrere Naherholungsgebiete, wie der Morillonpark mit den angrenzenden Landwirtschafts- und Wiesenflächen, das Steihölzli, eine bewaldete Erhebung mit Grillplätzen, sowie die Aare und der „Hausberg“ Gurten. Diese bieten den Anwohnern und Besuchern vielfältige Möglichkeiten zur Erholung.

Ortsplanung

Das Regionale Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept (RGSK 2025) enthält eine Festlegung im Bereich der Seftigenstrasse und des nördlich davon gelegenen Gebiets *Morillon*:

- Die zukünftige Überbauung der Morillonmatte nördlich der Seftigenstrasse ist als Wohnschwerpunkt im RGSK unter der Massnahme BM.S-SW.1.011 festgesetzt. Das Gebiet bildet gemäss dem kantonalen Richtplan 2030 (Massnahmenblatt A_08) ein Teilgebiet des Entwicklungsgebiets Morillon-Kleinwabern und wird als Prioritäre Siedlungsentwicklung Wohnen/gemischte Nutzung von kantonalen Bedeutung bezeichnet. Sowohl die Erschliessung des neuen Quartiers auf der Morillonmatte wie auch die Gestaltung hinsichtlich der Freiräume und Baubereiche sind zurzeit noch nicht definiert. Die Umgestaltung der Seftigenstrasse ermöglicht jedoch entlang

der Seftigenstrasse die städtebauliche und funktionale Vernetzung des neuen Quartiers mit der Stadt. Die Gemeinde Köniz als Planungsbehörde der Überbauung Morillonmatte ist in das vorliegende Projekt der Umgestaltung der Seftigenstrasse involviert. Somit ist Wahrung der beidseitigen Interessen sichergestellt. Die Abstimmung erfolgt laufend unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Zeithorizonte der Projekte. Eine bedeutende Grundlage für die inhaltlich-konzeptionelle Abstimmung von Verkehrs- und Siedlungsentwicklung bilden die Ergebnisse des Projekts "Fokusraum Bern/Köniz Morillon" der Regionalkonferenz Bern-Mittelland.

Ein Grossteil des südlich an den Projektperimeter angrenzenden Gebiets befindet sich im Wirkungssperimeter der Überbauungsordnung «Morillongut» der Gemeinde Köniz aus dem Jahr 1993 mit Änderung vom 19. Juni 2006. Die Inhalte der Überbauungsordnung sind veraltet, beispielsweise basiert das Erschliessungskonzept auf einer Verlängerung der Tramlinie Nr. 3 an eine S-Bahn-Haltestelle Morillon, die so nie realisiert wurden. Die Bebauung entlang der Seftigenstrasse war aufgrund der bisherigen Lage des Trams im Eigentrassee mit einer rückwärtigen Erschliessung vorgesehen. Die Gemeinde Köniz beabsichtigt die Überbauungsordnung mehrstufigen kooperativen Prozess zu revidieren. Die Konzeption von Freiräumen, Baubereichen und der Erschliessung für das neue Quartier auf der Morillonmatte sind zum jetzigen Zeitpunkt offen. Projekte im unmittelbaren Umfeld, die wie SEFT-3 bereits weit fortgeschritten sind, werden dabei gewisse Rahmenbedingungen vorgeben. Die Umgestaltung der Seftigenstrasse im Rahmen von SEFT 3 (Tram neu im Mischverkehr) ermöglicht entlang der Seftigenstrasse die städtebauliche und funktionale Vernetzung des neuen Quartiers mit der Stadt. Im Rahmen des Projekts SEFT 3 werden jene Naturwerte ersetzt, welche durch das Projekt betroffen sind (vgl. Kapitel 0 «Flora, Fauna, Lebensräume»).

Baumschutz

Im Schutzplan der Gemeinde Köniz (vgl. Abbildung 22) sind Einzelbäume der Kategorie I entlang der Bondelistrasse im westlichen Teil des Abschnitts *Schönegg-Sandrain* und im Bereich Knoten *Sandrain* verzeichnet. Bäume der Kategorie I sind an ihrem Standort geschützt. Des Weiteren gibt es vier Einzelbäume der Kategorie II beim Knoten *Sandrain*. Bäume der Kategorie II sind in ihrem Bestand zu erhalten. Die Bäume und Sträucher entlang der Seftigenstrasse sind als geschützte Hecke ausgewiesen. Gemäss des Baumschutzzonenplans der Stadt Bern sind die Bäume der Seftigenstrasse 93 – 111 und 193 – 199 der Baumschutzzone A zuzuordnen, wonach diese gemäss Baumschutzreglement ab einem Durchmesser von ca. 10 cm geschützt sind. Die übrigen Bereiche auf dem Grund der Stadt Bern sind der Baumschutzzone B zuzuordnen, wonach diese ab einem Durchmesser von ca. 25 cm geschützt sind.

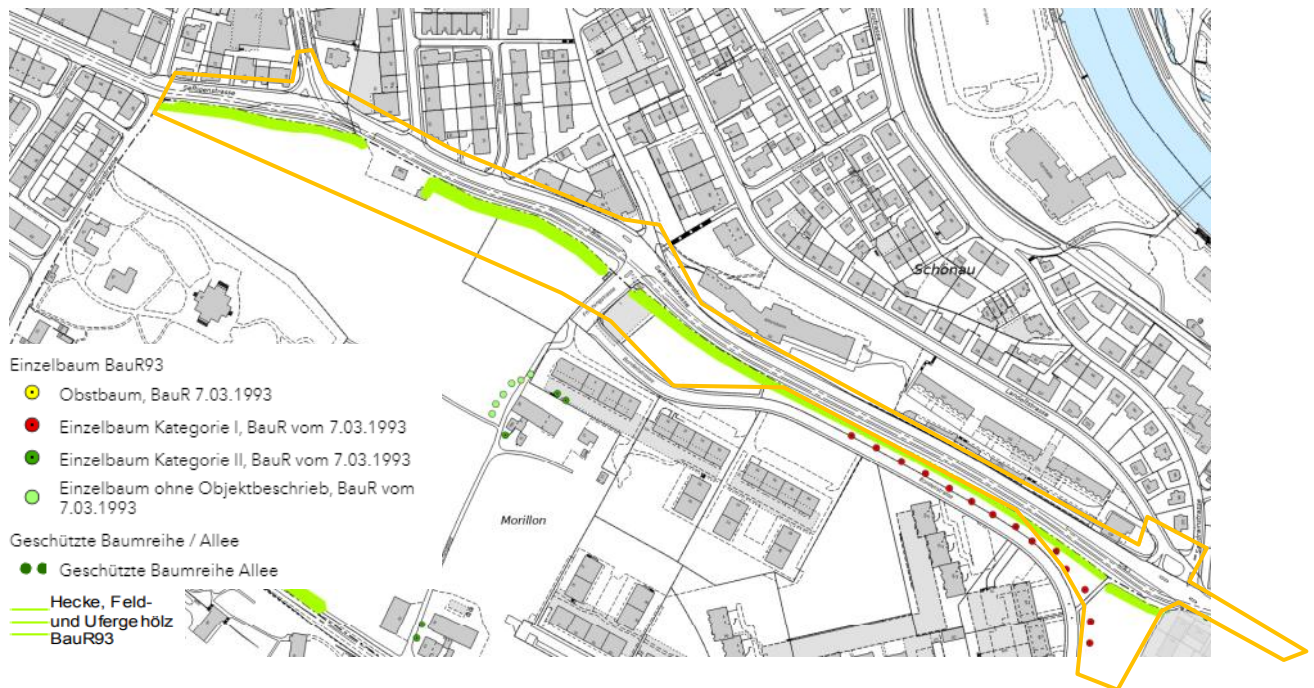


Abbildung 22: Geschützte Einzelbäume, Baumreihen und Hecken. (Quelle: Schutzplan Gemeinde Köniz, map.koeniz.ch, Stand Dezember 2024), orange: ungefähre Lage des Projektperimeters

Geschützte Objekte

Das *Morillongut* ist im Schutzplan der Gemeinde Köniz als Sonderstandort (d.h. ökologisch wichtige Fläche) gemäss Baureglement der Gemeinde Köniz verzeichnet. Die Villa Morillon (Morillonstrasse 45) ist zudem im KGS-Inventar des Bundes gelistet. Das *Morillongut* wird durch das Vorhaben weder direkt noch indirekt tangiert.

Im Umfeld des Vorhabens ist gemäss Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS) das geschützte Objekt Bern (ISOS_0499) verzeichnet. Bedeutende Objekte (vgl. Abbildung 23) befinden sich ausserhalb des Projektperimeters und sind vom Vorhaben nicht betroffen. In der Umgebung der Objekte sind keine wesentlichen Veränderungen auf das Ortsbild zu erwarten. Die Auswirkungen sind anhand des Bauprojektes noch detailliert zu prüfen.

Auf schützens- und erhaltenswerte Bauten gem. Bauinventar sowie auf historische Verkehrswege wird in Kapitel 5.21 «Kulturdenkmäler / historische Verkehrswege / archäologische Stätten» eingegangen.

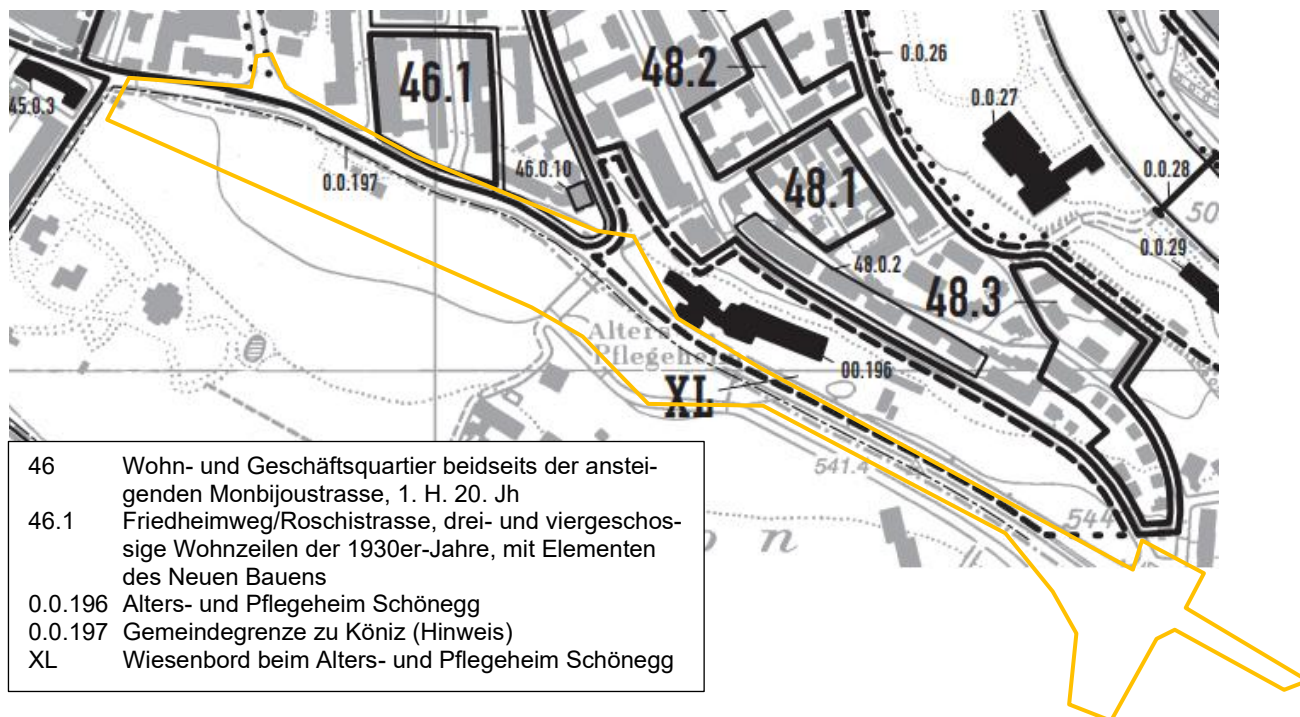


Abbildung 23: Ausschnitt aus ISOS-Aufnahmeplan 1:5'000 (Quelle: ISOS-Ortsbild-Dokumentation Bern, Bundesamt für Kultur (BAK)), orange: ungefähre Lage des Projektperimeters

5.20.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Die Landschaft und das Ortsbild wird bereits ab der Bauphase eine Veränderung erfahren, da die identitätsstiftende Allee sowie die Hecken, welche momentan die Seftigenstrasse grossräumig abschirmen temporär in gewissen Abschnitten entfernt werden müssen. In diesen Abschnitten wird sich der abgeschirmte Charakter des Durchgangs öffnen und die Baustelle der Seftigenstrasse wird aus südlicher Sicht vereinzelt in Erscheinung treten. Die Baustelle wird sich während der voraussichtlich 21 Monate dauernden Bauphase vor allem durch Lärmemissionen, den Installationsflächen, welche auf dem heutigen Acker- bzw. Wiesland südlich der Seftigenstrasse errichtet werden auf das Empfinden der Landschaft auswirken. Zudem verursachen die Transporte Lärm in angrenzenden Wohnzonen der Erschliessung. Dadurch dass der Verkehr während der Baustelle mehrheitlich umgeleitet wird, ist nicht auszuschliessen, dass sich der Verkehr während dieser Zeit auf Siedlungsstrassen verlagert, welche dadurch erhöhte Emissionen in Kauf nehmen müssen. Speziell während einer intensiven Bauphase von 32 Wochen, in welcher das Tram mit Bussen ersetzt wird.

Betriebsphase

Die permanenten Auswirkungen des Vorhabens auf die Landschaft und das Ortsbild während der Betriebsphase wird in den nachfolgenden Unterthemen ausführlich beschrieben.

Landschaftsbild und -charakter

Die Sanierung der Seftigenstrasse bildet keine widersprüchlichen Auswirkungen auf das Landschaftsbild und dessen Charakter. Die Stadtlandschaft ist geprägt durch Verkehrsinfrastrukturen

wie Tramlinien, Strassen, Velo- und Fusswege. Die Temporeduktion des Verkehrs auf dem gesamten Strassenabschnitt, die querenden Übergänge an den richtigen Stellen und die bewusst gestaltete Sequenzierung der prägenden Raumtiefen verringern die trennende Wirkung des ursprünglichen Strassenraums. Durch den bewussten Einsatz verschiedener Belagsfarben, werden die einzelnen Abschnitte zusätzlich akzentuiert. In den Bereichen der Knoten und Haltestellen dominieren daher hellere Beläge, die die querenden Verbindungen andeuten, während in den Zwischenbereichen dunklere Beläge auf die längs gerichtete Bewegungsrichtung hindeuten.

Der Eingriff beim Knoten Sandrain mit der vorgesehenen Betriebswendeschleife verändert das Ortsbild dieses Bereichs nachhaltig. Die Geländeabsenkung und die dazugehörige Stützmauer prägen das neue visuelle Erscheinungsbild des Knotens. Die Neugestaltung des sich öffnenden Raums bietet die Möglichkeit, diesen Ort als öffentlichen, parkähnlich gestalteten Platz zu entwickeln. Eine Rasenfläche, Sitzgelegenheiten und schattenspendende Hochstammbäume erhöhen die Aufenthaltsqualität, laden zum Verweilen ein und machen das Warten auf das nächste Tram angenehmer. Alle Haltestellen werden behindertengerecht angepasst und die Sicherheit und Nutzbarkeit für den Fuss- und Veloverkehr verbessert. Diese Massnahmen haben jedoch eine Zunahme des Versiegelungsgrades von 2'300 m² zur Folge. Auch verschwinden die begrünten Tramschienen, welche zum Ortsbild der Seftigenstrasse gehörten. Die neuen, naturgestalteten Grünflächen, inklusive eines neuen Grünstreifens, welcher den Fuss- und den Veloverkehr trennt, stellen den begrünten Ausgangszustand wieder her und schwächen die Zunahme des Versiegelungsgrades ab. Die Trennwirkung der Strasse ist gegeben. Neu soll diese jedoch als städtisch linearer Strassenraum mit einer deutlich erhöhten Aufenthaltsqualität ausgestaltet werden. Mit geeigneten Massnahmen wird der Verkehrslärm an der Quelle minimiert (siehe Kapitel 5.6 Verkehrslärm (Strassenlärm / Bahnlärm), so dass auch in dieser Hinsicht eine Verbesserung zum Ausgangszustand erreicht werden kann. Die BWS ist so konzipiert, dass später Elemente wie ein Kiosk, eine öffentliche Toilette oder eine PubliBike-Station nachgerüstet werden können.

Trotz der Neugestaltung bleibt der Charakter der Seftigenstrasse als bedeutende Verkehrsachse erhalten, während das Ortsbild durch die neuen Freiräume, Platzsituationen und landschaftlichen Elemente deutlich aufgewertet wird.

Topografie

Für die Herstellung der Tramwendeschleife ist ein Eingriff in das bestehende Gelände erforderlich. Der Standort dieses Eingriffs ist jedoch vorteilhaft gewählt, da sich in diesem Bereich der Seftigenstrasse bereits ein öffnender Raum gebildet hat, der durch die neue Tramwendeschleife noch erweitert wird. Die neu angelegte Böschung wird mit einer Wildhecke bepflanzt, wodurch der Eingriff möglichst schonend und im Einklang mit der bestehenden Landschaft erfolgt. Durch die Wildhecke sowie die Neupflanzung von Bäumen und Grünflächen entsteht ein funktionaler, aber gleichzeitig grüner Raum. Dieser bietet die Möglichkeit, die Fläche multifunktional zu gestalten und die Umgebung neu zu prägen. Neben der notwendigen Funktion als Wendeschleife wird das Oberflächenwasser der versiegelten Flächen in zwei Versickerungsflächen versickert, was zur Verbesserung des Wasserhaushalts beiträgt. Weitere mögliche Nutzungen wie Velostationen, ein Kiosk oder Toiletten könnten ebenfalls realisiert werden. Der öffnende Raum bietet den Anwohnern die Gelegenheit, ihn aktiv mitzugestalten und für verschiedene Freizeit- und Erholungszwecke zu nutzen.

Einsehbarkeit

Die Einsehbarkeit verändert sich lediglich für die Anwohner südwestlich der neu gestalteten Tramwendeschleife minimal. Ansonsten wird der Ausgangszustand wiederhergestellt, resp. bleibt dieser bestehen.

Landschaftsschutzgebiete und Inventare

Die Betriebsphase des Vorhabens hat keine Auswirkung auf Landschaftsschutzgebiete und Inventare. Das Vorhaben ist aus keinem dieser einsehbar.

Ortsbild

Die Prägung des Projektperimeters als Verkehrsraum bleibt mit der Sanierung bestehen. Allerdings werden neu Strasse und Tram nicht mehr separat geführt, sondern nutzen die gleiche Fahrbahn. Auf diese Weise entsteht rechts und links davon mehr Platz für Velowege und Trottoirs.

In der Betriebsphase wirkt sich die Sanierung der Seftigenstrasse im Abschnitt *Morillon-Sandrain* wie folgt auf das Erscheinungsbild der Abschnitte aus:

- Abschnitt *Morillonstrasse-Monbijoustrasse-Schöneegg*: Der Charakter der bebauten Nordseite und der grünen Südseite der Seftigenstrasse wird nach der Bauphase wiederhergestellt und bleibt erhalten.
- Abschnitt *Schöneegg-Sandrain*: Der alleeartige Charakter der Strasse bleibt weiterhin erhalten.
- Knoten *Sandrain*: Der Knoten Sandrain wird durch die geplante neue Tramwendeschlaufe und die damit verbundenen Terrainveränderungen ein verändertes Erscheinungsbild erhalten. Die Geländeabsenkung und die Stützmauer zur Sicherung des Bereichs der neuen Tramwendeschlaufe prägen das neue Erscheinungsbild des Knotens. Informationen zu Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen für die tangierten Bäume und Hecken sind dem Kapitel 5.18 «
Flora, Fauna, Lebensräume» zu entnehmen.

Die Materialisierung der neuen Infrastrukturen hat direkten Einfluss auf die Wahrnehmung des Ortsbildes. Sie wurde gezielt auf das Projekt SEFT 1 und 2 abgestimmt, um ein durchgehend einheitliches Ortsbild zu gewährleisten. Bei der Wahl des Materials wurde bezüglich des Belags gezielt auch auf den Albedo-Effekt geachtet. So werden auf den Geh-/Velowegen helle Belagsoberflächen eingesetzt, die die Erhöhung des Rückstrahlvermögens ermöglicht. Somit wird mit der neuen Materialisierung gezielt aktuellen Themen wie dem Stadtklima Rechnung getragen.

Erholung

Durch die Verbesserung der Fuss- und Velowege entstehen auch für Erholungssuchende in der Umgebung verbesserte Bedingungen. Die neugestaltete Tramwendeschlaufe bietet zudem die Möglichkeit, als Naherholungsraum genutzt zu werden. Sie kann von den Anwohnern und Besuchern der Umgebung aktiv angeeignet und gestaltet werden, was die Lebensqualität im Quartier weiter steigert.

Bäume und Hecken

Die bestehenden Bäume entlang der Seftigenstrasse wurden vorgängig analysiert damit die Neupflanzung auf den Bestand abgestimmt ist. Insgesamt müssen 61 Bäume gefällt werden. Darüber hinaus werden Teile der bestehenden Hecken entfernt. Nach Abschluss der Bauphase werden insgesamt 104 Bäume neu gepflanzt. Die Neupflanzungen bestehen aus einheimischen sowie hybriden Baumarten, welche unter Berücksichtigung der klimatischen Veränderungen den hohen

Ansprüchen als Strassenbaum gewachsen sind. Sie sind meist jedoch abstammend von einheimischen Baumarten und passen sich ins Landschaftsbild gut mit ein und tragen dazu bei, das Erscheinungsbild der Strasse zu erhalten. Entlang der neuen Tramwendeschlaufe wird mit der Bepflanzung ein neuer, begrünter Raum geschaffen, welcher für das zukünftige Stadtklima einen positiven Einfluss haben wird.

5.20.4. Massnahmen

- Lan-01 *Ersatz Grünstrukturen*
Die Strassenbegrünung ist ein wichtiges Aufwertungselement für das Ortsbild und den Charakter des Verkehrswegs. Gefällte Bäume sind deshalb im Minimum gleichwertig zu ersetzen.
- Lan-02 *Ausbau Grünstrukturen*
Für das Ortsbild und das Stadtklima förderliche Massnahmen im Zusammenhang mit Baumpflanzungen und Grünflächen sind wo immer möglich zu ergänzen und umzusetzen.
- Lan-03 *Multifunktionalität*
Die Flächen sind so auszugestalten, dass eine hohe Aufenthaltsqualität gewährleistet wird. Dazu sind sie mit einer Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen ausgestattet, die den Raum sowohl funktional als auch angenehm und erlebbar für eine breite Palette von Aktivitäten machen.
- Lan-04 *Minimierung des Verkehrslärmes*
Die konkreten Massnahmen zur Minimierung des Verkehrslärmes sind im Kapitel 5.6 festgehalten

5.20.5. Beurteilung

Die Sanierung der Seftigenstrasse hat keine widersprüchlichen Auswirkungen auf das Landschafts- und das Ortsbild. Die Stadtlandschaft ist weiterhin von Verkehrsinfrastrukturen wie Tramlinien, Strassen sowie Fuss- und Velowege geprägt, wobei das Projekt eine zeitgemässe Gestaltung des Raums ermöglicht. Die Anpassungen verbessern die Zugänglichkeit für Fussgänger und Radfahrer, wobei auch die Haltestellen barrierefrei gestaltet werden. Trotz einer Zunahme des Versiegelungsgrades und des Verschwindens der begrünten Tramschienen, die bisher das Landschaftsbild der Seftigenstrasse mitprägten, beinhaltet die Neugestaltung die Schaffung neuer Grünflächen. Dies beinhaltet auf einem Teil der Strecke einen neuen Grünstreifen zur Trennung des Fuss- und Veloverkehrs, wodurch der ursprüngliche grüne Zustand der Strasse weitgehend wiederhergestellt wird. Die Trennwirkung zwischen den verkehrlichen Infrastrukturen und den begrünten Bereichen sowie den Wohnbauten bleibt zwar erhalten, wird jedoch durch die Planung abgeschwächt und in Einklang mit der neuen Nutzung gebracht. Indem 104 neue Bäume gepflanzt werden, wird der 1:1 Ersatz der Bäume nicht nur erreicht, sondern sogar deutlich übertroffen. Dies unterstreicht die Bestrebung des Projekts, den Raum durchgrünt zu gestalten und den Charakter des Ausgangszustands zu erhalten sowie aktiv zu Klimaanpassungen beizutragen.

Der Knoten Sandrain erfährt durch die neue Tramwendeschlaufe und die damit verbundenen Terrainveränderungen ein deutlich verändertes Erscheinungsbild. Die Geländeabsenkung und die damit verbundene Stützmauer zur Sicherung der Fläche prägen das neue visuelle Bild dieses Knotens. Die Veränderung bietet jedoch auch die Chance den Knoten als neu öffnender Raum mit einer hohen Aufenthaltsqualität zu gestalten. Der Charakter der Seftigenstrasse als wichtige Verkehrsachse bleibt in sich weiterhin erhalten. Künftig werden die Strasse und die Tramlinie auf einer gemeinsamen Fahrbahn geführt. Dies schafft mehr Platz für die Fuss- und Radwege und verbessert somit die Verkehrssituation.

Das Vorhaben kann aus Sicht «Landschaft und Ortsbild» unter Einhaltung der vorgeschlagenen Massnahmen umweltverträglich realisiert werden.

5.21. Kulturdenkmäler / historische Verkehrswege / archäologische Stätten

5.21.1. Grundlagen und Vorgehen

Die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen im Bereich Kulturdenkmäler und archäologischen Stätten sind:

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz, NHG vom 1. Juli 1966
- Verordnung über das Bundesinventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (VIVS) vom 14. April 2010
- Denkmalpflegegesetz (DPG) des Kantons Bern vom 8. September 1999
- Denkmalpflegeverordnung (DPV) des Kantons Bern vom 25. Oktober 2000
- Baugesetz (BauG) des Kantons Bern vom 09. Juni 1985
- Bauverordnung (BauV) des Kantons Bern vom 6. März 1985
- Bauinventar, Geoportal des Kantons Bern (Stand: März 2025)
- Schutzplan Gemeinde Köniz, Geoportal Köniz (Stand: April 2025)
- Zonen- / Schutzzonenpläne der Gemeinde Bern (Stand: 2025)
- GIS des Bundes: Bundesinventar der historischen Verkehrswege (IVS; swisstopo 2024)
- GIS des Bundes: Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN; swisstopo 2024)

5.21.2. Ist-Zustand / Ausgangszustand

Bauinventar

Im Bauinventar des Kantons Bern sind entlang der Seftigenstrasse einige schützens- und erhaltenswerte Gebäude sowie die als erhaltenswert eingestufte Baugruppe *Sandrain* West verzeichnet (vgl. Abbildung 24).

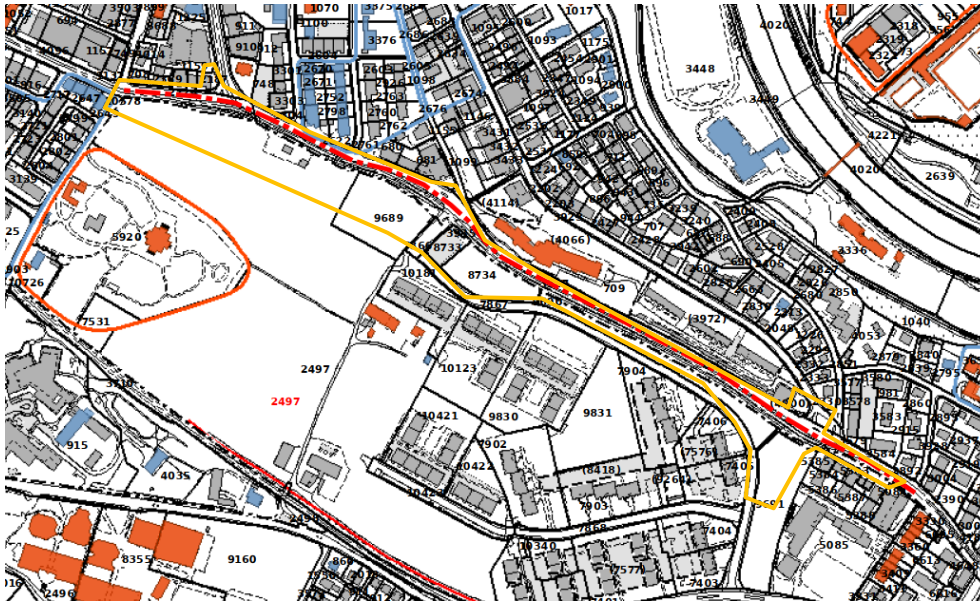
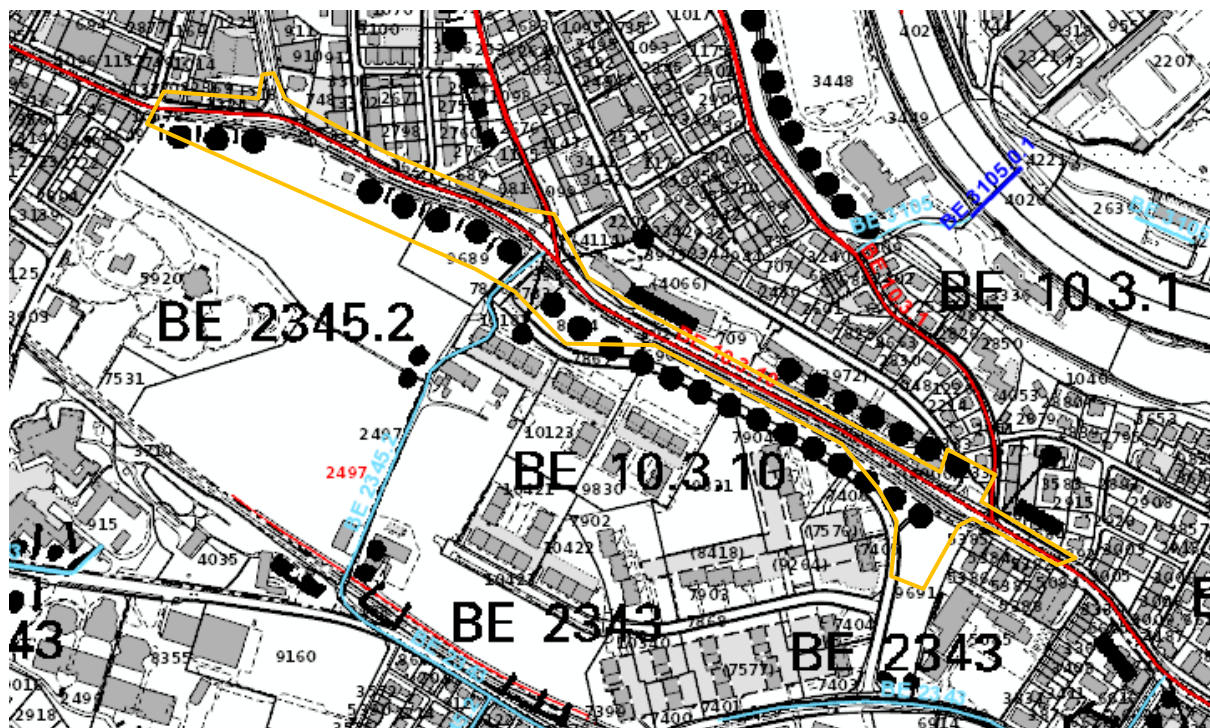


Abbildung 24: Auszug aus dem Bauinventar des Kantons Bern, Projektabschnitt ist rot markiert.
Orange: ungefähre Lage des Projektperimeters

Historische Verkehrswege

Die Seftigenstrasse ist gemäss Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS) auf dem betroffenen Abschnitt als historischer Verkehrsweg von nationaler Bedeutung verzeichnet (IVS BE 10.3.10, nationaler Verlauf, Linie Gürbetal, Abschnitt Bern Kocherpark-Wabern). Zudem münden auf dem betroffenen Abschnitt je eine inventarisierte Strecke von nationaler und lokaler Bedeutung in die Seftigenstrasse (BE10.3.9, BE 2345.2) (vgl. Abbildung 25).



Historische Verkehrswege
Strecke nationaler Bedeutung

— Historischer Verlauf

Strecke lokaler Bedeutung

— Historischer Verlauf

Weg mit freistehender Begrenzung

— Mauer/Brüstungsmauer, traditionell

..... Baumreihe, Hecke



Abgrenzung des Wegabschnittes

Abbildung 25: Auszug aus Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS), orange: ungefähre Lage Projektperimeter

Der IVS-Abschnitt 10.3.10 von nationaler Bedeutung ist als Hauptstrasse mit dichtem Agglomerationsverkehr belastet. Die Strasse wurde in der Vergangenheit mehrmals verbreitert und modernisiert. Dementsprechend ist gemäss IVS-Objektblatt nur wenig traditionelle Wegsubstanz übriggeblieben:

Im Abschnitt *Morillon-Schöneegg* befinden sich in der Hecke, welche den Strassenraum von der *Morillonmatte* abtrennt, Bäume. Durchgehend Bäume vorhanden sind südlich der Seftigenstrasse im Abschnitt *Schöneegg-Sandrain* sowie nördlich der Strasse in der westlichen Hälfte dieses Abschnittes. Durch die Bepflanzung hat die Seftigenstrasse im Abschnitt *Schöneegg-Sandrain* einen Allee-artigen Charakter (siehe Fotos in Abbildung 19.; Abbildung 20:).

Dazu kommen drei freistehende Mauern als Wegbegrenzung (vgl. Abbildung 26, Abbildung 27).

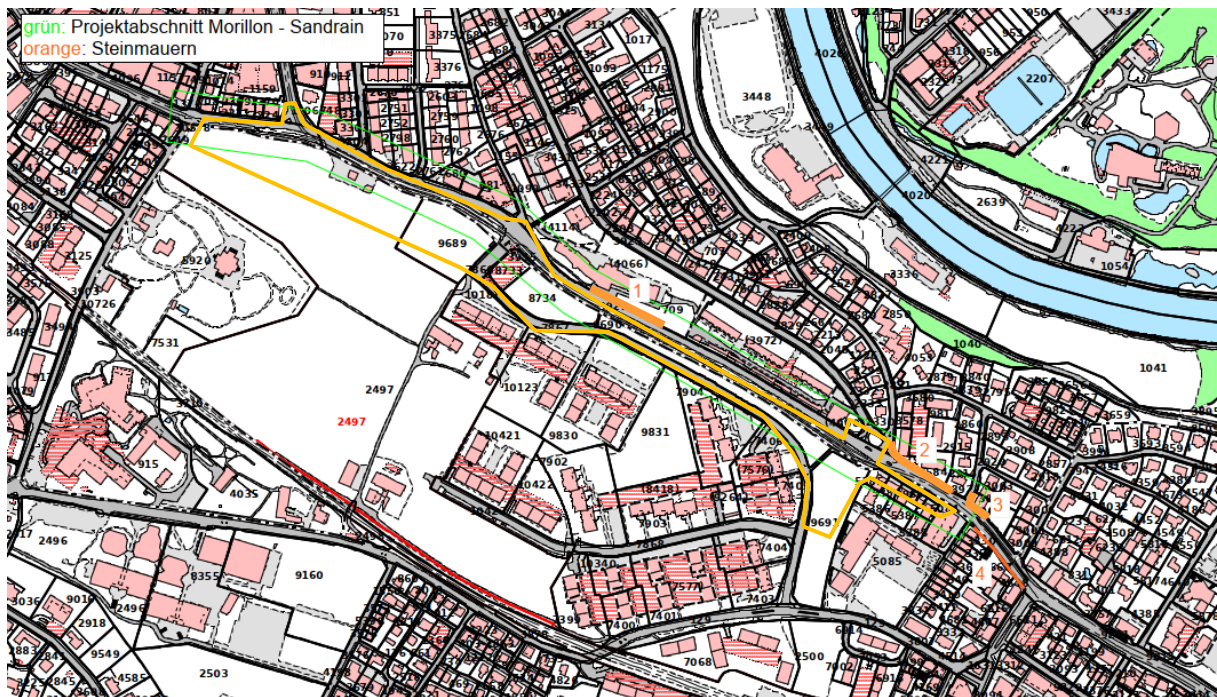


Abbildung 26: Standortübersicht historische Steinmauern. Orange ungefährer Projektperimeter

Steinmauer Nr. 1:



Steinmauer Nr. 2:



Steinmauer Nr. 3:



Abbildung 27: Fotos der Steinmauern im Projektperimeter (Aufnahmen vom Februar 2023)

Archäologie

Das archäologische Inventar des Kantons Bern enthält eine archäologische Fundstelle beim *Morillongut* (Arch. Inventar 042.004; Koordinaten 2°60'065 / 1°19'020). Es wird ein römischer Gutshof in diesem Gebiet vermutet.

Im Schutzplan 1993 der Gemeinde Köniz ist ein archäologisches Schutzgebiet südlich der Seftigenstrasse (Bereich *Morillonmatte*, Frischingstrasse, Bondelistrasse) verzeichnet. Gemäss Auskunft des archäologischen Dienstes des Kantons Bern (Mail von Jeannette Kraese vom 09. März 2023) wurde dieses Schutzgebiet Ende 2021 aus dem archäologischen Inventar entlassen.

5.21.3. Projektauswirkungen

Bauphase

Historische Verkehrswege

Während der Bauphase ist besonderes Augenmerk auf historische Bausubstanz und Umgebungselemente entlang der historischen Verkehrswege zu legen. Die Steinmauern entlang des nationalen historischen Verkehrswegs Nr. 10.3.10 sind gemäss Auskunft von Eicke Knauer, Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK II, schützenswert. Der genaue Schutzstatus ist jedoch nicht eindeutig da der IVS den Abschnitt als Verlauf ohne Substanz ausweist. Es werden lediglich drei kurze Abschnitte durch das Vorhaben randlich tangiert. Die tangierten Steinmauern werden fachgerecht dem Ausgangszustand entsprechend wiederhergestellt. Hierfür soll das ausgebaute Material der bestehenden Mauern wiederverwendet werden und der Bauzeit der Mauern entsprechend wiederhergestellt werden.

Die Bäume entlang der südlichen Seite der Seftigenstrasse müssen für die Sanierung teilweise gefällt werden. Nach Abschluss der Bauphase werden neue Bäume gepflanzt, sodass der Alleeartige Charakter der Seftigenstrasse im Abschnitt *Schöneegg-Sandrain* bestehen bleibt.

Archäologie

Die geplanten Baustelleninstallationen (Installationsplatz, Umfahrung, Baupisten) auf der *Morillonmatte* befinden sich in der Nähe der archäologischen Fundstelle beim *Morillongut*. Die Baustelleninstallationen werden ohne Bodeneingriffe errichtet (vgl. Kap. 5.12.3 Boden). Dazu liegen seitens ADB keine spezifischen Vorgaben vor. Gemäss E-Mail vom 14. August 2024 (Regine Stapfer) wünscht der archäologische Dienst des Kantons Bern ADB jedoch, die Bodeneingriffe im Bereich der Böschung neben der Haltestelle Schöneegg zu begleiten. Es sind keine weiteren archäologischen Sondierungen vorgesehen. Bei positiven Befunden folgt eine archäologische Grabung.

Betriebszustand

Historische Verkehrswege

Im Betriebszustand ist die im Rahmen der Bauphase tangierte Substanz wiederhergestellt oder ersetzt.

Archäologie

Im Betriebszustand bestehen keine Auswirkungen auf den Umweltaspekt Archäologie.

5.21.4. Massnahmen

Kul-01 *Archäologie*

Die Bodeneingriffe im Bereich der Böschung neben der Haltestelle Sandrain sind durch den archäologischen Dienst des Kantons Bern zu begleiten. Der archäologische Dienst ist frühzeitig über die anstehenden Arbeiten zu informieren. Bei archäologischen Funden ist unverzüglich der ADB zu informieren und die Arbeiten im betroffenen Bereich sind einzustellen.

Kul-02 *Historische Verkehrswege*

Die historische Substanz der Verkehrswege (Steinmauern, Alleebäume) wird vor Baubeginn dokumentiert. Die Abschnitte der historischen Steinmauern, welche durch das Vorhaben tangiert werden,

müssen der Bauzeit der Mauern entsprechend wiederhergestellt werden (Kalkmörtel). Es ist das bestehende oder gleichwertiges Steingut zu verwenden. Gefällte Bäume müssen ersetzt werden.

5.21.5. Beurteilung

Die inventarisierten Objekte des Bauinventares sind vom Vorhaben nur indirekt betroffen. Die Gesamtwirkung der Objekte kann erhalten bleiben. Die historische Substanz der Verkehrswege wird vor Baubeginn dokumentiert. Die historischen Mauerabschnitte können grösstenteils ungeschmälert erhalten bleiben. Kleine Eingriffe werden gleichwertig wiederhergestellt.

Unter Einhaltung des festgelegten Massnahmenkatalogs kann das Projekt damit aus denkmalpflegerischer Sicht umweltverträglich umgesetzt werden.

6. Schlussfolgerungen

Das vorliegende Projekt SEFT 3, die Sanierung und Neugestaltung des Abschnitts Seftigenstrasse im Bereich des Knotens Seftigen- / Morillonstrasse - Sandrain stellt die nahtlose Fortsetzung der beiden Projekte SEFT 1 und SEFT 2 dar. Das Projekt beinhaltet einen wichtigen Schritt zur Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur und somit der Lebensqualität in der Agglomeration Bern und Köniz. Die geplante Umgestaltung sorgt für eine optimierte Verkehrsführung, verbesserte Sicherheit und Zugänglichkeit für Fussgänger und Radfahrer. Die geplante Sanierung und Neugestaltung hat in mehreren Umweltbereichen Auswirkungen zur Folge. Der vorliegende Bericht zeigt auf, dass die Auswirkungen unter Einhaltung der definierten Massnahmen minimiert und insgesamt als umweltverträglich beurteilt werden können. Das Vorhaben führt gegenüber der heutigen Situation vor allem in den Umweltaspekten Lärm, Boden, FFL und Landschafts- und Ortsbild zu einer veränderten Belastung:

Während der Bauphase werden temporäre Effekte wie erhöhte Luftschadstoffemissionen durch Schwebestaub erwartet. Auf Grund der temporär veränderten Verkehrsströme sind Emissionen auch in die benachbarten Quartiere zu erwarten. Diese Auswirkungen können jedoch durch die Umsetzung von Reduktionsmassnahmen weitgehend gemindert werden. Ebenso sind kurzfristige Erschütterungen während der Abbrucharbeiten zu erwarten, die aber im zulässigen Rahmen bleiben und keine weiteren Massnahmen erfordern.

Der Schutz des Bodens hat aufgrund der Projektgrösse, der betroffenen Bodenfläche und der vorhandenen chemischen Belastung besondere Bedeutung. Es werden umfangreiche Vorsichtsmassnahmen getroffen, um negative Auswirkungen auf den Boden zu verhindern. Das Entsorgungskonzept sieht eine sorgfältige Planung der Abfallentsorgung vor, um sicherzustellen, dass alle Abfälle umweltgerecht verwertet oder entsorgt werden.

Der Eingriff in die Hecken- und Grünflächen hat für Flora und Fauna die Beeinträchtigung von bestehenden und etablierten Lebensräumen zur Folge. Durch Ersatzmassnahmen von Kleinstrukturen sowie Ersatzpflanzungen von Hecken und Bäumen unter Berücksichtigung eines Mehrfaktors wird eine Grundlage geschaffen, welche die ökologische Vernetzung weitgehend erhalten resp. nach einiger Zeit wiederherstellen kann. Zudem wird die Beleuchtung optimiert, um Lichtsmog zu minimieren und gleichzeitig die Sicherheit zu erhöhen.

Der Eingriff, welcher für den Knoten Sandrain und der damit verbundenen Tramwendeschleife vorgesehen ist, wird diesen Raum nachhaltig verändern. Die Geländeabsenkung und die damit verbundene Stützmauer zur Sicherung der Fläche prägen das neue visuelle Bild dieses Knotens. Die Veränderung bietet jedoch auch die Chance den Knoten als neu öffnender Raum mit einer hohen Aufenthaltsqualität zu gestalten. Der Charakter der Seftigenstrasse als wichtige Verkehrsachse bleibt in sich weiterhin erhalten. Die Sanierung der Seftigenstrasse führt zu einer zeitgemässen Gestaltung der Verkehrsflächen, die insbesondere die Zugänglichkeit für Fussgänger und Radfahrer verbessert. Neue Grünflächen und die Pflanzung von 104 Bäumen tragen aktiv zur Klimaanpassung bei und fördern die ökologische Aufwertung.

Insgesamt entspricht das Projekt «Sanierung Morillon-Sandrain», unter Einhaltung der vorgesehenen Massnahmen (Kapitel 7 Massnahmentabelle), den gesetzlichen Anforderungen. Das Vorhaben wird somit durch die Berichtverfasser als umweltverträglich eingestuft.

7. Massnahmentabelle

Umweltbereich	Nr.	Massnahme
Luft	Luft-01	Während den Bauarbeiten sind die Massnahmen der BauRLL, Stufe B zu befolgen.
	Luft-02	Die Vollzugshilfe „Luftreinhaltung bei Bautransporten“ des BU-WAL (2001) ist anzuwenden.
	Luft-03	Nach Art. 19a LRV müssen dieselbetriebene Baumaschinen mit einer Leistung von mehr als 18 kW mit Partikelfiltersystemen ausgerüstet sein (Anforderungen nach Anhang 4 Ziffer 31 LSV). Es gelten die Übergangsbestimmungen zur Änderung der LRV vom 19. September 2008. Es gilt Filterpflicht für: - Maschinen mit einer Leistung von 18 kW bis 37 kW: Jahrgang 2010 und neuer. - Maschinen mit einer Leistung über 37 kW
	Luft-04	<i>Wartung</i> Regelmässige Wartung der Maschinen- / Gerätemotoren, dokumentiert mit Abgaswartungsdokument und Abgasmarke. Alle Maschinen und Geräte mit Verbrennungsmotoren müssen regelmässig gewartet werden und die Wartung ist mit einem Wartungskleber zu dokumentieren. Maschinen und Geräte > 18 kW müssen zudem periodisch kontrolliert werden, über ein entsprechendes Abgasdokument verfügen und eine geeignete Abgasmarke tragen, gemäss der technischen Anleitung des VSBM / SBI „Abgaswartung und Kontrolle von Maschinen und Geräten auf Baustellen“ (www.vsbm.ch: Technische Literatur).
	Luft-05	<i>Verhinderung von erheblichen Staubemissionen nach LRV</i> Bei Aufbereitungs-, Lagerungs-, Umschlags-, und Transportvorgängen sind nach Ziffer 43 Anhang 1 LRV erhebliche Staubemissionen zu verhindern. Dabei werden die Empfehlungen der „Mitteilungen zur Luftreinhalteverordnung (LRV) Nr. 14“ befolgt. Dies sind insbesondere: Bei staubintensiven Arbeiten mit Maschinen und Geräten zur mechanischen Bearbeitung von Baustoffen sind staubmindernde Massnahmen zu treffen (z.B. Benetzen, Einhausen). Beim Transport staubender Güter müssen Transporteinrichtungen verwendet werden, welche die Entstehung erheblicher Staubemissionen verhindern (z.B. abdecken, befeuchten). Die Fahrwege im Anlagebereich inkl. Zufahrtsstrassen sind mit geeigneten Massnahmen wie regelmässiger Reinigung von Fahrwegen staubarm zu halten.
	Luft-06	<i>Konkretisierung Konzepte Baustellenlogistik und Materialbewirtschaftung</i> Vor Ausschreibung der Transportdienstleistungen sind Anforderungen an Materialbewirtschaftung, Transportrouten, an maximale Transportdistanzen (z.B. Deponieverkehr) sowie an die Transportfahrzeuge konkret festzulegen. Dies erfolgt in Absprache mit dem kantonalen Amt für Umwelt und Energie/Immissionsschutz (Massnahme V4, Massnahmenplan zur Luftreinhaltung 2015/2030) resp. mit dem Amt für Umweltschutz der Stadt Bern (Dokument «Anforderungen an die Transportfahrzeuge

		(Abgasnorm EURO)“, Transportrouten zur Baustelle auf Basis-netzstrassen, nicht durch Wohngebiete).
Baulärm	BLär-01	<i>Bauarbeiten</i> Für die lärmige Bauphase inklusive der lärmintensiven Arbeiten gilt die Massnahmenstufe B. Bei Arbeiten zu Zeiten mit erhöhtem Ruheanspruch kommt die Massnahmenstufe C zur Anwendung.
	BLär-02	<i>Bautransporte</i> Für die Bautransporte gilt die Massnahmenstufe A (Fahrzeuge entsprechen der Normalausrüstung).
	BLär-03	<i>Information Anwohnerschaft</i> Die Anwohnerschaft wird frühzeitig durch die Bauleitung über den Bauvorgang informiert (Bauzeit, erwartete Lärmstörungen, Anlaufstelle).
	BLär-04	<i>Überwachung / Kontrolle Baulärmimmissionen</i> Die korrekte Ausführung und Beachtung der Massnahmen und Auflagen während des Baus wird durch die Umweltbaubegleitung (UBB) überwacht.
	BLär-05	<i>Sensibilisierung Personal bzgl. lärmminderndes Verhalten</i> Das Baustellenpersonal wird auf lärmminderndes Verhalten sensibilisiert, insbesondere beim Auf- und Abladen in Wohngebieten und Bauarbeiten während Ruhezeiten.
Verkehrslärm	VLär-01	<i>Einbau lärmreduzierender Beläge</i> Als Massnahme an der Quelle wird auf der Seftigenstrasse ein lärmreduzierender Belag SDA 4 eingebaut.
	VLär-02	<i>Umsetzung Tempo 30 auf mehreren Abschnitten innerhalb des Perimeters SEFT3</i> Als weitere Massnahme wird auf der Seftigenstrasse (nicht jedoch auf der Monbijoustrasse) auf dem gesamten Perimeter SEFT 3 die signalisierte Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h reduziert.
	VLär-03	<i>Erleichterungsanträge und Massnahmen an Gebäuden</i> Für die verbleibenden IGW-Überschreitungen werden als weitere Massnahme Erleichterungsanträge gestellt und Schallschutzmassnahmen an den Gebäuden in einem Detailprojekt geprüft.
Erschütterung / Abgestrahlter Körperschall	Ers-01	<i>Einbau von Sylomer-Isolation</i> Im Normalprofil des Trams muss das Tramprofil mit Sylomer gemäss Gutachten Trefzer Rosa + Partner GmbH vom 05. Dezember 2024 isoliert eingebaut werden.
	Ers-02	<i>Massnahmen zur Minderung erheblicher Belästigungen während der Bauphase</i> Im Falle erheblicher Belästigungen während der Bauphase sind Massnahmen (Information der Betroffenen, Aufklärung über Unvermeidbarkeit, zusätzliche betriebliche Massnahmen zur Minderung der Belästigungen wie Pausen, Ruhezeiten, Betriebsweise bei der Erschütterungsquelle etc.) zu prüfen und umzusetzen.
Nichtionisierende Strahlung	NIS-01	Standortdatenblätter für neue Anlagen sind durch den Hersteller zu liefern.
Grundwasser	GW-01	<i>Vorschriften Merkblatt Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen</i> Während der Bauphase sind die Vorschriften des Merkblatts Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen des Amts für Wasser und Abfall des Kantons Bern einzuhalten.

Entwässerung	Entw-01	<i>Baustellenentwässerungskonzept</i> Vor Baubeginn ist durch den Unternehmer ein Baustellenentwässerungskonzept nach SIA 431 für die Bauphase zu erstellen und der Behörde zur Genehmigung einzureichen.
	Entw-02	<i>Vorschriften Merkblatt «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen»</i> Während der Bauphase sind die Vorschriften des Merkblatts «Gewässerschutz- und Abfallvorschriften auf Baustellen» des Amts für Wasser und Abfall des Kantons Bern einzuhalten.
Boden	Bod-01	<i>Fachgerechter und schonender Umgang mit dem Boden (gemäss VSS-Norm SN 640 581, FSKB-Rekultivierungsrichtlinie, BAFU-Leitfaden „Bodenschutz beim Bauen“):</i> Die bodenrelevanten Vorgänge (Abtrag, Zwischenlagerung, Rekultivierung, Folgebewirtschaftung sowie Befahren des Bodens) haben nach den einschlägigen Bestimmungen zu erfolgen (ausser bei belasteten Böden, die ohnehin entsorgt werden). Die folgenden grundsätzlichen Massnahmen zum Schutz des Bodens sind zu beachten und werden in der weiteren Planung und Submission berücksichtigt und während der Bauphase überwacht: ▪ Minimierung der temporär und permanent beanspruchten Flächen. ▪ Begrünung der tangierten Flächen vor Baubeginn. ▪ Auf temporär beanspruchten Flächen (Baupisten, Installationen, Zwischenlager etc.) wird i.d.R. kein Bodenabtrag vorgenommen (Ausnahme: der Boden wird im Endeffekt sowieso abgetragen). ▪ Bei Baupisten und Installationsflächen sind zum Schutz des Bodens vor Verdichtungen Kiesschüttungen von mindestens 50 cm Stärke (nach Möglichkeit gebrochenes Material) mit einem Geogewebe oder Sandschicht als Trennschicht aufzubringen, welches den Schüttungsfuss des Kieskörpers seitlich deutlich überragt. ▪ Für das Anlegen der Pisten und Installationsflächen muss eine Mindestsaugspannung von 10 cbar vorhanden sein. ▪ Befahren und Bewegen (Abtrag, Zwischenlagerung, Auftrag) des Bodens nur bei genügend abgetrocknetem Boden. ▪ Ober- (A-Horizont), Unterboden (B-Horizont) und Untergrund sind soweit wie möglich und sinnvoll separat abzutragen (Bodenabtrag in der Regel nur mit Baggern). ▪ Allfällige Bodendepots sind locker mit Bagger zu schütten und, falls sie länger als 3 Wochen bestehen bleiben, unmittelbar nach der Schüttung zu begrünen (von Hand mit einer Saatmischung mit einem hohen Anteil an tiefwurzelnden Arten, z.B. Luzerne-Klee-Gras-Mischung). Die maximale Schütthöhe der Wall- und der Flächendepots beträgt 2.0 m für Ober- und 2.5 m für Unterboden. Die Bodendepots sind regelmässig zu pflegen (Mähen, Unkrautbekämpfung). Sie dürfen weder befahren noch beweidet werden. ▪ Der Einsatz einer Trennschicht (Vlies, Sand oder Stroh) zwischen Depot und gewachsenem Boden für die Zwischenlagerung wird von der BBB veranlasst. ▪ Schwach belasteter Boden ist getrennt von sauberem Boden auf einer Trennschicht zwischenzulagern und gemäss Anweisungen der BBB zu beschriften. ▪ Die Zwischenlager sind locker und auf gut durchlässiger Unterlage zu errichten. Allenfalls sind Entwässerungsmassnahmen gemäss Empfehlungen der BBB zu berücksichtigen.

		- Die Zwischenlager dürfen grundsätzlich nicht mit Baumaschinen befahren werden. - Bei günstigen Bedingungen (gut abgetrocknete Böden, Schönwetterperioden) sind bodenrelevante Arbeiten wo möglich terminlich vorzuziehen. Beim Bodenauftrag muss der Boden weitgehend abgetrocknet sein und ggf. der Schichtaufbau (Ober- auf Unterboden) beachtet werden. Unmittelbar nach der Schüttung ist der Boden zu begrünen (von Hand, Saadmischung gemäss den Vorgaben der Landschaftsplaner). Der frisch geschüttete Boden darf dabei nicht befahren werden.
	Bod-02	<i>Bodenkundliche Baubegleitung</i> Sämtliche bodenrelevanten Arbeiten sind von einer Bodenkundlichen Baubegleitung zu begleiten. Die Fachperson wird bereits bei der Detailplanung inkl. Ausschreibung (Submission) und Ausführungsplanung einbezogen. Allfällige noch nicht kartierte Bodenflächen sind durch die BBB vor Baubeginn bodenkundlich aufzunehmen. Ein Entwurf des Pflichtenhefts der BBB befindet sich in Anhang 5.12-6.
	Bod-03	<i>Verwertung des überschüssigen Ober- und Unterbodenmaterials</i> Falls überschüssiges, unverschmutztes Oberbodenmaterial anfällt, muss dieses zwingend als Boden im Sinne der VBBo wiederverwendet werden. Im Sinne des Vermischungsverbots darf belastetes Bodenmaterial nicht an einem Ort ohne chemische Belastung aufgebracht werden. Das unverschmutzte Material ist bevorzugt auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wieder zu verwenden. Eine Verwertung im Landwirtschaftsland / FFF wird aufgrund der anthropogenen Beeinflussung im Ausgangszustand und der Herkunft nicht empfohlen.
	Bod-04	<i>Umgang mit belastetem Bodenmaterial</i> Schwach belastetes Bodenmaterial ist in erster Instanz vor Ort und ansonsten an einem Ort mit einer ähnlichen Belastung wieder zu verwenden (i.S. Gleiches zu Gleichem). Ist dies nicht möglich, ist das Material fachgerecht auf einer Deponie Typ B zu entsorgen.
Abfälle, umweltgefährdende Stoffe	Abf-01	<i>Entsorgungskonzept</i> Vor Beginn der Rückbauarbeiten: Prüfung von Verwertungsoptionen und -kapazitäten für die zu erwartenden Abfallmengen. Erstellen und Einreichen detailliertes Entsorgungskonzept inkl. Formular «Baustellen-Entsorgungskonzept / Entsorgungswegweiser».
	Abf-02	<i>Entsorgungsnachweis</i> Nach Bauabschluss: Erstellen einer Schlussdokumentation mit Entsorgungsnachweisen und allfällige Dokumentation verbleibender Restbelastungen (durch Fachperson Schadstoffsanierung).
Flora, Fauna, Lebensräume	FFL-01	<i>Brutzeiten respektieren</i> Das Entfernen von Hecken und Bäumen darf nur ausserhalb der Brutzeit von wildlebenden Vögeln und Säugetieren stattfinden (nicht zwischen 1. April und 31. Juli).
	FFL-02	<i>Hecken</i> Die Hecken sind angemessen zu ersetzen oder wiederherzustellen. Dabei sind einheimische, ökologisch wertvolle Bäume und Sträucher von regionaler Herkunft (regionale Genetik) zu verwenden. Es dürfen keine Varietäten gesetzt werden. Bei Hecken, die nicht auf den Stock gesetzt werden können, ist ein Faktor von

		1:1.25 zu verwenden. Auf Parzelle 9690 ist ein Krautsaum zu berücksichtigen.
	FFL-03	<i>Hecken</i> Es sind in den ersten 5 Jahren nach Pflanzung der Hecke alle 20 Meter Kleinstrukturen wie Asthaufen und in Sandlinsen teileingegrabene Wurzelstöcke anzulegen. Für die Erstellung der Strukturen sind Lücken im Pflanzplan vorzusehen.
	FFL-04	<i>Hecken</i> In der Hecke sind mindestens 20 Bäume einheimischer, standorttypischer Arten zu setzen. Es sind Bäume mit regionaler Genetik zu pflanzen. Es dürfen keine Varietäten gepflanzt werden. Die Standorte orientieren sich an den Standorten der gefälltten Bäume.
	FFL-05	<i>Hecken</i> In der Hecke sind gleichmässig verteilt 24 Vogelnistkästen für die Arten Blau-, Kohl- und Sumpfmehse, Star und Feld- / Haussperling anzubringen. Die Nistkästen sind vor starker Sonneneinstrahlung zu schützen (Gefahr von Überhitzung). Die Nistkästen sind mindestens alle zwei Jahre zu reinigen.
	FFL-06	<i>Hecken</i> In der Hecke sind gleichmässig verteilt 24 Fledermauskästen anzubringen. Die Kästen sind vor starker Sonneneinstrahlung zu schützen (Gefahr von Überhitzung).
	FFL-07	<i>Kleinstrukturen auf Parzelle 9689</i> Auf 284 m ² werden zur Gewährleistung der Längsvernethung Kleinstrukturen gemäss Detailkonzept erstellt. Insgesamt sind 17 Kleinstrukturen vorgesehen. Als Kleinstrukturen sind Buschgruppen aus einheimischen Wildrosensträuchern, Asthaufen und in Sandlinsen teileingegrabene Wurzelstöcke vorgesehen.
	FFL-08	<i>Einzelbäume</i> Die gefälltten Bäume entlang der Bondelistrasse sind durch min. 3 m hohe Exemplare im Projektperimeter zu ersetzen. Der Baumbestand im Projektperimeter entlang der Bondelistrasse besteht nach den Ersatz- und Ergänzungspflanzungen mehrheitlich aus einheimischen Arten.
	FFL-09	<i>Neophyten</i> Das Aufkommen von invasiven Neophyten wird innerhalb des Projektperimeters während der Bauphase und drei Jahre darüber hinaus bekämpft.
	FFL-10	<i>UBB / ÖBB</i> Die fachgerechte Umsetzung der Heckenpflanzung, Erstellung der Kleinstrukturen, Anlage von artenreichen Begrünungen sowie die Installation der Nist- und Fledermauskästen ist mittels einer UBB / ÖBB zu begleiten.
Lichtimmissionen	Li-01	<i>Normerfüllung</i> Die geltenden Normen, Vorgaben und Vollzugshilfen sind gemäss Lichtkonzept umzusetzen. Die Beleuchtung ist so wählen, dass im Rahmen der Normerfüllung die Lichtemissionen auf die Hecke möglichst gering ausfallen. Im Rahmen der Detailprojektion ist zu prüfen, ob die Standard - Leuchten gem. Produktvorgabe des Kantons Bern zum Schutz der Insekten allenfalls mit einer Lichtfarbtemperatur 3000K (statt 4000K) ausgestattet werden können.
	Li-02	<i>Visuelle Kohärenz</i> Einheitliche Kandelaber und Leuchtmittel fördern eine harmonische Gestaltung des gesamten Perimeters.

	Li-03	<i>Beleuchtungssteuerung</i> Es ist zu prüfen, ob eine tageslicht- resp. witterungsabhängige Steuerung eingesetzt werden kann.
	Li-04	<i>Lichtfarbe</i> Licht mit vielen Blauanteilen (kurzwelliger Bereich) ist möglichst zu vermeiden.
Landschaft und Ortsbildschutz	Lan-01	<i>Ersatz Grünstrukturen</i> Die Strassenbegrünung ist ein wichtiges Aufwertungselement für das Ortsbild und den Charakter des Verkehrswegs. Gefällte Bäume sind deshalb im Minimum gleichwertig zu ersetzen.
	Lan-02	<i>Ausbau Grünstrukturen</i> Für das Ortsbild und das Stadtklima förderliche Massnahmen im Zusammenhang mit Baumpflanzungen und Grünflächen sind wo immer möglich zu ergänzen und umzusetzen.
	Lan-03	<i>Multifunktionalität</i> Die Flächen sind so auszugestalten, dass eine hohe Aufenthaltsqualität gewährleistet wird. Dazu sind sie mit einer Vielzahl unterschiedlicher Nutzungen ausgestattet, die den Raum sowohl funktional als auch angenehm und erlebbar für eine breite Palette von Aktivitäten machen.
	Lan-04	<i>Minimierung des Verkehrslärmes</i> Die konkreten Massnahmen zur Minimierung des Verkehrslärmes sind im Kapitel 5.6.3 festgehalten
Kulturdenkmäler, Archäologische Stätten	Kul-01	<i>Archäologie</i> Die Bodeneingriffe im Bereich der Böschung neben der Haltestelle Sandrain sind durch den archäologischen Dienst des Kantons Bern zu begleiten. Der archäologische Dienst ist frühzeitig über die anstehenden Arbeiten zu informieren. Bei archäologischen Funden ist unverzüglich der ADB zu informieren und die Arbeiten im betroffenen Bereich sind einzustellen.
	Kul-02	<i>Historische Verkehrswege</i> Die historische Substanz der Verkehrswege (Steinmauern, Allee-bäume) wird vor Baubeginn dokumentiert. Die Abschnitte der historischen Steinmauern, welche durch das Vorhaben tangiert werden, müssen der Bauzeit der Mauern entsprechend wiederhergestellt werden (Kalkmörtel). Es ist das bestehende oder gleichwertiges Steingut zu verwenden. Gefällte Bäume müssen ersetzt werden.

8. Pflichtenheft für die Umweltbaubegleitung (UBB) und die bodenkundliche Baubegleitung (BBB)

8.1. Pflichtenheft UBB

Grundlagen

Dieses Pflichtenheft stützt sich auf die massgebende VSS-Norm SN 640 610a «Umweltbaubegleitung (UBB)», welche die Grundsätze der UBB festlegt.

Zielsetzung und Abgrenzung

Ziel ist in erster Linie der gesetzeskonforme Betrieb der Baustelle bezüglich Umweltauflagen. Die UBB überwacht in diesem Zusammenhang die Umsetzung der vorgesehenen und verfügbaren Massnahmen resp. Auflagen sowie der gesetzlichen Vorschriften im Bereich Umwelt. Insbesondere die Bauleitung und der Unternehmer sollen durch vorbeugende und aktive Information in die Umweltbelange miteinbezogen und dafür sensibilisiert werden.

Die Arbeit der UBB beginnt mit der Erstellung der Ausschreibung für ein Bauvorhaben, geht weiter über die Ausführungsphase und ist abgeschlossen, wenn der Bau vollendet und alle umweltrelevanten Auflagen aus dem Bewilligungsverfahren ausgeführt und abgenommen sind. Die UBB ist abzugrenzen von der so genannten Umweltprojektbegleitung (UPB), welche ein Bauvorhaben während der Planungsphase begleitet.

Funktionen der UBB

Die UBB nimmt während Ausschreibungs-, Bau- und Abschlussphase folgende Funktionen wahr:

- Stabstelle des Bauherrn in Umweltfragen,
- Beratungsstelle der Bauleitung und der Unternehmer in Umweltfragen (i.d.R. via Bauleitung),
- Kontaktstelle bezüglich Umweltanliegen zu den entsprechenden Fachstellen und Behörden.

Vorbereitung der Bauphase

- Unterstützung der Bauherrschaft bei der Submission umweltrelevanter Bautätigkeiten, insbesondere bei der Erstellung und Überprüfung von Ausschreibungsunterlagen bezüglich der Umweltbestimmungen und allfälliger Auflagen der Bewilligungsbehörden.
- Kontrolle / Überwachung der vor Baubeginn zu erledigenden Auflagen, insbesondere auf Vorhandensein und Vollständigkeit (Beispiele):
 - Entsorgungskonzept gemäss SIA 430
 - Entwässerungskonzept gemäss SIA 431
 - Detailplanungen (Materialbewirtschaftungskonzept, Ersatzmassnahmen, etc.)
- Erstellen eines Massnahmenplans Umwelt / Auflagenliste: enthält sämtliche Umweltauflagen inkl. Verantwortlichkeiten, Status, Pendenzen, notwendigen Prüfungen, Vollzugsjournal etc.

- Überprüfung von Standorten für die Zwischenlagerung von Abbruch- und Aushubmaterial.
- Begleitung der Planung, Vorbereitung und Einrichtung von Installationsplätzen.
- Kennzeichnung sensibler Gebiete / Objekte.
- Überprüfung der Transportwege zu den einzelnen Baustellen.
- Kennzeichnung der Bestände an invasiven Neophyten und Überprüfung deren fachgerechter Entsorgung.
- Abnahme der Umweltschutzmassnahmen (Lärmschutz, Einhaltung LRV usw.) vor Beginn der Bauarbeiten.
- Festlegung des Meldeverfahrens und der Art der Dokumentation. Bei Bedarf führt die UBB eine periodische Berichterstattung durch und informiert so die zuständigen Behörden über den Bauvorgang, über die getroffenen Schutzmassnahmen, über allfällige Schadenereignisse aus Sicht der Umwelt und über die Wiederinstandstellung.
- Sensibilisierung der Bauleitung für Umweltanliegen und Instruktion betreffend der notwendigen Schutzmassnahmen auf der Baustelle. Bei Bedarf, und nach Rücksprache mit der Bauherrschaft, Kontaktaufnahme mit den entsprechenden kantonalen Fachstellen.
- Unterstützung der Bauleitung bei der Sensibilisierung und Instruktion der Bauunternehmungen.

Bauphase

- Überwachung der vollständigen, zeitgerechten und fachlich korrekten Umsetzung aller verfügbaren Umweltschutzmassnahmen.
- Regelmässige Kontrolle der Einhaltung der Umweltvorschriften auf der Baustelle. Laufende Führung eines Umwelt-Baujournals. Periodische Orientierung der Gesamtprojektleitung über den Stand und den Abschluss der Auflagen.
- Orientierung der Bauleitung über allfällige Umweltprobleme auf der Baustelle und Mithilfe bei der Lösungsfindung.
- Teilnahme an Bausitzungen sofern umweltrelevante Fragen zur Beratung stehen. Die UBB informiert sich selbständig über den Baufortschritt.
- Teilnahme an Öffentlichkeitsarbeit, Orientierungsversammlungen, Begehungen, Informationsanfragen etc. zur Erläuterung der Umweltmassnahmen
- Beantwortung Umweltanliegen Dritter in vorgängiger Absprache mit Oberbauleitung und Bauherr.
- Überprüfung der vorschriftsmässigen Lagerung und Verwendung von wassergefährdenden Stoffen und Flüssigkeiten auf den Baustellen.
- Begleitung der bodenrelevanten Arbeiten (BBB) inkl. Abtrag, Auftrag, Zwischenlagerung, sowie Überwachung der Bodenschutzmassnahmen.
- Begleitung der Arbeiten im Zusammenhang mit den ökologischen Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen (ÖBB).
- Bei Projektänderungen sorgt die UBB via Projektleitung frühzeitig für die korrekte Abwicklung inklusive Einholung allfälliger umweltrechtlicher Genehmigungen.

- Begleitung der Bauarbeiten und Unterstützung aller Projektbeteiligten im Bereich Einhaltung der Baulärm-Richtlinie sowie allfälliger lärmrelevanter Zusatzanforderungen.

Abschlussphase

- Vorbereitung der Unterlagen für die Umweltbauabnahme, in denen alle zu prüfenden Sachverhalte enthalten sind. Dazu gehört auch ein Dokument, welches den Stand der Realisierung und die sachgerechte Ausführung der verfügbaren Umweltschutzmassnahmen festhält.
- Die Umweltbauabnahme findet kombiniert mit der Abnahme des Bauwerks statt. Die Umweltbaubegleitung nimmt an der Umweltbauabnahme teil.
- Kontrolle, ob die Unterhaltskonzepte für die Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen vorhanden sind.
- Die Umweltbaubegleitung bereitet die nach der Umweltbauabnahme noch anfallenden Arbeiten vor (Erfolgskontrolle, Planung und Sicherstellung notwendiger Unterhaltsarbeiten, Umweltbaubegleitung von Garantierarbeiten etc.).
- Verfassen eines Schlussberichtes nach erfolgten Rekultivierungsarbeiten, Ansaaten und Aufforstungen zuhanden der Behörden und der Bauherrschaft.

8.2. Pflichtenheft BBB

Verantwortung / Befugnisse

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Unterstützt die Bauleitung und ist organisatorisch entsprechend als Stabstelle mit klar definierten Funktionen einzugliedern und entsprechend im Projekt-Organigramm aufzuführen.
- Berät die Bauleitung und die Bauherrschaft in allen Fragen des Bodenschutzes: Ausscheidung geeigneter Flächen für Zwischenlager, Überwachung des Bodenabtrags, Formulierung von Bauvorgaben und Schutzmassnahmen für die Zwischenlagerung (Schütthöhen, Begrünung, Trennung der Böden etc.).
- Besitzt grundsätzlich keine direkten Weisungsbefugnisse, sondern kommuniziert in der Regel über die Bauleitung. Die BBB kann Arbeiten, die gegen die bodenschützerischen Auflagen verstossen, nach Rücksprache mit der Bauleitung, unverzüglich einstellen.

Ausführung, Bau und Eingriff

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Kennt das bewilligte Vorhaben und die bodenrelevanten Vorgaben der Baubewilligung.
- Passt bei Projektänderungen die Bodenschutzmassnahmen an.
- Erläutert die Bodenschutzmassnahmen gemäss den Auflagen und den einschlägigen Richtlinien auf der Baustelle (Information der Bauleitung, Unternehmung und Maschinisten) und überwacht deren Einhaltung.
- Nimmt an allen bodenrelevanten Bausitzungen teil und berät die Bauleitung und Bauherrschaft.

- Stellt Hilfsmittel und Entscheidungsgrundlagen bereit, wie:
 - Betrieb von Niederschlagsmessern,
 - Maschinenliste mit zulässigen Einsatzgrenzen,
 - Entscheidblätter für Absprachen zwischen der Bauleitung, der Unternehmung und der BBB.
- Beurteilt die Ausführbarkeit der bodenrelevanten Arbeiten täglich oder nach Notwendigkeit basierend auf den Entscheidungsgrundlagen, wie Bodenfeuchte, Niederschlag, Einsatzgrenzen der eingesetzten Maschinen und gibt der Bauleitung entsprechende Anweisungen. Eine Beurteilung vor Ort ist auf jeden Fall nötig beim Beginn neuer Arbeitsschritte, bei der Beanspruchung neuer Flächen und bei Witterungsänderungen.
- Muss vom Bauunternehmer vor allen bodenrelevanten Erdarbeiten kontaktiert werden, um diese freizugeben.
- Prüft die gewählten Standorte von Bodenzwischenlagern und stellt die korrekte Anlage und Pflege sicher.
- Protokolliert und informiert die Bewilligungsbehörde und zuständige kantonale Fachstelle über den Bauablauf und die Einhaltung der Bodenschutzmassnahmen (gemäss den Bauauflagen).

Abnahme

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Erstellt einen Schlussbericht inkl. Fotodokumentation zuhanden der Baubewilligungsbehörde und der kantonalen Bodenschutzfachstelle (sofern verlangt).

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Massgebende Zustände und Zeithorizonte	6
Tabelle 2:	Verkehrszahlen für den Prognosezustand 2030	14
Tabelle 3:	Umweltrelevanzmatrix	17
Tabelle 4:	Übersicht der Massnahmenstufen Baulärm	25
Tabelle 5:	Belastungsgrenzwerte Industrie und Gewerbelärm	28
Tabelle 6:	Emissionen einzelner Komponenten bei stillstehendem Fahrzeug.....	29
Tabelle 7:	Berechnung Industrie- und Gewerbelärm Betriebswendeschlaufe am Tag.....	31
Tabelle 8:	Berechnung Industrie- und Gewerbelärm Betriebswendeschlaufe in der Nacht	32
Tabelle 9:	Belastungsgrenzwerte Strassenlärm.....	34
Tabelle 10:	Verkehrszahlen für den Prognosezustand 2030 ohne und mit Projekt.....	37
Tabelle 11:	Emissionswerte Tram	38
Tabelle 12:	Bewertung zur Belastung des Niederschlagsabwassers im Bereich der Fahrbahn	52
Tabelle 13:	Resultate Schadstoffbeprobung nach VBBo (Labor Bachema AG).....	57
Tabelle 14:	Abfallmengen (Hauptkubaturen) und Entsorgungswege SEFT 3	63
Tabelle 15:	W-/A-Diagramm Bevölkerung.....	65
Tabelle 16:	Erfasste Habitatbäume mit Baumhöhlen und / oder Efeubewuchs.....	68
Tabelle 17:	Festgestellte Vogelarten und die Anzahl Reviere	69
Tabelle 18:	Die Fläche der Heckeneingriffe aufgeführt nach Heckenabschnitten	70
Tabelle 19:	Auflistung der Eingriffe an den Habitatbäumen.....	71
Tabelle 20:	Heckenersatzfläche im Projektperimeter	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersichtsplan Bern mit Lage der Projekte SEFT 1 - 3 und SEFT 3	7
Abbildung 2:	Übersichtsplan Projekte Seftigenstrasse (Projekte SEFT 1 - 3)	8
Abbildung 3:	Ausschnitt aus dem Schutzplan 1993 der Gemeinde Köniz	12
Abbildung 4:	Einteilung des Perimeters in die Abschnitte 1 bis 7; Position der Dauerzählstellen .	15
Abbildung 5:	Stickstoffimmissionen (NO ₂) 2023	19
Abbildung 6:	Feinstaubimmissionen (PM10) 2022	19
Abbildung 7:	Lärmempfindlichkeitsstufen Stadt Bern, Stand 21.12.2023	22
Abbildung 8:	Zonenplan Köniz mit ES, Stand 21.12.2023	23
Abbildung 9:	Komposition Tram Typ Combino BERNMOBIL	29
Abbildung 11:	Einteilung des Perimeters in die Abschnitte 1 bis 7; geplante Tempolimiten	38
Abbildung 12:	Ausschnitt aus der Gewässerschutzkarte des Kantons Bern	48
Abbildung 13:	Situation im Gebiet Morillon-Sandrain um 1958	55
Abbildung 14:	Berechnete Störfallrelevanz Personen	64
Abbildung 15:	Hecke entlang der Seftigenstrasse	67
Abbildung 16:	Landschaftstypologien der Schweiz	78
Abbildung 17:	Einwohnerdichte	80
Abbildung 18:	Landschaftsschutzgebiete und Inventare Schweiz	80
Abbildung 19:	Foto Abschnitt Monbijoustrasse-Schönegg	81
Abbildung 20:	Foto Knoten Sandrain	82
Abbildung 21:	Foto Abschnitt Schönegg-Sandrain	82
Abbildung 22:	Unterteilung Projektperimeter	83
Abbildung 23:	Geschützte Einzelbäume, Baumreihen und Hecken	85
Abbildung 24:	Ausschnitt aus ISOS-Aufnahmeplan	86
Abbildung 25:	Auszug aus dem Bauinventar des Kantons Bern	91
Abbildung 26:	Auszug aus Inventar der historischen Verkehrswege der Schweiz (IVS)	92
Abbildung 27:	Standortübersicht historische Steinmauern	93
Abbildung 28:	Fotos der Steinmauern im Projektperimeter	93

Impressum

Projektbeteiligte

Dominic Stickel (MSc Biologie)
Adam Hasenfratz (PhD Geologie)
Andreas Schluep (Dipl. Umwelting. ETH)
Eva Bühlmann (Projektleiterin, MSc Geografin)
Janina Noack (MSc Geografin)
Jan Biedermann (BSc Landschaftsarchitekt)
Beatrice Rüegg (Umweltingenieurin FH)
Claudia Burkhalter (MSc Erdwissenschaften)
Manuel Erne (BSc Geograf)
Monika Frey (Lic. phil. nat. Biologin / SVU)
Pascal König (BSc Umweltingenieurwesen FH)
Nicole Teuscher (MSc Geografin, Bodenkundliche Baubegleiterin BGS)

CSD INGENIEURE AG



Eva Bühlmann
Projektleiterin



Pascal König
Stv. Projektleiter

Disclaimer

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

ihre seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden

von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird

die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

Anhangsverzeichnis

Anhang 5.6-1	Lärm-Emissionstabelle
Anhang 5.6-2	Lärm-Immissionstabelle
Anhang 5.6-3	Lärm-Pläne Zustand mit / ohne Projekt
Anhang 5.6-4	Wirtschaftlichkeitsberechnungen (WTI)
Anhang 5.6-5	Erleichterungsanträge
Anhang 5.7-1	Eschütterungsgutachten
Anhang 5.12-1	Situation Bodenaufnahmen
Anhang 5.12-2	Detail Bodenprofile
Anhang 5.12-3	Protokoll Handsondierungen
Anhang 5.12-4	Rekultivierungskategorien
Anhang 5.12-5	Laborbericht Bachema AG
Anhang 5.12-6	Pflichtenheft für die Bodenkundliche Baubegleitung
Anhang 5.14-1	Zustandserfassung Strassenoberbau
Anhang 5.16-1	Screening Störfall
Anhang 5.17-1	Bewertung Hecke Seftigenstrasse
Anhang 5.18-1	Plan 1 Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume Seftigenstrasse
Anhang 5.18-2	Plan 2 Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume Seftigenstrasse
Anhang 5.18-3	Pflegevereinbarung Hecke Seftigenstrasse 3
Anhang 5.18-4	Kleinstruktur Parzelle 09
Anhang 5.19-1	Beleuchtungskonzept von Lumium

5.6-1 Lärm-Emissionstabelle

MIV		Verkehr						Sanierungshorizont 2030 ohne Sanierung			Sanierungshorizont 2030 mit Sanierung		
Bezeichnung	Strasse	Fahrzeuge / h				lärmiger Anteil N2 (%)		v (km/h)	Le MIV (dBA)		v (km/h)	Le MIV (dBA)	
		Nt (Tag)	Nn (Nacht)	Nt2 (Tag)	Nn2 (Nacht)	Nt2 (Tag)	Nn2 (Nacht)		Strasse	Tag		Nacht	Strasse
Abschnitt 1	Seftigenstrasse	519.7	96.4	18.2	4.8	3.5	5	50	76.1	68.7	30	70.2	63.0
Abschnitt 2	Seftigenstrasse	486.7	90.3	17.0	4.5	3.5	5	50	75.8	68.2	30	69.9	62.4
Abschnitt 3	Monbijoustrasse	179.6	36.4	6.3	1.7	3.5	4.6	50	71.5	60.2	50	71.5	60.2
Abschnitt 4	Seftigenstrasse	662.6	134.4	23.2	6.2	3.5	4.6	50	77.2	70.3	30	71.3	64.5
Abschnitt 5	Seftigenstrasse	634.2	128.6	22.2	5.9	3.5	4.6	50	77.0	70.1	30	71.1	64.3
Abschnitt 6	Seftigenstrasse	577.4	116.7	16.2	4.9	2.8	4.2	50	76.5	69.7	30	70.5	63.8
Abschnitt 7	Seftigenstrasse	726.5	146.8	20.3	6.2	2.8	4.2	50	77.5	70.6	30	71.5	64.8

Tram		Verkehr		Sanierungshorizont 2030 ohne Sanierung			Sanierungshorizont 2030 mit Sanierung		
Bezeichnung	Strasse	Fahrzeuge / h		v (km/h)	Le nur Tram (dBA)		v (km/h)	Le nur Tram (dBA)	
		Tag	Nacht		Tag	Nacht		Tag	Nacht
Abschnitt 1	Seftigenstrasse	*	*	*	*	*	*	*	*
Abschnitt 2	Seftigenstrasse	*	*	*	*	*	*	*	*
Abschnitt 3	Monbijoustrasse	17	4	45	65.8	59.5	45	65.8	59.5
Abschnitt 4	Seftigenstrasse	17	4	**	**	**	30	61.3	55.0
Abschnitt 5	Seftigenstrasse	17	4	**	**	**	30	61.3	55.0
Abschnitt 6	Seftigenstrasse	17	4	**	**	**	30	61.3	55.0
Abschnitt 7	Seftigenstrasse	17	4	45	65.8	59.5	30	61.3	55.0

* = Betriebsverkehr vernachlässigbar
** = Tram auf Eigenstrasse und deshalb nicht nach LSV Anhang 3 zu bewerten

Gesamtemissionen		Sanierungshorizont 2030 ohne Sanierung		Sanierungshorizont 2030 mit Sanierung	
Bezeichnung	Strasse	Le gesamt ohne Projekt 2030 (dBA)		Le gesamt mit Projekt 2030 (dBA)	
		Tag	Nacht	Tag	Nacht
Abschnitt 1	Seftigenstrasse	76.1	68.7	70.2	63.0
Abschnitt 2	Seftigenstrasse	75.8	68.2	69.9	62.4
Abschnitt 3	Monbijoustrasse	72.5	62.9	72.5	62.9
Abschnitt 4	Seftigenstrasse	77.2	70.3	71.7	65.0
Abschnitt 5	Seftigenstrasse	77.0	70.1	71.5	64.8
Abschnitt 6	Seftigenstrasse	76.5	69.7	71.0	64.3
Abschnitt 7	Seftigenstrasse	77.8	70.9	71.9	65.2

Nt Fahrzeuge/h am Tag (06:00-22:00)
Nn Fahrzeuge/h in der Nacht (22:00-06:00)
N2 Verkehrsmenge der lärmigen Fahrzeuge
Nt2 lärmige Fahrzeuge am Tag (entweder pro h oder in %)
Nn2 lärmige Fahrzeuge in der Nacht (entweder pro h oder in %)
v Geschwindigkeit in km/h
MIV motorisierter Individualverkehr
Le Lärmemissionen
Der Abschnitt 2 hat im Zustand mit Projekt zwei unterschiedliche Geschwindigkeitsregimes, da die Signalisation nicht auf die Abschnittsgrenze fällt . Deshalb wurde der Abschnitt im SH2030_mit_Sanierung in zwei Teilabschnitte unterteilt.

5.6-2 Lärm-Immissionstabelle



Anhang 5.6-2 Immissionen 2030 mit und ohne Projekt

BP	Adresse	Gemeinde	Parzelle	Baujahr	ES	Nutzung	Höhe [m]	Grenzwerte		2030 ohne Proj.				2030 mit Proj.			
								IGW Tag dBA	IGW Nacht dBA	Beurteilungspegel Lrt dBA	Beurteilungspegel Lrn dBA	IGW-Überschreitung >IGW Tag dBA	IGW-Überschreitung >IGW Nacht dBA	Beurteilungspegel Lrt dBA	Beurteilungspegel Lrn dBA	IGW-Überschreitung >IGW Tag dBA	IGW-Überschreitung >IGW Nacht dBA
2	Monbijoustrasse 125	Bern	1106	<1945	III	Wohnung	5.3	65	55	62	54			59	51		
2.1					II	Wohnung	5.3	60	50	60	52		2	56	48		
3	Seftigenstrasse 83	Bern	3303	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	59	52		
3.1					II	Wohnung	4.5	60	50	61	54	1	4	56	49		
4	Friedheimweg 24	Bern	3301	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	55	48			52	44		
5	Friedheimweg 26	Bern	3302	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	55	48			52	44		
6	Friedheimweg 49	Bern	2671	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	55	48			49	42		
7	Friedheimweg 51	Bern	2672	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	57	50			52	45		
8	Friedheimweg 53	Bern	2673	<1945	III	Wohnung	5	65	55	66	59	1	4	59	53		
8.1					II	Wohnung	5.3	60	50	62	55	2	5	56	49		
9	Roschistrasse 12	Bern	2798	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	57	50			51	45		
10	Roschistrasse 14	Bern	2622	<1945	III	Wohnung	5	65	55	64	57		2	58	51		
10.1					II	Wohnung	5.3	60	50	61	54	1	4	55	48		
11	Roschistrasse 15	Bern	2760	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	55	48			49	43		
12	Roschistrasse 17	Bern	2761	<1919	II	Wohnung	4.5	60	50	61	54	1	4	55	48		
13	Wabernstrasse 96	Bern	2762	<1945	II	Wohnung	7.3	60	50	49	42			44	37		
14	Wabernstrasse 98	Bern	3382	<1960	II	Wohnung	7.3	60	50	47	40			41	34		
15	Seftigenstrasse 93	Bern	680	<1960	III	Wohnung	1.7	65	55	67	61	2	6	59	52		
15.1					II	Wohnung	1.7	60	50	61	54	1	4	55	48		
16	Seftigenstrasse 95	Bern	3383	<1945	III	Wohnung	1.7	65	55	68	61	3	6	59	52		
17	Seftigenstrasse 99	Bern	681	<1980	III	Wohnung	5	65	55	67	60	2	5	59	52		
18	Landoltstrasse 60	Bern	3431	<1960	II	Wohnung	7.3	60	50	40	33			35	28		
19	Landoltstrasse 62	Bern	3432	<1960	II	Wohnung	7.3	60	50	41	34			35	29		
20	Landoltstrasse 64	Bern	3433	<1960	II	Wohnung	7.3	60	50	41	34			36	29		
21	Landoltstrasse 70	Bern	709	<1980	II	Wohnung	7	60	50	44	37			39	32		
22	Bondelistrasse 16	Bern	10123	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	45		
23	Seftigenstrasse 111	Bern	709	<1919	II	Wohnung	7.7	60	50	63	57	3	7	58	51		1
23.1	Seftigenstrasse 111 Westtrakt	Bern	709	<1919	II	Wohnung	7.7	60	50	61	55	1	5	57	51		1
23.7	Seftigenstrasse 111 Osttrakt	Bern	709	<1919	II	Wohnung	4.9	60	50	56	49			51	45		
24	Seftigenstrasse 113	Bern	709	2002	II	Wohnung	10.1	60	50	55	48			51	44		
25	Seftigenstrasse 115	Bern	709	2002	II	Wohnung	10.1	60	50	56	49			52	45		
26	Seftigenstrasse 117	Bern	709	2002	II	Wohnung	10.1	60	50	56	49			52	46		
27	Seftigenstrasse 119	Bern	709	2002	II	Gewerbe	1.7	70	60	69	62		2	59	53		
28	Landoltstrasse 93	Bern	2428	<1945	II	Wohnung	7.3	60	50	44	37			39	32		
29	Landoltstrasse 105	Bern	2828	<1945	II	Wohnung	8.3	60	50	46	39			40	33		
30	Landoltstrasse 107	Bern	2829	<1970	II	Wohnung	8.3	60	50	46	40			40	33		
31	Landoltstrasse 111	Bern	2830	<1990	II	Wohnung	2.5	60	50	47	40			40	33		
32	Landoltstrasse 127	Bern	2214	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	50	43			44	37		
33	Landoltstrasse 129	Bern	2332	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	55	48			49	42		
34	Sandrainstrasse 96	Bern	2300	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	45	39			40	33		
35	Sandrainstrasse 98	Bern	2333	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	51	44			46	39		
36	Sandrainstrasse 102	Bern	2330	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	58	51		1	51	44		
37	Sandrainstrasse 107	Bern	3577	<1970	II	Wohnung	5.69	60	50	55	48			48	42		
38	Sandrainstrasse 109	Bern	3578	<1970	II	Wohnung	4.5	60	50	57	50			50	43		
39	Sandrainstrasse 111	Bern	3579	<1970	III	Wohnung	7.3	65	55	66	59	1	4	59	53		
39.1					II	Wohnung	7.3	60	50	61	55	1	5	55	48		
40	Seftigenstrasse 186	Köniz	5385	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	59	52		
41	Seftigenstrasse 188	Köniz	5386	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	57	50			52	45		
43	Seftigenstrasse 190	Köniz	5383	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	59	52		
44	Seftigenstrasse 192	Köniz	5387	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	55	49			49	42		
45	Aarhaldenstrasse 6	Bern	3583	<1970	II	Wohnung	4.5	60	50	48	41			42	35		

46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	3584	<1970	III	Wohnung	4.5	65	55	66	59	1	4	60	53		
46.1					II	Wohnung	7.3	60	50	63	57	3	7	57	51		1
47	Seftigenstrasse 194	Bern	5381	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	58	52		
48	Seftigenstrasse 196	Bern	5388	<1960	II	Wohnung	4.5	60	50	56	50			50	43		
49	Aarbühlstrasse 8	Bern	2892	<1945	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	59	52		
50	Aarbühlstrasse 6	Bern	2914	<1945	II	Wohnung	4.5	60	50	54	47			48	42		
71	Bondelistrasse 66	Köniz	7405	1972	II	Wohnung	10.1	60	50	56	50			51	44		
72	Bondelistrasse 64	Köniz	7406	<1980	II	Wohnung	10.1	60	50	58	51		1	52	46		
73	Bondelistrasse 54	Köniz	7904	<1985	II	Wohnung	13.5	60	50	57	50			51	45		
74	Bondelistrasse 52	Köniz	7904	<1985	II	Wohnung	10.7	60	50	58	52		2	52	46		
75	Bondelistrasse 50	Köniz	7904	<1985	II	Wohnung	5.1	60	50	60	53		3	54	48		
76	Bondelistrasse 40	Köniz	9830	2002	II	Wohnung	7.3	60	50	56	49			50	43		
77	Bondelistrasse 38	Köniz	9830	2002	II	Wohnung	7.3	60	50	56	49			50	44		
78	Bondelistrasse 36	Köniz	9830	2002	II	Wohnung	7.3	60	50	56	50			50	44		
79	Bondelistrasse 34	Köniz	9830	2002	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	44		
80	Bondelistrasse 14	Köniz	10123	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	45		
81	Bondelistrasse 12	Köniz	10123	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	45		
82	Bondelistrasse 10	Köniz	10123	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	45		
83	Bondelistrasse 8	Köniz	10181	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	57	50			51	44		
84	Bondelistrasse 6	Köniz	10181	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	56	50			51	44		
85	Bondelistrasse 4	Köniz	10181	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	56	50			51	44		
86	Bondelistrasse 2	Köniz	10181	2007	II	Wohnung	7.3	60	50	56	49			51	44		
89	Seftigenstrasse Parzelle 9689	Köniz	9689	-	III	Wohnung	4.5	65	55	64	57		2	61	54		
90	Seftigenstrasse Parzelle 8733	Köniz	8733	-	III	Wohnung	4.5	65	55	63	56		1	58	51		
91	Seftigenstrasse Parzelle 8734	Köniz	8734	-	III	Wohnung	4.5	65	55	63	56		1	58	51		
92	Seftigenstrasse Parzelle 9831	Köniz	9831	-	III	Wohnung	4.5	65	55	61	54			55	48		
94	Seftigenstrasse Parzelle 2497	Köniz	2497	-	III	Wohnung	1.7	65	55	65	57		2	60	53		
97	Seftigenstrasse 190b	Köniz	5382	1950	III	Wohnung	1.5	65	55	65	58		3	58	52		
98	Seftigenstrasse 190a	Köniz	9688	1950	III	Wohnung	1.5	65	55	65	58		3	58	52		
99	Seftigenstrasse 198	Köniz	5084	1948	III	Wohnung	7.3	65	55	66	59	1	4	60	53		
100	Seftigenstrasse 186a	Köniz	5384	k.A.	III	Gewerbe	1.5	70	60	65	58			59	52		
101	Monbijoustrasse 134	Bern	2187	<1945	III	Wohnung	5.8	65	55	65	57		2	59	51		
102	Seftigenstrasse 79	Bern	2370	<1919	III	Wohnung	5.8	65	55	65	57		2	58	51		
103	Seftigenstrasse 77	Bern	2224	<1945	III	Wohnung	5.8	65	55	64	57		2	58	51		
103.1					II	Wohnung	5.8	60	50	57	49			52	44		
104	Seftigenstrasse 71	Bern	2221	<1945	III	Wohnung	2.5	65	55	66	58	1	3	59	52		
104.1					II	Wohnung	5.2	60	50	57	49			51	44		
105	Seftigenstrasse 69	Bern	708	<1919	III	Wohnung	4.2	65	55	66	58	1	3	59	52		
106	Seftigenstrasse 73	Bern	2369	<1945	II	Wohnung	5.8	60	50	59	51		1	53	46		
107	Seftigenstrasse 65	Bern	1137	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	64	57		2	59	51		
108	Morillonstrasse 28	Bern	2649	<1945	III	Wohnung	4.5	65	55	65	57		2	60	52		
109	Seftigenstrasse 68	Bern	2648	<1945	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	61	53		
110	Seftigenstrasse 66	Bern	2647	<1960	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	61	54		
111	Seftigenstrasse 64	Bern	2646	<1945	III	Wohnung	4.5	65	55	65	58		3	62	55		
TOTAL (81 Gebäude, 5 Parzellen)												13	38			0	2

BP Berechnungspunkt
 ES Empfindlichkeitsstufe
 Lrt Beurteilungspegel Tag
 Lrn Beurteilungspegel Nacht
 GW Grenzwert
 >IGW Immissionsgrenzwert überschritten

Sanierungshorizont 2030

Immissionsgrenzwert im Zustand mit Projekt überschritten
 Gebäude ohne Sanierungspflicht seitens Strasseneigentümer (Baubewilligung nach 01.01.1985)

5.6-3 Lärm-Pläne Zustand mit / ohne Projekt

Legende

- Beurteilungspunkt
- Emissionsquellen**
 - Strassenachse
 - ===== Tramachse
 - ===== Wendeschleife (nicht berücksichtigt)
- Lärmbelastung**
 - Gebäude mit Lärmimmission über IGW
 - Gebäude mit Lärmimmission unter IGW
 - Gebäude nicht betrachtet
 - Baubewilligung nach 01.01.1985
- Parzelle mit Lärmimmission über IGW
 - Parzelle mit Lärmimmission unter IGW
 - Parzelle nicht betrachtet

Lärmbelastung

- Parzelle mit Lärmimmission über IGW
- Parzelle mit Lärmimmission unter IGW
- Parzelle nicht betrachtet

- Empfindlichkeitsstufen
 - Empfindlichkeitsstufe ES II
 - Empfindlichkeitsstufe ES III

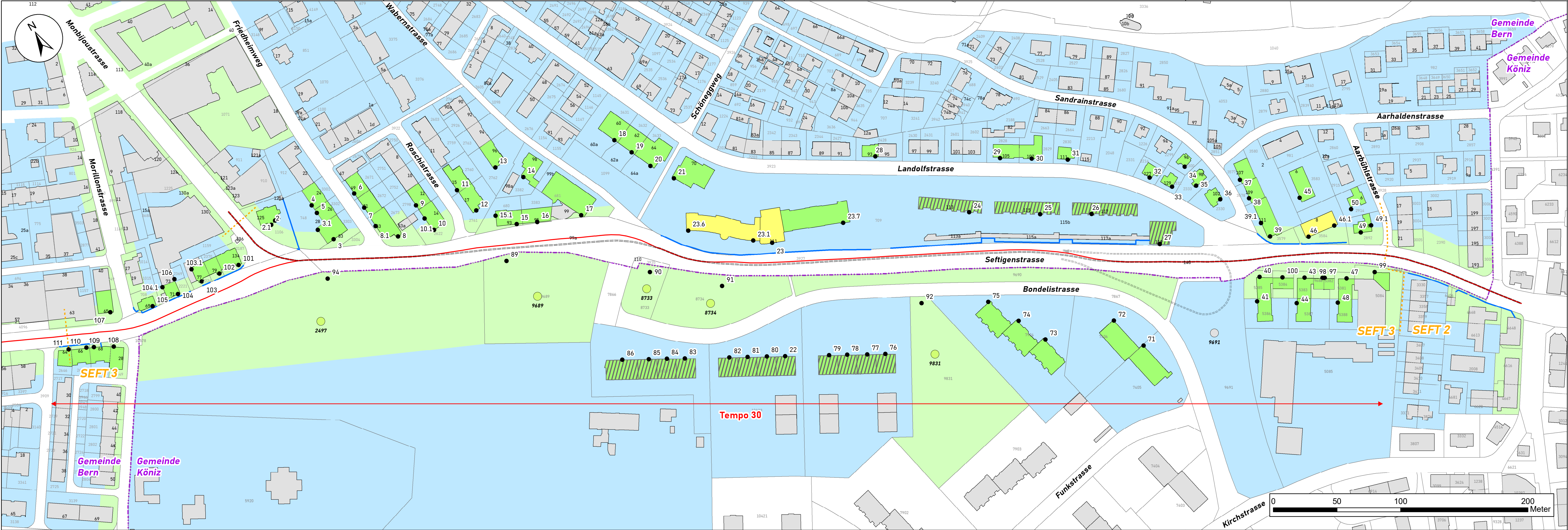
Empfindlichkeitsstufen

- Empfindlichkeitsstufe ES II
- Empfindlichkeitsstufe ES III

Diverses

- Gemeindegrenze
- Parzelle
- Bestehende Stützmauer / Betonwand / Lärmschutzwand
- Perimetergrenze Abschnitt SEFT 3

G+P INGENIEURE Grolimund + Partner AG Waldeggstrasse 42a 3097 Liebefeld-Bern T 031 356 20 00 www.grolimund-partner.ch SEFT 3 Lärmbeurteilung 2030 mit Projekt	DATUM	GEZEICHNET	KONTR.
	08.12.2025	dst	ah
	Format	Auftrag Nr. A6282	
	105 cm x 29.7 cm	M 1:1'500	



5.6-4 Wirtschaftlichkeitsberechnungen (WTI)

Prüfung Bau von Lärmschutzwänden SEFT 3, Gemeinde Bern

Wirtschaftlichkeit Lärmschutzwände

Gemeinde Bern
LSW-Nr. Domicil Schöneegg
Adresse Seftigenstrasse 111

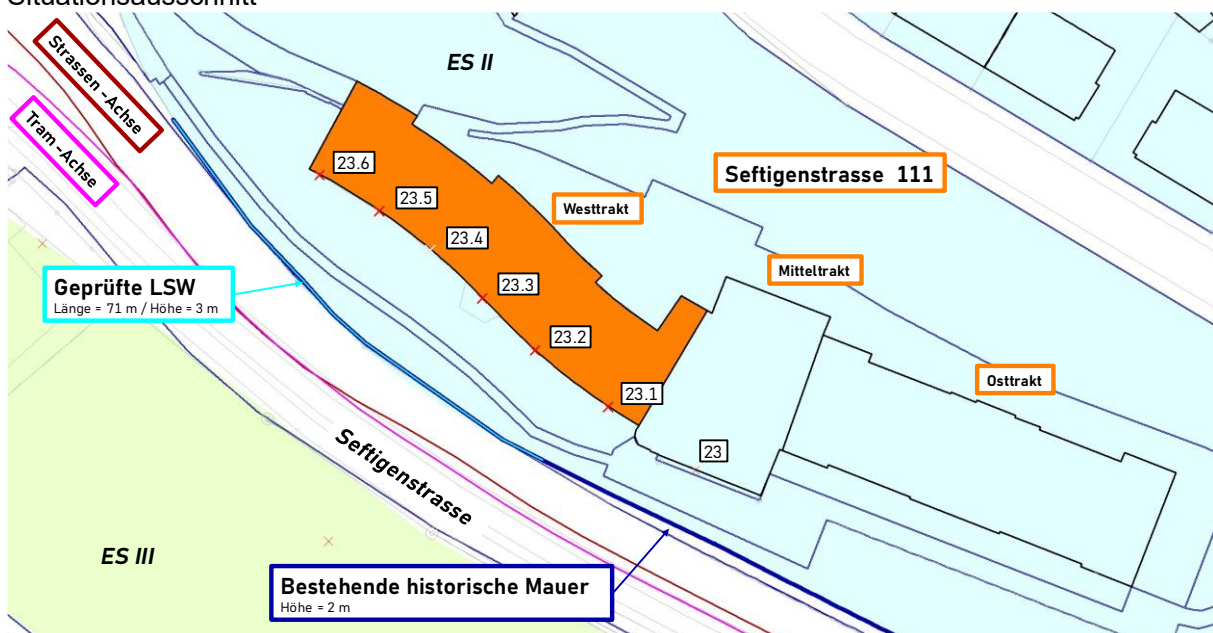
Punkt-Nr.: 23.1 - 23.6
Länge: 71 m
Höhe: 3 m

Beurteilung der Auswirkungen mit Lärmschutzwand

Kriterien	Mass der Beeinträchtigung		
	gering	mittel	hoch
Ortsbild			
Gebäude im Inventar Denkmalpflege (schützens- oder erhaltenswert)			x
Gebäude nicht im Inventar Denkmalpflege			
Landschaftsbild Höhe LSW: H > 3.5 m (stark) H = 2.0m – 3.5 m (mittel) H bis 2.0m (gering)		x	
Zugänglichkeit Lichteinfall, Sicht etc.		x	
Auswirkung auf die Verkehrssicherheit Behinderung Strassenraum / Sichtweiten	x		
Andere Auswirkungen Baulücken, Wirkung auf den Aussenraum	x		
Fazit über alle Kriterien			x

Situation und Fotos

Situationsausschnitt



Fotodokumentation



Aufgrund einer bestehenden historischen Mauer ist der Bau einer Lärmschutzwand vor dem Mitteltrakt des Domicil Schöneegg nicht möglich (obere Abbildung). Im Folgenden wird daher nur der Bau einer Lärmschutzwand vor dem Westtrakt (untere Abbildung) auf die wirtschaftliche Tragbarkeit geprüft.

Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen (bestehende Anlage)

1. Angaben zum Projekt

Projektbezeichnung:	A6282 SEFT3
Ort / Lage:	Seftigenstrasse 111 (Westtrakt)
Massnahmen:	LSW (H=3m; L=64.5m+6.25m=70.75m) (Tor wird ersetzt)
Bemerkungen:	1/2 der Geschossfläche wird berücksichtigt, da Mittelgang und Zimmer auf beide Seiten angenommen, aufgeteilt zwischen den sechs EP, Fläche 3. OG auf map.geo.admin gemessen/berechnet

2. Lärmbelastungen

Objekt Nr.	Pkt. Nr.	Etage	ES	WE	Parz.	GF _{lärm}	Lr ohne Massnahme		Lr mit Massnahme		Wirkung
							Tag	Nacht	Tag	Nacht	
111	23.1	2 II				67.25	57.3	50.7	55.9	49.3	-1.4
111	23.1	1 II				67.25	54.9	48.3	52	45.4	-2.9
111	23.1	0 II				67.25	50.3	43.7	47.4	40.7	-3.0
111	23.2	2 II				67.25	57.1	50.5	54.4	47.8	-2.7
111	23.2	1 II				67.25	56.5	49.9	52.4	45.6	-4.3
111	23.2	0 II				67.25	53.2	46.5	50.4	43.7	-2.8
111	23.3	3 II				76	56.9	50.2	55.2	48.6	-1.6
111	23.3	2 II				67.25	56.8	50.2	53.5	46.8	-3.4
111	23.3	1 II				67.25	56.1	49.4	51.9	45.1	-4.3
111	23.3	0 II				67.25	53.3	46.7	50.9	44.1	-2.6
111	23.4	2 II				67.25	56.5	49.9	53.3	46.7	-3.2
111	23.4	1 II				67.25	56	49.4	51.9	45.1	-4.3
111	23.4	0 II				67.25	53.5	46.8	51.2	44.4	-2.4
111	23.5	2 II				67.25	56.9	50.2	54.2	47.5	-2.7
111	23.5	1 II				67.25	56.6	49.9	53	46.2	-3.7
111	23.5	0 II				67.25	54.6	47.9	52.8	46	-1.9
111	23.6	2 II				67.25	56.5	49.9	53.8	47.2	-2.7
111	23.6	1 II				67.25	56.4	49.8	51.3	44.6	-5.2
111	23.6	0 II				67.25	53.6	46.9	50.2	43.4	-3.5

Investitionskosten

Jahreskosten

Kapitalkosten [CHF]	Abschreibungs- kosten [CHF]	Kosten Betrieb + Unterhalt [CHF]	Jahreskosten [CHF]
9'551	6'692	3'184	19'427
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
9'551	6'692	3'184	19'427

Kapital- zins [%]	Lebensdauer [Jahre]	Betrieb und Unterhalt [%]
3	15	1

Kapitalkosten [CHF]	Abschreibungs- kosten [CHF]	Kosten Betrieb + Unterhalt [CHF]	Jahreskosten [CHF]	
			Gesamt	Differenz
0	0	0	0	
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

TOTAL Jahreskosten	19'427
---------------------------	---------------

Beschrieb der Kostenpositionen: Art der Lärmschutzmaßnahme, pro Massnahmenart wird jeweils eine Zeile verwendet (z.B. Lärmschutzwand, Überdeckung etc.).

Investitionskosten, Kapitalkosten, Anteil Investitionskosten für Betrieb und Unterhalt, Lebensdauer: Investitionskosten sind die Kosten für die Anschaffung der Lärmschutzmaßnahme. Kapitalkosten sind die Kosten für die Finanzierung der Maßnahme. Anteil Investitionskosten für Betrieb und Unterhalt sind die Kosten für den Betrieb und Unterhalt der Maßnahme. Lebensdauer ist die voraussichtliche Lebensdauer der Maßnahme. Als keine projektierten Angaben vorhanden sind, können die Kennwerte nach dem aktualisierten Anhang 4a des Leitfadens Strassenlärm (siehe nebenstehende Tabelle) verwendet werden.

Belagstyp: Name des lärmarmen Straßenbelages, der neu eingebaut wird (z.B. Drain PA, Rauhasphalt AC MR8)

Belagsgesamtheit: Investitionskosten pro m² Belag (siehe nebenstehende Tabelle)

Jahreskosten Mehrkosten: Mehrkosten des neuen Belages im Vergleich zum Referenzbelag

Jahreskosten: Sie werden automatisch berechnet und setzen sich aus den Kapitalkosten, den Abschreibungskosten und den Kosten aus Betrieb und Unterhalt zusammen. Bei einem Belagsersatz werden die Jahreskosten aus der Differenz zwischen den Gesamtleistungskosten des neuen Belages und jenen des Referenzbelages gebildet.

Massnahme	Investitions-kosten	Kapitalzins	Lebensdauer	Betrieb und Unterhalt
Ärmschutzwand mit Streifenfundation	900 Fr/m ²	3%	30 Jahre	1.0%
Ärmschutzwand mit Pfahlfundation	1'700 Fr/m ²	3%	30 Jahre	1.0%
Ärmschutzdamm	1'000 Fr/m ²	3%	30 Jahre	1.0%
Überdeckung	5'000 Fr/m ²	3%	50 Jahre	1.0%
Belagstyp	Belags-kosten	Kapitalzins	Lebensdauer	Betrieb und Unterhalt
Drainbelag (PA)	36 Fr/m ²	3%	10 Jahre	1.7%
Rauhasphalt AC MR8 "Typ ASTRA"	34 Fr/m ²	3%	15 Jahre	1.2%
Ärme Beläge (Wirkung ≥ 1 dBA)	36 Fr/m ²	3%	15 Jahre	1.2%
Ärme Beläge	30 Fr/m ²	3%	15 Jahre	1.0%

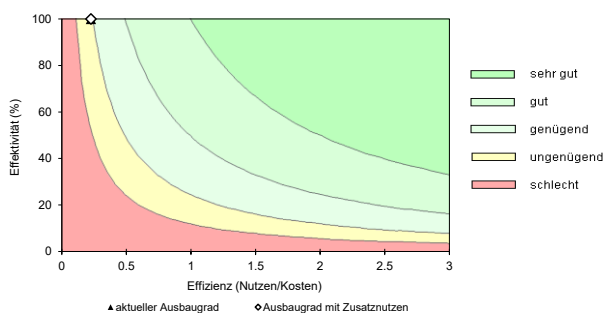
Bericht

Projektbezeichnung:	A6282 SEFT3
Ort / Lage:	Seftigenstrasse 111 (Westtrakt)
Massnahmen:	LSW (H=3m; L=64.5m+6.25m=70.75m) (Tor wird ersetzt)
Bemerkungen:	1/2 der Geschossfläche wird berücksichtigt, da Mittelgang und Zimmer auf beide Seiten angenommen, aufgeteilt zwischen den sechs EP, Fläche 3. OG auf map.geo.admin gemessen/berechnet

Objekt Nr.	Wirkung der Lärmschutzmassnahmen in dBA*					Anzahl Personen mit IGW-Überschreitung	max. IGW-Ü in dB	
	> 4.OG	3.OG -1.6	2.OG -3.4	1.OG -5.2	EG -3.5	ohne Massnahme	mit Massnahme	mit Massnahme
111						0	0	0
	*) Es wird jeweils die Wirkung am exponiertesten Punkt im entsprechenden Stockwerk und Gebäude ausgewiesen. Gibt es mehr als 4 Obergeschosse wird in der Spalte "> 4.OG" die Wirkung des exponiertesten Punktes ab dem 4. OG ausgegeben.							

Beschrieb der Kostenpositionen	Investitionskosten [CHF]	Jahreskosten [CHF/a]
LSW (H 3m, L 64.5m+6.25m=70.75m) Kostenansatz 1'500.- / m2	318'375	19'427
Summe	318'375	19'427
kein Belagsersatz	0	0
TOTAL Kosten	318'375	19'427

	aktueller Ausbaugrad	Ausbaugrad mit Zusatznutzen
Schaden / Nutzen		
Entstandener Schaden durch Lärm im...		
... Zustand ohne Massnahmen [CHF/a]	6'231	6'231
... Zustand mit Massnahmen [CHF/a]	1'837	1'837
Nutzen der Massnahmen [CHF/a]	4'394	4'394
Anteil Nutzen von Objekten mit einer Lärmbelastung von IGW-SdBA bis IGW	43%	43%
Wirtschaftliche Tragbarkeit		
Effektivität [%]	100	100
Effizienz	0.23	0.23
WTI	0.9	0.9



Lärmsituation	Vor der Sanierung	Nach der Sanierung
Anzahl Gebäude > IGW	1	0
Anzahl Gebäude > AW	0	0

Mit einem WTI von 0.9 wird der Bau einer Lärmschutzwand an der Seftigenstrasse 111 vor dem Westtrakt des Domicil Schöneegg als nicht wirtschaftlich betrachtet. Zudem wird die LSW auch aus Sicht des Denkmalschutzes abgelehnt.

Prüfung Bau von Lärmschutzwänden SEFT 3, Gemeinde Bern

Wirtschaftlichkeit Lärmschutzwände

Gemeinde Bern
LSW-Nr. Aarhaldenstrasse 8
Adresse Aarhaldenstrasse 8

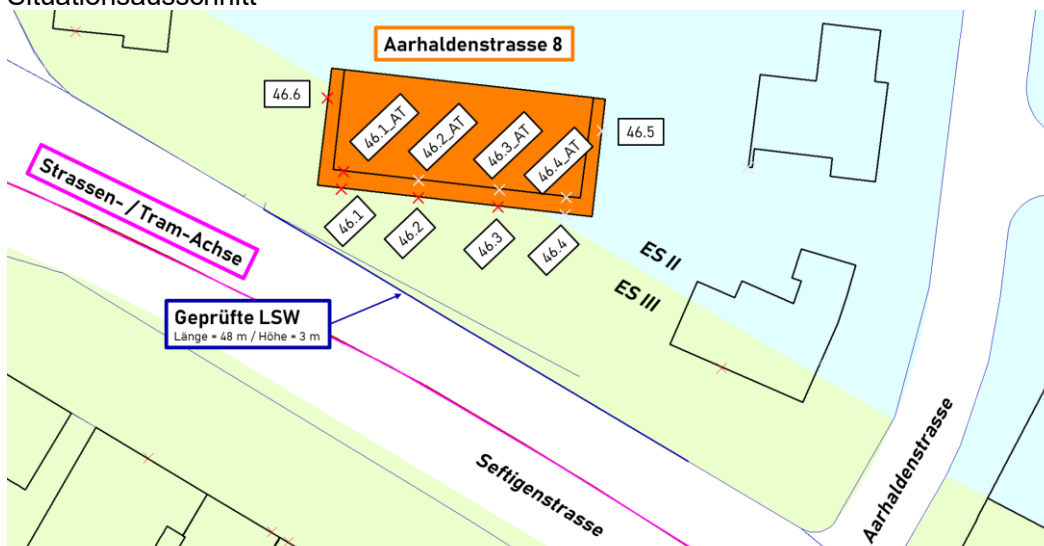
Punkt-Nr.: 46.1 - 46.6
Länge: 48 m
Höhe: 3 m

Beurteilung der Auswirkungen mit Lärmschutzwand

Kriterien	Mass der Beeinträchtigung		
	gering	mittel	hoch
Ortsbild			
Gebäude im Inventar Denkmalpflege (schützens- oder erhaltenswert)			
Gebäude nicht im Inventar Denkmalpflege	x		
Landschaftsbild Höhe LSW: H > 3.5 m (stark) H = 2.0m – 3.5 m (mittel) H bis 2.0m (gering)		x	
Zugänglichkeit Lichteinfall, Sicht etc.	x		
Auswirkung auf die Verkehrssicherheit Behinderung Strassenraum / Sichtweiten	x		
Andere Auswirkungen Baulücken, Wirkung auf den Aussenraum	x		
Fazit über alle Kriterien	x		

Situation und Fotos

Situationsausschnitt



Fotodokumentation



Wirtschaftliche Tragbarkeit und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzmassnahmen (bestehende Anlage)

1. Angaben zum Projekt

Projektbezeichnung:	A6282 SEFT3
Ort / Lage:	Aarhaldenstrasse 8
Massnahmen:	LSW (H=3m; L=48.3m)
Bemerkungen:	6/8 der Geschossfläche wird berücksichtigt, da Mittelgang und Zimmer auf beide Seiten angenommen, aufgeteilt zwischen den sechs EP; Attika Geschoss (AG) mit geringerer Geschossfläche

2. Lärmbelastungen

Objekt Nr.	Pkt. Nr.	Etage	ES	WE	Parz.	GF _{lärm}	Lr ohne Massnahme		Lr mit Massnahme		Wirkung
							Tag	Nacht	Tag	Nacht	
46	46.1	0 III				38.88	55.9	49.3	51.8	45.2	-4.1
46	46.1	1 III				38.88	59.5	52.9	56.6	50	-2.9
46	46.1	2 III				38.88	59.1	52.5	59	52.4	-1
46	46.1_AG	3 III				30.13	57.2	50.6	57.2	50.6	0.0
46	46.2	0 III				38.88	53.6	47	49.1	42.4	-4.6
46	46.2	1 III				38.88	58.4	51.8	53.4	46.8	-5.0
46	46.2	2 III				38.88	58.5	51.9	56.5	49.9	-2.0
46	46.2_AG	3 III				30.13	56.6	50	56.5	49.9	-1
46	46.3	0 III				38.88	52.7	46.1	48.5	41.9	-4.2
46	46.3	1 III				38.88	56.2	49.6	51.4	44.8	-4.8
46	46.3	2 III				38.88	57.8	51.2	55	48.4	-2.8
46	46.3_AG	3 III				30.13	56.3	49.7	56.1	49.5	-2
46	46.4	0 II				38.88	52.8	46.2	48.6	42	-4.2
46	46.4	1 II				38.88	55.1	48.5	50.7	44.1	-4.4
46	46.4	2 II				38.88	57.2	50.6	53.6	47	-3.6
46	46.4_AG	3 II				30.13	56	49.4	54.7	48.1	-1.3
46	46.5	0 II				38.88	47.4	40.8	41.4	34.8	-6.0
46	46.5	1 II				38.88	49.3	42.7	43.9	37.3	-5.4
46	46.5	2 II				38.88	49.9	43.3	45.8	39.2	-4.1
46	46.6	0 III				38.88	51.6	45	50.9	44.2	-1.8
46	46.6	1 III				38.88	55	48.4	54	47.4	-1.0
46	46.6	2 III				38.88	55.6	49	55.1	48.5	-1.5

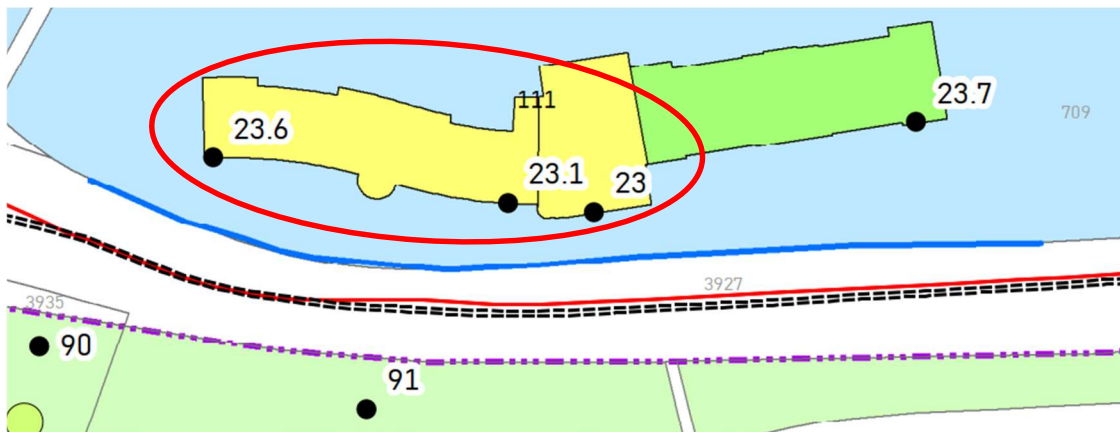
Die Mindestwirkung von 5 dB(A) am Fenster mit IGW-Überschreitungen (46.4, 2. OG; schwarz umrandet) ist nicht gegeben. Vom Bau einer Lärmschutzwand wird abgesehen.

5.6-5 Erleichterungsanträge

Erleichterungsantrag Nr. 1

Für das folgende Objekt beantragt der Strasseneigentümer Erleichterung im Sinne von Art. 8 der Lärmschutzverordnung (LSV).

LSP-Objekt Nr.:	23	Baubewilligungsjahr	vor 1919
Gemeinde	Bern	Zone	Wohnzone (W)
Adresse:	Seftigenstrasse 111	Empfindlichkeitsstufe	II
Parzellen-Nr.	709	Nutzung	Wohnen



Lärmbelastungen

Der Umbau der Seftigenstrasse im Rahmen des Projekts «SEFT 3» wird vom BAFU als wesentliche Änderung eingestuft. Aufgrund der wesentlichen Änderung müssen Lärmschutzmassnahmen so weit getroffen werden, dass die Immissionsgrenzwerte im Projektperimeter eingehalten werden können.

Im Zuge des Umbaus der Strasse wird als Lärmschutzmassnahme an der Quelle ein lärmindernder Belag SDA 4 eingebaut. Ergänzend zum lärmindernden Belag wurde geprüft, ob die Lärmimmissionen weiter gesenkt werden können. Als weitere Massnahme wurde deshalb die Umsetzung von Tempo 30 km/h ab dem Knoten Seftigenstrasse / Zwinglistrasse beschlossen.

Die folgenden ermittelten Lärmpegel wurden unter Einbezug dieser beiden Massnahmen berechnet (s. rote Punkte in der Abb. oben, die exemplarisch die beurteilten Fenster zeigen):

Ermittlungspunkt Objekt / Punkt Nr.	PW dB(A)		IGW dB(A)		AW dB(A)		Beurteilungszustand ohne Projekt 2030, dB(A)		Beurteilungszustand mit Projekt 2030, dB(A)	
	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N
23, 2. OG	55	45	60	50	70	65	63	57	58	51
23.1, 2. OG	55	45	60	50	70	65	61	55	57	51
23.6, 2. OG	55	45	60	50	70	65	62	56	57	50

PW Planungswert

IGW Immissionsgrenzwert

AW Alarmwert

T / N Tag- / Nachtpegel

Das Projekt (mit Massnahmen lärmindernder Belag und Temporeduktion) führt an dieser Liegenschaft bei den exponiertesten Empfangspunkten 23 (Mitteltrakt, 2. OG, ES II) 23.1 (Westtrakt, 2. OG, ES II) und 23.6 (Westtrakt, 2. OG, ES II) zu einer Pegelreduktion von 5 dB(A), 4 dB(A) und 5 dB(A) am Tag und 6 dB(A), 4 dB(A) und 6 dB(A) in der Nacht. Dennoch bleiben die massgebenden Belastungsgrenzwerte (IGW) an zwei Punkten im 2. OG um 1 dB(A) überschritten.

Begründung

Der Kanton Bern hat im Rahmen bereits durchgeführter Lärmsanierungsprojekte umfassende Abklärungen zur Umsetzbarkeit (Sichtweiten, Behinderung des Strassenraums, Ortsbild, Zufahrten), Wirkung und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzwänden gemacht und an geeigneten Standorten bereits Lärmschutzwände erstellt. Für die vorliegende Liegenschaft wurde im Rahmen eines ordentlichen Lärmsanierungsprojekts der Bau einer Lärmschutzwand geprüft und als wirtschaftlich bewertet, von den Eigentümern des Domicils Schöneegg jedoch abgelehnt. Auch die städtische Denkmalpflege hat die Realisierung der LSW aufgrund des damals als schützenswert (höchste Schutzklasse) eingestuften Gebäudes als problematisch beurteilt. Aus den oben genannten Gründen wurde damals auf eine Realisierung der Lärmschutzwand verzichtet.

Der Bau einer Lärmschutzwand wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts geprüft und mit einem WTI von 0.9 als nicht wirtschaftlich bewertet. Im Vergleich zum Lärmsanierungsprojekt hat sich die Lärmsituation insofern geändert, dass bei der WTI-Berechnung im Zustand ohne LSW die Lärmreduktion auf 30 km/h berücksichtigt wurde. Für die Fenster im 2. OG wurden Erleichterungen beantragt.

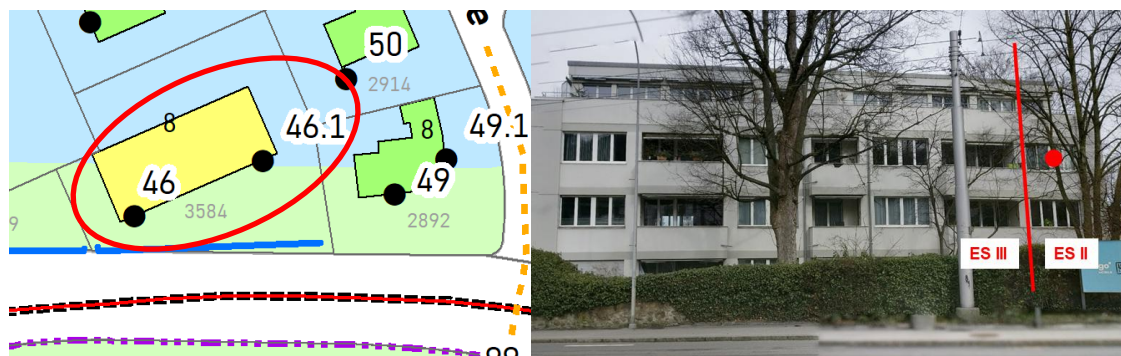
Schallschutzmassnahme am Gebäude

Die Lärmbelastung beim Objekt liegt über dem Immissionsgrenzwert. Deshalb sind Schallschutzmassnahmen am Gebäude in einem Detailprojekt zu prüfen. Wo bereits SSF durch den Kanton eingebaut wurden, werden diese nicht ersetzt und nicht rückerstattet. Wurden zwischenzeitlich durch den Hauseigentümer SSF eingebaut, wie vorliegend zumindest teilweise an der strassenzugewandten Fassade im Jahr 2013 geschehen, so besteht allenfalls ein Anspruch auf Rückerstattung, falls die Fensterdämmung die Anforderungen erfüllen.

Erleichterungsantrag Nr.2

Für das folgende Objekt beantragt der Strasseneigentümer Erleichterung im Sinne von Art. 8 der Lärmschutzverordnung (LSV)

LSP-Objekt Nr.:	46	Baubewilligungsjahr	1961 - 1970
Gemeinde	Bern	Zone	Wohnzone (W)
Adresse:	Aarhaldenstrasse 8	Empfindlichkeitsstufe	II / III
Parzellen-Nr.	3584	Nutzung	Wohnen



Lärmbelastungen

Der Umbau der Seftigenstrasse im Rahmen des Projekts «SEFT 3» wird vom BAFU als wesentliche Änderung eingestuft. Aufgrund der wesentlichen Änderung müssen Lärmschutzmassnahmen so weit getroffen werden, dass die Immissionsgrenzwerte im Projektperimeter eingehalten werden können.

Im Zuge des Umbaus der Strasse wird als Lärmschutzmassnahme an der Quelle ein lärmindernder Belag SDA 4 eingebaut. Ergänzend zum lärmindernden Belag wurde geprüft, ob die Lärmimmissionen weiter gesenkt werden können. Als weitere Massnahme wurde deshalb die Umsetzung von Tempo 30 geprüft und auf dem Abschnitt Knoten Zwinglistrasse bis östliches Ende des Perimeters SEFT3 umgesetzt.

Die folgenden ermittelten Lärmpegel sind unter Einbezug dieser beiden Massnahmen berechnet:

Ermittlungspunkt Objekt / Punkt Nr.	PW dB(A)		IGW dB(A)		AW dB(A)		Beurteilungszustand ohne Projekt 2030, dB(A)		Beurteilungszustand mit Projekt 2030, dB(A)	
	T	N	T	N	T	N	T	N	T	N
46, 1. OG	60	50	65	55	70	65	66	59	60	53
46.1, 2. OG	55	45	60	50	70	65	63	57	57	51

PW Planungswert
IGW Immissionsgrenzwert
AW Alarmwert
T / N Tag- / Nachtpegel

Das Projekt (mit Massnahmen lärmindernder Belag und Temporeduktion) führt an dieser Liegenschaft bei den exponiertesten Empfangspunkten 46 (1. OG, ES III) bzw. 46.1 (2. OG, ES II) zu einer Pegelreduktion von 6 dB(A) am Tag und 6 dB(A) in der Nacht. Dennoch bleiben die massgebenden Belastungsgrenzwerte (IGW) am Punkt 46.1 im 2. OG um 1 dB(A) überschritten.

Begründung

Das betroffene Gebäude profitiert von der Temporeduktion zwischen Knoten Zwinglistrasse und östliches Ende Perimeter SEFT3, wobei diese in Kombination mit dem lärmindernden Belag eine um ca. 1.5 dB(A) bessere Wirkung aufweist als der lärmindernde Belag allein ohne Temporeduktion.

Der Kanton Bern hat im Rahmen bereits durchgeführter Lärmsanierungsprojekte umfassende Abklärungen zur Umsetzbarkeit (Sichtweiten, Behinderung des Strassenraums, Ortsbild, Zufahrten), Wirkung und Verhältnismässigkeit von Lärmschutzwänden gemacht und an geeigneten Standorten

bereits Lärmschutzwände erstellt. Im Bereich der vorliegenden Liegenschaft konnten damals keine weiteren Massnahmen realisiert werden. Aus diesem Grund wurde eine Erleichterung gewährt.

Der Bau einer Lärmschutzwand wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts geprüft. Die erforderliche Mindestwirkung von 5 dB(A) an mindestens einem Fenster mit IGW-Überschreitung wurde jedoch nicht erreicht. Eine Lärmschutzwand kann deshalb nicht realisiert werden.

Schallschutzmassnahme am Gebäude

Die Lärmbelastung beim Objekt liegt über dem Immissionsgrenzwert. Deshalb sind Schallschutzmassnahmen am Gebäude in einem Detailprojekt zu prüfen. Wo bereits SSF durch den Kanton eingebaut wurden, werden diese nicht ersetzt und nicht rückerstattet. Wurden zwischenzeitlich durch den Hauseigentümer SSF eingebaut, so besteht allenfalls ein Anspruch auf Rückerstattung.

5.7-1 Erschütterungsgutachten von Trefzer Rosa

Zusammenfassung

Im Rahmen der Sanierung Zentrum Wabern sollen die Gleise in der Seftigenstrasse in Wabern ersetzt und die Tramlinie nach Kleinwabern verlängert werden.

Mit einer Immissionsprognose des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen für den Perimeter SEFT 3, Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain wurde abgeklärt, ob auf diesen Streckenabschnitten akustische Massnahmen nötig sind. Zudem werden Vorschläge über die am Unterbau zu treffenden Massnahmen angegeben.

Für Um- und Ausbauten bestehender Anlagen gelten die Immissionsgrenzwerte (IGW) gemäss LSV Anhang 4, die Immissionsrichtwerte (IRW) gemäss BEKS und die angehobenen Anhaltswerte für Erschütterungen nach Tabelle 1 der DIN 4150-2.

Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain

Die Berechnungen mit der Prognosesoftware VIBRA-2 haben gezeigt, dass ohne den Einbau einer Gleisisolation bei einzelnen Liegenschaften die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 sehr wahrscheinlich überschritten oder knapp unterschritten werden.

Aus diesem Grunde wird der Einbau einer Gleisisolation nach dem Normalprofil von Bernmobil mit Dämmmatten aus Sylomer SR 55 25 mm (unten) und Sylomer SR 28 25 mm (seitlich) von Getzner empfohlen. Mit dieser Isolation werden alle Grenzwerte sehr wahrscheinlich eingehalten.

Im Bereich Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis) kann aufgrund der geringen Anzahl an Vorbeifahrten auf den Einbau einer Gleisisolation verzichtet werden, ausser es ist vorgesehen, in Zukunft über diese Verbindung eine reguläre Tramlinie zu führen.

Zur Qualitätssicherung und zum Nachweis einer Verbesserung der Immissionen empfehlen wir, vor und nach dem Gleisersatz bei zwei Liegenschaften Lärm- und Erschütterungsmessungen durchzuführen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Auftrag	1
2	Grundlagen	2
3	Belastungsgrenzwerte	4
3.1	Abgestrahlter Körperschall	4
3.2	Erschütterungen	6
3.3	Allgemeine Betrachtungen	7
4	Arbeitskonzept	8
5	Immissionsprognosen	12
5.1	Beispiel	12
5.2	Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain	13
5.2.1	Ohne Isolation	13
5.2.1.1	Abgestrahlter Körperschall	13
5.2.1.2	Beurteilungs-Schwingstärke	16
5.2.2	Mit Isolation	19
5.2.2.1	Abgestrahlter Körperschall	19
5.2.2.2	Beurteilungs-Schwingstärke	22
6	Diskussion und Massnahmen zur Emissionsminderung	25
6.1	Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain	25
6.2	Allgemeine Empfehlungen	25
Anhang A	Gebäudestrukturen	26
A.1	Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain	26
Anhang B	Berechnungsschritte des VIBRA-2	30
B.1	Beispiel 1: Seftigenstrasse 83, Bern	30

1 Einleitung

Bernmobil plant, den Unter- sowie Oberbau der Gleise in der Seftigenstrasse zwischen dem Knoten Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain zu ersetzen.

Mit einer Immissionsprognose des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen für den ganzen Perimeter wurde abgeklärt, ob auf diesem Streckenabschnitt der Einsatz einer Gleisisolation zwingend erforderlich ist.

Dieser Bericht enthält die Prognosen zu den Immissionen des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen für den ganzen Perimeter und gibt eine Empfehlung zur Gleisisolation.

1.1 Auftrag

Am 11. Juli 2024 erteilten uns das Tiefbauamt des Kantons Bern, vertreten durch TBF + Partner AG, Frau Isabel Amman, den Auftrag, die Prognosen zu den Immissionen des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen an den betroffenen Liegenschaften zu erstellen und darüber zu berichten.

Im Speziellen soll der Bericht für alle Gebäude im Perimeter

- eine Zustandsbeurteilung der Immissionen der Erschütterungen und des abgestrahlten Körperschalls in den Teilabschnitten,
- Klärung der Frage, ob ein reiner Gleisersatz in einigen Bereichen den gesetzlichen Anforderungen genügt und
- gegebenenfalls einen Massnahmenvorschlag zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen und zum Einsatz einer Gleisisolation

enthalten.

2 Grundlagen

Zur Beurteilung der zukünftigen Immissionssituation dienen die folgenden Grundlagen:

- [1] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Situation Geometrie Strassenbau 1/4, Morillonstrasse - Knoten Monbijou, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1201_si, 1:200, 15.11.2024
- [2] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Situation Geometrie Strassenbau 2/4, Monbijoustrasse - Knoten Schöneegg, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1202_si, 1:200, 15.11.2024
- [3] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Situation Geometrie Strassenbau 3/4, Schöneegg - Sandrain, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1203_si, 1:200, 15.11.2024
- [4] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Situation Geometrie Strassenbau 4/4, Knoten Sandrain, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1204_si, 1:200, 15.11.2024
- [5] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Längenprofil Tramlinienführung stadtauswärts, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1221_lp, 15.11.2024
- [6] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Längenprofil Tramlinienführung stadteinwärts, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1222_lp, 15.11.2024
- [7] Plan Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Seftigen-/Morillonstrasse bis Sandrain, Projekt 3, Längenprofil Tramlinienführung Anschlüsse, Emch+Berger AG, Bern, Plan-Nr. SEFT3_43_1223_lp, 15.11.2024
- [8] Lärm-Empfindlichkeitsstufenplan (LESP) der Stadt Bern
- [9] Zonenplan der Stadt Bern
- [10] Baureglement (BauR) der Gemeinde Köniz, 23. September 2018 mit Änderungen bis 1. Juli 2024
- [11] Nutzungspläne der Gemeinde Köniz, map.koeniz.ch/portal/apps/sites/#/geoportal
- [12] Geologischer Atlas map.geo.admin.ch
- [13] Fahrpläne Bernmobil der Tramlinie 9 des Fahrplanjahres 2024
- [14] Diverse Mess- und Massnahmen-Berichte von Trefzer Rosa + Partner GmbH: Bernmobil, BLT, BVB, u. a.
- [15] Lärmschutz-Verordnung 814.41 (LSV)
- [16] Schweizerisches Umweltschutzgesetz (USG)
- [17] Weisung über die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenanlagen (BEKS), BAV/BUWAL, 20. Dezember 1999
- [18] Checkliste Umwelt für Eisenbahnanlagen, BAV/BUFU, August 2022
- [19] Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkungen auf Menschen in Gebäuden, DIN 4150-Teil 2, Juni 1999

-
- [20] H. P. Grütz und A. Said, Zur Ermittlung des sekundären Luftschalls aus oberirdischem Schienenverkehr, DAGA 1992, Berlin
 - [21] A. Said, H. P. Grütz und R. Garburg, Ermittlung des sekundären Luftschalls aus dem Schienenverkehr, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Vol. 53, 1, 2006

3 Belastungsgrenzwerte

Seit dem 20. Dezember 1999 sind Richtwerte für die Immissionen bezüglich abgestrahltem Körperschall in der Weisung BEKS vom BAV und BUWAL festgelegt worden und dürfen nach Art. 17 des Umweltschutzgesetzes (USG) nicht überschritten werden. Für die Erschütterungen verweist die BEKS auf die DIN-Norm 4150-Teil 2 vom Juni 1999.



Abbildung 1: Auszug aus dem Lärm-Empfindlichkeitsstufenplan der Stadt Bern

(■: ES II, ■: ES III)

(Quelle: <https://maps.bern.ch/>)

Die Empfindlichkeitsstufen der Gemeinde Köniz wurden aus dem Baureglement der Gemeinde abgeleitet [10].

Nach Lärm-Empfindlichkeitsstufenplan der Stadt Bern und der Gemeinde Köniz liegen die zu untersuchenden Liegenschaften in den Lärm-Empfindlichkeitsstufen ES II und ES III.

3.1 Abgestrahlter Körperschall

Das Projekt der Gleiserneuerung der Linie 9 zwischen dem Knoten Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain wird als bestehende Anlage im Sinne der LSV beurteilt.

Für Um- und Ausbauten bestehender Anlagen gelten die Immissionsrichtwerte (IRW) gemäss BEKS, Kapitel 3, Seite 2.

Die zu untersuchenden Liegenschaften liegen in der Gewerbezone, der Industriezone, der Wohnzone, der Wohn- und Geschäftszone, der Zentrumszone, der Zone mit Quartierplan-Pflicht und unterliegen dem Sondernutzungsplan kommunal (Abbildung 2).

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte L_{eq} des Innenraumpegels nach BEKS

Immissionsrichtwerte L_{eq} des Innenraumpegels in dB(A)		
Einwirkungsort	Tag 16 Std. L_{eq}	Nacht höchster 1 Std. L_{eq}
Mischzonen, städtische Kernzonen, ländliche Dorfzonen, Landwirtschaftszonen, vorbelastete reine Wohnzonen	45	35
reine Wohnzonen, Zonen für öffentliche Nutzung (Schulareale, Spitäler)	40	30

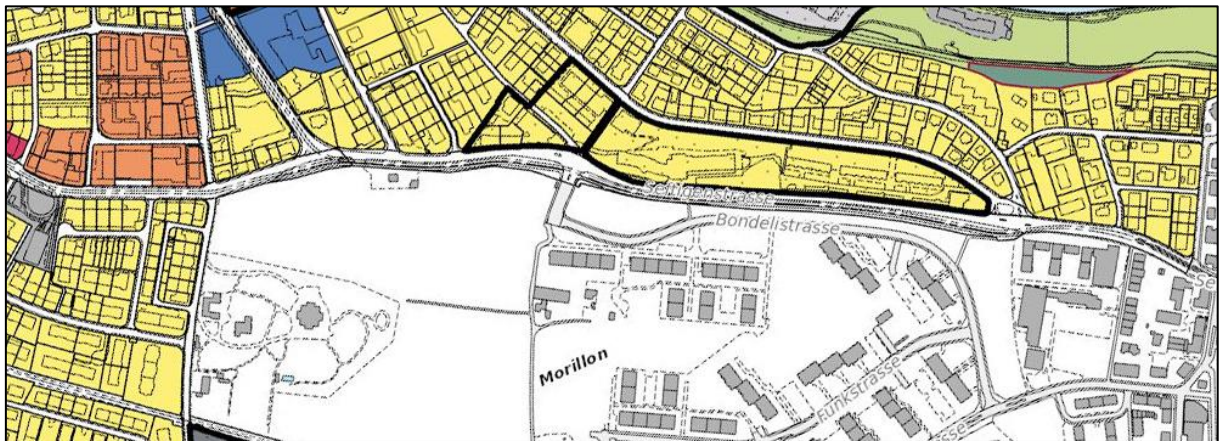


Abbildung 2: Auszug aus dem Zonenplan der Stadt Bern
 (orange: Gemischte Wohnzone (WG), gelb: Wohnzone (W), gelbes Rechteck mit schwarzer Linie: Wohnzone mit Überbauungsordnung (UeO))
 (Quelle: <https://maps.bern.ch/>)



Abbildung 3: Auszug aus dem Zonenplan der Gemeinde Köniz
 (hellorange: Zone mit Überbauungsordnung, BauR 1993, rosa: Kernzone IIIb)
 (Quelle: <https://map.koeniz.ch/>)

3.2 Erschütterungen

Anhaltswerte gemäss DIN 4150 Teil 2 vom Juni 1999, Paragraph 6.3, Tabelle 1, Seite 6 sind in Tabelle 2 wiedergegeben.

Tabelle 2: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen in Wohnungen und vergleichbar genutzten Räumen nach DIN 4150 Teil 2, Par. 6.3, Seite 6

Zeile in DIN 4150-2	Einwirkungsort	Tag			Nacht		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
2	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend gewerbliche Anlagen untergebracht sind.	0.3	6.0	0.15	0.2	0.4	0.1
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0.2	5.0	0.1	0.15	0.3	0.07
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschliesslich Wohnungen untergebracht sind	0.15	3.0	0.07	0.1	0.2	0.05

Zeile 3 der Tabelle der DIN 4150 Teil 2 entspricht der Mischzone in der BEKS.

Zeile 4 der Tabelle der DIN 4150 Teil 2 entspricht der Wohnzone in der BEKS.

Entsprechend der neuen Checkliste Umwelt für Eisenbahnanlagen von BAV und BUWAL [18] gelten für die Beurteilung von bestehenden, oberirdischen Schienenverkehrsanlagen jeder Art die angehobenen Anhaltswerte A_u und A_r der jeweils nächst höheren Zeile nach Tabelle 1 der DIN 4150-2. Damit wird dem Punkt 6.5.3.4, Bst. c der Norm DIN 4150-2 Rechnung getragen. Diese Erhöhung der Anhaltswerte für bestehende Eisenbahnanlagen ist nicht kumulierbar mit der Anhebung der Anhaltswerte für Strecken des öffentlichen Personennahverkehrs ÖPNV wie in der Norm DIN 4150-2, Ziff. 6.5.3.3, beschrieben.

Dies wurde in Tabelle 3 des vorliegenden Berichts berücksichtigt.

Tabelle 3: Anhaltswerte zur Beurteilung von Erschütterungsimmissionen mit angehobenen Anhaltswerten A_u und A_r für die Beurteilung von bestehenden, oberirdischen Schienenverkehrsanlagen

Zeile in DIN 4150-2	Einwirkungsort	Tag			Nacht		
		A _u	A _o	A _r	A _u	A _o	A _r
3	Einwirkungsorte, in deren Umgebung weder vorwiegend gewerbliche Anlagen noch vorwiegend Wohnungen untergebracht sind	0.3	5.0	0.15	0.2	0.3	0.1
4	Einwirkungsorte, in deren Umgebung vorwiegend oder ausschliesslich Wohnungen untergebracht sind	0.2	3.0	0.1	0.15	0.2	0.07

3.3 Allgemeine Betrachtungen

Heute sind zum Teil grosse Abweichungen feststellbar zwischen in der Schweiz ermittelten Messwerten des Tramverkehrs und Resultaten von Ausbreitungsmodellen, zumal letztere stark auf Erfahrungen von Eisenbahnvorbeifahrten in Geländen basieren, die nicht dem Innerstädtischen- und Agglomerations-Bereich bezüglich Bodenverhältnisse und Anlagenkonzept entsprechen.

Im Raum Basel zeigt ein Fall in einem Gebiet von 7 bis 40 m beiderseits einer 500 m langen Tramtrasse starke Unterschiede der Bodenleitfähigkeit für Trammerschütterungen. Die Messwerte weichen von der Trendlinie der Erschütterungspegelabnahme als Funktion der Entfernung bis zu 4 dB ab.

Zudem werden hin und wieder hohe geschossabhängige Überhöhungsfaktoren von Schwingungswerten (Keller bis 4. OG) beobachtet, welche selbst weit ausserhalb der empirischen Beziehung nach Grütz liegen [20]. Betroffen davon sind im Speziellen schwere Bauten mit mehr als 3 Stockwerken und Holzbalkendecken. Der Grund dafür ist das Zusammentreffen von Erregerfrequenz mit Eigenfrequenzen der Holzbalkendecke. Dieser Effekt kann auch dazu führen, dass nach einer schwingungsgedämpften Lagerung der Geleise mit der damit zusammenhängenden Herabsetzung der Eigenfrequenz des Erregersystems in die Nähe einer Eigenfrequenz der Decke, eine merkliche Verschlechterung der Erschütterungs-Nachherschituation auftreten kann.

4 Arbeitskonzept

Dieser Bericht beinhaltet die Ergebnisse der Erfassung der heutigen Gebäudestruktur von 55 Gebäuden entlang des Abschnittes in der Seftigenstrasse zwischen dem Knoten Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain nach den Situationsplänen, den Lärm-Empfindlichkeitsstufenplänen, den Zonenplänen und durch Begehungen und Erfassungen sämtlicher Daten vor Ort.

Eingesetzte Software VIBRA-2

Die eingesetzte Prognosesoftware VIBRA-2 berechnet die Immissionswerte der Vibrationen und des abgestrahlten Körperschalls mit Hilfe von spektralen Ausbreitungsmodellen. Das von Trefzer Rosa + Partner GmbH eingesetzte Rechenmodell VIBRA-2 wurde den speziellen Erfordernissen des Nahverkehrs im Innerstadt- und Überlandbereich mit Erfahrungswerten angepasst.

Emissionsspektren und Übertragungsfunktionen (Parametersätze)

Aus Messungen im Raume Bern wurden für die vorgesehenen Tramtypen für Feste Fahrbahn – mit und ohne PUR-Schaummatten-Isolation – Emissionsspektren und Übertragungsfunktionen generiert.

1. Nicht isolierte Feste Fahrbahn

- Combino: Emissionsspektrum ist mit *Combino 100* bezeichnet

2. Mit PUR-Schaummatten isolierte Feste Fahrbahn

- Combino: Emissionsspektrum ist mit *Combino 102* bezeichnet

Aus diesen Emissionsspektren und Übertragungsfunktionen wurden in diesem Bericht die zu erwartenden Immissionswerte des abgestrahlten Körperschalls und der Erschütterungen berechnet.

Kalibrierung von VIBRA-2

Unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Messwerten aus dem Raume Bern und Basel wurden die Übertragungsfunktionen der Software VIBRA2 durch Trefzer Rosa + Partner GmbH auf das Bernmobil-Netz und die Bernmobil-Tramfahrzeuge kalibriert.

Anhand von Messergebnissen an verschiedenen Gebäuden am Hirschengraben, am Theaterplatz, an der Seftigenstrasse, am Friedheimweg, am Bahnhofplatz, an der Monbijoustrasse, aber auch verschiedenen Messungen in Basel, Münchenstein, Arlesheim, Reinach und entlang des Doppelspurausbaus Ettingen-Flüh, konnte das an den Innerstädtischen- und Agglomerations-Bereich angepasste Rechenmodell VIBRA2 überprüft werden.

Dabei wurde eine Überhöhung der berechneten Werte von 4-5 dB festgestellt. Da eine Unsicherheit bezüglich der Übertragung im Gebäudeinnern herrscht (vgl. empirische Beziehung nach Grütz [20]) und dadurch eine Unsicherheit bezüglich der möglichen Immissionen gegeben ist, wurde die Überhöhung belassen. Im Rahmen des Vorsorgeprinzips des USG, ist diese Annahme unseres Erachtens gerechtfertigt.

Gebäudebezogene Daten

- Stockwerkanzahl
- Gebäudetypen
- Deckenart (Holz, Beton)
- Lärm-Empfindlichkeitsstufe
- Zone (Misch- und Wohnzone)
- Oberbau (Schotter- und Rasengleis)
- Schiene (Weiche, normal)
- Bodenausbreitung
- Distanz zur Gleisachse
- Distanz zu eventuell vorhandenen Weichen
- Maximale Geschwindigkeiten
- empfohlenes System der Gleisisolation

Auf Grund des Zonenplans der Stadt Bern und der Gemeinde Köniz wurde der Einwirkungsort als Misch- oder Wohnzone beurteilt.

Die tabellarische Erfassung der Gebäudestrukturen entlang der Trassen ist im Anhang A zu finden.

Geologie

Die gesamte Linienführung zwischen Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain liegt in Bereichen von spätglazialen Rückzugschotter und Schwemmsanden (siehe Abbildung 4).

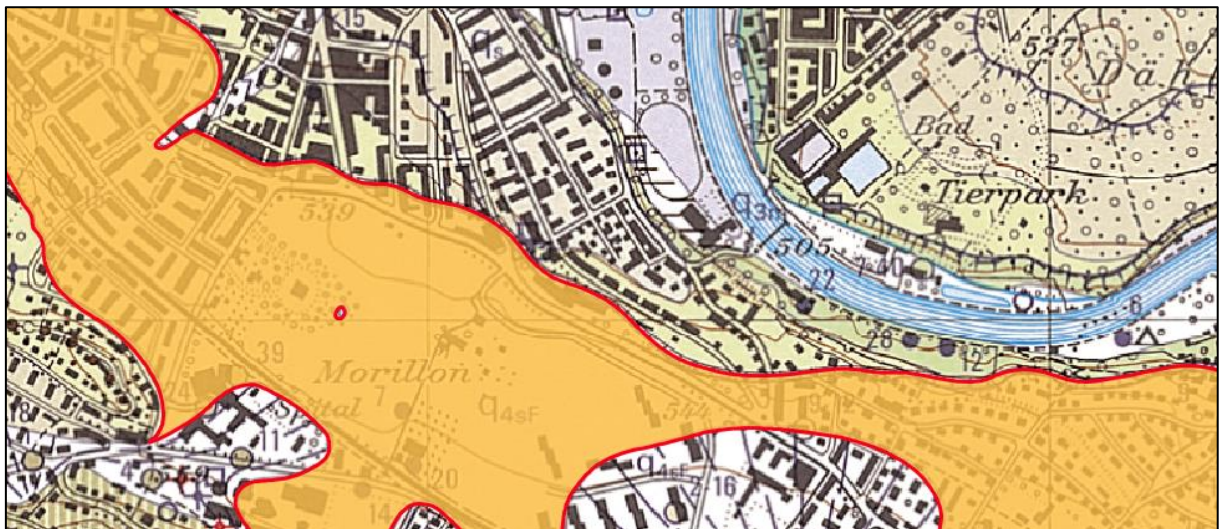


Abbildung 4: Geologischer Atlas der Schweiz
(orange: spätglazialer Rückzugschotter und Schwemmsande)
(Quelle: map.geo.admin.ch)

Diese Bodenleitfähigkeit wurde soweit möglich im Rechenmodell berücksichtigt.

Fahrzeugtypen

Die Erfassung der Fahrzeugtypen zeigt für die neue Tramlinie von Bernmobil im Moment die Typen:

- | | | |
|-----------------------|--------------------------|----------------|
| • Combino, Siemens | 753 bis 759 | Länge: 31.50 m |
| • Combino VL, Siemens | 751, 752 und 760 bis 765 | Länge: 41.45 m |
| • Combino XL, Siemens | 771 bis 792 | Länge: 41.45 m |

Die Prognosen wurden für die langen Combino-Fahrzeuge erstellt, weil Messungen gezeigt haben, dass die Immissionen der kurzen Combino-Fahrzeuge nur unwesentlich tiefer sind als die der langen.

Verkehrsaufkommen

Das Verkehrsaufkommen wurde nach den heute gültigen Fahrplänen (gültig bis 14. Dezember 2024) der Tramlinie 9 sowie den Anzahl Dienstfahrten berechnet.

Das Verkehrsaufkommen der Tramlinie 9 beträgt im Wochenmittel pro Fahrtrichtung bei der Haltestelle Sandrain in Bern:

Tag:	140.0 Züge in Richtung Wabern 139.0 Züge in Richtung Bahnhof
Nacht:	14.6 Züge in Richtung Wabern 15.6 Züge in Richtung Bahnhof

Tags wird der abgestrahlte Körperschallpegel über 16 Stunden gemittelt und nachts ist für den Pegel des abgestrahlten Körperschalls die lauteste Nachtstunde massgebend. Das höchste Aufkommen pro Stunde tritt zwischen 23:00 Uhr und 24:00 Uhr auf und beträgt:

4.1 Züge in Richtung Wabern 6.0 Züge in Richtung Bahnhof

Das Verkehrsaufkommen auf der Dienstgleisverbindung beträgt im Wochenmittel pro Fahrtrichtung bei der Haltestelle Sandrain in Bern:

Tag:	2.4 Züge in Richtung Wabern 2.1 Züge in Richtung Eigerplatz
Nacht:	2.1 Züge in Richtung Wabern 2.9 Züge in Richtung Eigerplatz

Tags wird der abgestrahlte Körperschallpegel über 16 Stunden gemittelt und nachts ist für den Pegel des abgestrahlten Körperschalls die lauteste Nachtstunde massgebend. Das höchste Aufkommen pro Stunde tritt zwischen 23:00 Uhr und 24:00 Uhr auf und beträgt:

2.0 Züge in Richtung Wabern 1.4 Züge in Richtung Eigerplatz
--

Die Verkehrsaufkommen sind für die jeweiligen Gebäude aufgeführt und auch im Anhang A ersichtlich.

Maximale Geschwindigkeiten

Die maximalen Vorbeifahrtsgeschwindigkeiten sind in den Plänen [5] bis [7] für beide Fahrtrichtungen definiert. Die Durchfahrt von Kreisel und Haltestellen sowie die Überfahrt von Weichen wurde entsprechend in die Prognosen aufgenommen. Die Geschwindigkeiten sind für jedes Gebäude im Anhang A angegeben.

5 Immissionsprognosen

Zur Prognose wurden die verschiedenen Emissionsspektren, die jeweils einen anderen Isolationstyp repräsentieren je nach Planungsgrundlage verwendet.

In den Abschnitten 5.2.1 sind die Immissionsprognosen für Gleise ohne Isolation und in den Abschnitten 5.2.2 diejenigen für Gleise mit PUR-Isolation aufgeführt.

Es verkehren die Tramlinie 9 und Dienstfahrten von Bernmobil. Es wird auf zwei Spuren gefahren, d.h. Doppelspurverkehr.

Verkehrsaufkommen

Die Verkehrsaufkommen sind für den Streckenabschnitt in den folgenden Abschnitten aufgeführt.

Grenzwerte

Als Grenzwerte gelten:

- für den abgestrahlten Körperschall die Immissionsrichtwerte gemäss Weisung BEKS (20. Dezember 1999),
- für die Erschütterungen die angehobenen Anhaltswerte DIN 4150 Teil 2 (Juli 1999).

Die Grenzwerte sind in Tabelle 1 und Tabelle 3 dieses Berichtes angegeben.

Legende Überschriften

KBFT _r (Tag)	Beurteilungsschwingstärke über 16 Stunden
KBFT _r (Nacht)	Beurteilungsschwingstärke über 8 Stunden
KS (Tag)	abgestrahlter Körperschall, L_{eq} über 16 Stunden
KS (Nacht)	abgestrahlter Körperschall, L_{eq} über 1 Stunden mit höchstem Verkehrsaufkommen

5.1 Beispiel

Im Anhang B sind am Beispiel Seftigenstrasse 83, Bern die Berechnungsschritte des VIBRA-2 mit Isolation (vgl. Anhang B.1 Beispiel 1) dargestellt.

Die Prognosenermittlung für die Erschütterungen erfolgt für die Ermittlung des Taktmaximalwertes KBFT_i mit dem Rechenmodell VIBRA-2.

Die Beurteilungsschwingstärke KBFT_r wird gemäss DIN 4150-Teil 2, Anhang C, Beispiel 8, Seite 17+18 in einer Excel-Tabelle berechnet, wobei allerdings Werte kleiner 0.1 nicht null gesetzt werden. Im Gegensatz dazu sind diese in den Ausdrucken „Immissionsberechnungen für Erschütterung und Körperschall“ des Berechnungsprogramms VIBRA-2 wiedergegebenen KBFT_r-Werte entsprechend der DIN 4150-2 als 0.000 angegeben.

5.2 Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain

5.2.1 Ohne Isolation

5.2.1.1 Abgestrahlter Körperschall

Tabelle 4: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	Wohnzone	28.8	26.4	IRW	40	30
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	Wohnzone	29.3	26.9	IRW	40	30
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	Mischzone	26.9	24.4	IRW	45	35
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	Wohnzone	22.7	20.2	IRW	40	30
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	Wohnzone	22.9	20.4	IRW	40	30
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	Wohnzone	23.0	20.6	IRW	40	30
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	Wohnzone	23.0	20.6	IRW	40	30
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	Wohnzone	23.2	20.7	IRW	40	30
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	Wohnzone	23.2	20.8	IRW	40	30
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	Wohnzone	23.2	20.8	IRW	40	30
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	Wohnzone	23.2	20.8	IRW	40	30
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	Wohnzone	23.1	20.7	IRW	40	30
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	Wohnzone	23.0	20.6	IRW	40	30
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	Wohnzone	22.9	20.5	IRW	40	30
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	Wohnzone	22.9	20.5	IRW	40	30
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	Wohnzone	24.9	22.4	IRW	40	30
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	Wohnzone	23.8	21.4	IRW	40	30
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	Wohnzone	23.2	20.8	IRW	40	30
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	Wohnzone	25.2	22.7	IRW	40	30
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	Wohnzone	23.9	21.4	IRW	40	30
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	Wohnzone	23.9	21.4	IRW	40	30
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	Wohnzone	26.5	23.9	IRW	40	30
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	Mischzone	29.4	26.7	IRW	45	35
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	Mischzone	28.7	26.1	IRW	45	35
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	Mischzone	27.6	25.1	IRW	45	35
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	Mischzone	27.6	25.1	IRW	45	35
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	Mischzone	27.0	24.5	IRW	45	35
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	Mischzone	26.7	24.3	IRW	45	35

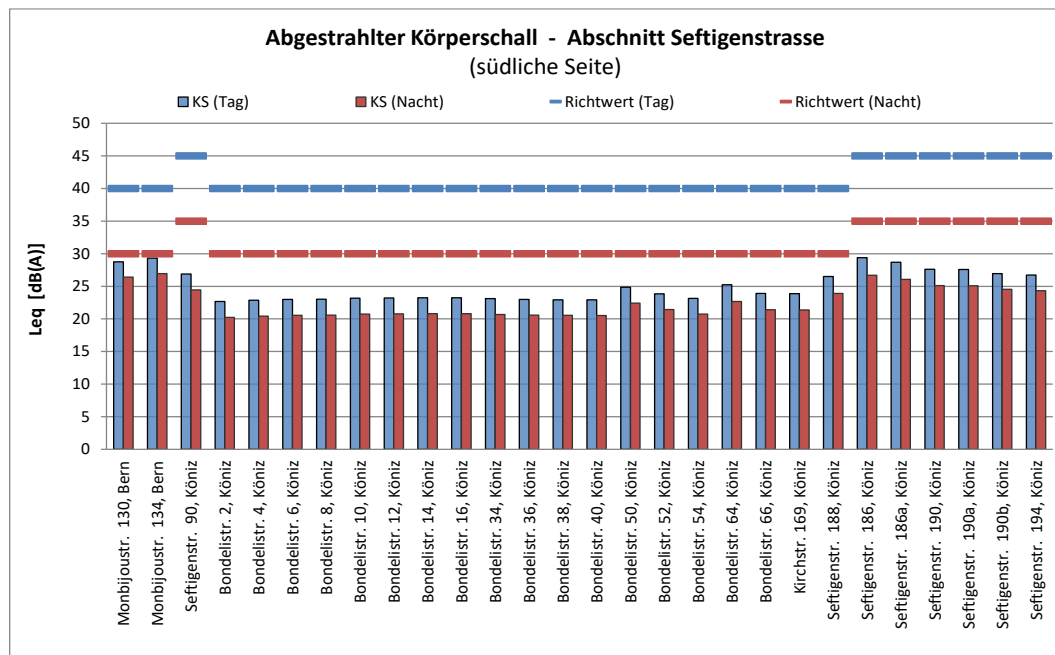


Abbildung 5: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), ohne Isolation

Tabelle 5: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	Wohnzone	30.8	28.6	IRW	40	30
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	Wohnzone	29.6	27.4	IRW	40	30
	31	Friedheimweg 53	Bern	Wohnzone	27.6	25.3	IRW	40	30
	32	Roschlistrasse 14	Bern	Wohnzone	27.0	24.7	IRW	40	30
	33	Roschlistrasse 17	Bern	Wohnzone	25.7	23.4	IRW	40	30
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	Wohnzone	27.4	25.2	IRW	40	30
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	Wohnzone	27.4	25.3	IRW	40	30
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	Wohnzone	27.3	25.2	IRW	40	30
	37	Landoltstrasse 64	Bern	Wohnzone	23.9	21.5	IRW	40	30
	38	Landoltstrasse 70	Bern	Wohnzone	24.1	21.7	IRW	40	30
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	Wohnzone	27.7	25.4	IRW	40	30
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	Wohnzone	25.5	23.2	IRW	40	30
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	Wohnzone	25.9	23.5	IRW	40	30
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	Wohnzone	26.3	23.9	IRW	40	30
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	Wohnzone	29.6	27.5	IRW	40	30
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	Wohnzone	25.5	23.3	IRW	40	30
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	Wohnzone	28.5	26.1	IRW	40	30
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	Wohnzone	28.7	26.3	IRW	40	30

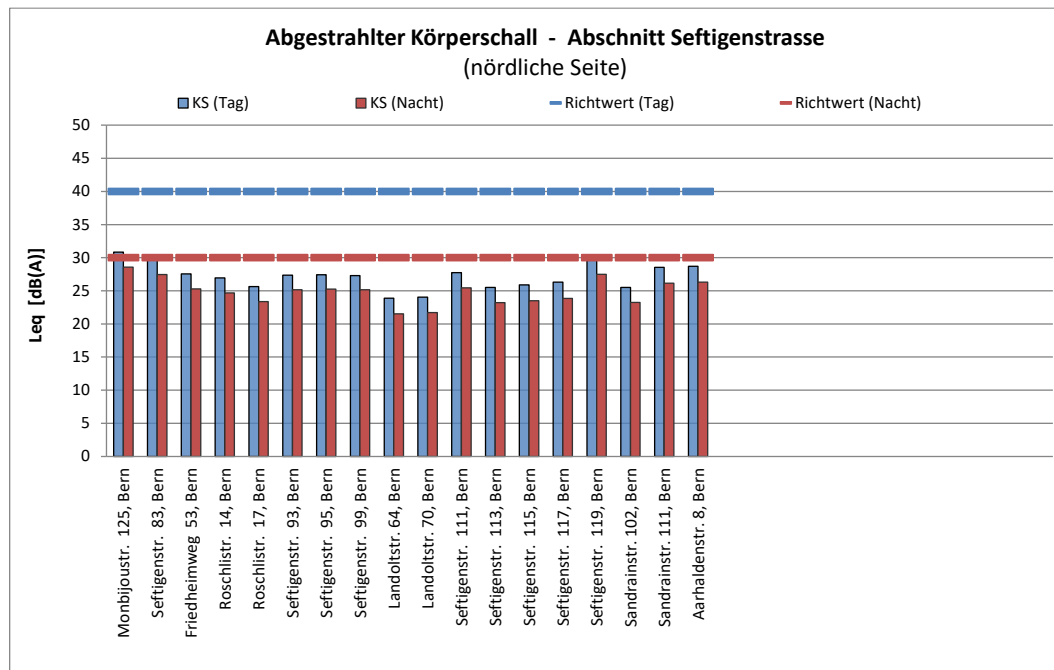


Abbildung 6: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), ohne Isolation

Tabelle 6: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	Wohnzone	10.8	21.6	IRW	40	30
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	Wohnzone	10.8	21.6	IRW	40	30
	49	Morillonstrasse 28	Bern	Wohnzone	10.6	21.5	IRW	40	30
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	Mischzone	10.8	21.6	IRW	45	35
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	Mischzone	9.8	20.6	IRW	45	35
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	Wohnzone	13.1	23.8	IRW	40	30
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	Wohnzone	11.3	22.1	IRW	40	30
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	Wohnzone	10.7	21.5	IRW	40	30
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	Wohnzone	11.9	22.6	IRW	40	30

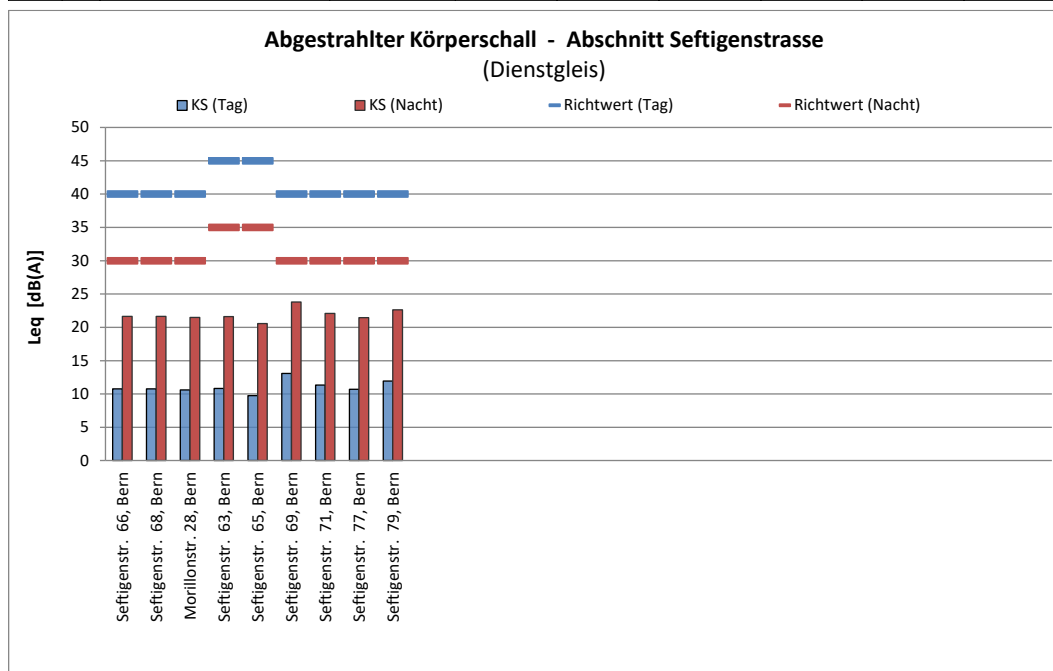


Abbildung 7: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), ohne Isolation

5.2.1.2 Beurteilungs-Schwingstärke

Tabelle 7: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FTr} [-]	Nacht KB_{FTr} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	4	0.0762	0.0353	0.10	0.07
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	4	0.0864	0.0400	0.10	0.07
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	3	0.0683	0.0316	0.15	0.10
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	4	0.0186	0.0086	0.10	0.07
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	4	0.0194	0.0090	0.10	0.07
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	4	0.0200	0.0093	0.10	0.07
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	4	0.0212	0.0099	0.10	0.07
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	4	0.0221	0.0103	0.10	0.07
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	4	0.0222	0.0104	0.10	0.07
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	4	0.0223	0.0104	0.10	0.07
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	4	0.0255	0.0119	0.10	0.07
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	4	0.0248	0.0116	0.10	0.07
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	4	0.0296	0.0138	0.10	0.07
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	4	0.0293	0.0136	0.10	0.07
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	4	0.0292	0.0136	0.10	0.07
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	4	0.0386	0.0180	0.10	0.07
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	4	0.0302	0.0140	0.10	0.07
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	4	0.0256	0.0119	0.10	0.07
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	4	0.0306	0.0142	0.10	0.07
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	4	0.0225	0.0105	0.10	0.07
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	4	0.0235	0.0110	0.10	0.07
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	4	0.0432	0.0201	0.10	0.07
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	3	0.0864	0.0399	0.15	0.10
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	3	0.0733	0.0340	0.15	0.10
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	3	0.0581	0.0271	0.15	0.10
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	3	0.0576	0.0269	0.15	0.10
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	3	0.0619	0.0288	0.15	0.10
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	3	0.0589	0.0274	0.15	0.10

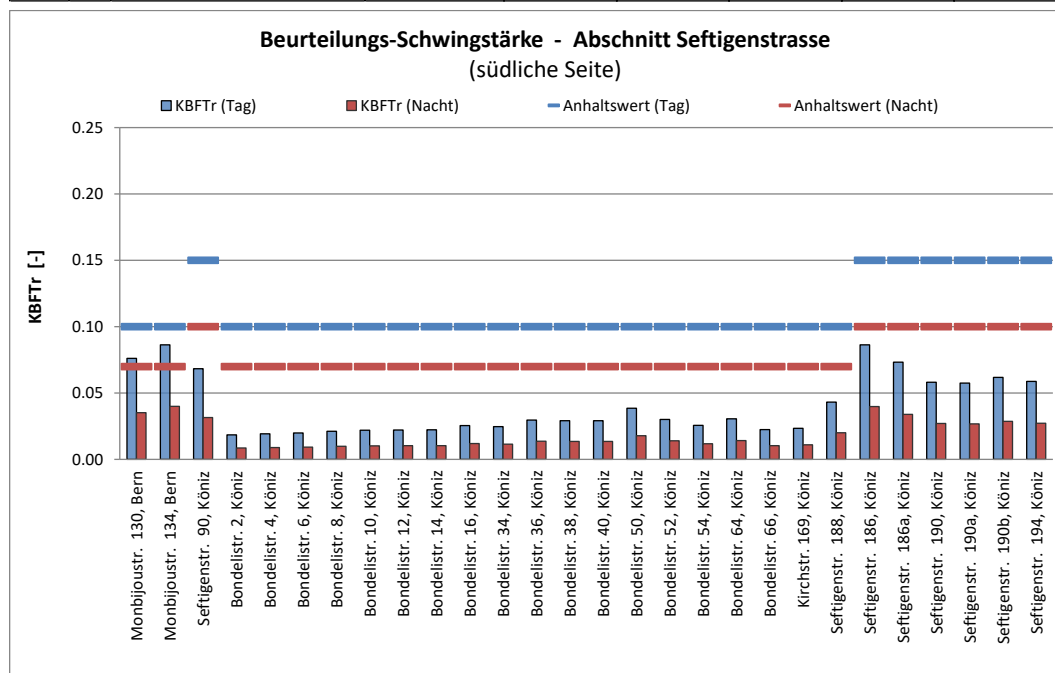


Abbildung 8: Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), ohne Isolation

Tabelle 8: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FT} [-]	Nacht KB_{FT} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	4	0.0802	0.0373	0.10	0.07
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	4	0.0887	0.0414	0.10	0.07
	31	Friedheimweg 53	Bern	4	0.0782	0.0364	0.10	0.07
	32	Roschlistrasse 14	Bern	4	0.0675	0.0315	0.10	0.07
	33	Roschlistrasse 17	Bern	4	0.0492	0.0229	0.10	0.07
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	4	0.0746	0.0349	0.10	0.07
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	4	0.0713	0.0333	0.10	0.07
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	4	0.0693	0.0325	0.10	0.07
	37	Landoltstrasse 64	Bern	4	0.0251	0.0117	0.10	0.07
	38	Landoltstrasse 70	Bern	4	0.0262	0.0123	0.10	0.07
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	4	0.0693	0.0325	0.10	0.07
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	4	0.0549	0.0256	0.10	0.07
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	4	0.0495	0.0231	0.10	0.07
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	4	0.0406	0.0190	0.10	0.07
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	4	0.1064	0.0502	0.10	0.07
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	4	0.0329	0.0155	0.10	0.07
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	4	0.0755	0.0354	0.10	0.07
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	4	0.0791	0.0371	0.10	0.07

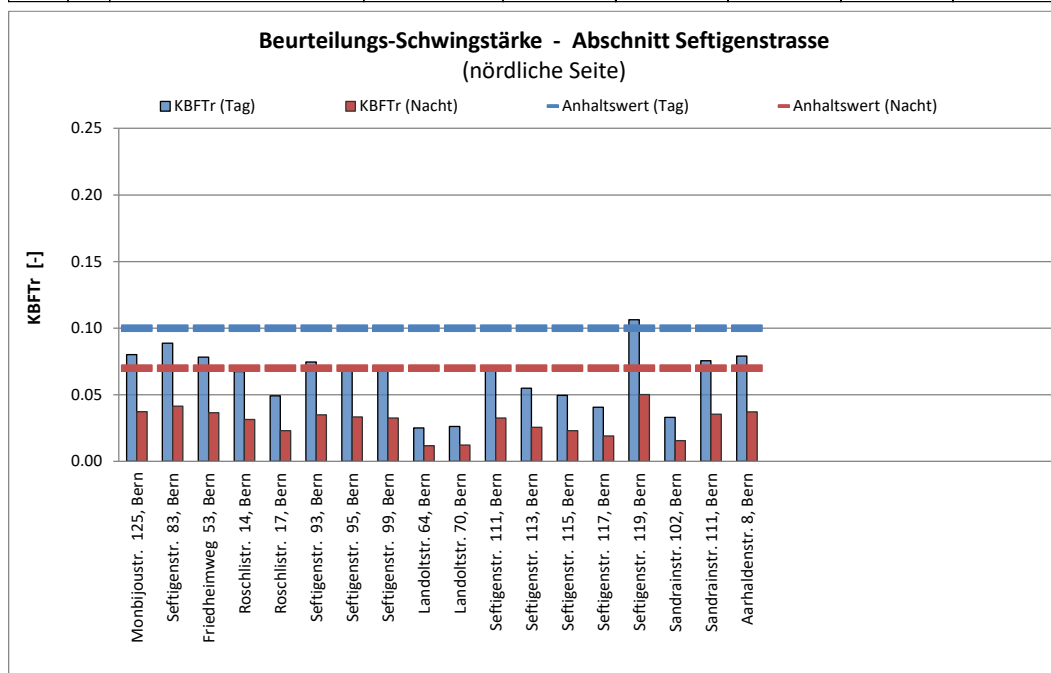


Abbildung 9: Beurteilungsschwingstärke KB_{FT} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), ohne Isolation

Tabelle 9: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), ohne Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FTr} [-]	Nacht KB_{FTr} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	4	0.0116	0.0169	0.10	0.07
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	4	0.0116	0.0169	0.10	0.07
	49	Morillonstrasse 28	Bern	4	0.0105	0.0154	0.10	0.07
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	3	0.0116	0.0176	0.15	0.10
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	3	0.0090	0.0135	0.15	0.10
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	4	0.0125	0.0196	0.10	0.07
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	4	0.0129	0.0201	0.10	0.07
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	4	0.0109	0.0169	0.10	0.07
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	4	0.0120	0.0186	0.10	0.07

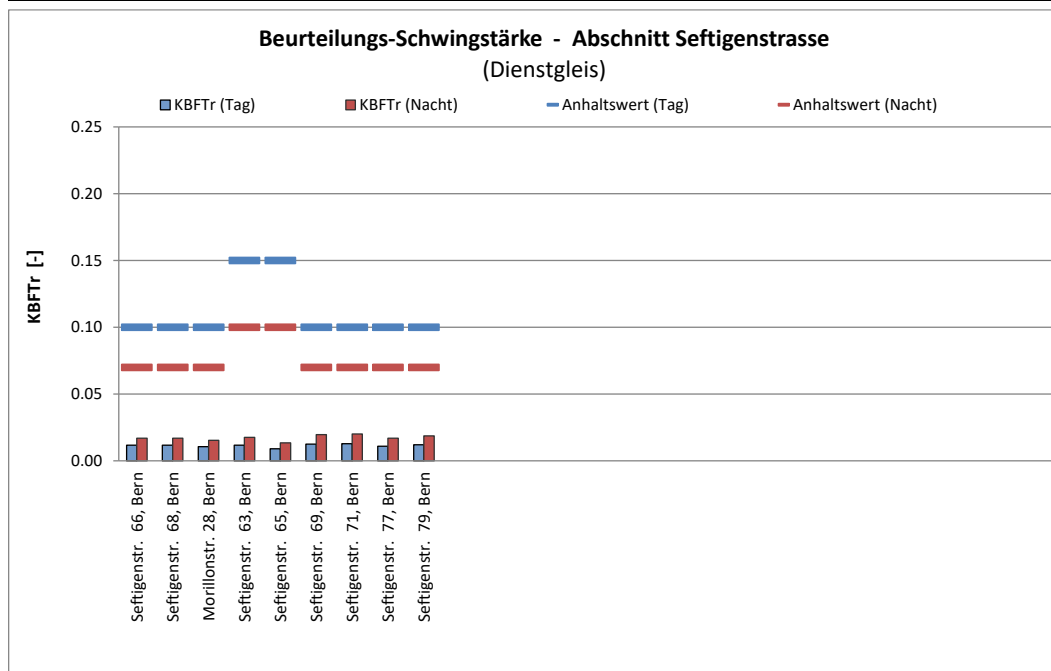


Abbildung 10: Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), ohne Isolation

5.2.2 Mit Isolation

5.2.2.1 Abgestrahlter Körperschall

Tabelle 10: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	Wohnzone	16.2	13.8	IRW	40	30
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	Wohnzone	16.7	14.3	IRW	40	30
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	Mischzone	14.2	11.8	IRW	45	35
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	Wohnzone	10.1	7.7	IRW	40	30
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	Wohnzone	10.3	7.8	IRW	40	30
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	Wohnzone	10.4	8.0	IRW	40	30
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	Wohnzone	10.4	8.0	IRW	40	30
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	Wohnzone	10.6	8.1	IRW	40	30
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	Wohnzone	10.6	8.2	IRW	40	30
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	Wohnzone	10.6	8.2	IRW	40	30
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	Wohnzone	10.6	8.2	IRW	40	30
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	Wohnzone	10.5	8.1	IRW	40	30
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	Wohnzone	10.4	8.0	IRW	40	30
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	Wohnzone	10.3	7.9	IRW	40	30
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	Wohnzone	10.3	7.9	IRW	40	30
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	Wohnzone	12.2	9.8	IRW	40	30
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	Wohnzone	11.2	8.8	IRW	40	30
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	Wohnzone	10.6	8.2	IRW	40	30
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	Wohnzone	12.6	10.0	IRW	40	30
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	Wohnzone	11.3	8.8	IRW	40	30
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	Wohnzone	11.3	8.8	IRW	40	30
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	Wohnzone	13.9	11.3	IRW	40	30
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	Mischzone	16.7	14.1	IRW	45	35
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	Mischzone	16.1	13.4	IRW	45	35
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	Mischzone	15.0	12.5	IRW	45	35
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	Mischzone	15.0	12.5	IRW	45	35
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	Mischzone	14.3	11.9	IRW	45	35
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	Mischzone	14.1	11.7	IRW	45	35

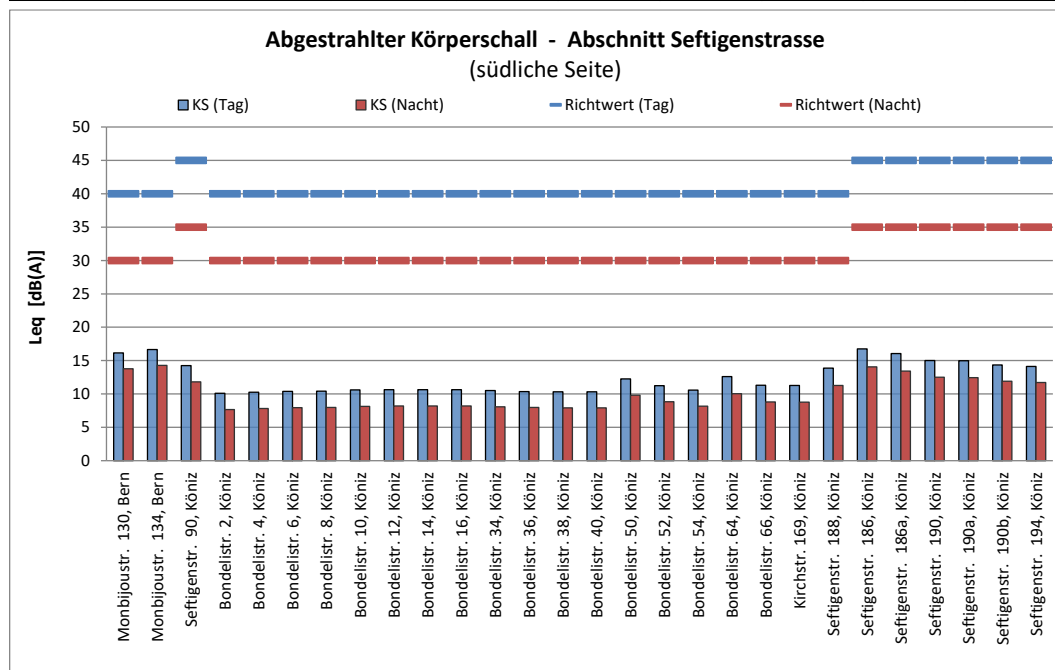


Abbildung 11: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), mit Isolation

Tabelle 11: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	Wohnzone	14.1	11.9	IRW	40	30
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	Wohnzone	17.0	14.8	IRW	40	30
	31	Friedheimweg 53	Bern	Wohnzone	14.9	12.7	IRW	40	30
	32	Roschlistrasse 14	Bern	Wohnzone	14.3	12.1	IRW	40	30
	33	Roschlistrasse 17	Bern	Wohnzone	13.0	10.8	IRW	40	30
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	Wohnzone	14.7	12.5	IRW	40	30
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	Wohnzone	14.8	12.6	IRW	40	30
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	Wohnzone	14.7	12.5	IRW	40	30
	37	Landoltstrasse 64	Bern	Wohnzone	11.3	8.9	IRW	40	30
	38	Landoltstrasse 70	Bern	Wohnzone	11.5	9.1	IRW	40	30
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	Wohnzone	15.1	12.8	IRW	40	30
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	Wohnzone	12.9	10.6	IRW	40	30
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	Wohnzone	13.3	10.9	IRW	40	30
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	Wohnzone	13.7	11.2	IRW	40	30
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	Wohnzone	16.9	14.8	IRW	40	30
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	Wohnzone	8.8	6.6	IRW	40	30
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	Wohnzone	15.9	13.5	IRW	40	30
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	Wohnzone	16.1	13.7	IRW	40	30

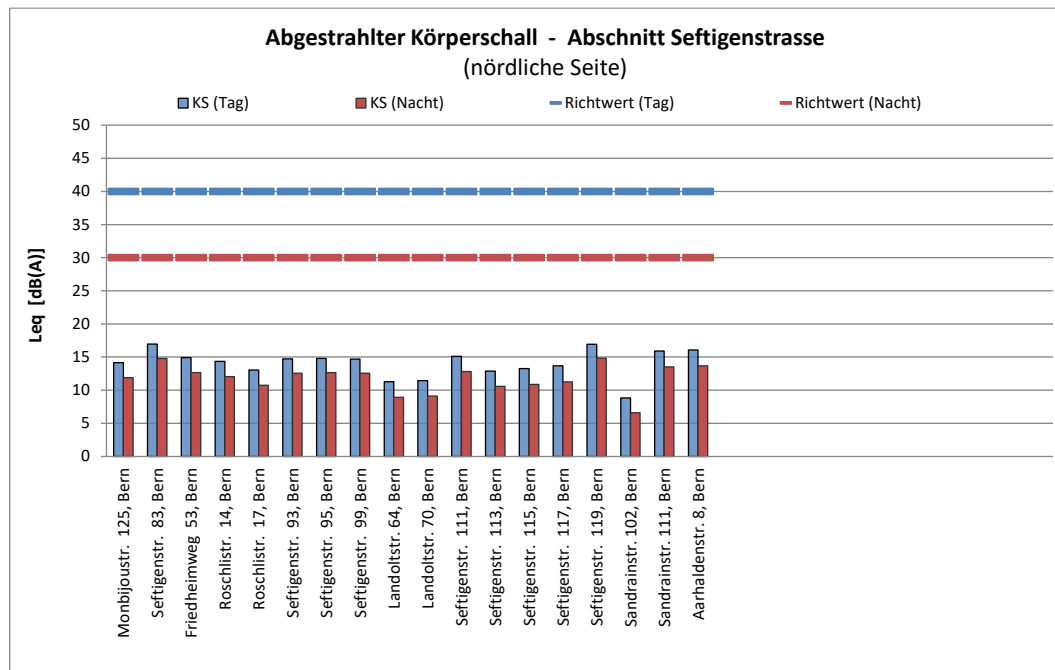


Abbildung 12: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), mit Isolation

Tabelle 12: Immissionswerte abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zone in BEKS	Abgestrahlter Körperschall		IGW	Richtwerte	
					Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]		Tag Leq [dB(A)]	Nacht Leq [dB(A)]
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	Wohnzone	-1.9	9.0	IRW	40	30
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	Wohnzone	-1.9	9.0	IRW	40	30
	49	Morillonstrasse 28	Bern	Wohnzone	-2.0	8.9	IRW	40	30
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	Mischzone	-1.8	9.0	IRW	45	35
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	Mischzone	-2.9	7.9	IRW	45	35
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	Wohnzone	-3.6	7.1	IRW	40	30
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	Wohnzone	-1.3	9.5	IRW	40	30
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	Wohnzone	-1.9	8.8	IRW	40	30
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	Wohnzone	-0.7	10.0	IRW	40	30

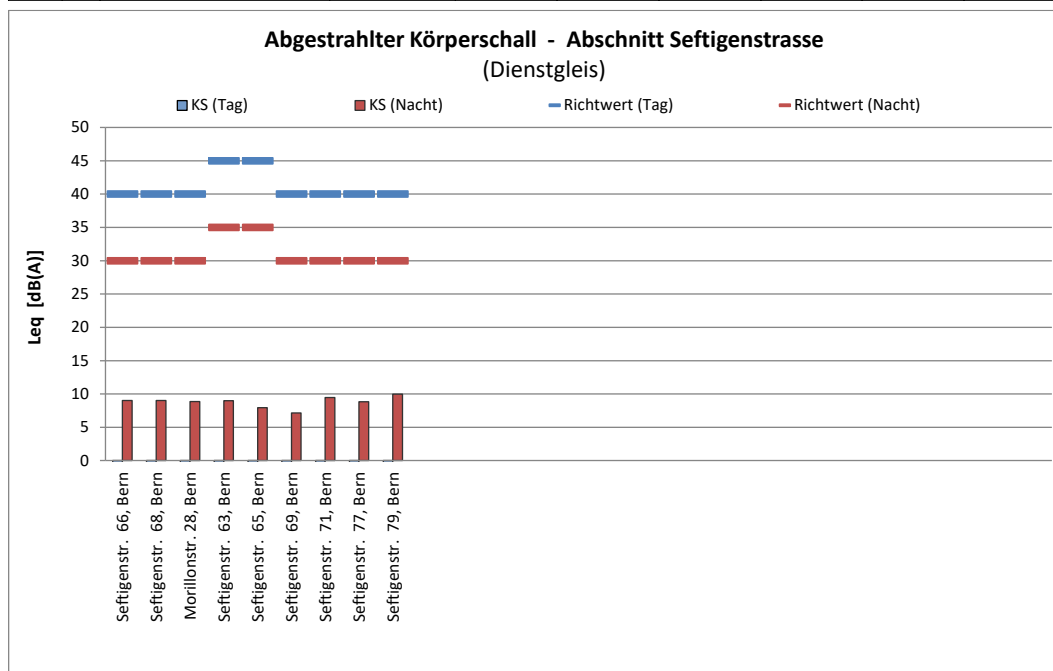


Abbildung 13: Abgestrahlter Körperschall (Tag über 16 Std., Nacht über 1 Std. mit höchstem Verkehrsaufkommen zwischen 22:00 und 06:00 Uhr) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), mit Isolation

Aufgrund der sehr geringen Anzahl Vorbeifahrten am Tag sind die Immissionswerte des abgestrahlten Körperschalls am Tag unter 0 dB.

5.2.2.2 Beurteilungs-Schwingstärke

Tabelle 13: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FTr} [-]	Nacht KB_{FTr} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	4	0.0071	0.0033	0.10	0.07
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	4	0.0076	0.0035	0.10	0.07
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	3	0.0068	0.0031	0.15	0.10
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	4	0.0019	0.0009	0.10	0.07
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	4	0.0020	0.0009	0.10	0.07
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	4	0.0020	0.0010	0.10	0.07
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	4	0.0022	0.0010	0.10	0.07
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	4	0.0023	0.0011	0.10	0.07
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	4	0.0023	0.0011	0.10	0.07
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	4	0.0023	0.0011	0.10	0.07
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	4	0.0027	0.0013	0.10	0.07
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	4	0.0026	0.0012	0.10	0.07
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	4	0.0032	0.0015	0.10	0.07
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	4	0.0032	0.0015	0.10	0.07
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	4	0.0032	0.0015	0.10	0.07
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	4	0.0039	0.0018	0.10	0.07
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	4	0.0031	0.0014	0.10	0.07
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	4	0.0027	0.0012	0.10	0.07
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	4	0.0030	0.0014	0.10	0.07
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	4	0.0023	0.0011	0.10	0.07
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	4	0.0024	0.0011	0.10	0.07
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	4	0.0041	0.0019	0.10	0.07
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	3	0.0076	0.0035	0.15	0.10
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	3	0.0067	0.0031	0.15	0.10
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	3	0.0055	0.0026	0.15	0.10
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	3	0.0055	0.0026	0.15	0.10
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	3	0.0060	0.0028	0.15	0.10
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	3	0.0057	0.0027	0.15	0.10

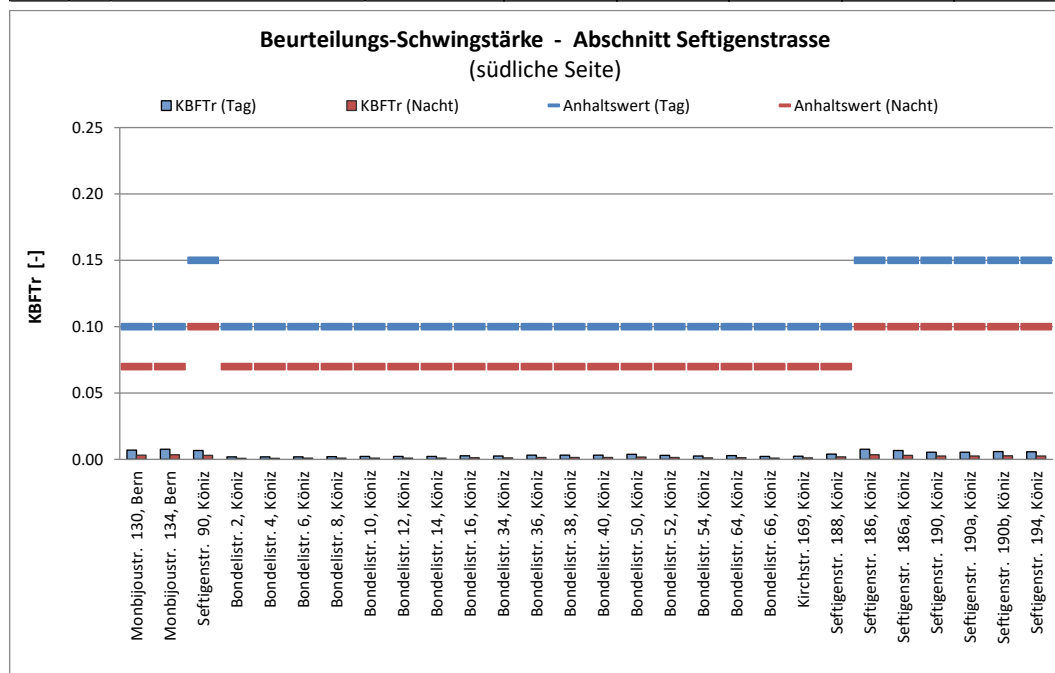


Abbildung 14: Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite), mit Isolation

Tabelle 14: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FTr} [-]	Nacht KB_{FTr} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	4	0.0200	0.0093	0.10	0.07
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	4	0.0078	0.0037	0.10	0.07
	31	Friedheimweg 53	Bern	4	0.0076	0.0036	0.10	0.07
	32	Roschlistrasse 14	Bern	4	0.0067	0.0031	0.10	0.07
	33	Roschlistrasse 17	Bern	4	0.0050	0.0023	0.10	0.07
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	4	0.0073	0.0034	0.10	0.07
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	4	0.0069	0.0032	0.10	0.07
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	4	0.0067	0.0031	0.10	0.07
	37	Landoltstrasse 64	Bern	4	0.0025	0.0012	0.10	0.07
	38	Landoltstrasse 70	Bern	4	0.0026	0.0012	0.10	0.07
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	4	0.0066	0.0031	0.10	0.07
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	4	0.0057	0.0027	0.10	0.07
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	4	0.0048	0.0023	0.10	0.07
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	4	0.0039	0.0018	0.10	0.07
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	4	0.0094	0.0044	0.10	0.07
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	4	0.0086	0.0040	0.10	0.07
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	4	0.0070	0.0033	0.10	0.07
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	4	0.0074	0.0035	0.10	0.07

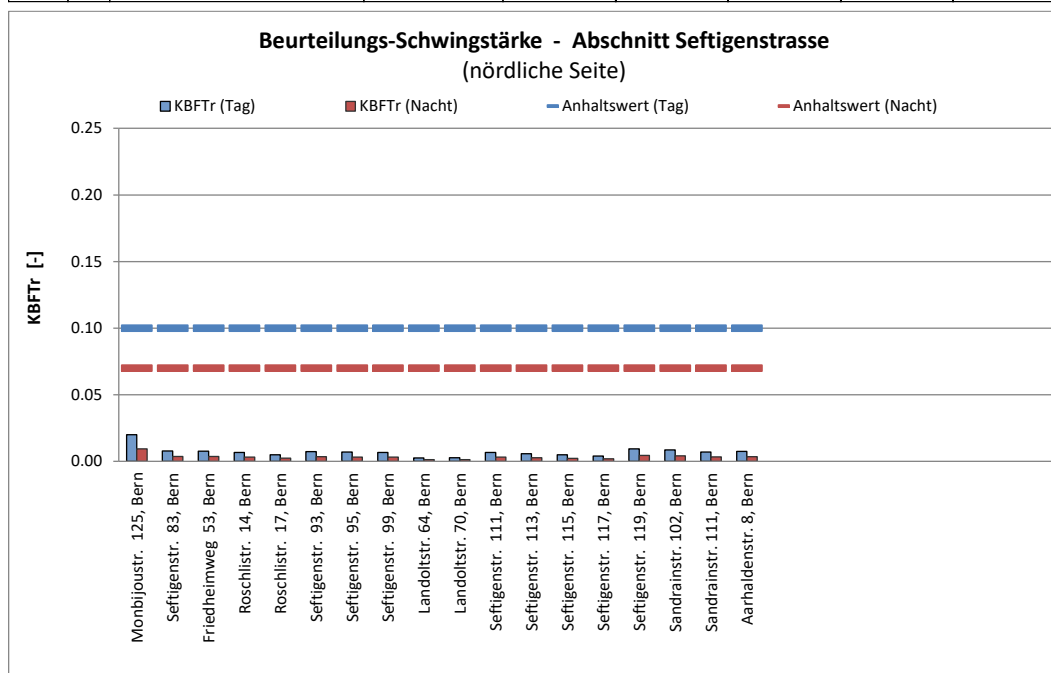


Abbildung 15: Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite), mit Isolation

Tabelle 15: Immissionswerte Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), mit Isolation

	Nr.	Liegenschaft	Ort	Zeile in DIN 4150-Teil 2	Beurteilungs-Schwingstärke		Anhaltswerte	
					Tag KB_{FTr} [-]	Nacht KB_{FTr} [-]	Tag Ar [-]	Nacht Ar [-]
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	4	0.0011	0.0016	0.10	0.07
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	4	0.0011	0.0016	0.10	0.07
	49	Morillonstrasse 28	Bern	4	0.0010	0.0014	0.10	0.07
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	3	0.0011	0.0016	0.15	0.10
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	3	0.0009	0.0013	0.15	0.10
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	4	0.0032	0.0050	0.10	0.07
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	4	0.0012	0.0018	0.10	0.07
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	4	0.0010	0.0016	0.10	0.07
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	4	0.0011	0.0016	0.10	0.07

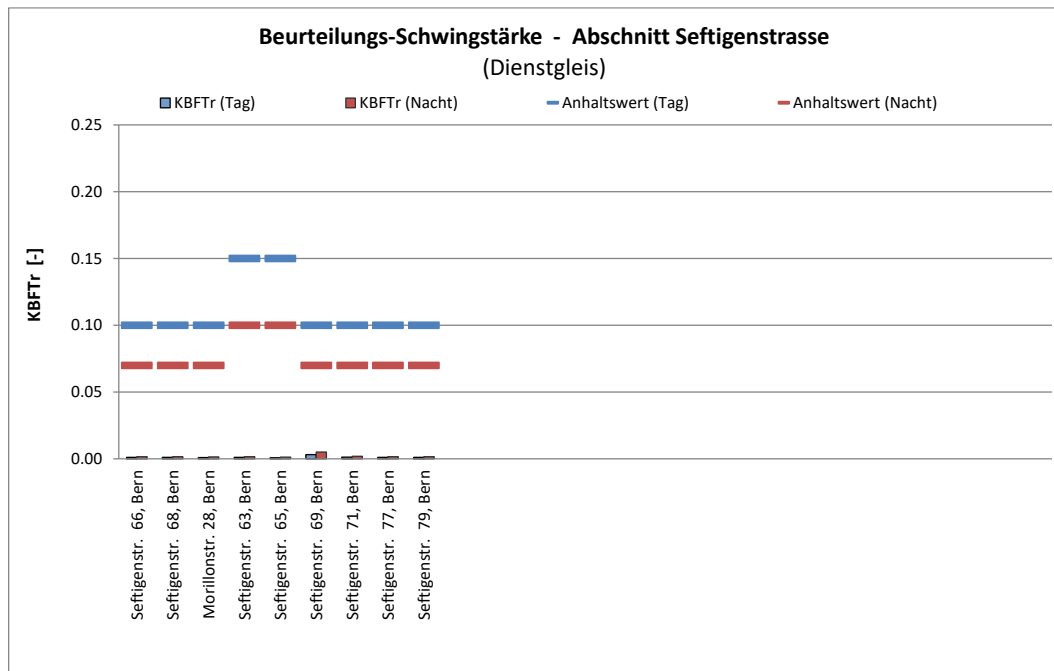


Abbildung 16: Beurteilungsschwingstärke KB_{FTr} (Tag über 16 Std., Nacht über 8 Std.) Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis), mit Isolation

6 Diskussion und Massnahmen zur Emissionsminderung

6.1 Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain

Die Berechnungen mit der Prognosesoftware VIBRA-2 haben gezeigt, dass ohne den Einbau einer Gleisolation bei einzelnen Liegenschaften die Anhaltswerte nach DIN 4150-2 sehr wahrscheinlich überschritten oder knapp unterschritten werden.

Aus diesem Grunde wird der Einbau einer Gleisolation nach dem Normalprofil von Bernmobil mit Dämmmatten aus Sylomer SR 55 25 mm (unten) und Sylomer SR 28 25 mm (seitlich) von Getzner empfohlen. Mit Isolation werden alle Grenzwerte sehr wahrscheinlich eingehalten.

Im Bereich Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis) kann aufgrund der geringen Anzahl an Vorbeifahrten auf den Einbau einer Gleisolation verzichtet werden, ausser es ist vorgesehen, in Zukunft über diese Verbindung eine reguläre Tramlinie zu führen.

6.2 Allgemeine Empfehlungen

Anmerkung 1:

Bei der Planung und dem Einbau der Gleise muss darauf geachtet werden, dass keine Körperschallbrücken zu den angrenzenden Liegenschaften entstehen (keine feste Verbindung zu Schächten etc.).

Anmerkung 2:

Zur Qualitätssicherung und zum Nachweis einer Verbesserung der Gleisolation wird empfohlen, vor und nach dem Gleisersatz bei zwei Liegenschaften Lärm- und Erschütterungsmessungen durchzuführen.

Nusshof, 5. Dezember 2024
Trefzer Rosa + Partner GmbH



Prof. Dr. Urs Bopp



Prof. Dr. Marcel Steiner

Anhang A Gebäudestrukturen

A.1 Perimeter Seftigenstrasse/Morillonstrasse bis Sandrain

Tabelle 16: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite): Gebäudestrukturen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Zone	Lärm	Gebäudetyp	Decke	Stockwerke
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES III	leicht	Beton	1
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	4
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	8
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	8
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	8
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	15
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	Zone mit Überbauungsordnung	ES II	schwer	Beton	15
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	Zone für öffentliche Nutzungen (ZöN)	ES II	schwer	Beton	3
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	4
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	1
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	4
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	1
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	1
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	Kernzone	ES III	schwer	Beton	4

Tabelle 17: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite): Gebäudestrukturen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Zone	Lärm	Gebäudetyp	Decke	Stockwerke
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Holz	3
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	31	Friedheimweg 53	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	32	Roschlistrasse 14	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	33	Roschlistrasse 17	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	8
	37	Landoltstrasse 64	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	6
	38	Landoltstrasse 70	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	5
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	4
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Beton	2
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	Wohnzone	ES II	schwer	Holz	3
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	4
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	4

Tabelle 18: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis): Gebäudestrukturen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Zone	Lärm	Gebäudetyp	Decke	Stockwerke
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	6
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	6
	49	Morillonstrasse 28	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	6
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	Gemischte Wohnzone	ES III	schwer	Beton	1
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	Gemischte Wohnzone	ES III	schwer	Beton	4
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Holz	2
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	4
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	Wohnzone	ES III	schwer	Beton	5

Tabelle 19: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite):
Schienen, Oberbau

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Schienen		Oberbau	
				Gl. 1	Gl. 2	Gl. 1	Gl. 2
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	Weiche	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	Weiche	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	Weiche	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn

Tabelle 20: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite):
Schienen, Oberbau

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Schienen		Oberbau	
				Gl. 1	Gl. 2	Gl. 1	Gl. 2
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	31	Friedheimweg 53	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	32	Roschlistrasse 14	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	33	Roschlistrasse 17	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	37	Landoltstrasse 64	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	38	Landoltstrasse 70	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn

Tabelle 21: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis):
Schienen, Oberbau

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Schienen		Oberbau	
				Gl. 3	Gl. 4	Gl. 3	Gl. 4
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	49	Morillonstrasse 28	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	Normal	Normal	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	Weiche	Weiche	Feste Fahrbahn	Feste Fahrbahn

Tabelle 22: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain
(südliche Seite): Geschwindigkeiten, Distanzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	v [km/h]		Distanzen [m]	
				v 1	v 2	Gl. 1	Gl. 2
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	25	15	10.8	14.0
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	25	15	12.8	16.1
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	45	30	18.1	23.1
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	20	25	83.7	93.5
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	20	25	78.7	88.4
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	20	25	75.3	84.6
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	20	30	72.6	81.2
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	20	30	69.2	76.2
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	20	30	68.5	75.2
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	20	30	68.3	74.8
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	20	50	68.8	75.3
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	20	50	71.8	78.4
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	50	50	70.0	76.5
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	50	50	71.2	77.7
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	50	50	71.3	77.8
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	30	35	34.6	41.2
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	30	35	50.0	56.5
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	30	35	63.4	70.1
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	15	25	39.5	52.0
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	15	25	58.7	71.2
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	15	30	59.6	67.5
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	15	30	26.8	35.2
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	15	30	10.3	18.4
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	15	30	12.9	18.7
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	15	30	16.4	19.9
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	15	30	17.7	21.0
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	30	30	18.5	21.6
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	30	30	18.8	21.9

Tabelle 23: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain
(nördliche Seite): Geschwindigkeiten, Distanzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	v [km/h]		Distanzen [m]	
				v 1	v 2	Gl. 1	Gl. 2
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	25	15	14.1	10.9
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	25	15	15.3	10.2
	31	Friedheimweg 53	Bern	45	30	18.1	13.2
	32	Roschlistrasse 14	Bern	45	30	22.3	16.1
	33	Roschlistrasse 17	Bern	45	30	34.5	25.0
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	45	30	23.0	12.4
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	45	25	24.8	12.1
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	45	25	27.1	12.2
	37	Landoltstrasse 64	Bern	20	25	65.2	53.4
	38	Landoltstrasse 70	Bern	20	25	60.7	50.7
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	20	30	19.3	12.8
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	50	50	34.7	28.2
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	30	35	33.2	26.7
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	15	25	35.5	28.3
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	15	25	19.9	7.5
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	15	25	49.1	36.7
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	15	30	17.5	11.7
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	15	30	14.1	10.8

Tabelle 24: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain
(Dienstgleis): Geschwindigkeiten, Distanzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	v [km/h]		Distanzen [m]	
				v 3	v 4	Gl. 3	Gl. 4
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	30	25	9.6	12.1
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	30	25	9.6	12.1
	49	Morillonstrasse 28	Bern	25	25	10.4	13.4
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	30	25	12.7	9.7
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	30	25	16.7	13.6
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	25	25	12.5	6.5
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	25	25	12.6	6.7
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	25	25	14.7	8.7
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	25	15	14.7	8.7

Tabelle 25: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (südliche Seite): Frequenzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Anzahl Fahrten/h					
				tags		nachts		max. nachts	
				N 1	N 2	N 1	N 2	N 1	N 2
Seftigenstrasse (südliche Seite)	1	Monbijoustrasse 130	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	2	Monbijoustrasse 134	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	3	Seftigenstrasse 90	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	4	Bondelistrasse 2	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	5	Bondelistrasse 4	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	6	Bondelistrasse 6	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	7	Bondelistrasse 8	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	8	Bondelistrasse 10	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	9	Bondelistrasse 12	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	10	Bondelistrasse 14	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	11	Bondelistrasse 16	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	12	Bondelistrasse 34	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	13	Bondelistrasse 36	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	14	Bondelistrasse 38	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	15	Bondelistrasse 40	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	16	Bondelistrasse 50	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	17	Bondelistrasse 52	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	18	Bondelistrasse 54	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	19	Bondelistrasse 64	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	20	Bondelistrasse 66	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	21	Kirchstrasse 169	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	22	Seftigenstrasse 188	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	23	Seftigenstrasse 186	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	24	Seftigenstrasse 186a	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	25	Seftigenstrasse 190	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	26	Seftigenstrasse 190a	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	27	Seftigenstrasse 190b	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	28	Seftigenstrasse 194	Köniz	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00

Tabelle 26: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (nördliche Seite): Frequenzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Anzahl Fahrten/h					
				tags		nachts		max. nachts	
				N 1	N 2	N 1	N 2	N 1	N 2
Seftigenstrasse (nördliche Seite)	29	Monbijoustrasse 125	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	30	Seftigenstrasse 83	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	31	Friedheimweg 53	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	32	Roschlistrasse 14	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	33	Roschlistrasse 17	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	34	Seftigenstrasse 93	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	35	Seftigenstrasse 95	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	36	Seftigenstrasse 99	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	37	Landoltstrasse 64	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	38	Landoltstrasse 70	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	39	Seftigenstrasse 111	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	40	Seftigenstrasse 113	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	41	Seftigenstrasse 115	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	42	Seftigenstrasse 117	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	43	Seftigenstrasse 119	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	44	Sandrainstrasse 102	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	45	Sandrainstrasse 111	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00
	46	Aarhaldenstrasse 8	Bern	8.75	1.83	8.69	1.95	4.10	6.00

Tabelle 27: Seftigenstrasse/Morillonstrasse–Sandrain (Dienstgleis): Frequenzen

	Nr	Hausbezeichnung	Ort	Anzahl Fahrten/h					
				tags		nachts		max. nachts	
				N 3	N 4	N 3	N 4	N 3	N 4
Seftigenstrasse (Dienstgleis)	47	Seftigenstrasse 66	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	48	Seftigenstrasse 68	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	49	Morillonstrasse 28	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	50	Seftigenstrasse 63	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	51	Seftigenstrasse 65	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	52	Seftigenstrasse 69	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	53	Seftigenstrasse 71	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	54	Seftigenstrasse 77	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40
	55	Seftigenstrasse 79	Bern	0.15	0.13	0.26	0.36	2.00	1.40

Anhang B Berechnungsschritte des VIBRA-2

B.1 Beispiel 1: Seftigenstrasse 83, Bern

VIBRA-2: Immissionsberechnung für Erschütterung und Körperschall

Projekt: Linie 9 Seftigenstrasse

Gebäude

Nr. 30
Name: Seftigenstrasse 83
Ort: Bern

Verwendete Spektren:

Quellspektren-Gruppe: TR
Transferspektren-Gruppe: TR
KB-FT / LEQ = 2.2

Erschütterungen:

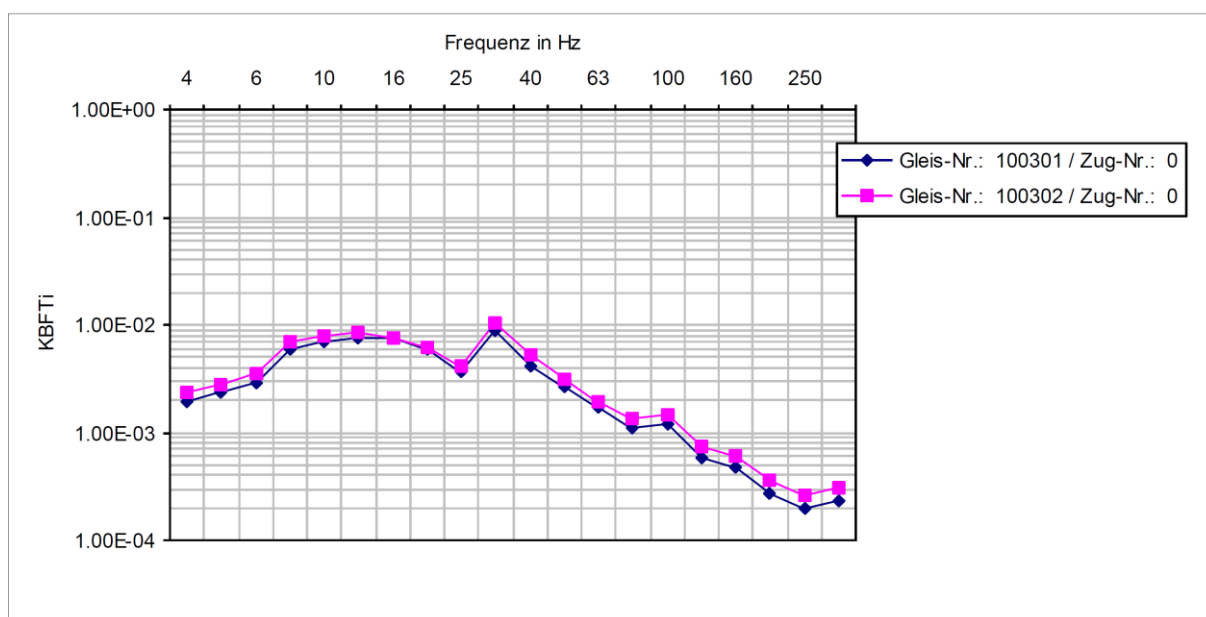
KB-FTr-tags: 0.000
KB-FTr-nachts: 0.000

Körperschall: (nach Grütz)

Körperschall tags (16 h Leq): 17.0 dBA
Körperschall nachts (1 h Leq): 14.8 dBA

Beiträge der einzelnen Zugtypen:

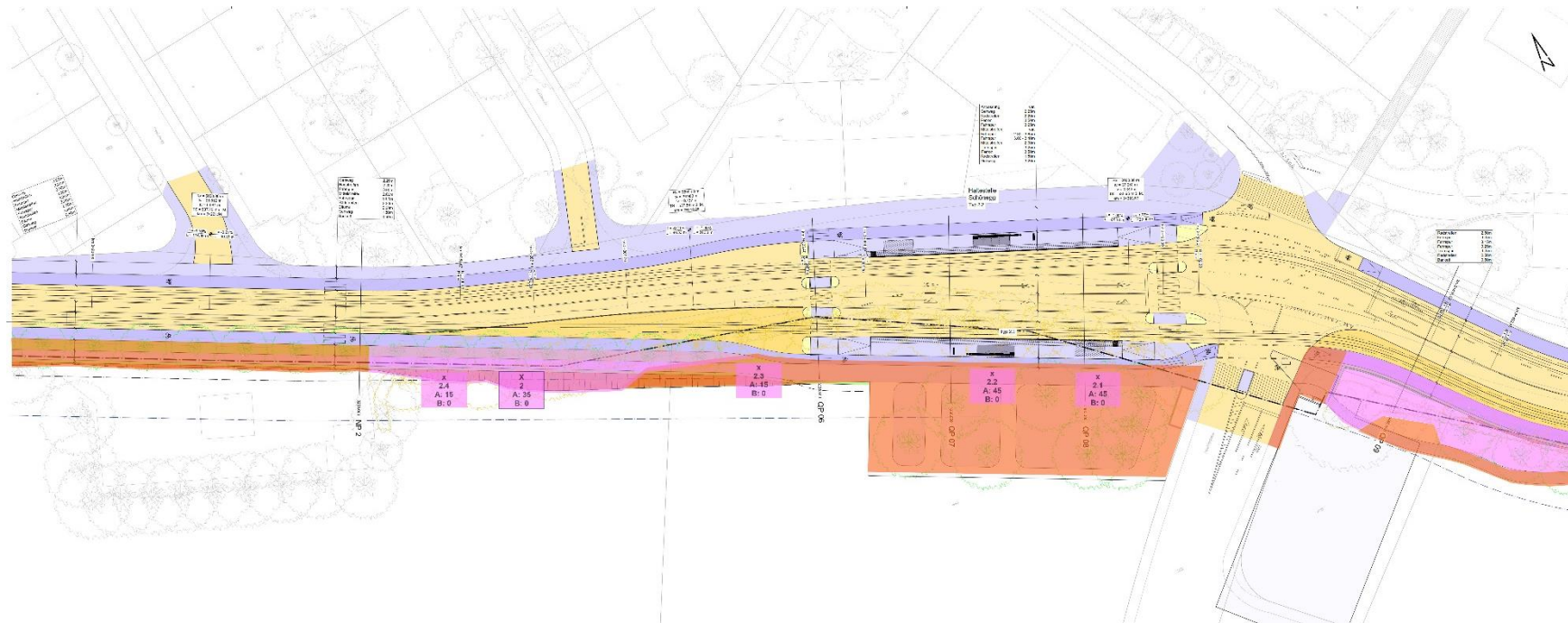
Geb.	UTW	Gleis	Zug	ES (KBFTi)	KS (dBA)	Zug- typ	Fahrge- schw'keit	tags Z/h	Länge	nachts Z/h	Länge	Maximale Anzahl Z/h nachts
30	0	100301	0	0.019	28.4	Combino 102	25	8.75	44.89	1.83	44.89	4.1
30	1	100302	0	0.022	29.0	Combino 102	15	8.69	44.89	1.95	44.89	6.0



5.12-1 Situation Bodenaufnahmen

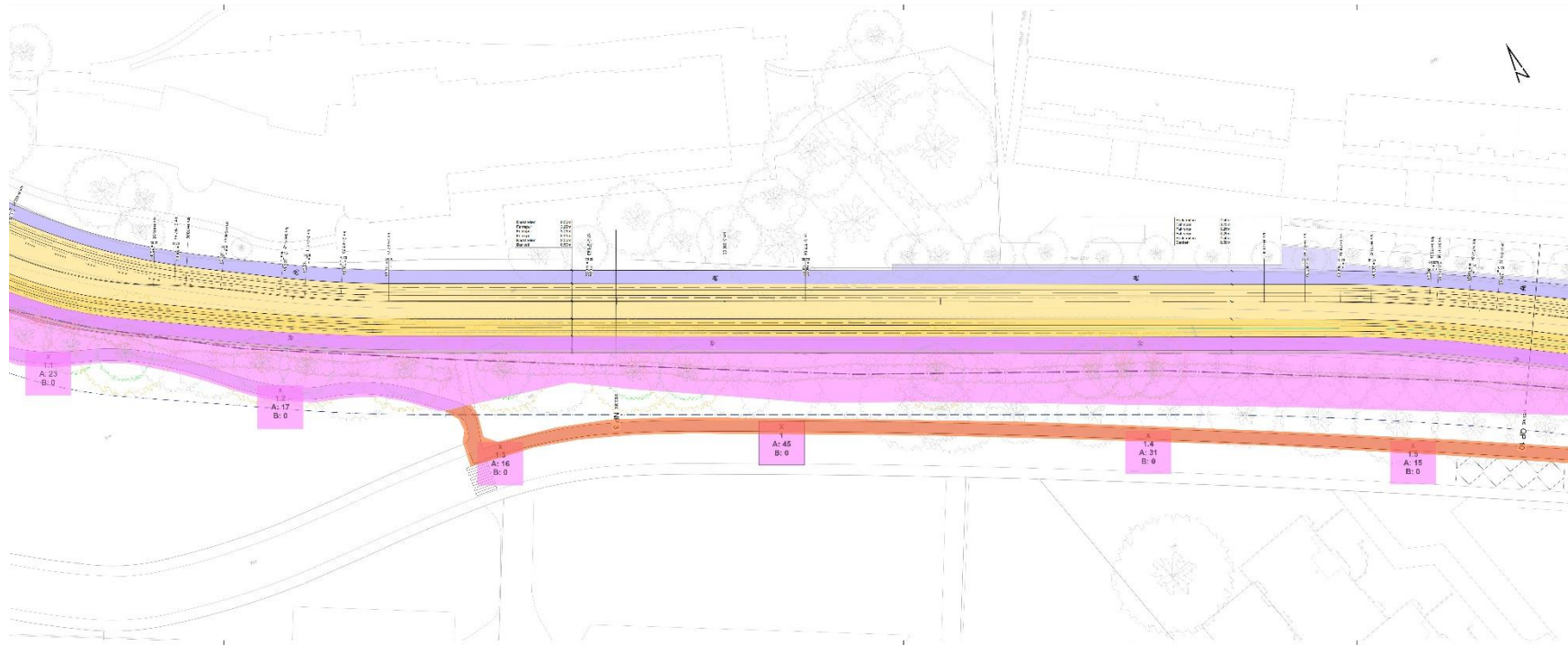


- DCH000486.03 | Umgestaltung Morillon - Sandrain | UVB Fachkapitel Boden



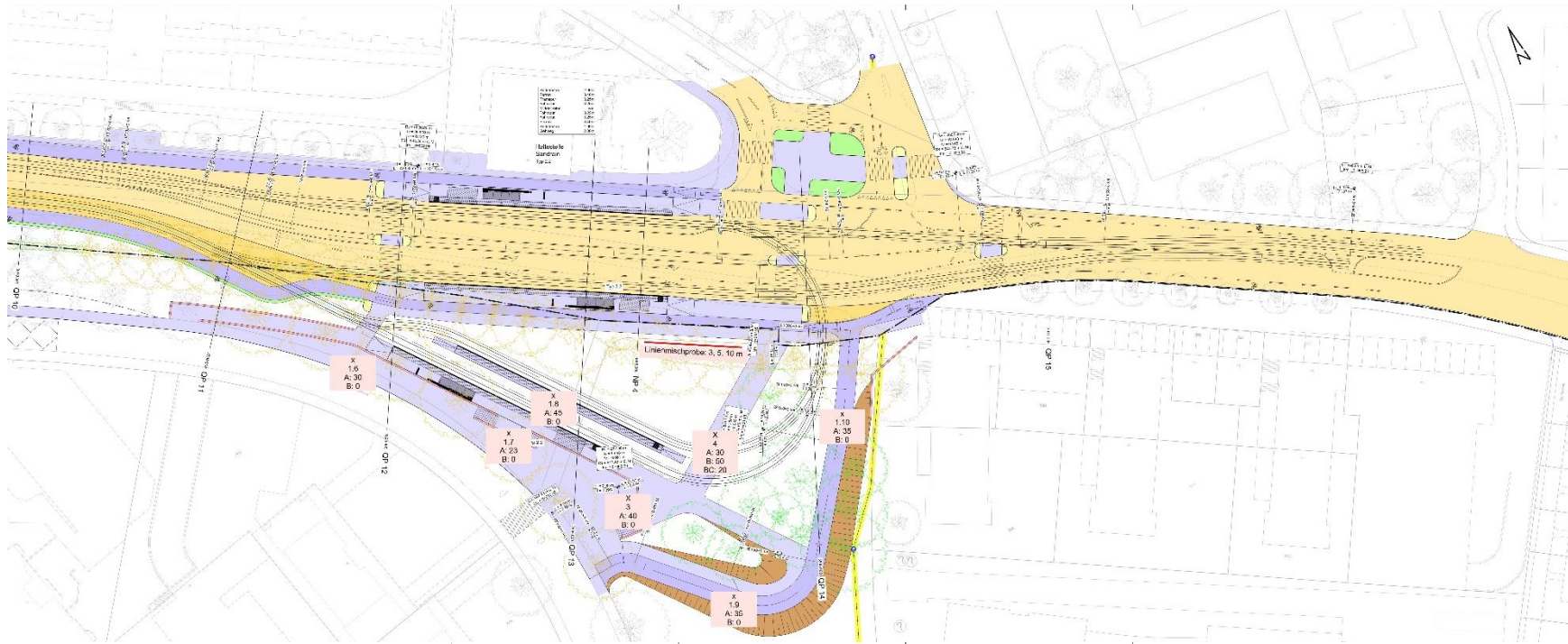
Legende:

- X HS 1 Handsondierung mit Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- x HS 1.1 Handsondierung ohne Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- A Oberbodenmächtigkeit (cm)
- B Unterbodenmächtigkeit (cm)



Legende:

- X HS 1 Handsondierung mit Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- x HS 1.1 Handsondierung ohne Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- A Oberbodenmächtigkeit (cm)
- B Unterbodenmächtigkeit (cm)



Legende:

- Lage der Linienmischproben (LP; 2-, 5-, 10-m)
- X HS 1 Handsondierung mit Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- x HS 1.1 Handsondierung ohne Detailaufnahme (ungefähre Lage)
- A Oberbodenmächtigkeit (cm)
- B Unterbodenmächtigkeit (cm)

5.12-2 Detail Bodenprofile

Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Seite 1/6

Projekt	UVB	Profil	HS 1	Koordinaten	2 600 266 / 1 197 962	Datum	05.10.22	DCH000486.03
Gemeinden	Köniz / Wabern	Höhe m ü.M.	541	Topografie	eben	Kartierer	NFE	
Vegetation	Kunstwiese	Neigung	1%	Wasserhaushaltsgruppe	d			

Horizont	Skelettgehalt		Feinerdekörnung			Bodenart	Org. Substanz	Vernässungs- anzeichen			pH	Kalk (CaCO ₃)	Gefüge	Bemerkungen
Tiefe (cm)	Steine Vol.-%	Kies Vol.-%	Ton %	Schluff %	Sand %	Bezeichnung								
Bezeichnung	> 50 mm	2 – 50 mm	0 – 2 µm	2 – 50 µm	0.05 – 2 mm		Gehalt in %	in Spuren	kleinflächig	überwiegend	nach Hellige	- / + /++ / +++	Form	
0-45 A _h	0	1	16	49	35	sandiger Lehm	6				5.5	-	Kr1-2, Sp2	Bodentyp: ziemlich flachgründiger Anthroposol Pflanzennutzbare Gründigkeit: 45 cm = (45*0.99; Abzug: Skelett) NEK: 4 (Gründigkeit)
45-50 C	0	3	21	42	37	Lehm	0				5.5	-	Po2	

Bemerkungen:

- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Table with 2 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinden, Vegetation, UVB, Köniz / Wabern, Wiese / Weide, Profil, Höhe m ü.M., Neigung, HS 2, 539, 1-2%, Koordinaten, Topografie, Wasserhaushaltsgruppe, 2 599 998/ 1 198 125, Kuppenlage, d, Datum, Kartierer, 02.11.22, NFE, DCH000486.03

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Bemerkungen. It contains three rows of data for soil profiles at depths 0-35 cm and 35-42 cm.

- Bemerkungen:
- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Table with 2 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinden, Vegetation, UVB, Köniz / Wabern, Kunstwiese, Profil, Höhen, Neigung, Koordinaten, Topografie, Wasserhaushaltsgruppe, 2 600 475 / 1 197 804, Datum, Kartierer, 05.10.22, NFE, DCH000486.03

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Bemerkungen. It contains three rows of soil profile data with depth, grain size percentages, and soil type descriptions.

Bemerkungen:
- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Table with 2 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinden, Vegetation, UVB, Köniz / Wabern, Kunstwiese, Profil, Höhen, Neigung, Koordinaten, Topografie, Wasserhaushaltsgruppe, etc.

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Bemerkungen. Contains 4 rows of soil profile data.

Bemerkungen:
- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Table with 2 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinden, Vegetation, UVB, Köniz / Morillon, Brache nach Mais, Profil, Höhen, Neigung, Koordinaten, Topografie, Wasserhaushaltsgruppe, 2 599 870 / 1 198 152, eben, c, Datum, Kartierer, 25.10.24, NFE, DCH000486.03

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Bemerkungen. Contains 5 rows of soil profile data.

Bemerkungen:
- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



Objekt: Neugestaltung Morillon-Sandrain; Seftigenstrasse

Table with 2 rows and 8 columns: Projekt, Gemeinden, Vegetation, UVB, Köniz / Morillon, Brache nach Mais, Profil, Höhen, Neigung, Koordinaten, Topografie, Wasserhaushaltsgruppe, etc.

Table with 10 columns: Horizont, Skelettgehalt, Feinerdekörnung, Bodenart, Org. Substanz, Vernässungsanzeichen, pH, Kalk (CaCO3), Gefüge, Bemerkungen. Contains 3 rows of soil profile data.

Bemerkungen:
- Standort der Sondierung gemäss Situationsbeilage
- Sondierung mit dem Edelmannbohrer



5.12-3 Protokoll Handsondierungen



Protokoll der Handbohrungen

Profil Nr.: 1

Topographie: eben

	1.1	1.2	1.3	1.4
0	A _u	A _u	A _u	A _u
20	23	17	16	51
40	C	C	C	C
60				
80				
100				

Bemerkungen

1.1 keine Vernässungsanzeichen, vermutlich künstlich geschüttet, kein gewachsener B-Boden festgestellt, Körnung sL, Skelett 1-2%

1.3 - 1.7 Bankettbereich

	1.5	1.6	1.7	1.8
0	A _u	A _u	A _u	A _u
20	15	30	23	45
40	C	C	C	C
60				
80				
100				

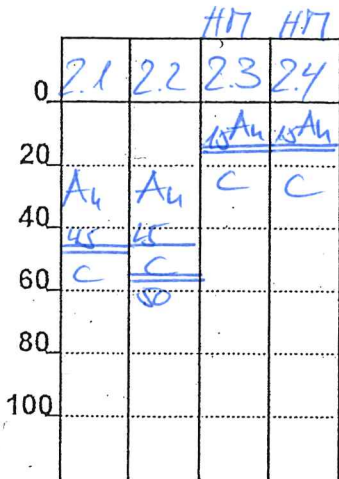
	1.9	1.10		
0	A _u	A _u		
20	35	35		
40	C	C		
60	40	40		
80				
100				

0				
20				
40				
60				
80				
100				

Protokoll der Handbohrungen

Profil Nr.: 2

Topographie: eben



Bemerkungen

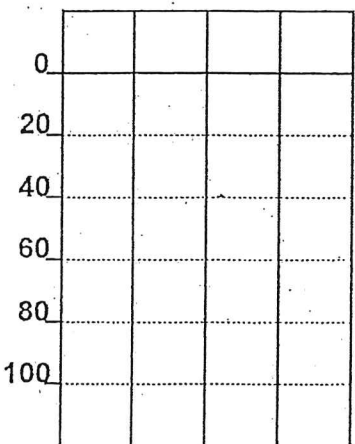
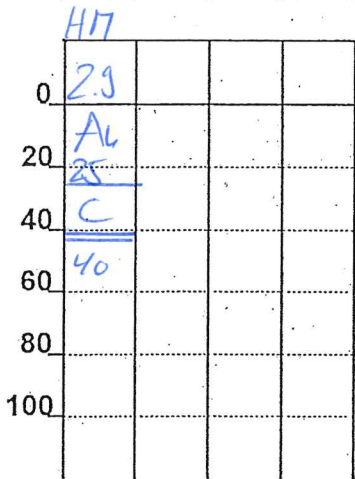
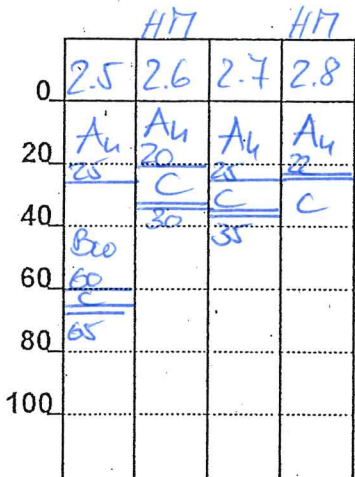
2.1 wenige Ziegelbruchstücke, Skelett ca. 1%, Körnung sL, Gefügt Kr1-2, Sp2 (labil)

2.5 mit gewachsenem B-Horizont, aber mit einzelnen Ziegelbruchstücken, ab ca. 60 cm C-Horizont, Skelett und Körnung ähnlich 2.1, keine Vernässungsanzeichen

2.6 künstlich geschüttet, bis 20 cm humos mit Gefüge, anschliessend Ek-Gefüge resp. sehr labil, ab ca. 30 cm C-Horizont

2.7 Ziegelbruchstück im C-Horizont

HM: Sondierung mit dem Hohlmeissel



5.12-4 Rekultivierungskategorien



KATEGORISIERUNG DER REKULTIVIERBARKEIT

ENTSCHEIDUNGS- PARAMETER	REKULTIVIERBARKEIT		
	normal	erschwert	stark erschwert
Staunässe	I1 schwach pseudogleyig	I2 pseudogleyig	I3 stark pseudogleyig
Grund- und Hangnässe (Vernässungsgrad)	G1 grundfeucht	G2, G3 und R1 schwach gleyig, gleyig, schwach grundnass	G4 bis G3, R2 bis R5 stark gleyig bis extrem gleyig, mässig grundnass bis sumpfig
Tongehalt	< 30%		> 30%
Klimaeignungszone (Vegetationsperiode)	A bis E > 150 Tage	F 100 bis 150 Tage	G < 100 Tage
Hangneigung	0 bis 25%	25 bis 50%	> 50%
Skelettgehalt Oberboden	< 30%	35 bis 50%	> 50%
Skelettgehalt Unterboden	regelmässig		unregelmässig
Pflanzennutzbare Gründigkeit	0 bis 3 > 50 cm	4 30 bis 50 cm	5 und 6 < 30 cm

Quelle: SKS Ingenieure AG / BMG Engineering AG / BABU GmbH, 1999

5.12-5 Laborbericht Bachema AG



NEUGESTALTUNG
MORILLON-SANDRAIN
SEFTIGENSTRASSE.BE

Schlieren, 17. Oktober 2022
PMBERNMOBIL
Eigerplatz 3
Postfach
3000 Bern 14

Untersuchungsbericht

Objekt: SEFT 3, BernBachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 SchlierenTelefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.chChemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)Akkreditiert nach
ISO 17025
STS-Nr. 0064

Auftrags-Nr. Bachema	202211318
Proben-Nr. Bachema	50391, 50956, 51672
Tag der Probenahme	05. Oktober 2022
Eingang Bachema	07. Oktober 2022
Probenahmeort	Bern
Entnommen durch	N. Teuscher-Federspiel, CSD Ingenieure AG
Auftraggeber	BERNMOBIL, Eigerplatz 3, 3000 Bern 14
Rechnungsadresse	BERNMOBIL, Städtische Verkehrsbetriebe Bern, Kreditorenbuchhaltung, 3000 Bern 14
Rechnung zur Visierung	CSD Ingenieure AG, N. Teuscher-Federspiel, Belpstrasse 48, 3007 Bern
Bericht an	CSD Ingenieure AG, N. Teuscher-Federspiel, Belpstrasse 48, 3007 Bern
Bericht per e-mail an	CSD Ingenieure AG, N. Teuscher-Federspiel, n.teuscher@csd.ch
Excel-File	CSD Ingenieure AG, N. Teuscher-Federspiel, n.teuscher@csd.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AGSimone Peter
Dr. sc. nat. / MSc Biologie

Objekt: SEFT 3, Bern
Auftraggeber: BERNMOBIL
Auftrags-Nr. Bachema: 202211318

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
50391 F	LP 1, 3m	05.10.22 / 07.10.22
50956 F	LP 2, 5m	05.10.22 / 07.10.22
51672 F	LP 3, 10m	05.10.22 / 07.10.22

Legende zu den Referenzwerten

VBBo Prüfwert	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".
VBBo Richtwert	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO 17025
STS-Nr. 0064

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Akkreditierung

	Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)
---	--

Objekt: SEFT 3, Bern
Auftraggeber: BERNMOBIL
Auftrags-Nr. Bachema: 202211318

Probenbezeichnung	LP 1, 3m	LP 2, 5m	LP 3, 10m		Referenzwert	
					VBBö Richtwert	VBBö Prüfwert
Proben-Nr. Bachema	50391	50956	51672			
Tag der Probenahme	05.10.22	05.10.22	05.10.22			
Probenparameter						
Angelieferte Probemenge	kg	0.8	0.6	0.8		
Aussortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)						
Anteil >2mm	Gew.-% TS	13	8.1	4.0		
Elemente und Schwermetalle						
Blei (gesamt n. VBBö) ICP	mg/kg TS Pb	56	44		50	200
Cadmium (gesamt n. VBBö) ICP	mg/kg TS Cd	0.4			0.8	2
Kupfer (gesamt n. VBBö) ICP	mg/kg TS Cu	30			40	150
Zink (gesamt n. VBBö) ICP	mg/kg TS Zn	160	69		150	300 P
PAK						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.15	0.21	0.06	0.2	1
Summe PAK	mg/kg TS	1.6	2.5	<0.50	1	10

Bachema AG
Rütistrasse 22
CH-8952 Schlieren

Telefon
+41 44 738 39 00
Telefax
+41 44 738 39 90
info@bachema.ch
www.bachema.ch

Chemisches und
mikrobiologisches
Labor für die Prüfung
von Umweltproben
(Wasser, Boden, Abfall,
Recyclingmaterial)

Akkreditiert nach
ISO 17025
STS-Nr. 0064

5.12-6 Pflichtenheft für die Bodenkundliche Baubegleitung

PFLICHTENHEFT FÜR DIE BODENKUNDLICHE BAUBEGLEITUNG (BBB)

Verantwortung / Befugnisse

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Unterstützt die Bauleitung und ist organisatorisch entsprechend als Stabstelle mit klar definierten Funktionen einzugliedern und entsprechend im Projekt-Organigramm aufzuführen.
- Berät die Bauleitung und die Bauherrschaft in allen Fragen des Bodenschutzes: Ausscheidung geeigneter Flächen für Zwischenlager, Überwachung des Bodenabtrags, Formulierung von Bauvorgaben und Schutzmassnahmen für die Zwischenlagerung (Schütthöhen, Begrünung, Trennung der Böden etc.).
- Besitzt grundsätzlich keine direkten Weisungsbefugnisse, sondern kommuniziert in der Regel über die Bauleitung. Die BBB kann Arbeiten, die gegen die bodenschützerischen Auflagen verstossen, nach Rücksprache mit der Bauleitung, unverzüglich einstellen.

Ausführung, Bau und Eingriff

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Kennt das bewilligte Vorhaben und die bodenrelevanten Vorgaben der Baubewilligung.
- Passt bei Projektänderungen die Bodenschutzmassnahmen an.
- Erläutert die Bodenschutzmassnahmen gemäss den Auflagen und den einschlägigen Richtlinien auf der Baustelle (Information der Bauleitung, Unternehmung und Maschinisten) und überwacht deren Einhaltung.
- Nimmt an allen bodenrelevanten Bausitzungen teil und berät die Bauleitung und Bauherrschaft.
- Stellt Hilfsmittel und Entscheidungsgrundlagen bereit, wie:
 - Betrieb von Niederschlagsmessern,
 - Maschinenliste mit zulässigen Einsatzgrenzen,
 - Entscheidblätter für Absprachen zwischen der Bauleitung, der Unternehmung und der BBB.
- Beurteilt die Ausführbarkeit der bodenrelevanten Arbeiten täglich oder nach Notwendigkeit basierend auf den Entscheidungsgrundlagen, wie Bodenfeuchte, Niederschlag, Einsatzgrenzen der eingesetzten Maschinen und gibt der Bauleitung entsprechende Anweisungen. Eine Beurteilung vor Ort ist auf jeden Fall nötig beim Beginn neuer Arbeitsschritte, bei der Beanspruchung neuer Flächen und bei Witterungsänderungen.
- Muss vom Bauunternehmer vor allen bodenrelevanten Erdarbeiten kontaktiert werden, um diese freizugeben.
- Prüft die gewählten Standorte von Bodenzwischenlagern und stellt die korrekte Anlage und Pflege sicher.
- Protokolliert und informiert die Bewilligungsbehörde und zuständige kantonale Fachstelle über den Bauablauf und die Einhaltung der Bodenschutzmassnahmen (gemäss den Bauauflagen).

Abnahme

Die bodenkundliche Baubegleitung (BBB):

- Erstellt einen Schlussbericht inkl. Fotodokumentation zuhanden der Baubewilligungsbehörde und der kantonalen Bodenschutzfachstelle (sofern verlangt resp. gemäss den Bauauflagen).

5.14-1 Zustandserfassung Strassenoberbau

Zustandserfassung Strassenoberbau

Knoten Seftigenstrasse – Morillonstrasse – Sandrain (SEFT 3)

Untersuchung Asphaltbelag (Schichtenaufbau, PAK-Gehalte)

Untersuchung Fundationsschicht (Schichtdicken, USCS-Klassifizierung, Frostsicherheit, Schadstoffanalysen)

Untersuchung Untergrund

Dimensionierung

Auftragsnummer	24-01185
Berichtsdatum	19.11.2024
Sachbearbeiter	lel, bk
Auftraggeber	Tiefbauamt des Kantons Bern Oberingenieurkreis II Schermenweg 11 3001 Bern

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	3
2	Probenahme, Probenzuordnung und Prüfprogramm	5
3	Deflexionsmessungen	8
4	Bohrkernuntersuchungen (Asphaltbeläge)	10
4.1	Asphaltbeläge – Schichtdicken und Schichtenaufbau	10
4.2	Asphaltbeläge – PAK-Gehalte	10
4.2.1	Qualitativer Schnelltest	10
4.2.2	Chemische Analyse	10
5	Sondagen Foundationsschicht	13
5.1	Schichtdicken und Schichtenaufbau	13
5.2	Korngrößenverteilung Foundationsschicht	14
5.2.1	Frostbeständigkeit (Tragfähigkeitsindices) der Foundationsschicht	15
5.2.2	Proctorversuch: Optimaler Wassergehalt w_{opt} und Trockendichte ρ_d	16
5.2.3	CBR-Versuche	16
5.3	Eigenschaften des Untergrunds	17
5.3.1	Korngrößenverteilung Untergrund	17
5.3.2	Konsistenzgrenzen / Plastizität des Feinanteils	18
6	Schadstoffanalysen, Bodenproben Gleistrasse Tram	18
7	Zusammenfassung, Interpretation und Beurteilung	19
7.1	Deflexionsmessungen	19
7.2	Aufbau bitumenhaltige Schichten	21
7.2.1	Hauptachsenbereich	21
7.2.2	Seitenstrassen	21
7.3	PAK-Gehalte	22
7.4	Gesamtaufbau Oberbau	23
7.5	Korngrößenverteilung Foundationsschicht	24
7.6	USCS-Klassifizierung (Foundationsschicht und Untergrund)	24
7.7	Orientierende Beurteilung der Frostbeständigkeit	25
7.8	Tragfähigkeits- und Frostsicherheitsnachweis Foundationsschicht	27
7.9	Schadstoffanalyse an Bodenproben aus dem Gleisbereich Tramlinie	28
8	Dimensionierung	29
8.1	Tragfähigkeit	29
8.2	Frost	30
9	Anhang	31

1 Allgemeines

Auftragseingang 20.06.2024

Projektverfasser Emch + Berger AG Bern,
Herr Thomas Uhlmann
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Bauherr Tiefbauamt des Kantons Bern
Oberingenieurkreis II
Herr Adrian Gugger
Schermenweg 11
3001 Bern

Auftrag Deflexionsmessungen
Falling Weight Deflection (FWD) Infralab ¹⁾

Aufnahme Bodenprofil und Probenahme
Probenahme Beläge (Bohrkerne) SN EN 12697-27
Aufnahme Bodenprofil und BSL-Methode ²⁾
Klassifizierung nach Feldmethode SN 670 004-1b ²⁾
Probenahme Lockergesteine SN EN 932-1

Laboruntersuchungen Beläge
Bestimmung der Schichtdicke BSL-Methode
und Schichtenaufbau SN 670 436
PAK-Test qualitativ PAK-Marker ²⁾
PAK-Analyse quantitativ GC-MS ³⁾

Laboruntersuchungen Foundationsschicht und Untergrund
Anlieferungswassergehalt SN EN 1097-5
Korngrössenverteilung SN EN 933-1
Schlammanalyse Anteil ≤ 0.063 mm SN EN ISO 17892-4
Klassifizierung nach USCS SN 670 004-2b-NA
Konsistenzgrenzen nach Atterberg SN EN ISO 17892-12
Proctorversuch SN EN 13286-2
CBR_{1/2}-Versuch SN EN 13286-47
CBR_F-Versuch VSS 70 321

Chemische Analyse Oberboden Trasse Tram gem. VBBo ⁴⁾
KW-Index (C10-C-40) GC-FID³⁾
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und Benzo(a)pyren GC-MS³⁾
Schwermetallgehalte ICP-MS³⁾

<i>Auftrag</i>	Beurteilung VSS 70 119-NA VSS 40 733b VSS 40 585 VSS 40 324 VSS 70 140 VBBo ⁴⁾ , Stand 12.04.2016 Erfahrungen aus der Praxis
<i>Objekt</i>	Projekte Seftigenstrasse – Sanierung Seftigenstrasse Knoten Seftigen - Morillonstrasse – Sandrain (SEFT 3)
<i>Prüfstellen</i>	Belagsbohrkerne BK 1 bis BK28 Sondagen (Belagsfenster und Baggerschlitze) S1 bis S7 Siehe Planskizze im Anhang. Die Lage der Prüfstellen wurde anlässlich der gemeinsamen Begehung vom 18.09.2024 durch den Projektverfasser (T. Uhlmann), die Bauunternehmung (R. Ammann) und dem Baustofflabor (L. Lehmann) festgelegt.
<i>Ausführung</i>	FWD-Messungen am 03.09.2024 durch die Infralab SA, Servion Sondagen am 25.- 26.09.2024 / BSL Baustofflabor AG / M. Zingg und L. Lehmann Belagsbohrkerne am 27.09.2024 / BSL Baustofflabor AG / M. Zingg Die Ausführung und Wiederinstandsetzung der Sondagen (Baggerschlitze) erfolgte durch KIBAG AG Langenthal.
<i>Probeeingang</i>	26.09.2024 (Kiesgemische) und 27.09.2024 (Bohrkerne)
<i>Probenbezeichnung</i>	Siehe Kap. 2, Tabelle 1
<i>Bemerkung</i>	¹⁾ Ausführung FWD-Messungen durch akkreditiertes Drittlabor, Infralab SA, Servion ²⁾ nicht akkreditiertes Prüfverfahren (für den aktuellen Geltungsbereich der Akkreditierung siehe STS-Liste auf www.seco.admin.ch/sas). ³⁾ Chemische Analysen durch akkreditiertes Drittlabor (Bachema AG) ⁴⁾ VBBo= Verordnung über die Belastung des Bodens

2 Probenahme, Probenzuordnung und Prüfprogramm

Für die Prüfung der Asphaltbeläge wurden Kernbohrungen ($\varnothing = 150 \text{ mm}$) ausgeführt. Die Probenahmestellen wurden auf die Hauptachse der Seftigenstrasse (16 Bohrkerne; BK1 bis BK14 und BK27 bis BK28) sowie auf die Ab- und Zufahrten von den Seitenstrassen (12 Bohrkerne; BK15 bis BK26) verteilt.

Für die Sondagen von Foundationsschicht und Untergrund wurden zuerst Deflexionsmessungen mit dem FWD-Verfahren durchgeführt (Hauptachse, in beide Fahrtrichtungen). Anhand der Ergebnisse der FWD-Messungen wurden 7 Sondagestellen festgelegt (S1 bis S7). Die Beprobung der Foundationsschichten und des Untergrunds erfolgten anhand von Belagsfenstern bzw. Baggerschlitzten.

Die Arbeiten wurden in folgender chronologischer Reihenfolge wie folgt ausgeführt:

- Anschneiden und Ausbauen Asphaltbelag
- Aushub (Baggerschlitz) bis in den Untergrund
- Aufnahme Bodenprofil und Probenahme Foundationsschicht
- Wiederinstandsetzung

Die Zuordnung der einzelnen Materialproben zu den Sondagen und Bohrkernen sowie das jeweilige Prüfprogramm sind in den nachfolgenden Tabellen (Tab. 1 bis Tab 3) aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht Probenzuordnung und Prüfprogramm der Hauptachse

<i>Reihenfolge der Auflistung = Fahrtrichtung Bümpliz → Kehrsatz</i>				
Sondage / Bohrkern Nr.	Fahrspur	Labor-ID	Bezeichnung	durchgeführte Prüfungen
BK1	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-1	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK2	→ Bümpliz	A-24-1268-1-2	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S1	→ Bümpliz	M-24-0895	Fundationsschicht	KGV, USCS
BK3	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-3	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK4	→ Bümpliz	A-24-1268-1-4	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S2	→ Kehrsatz	M-24-0896	Fundationsschicht	KGV, USCS
		M-24-0897	Untergrund	KGV, AT, USCS
BK5	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-5	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S3	→ Bümpliz	M-24-0898	Fundationsschicht	KGV, USCS
BK6	→ Bümpliz	A-24-1268-1-6	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S4	→ Kehrsatz	M-24-0899	Fundationsschicht	KGV, USCS
		M-24-0900	Untergrund	KGV, AT, USCS
BK7	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-7	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S5	→ Bümpliz	M-24-0901	Fundationsschicht	KGV, USCS
		M-24-0902	Untergrund	KGV, AT, USCS
BK8	→ Bümpliz	A-24-1268-1-8	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK9	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-9	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK10	→ Bümpliz	A-24-1268-1-10	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK11	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-11	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK12	→ Bümpliz	A-24-1268-1-12	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S6	→ Bümpliz	M-24-0903	Fundationsschicht	KGV, USCS
		M-24-0904	Untergrund	KGV, AT, USCS
BK13	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-13	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
S7	→ Bümpliz	M-24-0905	Fundationsschicht	KGV, USCS, CBR
BK14	→ Bümpliz	A-24-1268-1-14	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK27	→ Bümpliz	A-24-1268-1-27	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK28	→ Kehrsatz	A-24-1268-1-28	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}

Prüfungen:

CBR = CBR-Versuche (Proctor, CBR₁, CBR₂, CBR_F)
 KGV = Korngrößenverteilung (kombinierte Sieb- und Schlämmanalyse)
 AT = Konsistenzgrenzen nach Atterberg
 PAK = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
 SD = Schichtdicken / -aufbau Asphaltbelag
 USCS = Bodenklassifizierung nach USCS

Tabelle 2: Übersicht Probenzuordnung und Prüfprogramm der Seitenstrassen

<i>Reihenfolge der Auflistung = Fahrtrichtung Bümpliz → Kehrsatz</i>				
Sondage / Bohrkern Nr.	Seiten- strasse	Labor-ID	Bezeichnung	durchgeführte Prü- fungen
BK15	Morillonstr.	A-24-1268-1-15	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK16	Morillonstr.	A-24-1268-1-16	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}
BK17	Monbijoustr.	A-24-1268-1-17	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}
BK18	Monbijoustr.	A-24-1268-1-18	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK19	Frischingweg	A-24-1268-1-19	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}
BK20	Frischingweg	A-24-1268-1-20	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK21	Wabernstr.	A-24-1268-1-21	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK22	Wabernstr.	A-24-1268-1-22	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}
BK23	Landoltstr.	A-24-1268-1-23	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}
BK24	Landoltstr.	A-24-1268-1-24	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK25	Sandrainstr.	A-24-1268-1-25	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual}
BK26	Sandrainstr.	A-24-1268-1-26	Asphaltbelag (Bohrkern)	SD, PAK _{qual} , PAK _{quant}

Prüfungen:PAK_{qual} = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, qualitative Analyse (PAK-Spray)PAK_{quant} = Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, quantitative chemische Analyse

SD = Schichtdicken / -aufbau Asphaltbelag

Tabelle 3: Übersicht Probenzuordnung und Prüfprogramm Trasse Tram

Spatenstich Nr.	Labor-ID	durchgeführte Prüfungen
1	M-24-0910	VBBo
2	M-24-0911	VBBo
3	M-24-0912	VBBo
4	M-24-0913	VBBo
5	M-24-0914	VBBo

Prüfungen:

VBBo = Schadstoffanalyse nach VBBo

3 Deflexionsmessungen

Die Deflexionsmessungen wurden auftragsgemäss mittels dem FWD-Verfahren (Falling Weight Deflection) durchgeführt. Die Ausführung erfolgte durch ein akkreditiertes Drittlabor (Infralab SA, Servion). Die Messpunkte wurden regelmässig über die gesamte Strecke der Hauptachse der Seftigenstrasse verteilt (insgesamt 83 Messungen verteilt auf beiden Fahrbahnen; Messabstand ca. 50 m; auf den beiden Fahrbahnen jeweils um ca. 25 m versetzt).

Die Ergebnisse sind auf der nachfolgenden Seite grafisch dargestellt (Abb. 1). Die einzelnen Messresultate sind zudem im Anhang tabellarisch aufgeführt.

Anhand der Messresultate wurde die Gesamtstrecke in 3 Abschnitte unterteilt. Die Abschnitte «West» (mit Ausnahme der 3 vergleichsweise niedrigen Messungen bei Pt. 80, 81 und 83) sowie «Mitte» (siehe Tabelle 4) können im Sinne der VSS 40 733b als «homogen» beurteilt werden¹. Die Messwerte im Abschnitt «Ost» variieren stärker und sind somit als eher «heterogen» zu beurteilen. Aus statistischen Gründen wurden in diesem Abschnitt deshalb die Messwerte auf den beiden Fahrspuren zusammengefasst

Die mittlere Deflexion der Strassenabschnitte «West» und «Mitte» liegt im Bereich von 208 – 282 $\frac{1}{1000}$ mm. Im Bereich «Ost» sind die Deflexionen zwar deutlich heterogener, jedoch im Mittel auch deutlich niedriger (138 $\frac{1}{1000}$ mm) Dabei gilt, je höher der Zahlenwert desto "geringer" die Tragfähigkeit des Oberbaus.

Mittels dieser qualitativen Auswertung wurden die Sondagestandorte für die nähere Untersuchung des Strassenoberbaus festgelegt.

Tabelle 4: Qualitative Auswertung der FWD-Messungen

Abschnitt (homogene Zone gem. VSS 40 733b, Ziff. 11)	Fahrtrichtung	Abschnittslänge*	Mittlere Deflexion (Last 50 kN; Temperatur 20°)
		[m]	[0.001 mm]
Abschnitt West	Kehrsatz	350	208
	Bümpliz	350	282
Abschnitt Mitte	Kehrsatz	475	213
	Bümpliz	475	235
Abschnitt Ost	(beide zusammen)	150	138

* Distanz Achse Süd – Nord; Nullpunkt bei Koordinate 2'599'721 / 1'198'224

¹ Definition homogener Zonen gem. Ziff. 11 der VSS 40 733b "Erhaltung von Fahrbahnen – Oberbauverstärkung in bituminöser Bauweise aufgrund von Deflexionsmessungen"; Messwerte korrigiert auf 50 kN Last und 20°C Temperatur

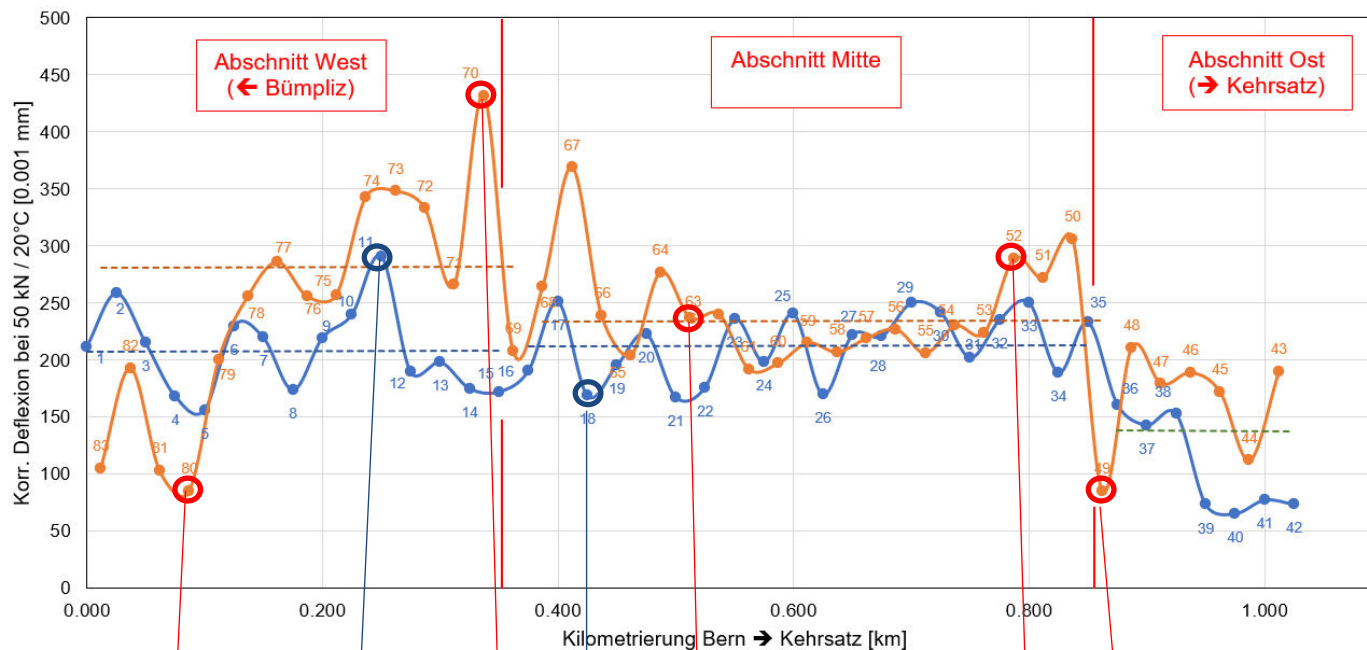
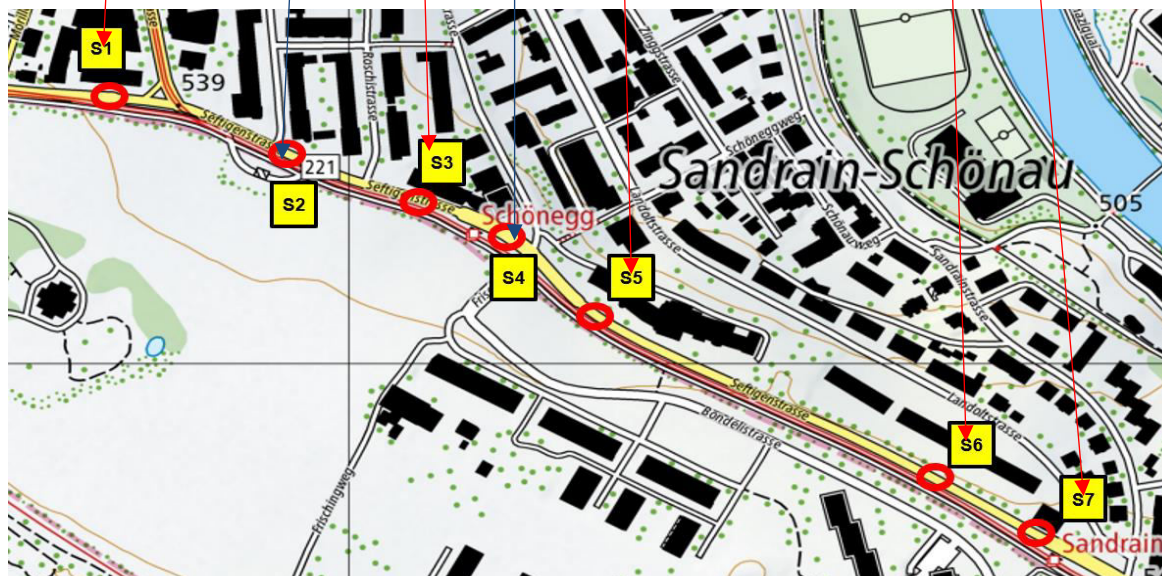


Abb. 1: Grafische Darstellung der Ergebnisse der Deflexionsmessungen vom 03.09.2024 (FWD-Methode). Die gestrichelten Linien kennzeichnen die mittlere Deflexionswerte der jeweiligen Zone (Abschnitte „West“, „Mitte“ und „Ost“). Ebenfalls eingezeichnet sind die Standorte der Sondagestellen (S1 bis S7).



4 Bohrkernuntersuchungen (Asphaltbeläge)

4.1 Asphaltbeläge – Schichtdicken und Schichtenaufbau

Die Schichtdicken und der Schichtenaufbau der untersuchten Bohrkern(e) sind auf den nächsten Seiten in Abb. 2 (Hauptachse) und Abb. 3 (Seitenstrassen) inkl. Resultate der qualitativen PAK-Analysen grafisch dargestellt.

4.2 Asphaltbeläge – PAK-Gehalte

4.2.1 Qualitativer Schnelltest

Die qualitative Voruntersuchung wurde mittels PAK-Marker (Spray) durchgeführt. Die Aussagekraft dieses Tests beschränkt sich im Wesentlichen darauf, ob die betreffende Schicht teer- resp. PAK-haltig ist oder nicht. In Bezug auf einen absoluten Wert sind keine Aussagen möglich.

Es wurden in keiner Probe Hinweise auf PAK-haltige Schichten gefunden.

4.2.2 Chemische Analyse

Die Beurteilung der Wiederverwendbarkeit der Asphaltbeläge erfolgt über den quantitativ analysierten PAK-Gehalt im Bindemittel. Die Schnelltest waren bei allen Ausbaustücken negativ. Auftragsgemäss wurden bei 6 Proben trotzdem eine chemische Analyse durchgeführt (Sammelprobe; gesamtes Schichtpaket des Asphaltbelags). Die Ergebnisse sind untenstehend zusammengefasst.

Tabelle 5: Zusammenfassung PAK-Analysen

Proben-Nr. (Sammelprobe)	Bohrkern(e)	Schicht / Bezeichnung	PAK-Gehalt im Ausbauasphalt [mg/kg TS] ¹⁾
A-24-1268-2	BK16	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200
A-24-1268-3	BK17	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200
A-24-1268-4	BK19	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200
A-24-1268-5	BK22	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200
A-24-1268-6	BK23	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200
A-24-1268-7	BK26	Gesamtprobe ohne Schichtentrennung	<200

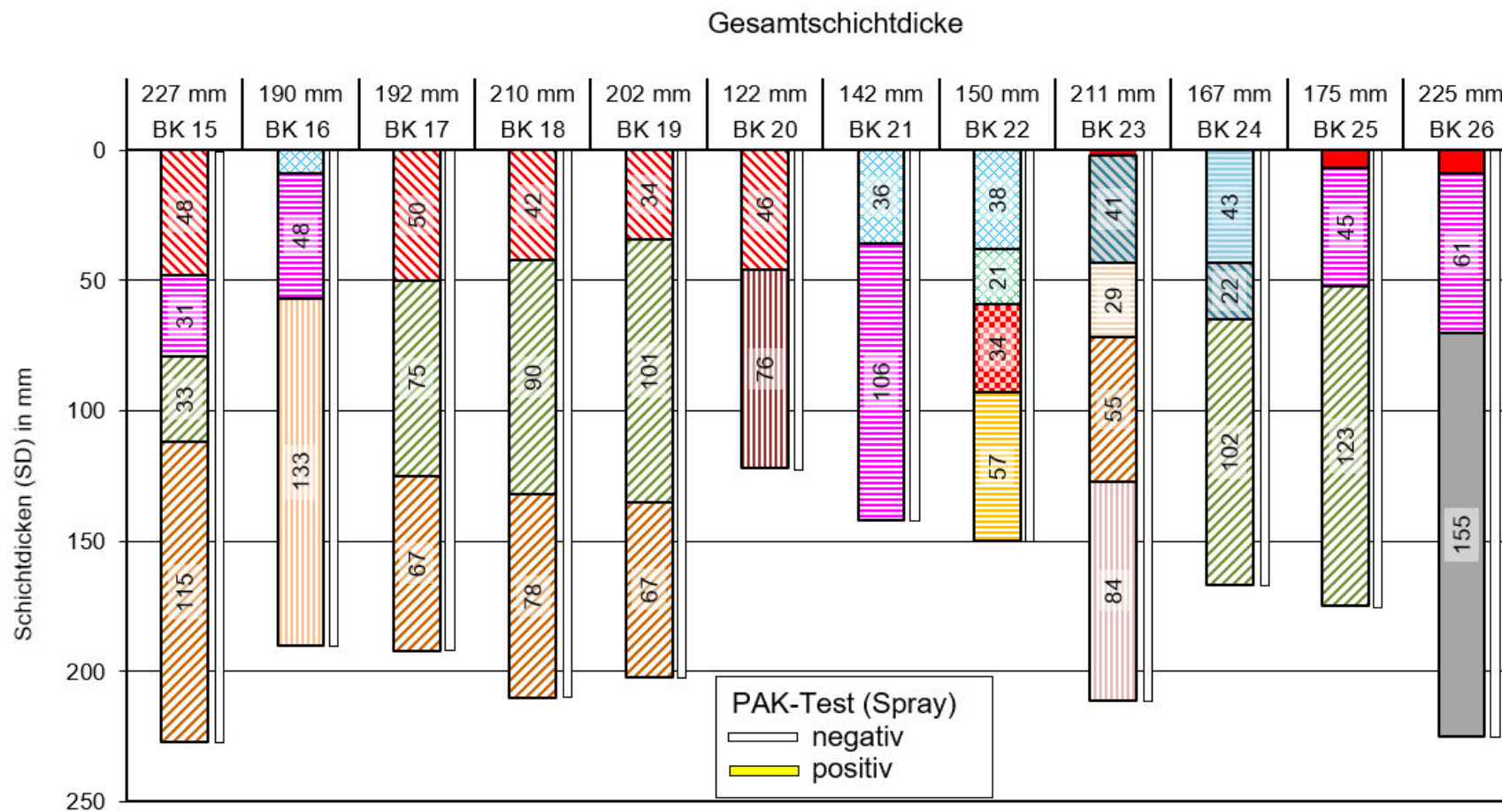


Abb. 3: Schichtdicken und Schichtenaufbau bitumenhaltiger Oberbau auf den **Seitenstrassen** inkl. Resultate der qualitativen PAK-Analysen.

Legende:

Belagsart

 Microbelag	 Walzasphalt Typ AC 6	 Walzasphalt Typ AC DS 8	 Walzasphalt Typ AC 11
 Walzasphalt Typ AC B / T 16	 Walzasphalt Typ T 22	 Walzasphalt Typ AC 4	 Beton

5 Sondagen Fundationsschicht

5.1 Schichtdicken und Schichtenaufbau

Der Gesamtschichtenaufbau des Strassenoberbaus wurde direkt in den Sondagen (Baggerschlitz) bestimmt. Die Ergebnisse sind in Abb. 4 graphisch zusammengefasst. Die Details zum Aufbau (Materialarten) sind in den Sondagenprofilen im Anhang aufgeführt.

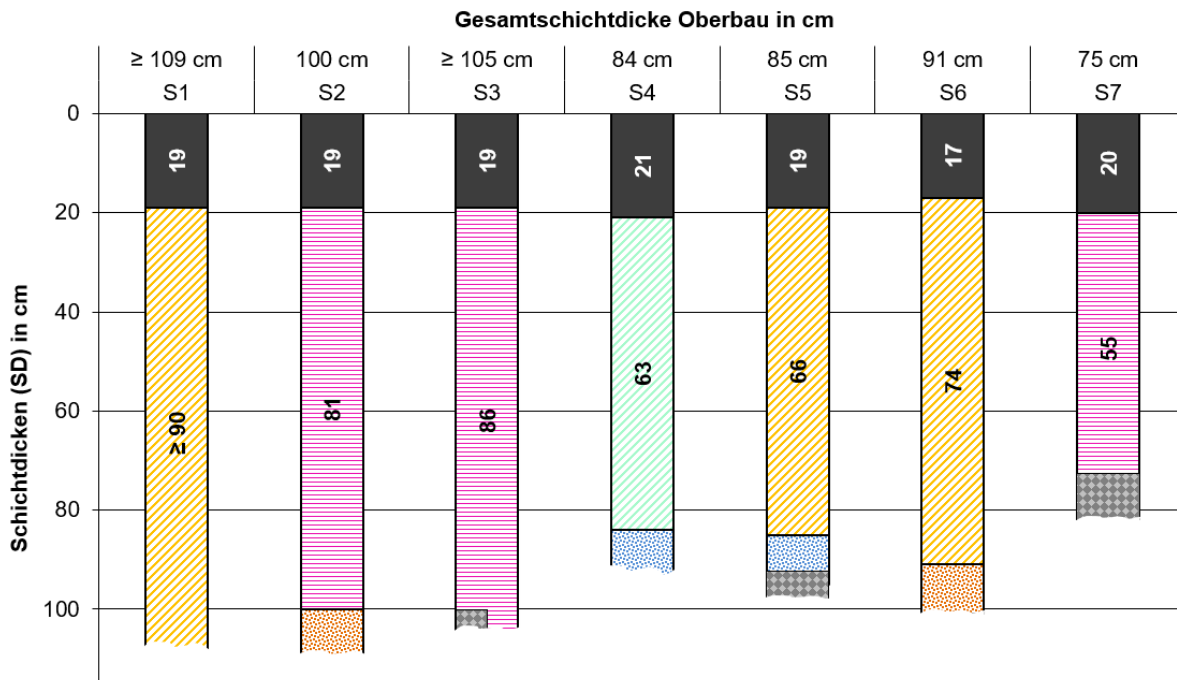


Abb. 4: Gesamtschichtenaufbau Oberbau und Unterbau / Untergrund

Legende:

- Asphaltschichten
- Fundationsschicht / sandiger Kies
- Fundationsschicht / Kies, sandig, siltig - tonig
- Fundationsschicht / stark sandiger Kies
- Untergrund / toniger Kies mit Sand
- Untergrund / toniger Sand mit Kies
- Betonelemente

5.2 Korngrößenverteilung Foundationsschicht

Die Resultate der Sieb- und Schlämmanalyse der Proben aus der Foundationsschicht, inkl. Einteilung in die entsprechenden Bodenbestandteile, sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Die Siebkurven sind im Prüfbericht im Anhang dargestellt.

Die Beurteilung (Sieblinienbereich) erfolgte gem. VSS 70 119 "Ungebundene Gemische – Technische Lieferanforderungen".

Tabelle 6: Korngrößenverteilung der Proben aus der Foundationsschicht (inkl. Einteilung Bodenbestandteile und Beurteilung gemäss geltender Normen)

		Korngrösse [mm]												D _{max}
		0.002	0.02	0.063	0.5	1.0	2.0	5.6	11.2	22.4	45	63	90	[mm]
		Kumulierter Massenanteil (Siebdurchgang) [Masse-%]												
Labor-Nr.	Sondage													
M-24-0895	S1	1.5*	3.7*	4.9	13.2	19.6	25.4	37.4	50.9	71.9	91.5	97.1	100	75
M-24-0896	S2	1.9*	4.5*	5.7	12.6	19.8	27.7	43.1	56.9	71.3	85.1	90.7	95.7	103
M-24-0898	S3	1.8*	4.2*	5.3	11.2	16.2	22.2	33.7	46.9	63.7	82.7	89.0	100	87
M-24-0899	S4	1.1*	3.0*	4.0	25.9	35.0	39.3	47.1	57.2	70.6	84.0	89.3	97.3	115
M-24-0901	S5	1.0*	2.9*	3.9	11.0	16.9	22.5	32.6	41.9	57.8	75.6	86.8	95.2	102
M-24-0903	S6	1.2*	3.1*	4.2	14.1	19.7	24.3	32.5	41.2	54.6	69.4	78.3	92.0	168
M-24-0905	S7	2.0*	5.1*	7.1	16.5	23.4	31.2	44.1	55.1	68.1	85.6	82.6	100	88
Bodenbestandteile:														
M-24-0895	S1													
Ton		1.5												
Silt			3.4											
Sand					20.5									
Kies								71.7						
Steine													2.9	
M-24-0896	S2													
Ton		1.9												
Silt			3.8											
Sand					22.2									
Kies								62.8						
Steine													9.3	
M-24-0898	S3													
Ton		1.8												
Silt			3.5											
Sand					16.9									
Kies								66.8						
Steine													11.0	
M-24-0899	S4													
Ton		1.1												
Silt			2.9											
Sand					35.3									
Kies								50.0						
Steine													21.7	
Zulässiger Bereich für Foundationsschichten im Ingenieur- und Strassenbau (gem. VSS 70 119)														
Kategorie	Max.			12	30	35	45	60	75	90	99 (100)	100	--	90
0/45	Min.			0	5	8	13	20	30	50	75	85	100	--

* interpolierte Werte aus Schlämmanalyse.

XX Wert ausserhalb Grenzbereich für ein ungebundenes Gemisch 0/45 gem. VSS 70 119-NA:2021

		Korngrösse [mm]												D _{max} [mm]
		0.002	0.02	0.063	0.5	1.0	2.0	5.6	11.2	22.4	45	63	90	
		Kumulierter Massenanteil (Siebdurchgang) [Masse-%]												
Bodenbestandteile:														
M-24-0901	S5													
Ton		1.0												
Silt			2.9											
Sand					18.6									
Kies								64.3						
Steine													13.2	
M-24-0903	S6													
Ton		1.2												
Silt			3.0											
Sand					20.1									
Kies								54.0						
Steine													21.7	
M-24-0905	S7													
Ton		2.0												
Silt			5.1											
Sand					24.1									
Kies								61.4						
Steine													7.4	
Zulässiger Bereich für Fundationsschichten im Ingenieur- und Strassenbau (gem. VSS 70 119)														
Kategorie 0/45	Max.			12	30	35	45	60	75	90	99 (100)	100	--	90
	Min.			0	5	8	13	20	30	50	75	85	100	--

XX Wert ausserhalb Grenzbereich für ein ungebundenes Gemisch 0/45 gem. VSS 70 119-NA:2021

5.2.1 Frostbeständigkeit (Tragfähigkeitsindices) der Fundamentsschicht

Die Frostempfindlichkeit von ungebundenen Gemischen wird vorab anhand der Feinanteile (Fraktion ≤ 0.063 mm) in der Gesamtprobe abgeschätzt und bei Überschreitung von gewissen Schwellenwerten mittels Tragfähigkeitsversuchen (CBR) im Labor abschliessend beurteilt. Natürliche Kiesgemische mit weniger als 5 Masse-% gelten gem. VSS 70 119 grundsätzlich als frostsicher, während im Bereich zwischen 5 und 12 Masse-% ein gesonderter Nachweis mittels CBR-Versuchen erforderlich ist. Liegt der Feinanteil über 12 Masse-%, ist das Material als ungebundenes Gemisch *a priori* ungeeignet.

Die entsprechenden Prüfungen wurden auftragsgemäss an Probe M-24-0905 (Sondage S7 mit 7.1 Masse-% Feinanteilen) ausgeführt. Hierbei handelt es sich um jene Proben, welche in Bezug auf die potentielle Frostempfindlichkeit als "am kritischsten" einzustufen war.

Die Prüfung erfolgte gem. Anforderungen an ungebundene Gemische nach SN EN 13285 anhand von CBR-Versuchen (Tragfähigkeitsversuche an im Labor hergestellten Prüfkörpern):

- CBR₁ = Tragfähigkeit unmittelbar nach Verdichtung
- CBR₂ = Tragfähigkeit nach 4 Tagen (92 h) Wasserlagerung
- CBR_F = Tragfähigkeit nach Frosthebungsversuch gem. VSS 70 321

Für die Bestimmung des optimalen Wassergehalts zur Herstellung der Prüfkörper wurde vorgängig ein Verdichtungsversuch Proctor durchgeführt.

5.2.2 Proctorversuch: Optimaler Wassergehalt w_{opt} und Trockendichte ρ_d

Der Prüfbericht zum Proctorversuch ist im Anhang aufgeführt.

Die Bestimmung des optimalen Wassergehalts und die Trockendichte erfolgte nach SN EN 13286-2 "Laborprüfverfahren zur Bestimmung der Trockendichte und des Wassergehalts – Proctorversuch" im Topf B ($\varnothing = 152 \text{ mm}$), Verdichtungsenergie 1.2 MJ/m^3 .

Anhand dieser Versuchsergebnisse und der Kornverteilung können die Werte auf die Gesamtprobe 0/D extrapoliert werden (orientierende Vergleichswerte). Die Versuchsergebnisse sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 7: Proctorversuch

Probe Nr.	Kornklasse 0/16 mm		Gesamtprobe 0/D, berechnet ¹⁾	
	Wassergehalt w_{opt} [Masse-%]	Trockendichte ρ_d [Mg/m ³]	Wassergehalt w'_{opt} [Masse-%]	Trockendichte ρ'_d [Mg/m ³]
M-24-0905	7.3	2.21	≈ 5.1	≈ 2.29

¹⁾ Für die Berechnung des Wassergehalts w'_{opt} und der Trockendichte ρ'_d des Gesamtgemischs wurde für die Rohdichte der Festsubstanz der Wert 2.68 Mg/m^3 angenommen.

5.2.3 CBR-Versuche

Atteste zu CBR-Versuchen im Anhang

Die Prüfkörper zur Bestimmung der CBR-Werte wurden bei optimalem Wassergehalt gem. Ergebnis des Proctorversuchs (siehe Tabelle 7) hergestellt. Die CBR-Werte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 8: Resultate CBR-Versuche

Sondage	Probe Nr.	CBR ₁ [%]	CBR ₂ [%]	CBR _F [%]	$\frac{\text{CBR}_2}{\text{CBR}_1}$ [-]	$\frac{\text{CBR}_F}{\text{CBR}_1}$ [-]
S7	M-24-0905	75	90	75	1.20	1.00

5.3 Eigenschaften des Untergrunds

5.3.1 Korngrößenverteilung Untergrund

Die Resultate der Siebanalysen der Proben aus dem Untergrund mit der Einteilung in die entsprechenden Bodenbestandteile sind untenstehend tabellarisch zusammengefasst. Die Siebkurven sind in den Prüfberichten im Anhang dargestellt.

Tabelle 9: Korngrößenverteilung Untergrund (prozentuale Massenanteile Siebdurchgänge)

		Korngrösse [mm]												D _{max} [mm]
		0.002	0.02	0.063	0.5	1.0	2.0	5.6	11.2	22.4	45	63	90	
		Kumulierter Massenanteil (Siebdurchgang) [Masse-%]												
Labor-Nr.	Sondage													
M-24-0897	S2	8.0*	24.2*	32.1	50.2	55.6	61.0	68.7	76.2	84.3	95.1	100	100	60
M-24-0900	S4	9.5*	23.8*	31.9	55.1	61.7	67.6	75.7	82.9	92.5	95.3	100	100	62
M-24-0902	S5	11.2*	25.7*	37.3	65.7	73.7	80.1	87.6	91.7	97.5	100	100	100	30
M-24-0904	S6	9.1*	20.6*	25.6	40.8	49.0	57.0	68.3	77.7	88.7	97.9	100	100	51
Bodenbestandteile:														
M-24-0897	S2													
Ton		8.0												
Silt			24.1											
Sand					28.9									
Kies								61.4						
Steine													0.0	
M-24-0900	S4													
Ton		9.5												
Silt			22.4											
Sand					35.7									
Kies								32.4						
Steine													0.0	
M-24-0902	S5													
Ton		11.2												
Silt			26.1											
Sand					42.8									
Kies								19.9						
Steine													0.0	
M-24-0904	S6													
Ton		90.1												
Silt			16.5											
Sand					31.4									
Kies								43						
Steine													0.0	

* interpolierte Werte aus Schlämmanalyse.

5.3.2 Konsistenzgrenzen / Plastizität des Feinanteils

Zwecks USCS-Klassifizierung wurden an den Proben aus dem Untergrund zusätzlich die Konsistenzgrenzen bzw. die Plastizität des Feinanteils ermittelt (Flie遡grenze w_L und Ausrollgrenze w_P nach Atterberg gem. SN EN ISO 17892-12).

Tabelle 10: Konsistenzgrenzen Feinanteil nach Atterberg

Sondage	Labor-Nr.	Flie遡grenze w_L [Masse-%]	Ausrollgrenze w_P [Masse-%]	Plastizitätsindex I_P [-]
S2	M-24-0897	41	18	23
S4	M-24-0900	36	17	19
S5	M-24-0902	26	14	12
S6	M-24-0904	33	15	18

Die Plastizität der untersuchten Proben wird gem. SN 670 004-2b-NA (Tabelle 5) eingestuft:

$I_P \leq 4$	"nicht plastisch"
$4 < I_P \leq 7$	"wenig plastisch"
$7 < I_P \leq 10$	"ziemlich plastisch"
$10 < I_P \leq 20$	"plastisch"
$I_P > 20$	"sehr plastisch"

6 Schadstoffanalysen, Bodenproben Gleistrassee Tram

Die 5 Oberbodenproben aus dem Gleisbereich der Tramlinie wurden auftragsgemäss auf Schwermetalle, Kohlenwasserstoff-Index (C_{10} - C_{40}) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) gem. Vorgabe VBBo untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind im entsprechenden Bericht der Bachema AG im Anhang aufgeföhrt.

Alle Parameter ergaben Konzentrationswerte, welche unterhalb der Grenzwerte für "unverschmutztes Aushub- und Ausbruchmaterial" gem. VVEA liegen (siehe Bericht Bachema AG im Anhang). Das untersuchte Material kann somit im Falle eines Aushubs uneingeschränkt wiederverwertet werden.

7 Zusammenfassung, Interpretation und Beurteilung

Für die vorliegende Zustandserfassung "Knoten Seftigenstrasse – Morillonstrasse – Sandrain (SEFT 3)" wurden 7 Sondagen auf der Hauptachse (S1 bis S7; Belagsfenster mit Baggerschlitten) und insgesamt 28 Belagsbohrkerne untersucht (16 Proben auf der Hauptachse und 12 Proben aus den Ein- und Ausfahrten der Seitenstrassen. Für die Festlegung der Sondagestandorte wurden vorgängig Tragfähigkeits- bzw. Deflexionsmessungen auf der Hauptachse durchgeführt (FWD-Verfahren).

Zudem wurden Schadstoffanalysen an 5 Proben aus dem Oberboden im Gleisbereich der Tramlinie ausgeführt.

An den Asphaltbohrkernen wurden die Schichtdicken und der Aufbau des bitumenhaltigen Oberbaus bestimmt sowie allfällige Belastungen mit PAK (polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen) untersucht.

In den Belagsfenstern erfolgte der Aushub bis in den Untergrund, das Bodenprofil (Schichtenaufbau) wurde aufgenommen und Proben für die Laboruntersuchungen entnommen.

Die in der Foundationsschicht und im Untergrund anstehenden Materialien wurden auftragsgemäss gem. USCS klassifiziert. An allen Proben aus der Foundationsschicht sowie an den Lockergesteinen aus dem Untergrund wurde eine Klassifizierung basierend auf Laboruntersuchungen durchgeführt (inkl. Bestimmung der Korngrössenverteilung und Bodenart).

An jener Probe aus der Foundationsschicht mit der "kritischsten" Zusammensetzung (Sondage S7; siehe Details nachfolgend) wurden anschliessend zusätzliche Versuche zur Beurteilung der Tragfähigkeit und Frostsicherheit durchgeführt.

Im Folgenden werden die Untersuchungsergebnisse kurz zusammengefasst und gemäss den einschlägigen Normen bewertet. Für die Dimensionierung des Oberbaus und die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse wird gem. Angaben des Projektverfassers von einer "sehr schweren" Beanspruchung durch Verkehr (**Verkehrslastklasse T5** gem. VSS 40 324 "Dimensionierung des Strassenaufbaus – Unterbau und Oberbau") ausgegangen.

7.1 Deflexionsmessungen

Die Deflexionsmessungen FWD wurden in erster Linie für die Festlegung der Sondagenstandorte ausgeführt. Anhand der Gliederung in homogene Zonen in Anlehnung an VSS 40 733b können folgende qualitative Befunde festgehalten werden (siehe auch Abb 1 und Tabelle 4):

- Im Abschnitt «West» ist die Tragfähigkeit der Fahrspur Kehrsatz → Bümpliz (mittlere Deflexion $282 \frac{1}{1000}$ mm) deutlich geringer als jene der Fahrspur Bümpliz → Kehrsatz. (mittlere Deflexion zwischen $208 \frac{1}{1000}$ mm)
- Im Abschnitt «Mitte» weisen die beiden Fahrspuren eine vergleichbare Tragfähigkeit auf (mittlere Deflexion zwischen 213 und $235 \frac{1}{1000}$ mm)
- Im Abschnitt «Ost» sind die Deflexionen signifikant kleiner und die Tragfähigkeit des Oberbaus deshalb etwas grösser als bei den Abschnitten «West» und «Mitte»

Für eine quantitative Bewertung von FWD-Messungen fehlen im gültigen Normenwerk zurzeit die Beurteilungsgrundlagen (als Referenzverfahren gelten zurzeit die Benkelman- und Lacroix-Methoden gem. VSS 40 733b).

Die FWD-Messungen können jedoch anhand der Erkenntnisse aus dem Forschungsbericht VSS 2011/503² (im Folgenden als Referenz [1] zitiert) zumindest approximativ mit Benkelman-Messungen verglichen und beurteilt werden. Hierbei wird die massgebende Deflexion aus den FWD-Messungen analog VSS 40 733b berechnet (mittlere Deflexion zuzüglich doppelte Standardabweichung) und mit einem für das FWD-Verfahren adaptierten saisonabhängigen Korrekturwert ([1], Fig. 2.13) angepasst. Die so ausgewerteten Daten können dann mittels einem Interpretationsschema gem. [1], Fig. 5.2 für alle 3 homogenen Zonen bewertet werden (siehe untenstehende Tabelle 11).

Tabelle 11: Berechnung der massgebenden Deflexion d_v gem. Literaturangaben in [1]

Fahrbahn		→ Kehrsatz			→ Bümpliz		
Homogene Zone*		«West»	«Mitte»	«Ost»	«West»	«Mitte»	«Ost»
Mittlere Deflexion d_m	[¹ / ₁₀₀₀ mm]	208	213	138	282	235	138
Standardabweichung s	[¹ / ₁₀₀₀ mm]	37	29	52	71	56	52
Variationskoeffizient***		0.18	0.14	0.37	0.25	0.24	0.37
Korrekturwert C**		1.17					
Massgebende Deflexion d_v [C × (d_m + 2×s)]	[¹/₁₀₀₀ mm]	330	318	283	496	405	283

* Siehe Messresultate in Tabelle 4 (im Abschnitt «Ost» wurden die beiden Fahrspur gemeinsam betrachtet)

** Gemäss [1], Fig. 2.13 (→ September)

*** Soll gem. VSS 40 733b, Ziff. 11 für homogene Zonen weniger als 0.35 betragen

Die zulässige Deflexion liegt für die Verkehrslastklasse T5 (Dimensionierungshorizont 20 Jahre) gem. Abb. 5.2 in [1] im Bereich von rund ~300 ... ~450 ¹/₁₀₀₀ mm. Die untersuchten Streckenabschnitte können hinsichtlich der Gesamttragfähigkeit im momentanen Zustand für die Verkehrslastklasse T5 – je nach tatsächlicher äquivalenten Verkehrslast – also wie folgt beurteilt werden:

- Fahrbahn Richtung Kehrsatz (massgebende Deflexion 283 – 330 ¹/₁₀₀₀ mm) wahrscheinlich ausreichend
- Fahrbahn Richtung Bümpliz, Abschnitt «Ost» (massgebende Deflexion 283 ¹/₁₀₀₀ mm) wahrscheinlich ebenfalls ausreichend
- Fahrbahn Richtung Bümpliz, Abschnitte «West» und «Mitte» (massgebende Deflexion 405 – 496 ¹/₁₀₀₀ mm) wahrscheinlich höchstens knapp ausreichend

² Bericht Nr. 1618 zum VSS-Forschungsprojekt VSS 2011/503 "Corrélation entre déflexions FWD et Benkelman", Robert Braber und Anthony Gautier, Oktober 2017 (Download via <http://www.mobilityplatform.ch>)

7.2 Aufbau bitumenhaltige Schichten

7.2.1 Hauptachsenbereich

Der bitumenhaltige Oberbau weist im Hauptachsenbereich unterschiedliche Gesamtschichtdicken und einen sehr heterogenen Schichtenaufbau auf (siehe Abb. 2). Über die gesamte untersuchte Strecke betrachtet, können 3 Gruppen unterschieden werden:

- **Abschnitt Morillonstrasse bis Kreuzung Monbijoustrasse** (Bohrkerne **BK1 bis BK3**): Asphaltbelag bestehend aus einem Deckbelag AC 11. Darunter folgt eine Binderschicht (AC B 16) und eine Tragschicht (AC T 22); Die Gesamtschichtdicke beträgt 176 – 210 mm (Mittelwert 203 mm) auf.
- **Abschnitt Monbijoustrasse bis Kreuzung Landoltstrasse** (Bohrkerne **BK4 bis BK13**): Mit Ausnahme von Bohrkern BK12 ist an der Oberfläche überall ein Microbelag vorhanden. Darunter folgt eine heterogene Abfolge aus älteren Deckbelägen (AC8 oder AC11) sowie verschiedene Binder- und Tragschichten. Bohrkern BK13 ist mit einer sehr geringen Schichtdicke von nur gerade 110 mm auffällig. Ansonsten liegt die Gesamtschichtdicke in einem recht einheitlichen Bereich von 173 – 217 mm (Mittelwert 198 mm).
- **Abschnitt Kreuzung Landoltstrasse bis Ende Projekt → Wabern** (Bohrkerne **BK14 und BK27 bis BK28**). Bohrkern BK14 scheint einen Übergangsbereich darzustellen. Anschließend nimmt die Gesamtschichtdicke deutlich zu und beträgt bei den Bohrkernen BK27 und BK28 zwischen 390 bis 447 mm.

7.2.2 Seitenstrassen

Im Bereich der Ein- und Ausfahrten aus den untersuchten Seitenstrassen sind sehr unterschiedliche Belagsaufbauten vorhanden. Die Gesamtschichtdicken liegen im Bereich von 122 – 227 mm (Mittelwert 184 mm). Die Einzelheiten sind in der grafischen Darstellung in Abb. 3 enthalten.

7.3 PAK-Gehalte

Alle Bohrkerns wurden im Labor mit dem PAK-Marker (Spray) auf das Vorhandensein von PAK- bzw. teerhaltigem Material untersucht. Dieser Schnelltest zeigte keine Hinweise für PAK-belastete Schichten.

Auftragsgemäss wurden an 6 Proben (Sammelprobe über die gesamte Belagsdicke) zusätzlich chemisch analysiert. Bei allen Proben resultierten PAK-Gehalte von weniger als 200 mg/kg Ausbausephalt (siehe Tabelle 5).

Für die Wiederverwendung bzw. Entsorgung von PAK-haltigem Ausbausephalt gelten die Grenzwerte gem. der "Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen" (VVEA; siehe nachfolgende Tabelle 12).

Tabelle 12: Anforderungen an PAK-haltige Ausbausephalte

PAK-Gehalt [mg PAK/kg Ausbausephalt]	Verwendung	Bemerkung
< 250	uneingeschränkt	---
250 – 1'000	geeignete Belagsaufbereitungsanlage oder Kaltrecycling	resultierendes Mischgut (Recyclingmischgut) mit < 250 mg/kg PAK (VVEA, Art. 52) ²⁾
> 1'000	keine oder gem. Vorgaben der kantonalen Behörden ¹⁾	Wiederverwendung gem. kantonomer Vorgaben ¹⁾ , Entsorgung in Deponie Typ E oder thermische Verwertung (VVEA, Art. 52) ²⁾

¹⁾ Darf im Rahmen von Bauarbeiten verwertet werden, wenn der Ausbausephalt mit Zustimmung der kantonalen Behörde so verwendet wird, dass keine Emissionen von PAK entstehen (VVEA, Art. 52, Buchstabe b).

²⁾ Die Verwendungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten von Ausbausephalt mit > 250 mg PAK/kg entsprechen den Übergangsbestimmungen bis zum 31.12.2025 gem. VVEA, Art. 52. Nach Ablauf dieser Frist darf Ausbausephalt mit > 250 mg PAK/kg nicht mehr verwertet (VVEA, Art. 20). Eine Ablagerung in einer Deponie Typ E ist noch bis zum 31.12.2027 möglich (VVEA Art. 52).

Aufgrund der durchgeführten Analysen (Stichproben) können die Asphaltbeläge im untersuchten Perimeter im Sanierungsfall somit wahrscheinlich alle uneingeschränkt wiederverwendet werden.

7.4 Gesamtaufbau Oberbau

Der Gesamtschichtenaufbau des Strassenoberbaus wurde direkt in den Baggerschlitzten bestimmt und ist in Abb. 4 und in den Sondagenprofilen im Anhang dargestellt.

Die 7 Sondagen können gemäss ihrem Aufbau (Schichtdicken, petrographische Materialzusammensetzung der Foundationsschicht) in drei Typen aufgeteilt werden:

- **Sondage S1, S5 und S6:** Unter dem Asphaltbelag befindet sich eine 66 bis ≥ 90 cm starke Foundationsschicht aus sandigem Rundkiesgemisch. Während bei Sondage S1 der Untergrund nicht erreicht wurde, befindet sich bei Sondage S5 unter der Foundationsschicht ein toniger Sand mit Kies und bei Sondage S6 ein toniger Kies mit Sand. Bei Sondage S5 sind im Untergrund Werksleitungen vorhanden.
- **Sondagen S2, S3 und S7:** Unter dem Asphaltbelag ist eine 55 bis 86 cm starke Foundationsschicht aus siltig-tonigem Rundkies vorhanden. Bei Sondage S2 liegt die Schichtgrenze zum Untergrund (toniger Kies mit Sand) bei einer Tiefe von -100 cm ab OK Strasse. Bei den Sondagen S3 und S7 sind in einer Tiefe von 100 cm respektive 75 cm wiederum Werksleitungen vorhanden.
- **Sondage S4:** Unter dem Asphaltbelag ist eine 63 cm starke Foundationsschicht aus stark sandigem Rundkies vorhanden. Der darunter anstehende Untergrund (Kote Planum bei ca. 84 cm ab OK Strasse) besteht aus einem tonigen Sand mit Kies.

7.5 Korngrössenverteilung Foundationsschicht

Die Beurteilung der Korngrössenverteilung erfolgt gem. der aktuell geltenden SN EN 13285 bzw. VSS 70 119. Vorliegend wurden folgende Kriterien berücksichtigt:

- Der zulässige Maximalwert der Feinanteile (Siebdurchgang bei 0.063 mm) beträgt 12 Masse-%.
- Der nominelle Korndurchmesser D eines Gemischs 0/ D ist definitionsgemäss derjenige, wo der Siebdurchgang 75 – 99 Masse-% (resp. 100 Masse-%) beträgt und das Überkorn nicht grösser als $2 D$ ist. Dabei ist zu beachten, dass das Gemisch 0/ D den Kategorien 0/16 mm, 0/22 mm oder 0/45 mm zu entsprechen hat.
- Grenzbereiche für den Verlauf der Siebkurve gem. VSS 70 119-NA, Abb. 3 (ungebundene Gemische Kategorie 0/45).

Der Feinanteil liegt mit 3.9 – 7.1 Masse-% unterhalb des Grenzwerts von 12 Masse-%. Die Siebkurve verläuft bei 3 von 7 Proben (S1, S3 und S7) innerhalb des Grenzbereichs für ein ungebundenes Gemisch 0/45 (siehe Tabelle 6). Bei Sondage S2, S4, S5 verläuft die Siebkurve bis und mit Siebdurchgang 63 mm innerhalb des Grenzbereichs für ein ungebundenes Gemisch 0/45 (siehe Tabelle 6), ab Siebdurchgang 90 mm (SOLL = 100 Masse-%) und beim Grösstkorn (max. 90 mm) liegen diese Proben ausserhalb der Anforderungen. Bei Sondage S6 liegt die Probe ab Siebdurchgang 45 mm ausserhalb der Anforderungen.

Die Proben aus den Sondagen S2 sowie S4 bis S6 sind somit im Sinne eines ungebundenen Gemischs als «zu grobkörnig» bzw. «zu steinig» einzustufen. Dies wirkt sich insbesondere erschwerend auf die Verarbeitbarkeit während des Einbaus einer Foundationsschicht aus. Negative qualitative Materialeigenschaften bei einer bestehenden Strasse sind diesbezüglich indes nicht zu erwarten.

7.6 USCS-Klassifizierung (Foundationsschicht und Untergrund)

Die Klassifizierung nach USCS erfolgte gem. SN 670 004-2b-NA "Geotechnische Erkundung und Untersuchung; Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden – Teil 2: Grundlagen von Bodenklassifizierung", basierend auf der Korngrössenverteilung und dem Verlauf der Körnungslinie (Siebkurve). Die Plastizität des Feinanteils (Konsistenzgrenzen nach Atterberg) wurde nur bei den Proben aus dem Untergrund bestimmt.

Die Ergebnisse sind in der nachfolgende Tabelle 13 aufgeführt.

Tabelle 13: USCS-Klassifizierung der Proben aus der Foundationsschicht

Sondage	Probe	Gruppenname	Symbol
S1	M-24-0895	<i>Gut abgestufter, sandiger Kies</i>	GW
S2	M-24-0896	<i>Gut abgestufter Kies mit Silt und Sand / Gut abgestufter Kies mit siltigem Ton und Sand</i>	GW-GM / GW-GC
S3	M-24-0898	<i>Gut abgestufter Kies mit Silt und Sand / Gut abgestufter Kies mit siltigem Ton und Sand</i>	GW-GM / GW-GC
S4	M-24-0899	<i>Schlecht abgestufter, sandiger Kies</i>	GP
S5	M-24-0901	<i>Gut abgestufter, sandiger Kies</i>	GW
S6	M-24-0903	<i>Gut abgestufter, sandiger Kies</i>	GW
S7	M-24-0905	<i>Gut abgestufter Kies mit Silt und Sand / Gut abgestufter Kies mit siltigem Ton und Sand</i>	GW-GM / GW-GC

* Die für eine abschliessende Beurteilung notwendige Plastizität des Feinanteils wurde nicht bestimmt

Tabelle 14: USCS-Klassifizierung der Proben aus dem Untergrund

Sondage	Probe	Gruppenname	Symbol
S2	M-24-0897	<i>Toniger Kies mit Sand</i>	GC
S4	M-24-0900	<i>Toniger Sand mit Kies</i>	SC
S5	M-24-0902	<i>Toniger Sand mit Kies</i>	SC
S6	M-24-0904	<i>Toniger Kies mit Sand</i>	GC

7.7 Orientierende Beurteilung der Frostbeständigkeit

Die untersuchten Proben können anhand der Korngrössenverteilung und der USCS-Klassifizierung (Mittelsiltanteil ≤ 0.02 mm, Feinanteil ≤ 0.063 mm und Verlauf der Körnungslinie) orientierend gem. VSS 70 140 in Frostempfindlichkeitsklassen eingeteilt werden (siehe untenstehende Tabelle 15).

Jene Kiesgemische aus den Foundationsschichten, bei denen der Feinanteil unterhalb von 5 Masse-% liegt, können gem. geltender Norm VSS 70 119 *a priori* als "frostsicher" beurteilt werden (es gilt der ganzzahlig gerundete Wert). Dies betrifft die Proben aus den Sondagen S1 und S3 bis S6.

Die Proben aus der Foundationsschicht bei den Sondagen S2 und S7 liegen punkto Feinanteile über dem Schwellenwert von 5 Masse-%. Dort hat der definitive Nachweis der Frostbeständigkeit gem. geltender SN EN 13285 mittels CBR-Versuchen zu erfolgen (siehe nachfolgendes Kap.7.8).

Tabelle 15: Orientierende Beurteilung der Frostempfindlichkeit – Fundationsschicht

Son- dage	Probe	USCS	Anteil ≤ 0.02 mm [Masse-%]	Anteil ≤ 0.063 mm [Masse-%]	C _{ud} ¹⁾ [-]	Frostempfindlich- keitsklasse ²⁾ [-]
S1	M-24-0895	GW	3.7	4.9	48	G1 (ggf. G2)
S2	M-24-0896	GW-GM / GW-GC	4.5	5.7	40	G2
S3	M-24-0898	GW-GM / GW-GC	4.2	5.3	50	G2
S4	M-24-0899	GP	3.0	4.0	62	G1
S5	M-24-0901	GW	2.9	3.9	58	G1
S6	M-24-0903	GW	3.1	4.2	95	G1 (ggf. G2)
S7	M-24-0905	GW-GM / GW-GC	5.1	7.1	89	G2-G3

Tabelle 16: Orientierende Beurteilung der Frostempfindlichkeit – Untergrund

Son- dage	Probe	USCS	Anteil ≤ 0.02 mm [Masse-%]	Anteil ≤ 0.063 mm [Masse-%]	C _{ud} ¹⁾ [-]	Frostempfindlich- keitsklasse ²⁾ [-]
S2	M-24-0897	GC	24.2	32.1	627	G3 – G4
S4	M-24-0900	SC	23.8	31.9	381	G3
S5	M-24-0902	SC	25.7	37.3	--	G3
S6	M-24-0904	GC	20.6	25.6	1142	G3 – G4

1) C_{ud} = d₆₀/d₁₀, wobei d₆₀ und d₁₀ die Korngrößen in [mm] sind, bei denen der Siebdurchgang 60 resp. 10 Masse-% beträgt

2) Klassen gem. VSS 70 140, Tabelle 1:

G1 = vernachlässigbar

G2 = leicht

G3 = mittel

G4 = stark

7.8 Tragfähigkeits- und Frostsicherheitsnachweis Foundationsschicht

Die Frostempfindlichkeit von ungebundenen Gemischen wird gem. VSS 70 119 vorab anhand des Feinanteils eingestuft. Natürliche Kiesgemische mit bis zu 5 Masse-% gelten gem. VSS 70 119 grundsätzlich als frostsicher, während im Bereich zwischen 6 und 12 Masse-% ein gesonderter Nachweis mittels CBR-Versuchen erforderlich ist (es gelten die ganzzahlig gerundeten Werte). Liegt der Feinanteil über 12 Masse-%, ist das Material als ungebundenes Gemisch *a priori* ungeeignet.

Weiterführende Untersuchungen zur Tragfähigkeit und zur Frostbeständigkeit wurden auf diejenigen Materialien beschränkt, welche gem. Klassifizierung als am "kritischsten" einzustufen sind (erhöhter Feinanteil ≤ 0.063 mm und Frostempfindlichkeitsklasse G2 bis G3; siehe Tabelle 15). Hierfür wurde die Probe aus Sondage S7 ausgewählt.

Zuerst wurde der optimale Wassergehalt (7.3 Masse- %) und die entsprechende maximale Trockendichte (2.21 Mg/m_3) mittels Proctorversuch an der Kornklasse 0/16 mm ermittelt (siehe Tab. 7).

Mittels CBR-Versuchen wurde anschliessend die Tragfähigkeit an im Labor bei optimalem Wassergehalt verdichteten Prüfkörpern untersucht (siehe Tab. 8). Der Tragfähigkeitsindex unmittelbar nach der Verdichtung (CBR_1) beträgt 75 %.

Nach einer 4-tägigen Wasserlagerung (CBR_2) konsolidierte die Probe während der Wasserlagerung, was zu einer Erhöhung des Tragfähigkeitsindex führte ($\text{CBR}_2 = 90\%$).

Nach dem Frosthebungsversuch gemäss SN 670 321 resultierte ein CBR_F von 75%, was dem gleichen Wert entspricht wie beim CBR_1 .

Die Verhältnisse der CBR-Werte (siehe Tabelle 8) betragen somit 1.20 ($\text{CBR}_2/\text{CBR}_1$) sowie 1.00 ($\text{CBR}_F/\text{CBR}_1$).

Bei einem ungebundenen Gemisch nach VSS 70 119 müssen beide Verhältniszahlen > 0.5 betragen (entspricht einem Tragfähigkeitsverlust aufgrund von Wassersättigung und Frosteinwirkung von $< 50\%$). Die geprüfte Probe kann somit grundsätzlich als wasserunempfindlich und frostsicher beurteilt werden.

Da die Prüfung an jener Probe durchgeführt wurde, welche hinsichtlich Frost am "kritischsten" eingestuft wurden, können die übrigen Proben aus der Foundationsschicht sinngemäss ebenfalls als frostsicher beurteilt werden.

Bezüglich der Tragfähigkeit sind die CBR-Werte im Bereich von 75 % oder höher erfahrungsgemäss als ausreichend hoch zu beurteilen.

7.9 Schadstoffanalyse an Bodenproben aus dem Gleisbereich Tramlinie

An 5 Oberbodenproben aus dem Gleisbereich der Tramlinie wurden Schadstoffanalysen durchgeführt. Die Details zu den Ergebnissen sind im Bericht der Bachema AG (siehe Prüfbericht im Anhang) aufgeführt. Die Proben wurden auf Belastungen mit Schwermetallen, aliphatischen Kohlenwasserstoffen (KW-Index C10-C40) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) gemäss der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) untersucht.

Bei 4 von 5 Proben liegen sämtliche Analysenergebnisse unterhalb der «Richtwerte» gemäss VBBo. Einzig die Probe Nr. 4 (M-24-0913) weist mit 1.5 mg/kg TS einen leicht erhöhten PAK-gehalt auf. Die Konzentration liegt im Bereich der «Prüfwerte» gem. VBBo (für PAK: 1...10 mg/kg TS).

Die abschliessende Beurteilung hinsichtlich der Verwertung von ausgehobenem Boden im Sanierungsfall hat durch die zuständigen kantonalen Behörden zu erfolgen.

8 Dimensionierung

Die nachfolgenden Überlegungen dienen zur Beurteilung des Gesamtaufbaus des bestehenden Oberbaus auf der Hauptachse der Seftigenstrasse und basieren auf den Prinzipien der VSS 40 733b (Deflexionsmessungen) und der VSS 40 324 zur Dimensionierung von Strassen in Bezug auf Tragfähigkeit und Frost.

8.1 Tragfähigkeit

Für die Beurteilung der Gesamttragfähigkeit des Oberbaus können einerseits die Ergebnisse der FWD-Messungen verwendet werden. Anhand der statistischen Bewertung der Resultate konnte aufgezeigt werden, dass die Tragfähigkeit auf der Fahrspur Richtung Kehrsatz für eine Strasse der Verkehrslastklasse T5 wahrscheinlich ausreichend ist. Dasselbe gilt für die Fahrspur in Richtung Bümpliz im Strassenabschnitt „Ost“.

In den Abschnitten „Mitte“ und „West“ ist die Tragfähigkeit in den Fahrspuren Richtung Bümpliz wahrscheinlich höchsten knapp ausreichend oder zu gering.

Für die Tragfähigkeitsdimensionierung der erforderlichen Gesamtschichtdicke bzw. des Gesamtaufbaus des Oberbaus, muss zuerst die Tragfähigkeit des Untergrunds abgeschätzt werden können (siehe VSS 40 324 "Dimensionierung des Strassenaufbaus – Unterbau und Oberbau"). Da im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen keine *in situ*-Tragfähigkeitsmessungen (z.B. Plattendruckversuche) vorgesehen waren, kann die Tragfähigkeitsklasse des Untergrunds nur abgeschätzt werden. Bezugnehmend auf die Zusammensetzung der anstehenden Lockergesteine (tonige Sande und Kiese; siehe USCS-Klassifizierung in Tabelle 14) ergibt sich wahrscheinlich eine Tragfähigkeitsklasse im Bereich von S_2 bis max. S_3 (siehe VSS 40 324, Tabelle 2). Dies entspricht einem geschätzten mittleren Verformungsmodul M_{E1} von 15...30 resp. 30...60 MN/m² auf Kote Planum.

Unter diesen Voraussetzungen wäre der Oberbau in Bezug auf die Tragfähigkeit wie folgt zu dimensionieren (Oberbautyp 1, Asphaltsschichten auf ungebundenem Gemisch; siehe VSS 40 324, Abb. 5)

Tabelle 17: Dimensionierung des Oberbaus in Abhängigkeit der Tragfähigkeit des Untergrunds/Unterbaus (Klassen S_2 oder S_3)

Tragfähigkeitsklasse Untergrund / Unterbau	S_2	S_3
Verkehrslastklasse	T5	T5
Schichtdicke Asphaltbeläge [mm]	220	220
Schichtdicke ungebundene Fundationsschicht [mm]	400	200
Gesamtschichtdicke Oberbau [mm]	620	420

Bei einer bestehenden Gesamtschichtdicke von 75 cm oder mehr (siehe Abb. 4) kann der vorhandene Oberbau punkto Tragfähigkeit somit als "ausreichend" beurteilt werden.

Die Gesamtschichtdicke des Asphaltbelags liegt im Bereich Morillonstrasse bis Kreuzung Monbijoustrasse im Mittel 203 mm (Bohrkerne BK1 bis BK3) und auf der Hauptstrecke (BK4 bis BK13) im Mittel 198 mm (siehe Kap. 7.2.1). Diese Werte liegen knapp unterhalb der Anforderungen an die Verkehrslastklasse T5 (mind. 220 mm; siehe Tabelle 17). Am östlichen Ende des untersuchten Strassenabschnitts (Bohrkernen BK27 und BK28) sind die Schichtdicken des Asphaltbelags ausreichend.

8.2 Frost

Ob der bestehende Oberbau frostsicher ist, hängt in erster Linie davon ab, ob in der Fundamentalschicht ausreichend frostunempfindliche Kiesgemische verbaut wurden. Die Laboruntersuchungen an der als «am kritischsten» eingestuften Probe (Sondage S7; siehe Kap. 7.8) zeigten, dass die anstehenden Fundamentalsmaterialien die entsprechenden Kriterien erfüllen und somit als "frostsicher" eingestuft werden können.

Somit hängt die Notwendigkeit einer Dimensionierung auf Frost schliesslich von der zu erwartenden Frosttiefe und der Frostempfindlichkeit des anstehenden Untergrunds ab. Aus Erfahrungen der Praxis und der geografischen Lage liegt die kritische Frosttiefe beim untersuchten Objekt etwa bei 60...70 cm ab OK Strasse. Der Übergang zum potenziell frostempfindlichen Untergrund liegt bei allen untersuchten Standorten bei -75 cm ab OK Strasse oder tiefer. Die Situation hinsichtlich Frost dürfte somit unkritisch sein

BSL Baustofflabor AG



Leonora Lehmann
Geologin / Baustofftechnologin



Dr. Benjamin Kaeser
Geologe / Projektleiter

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Untersuchungsergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich auf die oben erwähnten Proben. Ohne schriftliche Genehmigung der BSL Baustofflabor AG darf dieser Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden. Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen (www.baustofflabor.ch). Der Geltungsbereich der Akkreditierung ist in der aktuellen STS-Liste ersichtlich (www.sas.admin.ch).

9 Anhang

Planausschnitte mit Bohrkern - und Sondagestandorten
(4 Seiten)

Resultate FWD-Messungen (Rohdaten)
(1 Seite)

Prüfbericht PAK-Analysen

Schadstoffanalysen Gleistrasse

Bachema AG, Prüfbericht Nr. 202412272 vom 30.09.2024

Sondagenprofile

S1
S2
S3
S4
S5
S6
S7

Prüfberichte Korngrößenverteilung

M-24-0895 bis M-24-0905

Prüfberichte Atterberg

M-24-0897
M-24-0900
M-24-0902
M-24-0904

Prüfbericht Proctor-Versuch

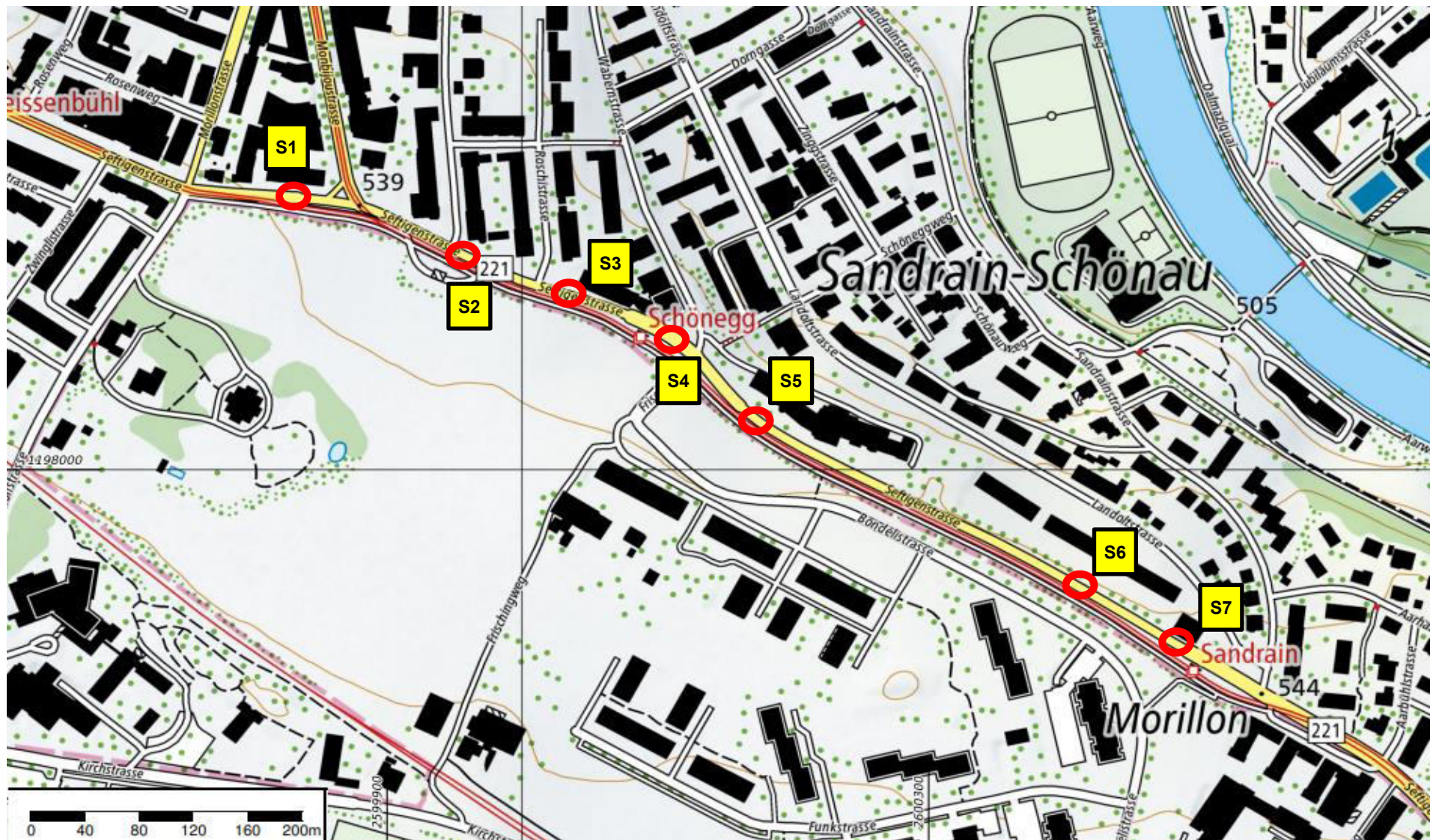
M-24-0905

Prüfbericht CBR_{1,2,f}- Versuch

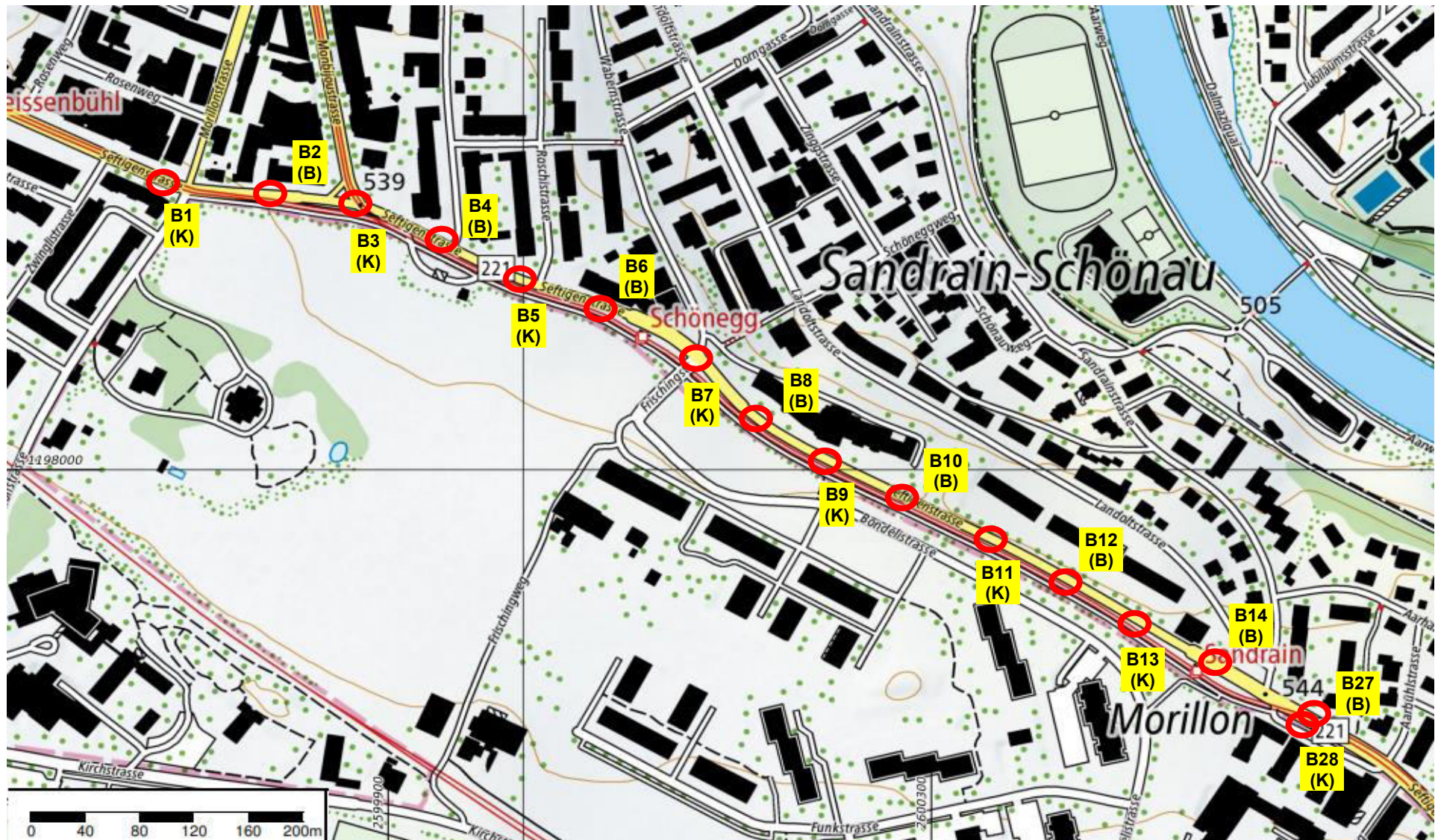
M-24-0905

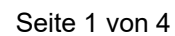
Allgemeine Geschäftsbedingungen

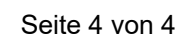
Planskizze Sondagen



Planskizze Bohrkerne (B1-B14 + B27-B28)







Anhang zu 24-01185: Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse / Rohdaten und Auswertung FWD-Messungen

Abschnitt	Punkt Nr.	Fahrtrichtung	Kilometrierung (Bümpflz → Kehrsatz)	Koord. (CH1903+ (LV95)		Spannung [kPa]	Last [kN]	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15	Temperatur		Massgebende Deflexion D1 bis 50 kN und 20°C [1/1000 mm]
				Nord [CH1903+]	Ost [CH1903+]																		Oberfl. [°C]	Luft [°C]	
				[m]	[m]																				
Abschnitt West, Fahrtrichtung Bümpflz → Kehrsatz	1	Kehrsatz (+)	0.000	1198224	2599721	1008	71	309	261	242	234	221	211	183	167	140	118	99	84	64	49	46	23.9	21.9	211
	2	Kehrsatz (+)	0.025	1198217	2599744	992	70	377	368	270	363	243	217	187	165	135	112	95	80	58	44	36	25.6	22.0	258
	3	Kehrsatz (+)	0.050	1198213	2599768	967	68	305	274	256	262	250	247	236	227	214	206	197	187	168	153	171	25.2	22.5	215
	4	Kehrsatz (+)	0.075	1198211	2599793	983	69	245	214	210	200	201	187	175	167	157	150	144	138	125	113	111	26.4	22.7	168
	5	Kehrsatz (+)	0.100	1198210	2599818	941	67	218	182	183	168	177	159	146	139	124	112	99	86	65	49	35	26.8	22.6	156
	6	Kehrsatz (+)	0.125	1198209	2599843	975	69	332	284	271	257	248	226	194	172	135	106	82	65	41	28	23	26.7	22.6	230
	7	Kehrsatz (+)	0.150	1198204	2599868	930	66	304	265	227	233	206	207	176	155	121	94	73	56	37	27	25	27.2	22.4	220
	8	Kehrsatz (+)	0.175	1198198	2599892	980	69	253	226	187	201	176	178	157	140	110	92	77	60	42	30	24	27.0	22.1	174
	9	Kehrsatz (+)	0.200	1198188	2599915	978	69	320	250	213	221	189	193	163	144	114	92	74	60	43	32	27	27.7	22.5	219
	10	Kehrsatz (+)	0.225	1198175	2599937	968	68	340	271	241	242	219	217	190	172	145	124	106	91	68	51	39	25.3	22.1	240
	11	Kehrsatz (+)	0.250	1198163	2599959	974	69	419	336	295	291	261	250	209	182	143	111	88	70	47	34	29	26.4	22.2	291
	12	Kehrsatz (+)	0.275	1198153	2599981	962	68	273	221	197	193	173	167	142	125	100	82	66	54	39	29	26	28.2	22.1	189
	13	Kehrsatz (+)	0.300	1198143	2600004	961	68	286	236	208	210	183	183	155	136	108	87	69	55	37	25	23	28.3	22.5	198
	14	Kehrsatz (+)	0.325	1198135	2600028	979	69	256	193	162	163	141	138	113	98	76	59	47	37	26	19	18	27.6	22.7	175
	15	Kehrsatz (+)	0.350	1198129	2600052	976	69	250	201	172	174	153	147	128	114	92	75	62	53	39	30	25	26.9	23.1	172
Abschnitt Mitte, Fahrtrichtung Bümpflz → Kehrsatz	16	Kehrsatz (+)	0.375	1198120	2600075	952	67	270	204	167	168	144	141	116	100	79	65	54	46	34	27	20	27.3	23.2	191
	17	Kehrsatz (+)	0.400	1198109	2600099	982	69	369	275	249	229	217	192	158	137	105	83	65	52	38	28	28	28.0	22.9	251
	18	Kehrsatz (+)	0.425	1198093	2600118	986	70	248	180	164	153	145	132	110	97	77	63	52	42	31	24	22	27.5	22.9	169
	19	Kehrsatz (+)	0.450	1198075	2600135	988	70	285	211	190	178	168	153	129	111	89	72	59	49	34	27	23	26.2	22.7	195
	20	Kehrsatz (+)	0.475	1198058	2600152	990	1	322	251	205	185	171	142	122	92	71	55	43	29	22	20	24	24.4	22.8	223
	21	Kehrsatz (+)	0.500	1198041	2600170	987	70	245	202	162	177	162	156	134	119	98	80	67	57	42	31	25	26.5	22.9	167
	22	Kehrsatz (+)	0.525	1198025	2600190	989	70	260	211	176	170	154	153	127	110	84	68	55	45	32	25	20	27.9	22.6	176
	23	Kehrsatz (+)	0.550	1198013	2600211	993	70	341	263	219	213	187	173	139	118	89	69	55	44	31	22	21	24.0	22.8	238
	24	Kehrsatz (+)	0.575	1198001	2600233	987	70	288	220	183	187	159	160	132	114	89	69	55	44	31	22	20	25.4	22.4	198
	25	Kehrsatz (+)	0.600	1197990	2600256	986	70	347	274	232	233	201	196	161	137	106	82	65	53	36	24	21	24.9	22.7	240
	26	Kehrsatz (+)	0.625	1197977	2600276	968	68	240	185	162	166	140	133	111	96	76	60	47	37	25	19	14	24.7	22.9	170
	27	Kehrsatz (+)	0.650	1197967	2600301	982	69	322	259	229	220	201	188	155	134	105	83	68	56	40	29	25	26.3	23.2	222
	28	Kehrsatz (+)	0.675	1197955	2600324	996	70	324	257	218	217	191	183	152	132	103	81	65	53	38	28	23	26.0	23.0	221
	29	Kehrsatz (+)	0.700	1197945	2600345	986	70	361	298	269	263	242	233	202	181	147	120	98	79	57	41	35	25.1	22.4	250
	30	Kehrsatz (+)	0.725	1197933	2600367	983	69	350	279	246	239	215	202	168	147	112	89	70	56	40	29	27	25.7	23.0	242
	31	Kehrsatz (+)	0.750	1197921	2600390	999	71	296	216	181	175	155	147	120	103	78	61	49	40	31	26	22	25.1	22.6	202
	32	Kehrsatz (+)	0.775	1197907	2600411	996	70	343	273	230	222	197	182	147	127	95	74	59	48	35	27	26	25.0	22.7	235
	33	Kehrsatz (+)	0.800	1197895	2600432	992	70	367	290	250	242	215	205	169	147	114	92	75	62	45	36	28	26.1	23.0	250
	34	Kehrsatz (+)	0.825	1197882	2600454	935	66	262	198	172	169	150	144	121	108	86	71	57	47	35	26	19	26.6	22.9	189
	35	Kehrsatz (+)	0.850	1197869	2600475	982	69	337	274	238	238	207	207	175	153	119	94	73	58	40	29	27	25.5	22.8	233
	36	Kehrsatz (+)	0.875	1197854	2600496	921	65	221	179	158	161	141	140	121	108	90	75	63	50	38	28	20	27.6	22.9	161
Abschnitt Ost, Fahrtrichtung Bümpflz → Kehrsatz	37	Kehrsatz (+)	0.900	1197841	2600516	972	69	240	173	152	152	135	133	114	101	83	68	56	48	34	26	19	25.5	22.8	143
	38	Kehrsatz (+)	0.925	1197827	2600537	926	65	208	171	150	155	138	141	125	114	97	83	71	58	39	29	17	25.5	22.1	153
	39	Kehrsatz (+)	0.950	1197815	2600559	939	66	102	97	99	96	93	90	88	85	81	77	73	66	58	46	26	26.6	22.1	73
	40	Kehrsatz (+)	0.975	1197803	2600582	1005	71	97	82	76	77	74	72	68	65	60	54	49	45	36	28	25	26.3	22.6	65
	41	Kehrsatz (+)	1.000	1197790	2600602	997	70	115	97	92	90	89	86	81	78	71	64	58	53	42	34	31	27.0	22.8	77
	42	Kehrsatz (+)	1.025	1197776	2600623	987	70	108	93	88	87	83	83	78	77	70	65	58	57	42	36	36	27.0	22.3	74
	83	Bümpflz (-)	0.012	1198227	2599737	979	69	288	285	278	283	276	280	277	273	268	260	253	243	226	208	193	32.0	23.7	105
	82	Bümpflz (-)	0.037	1198221	2599761	983	69	170	131	94	114	80	103	93	87	75	66	57	49	35	22	16	32.3	23.9	193
Abschnitt West, Fahrtrichtung Kehrsatz → Bümpflz	81	Bümpflz (-)	0.062	1198218	2599787	984	70	256	213	200	182	184	175	157	144	124	103	87	72	55	41	37	29.4	23.2	103
	80	Bümpflz (-)	0.087	1198214	2599811	998	70	287	236	204	206	180	181	155	135	108	89	70	57	41	31	25	30.1	23.1	85
	79	Bümpflz (-)	0.112	1198212	2599835	979	69	270	219	189	194	170	173	150	134	109	89	72	58	41	29	25	31.4	23.2	20
	78	Bümpflz (-)	0.137	1198210	2599860	980	69	316	269	241	240	211	191	181	160	126	100	78	61	41	28	22	30.7	23.1	256
	77	Bümpflz (-)	0.162	1198205	2599885	967	70	129	101	70	93	80	88	83	79	26	24	24	22	21	20	20	30.6	23.3	286
	76	Bümpflz (-)	0.187	1198196	2599908	978	69	457	367	309	312	268	265	220	190	147	113	88	69	47	35	28	30.4	23.6	256
	75	Bümpflz (-)	0.212	1198184	2599930	947	67	391	311	273	276	246	243	208	185	149	124	102	87	64	49	37	29.8	23.5	257
	74	Bümpflz (-)	0.237	1198173	2599952	937	66	399	318	267	274	238	240	205	183	150	125	104	88	65	50	32	25.7	23.5	34
	73	Bümpflz (-)	0.262	1198161	2599975	973	69	333	261	220	221	193	190												

PAK-Analyse quantitativ ("Teergehalt")

Auftrag durch	Emch + Berger AG Bern Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Probenummer Auftragsnummer Berichtsausgabe	gem. untenstehender Tabelle 24-01185 Nr. 1
Objekt	Zustandserfassung Strassenoberbau Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse	Entnahmedatum Probeneingang Probentransport Lieferschein-Nr.	27.09.2024 27.09.2024 BSL
Unternehmung Entnahmestelle Entnahme durch Bemerkung	Baustelle / Bohrkern BSL / mzi		

Prüfresultate

Drittlabor Bachema AG **Auftrags-Nr. Drittlabor** 202414010

Proben				BM-Gehalt ¹⁾	PAK in BM ²⁾	PAK in TrS
Probe-Nr.	Probeart	Bezeichnung	Bemerkung	[M-%]	[mg/kg]	[mg/kg]
A-24-1268-2	Bohrkern	Sammelprobe BK 16		4.27	<3000	<200
A-24-1268-3	Bohrkern	Sammelprobe BK 17		4.39	<3000	<200
A-24-1268-4	Bohrkern	Sammelprobe BK 19		3.83	<3000	<200
A-24-1268-5	Bohrkern	Sammelprobe BK 22		6.12	<3000	<200
A-24-1268-6	Bohrkern	Sammelprobe BK 23		4.94	<3000	<200
A-24-1268-7	Bohrkern	Sammelprobe BK 26		6.63	<3000	<200

¹⁾ Bindemittlextraktion und Bestimmung des löslichen Bindemittelgehalts gem. SN EN 12697-1

²⁾ Analyse mit GC-MS; durch akkreditiertes Drittlabor (Prüfbericht im Baustofflabor einsehbar).

Abkürzungen: BM (Bindemittel); OB (Oberflächenbehandlung); DS (Deckschicht); BS (Binderschicht); TS (Tragschicht); TrS (Trockensubstanz)

Bemerkung: Der PAK-Gehalt wurde mittels GC-MS am Bindemittlextrakt analysiert. Die Umrechnung auf die Trockensubstanz erfolgt anhand des Bindemittelgehalts.

Die PAK-Nachweisgrenze beträgt < 3'000 mg/kg Bindemittel, resp. ca. < 200 mg/kg TrS.

Anforderungen an den PAK-Gehalt in der Trockensubstanz [mg/kg TrS] gemäss:

Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) 814.600

≤ 250 Wiederverwertung oder Ablagerung auf Deponie Typ B

> 250 Entsorgung oder, falls technisch nicht machbar, Ablagerung gem. kantonaler Regelung mit Zustimmung BAFU

Übergangsbestimmungen gem. VVEA, Art. 52

≤ 250 Ablagerung auf einer Deponie Typ B (Übergangsfrist bis 31.12.2027)

250 - 1'000 Wiederverwertung in geeigneter Aufbereitungsanlage (resultierender PAK-Gehalt < 250 mg/kg; Übergangsfrist bis 31.12.2025)

> 250 gem. kantonalen Regelungen (keine PAK-Emissionen zulässig; Übergangsfrist bis 31.12.2025)

Berichtsdatum 05.11.2024
Freigabe durch M. Schönholzer

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfresultate. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Schlieren, 02. Oktober 2024
AH

BSL Baustofflabor AG
Postgässli 23A
3661 Uetendorf

Untersuchungsbericht

Objekt: Schadstoffanalyse nach VBBo

Bachema AG Rütistrasse 22 CH-8952 Schlieren Telefon +41 44 738 39 00 Telefax +41 44 738 39 90 info@bachema.ch www.bachema.ch Chemisches und mikrobiologisches Labor für die Prüfung von Umweltproben (Wasser,Boden, Abfall, Recyclingmaterial) Akkreditiert nach ISO/IEC 17025 STS-Nr. 0064	Auftrags-Nr. Bachema	202412272
	Proben-Nr. Bachema	53311-53315
	Tag der Probenahme	30. September 2024
	Eingang Bachema	
	Probenahmeort	
	Entnommen durch	
	Auftraggeber	BSL Baustofflabor AG, Postgässli 23A, 3661 Uetendorf
	Rechnungsadresse	BSL Baustofflabor AG, 11034001, Postgässli 23A, 3661 Uetendorf
	Rechnung zur Visierung	BSL Baustofflabor AG, 11034001, Postgässli 23A, 3661 Uetendorf
	Bericht an	BSL Baustofflabor AG, Postgässli 23A, 3661 Uetendorf
	Bericht per e-mail an	BSL Baustofflabor AG, L. Lehmann, l.lehmann@baustofflabor.ch
	Bericht per e-mail an	BSL Baustofflabor AG, info@baustofflabor.ch
	Bericht per e-mail an	BSL Baustofflabor AG, K. Marger, k.marger@baustofflabor.ch

Freundliche Grüsse
BACHEMA AG



Olaf Haag
Dipl. Natw. ETH

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Schadstoffanalyse nach VBBo
BSL Baustofflabor AG
202412272

Probenübersicht

Bachema-Nr.	Probenbezeichnung	Probenahme / Eingang Labor
53311 F	M24-0910-1	/ 30.09.24
53312 F	M24-0911-1	/ 30.09.24
53313 F	M24-0912-1	/ 30.09.24
53314 F	M24-0913-1	/ 30.09.24
53315 F	M24-0914-1	/ 30.09.24

Legende zu den Referenzwerten

VBBo Prüfwert	Prüfwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".
VBBo Richtwert	Richtwerte für Schadstoffe im Boden nach Verordnung über Belastung des Bodens. P = Praktischer Vollzug nach der Vollzugshilfe "Beurteilung von Boden im Hinblick auf seine Verwertung".

Abkürzungen

W	Wasserprobe
F	Feststoffprobe
TS	Trockensubstanz
<	Bei den Messresultaten ist der Wert nach dem Zeichen < (kleiner als) die Bestimmungsgrenze der entsprechenden Methode.
{1}	Die Analysenmethode liegt zurzeit nicht im akkreditierten Bereich der Bachema AG.
{2}	Externe Analyse von Unterauftragnehmer / Fremdlabor.
{3}	Feldmessung von Kunde erhoben.

Akkreditierung

	Die Resultate der Untersuchungen beziehen sich auf die im Prüfbericht aufgeführten Proben und auf den Zustand der Proben bei der Entgegennahme durch die Bachema AG. Der vollständige Prüfbericht steht dem Kunden zur freien Verfügung. Die Verwendung von Auszügen (einzelne Seiten) oder Ausschnitten (Teile einzelner Seiten) des Prüfberichts sowie Hinweise auf den Prüfbericht (z.B. zu Werbezwecken oder bei Präsentationen) sind nur mit Genehmigung der Bachema AG gestattet. Detailinformationen zu Messmethode, Messunsicherheiten und Prüfdaten sind auf Anfrage erhältlich (s. auch Dienstleistungsverzeichnis oder www.bachema.ch)
---	--

Bachema AG
Analytische Laboratorien

Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

Schadstoffanalyse nach VBBo
BSL Baustofflabor AG
202412272

Probenbezeichnung					Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme						
Probenparameter						
Angelieferte Probenmenge	kg	1.5	1.4	1.5	1.3	
Assortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)						
Anteil >2mm	Gew.-% TS	64	64	54	61	
Elemente und Schwermetalle						
Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb	9	12	10	10	50 200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8 2
Chrom (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cr	16	22	24	18	50 200 P
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu	26	41	25	27	40 150
Molybdän (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Mo	<1	<1	<1	<1	5
Nickel (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Ni	10	14	18	15	50 100 P
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg	0.02	0.03	0.02	0.02	0.5 0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn	42	62	46	39	150 300 P
Organische Summenparameter						
KW-Index (C10-C40)	mg/kg TS	13	17	<10	11	50 U-Wert 50 U-Wert
PAK						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.10	<0.05	0.06	0.15	0.2 1
Summe PAK	mg/kg TS	0.87	<0.50	<0.50	1.5	1 10

Bachema AG
Analytische Laboratorien

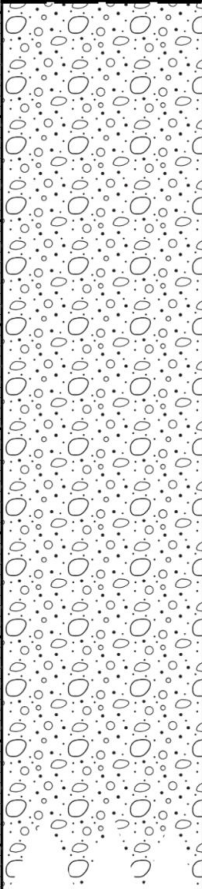
Objekt:
Auftraggeber:
Auftrags-Nr. Bachema:

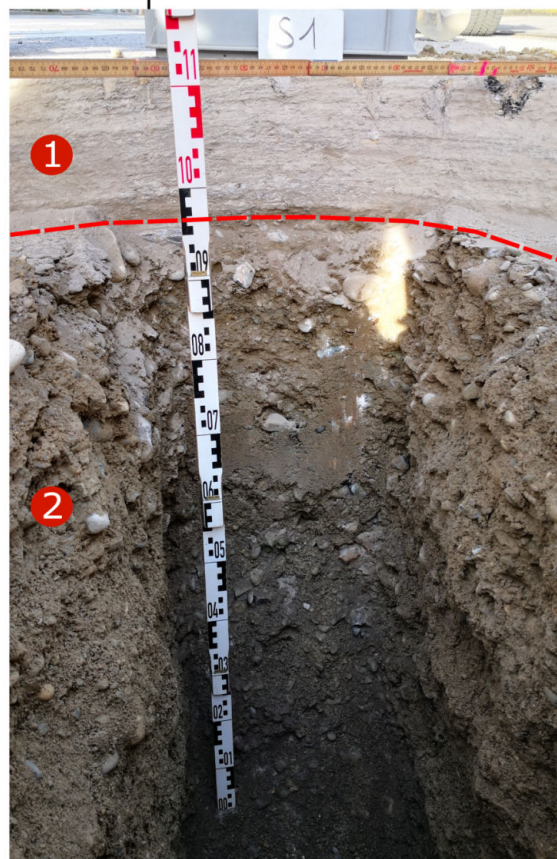
Schadstoffanalyse nach VBBo
BSL Baustofflabor AG
202412272

Probenbezeichnung					Referenzwert	
					VBBo Richtwert	VBBo Prüfwert
M24-0914-1						
Proben-Nr. Bachema Tag der Probenahme					53315	
Probenparameter						
Angelieferte Probenmenge		kg	1.4			
Ausortierte Anteile (nicht chemisch analysiert)						
Anteil >2mm		Gew.-% TS	55			
Elemente und Schwermetalle						
Blei (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Pb	9			50	200
Cadmium (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cd	0.2			0.8	2
Chrom (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cr	17			50	200 P
Kupfer (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Cu	14			40	150
Molybdän (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Mo	<1			5	
Nickel (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Ni	14			50	100 P
Quecksilber (gesamt n. VBBo) AAS	mg/kg TS Hg	0.02			0.5	0.5 P
Zink (gesamt n. VBBo) ICP	mg/kg TS Zn	34			150	300 P
Organische Summenparameter						
KW-Index (C10-C40)		mg/kg TS	<10		50 U-Wert	50 U-Wert
PAK						
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0.07			0.2	1
Summe PAK	mg/kg TS	0.63			1	10

Profilaufnahme

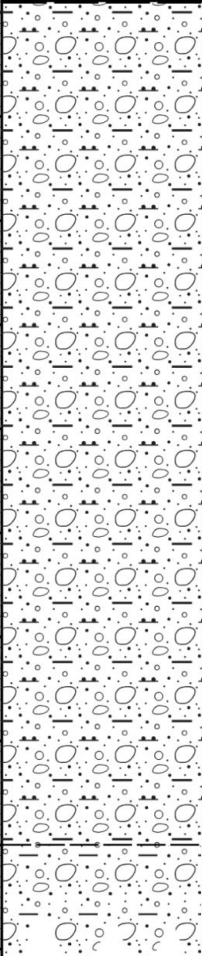
Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	25.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S1	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
19				19 cm
20				
30				
40				
50		M-24-0895	② Rundkies, sandig (beige)	Fundationsschicht
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				



Profilaufnahme

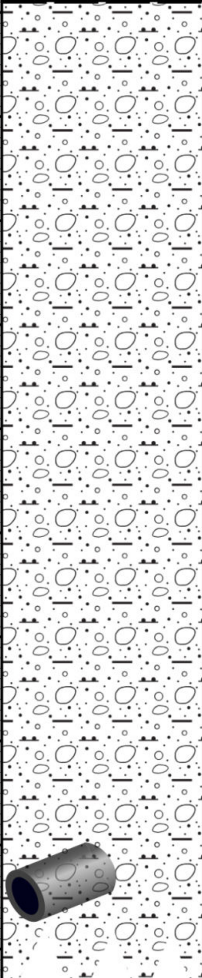
Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	25.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S2	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

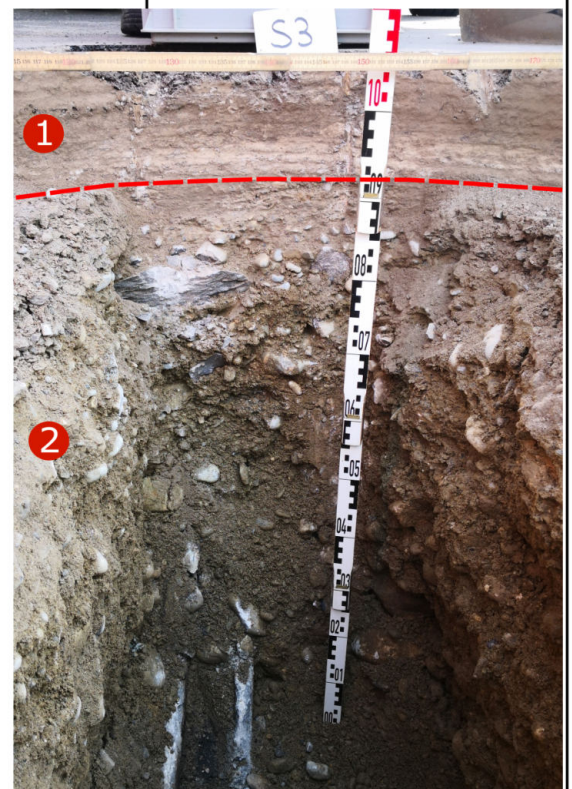
Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
19				19 cm ▼
20		M-24-0896	② Rundkies mit Sand, siltig-tonig (beige)	Fundationsschicht
30				
40				
50				
60				100 cm ▼
70				Untergrund
80				
90				
100		M-24-0897	③ toniger Kies mit Sand (braun)	
110				
120				
130				
140				
150				



Profilaufnahme

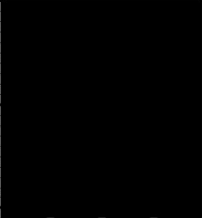
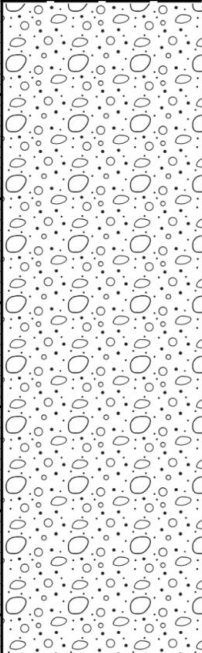
Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	25.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S3	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

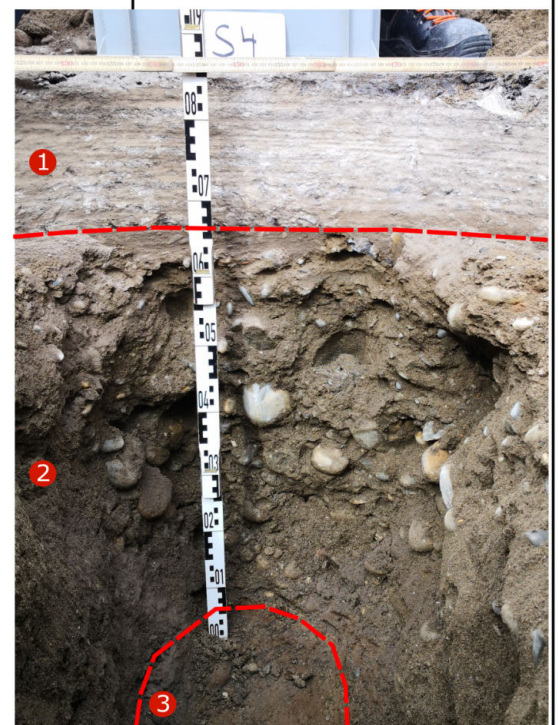
Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
20				19 cm
30				
40				
50		M-24-0898	② Rundkies, sandig, siltig-tonig (beige)	Fundationsschicht
60				
70				
80				
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				
			alter, leerer Betonkabelkanal	



Profilaufnahme

Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	25.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S4	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

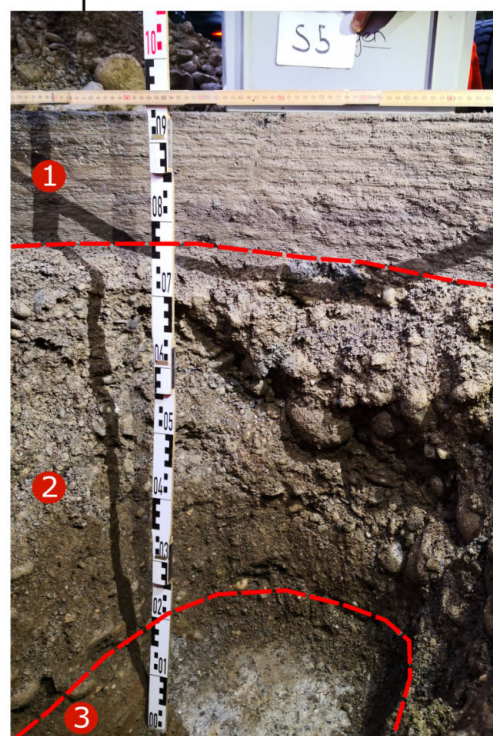
Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
20				21 cm ▼
30				
40				
50		M-24-0899	② Rundkies, stark sandig (beige)	Fundationsschicht
60				
70				
80				84 cm ▼
90				Untergrund
100		M-24-0900	③ Toniger Sand mit Kies (grau-braun)	
110				
120				
130				
140				
150				



Profilaufnahme

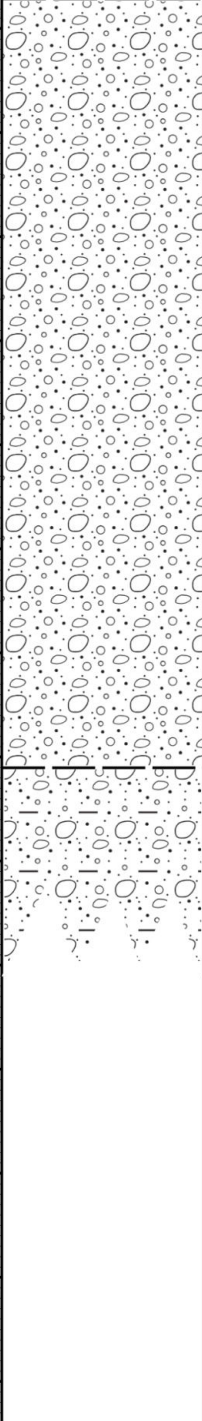
Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	26.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S5	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

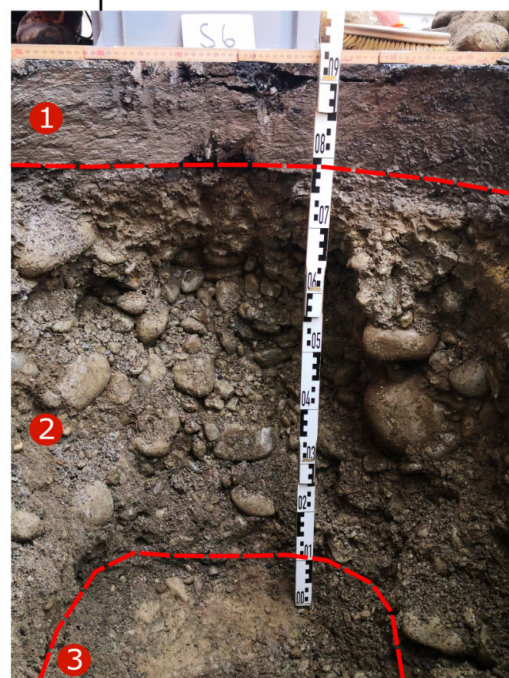
Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
20				19 cm
30				
40				
50		M-24-0901	② Rundkies, sandig mit grossen Steinen (beige)	Fundationsschicht
60				
70				85 cm
80				Untergrund
90		M-24-0902	③ Toniger Sand mit Kies (braun)	
100			Betonplatte, evt Leitungen?	
110				
120				
130				
140				
150				



Profilaufnahme

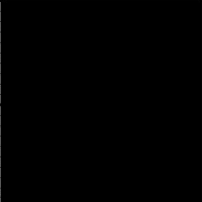
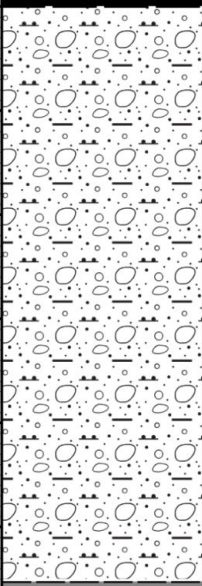
Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	26.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S6	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

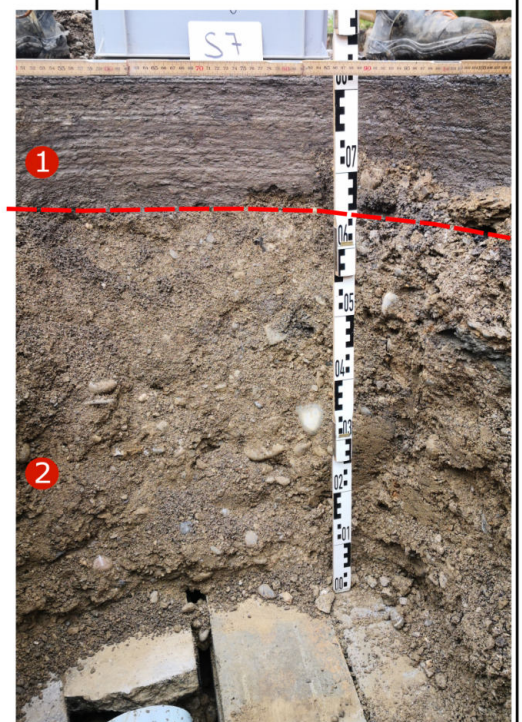
Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
17				17 cm
20				
30				
40				
50		M-24-0903	② Rundkies, sandig mit grossen Steinen (beige)	Fundationsschicht
60				
70				
80				
91				91 cm
90				Untergrund
100		M-24-0904	③ Toniger Kies mit Sand (braun)	
110				
120				
130				
140				
150				



Profilaufnahme

Baustelle / Objekt	Zustandserfassung Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse		
Auftrags-Nr.	24-01185	Datum Aufnahme	26.09.2024 / mzi
Bezeichnung	Sondage S7	Sondierart	Belagsfenster / Baggerschlitz
Bemerkung			

Tiefe [cm] ab OK Terrain	Profil	Proben	Materialbeschreibung	Interpretation / Bemerkungen
10			① Asphaltbelag	Bitumenhaltiger Oberbau
20				20 cm ▼
30				
40				
50		M-24-0905	② Rundkies, sandig, siltig-tonig (beige)	Fundationsschicht
60				
70				
80			Kabelschacht EWB?	75 cm ▼
90				
100				
110				
120				
130				
140				
150				



Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0895
Auftragsnummer 24-01185
Berichtausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 1
Kennzeichnung S1 - F

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse-Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

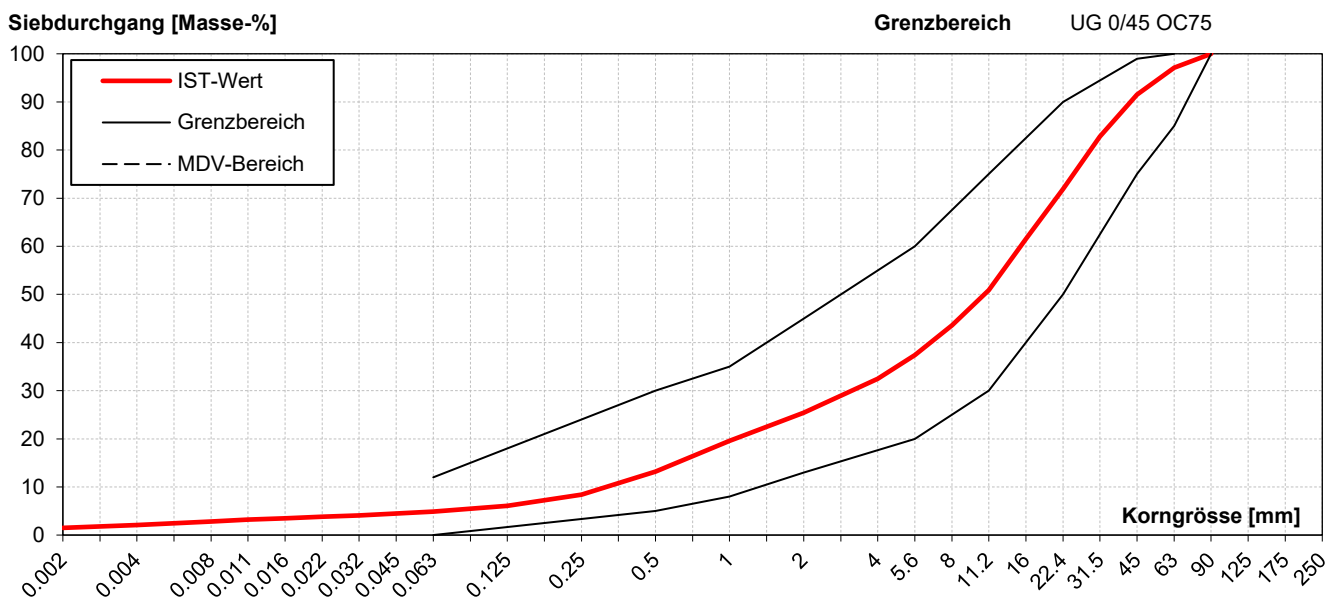
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)														
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)			Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.5	2.1	2.8	3.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.8	1.5			3.7		

Siebanalyse		SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)										Grösstkorn				75 mm		
Siebgrösse	[mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	125
Durchgang	[M.-%]	4.9	6.1	8.4	13.2	19.6	25.4	32.5	37.4	43.6	50.9	61.5	71.9	82.8	91.5	97.1	100.0	--

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)																
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100	--

MDV-Bereich	SN EN 13285																
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0896
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 2
Kennzeichnung S2 - F

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

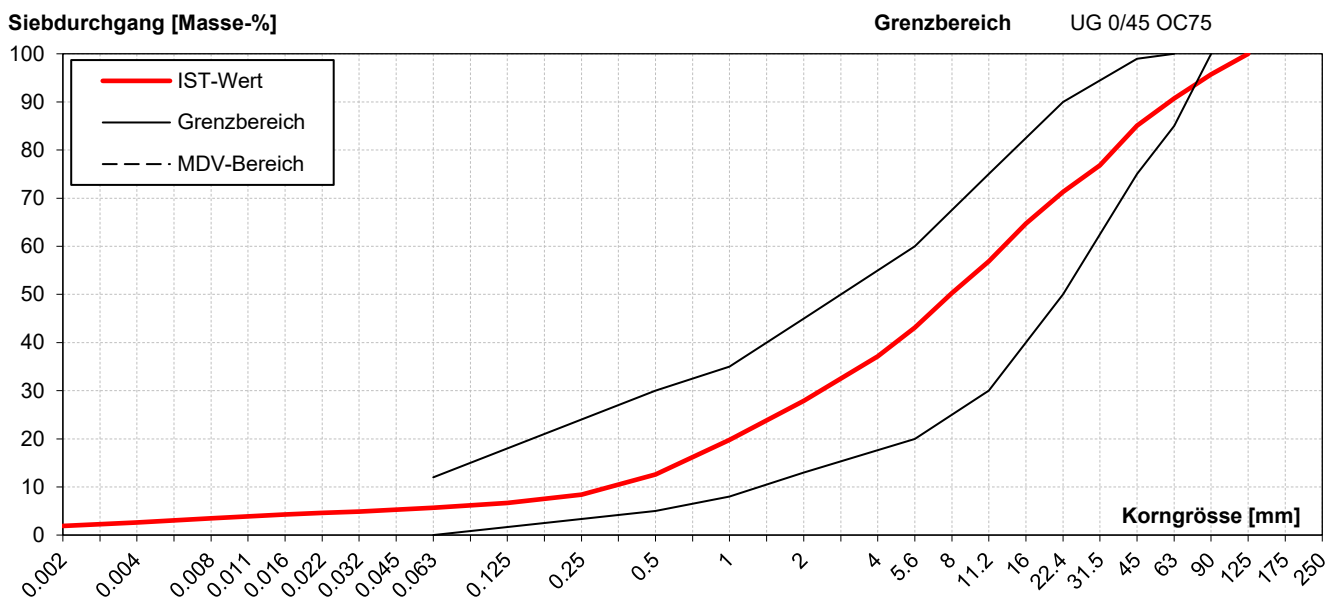
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.9	2.6	3.5	3.9	4.3	4.6	4.9	5.3	5.6	1.9				4.5		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															103 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	5.7	6.7	8.4	12.6	19.8	27.9	37.1	43.1	50.3	56.9	64.7	71.3	76.8	85.1	90.7	95.7

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0897
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Untergrund
Werk
Materialherkunft Sondage 2
Kennzeichnung S2 - U

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

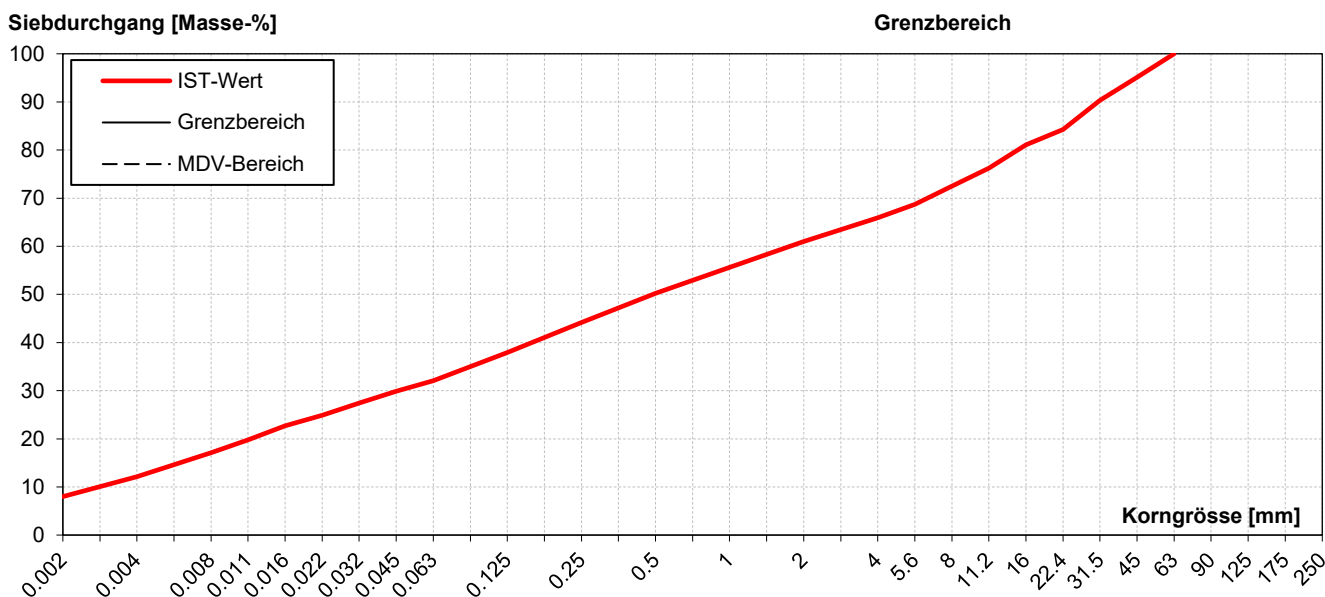
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	8.0	12.1	17.1	19.8	22.7	24.9	27.4	29.9	31.3	8.0				24.2		

Siebanalyse		SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)										Grösstkorn				60 mm		
Siebgrösse	[mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	125
Durchgang	[M.-%]	32.1	37.9	44.2	50.2	55.6	61.0	65.9	68.7	72.5	76.2	81.1	84.3	90.3	95.1	100.0	--	--

Grenzbereich	LEER (0)																
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MDV-Bereich	(nicht vorhanden)																
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0898
Auftragsnummer 24-01185
Berichtausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 3
Kennzeichnung S3 - F

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

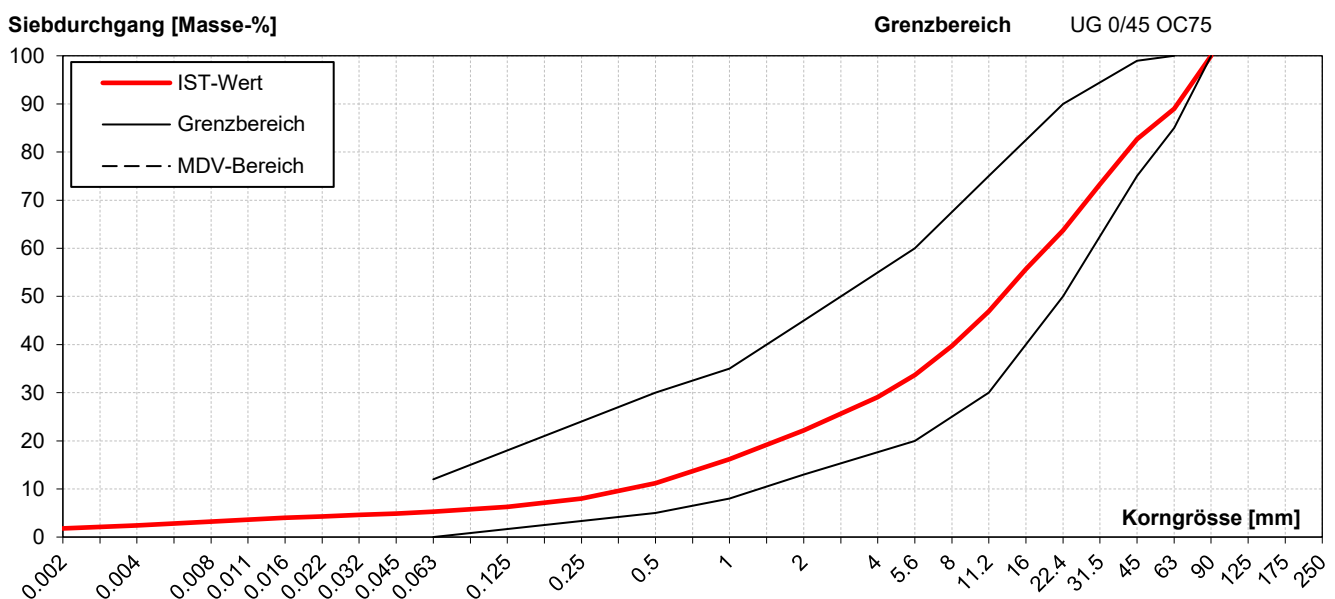
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m ³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.8	2.4	3.2	3.6	4.0	4.3	4.6	4.9	5.1	1.8				4.2		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															87 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	5.3	6.3	8.0	11.2	16.2	22.2	29.1	33.7	39.7	46.9	55.7	63.7	73.3	82.7	89.0	100.0

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0899
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 4
Kennzeichnung S4 - F

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

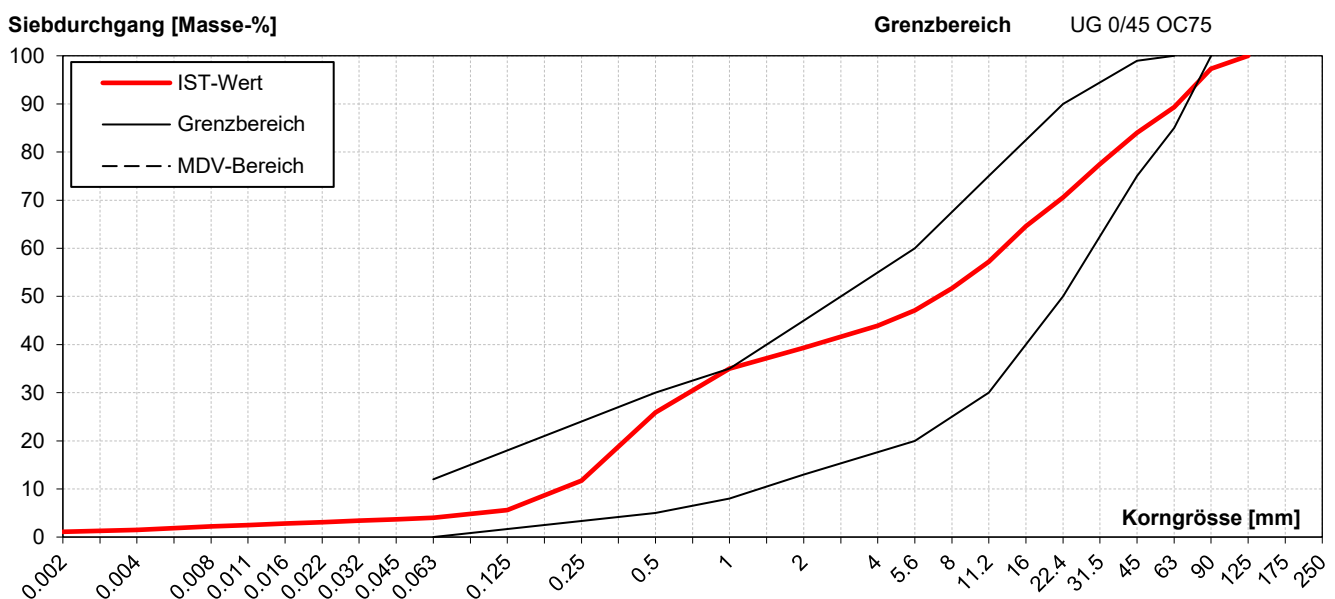
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m ³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.1	1.5	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.7	3.9	1.1				3.0		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															115 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	4.0	5.6	11.7	25.9	35.0	39.3	43.9	47.1	51.7	57.2	64.6	70.6	77.5	84.0	89.3	97.3

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0900
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Untergrund
Werk
Materialherkunft Sondage 4
Kennzeichnung S4 - U

Probeneingang 25.09.2024
Entnahmedatum 25.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi, lel
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

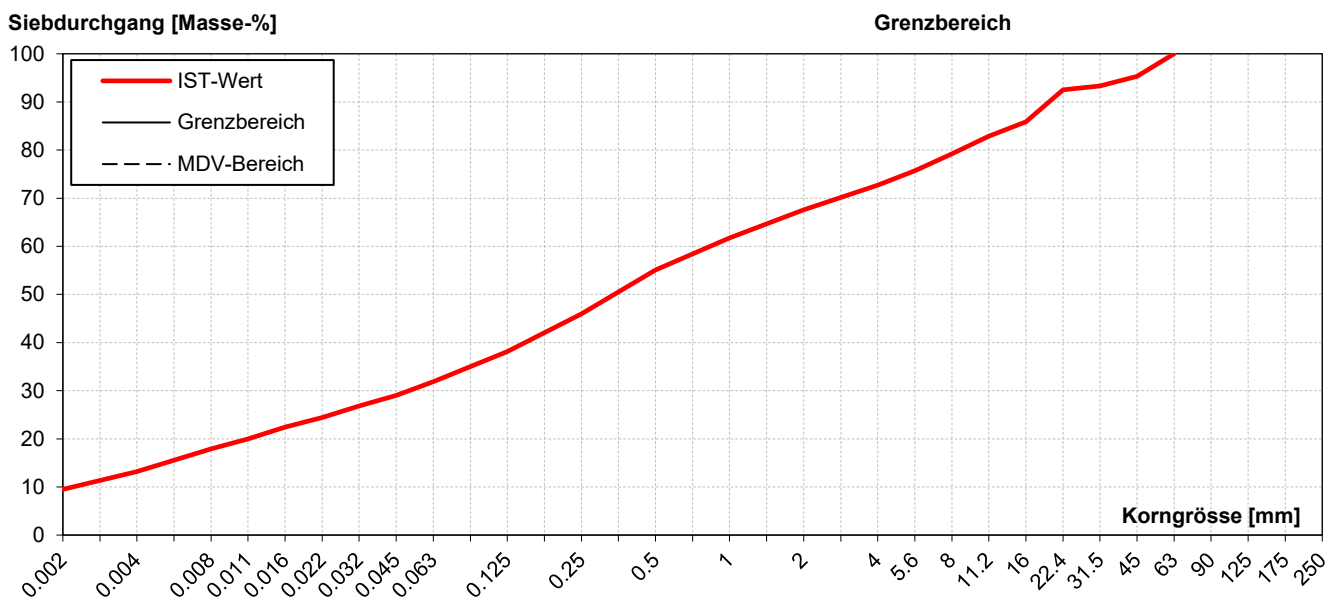
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	9.5	13.2	17.9	20.0	22.4	24.4	26.8	29.0	31.1	9.5				23.8		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn														62 mm	
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	31.9	38.1	46.0	55.1	61.7	67.6	72.7	75.7	79.2	82.9	85.9	92.5	93.3	95.3	100.0	--

Grenzbereich	LEER (0)															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MDV-Bereich	(nicht vorhanden)															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0901
Auftragsnummer 24-01185
Berichtausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 5
Kennzeichnung S5 - F

Probeneingang 26.09.2024
Entnahmedatum 26.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi
Probentransport Spediteur

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

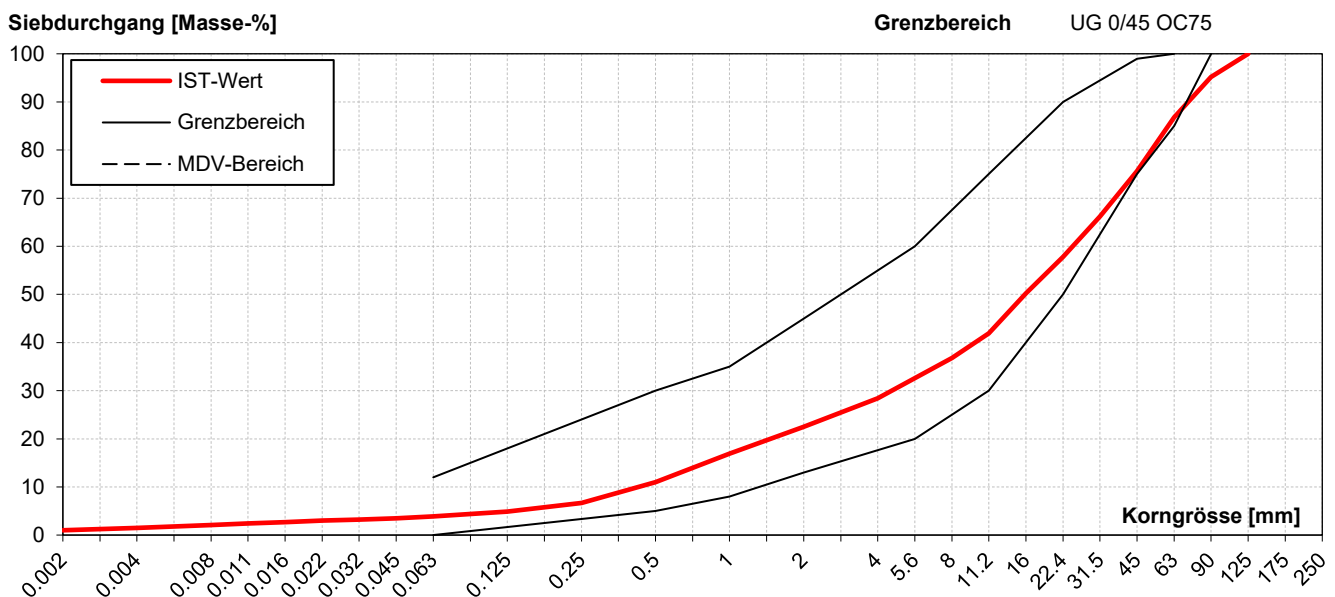
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.0	1.5	2.1	2.4	2.7	3.0	3.2	3.5	3.8	1.0				2.9		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															102 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	3.9	4.9	6.7	11.0	16.9	22.5	28.4	32.6	36.8	41.9	50.2	57.8	66.2	75.6	86.8	95.2

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0902
Auftragsnummer 24-01185
Berichtausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Untergrund
Werk
Materialherkunft Sondage 5
Kennzeichnung S5 - U

Probeneingang 26.09.2024
Entnahmedatum 26.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi
Probentransport BSL

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

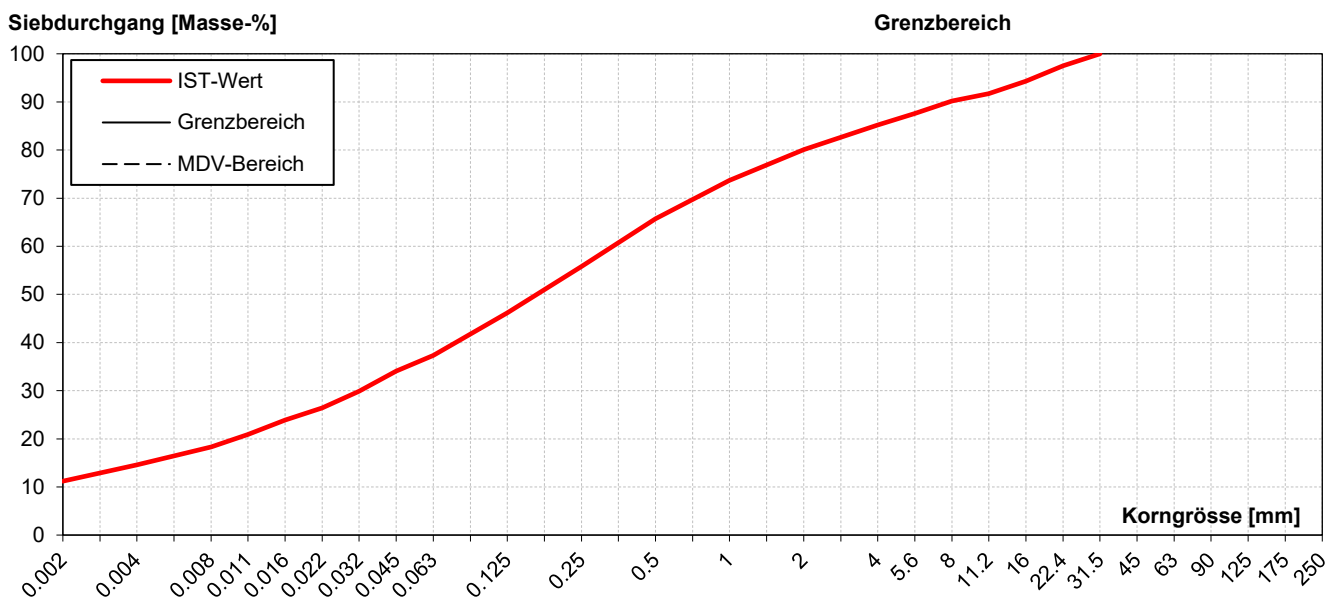
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	11.2	14.6	18.3	20.9	23.9	26.4	29.9	34.1	36.6	11.2				25.7		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	37.3	46.2	55.8	65.7	73.7	80.1	85.2	87.6	90.2	91.7	94.3	97.5	100.0	--	--	--

Grenzbereich	LEER (0)															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MDV-Bereich	(nicht vorhanden)															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0903
Auftragsnummer 24-01185
Berichtausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 6
Kennzeichnung S6 - F

Probeneingang 26.09.2024
Entnahmedatum 26.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi
Probentransport Spediteur

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

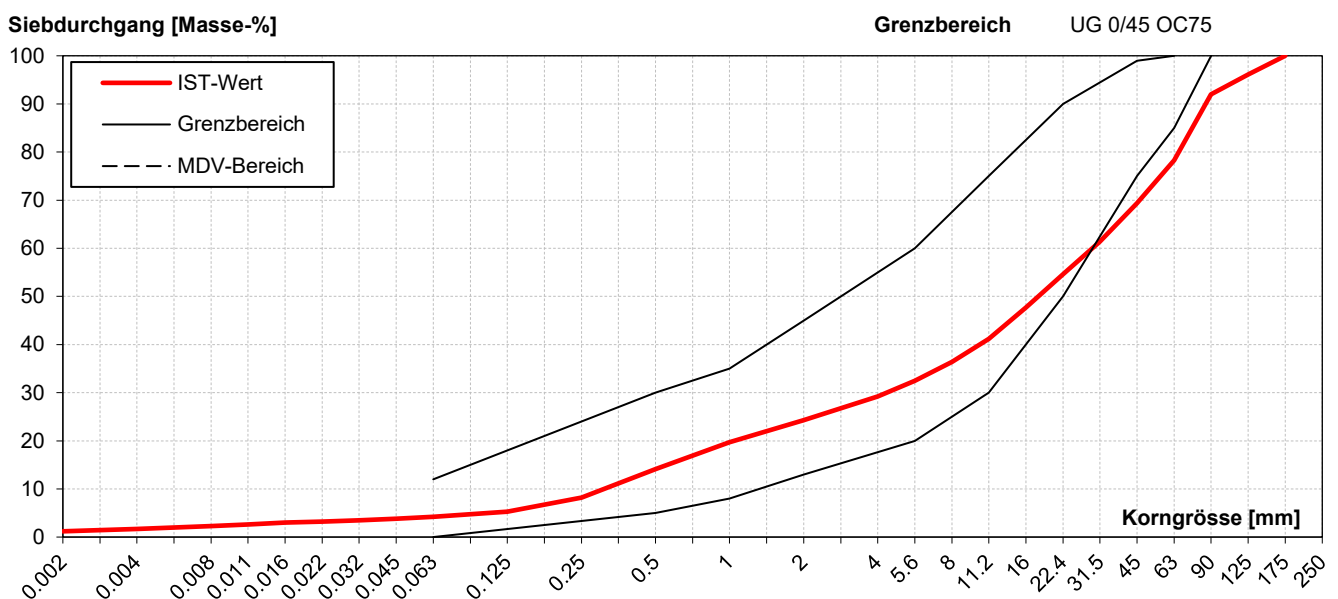
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	1.2	1.7	2.3	2.6	3.0	3.2	3.5	3.8	4.1	1.2				3.1		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															168 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	4.2	5.3	8.2	14.1	19.7	24.3	29.2	32.5	36.4	41.2	47.7	54.6	61.4	69.4	78.3	92.0

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0904
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Untergrund
Werk
Materialherkunft Sondage 6
Kennzeichnung S6 - U

Probeneingang 26.09.2024
Entnahmedatum 26.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi
Probentransport Spediteur

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

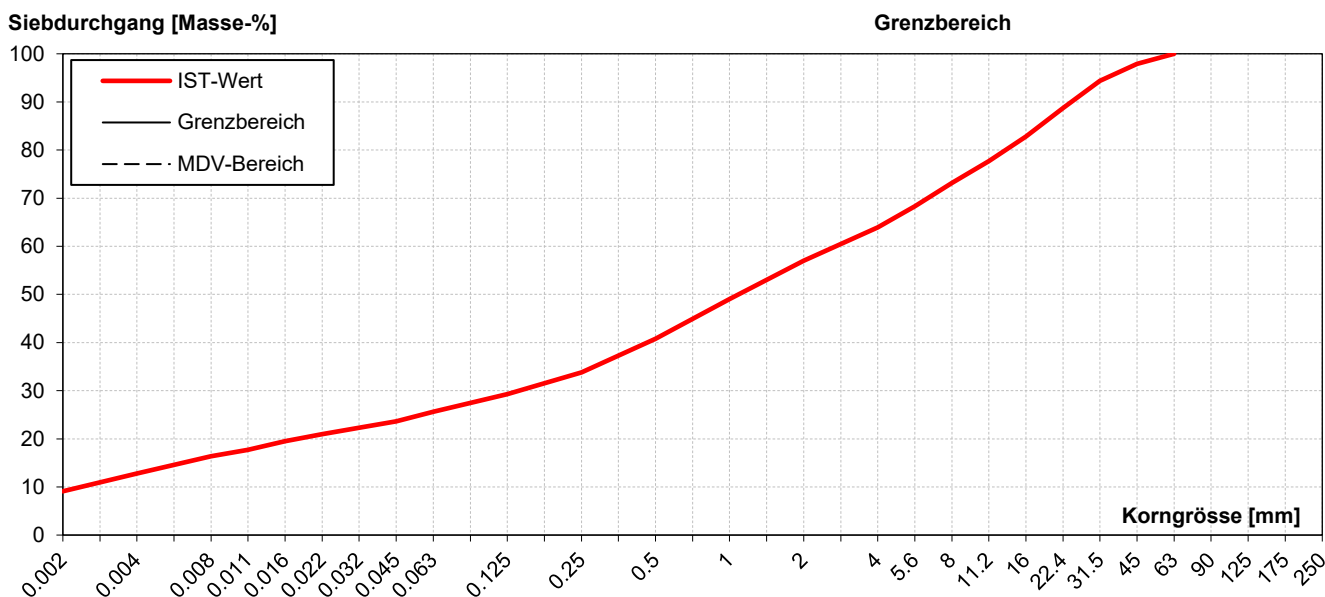
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	9.1	12.8	16.4	17.7	19.5	21.0	22.3	23.6	24.9	9.1				20.6		

Siebanalyse		SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)										Grösstkorn				51 mm		
Siebgrösse	[mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90	125
Durchgang	[M.-%]	25.6	29.3	33.8	40.8	49.0	57.0	63.9	68.3	73.2	77.7	82.8	88.7	94.4	97.9	100.0	--	--

Grenzbereich	LEER (0)																
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MDV-Bereich	(nicht vorhanden)																
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtsdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Korngrößenverteilung Ungebundene Gemische und Böden

Auftraggeber Emch + Berger AG Bern
Schlösslistrasse 23
3001 Bern

Probennummer M-24-0905
Auftragsnummer 24-01185
Berichtsausgabe Nr. 1

Probeart Ungebundenes Gemisch
Bezeichnung Fundationsschicht
Werk
Materialherkunft Sondage 7
Kennzeichnung S7 - F

Probeneingang 26.09.2024
Entnahmedatum 26.09.2024
Entnahmestelle ab Baustelle / Sondage
Entnahme durch BSL / mzi
Probentransport Spediteur

Objekt Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse
Bemerkungen

Unternehmung KIBAG

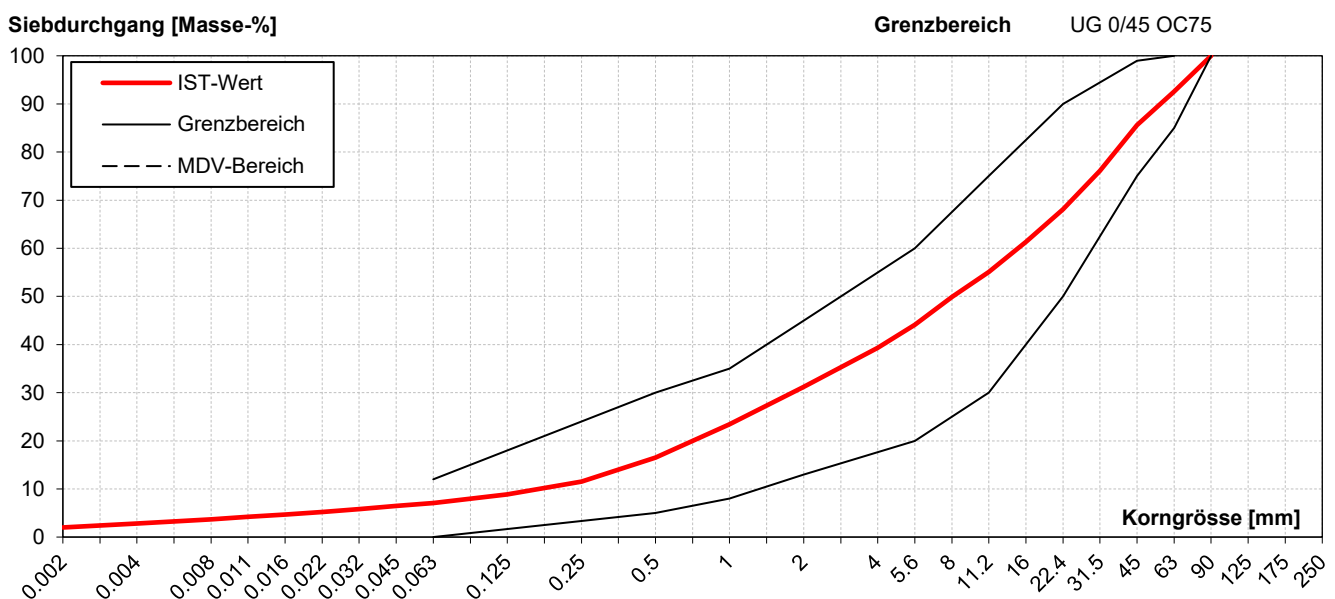
Schlämmanalyse	SN EN ISO 17892-4:2018 (Durchgänge bezogen auf die Gesamtmasse der Probe; Annahme Kornrohddichte: Mg/m³)															
Korngrösse [mm]	0.002	0.004	0.008	0.011	0.016	0.022	0.032	0.045	0.060	Ton (≤ 0.002 mm)				Ton + Silt (≤ 0.02 mm)		
Durchgang [M.-%]	2.0	2.8	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	6.9	2.0				5.1		

Siebanalyse	SN EN 933-1:2013 (Waschen und Sieben)															
	Grösstkorn															88 mm
Siebgrösse [mm]	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	63	90
Durchgang [M.-%]	7.1	8.9	11.5	16.5	23.4	31.2	39.3	44.1	49.9	55.1	61.3	68.1	76.1	85.6	92.6	100.0

Grenzbereich	UG 0/45 OC75 (SN EN 13285)															
Oben [M.-%]	12	--	--	30	35	45	--	60	--	75	--	90	--	99	100	--
Unten [M.-%]	0	--	--	5	8	13	--	20	--	30	--	50	--	75	85	100

MDV-Bereich	SN EN 13285															
Oben [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Unten [M.-%]	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Wassergehalt -- M.-% (SN EN 1097-5:2008)



Anmerkung Keine

Berichtdatum 22.10.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Fließ- und Ausrollgrenze von Böden

SN EN ISO 17892-12:2019

Auftraggeber	Emch + Berger AG Bern	Probennummer	M-24-0897
Adresse	Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Ungebundenes Gemisch - Untergrund	Probeneingang	25.09.2024
Probenherkunft		Entnahmedatum	25.09.2024
Entnahmeort	Sondagen S1	Entnahme durch	BSL / M. Zingg
Baustelle		Unternehmung	KIBAG AG

Bemerkungen

Originalwassergehalt	13.7 Masse-% (Ofentrocknung SN EN 1097-5)		
Probenvorbereitung	Fraktionierung Anteil ≤ 0.4 mm mit Nasssiebung	Anteil ≤ 0.4 mm	48.3 Masse-%

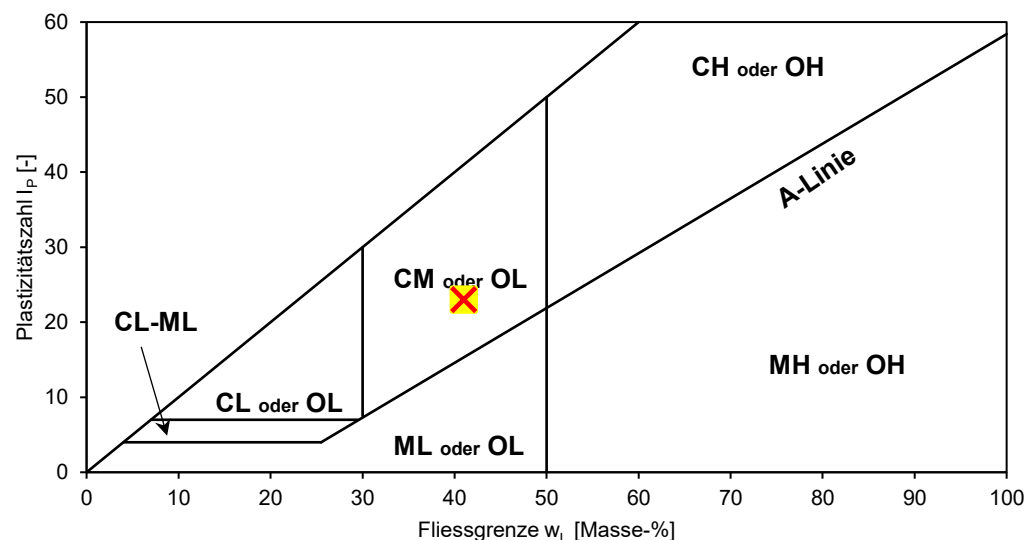
Resultate	Parameter	Resultat	Methode / Anmerkung
	Fließgrenze* w_L [Masse-%]	41	nach Casagrande
	Ausrollgrenze w_P [Masse-%]	18	--
	Plastizitätszahl I_P [-]	23	Differenz $w_L - w_P$

* Bestimmung bei abnehmenden Wassergehalten (kontinuierliche Trocknung); 3 Einzelmessungen

Beurteilung	Plastizität gem. SN 670 004-2b-NA:2008, Tab. 5	Sehr plastisch
--------------------	--	-----------------------

Plastizitätsdiagramm

SN 670 004-2b-NA:2008
(Abb. 4)



Legende:	CL siltiger Ton	CL-ML toniger Silt	 Prüferesultat
	CM magerer Ton	ML Silt	O... organische Böden
	CH fetter Ton	MH elastischer Silt	

Berichtsdatum 15.10.2024
Laborant PL

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüferesultate. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe.
Elektronische versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Fließ- und Ausrollgrenze von Böden

SN EN ISO 17892-12:2019

Auftraggeber	Emsch + Berger AG Bern	Probennummer	M-24-0900
Adresse	Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Ungebundenes Gemisch - Untergrund	Probeneingang	25.09.2024
Probenherkunft		Entnahmedatum	25.09.2024
Entnahmeort	Sondagen S4	Entnahme durch	BSL / M. Zingg
Baustelle		Unternehmung	KIBAG AG

Bemerkungen

Originalwassergehalt	17.8 Masse-% (Ofentrocknung SN EN 1097-5)		
Probenvorbereitung	Fraktionierung Anteil ≤ 0.4 mm mit Nasssiebung	Anteil ≤ 0.4 mm	52.2 Masse-%

Resultate	Parameter	Resultat	Methode / Anmerkung
	Fließgrenze* w_L [Masse-%]	36	nach Casagrande
	Ausrollgrenze w_P [Masse-%]	17	--
	Plastizitätszahl I_P [-]	19	Differenz $w_L - w_P$

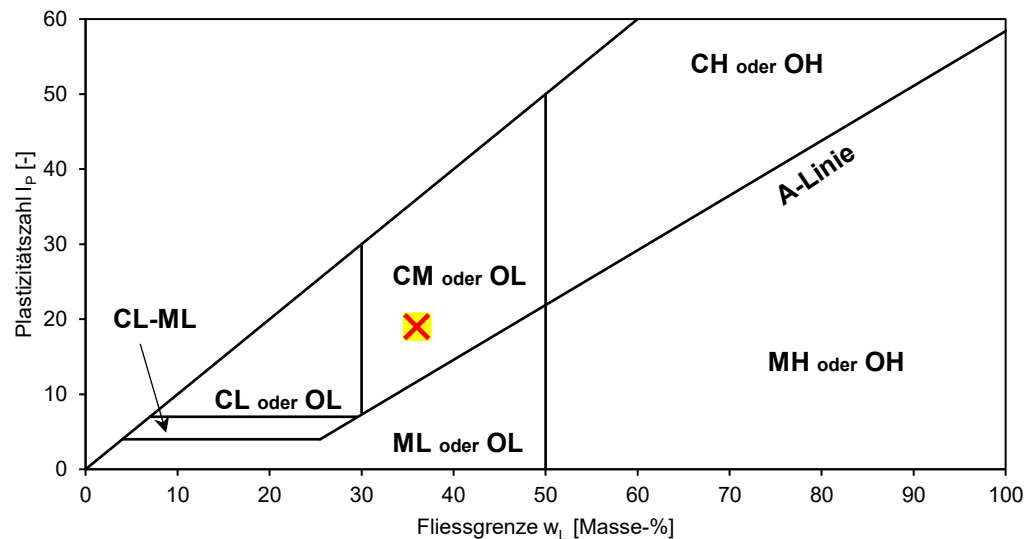
* Bestimmung bei abnehmenden Wassergehalten (kontinuierliche Trocknung); 3 Einzelmessungen

Beurteilung

Plastizität gem. SN 670 004-2b-NA:2008, Tab. 5	Plastisch
--	------------------

Plastizitätsdiagramm

SN 670 004-2b-NA:2008
(Abb. 4)



Legende:	CL siltiger Ton	CL-ML toniger Silt	 Prüfergebn
	CM magerer Ton	ML Silt	O... organische Böden
	CH fetter Ton	MH elastischer Silt	

Berichtsdatum 21.10.2024
Laborant PL

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebn. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe.
Elektronische versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Fließ- und Ausrollgrenze von Böden

SN EN ISO 17892-12:2019

Auftraggeber	Emsch + Berger AG Bern	Probennummer	M-24-0902
Adresse	Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Ungebundenes Gemisch - Untergrund	Probeneingang	26.09.2024
Probenherkunft		Entnahmedatum	26.09.2024
Entnahmeort	Sondagen S5	Entnahme durch	BSL / M. Zingg
Baustelle		Unternehmung	KIBAG AG

Bemerkungen

Originalwassergehalt	11.9 Masse-% (Ofentrocknung SN EN 1097-5)		
Probenvorbereitung	Fraktionierung Anteil ≤ 0.4 mm mit Nasssiebung	Anteil ≤ 0.4 mm	62.5 Masse-%

Resultate	Parameter	Resultat	Methode / Anmerkung
	Fließgrenze* w_L [Masse-%]	26	nach Casagrande
	Ausrollgrenze w_P [Masse-%]	14	--
	Plastizitätszahl I_P [-]	12	Differenz $w_L - w_P$

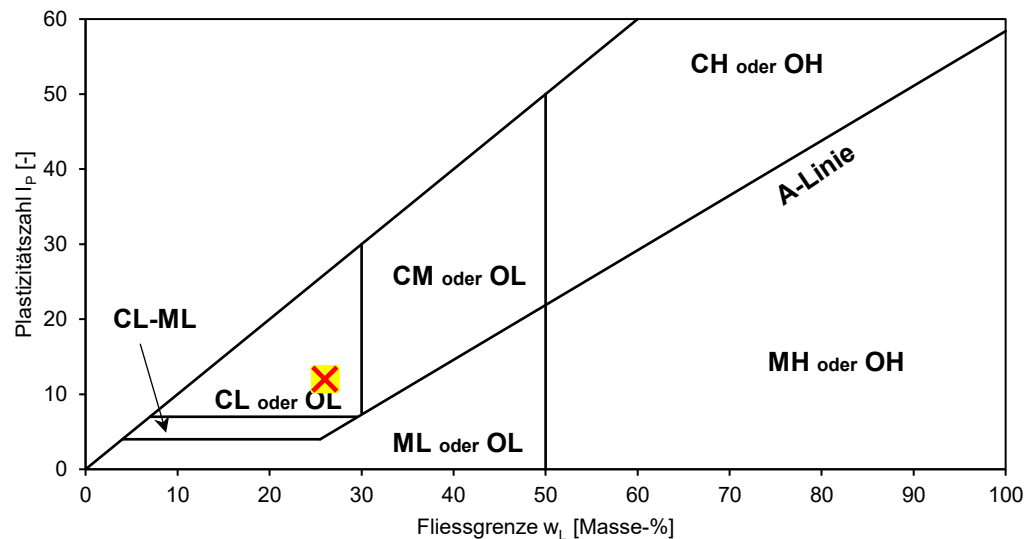
* Bestimmung bei abnehmenden Wassergehalten (kontinuierliche Trocknung); 5 Einzelmessungen

Beurteilung

Plastizität gem. SN 670 004-2b-NA:2008, Tab. 5	Plastisch
--	------------------

Plastizitätsdiagramm

SN 670 004-2b-NA:2008
(Abb. 4)



Legende:	CL siltiger Ton	CL-ML toniger Silt	Prüfergebn
	CM magerer Ton	ML Silt	O... organische Böden
	CH fetter Ton	MH elastischer Silt	

Berichtsdatum 23.10.2024
Laborant PL

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebn. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe.
Elektronische versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Fließ- und Ausrollgrenze von Böden

SN EN ISO 17892-12:2019

Auftraggeber	Emsch + Berger AG Bern	Probennummer	M-24-0904
Adresse	Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probenbezeichnung	Ungebundenes Gemisch - Untergrund	Probeneingang	26.09.2024
Probenherkunft		Entnahmedatum	26.09.2024
Entnahmeort	Sondagen S6	Entnahme durch	BSL / M. Zingg
Baustelle		Unternehmung	KIBAG AG

Bemerkungen

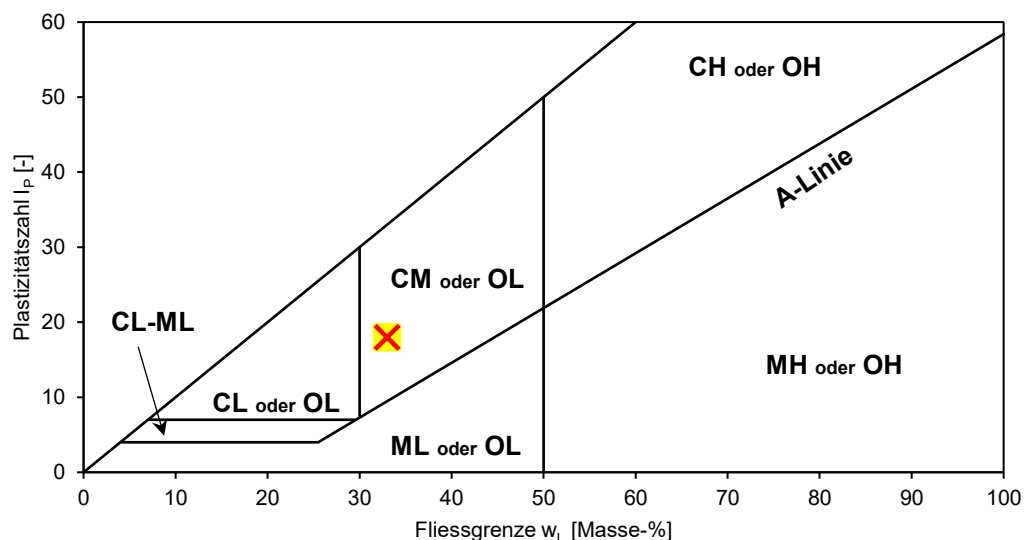
Originalwassergehalt	10.0 Masse-% (Ofentrocknung SN EN 1097-5)		
Probenvorbereitung	Fraktionierung Anteil ≤ 0.4 mm mit Nasssiebung	Anteil ≤ 0.4 mm	38.5 Masse-%

Resultate	Parameter	Resultat	Methode / Anmerkung
	Fließgrenze* w_L [Masse-%]	33	nach Casagrande
	Ausrollgrenze w_P [Masse-%]	15	--
	Plastizitätszahl I_P [-]	18	Differenz $w_L - w_P$

* Bestimmung bei abnehmenden Wassergehalten (kontinuierliche Trocknung); 4 Einzelmessungen

Beurteilung	Plastizität gem. SN 670 004-2b-NA:2008, Tab. 5	Plastisch
--------------------	--	------------------

Plastizitätsdiagramm SN 670 004-2b-NA:2008 (Abb. 4)



Legende:	CL siltiger Ton	CL-ML toniger Silt	Prüfergebn
	CM magerer Ton	ML Silt	O... organische Böden
	CH fetter Ton	MH elastischer Silt	

Berichtsdatum 25.10.2024
Laborant PL

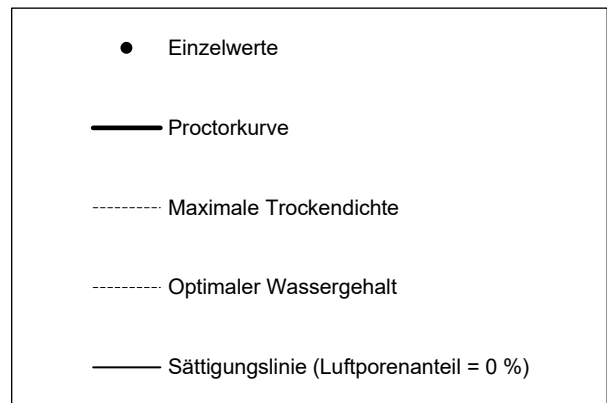
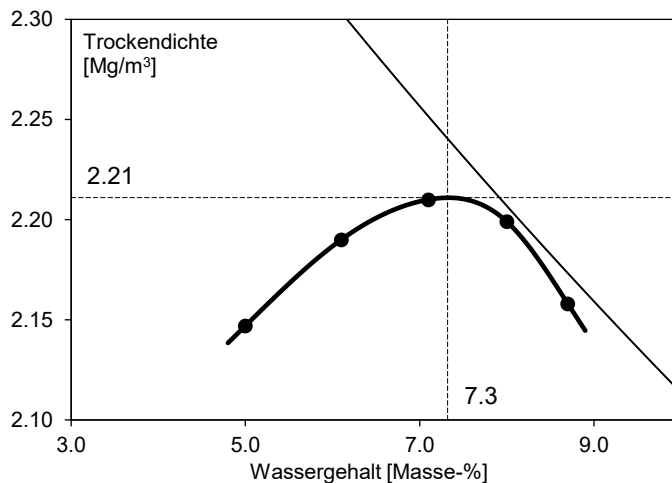
Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebn. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers.
Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnte Probe.
Elektronische versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

Proctorversuch

SN EN 13286-2:2015

Auftraggeber	Emch + Berger AG Bern Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Probenummer	M-24-0905
		Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probeart	Ungebundenes Gemisch	Probeneingang	26.09.2024
Bezeichnung	Foundationsschicht	Entnahmedatum	26.09.2024
Werk		Entnahmestelle	ab Baustelle / Sondage
Materialherkunft	Sondage 7	Entnahme durch	BSL / mzi
Kennzeichnung	S7 - F	Probentransport	Spediteur
Objekt	Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse	Unternehmung	KIBAG
Bemerkungen			
Geprüfte Kornklasse	0/16 mm	Proctortopf	B (Ø=152 mm)
Verdichtungsenergie	1.2 MJ/m³	Prüfdatum	29.10.2024
Anmerkungen	Keine		

Proctorkurve



Einzelwerte

Prüfkörper [-]	Wassergehalt [Masse-%]	Trockendichte [Mg/m³]
1	5.0	2.147
2	6.1	2.190
3	7.1	2.210
4	8.0	2.199
5	8.7	2.158
6	--	--
7	--	--
8	--	--

Prüfresultate (Interpretation Proctorkurve)

Opt. Wassergehalt w	7.3	Masse-%
Max. Trockendichte ρ_d	2.21	Mg/m³

Berechnung Gesamtprobe 0/D_{max}

Überkornanteil*	38.7	Masse-%
Wassergehalt Überkorn	1.5	Masse-%
Kornrohndichte**	2.68	Mg/m³
Opt. Wassergehalt w'	≈ 5.1	Masse-%
Max. Trockendichte ρ_d'	≈ 2.29	Mg/m³

* Kornanteil grösser als die geprüfte Kornklasse

** Annahme bzw. Erfahrungswert

Berichtsdatum 12.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfresultate. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig.

Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

V.22.12.2023

Seite 1 von 1

CBR₁ (unmittelbar nach Verdichtung) SN EN 13286-47:2022

Auftraggeber	Emch + Berger AG Bern Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Probennummer	M-24-0905
		Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probeart	Ungebundenes Gemisch	Probeeingang	26.09.2024
Bezeichnung	Foundationsschicht	Entnahmedatum	26.09.2024
Werk		Entnahmestelle	ab Baustelle / Sondage
Materialherkunft	Sondage 7	Entnahme durch	BSL / mzi
Kennzeichnung	S7 - F	Probentransport	Spediteur
Objekt	Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse	Unternehmung	KIBAG
Bemerkungen			
Geprüfte Kornklasse	0/16 mm	Einbauwassergehalt	7.4 Masse-%
Prüfkörpervolumen	2'305 cm ³ (Proctortopf B; Ø = 152 mm)	Feuchtdichte	2.374 Mg/m ³
Prüfkörperherstellung	Verdichtung mit Proctorhammer ²⁾	Trockendichte	2.210 Mg/m ³
²⁾ Abgeändertes Verfahren: Einwaage Probenmasse bezogen auf max. Trockendichte aus Proctorversuch (EN 13286-2; Topf B; Verdichtungsenergie 1.2 MJ/m ³)			
Versuchsart*	CBR ₁	Masse Auflast	7.5 kg
Nachbehandlung	Keine (Prüfung sofort nach Verdichtung)	Endwassergehalt	7.2 Masse-%
* gem. SN EN 13286-47:2022, Ziff. 4			

Prüfresultate

Stempeleindringtiefe / Last:

2.5 mm	7.5	kN
5.0 mm	15.0	kN

Referenzlast (EN 13286-47:2021):

2.5 mm	13.2	kN
5.0 mm	20.0	kN

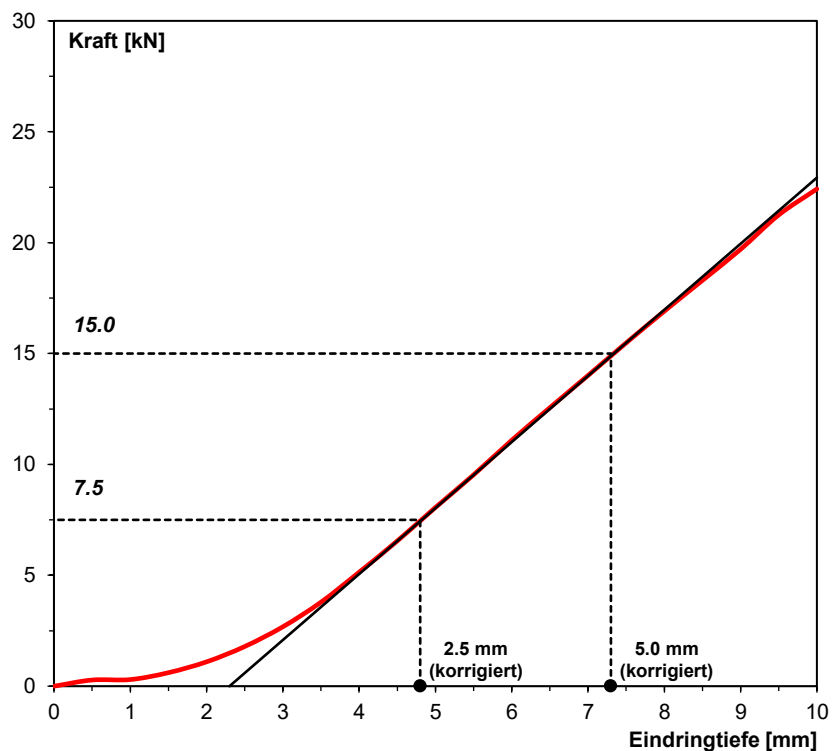
CBR-Werte:

2.5 mm	55	%
5.0 mm	75	%

Gerundet gem. SN EN 13286-47:2022. Als massgebendes Resultat gilt jene Eindringtiefe bzw. Last, die den höheren Prozentwert ergibt (SN EN 13286-47:2022, Ziff. 14).

Anmerkung:

Keine



Berichtsdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

CBR₂ (nach 4 Tagen Wasserlagerung) SN EN 13286-47:2022

Auftraggeber	Emch + Berger AG Bern Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Probennummer	M-24-0905
		Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probeart	Ungebundenes Gemisch	Probeeingang	26.09.2024
Bezeichnung	Foundationsschicht	Entnahmedatum	26.09.2024
Werk		Entnahmestelle	ab Baustelle / Sondage
Materialherkunft	Sondage 7	Entnahme durch	BSL / mzi
Kennzeichnung	S7 - F	Probentransport	Spediteur
Objekt	Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse	Unternehmung	KIBAG
Bemerkungen			
Geprüfte Kornklasse	0/16 mm	Einbauwassergehalt	7.4 Masse-%
Prüfkörpervolumen	2'304 cm ³ (Proctortopf B; Ø = 152 mm)	Feuchtdichte	2.372 Mg/m ³
Prüfkörperherstellung	Verdichtung mit Proctorhammer ²⁾	Trockendichte	2.209 Mg/m ³
²⁾ Abgeändertes Verfahren: Einwaage Probenmasse bezogen auf max. Trockendichte aus Proctorversuch (EN 13286-2; Topf B; Verdichtungsenergie 1.2 MJ/m ³)			
Versuchsart*	CBR ₂	Masse Auflast	7.5 kg
Nachbehandlung	4 Tage (96 h) Wasserlagerung	Endwassergehalt	4.0 Masse-%
* gem. SN EN 13286-47:2022, Ziff. 4			

Prüfresultate

Stempeleindringtiefe / Last:

2.5 mm	8.9	kN
5.0 mm	17.7	kN

Referenzlast (EN 13286-47:2021):

2.5 mm	13.2	kN
5.0 mm	20.0	kN

CBR-Werte:

2.5 mm	65	%
5.0 mm	90	%

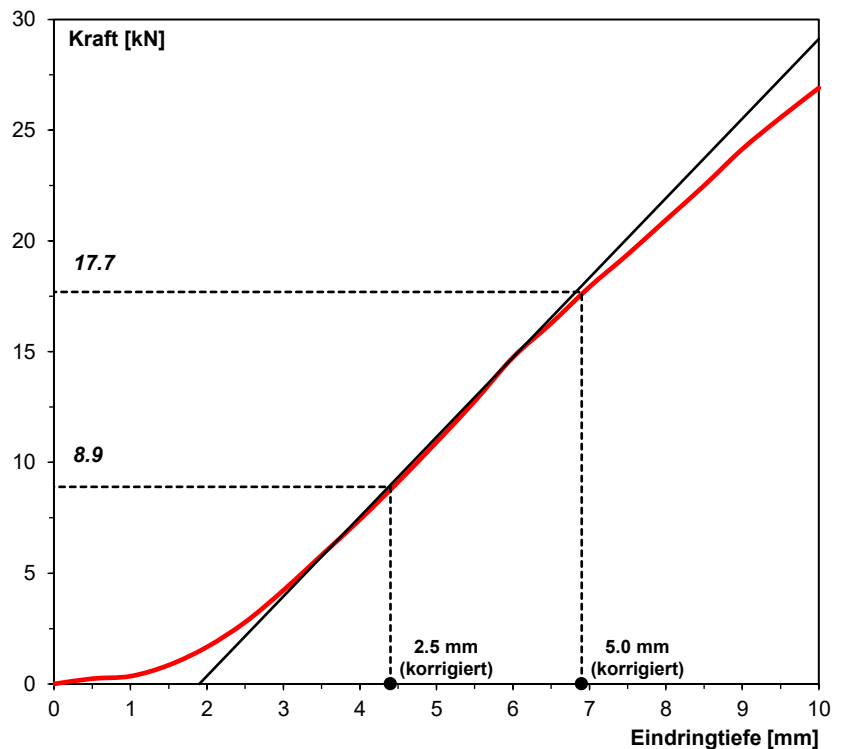
Gerundet gem. SN EN 13286-47:2022. Als massgebendes Resultat gilt jene Eindringtiefe bzw. Last, die den höheren Prozentwert ergibt (SN EN 13286-47:2022, Ziff. 14).

Schwellmass Δh :

Δh	-0.14	%
t	48	h

Δh = prozentuale Höhenänderung des Prüfkörpers bei Wasserlagerung; t = Dauer Wasserlagerung bis Δh (Das Schwellmass wird nur beim CBR₂-Versuch bestimmt).

Anmerkung: Keine



Berichtsdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfresultate. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronisch versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig.

Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

CBR_F (nach Frosthebungsversuch)

VSS 70 321:2019

Auftraggeber	Emch + Berger AG Bern Schlösslistrasse 23 3001 Bern	Probenummer	M-24-0905
		Auftragsnummer	24-01185
		Berichtsausgabe	Nr. 1
Probeart	Ungebundenes Gemisch	Probeneingang	26.09.2024
Bezeichnung	Foundationsschicht	Entnahmedatum	26.09.2024
Werk		Entnahmestelle	ab Baustelle / Sondage
Materialherkunft	Sondage 7	Entnahme durch	BSL / mzi
Kennzeichnung	S7 - F	Probentransport	Spediteur
Objekt	Knoten Seftigenstrasse - Morillonstrasse	Unternehmung	KIBAG
Bemerkungen			
Geprüfte Kornklasse	0/16 mm	Einbauwassergehalt	7.4 Masse-%
Prüfkörpervolumen	2'379 cm ³ (Proctortopf B; Ø = 152 mm)	Feuchtraumdichte	2.371 Mg/m ³
Prüfkörperherstellung	Verdichtung mit Proctorhammer ²⁾	Anfangs-Trockendichte	2.208 Mg/m ³
²⁾ Abgeändertes Verfahren: Einwaage Probenmasse bezogen auf max. Trockendichte aus Proctorversuch (EN 13286-2; Topf B; Verdichtungsenergie 1.2 MJ/m ³)			
Versuchsart*	CBR _F	Masse Auflast	7.5 kg
Nachbehandlung	Frosthebungsversuch gem. VSS 70 321	Endwassergehalt²⁾	7.5 Masse-%
Versuchsstart	01.01.2024	End-Trockendichte²⁾	2.216 Mg/m ³
		²⁾ vor dem Stempeleindringversuch	

Prüfresultate

Stempeleindringtiefe / Last

2.5 mm	7.70	kN
5.0 mm	14.70	kN

Referenzlast (EN 13286-47:2021)

2.5 mm	13.2	kN
5.0 mm	20.0	kN

CBR-Werte

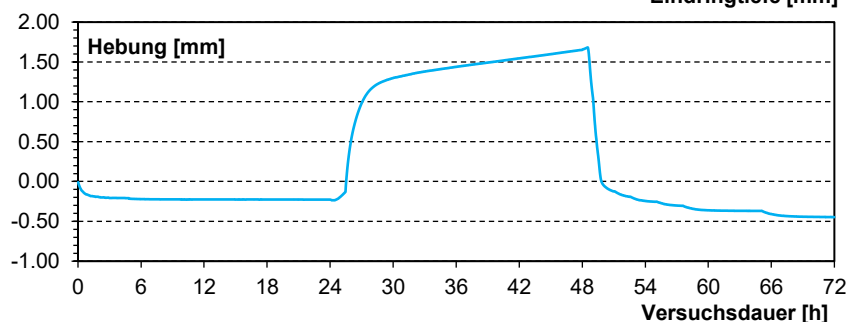
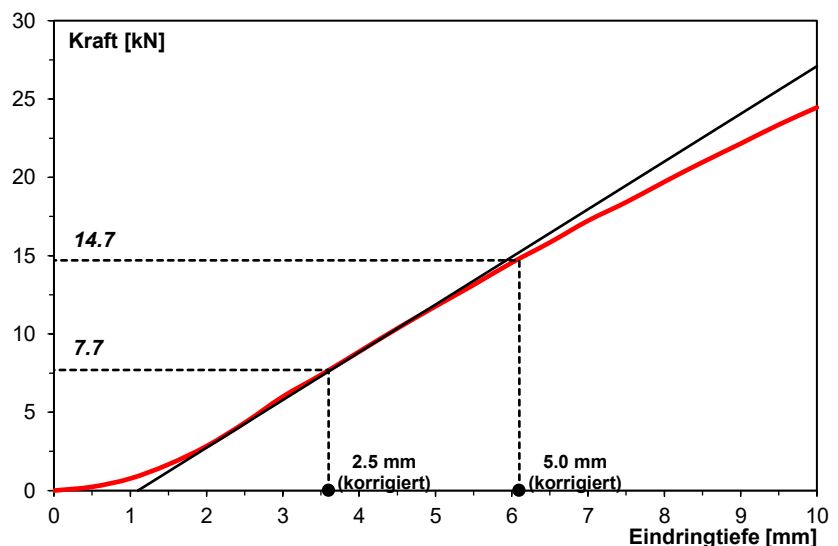
2.5 mm	60	%
5.0 mm	75	%

Gerundet gem. SN EN 13286-47:2022. Als massgebendes Resultat gilt jene Eindringtiefe bzw. Last, die den höheren Prozentwert ergibt (SN EN 13286-47:2022, Ziff. 14).

Frosthebung:

f	1.91	mm
r	-0.45	mm
r/f	-0.24	

f = maximale Frosthebung in [mm];
r = Resthebung in [mm] (Differenz Hebung nach t = 72 und t = 0 h)



Berichtsdatum 19.11.2024
Freigabe durch L. Lehmann

Durch das Baustofflabor bereitgestellte Daten: Prüfergebnisse. Die übrigen Daten entsprechen den Angaben des Auftraggebers. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die oben erwähnten Proben. Elektronische versendete Prüfberichte sind auch ohne Unterschrift gültig.

Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar.

V.07.10.2024

Seite 1 von 1



Allgemeine Geschäftsbedingungen

1. Qualitätssicherung

Die *BSL Baustofflabor AG* (kurz *BSL*) ist nach EN ISO/IEC 17025:2017 unter der Nummer STS 0030 als unparteiliche Prüfstelle akkreditiert. Die Erstakkreditierung fand am 8. September 1993 statt. Die letzte Reakkreditierung erfolgte am 8. September 2023 durch die Schweizerische Akkreditierungsstelle SAS.

Nach der Erstzertifizierung vom 30. März 1995 erfolgte die letzte Neuzertifizierung nach prozessorientiertem Qualitätsmanagement gemäss SN EN ISO 9001:2015 am 14. April 2022. Am 28. Juni 2005 erlangte *BSL* die Umweltzertifizierung gemäss SN EN ISO 14001:2015, welche am 14. April 2022 erneuert wurde.

2. Dienstleistung für die Kundschaft

Als Überblick über die Leistungen steht der Kundschaft das aktuelle Dienstleistungsverzeichnis (www.baustofflabor.ch) zur Verfügung. Der Geltungsbereich der Akkreditierung ist in der aktuellen STS-Liste ersichtlich (www.sas.ch).

Auf Verlangen kann die Kundschaft während der Prüfung ihrer Probe(n) anwesend sein, um sich ein Bild von der Qualität und Kompetenz von *BSL* zu machen (unter Wahrung der Vertraulichkeit gegenüber anderen Kunden). Der Kundschaft werden Probe(n), oder Teile / Reste davon, auf Wunsch zur Verfügung gestellt.

Die Kundschaft wird von *BSL* bei Auftreten von Verzögerungen oder grösseren Abweichungen informiert.

BSL nimmt zwecks Verbesserung jegliche Rückmeldung der Kundschaft zur Kenntnis.

3. Probenahme / Probeannahme

Die Verantwortung von *BSL* beginnt mit der Probenahme, sofern diese durch eigenes Personal durchgeführt wird. Werden Proben durch die Kundschaft oder durch Dritte entnommen, so beginnt die Verantwortung erst mit der persönlichen Annahme der Proben durch das Personal von *BSL*.

4. Prüfungen / Arbeitsanleitungen / Unteraufträge

Die Durchführung der einzelnen Prüfungen erfolgt aufgrund detaillierter Arbeitsanleitungen. Diese beinhalten auch die Vorbereitung und Lagerung von Prüfgegenständen. Für jedes Prüfgerät ist eine Geräteanleitung vorhanden, in der die Handhabung, Wartung und Kalibrierung geregelt ist.

Auf Wunsch kann die Kundschaft die für ihren Auftrag relevanten Arbeitsanleitungen bei *BSL* einsehen. Bei den Prüfergebnissen handelt es sich um gemessene oder aus Messwerten berechnete Werte, welche die Messunsicherheit nicht berücksichtigen. Auf Anfrage werden der Kundschaft Angaben zur Messunsicherheit der entsprechenden Prüfverfahren gemacht.

Die Vergabe von Prüfungen an Unterauftragnehmende von *BSL* erfolgt mit Zustimmung der Kundschaft. *BSL* übernimmt die Verantwortung für die Tätigkeiten der Unterauftragnehmenden, ausser wenn diese von der Kundschaft selbst bestimmt wurden.

5. Untersuchungs- und Prüfberichte

Die Untersuchungs- und Prüfberichte werden entsprechend der EN ISO/IEC 17025:2017 resp. den einschlägigen Prüfnormen verfasst. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschliesslich auf die untersuchten Proben. Die gültige Version eines Prüfberichts ist immer die visierte Papierversion. Elektronisch versendete Prüfberichte (E-Mail) sind auch ohne Unterschrift gültig. Im Streitfall gilt das unterzeichnete Laborexemplar in Papierform.

6. Beurteilung / Beratung

Beurteilungen sind Interpretationen von Prüfergebnissen oder Folgerungen aus Prüfergebnissen. Unter Beratungen versteht *BSL* Empfehlungen oder Sanierungsvorschläge.

Beurteilungen oder Beratungen sind nicht Bestandteil von Untersuchungsberichten. Auf ausdrücklichen Wunsch der Kundschaft wird eine Beurteilung oder Beratung anhand der Untersuchungsergebnisse erstellt. Beurteilungen oder Beratungen liegen ausserhalb des akkreditierten Geltungsbereichs vom *BSL*.

7. Vertraulichkeit

BSL behandelt alle erarbeiteten Resultate als vertraulich. Ohne ausdrücklichen Wunsch der Kundschaft werden keine Resultate, Berichte oder Auskünfte über Prüfergebnisse an Dritte abgegeben. Falls vertrauliche Daten von Gesetzes wegen an Dritte weitergegeben werden müssen, informiert *BSL* die Kundschaft, sofern nicht gesetzlich verboten.

8. Archivierung

Arbeitsprotokolle, Untersuchungsberichte und Prüfberichte (auch elektronische Versionen) werden 10 Jahre aufbewahrt.

9. Urheberrecht

Ohne schriftliche Genehmigung von *BSL* dürfen Untersuchungs- und Prüfberichte nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

10. Beanstandungen

Beanstandungen zu Prüfberichten oder Rechnungen sind innert 30 Tagen nach Ausgabedatum anzubringen. Sie werden durch *BSL* nach den Richtlinien des Managementsystems behandelt. Eine Beschreibung des Prozesses zum Umgang mit Beschwerden wird der Kundschaft auf Anfrage zur Verfügung gestellt.

11. Entsorgung/Rückstellung von Proben

Ohne anderweitige Vereinbarung mit der Kundschaft, werden die Proben nach Abschluss der Prüfungen entsorgt.

5.16-1 Screening Störfall



Bau- und Verkehrsdirektion
Tiefbauamt
Dienstleistungszentrum

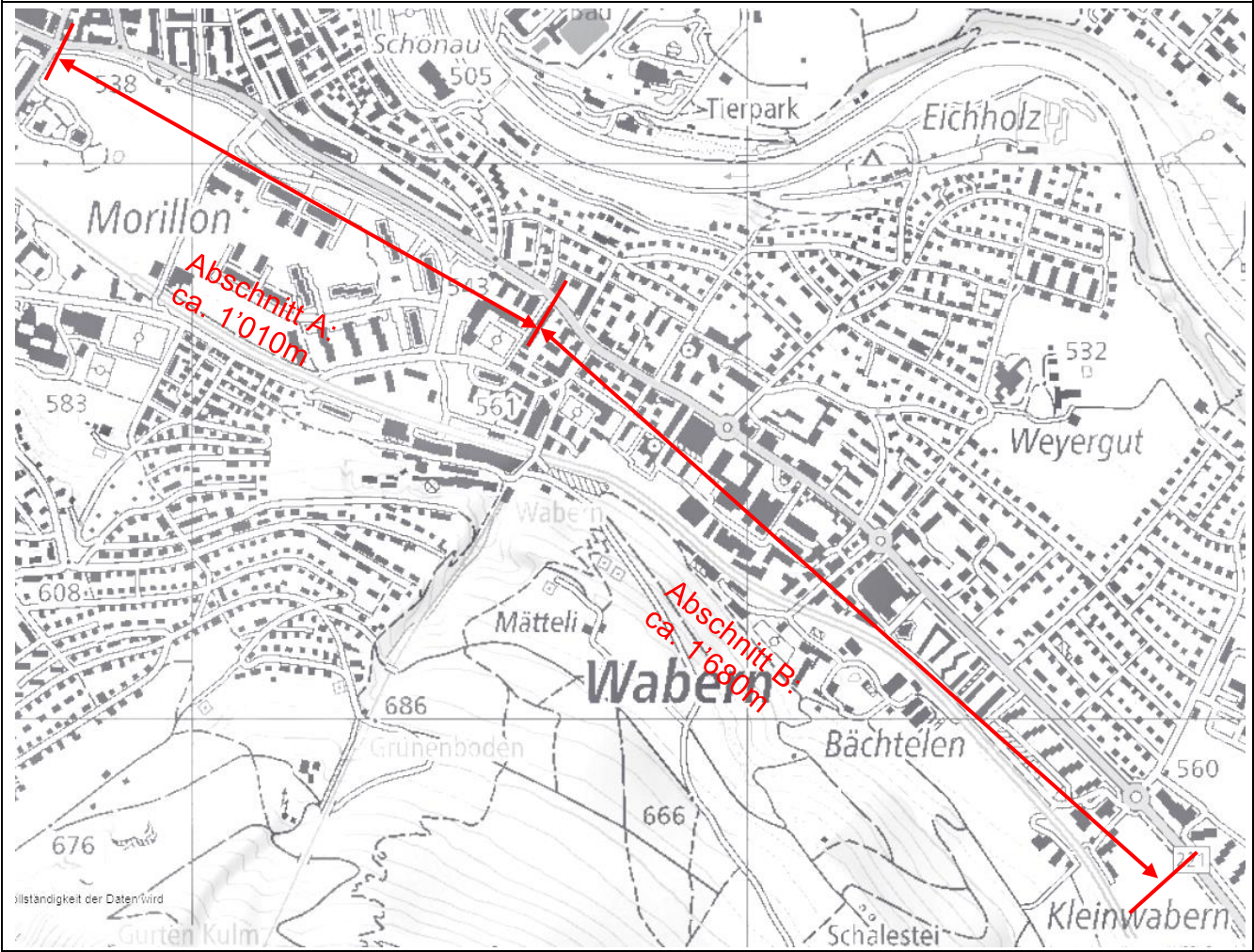
Reiterstrasse 11
3013 Bern
+41 31 633 35 11
info.tba@be.ch
www.be.ch/tba

Störfallvorsorge bei Projekten von kantonalen Durchgangsstrassen

A. Prüfpunkte zum Vorhaben / Vorabklärung

A.1 Angaben zum Vorhaben

Bezeichnung Projekt	Sanierung Seftigenstrasse	
Gemeinde	Bern & Köniz	
Strassennummer	221	
Teilstrecke Bezeichnung		
Kilometrierung von / bis	Von km 2.243	Bis km 4.933
Unterteilung des Projekts	Abschnitt A Länge: 1'010m Abschnitt B Länge: 1'680m	



A.1.1 Art des Vorhabens

Art des Vorhabens	Ausbau
Erläuterungen	Ein Ausbau erfolgt nur im Sinne von neuen Spuraufteilungen MIV / Langsamverkehr / Tram. Es wird keine höhere Verkehrsbelastung beim MIV geben. Die Entwässerung und die Grösse der zu entwässernden Flächen (mit Ausnahme der neuen Wendeschlaufe Kleinwabern) werden sich nicht verändern. Abschnitt A mit ordentlichem Strassenplanverfahren, Abschnitt B wird in einem eisenbahnrechtlichen Plangenehmigungsverfahren behandelt.

A.1.2 Angaben zum zuständigen Projektleiter TBA

OIK	II
Name PL	Adrian Gugger
Tel.	+41 31 636 50 26
Email:	adrian.gugger@be.ch

A.1.3 Mitbeauftragtes Planungsbüro (Optional)

Planungsbüro (vollständige Adresse)	CSD INGENIEURE AG Breitenstrasse 16 B 8500 Frauenfeld	CSD INGENIEURE AG Hessstrasse 27 d 3097 Liebefeld
Projekt Ansprechperson	Beatrice Rüegg	
Tel.	Büro: +41 52 725 20 55 Mobile: +41 79 325 30 73	
Email:	b.ruegg@csd.ch	

A.2 Prüfung des Geltungsbereichs der StFV: Art der Strasse nach Anh. 1-2 Durchgangsstrassenverordnung (DSV)

Art der Strasse	1-3-stellig numm. Hauptstrasse (Anh. 2 Bst. A, B, C DSV)
Strassennummerierung	221
Prüfung Geltungsbereich StFV	Strasse fällt in den Geltungsbereich der StFV.

A.3 Verfahren

Abschnitt A	Ordentliches Strassenplanverfahren nach Art. 29 SG - mit UVP
Abschnitt B	Eisenbahnrechtliches Plangenehmigungsverfahren

A.4 Ergebnis Vorabklärung

Die Störfallvorsorge ist für das Projekt ein relevantes Thema und ist daher im Technischen Bericht aufzuführen. → Weiter mit Abschnitt B

B. Prüfung der Ausschlusskriterien (ASK)

Erfassung des Vorhabens

Erfassung durch	Armin Weingart, TBA/DLZ
Tel.	+41 31 633 35 89
Email:	armin.weingart@be.ch

B.1 Karte der für den Vollzug StFV relevanten Strassenabschnitte

In welcher Farbe ist der Streckenabschnitt in der Karte markiert? ¹	
Abschnitt A	> Grün
Abschnitt B	> Orange

B.2 Angaben zum Verkehr

Verkehrsaufkommen und Verkehrsstruktur

DTV: Durchschnittlicher täglicher Verkehr innert 24 Stunden.

DSV: Anteil Lastfahrzeuge / Schwerverkehr in % von DTV (Typ. 4%)

GGT - Anteil Gefahrgutverkehr am Schwerverkehr (Typ. 8%)

Element / Segment Nr.	DTV	DSV	GGT - Anteil Gefahrgutverkehr am Schwerverkehr
Abschnitt A	12'600	6.5 %	8 %
Abschnitt B	17'800	6.5 %	8 %

B.3 Situation Strassenabwasser nach Projekterfüllung

Wird das Strassenabwasser nach Projekterfüllung in den Vorfluter bzw. in die ARA geleitet?	
Abschnitt A	> in die ARA -weiter verfolgen!
Abschnitte B	> in die ARA -weiter verfolgen!

¹ Achtung: Der Stand der LOGO-Karte basiert auf Auswertungen aus dem Jahre 2008, ist daher nur als Hinweis zu verstehen.

B.4 Ausschlusskriterien (ASK) (gemäss Logo 12 und BAFU Wegleitung; auch CL StFV-02)

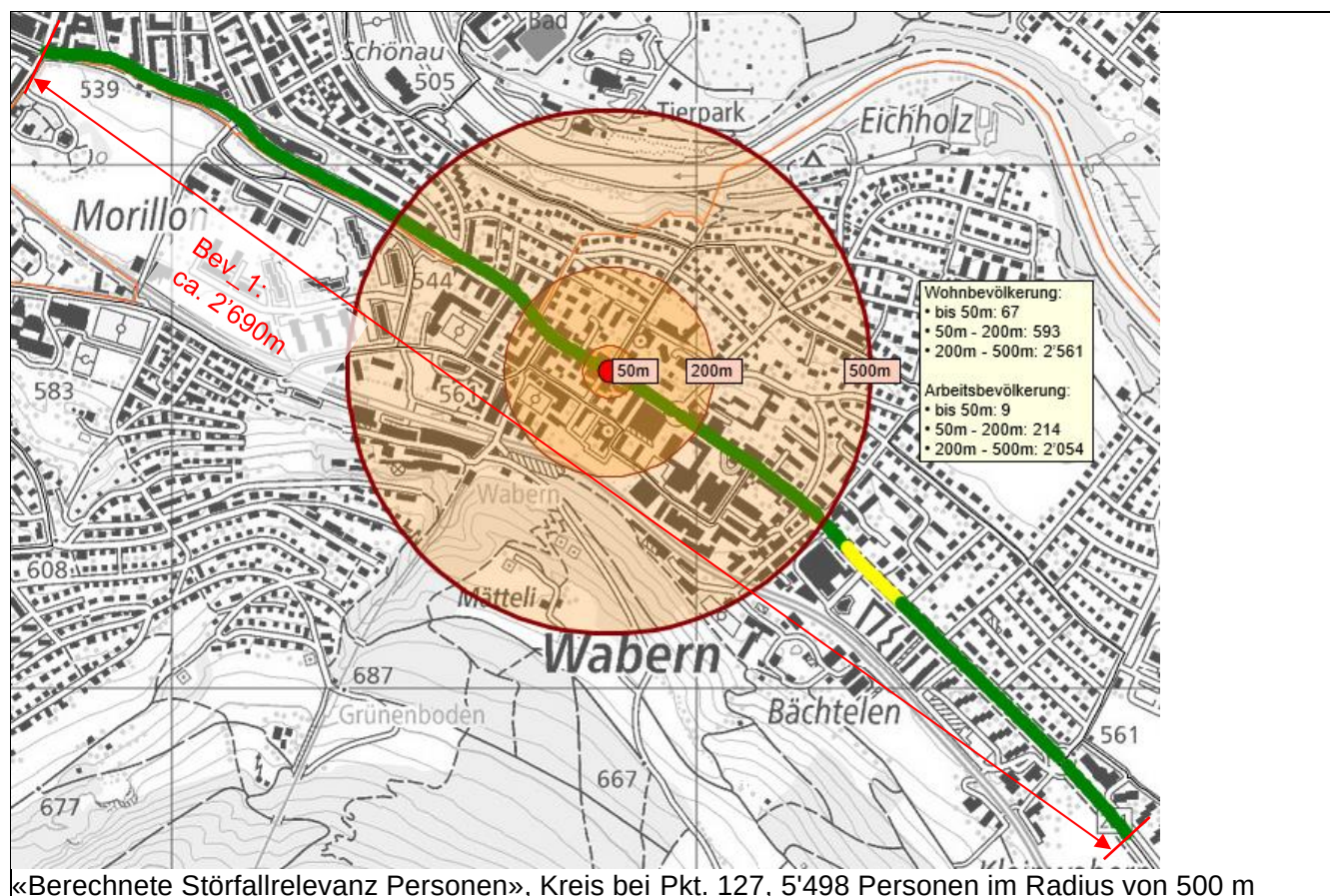
B.4.1 Schadenindikator «Todesopfer (Bevölkerung)»

B.4.1.1 Unterteilung in Elemente / Segmente basierend auf der Bevölkerungsdichte

Element- / Segment-Nr.	Bemerkung
Bev_1	Personen im Radius von 500m: 5'498 P (Pkt. 127) – 10'264 P (Ptk. 8)

B.4.1.2 Übersichtskarte Unterteilung Elemente / Segmente basierend auf der Bevölkerungsdichte

Personendichte Wohnbevölkerung und Arbeitsplätze in Pers./km² (jeweils im Bereich 500 m beidseits der Strasse)



B.4.1.3 Prüfergebnis ASK «Todesopfer (Bevölkerung)»

ASK im IST Zustand – Ohne Massnahmen

Element- / Segment-Nr.	ASK erfüllt / nicht erfüllt	Bemerkung
Bev_1	> nicht erfüllt	Personendichte punktuell > 10'000 P/km ² (Personendichte 4'877...10'264)

ASK im Zustand mit Massnahmen Projekt

Element- / Segment-Nr.	ASK erfüllt / nicht erfüllt	Bemerkung
Segment 1	> nicht erfüllt	Es sind keine Massnahmen zum Schutz der Bevölkerung geplant. Grenzwerte sind nur teilweise und nur knapp überschritten.

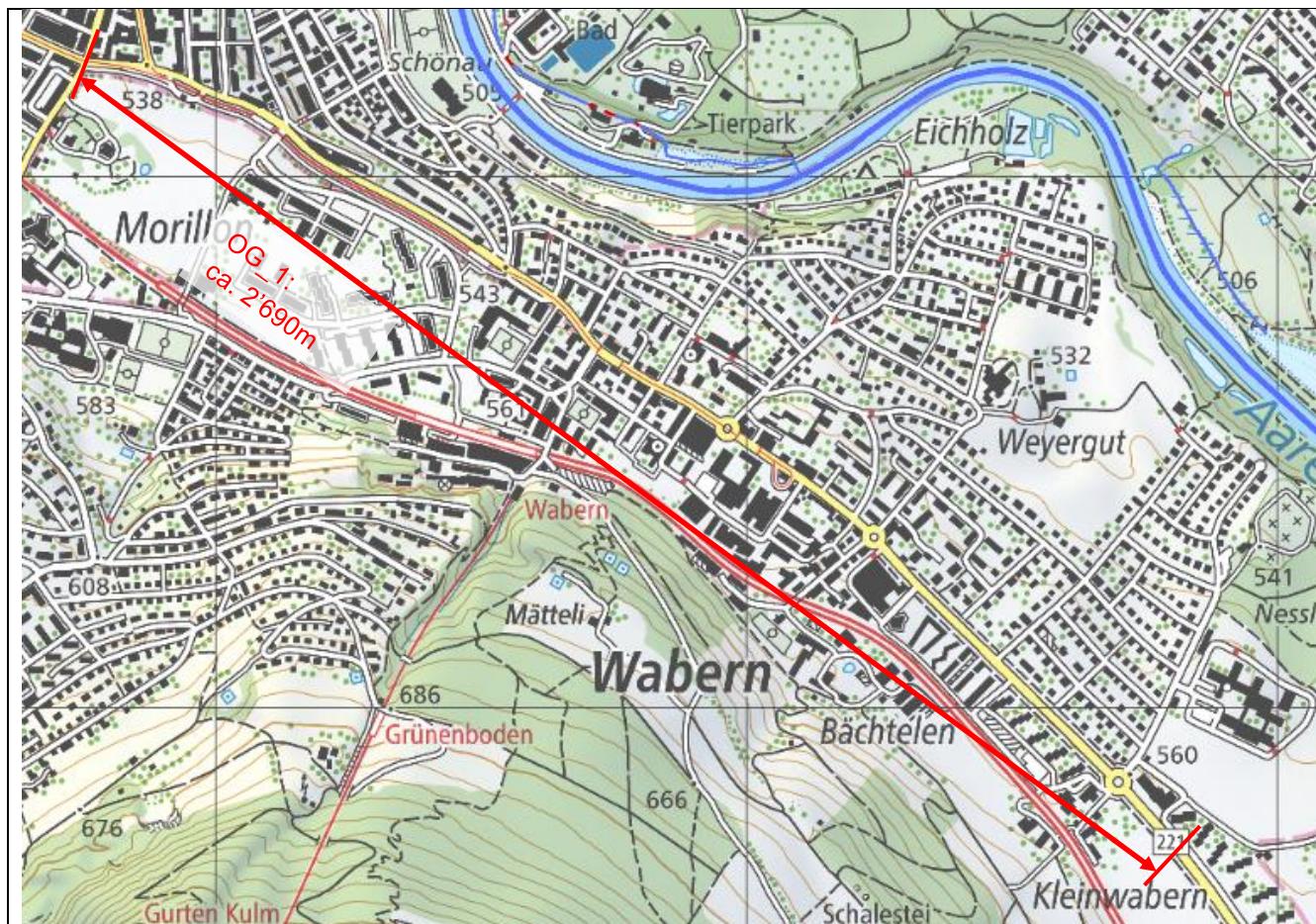
B.4.2 Schadenindikator «Verunreinigte oberirdische Gewässer»

B.4.2.1 Unterteilung in Elemente / Segmente basierend auf der Situation oberirdische Gewässer»

Element- / Segment-Nr.	Bemerkung
OG_1	Entwässerung in die ARA

B.4.2.2 Übersichtskarte Unterteilung Elemente / Segmente basierend auf der Situation «oberirdische Gewässer»

Darstellung der wichtigsten Oberflächengewässer



B.4.2.3 Prüfergebnis ASK «Verunreinigte oberirdische Gewässer»

ASK im IST Zustand – Ohne Massnahmen

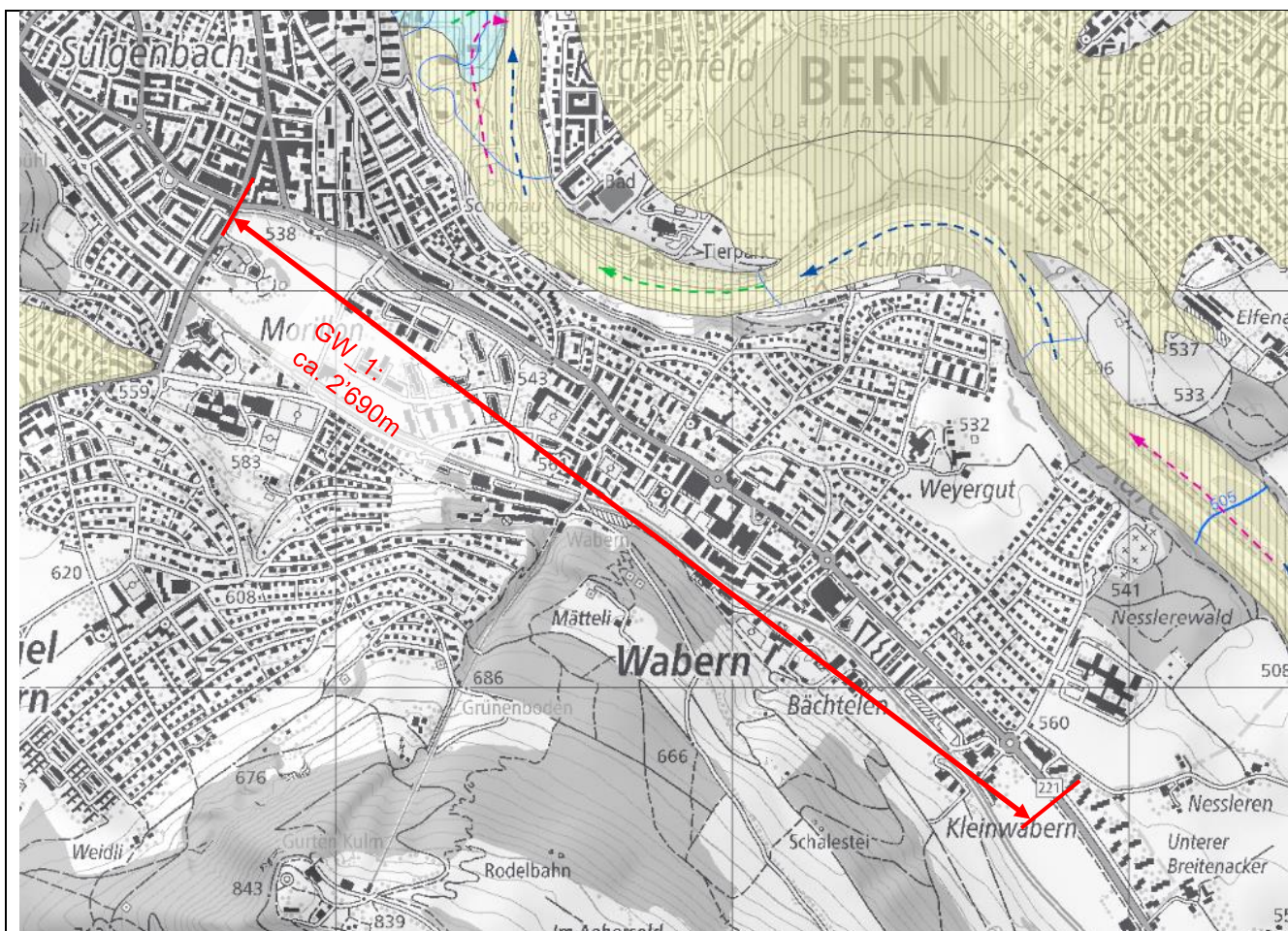
Element- / Segment-Nr.	ASK erfüllt / nicht erfüllt	Bemerkung
OG_1	> erfüllt	

B.4.3 Schadenindikator «Verunreinigte unterirdische Gewässer (Grundwasser)»

B.4.3.1 Unterteilung in Elemente / Segmente basierend auf der Situation unterirdische Gewässer (Grundwasser)»

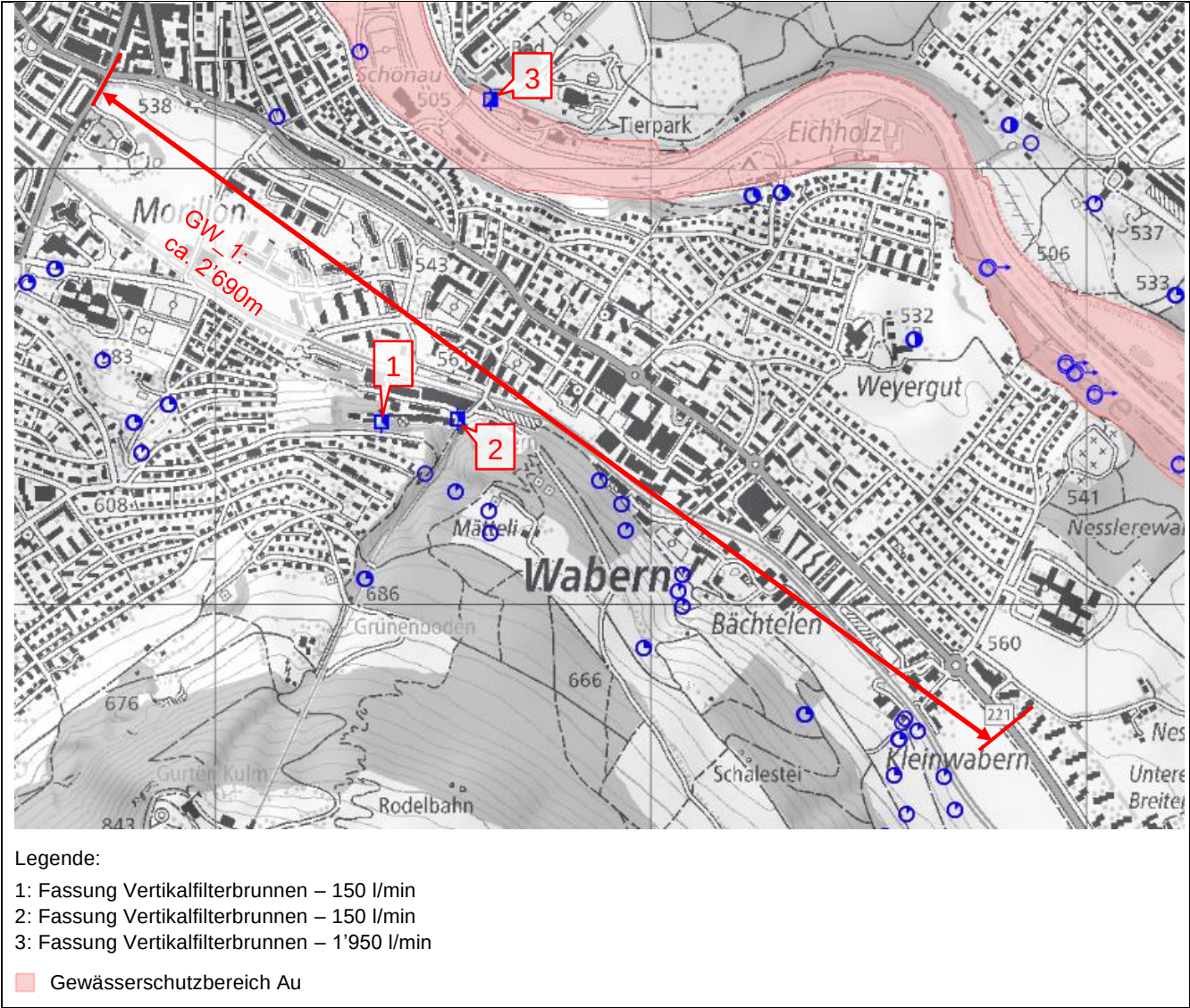
Element- / Segment-Nr.	Bemerkung
GW_1	Grundwasserfassungen sind nicht in Schutzzonen (S1, S2, S3) Kumulierte Wasserfassung < 2'500 l/min -> Grundwasserfassungen inaktiv gestellt

B.4.3.2 Übersichtskarte Unterteilung Elemente / Segmente basierend auf der Situation «Unterirdische Gewässer»



Legende:

 Grundwasser-Randgebiete mit Fliessrichtung (vermutet)



B.4.3.3 Prüfergebnis ASK «Verunreinigte unterirdische Gewässer (Grundwasser)»

ASK im IST Zustand – Ohne Massnahmen

Element- / Segment-Nr.	ASK erfüllt / nicht erfüllt	Bemerkung
GW_1	> erfüllt	Kumulierte Wasseraufnahme < 2'500 l/min -> Grundwasseraufnahmen inaktiv gestellt

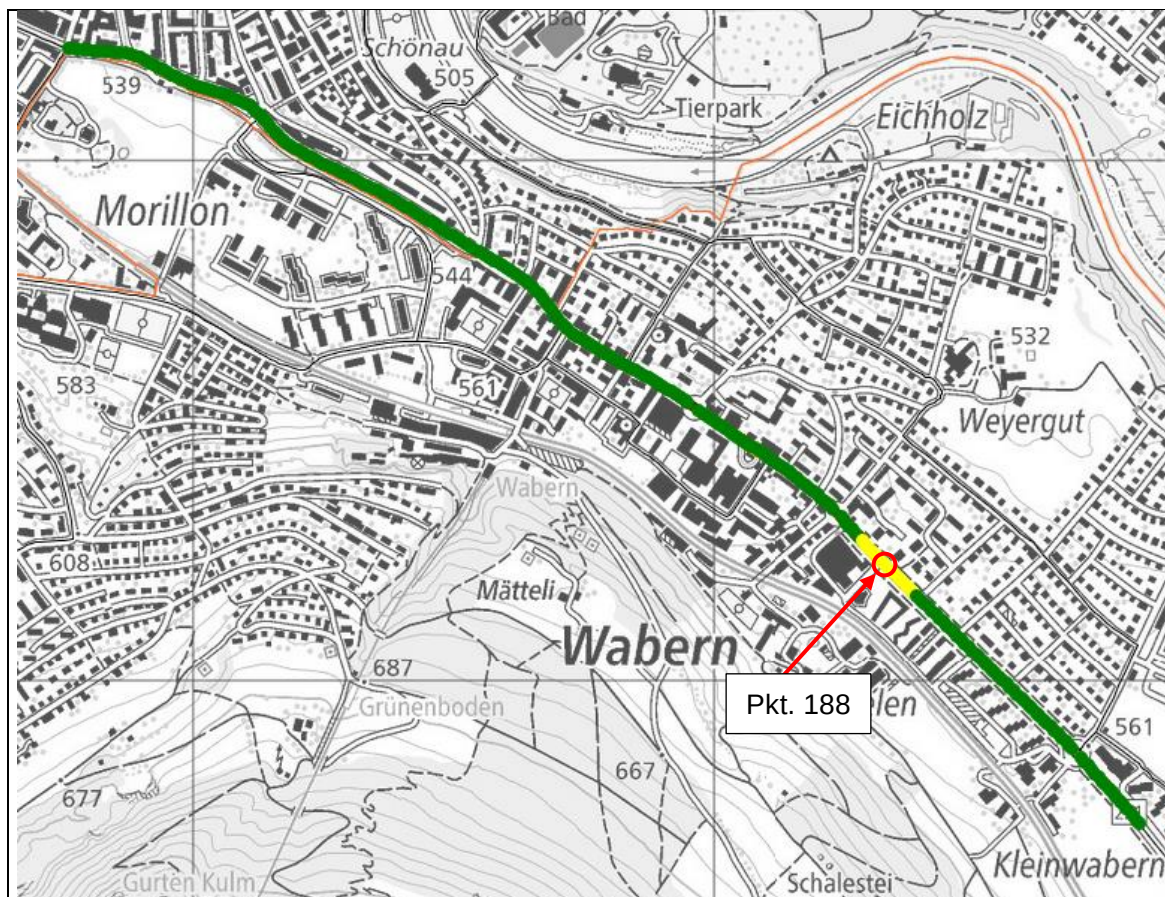
B.5 Ausblick Prüfergebnisse ASK

Die ASK für den Schadenindikator «Todesopfer (Bevölkerung)» ist nicht erfüllt:
→ Ein ortsspezifischer Kurzbericht samt Screening-Berechnung für den Schadenindikator «Todesopfer (Bevölkerung)» ist zu erarbeiten (Teil C).

C. Screening –Berechnung

C.1 Screening-Berechnung für den Schadenindikator «Bevölkerung»

C.1.1 Störfallpunkte

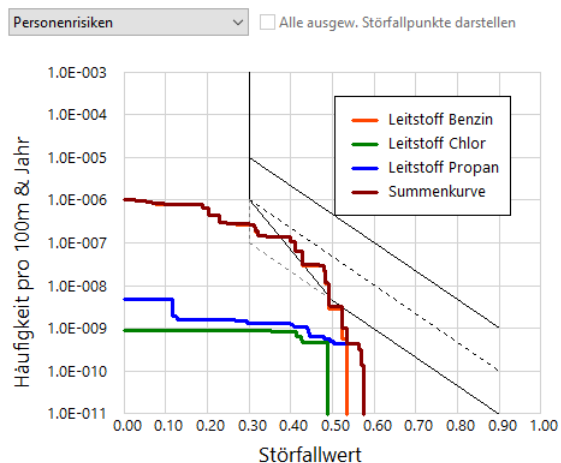


Ansicht: «Berechnete Störfallrelevanz Personen»

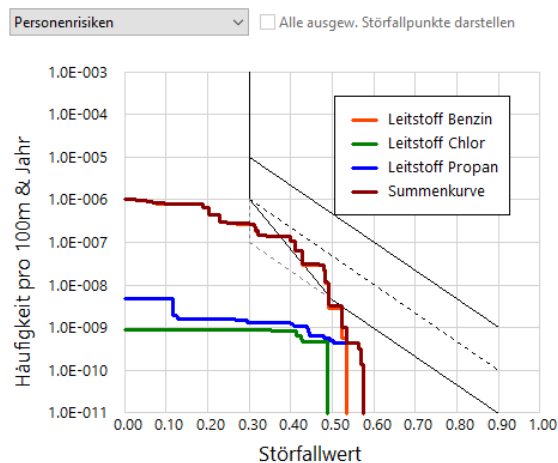
Berechnete Punkte Nr. 181 – 195 (gelb) liegen im unteren Übergangsbereich

C.1.2 W-/A-Diagramm Bevölkerung

IST-Zustand
Punkt 188



SOLL-Zustand (nach Projektierung)
Punkt 188



Eine Strecke von 140m des total betrachteten Projektperimeters von 2'690 m liegt «unteren Übergangsbereich» - aber damit immer noch im akzeptablen Bereich.

Es sind in diesem Fall keine SiMa erforderlich.

Bern, 08.07.2022

Beilage:

- Eingabeparameter Screening

5.17-1 Bewertung Hecke Seftigenstrasse



Qualitative Bewertung einer Hecke oder eines Feldgehölzes

Anwendungsbeispiel:

Gesamtbewertung = Summe Gehölzartenfaktor x Altersklassenfaktor x Strukturfaktor

Bewertung

Gehölzartenfaktor:

Name deutsch	Name lateinisch	Faktor	
Schwarzdorn	<i>Prunus spinosa</i>	3	3.0
Weissdorn	<i>Crataegus</i> spp.	3	3.0
Wildrosen	<i>Rosa</i> spp.	3	3.0
Haselstrauch	<i>Corylus avellana</i>	2	3.0
Weiden	<i>Salix</i> spp.	2/3*	
Ahorn	<i>Acer</i> spp.	1/2*	1.0
Brombeeren	<i>Rubus</i> spp.	1	
Vogelbeerbaum	<i>Sorbus aucuparia</i>	1/3*	1.0
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>		
Gemeiner Kreuzdorn	<i>Rhamnus cathartica</i>		
Gemeiner Schneeball	<i>Viburnum opulus</i>		
Gemeines Pfaffenhütchen	<i>Euonymus europaeus</i>		0.5
Hagebuche	<i>Carpinus betulus</i>		0.5
Johannisbeere	<i>Ribes</i> spp.		
Kornelkirsche	<i>Cornus mas</i>		
Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>		0.5
Mehlbeerbaum	<i>Sorbus aria</i>		
Rote Heckenkirsche	<i>Lonicera xylosteum</i>	1*	0.5
Roter Holunder	<i>Sambucus racemosa</i>		
Roter Hornstrauch	<i>Cornus sanguinea</i>		0.5
Sanddorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>		
Schwarze Heckenkirsche	<i>Lonicera nigra</i>		
Schwarzer Holunder	<i>Sambucus nigra</i>		0.2
Süsskirsche	<i>Prunus avium</i>	1*	0.2
Traubenkirsche	<i>Prunus padus</i>	1*	
Wolliger Schneeball	<i>Viburnum lantana</i>		0.2
Zitter-Pappel, Espe	<i>Populus tremula</i>		
Summe Gehölzartenfaktor			17.1

* In höheren Lagen ab 1000 m gilt der grössere Faktor

Altersklassenfaktor:

Alter der Gehölze	Faktor	
von Jungpflanzen bis über 20 Jahre	2	
von Jungpflanzen bis über 10 Jahre	1	
von 10 bis über 20 Jahre	1	
von Jungpflanzen bis zu 10 Jahre	0.5	
von Jungpflanzen bis zu 5 Jahre	0.25	2.0

Strukturfaktor:

Stufung: Bäume,	Kleinstrukturen: Totholz,				
Sträucher und Kräuter	Laub- und Laeseesteinhaufen				
3 Stufen	3 Strukturen	2 Str	1 Str	0 Str	
nur 2 Stufen	3	2.5	2	1.5	
nur 1 Stufe	2.5	2	1.5	1	
	2	1.5	1	0.5	1.5

Geschützte Arten:

Zusätzliche Arten: Wald-Föhre, Feld-Ahorn, Winter-Linde,

Schwarz-Efe, an den Bäumen Efeu, Berg-Ahorn, Spitz-Ahorn

Buche, Hänge-Birke, keine Kleinstrukturen vorhanden

Gesamtbewertung:

0-16 Punkte: nicht besonders wertvoll
 17-33 Punkte: von mittlerem Wert
 34-50 Punkte: ökologisch wertvoll
 > 50 Punkte: ökologisch hochwertig

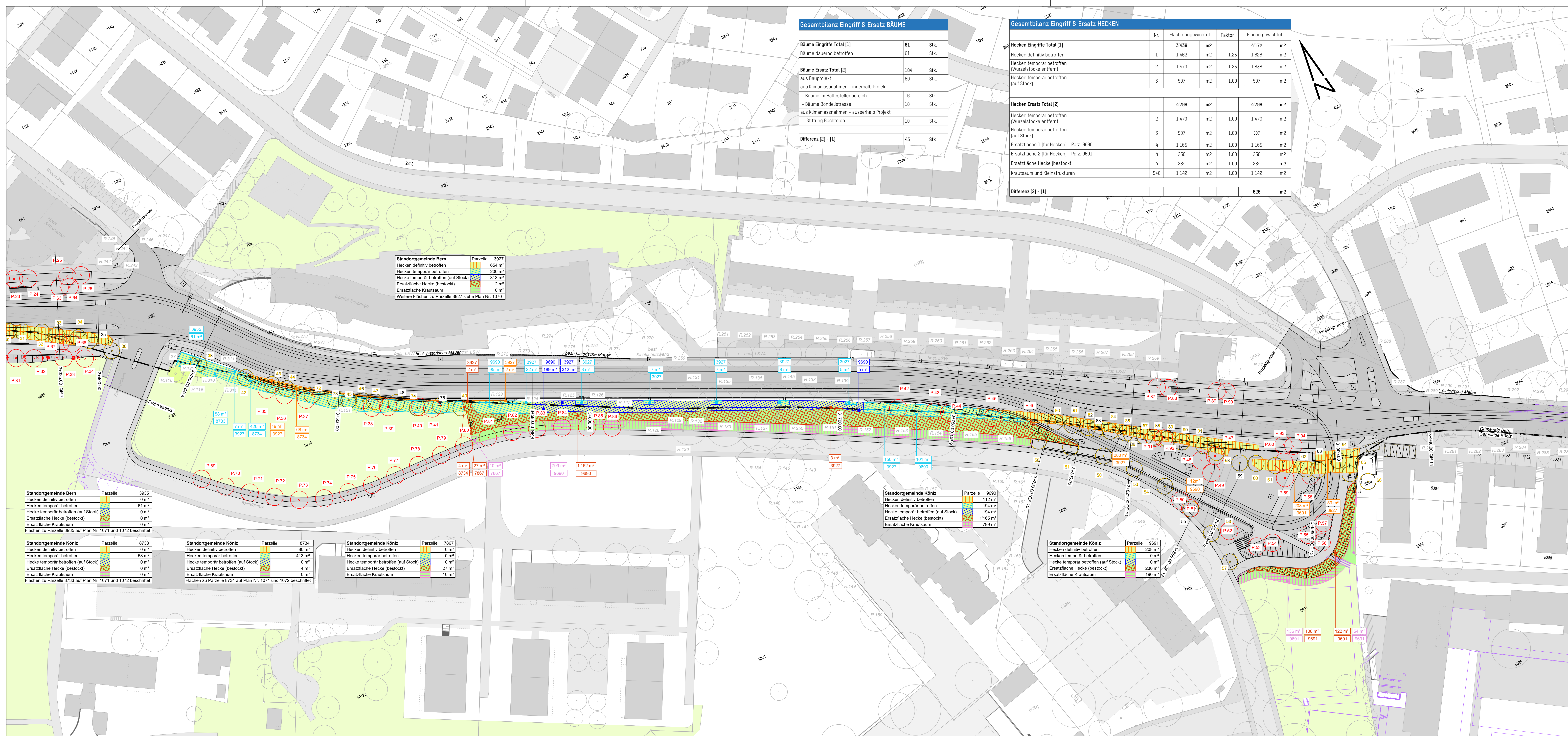
Datum:

Unterschrift:

51.3

5.18-1 Plan 1 Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume Seftigenstrasse

5.18-2 Plan 2 Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume Seftigenstrasse



Gesamtbilanz Eingriff & Ersatz BÄUME		
Bäume Eingriffe Total [1]	61	Stk.
Bäume dauernd betroffen	61	Stk.
Bäume Ersatz Total [2]	104	Stk.
aus Bauprojekt	60	Stk.
aus Klimamassnahmen - innerhalb Projekt		
- Bäume im Haltestellenbereich	16	Stk.
- Bäume Bondellstrasse	18	Stk.
aus Klimamassnahmen - ausserhalb Projekt		
- Stiftung Bächtelein	10	Stk.
Differenz [2] - [1]	43	Stk

Gesamtbilanz Eingriff & Ersatz HECKEN						
	Nr.	Fläche ungewichtet		Faktor	Fläche gewichtet	
Hecken Eingriffe Total [1]		3'439	m2		4'172	m2
Hecken definitiv betroffen	1	1'462	m2	1.25	1'828	m2
Hecken temporär betroffen (Wurzelsücke entfernt)	2	1'470	m2	1.25	1'838	m2
Hecken temporär betroffen (auf Stock)	3	507	m2	1.00	507	m2
Hecken Ersatz Total [2]		4'798	m2		4'798	m2
Hecken temporär betroffen (Wurzelsücke entfernt)	2	1'470	m2	1.00	1'470	m2
Hecken temporär betroffen (auf Stock)	3	507	m2	1.00	507	m2
Ersatzfläche 1 (für Hecken) - Parz. 9690	4	1'165	m2	1.00	1'165	m2
Ersatzfläche 2 (für Hecken) - Parz. 9691	4	230	m2	1.00	230	m2
Ersatzfläche Hecke (bestockt)	4	284	m2	1.00	284	m3
Krautsaum und Kleinstrukturen	5+6	1'142	m2	1.00	1'142	m2
Differenz [2] - [1]					626	m2

Standortgemeinde Bern	Parzelle	3927
Hecken definitiv betroffen		654 m²
Hecken temporär betroffen		200 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		313 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		2 m²
Ersatzfläche Krautsaum		0 m²
Weitere Flächen zu Parzelle 3927 siehe Plan Nr. 1070		

Standortgemeinde Bern	Parzelle	3935
Hecken definitiv betroffen		0 m²
Hecken temporär betroffen		61 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		0 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		0 m²
Ersatzfläche Krautsaum		0 m²
Flächen zu Parzelle 3935 auf Plan Nr. 1071 und 1072 beschriftet		

Standortgemeinde Köniz	Parzelle	8733
Hecken definitiv betroffen		0 m²
Hecken temporär betroffen		58 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		0 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		0 m²
Ersatzfläche Krautsaum		0 m²
Flächen zu Parzelle 8733 auf Plan Nr. 1071 und 1072 beschriftet		

Standortgemeinde Köniz	Parzelle	8734
Hecken definitiv betroffen		80 m²
Hecken temporär betroffen		413 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		0 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		4 m²
Ersatzfläche Krautsaum		0 m²
Flächen zu Parzelle 8734 auf Plan Nr. 1071 und 1072 beschriftet		

Standortgemeinde Köniz	Parzelle	7867
Hecken definitiv betroffen		0 m²
Hecken temporär betroffen		0 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		0 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		27 m²
Ersatzfläche Krautsaum		10 m²

Standortgemeinde Köniz	Parzelle	9690
Hecken definitiv betroffen		112 m²
Hecken temporär betroffen		194 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		194 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		1'165 m²
Ersatzfläche Krautsaum		799 m²

Standortgemeinde Köniz	Parzelle	9691
Hecken definitiv betroffen		208 m²
Hecken temporär betroffen		0 m²
Hecke temporär betroffen (auf Stock)		0 m²
Ersatzfläche Hecke (bestockt)		230 m²
Ersatzfläche Krautsaum		190 m²

Legende

Projekt / Abbruch

proj. Strassenbau

proj. Gleisoberbausystem (Schiene)

Abbruch/Rückbau (Tankstellendach, Parkplatz)

proj. Dritprojekt

proj. Fahrbin., ÖV-Spur, Kunstbauten

proj. Best. Fläche, Gehweg, Radweg

Entwässerung nach Prinzip Schwammstadt

proj. Grünfläche

proj. Dammböschung

proj. Einschnittböschung

proj. Fahrlängungsmast mit Fundament

proj. LSA-Signalausleger mit Fundament

proj. Wartehalle Haltestellen

Bestand

Gemeindegrenze Köniz / Bern

Bauwerke

Gehweg / Trottoir

Strasse

unterirdische Bauwerke

Acker / Wiesen / Weiden

Fahrlängungsmast mit Fundament

best. Zaun

Eingriff / Ersatz

Hecken bestehend

Hecken definitiv betroffen

Hecken temporär betroffen (Wurzelsücke entfernt)

Hecken temporär betroffen (auf Stock)

Hecken Ersatzpflanzung

Krautsaum Ersatzpflanzung

Bäume bestehend

Bäume dauernd betroffen

Bäume Neupflanzungen

Bäume Dritprojekt

Kleinstrukturen Sandrinne

Kleinstrukturen Buschgruppe

Kleinstrukturen Asthaufen

m² Angabe inkl. dazugehörige Parzellennummer

Signalisationen und Markierungen nach Art. 107 Abs. 1 SSV werden in einem separaten Verfahren verfügt und publiziert.

Integrierte Bestandteile der Plangenehmigung

Beilage

Plan Nr.

Bezeichnung

2 - 5

SEFT3_43_1101 / 1102 / 1103 / 1104_si

Situation Strassenbau 1:200

6

SEFT3_43_1105_si

Provisorische Bauten 1:500

7 - 9

SEFT3_43_1151 / 1152 / 1158_lp

Längsprofil 1:1'000 / 100, 1:500 / 50

10

SEFT3_43_1145_qp

Querprofil 1:100

12 / 13

SEFT3_43_1031 / 1032_le

Länderwerb 1:500

14

SEFT3_43_1031 / 1032_le

Umweltverträglichkeitsbericht, Hauptuntersuchung

15 - 16

SEFT3_43_1071 / 1072_si

Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume 1:500

Planungsgemeinschaft / Bauherren

Kanton Bern
Canton de Berne

BERNMOBIL

Gemeinde Köniz

Stadt Bern

ewb

Strassenplan
Dokument Nr. 16

Strassen-Nr.

221

Revidiert

Strassenzug

Bern - Seftigen

Proj.-Nr.

420.20090

Gemeinde

Bern, Köniz

Plan-Nr.

SEFT3_43_1072_si

Projekt vom

27.10.2025

Format

148 x 60

Situation 1:500

Sanierung Seftigenstrasse,
Knoten Seftigen-/Morillonstr. bis Sandrain, Projekt 3

Eingriff und Ersatz Hecken und Bäume Blatt 2/2

Projektverfassende

id EB3W

gta Eichenberger AG Bern

Weber
+ Brönnimann

Emch+Berger

S

MUSESTÄTTUNG
MORILLON-SANDRAIN
SEFTIGENSTRASSE 3E

P:\P_SEFT34_PLANA3_BAUPROJEKT\SEFT3_43_1072_si.dwg

5.18-3 Pflegevereinbarung Hecke SEFT 3

VEREINBARUNG

zwischen

Bauherrengemeinschaft SEFT 3 bestehend aus:

Tiefbauamt des Kantons Bern

Oberingenieurkreis II
Schermenweg 11
3011 Bern

BERNMOBIL

Eigerplatz 3
3001 Bern

Tiefbau der Stadt Bern

Bundesgasse 33
3001 Bern

Gemeinde Köniz

Landorfstrasse 1
3098 Köniz

Energie Wasser Bern (ewb)

Monbijoustrasse 11
3001 Bern

(im Folgenden Bauherrengemeinschaft)

und

Strasseninspektorat Mittelland West

Tiefenaustrasse 13
3048 Worblaufen

(im Folgenden SI-ML West)

betreffend

**Heckenunterhalt Seftigenstrasse zwischen Knoten
Morillonstrasse - Seftigenstrasse bis Betriebswende-
schlaufe Tram Sandrain**

Einleitung

Die Bauherrengemeinschaft SEFT 3 bestehend aus dem Oberingenieurkreis II IKanton Bern, BERNMOBIL, Energie Wasser Bern der Stadt Bern und der Einwohnergemeinde Köniz beabsichtigen die Seftigenstrasse zu sanieren und neu zu gestalten. Im Rahmen des Projekts 3 Abschnitt Morillon – Sandrain (SEFT 3) wurde ein Grossteil der rund 800 Meter langen Hecke entlang der Seftigenstrasse entfernt, wiederhergestellt und ersetzt. Bis die Hecke wieder ihre Funktion im Landschaftshaushalt erfüllen kann vergehen mindestens 15 Jahre. Die Abteilung Naturförderung verlangt zur Sicherstellung der Pflege während der ersten 15 Jahre eine Pflegevereinbarung zwischen dem Verursacher (Bauherrengemeinschaft) und jenen, welche die Hecke pflegen. Nach Ablauf der 15 Jahre muss die ordentliche Pflege sichergestellt sein.

Artikel 1 – Wederherstellung und Ersatz Hecke

Insgesamt werden 2'932 m² Hecke samt Wurzelstöcken entfernt. Mit einem Faktor 1.25 müssen damit 3'665 m² Hecke ersetzt und wiederhergestellt werden. Zusätzlich werden 507 m² auf Stock gesetzt (Faktor 1.0). Da der Strassenabstand unterschritten wird, fällt die Ersatzfläche grösser aus als die minimale mit dem Faktor berechnete Fläche. 1'977 m² Hecke werden auf bestehenden Heckenstandorten wiederhergestellt, 2'678 m² werden neu auf bisher nicht bestockter Fläche gepflanzt. Auf der Parzelle 9689 werden auf 284 m² Kleinstrukturen zur Gewährleistung der Längsvernetzung erstellt, die Hälfte davon kann für den Heckenersatz angerechnet werden. Dies sind insgesamt 4798 m².

Die Eigentümerverhältnisse auf den Grundstücken wo die Hecke wiederhergestellt und ersetzt wird, sind unten sowie im Anhang aufgeführt:

- Parzelle 2497
- Parzelle 4097
- Parzelle 9689
- Parzelle 3935
- Parzelle 8733
- Parzelle 8734
- Parzelle 3927
- Parzelle 7867
- Parzelle 9690
- Parzelle 9691
- Parzelle 7867

Artikel 2 – Pflege der Hecke und Finanzierung der Pflege

Die Bauherrengemeinschaft SEFT 3 wird im Rahmen der Gärtnersubmission eine Anwachsgarantie von 5 Jahren ausschreiben. Nach Ablauf der Anwachsgarantie bzw. Abnahme wird das Strasseninspektorat Mittelland West für die Pflege während 10 Jahren, bis zum Ablauf des 15. Jahres nach der Heckenpflanzung, zuständig sein. Für die Pflege kann ein Unternehmen beauftragt werden. Die Vergütung für die Pflege erfolgt nach marktüblichen Preisen und erfolgt über das Strasseninspektorat. Die Heckenpflege hat gemäss dem Pflegeplan zu erfolgen (in Erarbeitung). In den ersten fünf Jahren nach der Heckenpflanzung werden durch die beauftragte Gartenunternehmung* ca. alle 20 Meter Kleinstrukturen verteilt auf die Hecke erstellt und innerhalb der 5 Jahren Anwachsgarantie auch unterhalten.

Nach 15 Jahren geht die Pflege der Hecke, der Kleinstrukturen und der Nist- und Fledermauskästen an die Stadt Bern und Gemeinde Köniz über. Massgebend ist der Pflegeplan. Die nicht tangierten Heckenabschnitte sind nicht Gegenstand dieser Vereinbarung.

- Fläche Standortgemeinde Köniz: 4165 m² (ohne Heckenteile die durch das Projekt nicht tangiert werden)
- Für die Standortgemeinde Bern: 777 m² (ohne Heckenteile die durch das Projekt nicht tangiert werden)

Artikel 3 – Weitere Bestimmungen

Sollte das Vorhaben der Sanierung und Umgestaltung der Seftigenstrasse nicht genehmigt werden, bleiben die Zuständigkeiten für die Pflege wie bisher.

Jene Partei die nach Ablauf der 15 Jahre ab Vertragsabschluss die Pflege übernimmt, kann eine Erhebung der Zielvegetation gemäss Pflegeplan anmelden. Die Kosten für die Erhebung gehen zu Lasten der Bauherrengemeinschaft.

Artikel 3.1 – Laufzeit der Vereinbarung

Die Vereinbarung beginnt mit der Pflanzung der neuen Hecken und endet:

1. 15 Jahre nach der Pflanzung der Hecke
2. Nach Ablauf der 15 Jahre bestehen bis auf den Vorbehalt bei nicht Erreichung der Zielvegetation gemäss Pflegeplan, (siehe Punkt 3.) zwischen den der Bauherrschaft und SI ML West keine weiteren Verpflichtungen betreffend dem Heckenersatz Projekt Seftigenstrasse 3.
3. Wird die gewünschte Zielvegetation (gemäss Definition Pflegeplan) nicht erreicht, muss die Vereinbarung verlängert werden, bis der gewünschte Endzustand erreicht ist.
4. Ausserordentliche Ereignisse wie Feuer, Trockenheit und Pflanzenkrankheiten/Schädlinge welche zu einer Abweichung vom Zielzustand führen, fallen nicht in die Zuständigkeit der Vereinbarung.

Diese Pflegvereinbarung fällt dahin, falls und soweit das Projekt SEFT3 nicht realisiert wird.

Die Vereinbarung wird 3-fach ausgestellt. Die Bauherrengemeinschaft SEFT3 3 und das SI ML West sowie die Abteilung Naturförderung des Kantons Bern erhalten je ein unterzeichnetes Exemplar.

Bern, den _____

Bauherrengemeinschaft SEFT 3
vertreten durch den Obergeringenieurkreis II

Adrian Gugger
Stv.. Kreisobergeringenieur

Thomas Wüthrich
Kreisobergeringenieur

SI ML West
Worblaufen, den _____

Kaspar Aeberhard
SI ML West

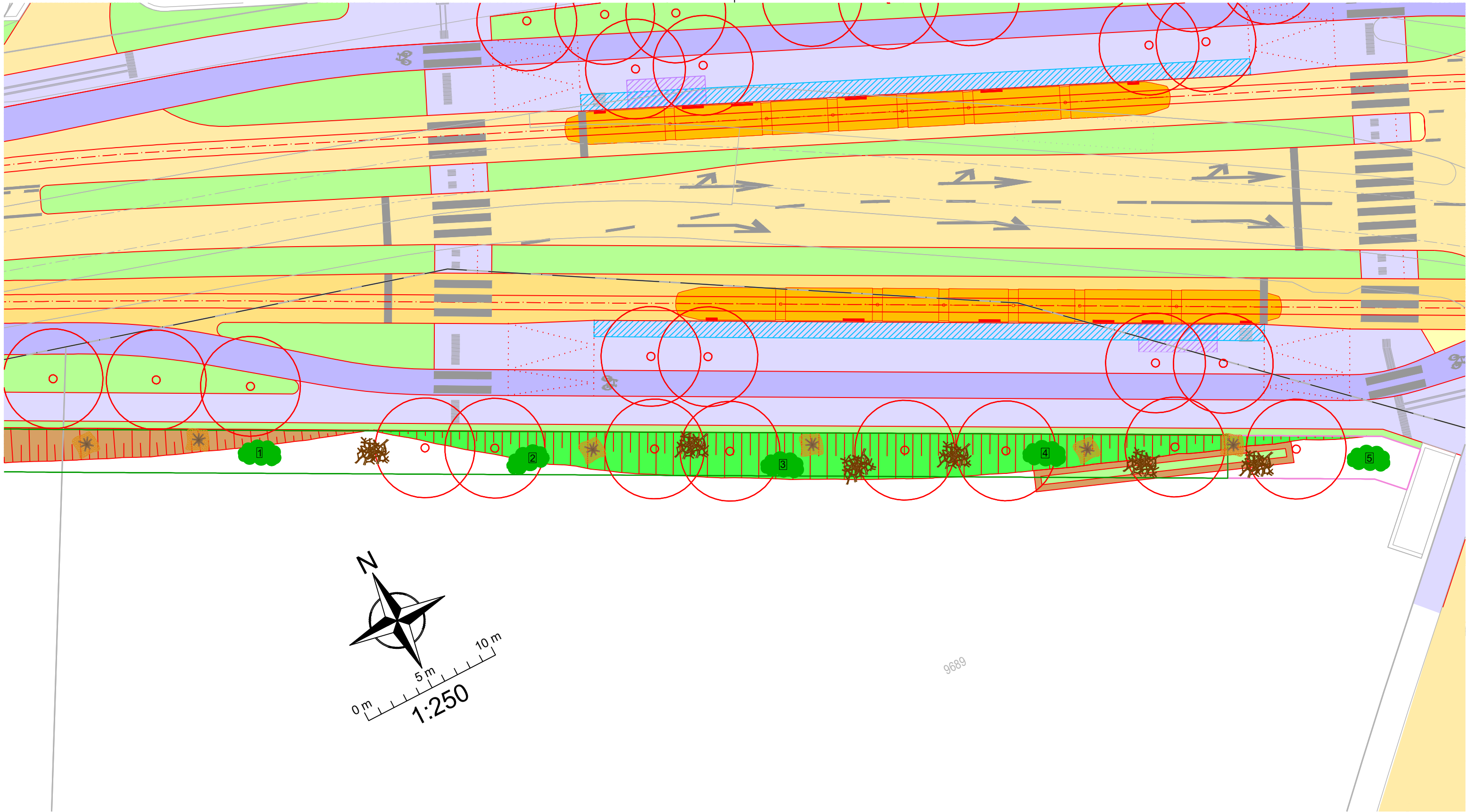
Kopie an:

Anhang: Pflegeplan mit Informationen zu den Grundeigentümern im Endzustand (in Erarbeitung).

5.18-4 Kleinstrukturen Parzelle 9689



NEUGESTALTUNG
MORILLON-SANDRAIN
SEFTIGENSTRASSE.BE



LEGENDE

-  Buschgruppe
-  Asthaufen
-  Sandlinse mit Teileingegrabenem Wurzelstock

Oberingenieurkreis II
SEFT 3, Kleinwabern, UBB/BBB

SEFT 3: Kleinstrukturen Mobiliarparzelle Nr.9689
Situation 1:250

CSD INGENIEURE+		CSD INGENIEURE AG Belpstrasse 48 CH-3007 Bern		t +41 31 970 35 35 f +41 31 970 35 36 www.csd.ch	
Gezeichnet	DKA / 01.09.25	Auftrags Nr.	Phase	Plan	Index
Geprueft	PAKO / 01.09.25	DCH0000486.03 01			
Freigegeben	PAKO / 01.09.25				

CSD INGENIEURE AG

Belpstrasse 48

CH-3007 Bern

+41 31 970 35 35

bern@csd.ch

www.csd.ch

CSD INGENIEURE 

VON GRUND AUF DURCHDACHT



Tiefbauamt des Kantons Bern, OIK II

Seftigenstrasse 3
Kleinstrukturen Mobilarparzelle 9689

Bern, 29.09.25 / DCH000486.03

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	1
2	Kleinstrukturen zur Sicherstellung der Längsvernetzung	1
2.1	Anlage und Funktion der Kleinstrukturen	2
2.2	Anordnung der Kleinstrukturen	4
2.3	Pflege der Kleinstrukturen	4
3	Impressum	5
4	Disclaimer	5

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Wurzelstöcke die in eine Sandlinse eingegraben werden, bieten eine zusätzliche, wertvolle Struktur und können ein Abschwemmen des Sands verhindern.....	2
Abbildung 2:	Die bereifte Rose (Rosa glauca) fällt mit Ihren Blüten und der Blattfrabe auf. Alleinstehend kann sie eine beträchtliche Grösse erreichen.....	3
Abbildung 3:	Ein Krautsaum bietet ganzjährig ein vielfältiges Blütenangebot und bietet zahlreichen Tierarten Unterschlupf.	3

Anhangsverzeichnis

Anhang A	Anordnung der Kleinstrukturen	
----------	-------------------------------	--

1 Ausgangslage

Die Bauherrschaft SEFT 3 bestehend aus dem Obergerienieurkreis II Kanton Bern, BERNMOBIL, Energie Wasser Bern der Stadt Bern und der Einwohnergemeinde Köniz beabsichtigen die Seftigenstrasse zu sanieren und neu zu gestalten. Im Rahmen des Projekts 3 Abschnitt Morillon – Sandrain (SEFT 3) wird ein Grossteil der rund 800 Meter langen Hecke entlang der Seftigenstrasse entfernt, wiederhergestellt und ersetzt.

Das Bauprojekt SEFT 3 «Sanierung Seftigenstrasse, Knoten Monbijou – Sandrain» wurde unter engem Einbezug der Standortgemeinden erarbeitet. Die wichtigsten betroffenen Grundeigentümer (z.B. Von Tschanner, Mobiliar) wurden und werden regelmässig über den Projektfortschritt informiert und begrüssen das Projekt im Grundsatz. Die Mobiliar äusserte auf ihrem Grundstück Nummer 9689 konkrete Vorbehalte zur Heckenpflanzung auf Ihrer Parzelle. Das Projekt SEFT 3 grenzt direkt an den Perimeter der «Überbauungsordnung Morillon» (UeO Morillon). U. a. im Zusammenhang mit der Erschliessung des Gebiets sowie aus städtebaulicher Sicht, besteht ein enger funktionaler Zusammenhang zwischen dem Projekt SEFT 3 und der UeO Morillon. Eine Abstimmung der beiden Vorhaben ist aufgrund unterschiedlichem Planungsstand leider nicht möglich. Die Parzelle Nr. 9689 der Mobiliar ist sowohl für das Projekt SEFT 3 (Heckenersatz, Landerwerb für die Haltestelle Schöneegg) als auch für die UeO Morillon («Filestück» direkt bei der Haltestelle) von grosser Bedeutung. Im Austausch mit der Mobiliar zeigte sich, dass diese der Landabtretung nur zustimmt, wenn sie eine hohe Sicherheit haben, dass das heute rechtskräftig zugesicherte Nutzungsmass auch auf der verbleibenden Parzellenfläche von 5'535 m² realisieren werden kann. Dies ist aus Sicht der Mobiliar nur zu erreichen, wenn es zu keinen weiteren Einschränkungen wie die Neubepflanzung der Hecke kommt (gemäss Heckenrichtlinie Bauabstand 6m).

Insgesamt müssen 3'665 m² Hecke ersetzt und wiederhergestellt werden. Zusätzlich werden 507 m² auf Stock gesetzt. Da der Strassenabstand unterschritten wird, fällt die Ersatzfläche grösser aus als die minimale mit dem Faktor berechnete Fläche von 4172m². Insgesamt waren 4942m² Heckenersatzflächen geplant, womit eine Bilanz von + 770m² erreicht würde.

In Absprache mit der Abteilung Naturförderung kann die Längsvernetzung auf der Mobiliarparzelle (9689) anstelle einer Hecke auf 284 m² mit Kleinstrukturen sichergestellt werden (Punkt 2). Nur aufgrund der im Projekt SEFT 3 geplanten, genügend grossen Heckenersatzfläche unter Kompensation des geringeren Strassenabstandes, kann auf eine Heckenpflanzung auf der Parzelle 9689 der Mobiliar verzichtet werden. Die Hälfte der Heckenfläche (142 m²) der Parzelle 9689 muss als Hecke ersetzt werden (auf Parzelle 9690). Die andere Hälfte kann mit Kleinstrukturen ersetzt werden. Die Heckenbilanz beträgt mit dieser Lösung + 628 m².

Die ökologischen Elemente in der Böschung müssen, falls diese später im Rahmen der Überbauung Morillongut entfernt werden, wieder ersetzt werden. Die ökologischen Elemente in und auf der Böschung sind somit nicht von einem Ersatz ausgenommen.

2 Kleinstrukturen zur Sicherstellung der Längsvernetzung

Die Längsvernetzung der Hecke entlang der Seftigenstrasse auf der Parzelle 9689 soll trotz Verzichts auf eine Heckenpflanzung mittels der gezielten Anlage von Kleinstrukturen sichergestellt werden. Die Kleinstrukturen werden auf der ca. 3.3 Meter breiten Böschung angelegt. Auf die Pflanzung der acht einheimischen Bäume wird nicht verzichtet. Die Längsvernetzung wird somit mittels Kleinstrukturen, den Bäumen sowie einer an warme Verhältnisse angepasste Saummischung (Trifolion medii – Geranion sanguinei) sichergestellt.

Die Kleinstrukturen sollen sowohl die Funktionen Unterschlupf, Fortpflanzung, Jagdgebiet und Vernetzungselement für verschiedenste Tierarten wahrnehmen. Es sind folgende Kleinstrukturen vorgesehen:

- Asthaufen: mind. 1.5 x 1.5 m und 1.2 m hoch
- Sandlinsen mit teileingegrabenen Wurzelstöcken: mind. 1.5 x 1.5 m, Aushub 40 - 50 cm tief.
- Buschgruppen, teilweise in Kombination mit Wurzelstöcken: 4-6 Pflanzen, eher eng gepflanzt. Hauptsächlich bestehend aus Wildrosenarten die keine oder kaum Ausläufer bilden.
- Mesophiler bis trockenwarmer Krautsaum (Trifolion medii – Geranion sanguinei)

Auf Steinhaufen wird aus Sicherheitsgründen verzichtet.

2.1 Anlage und Funktion der Kleinstrukturen

Asthaufen: Die Asthaufen entlang der Seftigenstrasse dienen als Unterschlupf für Igel und weitere kleine Säugetiere, viele Insektenarten können sich darin entwickeln. Von Vögeln werden Asthaufen als Sitzwarte, Unterschlupf und zur Nahrungssuche genutzt. Die Asthaufen werden zum Schutz vor Abrutschen mit senkrecht eingeschlagenen Astteilen gesichert. Dies erleichtert zudem das Stapeln des Astholzes. Der untere Bereich des Asthaufens soll mit grobem Holzmaterial geschichtet werden, so dass Hohlräume entstehen, die durch Igel genutzt werden können. Zu diesem Zweck können auch Wurzelstöcke verwendet werden. Wenn logistisch möglich, soll durch die Rodung und Entfernung der Hecke anfallendes Material verwendet werden. Asthaufen werden über die gesamte Länge der Hecke entlang Seftigenstrasse im Perimeter SEFT 3 angelegt.

Sandlinsen mit teileingegrabenen Wurzelstöcken: Die Sandlinsen sollen vor allem Wildbienen als Nisthabitat dienen. Drei von vier Wildbienenarten nisten in selbstgegrabenen Gängen im Boden. Die besonnte Böschung eignet sich sehr gut. Mit dem Krautsaumsaum zwischen den Elementen kann auch gleich ein vielfältiges Nahrungsangebot geschaffen werden. Die Anlage erfolgt vorzugsweise zwischen Oktober und Februar. Es darf kein gewaschener Sand verwendet werden, da dieser zu wenig Lehmanteile enthält. Am besten wird unbehandelter Sand direkt ab Kieswerk verwendet. Geeigneter Sand darf nicht zu bröckelig und nicht zu lehmig sein. Wenn der feuchte Sand nach zusammendrücken beim Zerstoßen mit den Fingern in kleinere Brocken zerfällt, ist er geeignet. Für die Sandlinse wird eine 50 – 40 cm tiefe Grube ausgehoben und mit einer ca. 5 cm dicken Schicht Kies aufgefüllt (Drainageschicht). Den Sand in 15cm Schichten auftragen und verdichten. Der Sand wird zu einem leichten Hügel aufgetragen (Sackung mit der Zeit). Die Wurzelstöcke werden im Prozess so eingebaut, dass der grössere Teil noch aus der Sandlinse ragt. Werden die Wurzelstöcke am hangabwärts gelegenen Teil der Sandlinse eingebaut, verhindern sie das Abschwemmen des Sands. Für eine 3m² grosse Sandlinse werden ca. 1.5m³ Sand benötigt.



Abbildung 1: Wurzelstöcke die in eine Sandlinse eingegraben werden, bieten eine zusätzliche, wertvolle Struktur und können ein Abschwemmen des Sands verhindern.

Buschgruppen: Die Buschgruppen sollen eine Verbindung zwischen den Heckenteilen schaffen, ohne dass die Buschgruppen zu einer Hecke zusammenwachsen. Aus diesem Grund muss der Abstand zwischen den Buschgruppen auch nach Jahren mindestens 10 Meter betragen. Als Pflanzmaterial sind hauptsächlich einheimische Wildrosenarten vorgesehen, die keine oder kaum Ausläufer bilden und an warme Standorte angepasst sind. Zudem bieten Wildrosen mit den Blüten und Früchten ein ansprechendes ästhetisches Element. Die gewählten Arten sind die bereifte Rose (Rosa glauca), Zimt-Rose (Rosa majalis), Kleinblütige

Rose (*Rosa micrantha*), Acker-Rose (*Rosa Agrestis*), Busch-Rose (*Rosa corymbifera* aggr.), Wein-Rose (*Rosa rubiginosa* aggr.) und filzige Rose (*Rosa tomentosa*). Die Rosenbüsche werden im Abstand von 0.7 Metern eher eng gepflanzt. Damit können 5-7 Pflanzen auf ca. 3 m² pro Buschgruppe gepflanzt werden. Es sind mindestens zwei Jungpflanzen pro Art nebeneinander zu pflanzen. Die Buschgruppen können mit Wurzelstöcken ergänzt werden.



Abbildung 2: Die bereifte Rose (*Rosa glauca*) fällt mit Ihren Blüten und der Blattfrabe auf. Alleinstehend kann sie eine beträchtliche Grösse erreichen.

Krautsaum: Zwischen den Strukturen wird ein Krautsaum angelegt. Die Mischung enthält sowohl Arten des mesophilen sowie des trockenwarmen Krautsaumes. Der Krautsaum wird auf nährstoffarmem Boden angelegt. Der Krautsaum bietet über das Jahr verteilt ein vielfältiges Blütenangebot. Durch die Höhe der



Abbildung 3: Ein Krautsaum bietet ganzjährig ein vielfältiges Blütenangebot und bietet zahlreichen Tierarten Unterschlupf.

Pflanzen bildet der Saum zudem eine natürliche Barriere zum dahinter liegenden Land. Der Krautsaum bietet zahlreichen Arten Deckung. Grössere markhaltige Stängel, die über den Winter stehen gelassen werden sind Nisthabitat von Wildbienen und weiteren Insekten.

2.2 Anordnung der Kleinstrukturen

Die Kleinstrukturen werden zwischen den Bäumen verteilt. Insgesamt sind 6 Asthaufen, 6 Sandlinsen mit teileingegrabenen Wurzelstöcken und 5 Buschgruppen vorgesehen. Dies sind auf den knapp 100 Metern insgesamt 17 Kleinstrukturen und 8 Bäume.

Die Sandlinsen werden so platziert, dass die gut besonnt sind. Die Distanz zwischen den Buschgruppen beträgt mind. 14. Meter. Die Strukturen können teilweise auch ineinander übergreifen und bilden so Kleinstrukturenkomplexe. Die Anordnung der Kleinstrukturen ist in Anhang 1 dargestellt.

2.3 Pflege der Kleinstrukturen

Die Pflege der Kleinstrukturen wird in einem noch zu erstellenden separaten Dokument mit der Heckenpflege detailliert beschrieben. An dieser Stelle werden lediglich die wichtigsten Punkte aufgeführt.

Asthaufen: Das bei der Heckenpflege anfallende Material wird zumindest Teilweise auf die Asthaufen geschichtet, so dass diese alle paar Jahre mit neuem Astmaterial aufgeschichtet werden.

Sandlinsen mit teileingegrabenen Wurzelstöcken: Im Frühling und Herbst werden Gräser und stark wuchernde Pflanzen von den Sandlinsen entfernt. Neophyten sind zu entfernen. Ein zu starkes Einwachsen der Sandlinsen ist zu verhindern.

Buschgruppen: Die Buschgruppen sind wie die Hecken Abschnittsweise zu Pflegen, so dass die Rosenbüsche nicht vergreisen. Die Buschgruppen sollten nicht grösser als 10 -15 m² werden.

Krautsaum: Der Krautsaum wird abschnittsweise alle 2 Jahre im Herbst gemäht. Problempflanzen und Neophyten sind jährlich zu entfernen.

Begleitend zur Erstellung der Kleinstrukturen wird empfohlen, Hinweisschilder mit Informationen zur Funktion der Kleinstrukturen und des Krautsaums zu installieren. Dies erhöht die Akzeptanz der umgesetzten Massnahmen.

3 Impressum

Bern, 29.09.25

Projektbeteiligte

Pascal König (Projektleiter Umwelt, Umweltingenieur FH)

CSD INGENIEURE AG



Benedikt Ziegler
Co-Abteilungsleiter Umwelt



Pascal König
Projektleiter Umwelt

4 Disclaimer

CSD bestätigt hiermit, dass bei der Abwicklung des Auftrages die Sorgfaltspflicht angewendet wurde, die Ergebnisse und Schlussfolgerungen auf dem derzeitigen und im Bericht dargestellten Kenntnisstand beruhen und diese nach den anerkannten Regeln des Fachgebietes und nach bestem Wissen ermittelt wurden.

CSD geht davon aus, dass

- ♦ ihr seitens des Auftraggebers oder von ihm benannter Drittpersonen richtige und vollständige Informationen und Dokumente zur Auftragsabwicklung zur Verfügung gestellt wurden
- ♦ von den Arbeitsergebnissen nicht auszugsweise Gebrauch gemacht wird
- ♦ die Arbeitsergebnisse nicht unüberprüft für einen nicht vereinbarten Zweck oder für ein anderes Objekt verwendet oder auf geänderte Verhältnisse übertragen werden.

Andernfalls lehnt CSD gegenüber dem Auftraggeber jegliche Haftung für dadurch entstandene Schäden ausdrücklich ab.

Macht ein Dritter von den Arbeitsergebnissen Gebrauch oder trifft er darauf basierende Entscheidungen, wird durch CSD jede Haftung für direkte und indirekte Schäden ausgeschlossen, die aus der Verwendung der Arbeitsergebnisse allenfalls entstehen.

5.19-1 Beleuchtungskonzept von Lumium





Beleuchtungsprojekt

267_Bern, SEFT 3

Projektname: Bern, SEFT 3
Projektphase: 32 - Bauprojekt
Projektnummer: 267
Version: V1.0
Datum: 23.10.2024

Studie Perimeter

Aufnahmen	3
Strassenverkehrsunfälle	4
Situation Aktuell	5
Messungen Protokolle	6
Einschätzung Bestand Fachplaner	7

Lichtkonzept

Expertise und Ziele	8
Produkte	9
Beurteilungsflächen und Anforderungen	11
Grauplan	12
Grauplan - Wendeschlaufe Detail	13
Lichtberechnung Ergebnisse	14

Studie Lichtemission

Ausgangslage	20
SLG 202 - Beleuchtungsstärke-Index	22
SLG 202 - Lichtberechnung Ergebnisse	23
Vollzugshilfe BAFU – K-Werte (Direktblendung)	24
K-Werte - Lichtberechnung Ergebnisse	25
7-Punkte Plan	26
Projektspezifische Erläuterungen	27

Quelle: Google Earth



Quelle: Bundesamt für Strassen (ASTRA)



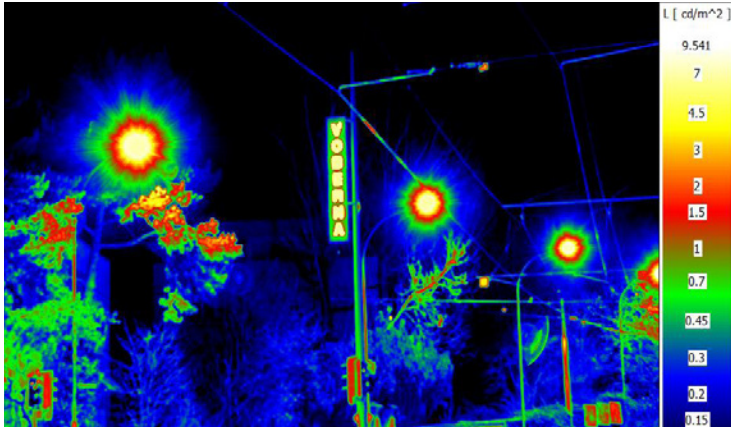
Aufnahme Tag vom 10.01.2022



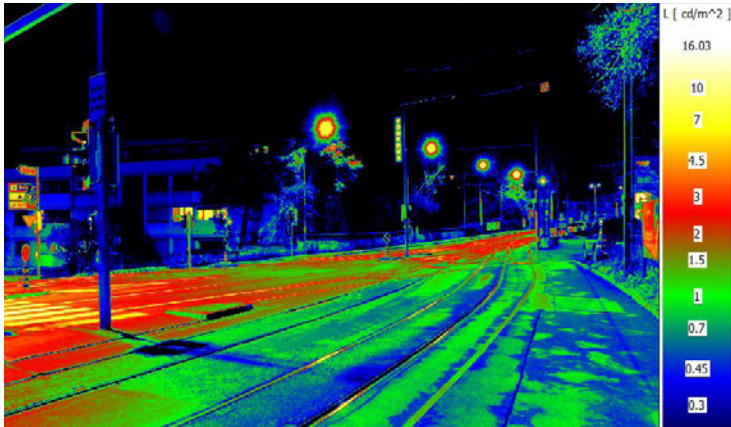
Auswertung

- unbekanntes Alter der Masten
- vorwiegend Aluminiummasten
- unterschiedliche Masthöhen (8-10m)
- Teilweise mit Auslegern/Peitsche
- Risse in Sockelkränzen
- Perimeter bestückt mit Aufsatz- und Seilleuchten
- bereits LED-Leuchten
(Standardtyp Kanton bis 2021)
- Angrenzende Seil- und Aufsatzleuchten
mit Standardtypen EWB (LED)
- Verschattungen durch Bäume
- Anzahl Seile 12 Stk., Anzahl Seil-
leuchten 12 Stk., Anzahl Masten 23
Stk., Anzahl Mastleuchten 24 Stk.
(1 Stk. an Fahrleitungsmast befestigt)

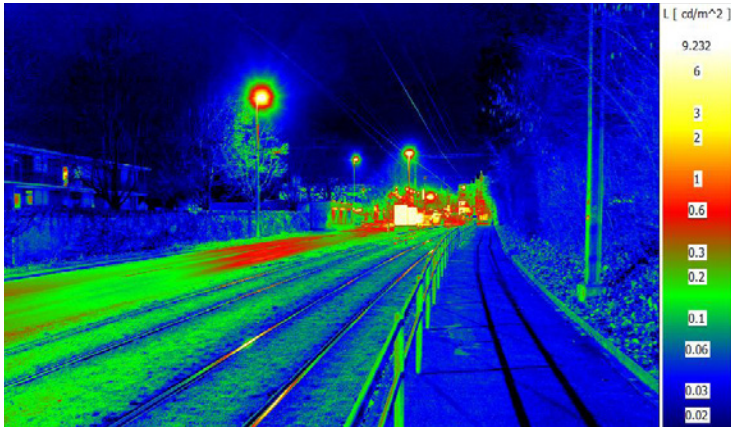
Nachtaufnahme vom 10.01.2023, ca. um 21:30 Uhr - Leuchtdichtebilder



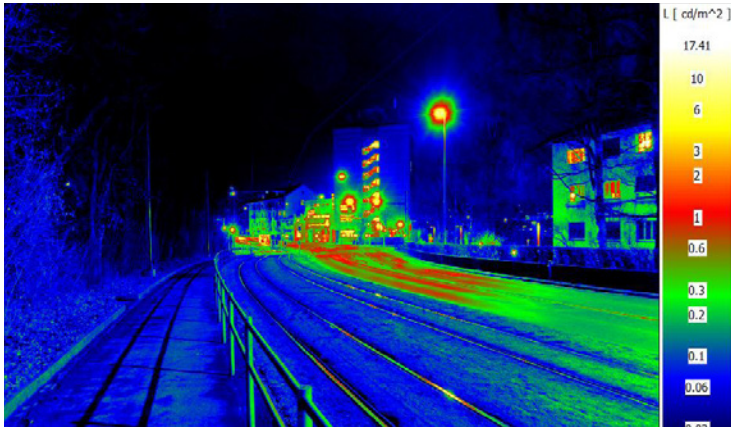
Seftigenstrasse



Seftigenstrasse



Seftigenstrasse



Seftigenstrasse



- Beleuchtung entspricht nicht dem zukünftigen Nutzen
- Beleuchtungsanlage ist sanierungsbedürftig
- Aktuell schlechte Ausleuchtung von Gehwegen (Tramseitig)
- Ungleichmässige Ausleuchtung
- Ausleuchtung von Konfliktbereichen ist aktuell ungenügend
- Enthält «Kunst am Bau»-Element «VOBERNA» von Hannes Vogel im Konfliktbereich Sandrain (Weiterführung aus SEFT2)
- Erhöhte Emissionen in den Strassenraum durch Werbereklamen ab Knoten Monbijoustrasse

- Beleuchtungsniveau dem Nutzen angepasst (korrekte Beleuchtungsklasse)
- Normerfüllung Strasse (Intensität und Gleichmässigkeit)
- Normerfüllung bei Fussgängerstreifen und Konfliktzonen
- optimierte Kandelaberstandorte in Abstimmung mit Gestaltung und Fahrleitung
- klare Schnittstellen zwischen Kanton, Bernmobil, EWB und Köniz
- Reduktion Lichtemission (Vorgaben Vollzugshilfe BAFU)
- Einheitliche Kandelaber (Definition Spezifikationen und Neubeschaffung)
- gestalterische Aufwertung des Perimeters



**Seilleuchten
Kantonsstrasse**



**Auf- / Ansatzleuchten
Kantonsstrasse**



**Seilleuchten
Eigentum Bern**



**Auf- / Ansatzleuchten
Eigentum Bern**



**Auf- / Ansatzleuchten
Eigentum Köniz**



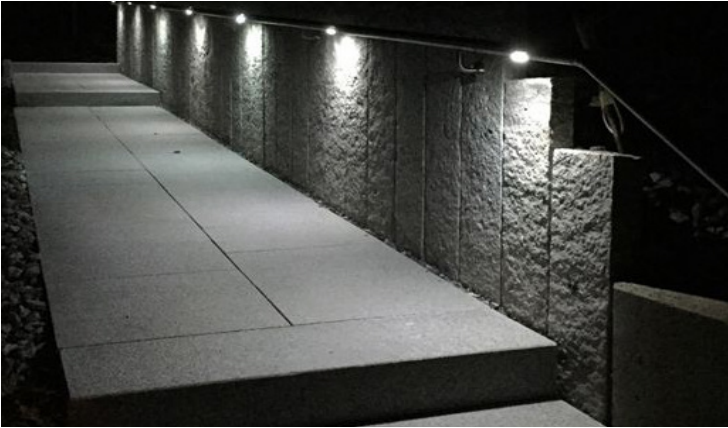
Strahler für Umgebung Wendeschleife
und Akzentuierung Haltestellen



Analog Wendeschleife SEFT3
Hersteller: Selux
Produkt: Olivio



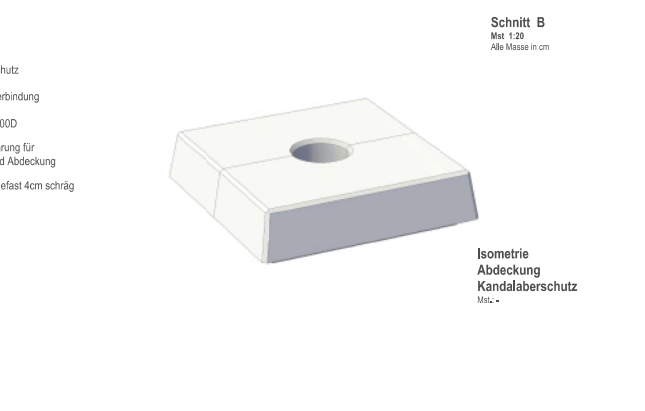
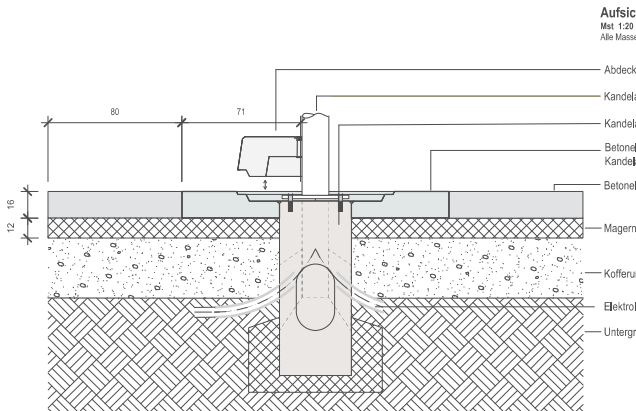
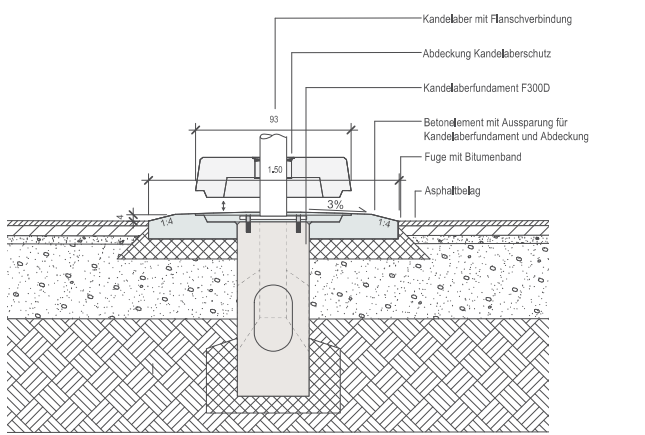
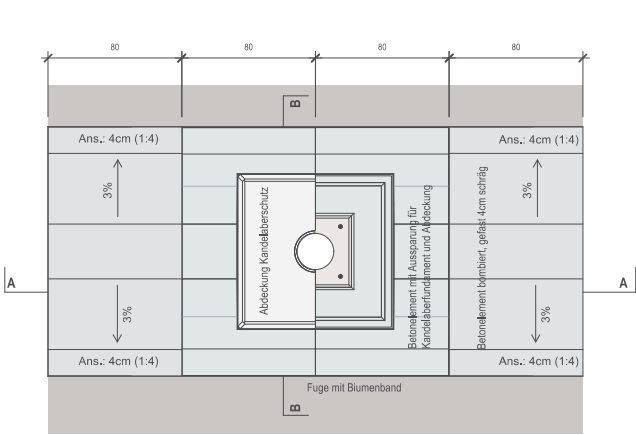
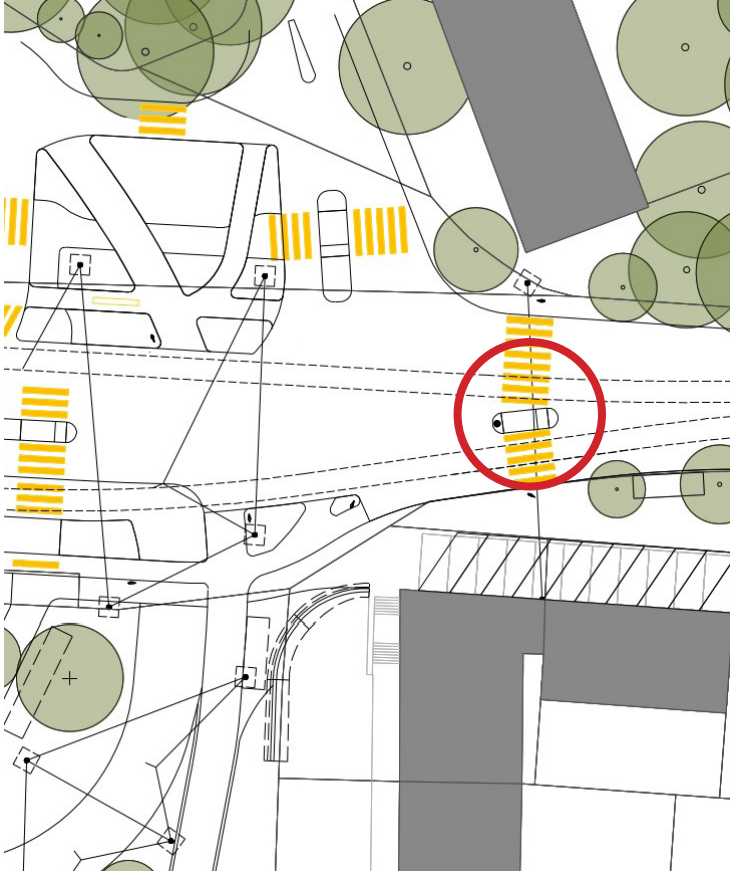
Auf- / Ansatzleuchten
Kantonsstrasse



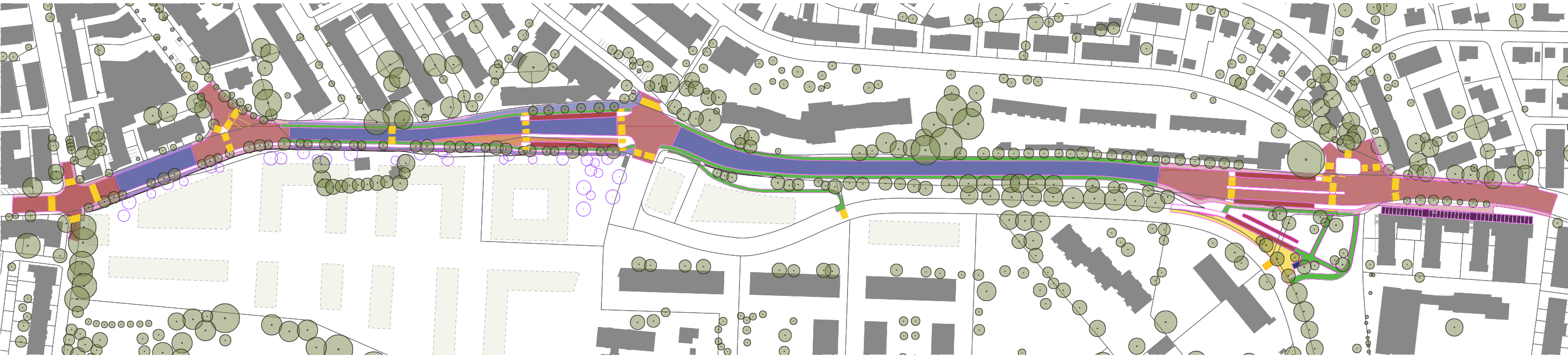
Hersteller: EWO
Produkt: ID Standard



Kunst am Bau-Element
(Wabernblock aus Konzept SEFT2)



Beurteilung nach Norm SN EN 13201, EN 12464-2 und R RTE 26201



Legende und Anforderungen an die Beleuchtung

Strasse
nach Norm: SNR 13201-1; C2

Trottoir
nach Norm: SNR 13201-1; P4

Parkplatz
nach Norm: SNR 13201-1; P5

Tram Haltestelle / Rampe Wendeschleufe
nach Norm: EN 12464-2; Ref. 5.12.9

Platz Wendeschleufe
nach Norm: SNR 13201-1; P3

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	R _{GL}
20	0.40	-

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
5	-	1

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
3	-	0.6

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	R _{GL}
20	0.30	45

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
7.5	-	1.5

Strasse
nach Norm: SNR 13201-1; C3

Trottoir
nach Norm: SNR 13201-1; P5

Fussweg
nach Norm: SNR 13201-1; P5

Treppe
nach Norm: EN 12464-2; Ref. 5.12.15

Fussgängerstreifen
nach Norm: SNR 13201-1; EV5

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	R _{GL}
15	0.40	-

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
3	-	0.6

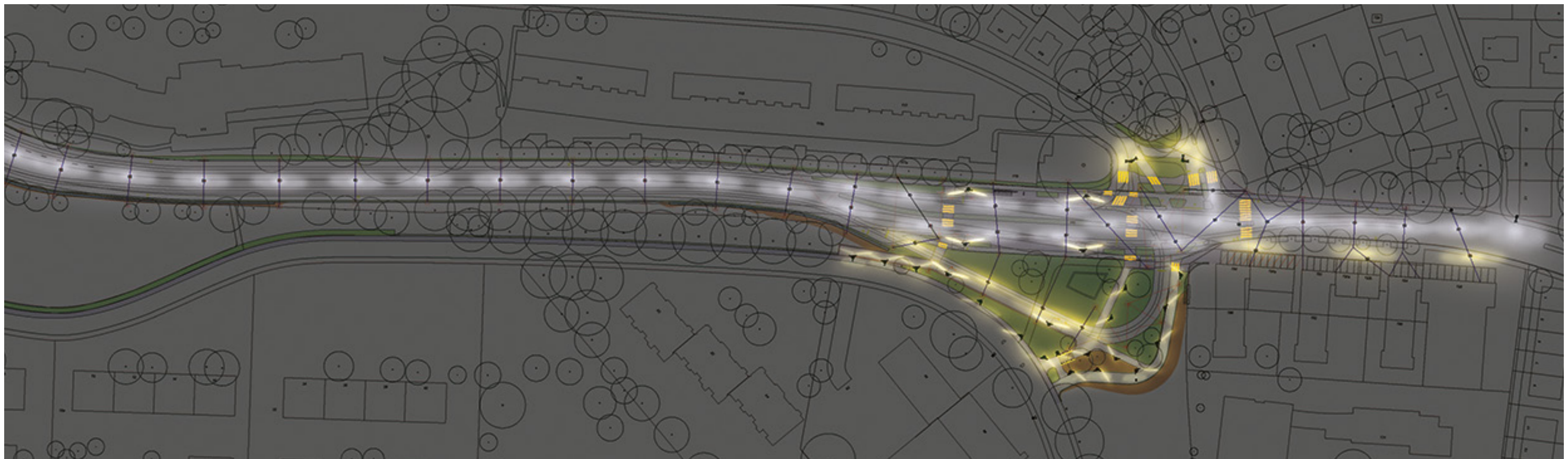
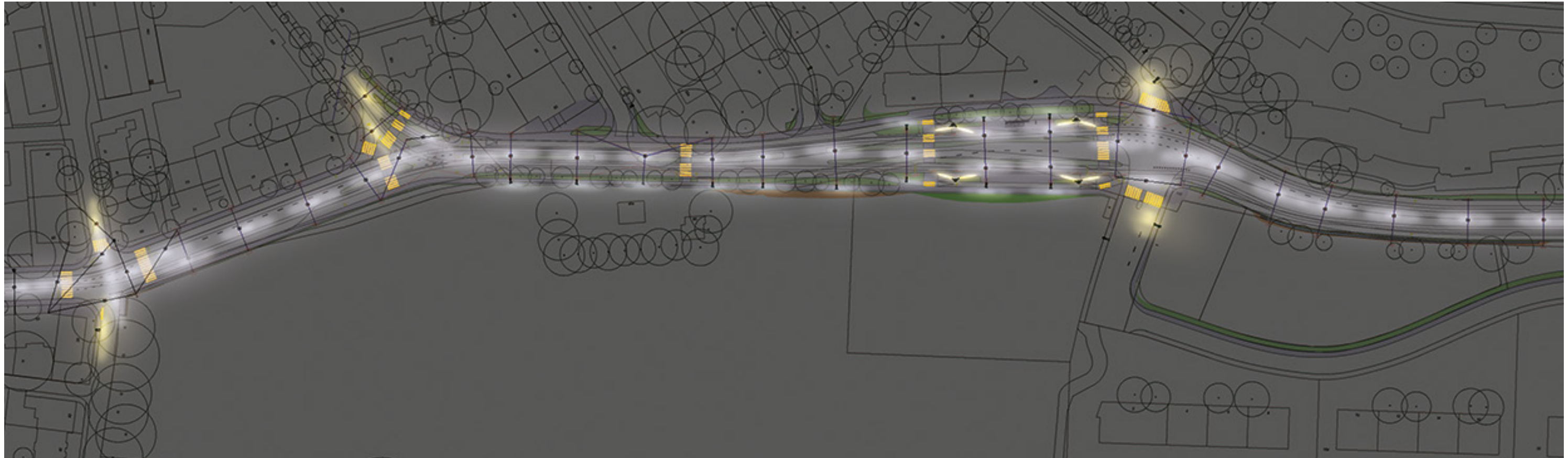
$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
3	-	0.6

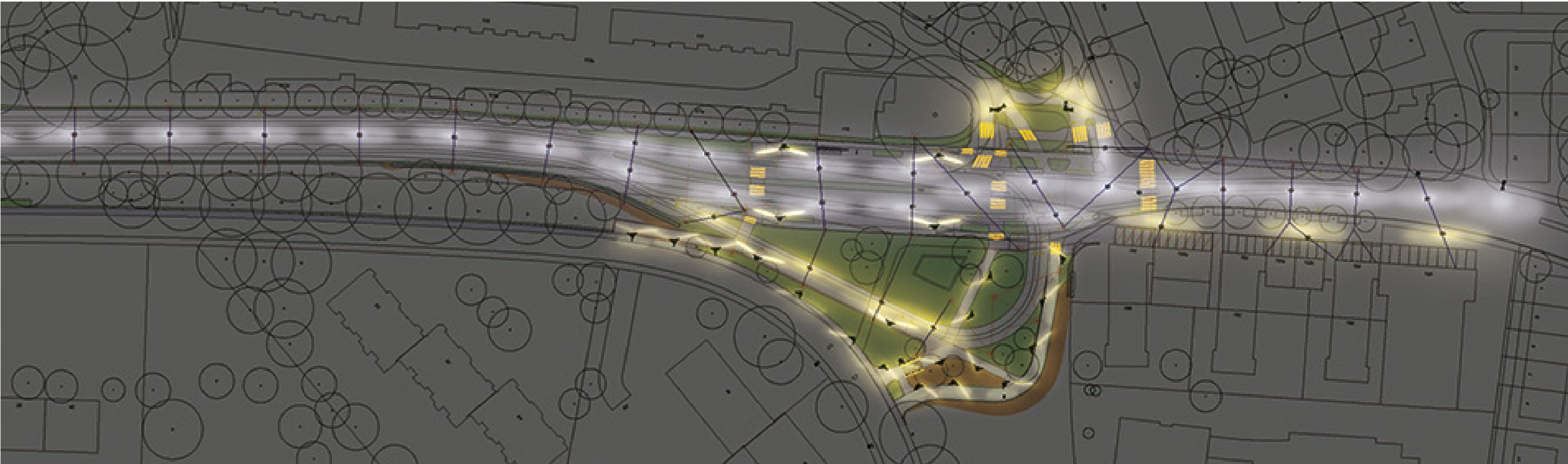
$\bar{E}_m(lx)$	U_o	R _{GL}
20	0.30	45

$\bar{E}_m(lx)$	U_o	$\bar{E}_{min}(lx)$
-	-	5

Definition

- $\bar{E}_m(lx)$ -> Mittlere Beleuchtungsstärke (Wartungswert der Beleuchtungsstärke) in lux (lx)
- U_o -> Gleichmässigkeit der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe
- E_{min} -> Minimale Beleuchtungsstärke (Wartungswert der Beleuchtungsstärke) in lux (lx)
- R_{GL} -> Blendungsbeurteilung



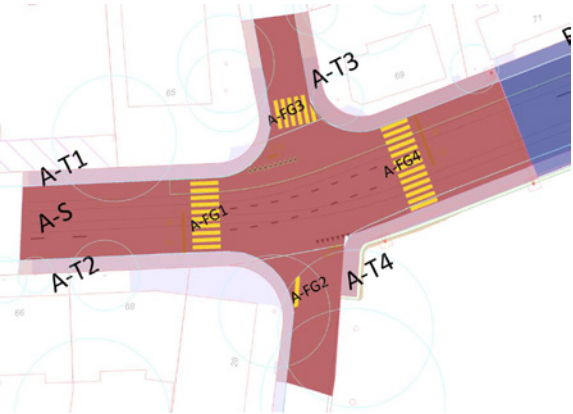


Bemerkungen

- Die Möblierung wurde bei der lichttechnischen Prüfung nur bedingt beachtet.
- Die Blendungsbewertungen (KS, GR, TI) sind in der Momentanen Phase nur bedingt beurteilbar.
Es sind grosse Abweichungen zur Realität zu erwarten und daher zurzeit nicht repräsentativ.
- Die Zuordnung der Messflächen bzw. derer Beschriftung sind dem Beleuchtungskonzept zu entnehmen.
- Die Beleuchtungsniveaus werden in den weiteren Projektphasen feinjustiert.

Perimeterbezeichnung A

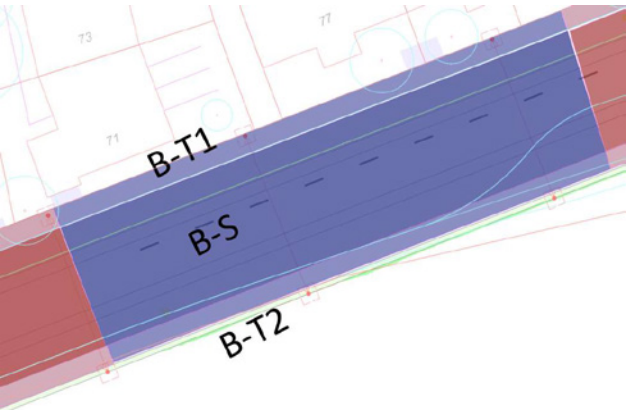
Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Normbezug	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
A-S	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	22	8.9	0.41	-	-	22.1	8.9	0.41	-	-
A-T1	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	14.5	6.6	0.45	-	-	14.6	6.6	0.45	-	-
A-T2	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	13.7	6.7	0.49	-	-	13.6	6.7	0.49	-	-
A-T3	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	17.9	12.3	0.68	-	-	17.8	12.3	0.69	-	-
A-T4	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	14.5	7.6	0.53	-	-	14.5	7.6	0.53	-	-
A-F1 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	8.61	-	-	-	-	8.62	-	-	-
A-F1 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	6.88	-	-	-	-	6.93	-	-	-
A-F2 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	5.68	-	-	-	-	5.68	-	-	-
A-F2 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	15.5	-	-	-	-	15.7	-	-	-
A-F3 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	14.7	-	-	-	-	14.8	-	-	-
A-F3 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	8.64	-	-	-	-	8.70	-	-	-
A-F4 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	8.52	-	-	-	-	8.52	-	-	-
A-F4 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.92	-	-	-	-	9.94	-	-	-

Perimeterbezeichnung B

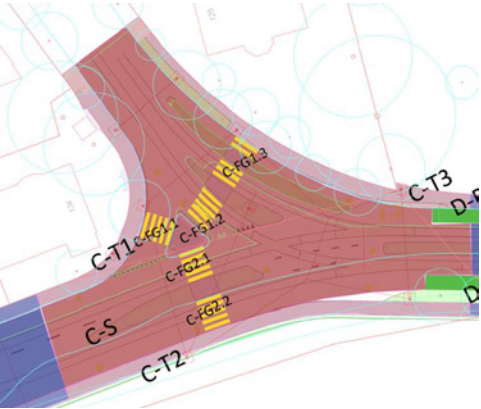
Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
B-S	SN EN 13201-2 C3	15.00	-	0.40	-	-	15.6	8.8	0.56	-	-	15.6	8.8	0.57	-	-
B-T1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	9.4	7.1	0.76	-	-	9.4	7.2	0.76	-	-
B-T2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	10.2	7.5	0.74	-	-	10.2	7.5	0.74	-	-

Perimeterbezeichnung C

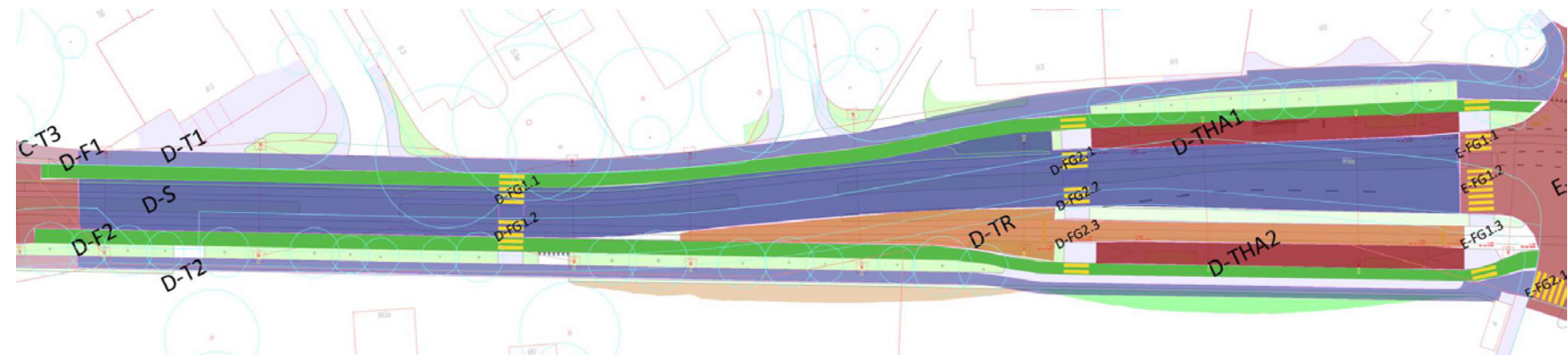
Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
C-S	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	20.3	8.8	0.43	-	-	20.2	8.7	0.43	-	-
C-T1	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	14.5	8.4	0.58	-	-	13.3	2.6	0.20	-	-
C-T2	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	9.1	6.5	0.71	-	-	8	1.7	0.22	-	-
C-T3	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	12.9	8.5	0.65	-	-	12.3	1	0.08	-	-
C-F1.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	10.9	-	-	-	-	4.74	-	-	-
C-F1.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	14.5	-	-	-	-	14.7	-	-	-
C-F1.3	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	12.0	-	-	-	-	12.1	-	-	-
C-F2.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	10.1	-	-	-	-	10.3	-	-	-
C-F2.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	7.44	-	-	-	-	7.61	-	-	-

Perimeterbezeichnung D

Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
D-S	SN EN 13201-2 C3	15.00	-	0.40	-	-	15	6.1	0.41	-	-	15.1	6.1	0.41	-	-
D-T1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	7.7	3.3	0.43	-	-	7.6	1.7	0.23	-	-
D-T2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	11.7	5	0.42	-	-	11.8	5	0.42	-	-
D-F1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	11	4	0.37	-	-	11	3.6	0.33	-	-
D-F2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	7.1	2.1	0.29	-	-	5.2	0.04	0.01	-	-
D-THA1	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	22.2	9.9	0.45	-	-	22.3	10	0.45	-	-
D-THA2	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	19.9	9.1	0.46	-	-	19.9	9.1	0.46	-	-
D-F1.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	10.2	-	-	-	-	10.3	-	-	-
D-F1.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	7.17	-	-	-	-	7.19	-	-	-
D-F2.1	SN EN 13201-2 EV5		5.00					6.11					6.13			
D-F2.2	SN EN 13201-2 EV5		5.00					8.59					8.63			
D-F2.3	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	5.12	-	-	-	-	5.16	-	-	-

Perimeterbezeichnung E

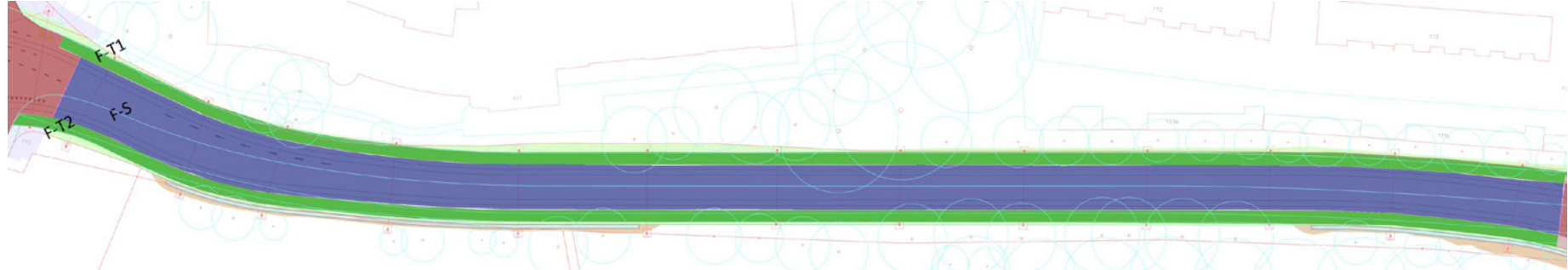
Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
E-S	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	21.00	12.00	0.55	-	-	21.00	12.00	0.55	-	-
E-F1.1	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	8.90	-	-	-	-	8.90	-	-	-
E-F1.2	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	7.97	-	-	-	-	7.98	-	-	-
E-T1.3	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	5.93	-	-	-	-	5.94	-	-	-
E-F2.1	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	8.84	-	-	-	-	8.85	-	-	-
E-F2.2	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	9.27	-	-	-	-	9.27	-	-	-
E-F3 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	7.93	-	-	-	-	7.92	-	-	-
E-F3 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	-	-	-	-	-	6.13	-	-	-	-	6.13	-	-	-

Perimeterbezeichnung F

Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
F-S	SN EN 13201-2 C3	15.00	-	0.40	-	-	15.2	8.3	0.55	-	-	15.2	8.3	0.55	-	-
F-T1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	9.6	7.3	0.76	-	-	9.7	7.3	0.76	-	-
F-T2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	10.1	7.1	0.71	-	-	10.1	7.1	0.70	-	-

Perimeterbezeichnung G

Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
G-S	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	21.3	8.8	0.41	-	-	21.3	8.8	0.41	-	-
G-T1	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	14.6	7.5	0.51	-	-	14.6	7.5	0.51	-	-
G-T2	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	15.7	7.3	0.46	-	-	15.6	7.2	0.46	-	-
G-T3	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	11.8	8.5	0.72	-	-	11.8	8.5	0.72	-	-
G-T4	SN EN 13201-2 P4	5.00	1.00	-	-	-	10.7	4.9	0.46	-	-	8.2	1.2	0.14	-	-
G-THA1	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40			23.9	9.6	0.40			23.9	9.6	0.40		
G-THA2	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40			24.7	10.4	0.42			24.7	10.5	0.43		
G-THA3	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40			18.4	11.7	0.64			18.4	11.8	0.64		
G-THA4	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40			22.3	8.2	0.37			22.3	8.2	0.37		
G-W1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	10.8	5.8	0.54	-	-	10.7	5.8	0.54	-	-
G-W2	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	9.3	0.9	0.10	-	-	9.1	0.5	0.06	-	-
G-P	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	4.9	2.1	0.43	-	-	4.1	1.1	0.27	-	-
G-F1.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.91	-	-	-	-	9.91	-	-	-
G-F1.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	13.5	-	-	-	-	13.5	-	-	-
G-F2.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	6.70	-	-	-	-	6.70	-	-	-
G-F2.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.33	-	-	-	-	9.30	-	-	-
G-F3	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	5.38	-	-	-	-	5.39	-	-	-
G-F4	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	11.2	-	-	-	-	11.2	-	-	-
G-F5	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	6.63	-	-	-	-	6.65	-	-	-
G-F6.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	7.82	-	-	-	-	7.83	-	-	-
G-F6.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	12.1	-	-	-	-	12.1	-	-	-
G-F7.1	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	6.55	-	-	-	-	6.62	-	-	-
G-F7.2	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	11.6	-	-	-	-	11.6	-	-	-
G-F8 - links	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	7.75	-	-	-	-	7.74	-	-	-
G-F8 - rechts	SN EN 13201-2 EV5	-	5.00	-	-	-	-	9.06	-	-	-	-	9.04	-	-	-

Perimeterbezeichnung H

Planausschnitt:



Strasse / Bereich	Vorgabe Bezeichnung	Soll					Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI	Em	Emin	U0	GR	TI
H-W1	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	7.7	0.6	0.6	-	-	7.6	0.6	0.08	-	-
H-P	SN EN 13201-2 P5	3.00	0.60	-	-	-	7.9	1.4	0.18	-	-	4.1	1.1	0.27	-	-
H-R	SN EN 13201-2 C2	20.00	-	0.40	-	-	20.9	9.1	0.44	-	-	20.1	4.6	0.23	-	-
H-TR	SN EN 13201-2 C0	50.00	-	-	-	-	61.00	22.00	0.37	-	-	57.00	20.00	0.36	-	-

Einleitung

- Seit Oktober 2021 ist sowohl das Kapitel 6 (Lichtemissionen) in der SLG 202, wie auch die Vollzugshilfe des BAFU, Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen, publik.

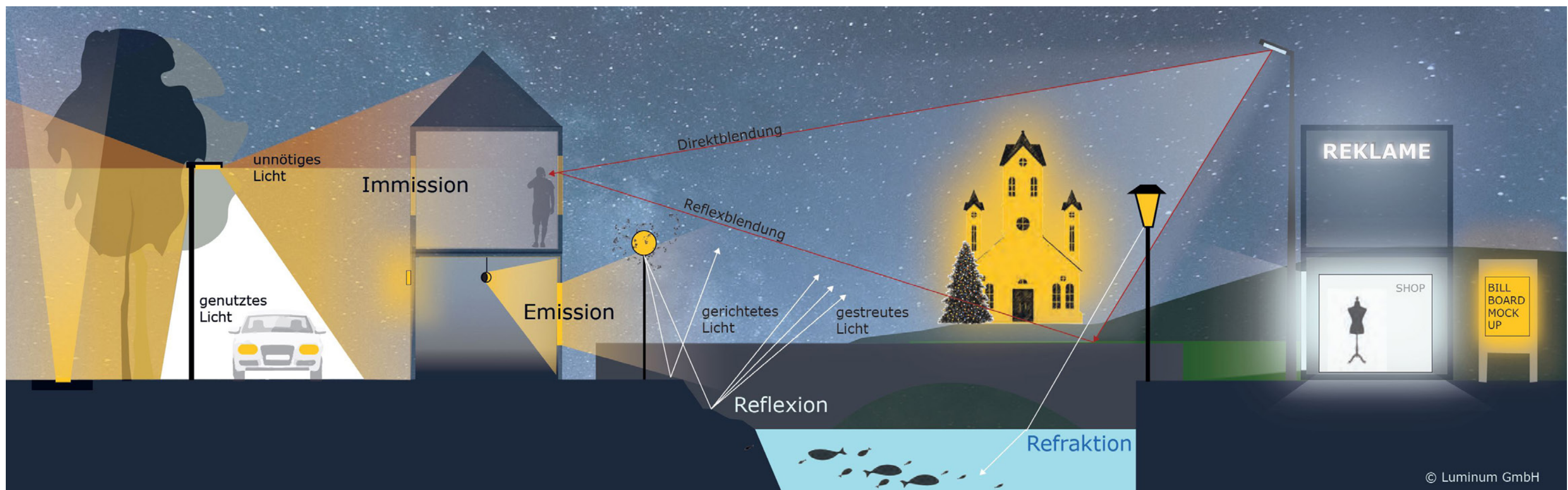
Regelwerke, Normen, Richtlinien, Empfehlungen

- Norm SNR 13201-1:
Auswahl der Beleuchtungsklassen

- SN EN 12464-2:
Arbeitsplätze im Freien

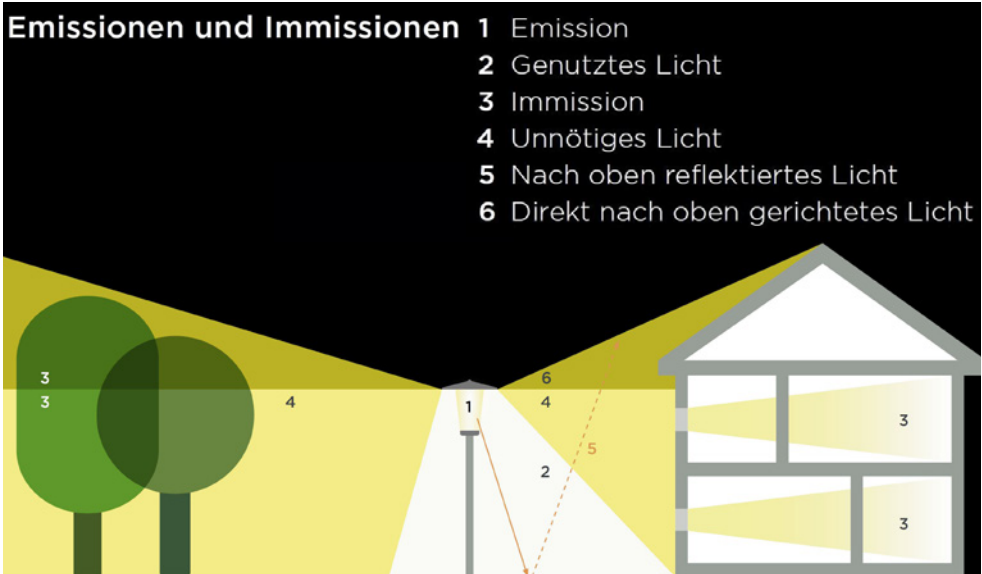
- Richtlinie SLG 202:2021:
Ergänzungen zu SNR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -5

- Umwelt-Vollzug BAFU:2021:
Ergänzungen zur Vermeidung von Lichtemissionen



Umweltzone

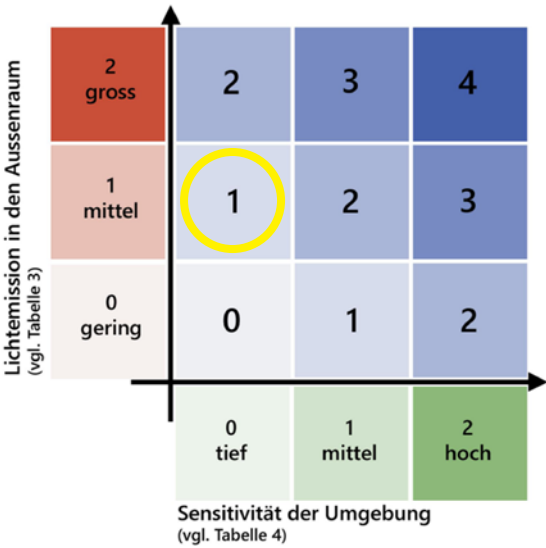
Umgebungszone (gemäss Tabelle 4)	Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke E_v in Lux
E0, ganz dunkel: Dark-Sky-Parks, schützenswerte Naturräume, Nationalparks etc.	–
E1, dunkel: relativ unbewohnte ländliche Gebiete	0
E2, geringe Gebietshelligkeit: spärlich besiedelte Gebiete, reine Wohngebiete etc.	1
E3, mittlere Gebietshelligkeit: gut besiedelte ländliche und städtische Siedlungen	2
E4, hohe Gebietshelligkeit: Stadt- und Geschäftszentren	5



Relevanzmatrix

Ein wichtiger Indikator ist die Matrix des Relevanzindex von Lichtemissionen einer Anlage, mit welchem die Dringlichkeit von Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen geprüft wird. Im Falle dieses Projektes, ordnen wir den Perimeter der Umweltzone E3 (mittlere Gebietshelligkeit) zu. Die Sensitivität wird daher als «Tief» angesehen. Die Emissionen stufen wir aufgrund der gewählten Beleuchtungsklasse, als «Mittel» ein. Dadurch ergibt sich ein Relevanzindex von 1 (gelber Kreis).

Beim Relevanzindex 1 ist im Einzelfall festzulegen, welche eingreifenden Massnahmen in Abhängigkeit der Verhältnismässigkeit anzuwenden sind. Die Funktion (z.B. korrekte Ausleuchtung des Perimeters) ist dabei höher zu gewichten.

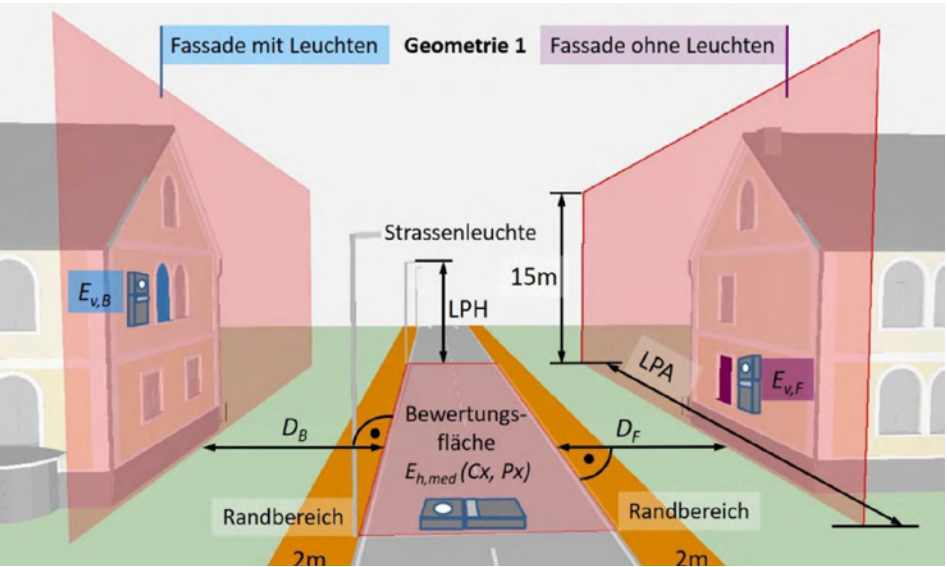
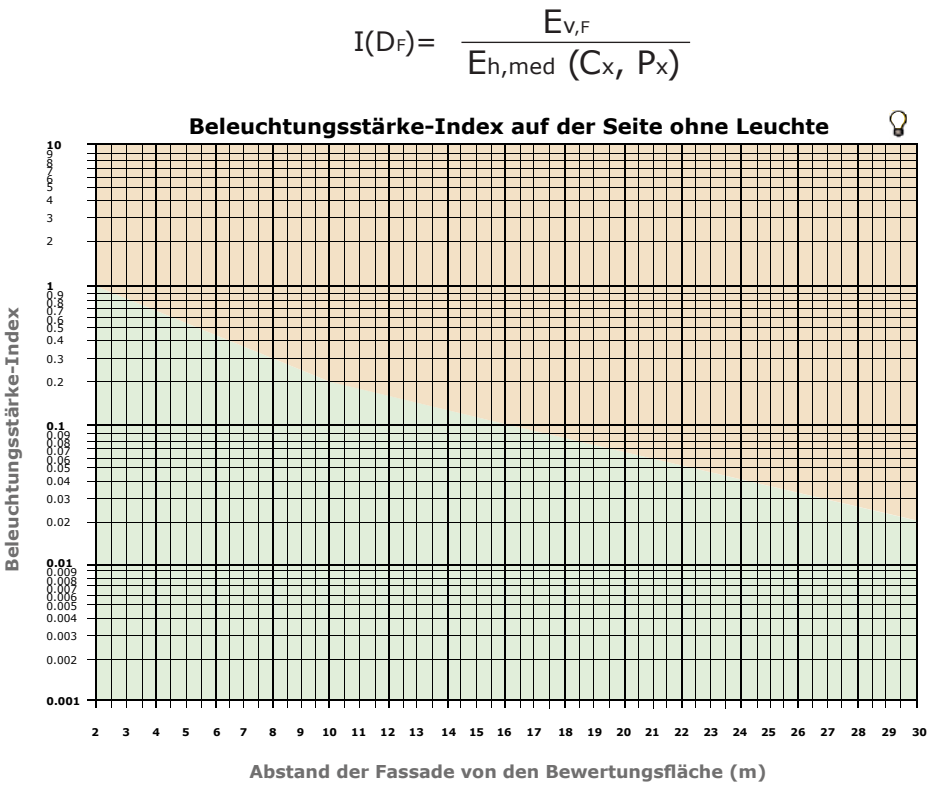
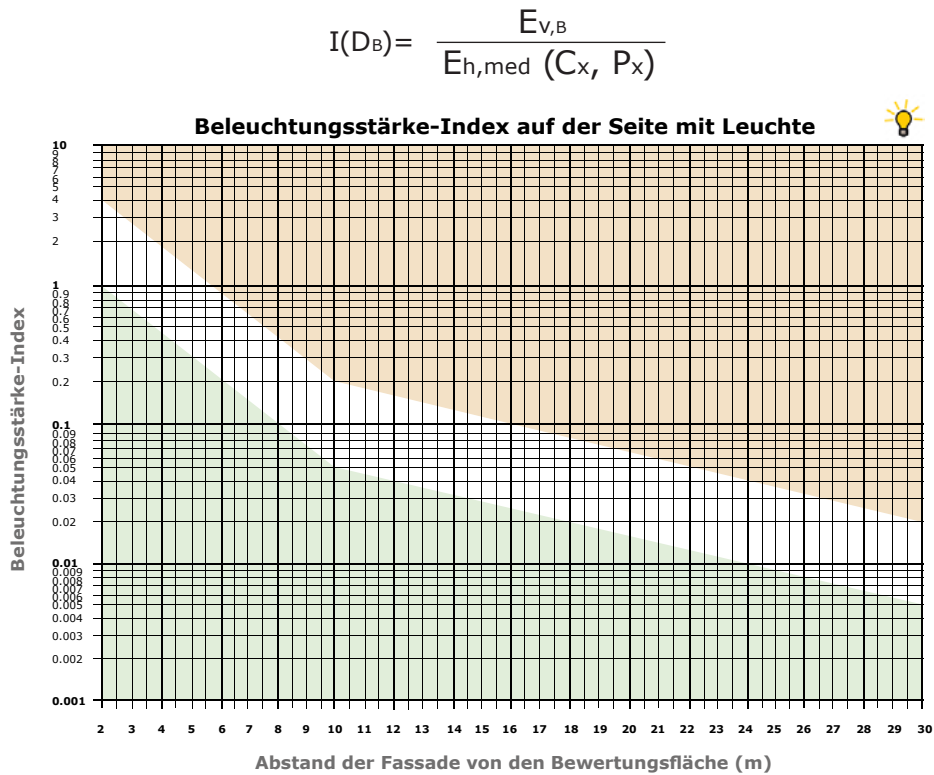
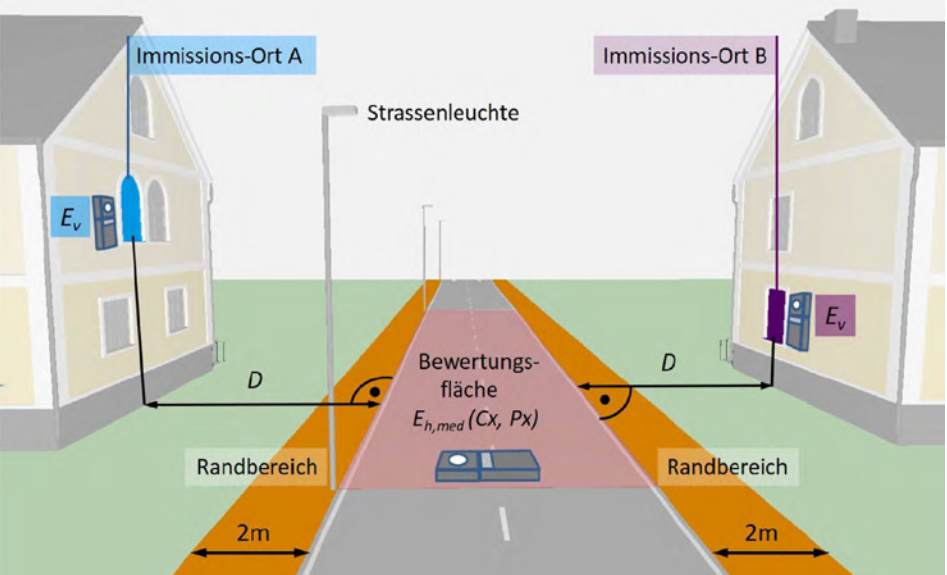


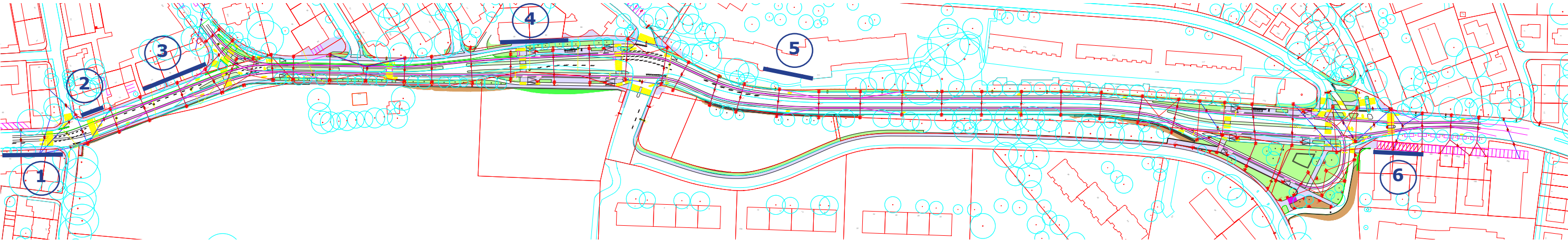
Definition

Der Beleuchtungsstärke-Index in Abhängigkeit der Distanz (D) berechnet sich aus dem Quotienten der vertikalen Beleuchtungsstärke, auf der Fassade am Immissionsort und des Soll-Wertes der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke der definierten Beleuchtungsklasse C oder P.

$$I(D)= \frac{E_v}{E_{h,med} (C_x, P_x)}$$

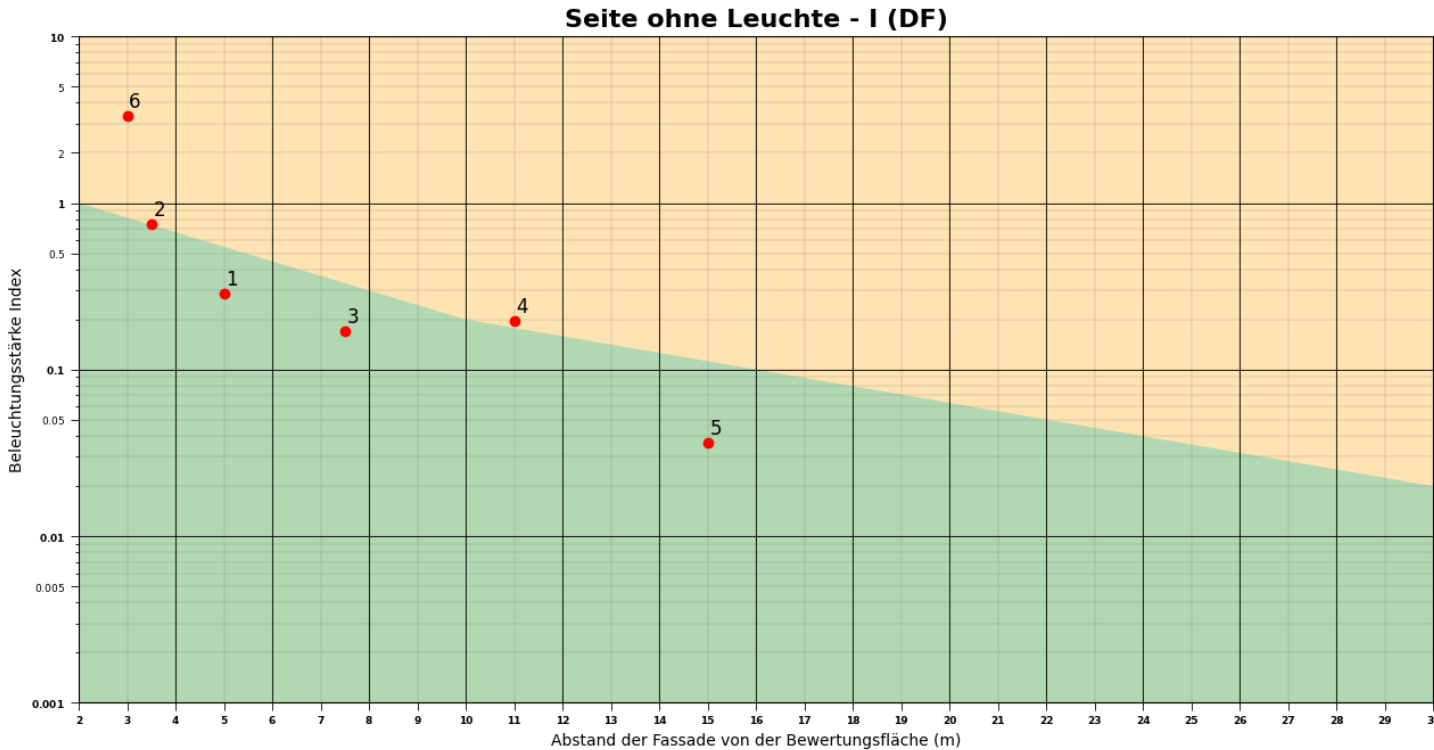
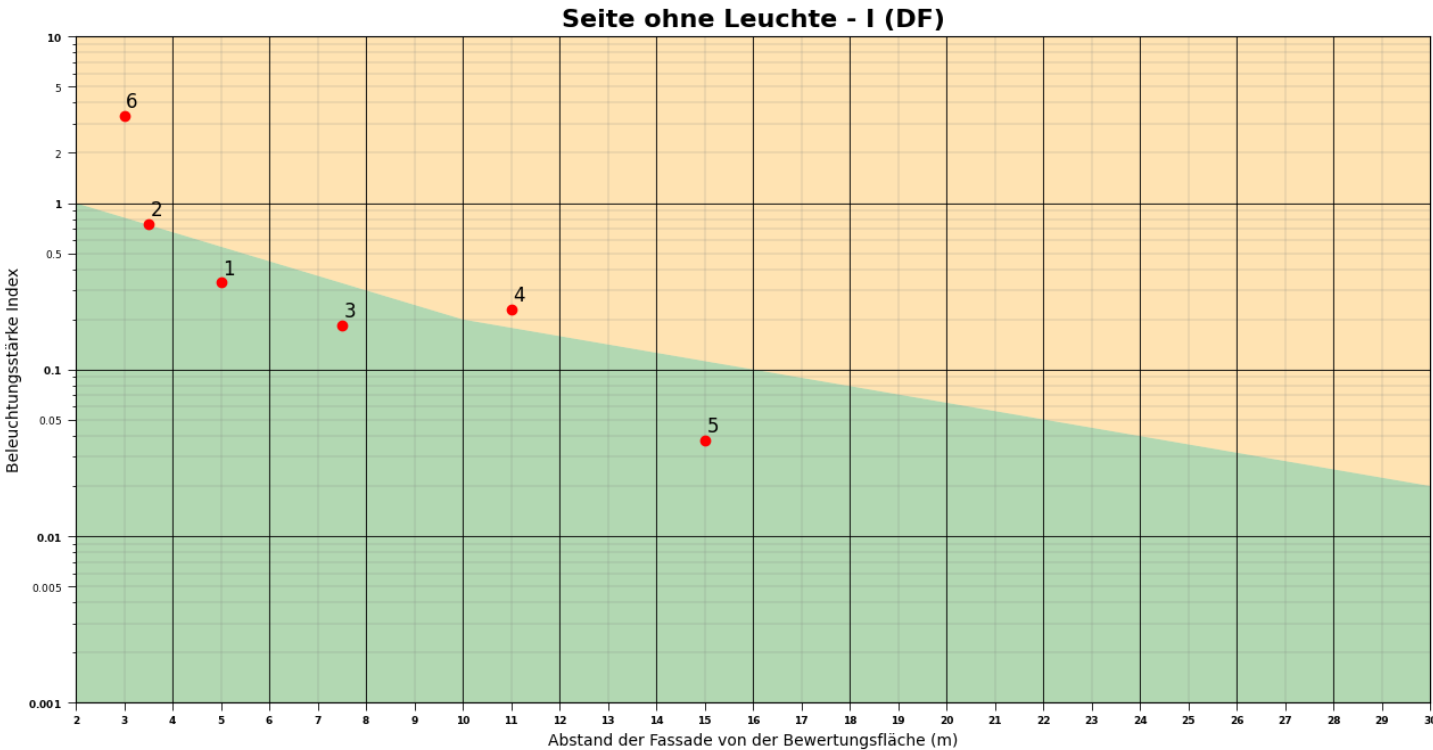
- Legende
- Ev ist die berechnete oder gemessene vertikale Beleuchtungsstärke am Immissionsort, in Richtung der Beleuchtungsanlage
 - Eh,med (Cx,Px) ist der Anforderungswert als Wartungswert der Beleuchtungsanlage, in Abhängigkeit der zugehörenden Beleuchtungsklasse Cx oder Px nach SN 13201-2
 - Cx, Px sind Beleuchtungsklassen, wobei x stellvertretend als Zahl 1 - 6 für die C- oder P Beleuchtungsklassen nach SN EN 13201-2 steht
 - D ist die Distanz vom Immissions-Ort zur Ebene der Leuchtenposition bzw. der Bewertungsfläche der Beleuchtungsanlage, im rechten Winkel von der Strasse gemessen
 - Index B ist für die Fassade mit Leuchte
 - Index F ist für die Fassade ohne Leuchte





Variante ohne Bäume

Variante mit Bäume



Definition

Die einzuhaltende maximale Lichtstärke steht in Abhängigkeit von Beobachterposition und der leuchtenden sichtbaren Fläche.

Zur Beurteilung der belästigenden Blendung wird bei Sportanlagen die Lichtstärke der Leuchtquelle in Candela herangezogen.

Für alle anderen Situationen wird der Proportionalitätsfaktor k für eine Beurteilung verwendet.

Der „k-Wert“ steht in Abhängigkeit der Leuchtdichte der störenden Lichtquelle, der Umgebungsleuchtdichte und des Raumwinkels der Beobachterposition.

Bemerkung - Relux Ergebnisse - Blendungsbewertung Lichtemissionen

Die tabellarischen Ergebnisse aus Lichtberechnungen sind als Richtwerte zu verstehen und stimmen nur bedingt mit der Realität überein. Einerseits können Werte aufgrund unterschiedlicher Vermessungsart der Leuchten verfälscht werden und andererseits kann die Umgebungsleuchtdichte und weitere Lichtquellen im Sichtfeld nicht definiert bzw. miteinbezogen werden.

Ein wichtiger, nicht berechenbarer Einflussparameter auf die Blendung ist auch die Lichtfarbe der Leuchten. Die quantifizierbare Energiedeffizienz (ca.10% weniger Energie bei 4000K), steht einer angenehmeren Gesamtwirkung aufgrund des geringeren Blauanteils bei 3000K oder tiefer gegenüber. Die subjektive Wahrnehmung erscheint im Regelfall bei 3000K angenehmer als 4000K.

Messung

In der Praxis haben die Umgebungselemente einen starken Einfluss auf die Absolutwerte. Dies sind unter Anderem:

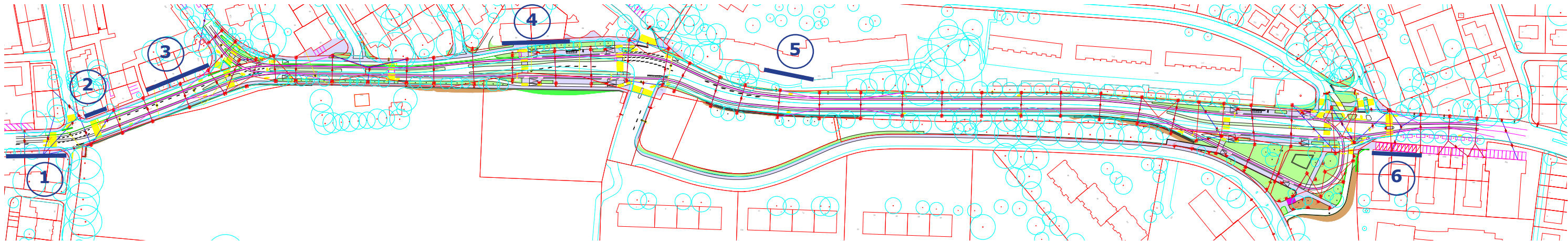
- die Möbilierung und die Signaletik innerhalb des Strassenraums
- die Lichtfarben oder Farben der Umgebungselemente
- Sämtliche sich im Sichtfeld befindenden Lichtquellen (weitere Strassenleuchten, Privatleuchten, Werbeschilder, etc.)
- die Farbe, Materialisierung und Reflexionsgrad der Fassaden
- die Dynamik der Programmierung

Wir empfehlen für die Bestimmung des k-Wertes zwingend eine Messung. Dies z.B. mit einer Leuchtdichtebildkamera (LMK mobile air od. ähnlich)

Tabelle 15: Proportionalitätsfaktor k zur Bestimmung der maximal zulässigen Leuchtdichte von technischen Lichtquellen während der Dunkelstunden auf Basis der Umweltzonen E0 bis E4 (gemäss Tabelle C.1 der CIE150:2017)

Umgebungszone	Proportionalitätsfaktor k	
	Pre-curfew (vor Geltungszeit)	Post-curfew (nach Geltungszeit)
E0 Intrinsically dark – UNESCO Starlight Reserves, IDA Dark Sky Parks, Major optical observatories	0	0
E1 Dark – Relatively uninhabited rural areas	32	0
E2 Low district brightness – Sparsely inhabited rural areas	64	32
E3 Medium district brightness – Well inhabited rural and urban settlements	96	32
E4 High district brightness – Town and city centres and other commercial areas	160	32

[illegible]



Lichtemission gem. Vollzugshilfe BAFU 2021

Die ks-Bewertung ist ein sehr komplexes Verfahren in Abhängigkeit von vielen Annahmen, wie z.B. die Umgebungshelligkeit. Zudem haben die Beobachterposition einen immensen Einfluss und können bereits bei minimalen Abweichungen des Raumwinkels, extreme Auswirkungen auf die Ergebnisse haben. Aus diesen Gründen empfehlen wir die Werte als Vergleichsposition und nicht als Absolutwerte zu betrachten.

Beurteilungsort	Höhe Beobachter (m)	Soll			Berechnet Var. ohne Bäume					Berechnet Var. mit Bäume				
		Umweltzone	ks vor Geltungszeit	ks nach Geltungszeit	ks	I (cd)	zu Lp Nr.	Distanz (m)	Δ%	ks	I (cd)	zu Lp Nr.	Distanz (m)	Δ%
Haus Nr. 1	1.5	E3	96	32	386.32	464	A-S-02	21	402.4%	210.62	1146	A-S-01	12	219.4%
Haus Nr. 1	4	E3	96	32	151.91	130	A-S-02	20	158.2%	81.39	338	A-S-01	11	84.8%
Haus Nr. 2	1.5	E3	96	32	782.95	1666	A-S-07	11	815.6%	782.95	1666	A-S-07	11	815.6%
Haus Nr. 2	4	E3	96	32	424.97	788	A-S-06	14	442.7%	424.97	788	A-S-06	14	442.7%
Haus Nr. 3	1.5	E3	96	32	95.03	306	C-S-01	15	99.0%	95.03	316	C-S-01	15	99.0%
Haus Nr. 3	4	E3	96	32	47.35	87	B-S-02	14	49.3%	47.35	87	B-S-02	14	49.3%
Haus Nr. 4	1.5	E3	96	32	172.91	18	D-S-07	26	180.1%	3.26	569	D-S-05	74	3.4%
Haus Nr. 4	4	E3	96	32	46.91	11	D-S-07	25	48.9%	1.91	116	D-S-02	117	2.0%
Haus Nr. 5	1.5	E3	96	32	46.26	134	F-S-04	20	48.2%	46.26	134	F-S-04	20	48.2%
Haus Nr. 5	4	E3	96	32	20.06	43	H-MP-03	19	20.9%	20.06	87	H-MP-03	19	20.9%
Haus Nr. 6	1.5	E3	96	32	227.38	688	G-S-21	18	236.9%	215.63	404	G-S-12	8	224.6%
Haus Nr. 6	4	E3	96	32	205.85	264	G-S-18	7	214.4%	205.85	264	G-S-18	7	214.4%

	NOTWENDIGKEIT Braucht es eine Beleuchtung?	Eine Beleuchtung ist für den vorgegebenen Perimeter notwendig. Dies gestützt auf das öffentliche Interesse und Vorschriften.
	INTENSITÄT / HELLIGKEIT Wie hell muss es beleuchtet sein?	Die Beleuchtung entspricht den Vorgaben aus der SN13201 und der EN12464. Eine Überbeleuchtung wird konsequent vermieden.
	LICHTSPEKTRUM / LICHTFARBE Ist das Lichtspektrum richtig gewählt?	Bei den Kantonsstrassen wird die vorgegebene Lichtfarbe von 4'000K verwendet. Alle weiteren Perimeter (Köniz, Bern) werden mit 3'000K beleuchtet. Das Spektrum wird nicht ausgewählt und ergibt sich durch die Standardbestückung des Lieferanten.
	AUSWAHL UND PLATZIERUNG DER LEUCHTEN Ist der passende Leuchtentyp gewählt und geeignet platziert?	Die Produkte richten sich vorwiegend an die Standards von Kanton, Köniz und dem EWB. Wo kein Standardprodukt verfügbar ist, werden Produkte aus ähnlichen Situationen übernommen (z.B. Strahler aus SEFT3). Die Detailspezifikationen wurden detailliert berechnet und evaluiert. Die Platzierung der Leuchten erfolgt ebenfalls anhand der Lichtberechnungsdaten.
	AUSRICHTUNG Sind die Leuchten optimal ausgerichtet?	Die LVK der Leuchte ist so gewählt, dass kein Licht nach oben abstrahlt und gezielt auf den definierten Perimeter gerichtet ist. Die Neigungseinstellungen sind der Stückliste zu entnehmen.
	ZEITMANAGEMENT / STEUERUNG Wann braucht es welche Beleuchtung und kann diese zeitweise ausgeschaltet oder reduziert werden?	Die Beleuchtung wird auf die erforderlichen Werte einreguliert. Dies erfolgt über eine entsprechende Funk-Steuerung. Die Beleuchtung wird bei tieferer Frequenz reduziert.
	ABSCHIRMUNG Sind Abschirmungen vorzusehen?	Die Emissions und Immissionswerte sind gut, weshalb aktuell auf zusätzliche Massnahmen verzichtet werden kann. Punktuelle Störwirkungen können mit Entblendungsmassnahmen (z.B. interne oder externe Blendschutze) reduziert werden. Ebenfalls kann das Niveau über die Steuerung feinjustiert werden, sofern dies keine negativen Auswirkungen auf die Normwerte der weiteren Flächen hat.

- Durch die mehrheitliche Vorgabe der Leuchtentypen entfallen Möglichkeiten zu einer detaillierten Produktevaluation und deren Vergleich.
- Es wird stark darauf geachtet, dass die Strassen nicht überbeleuchtet sind und nur soviel Licht wie notwendig, aber nicht mehr als nötig vorhanden ist.
- Die Lichtemission ist stark abhängig von der ganzen Umgebung im Sichtfeld, welche bei allfälligen Störungsfällen detaillierter analysiert werden muss.
- Die Ausleuchtung richtet sich präzise auf den Nutzungsperimeter. So werden erhöhte Fassadenaufhellungen vermieden.
- Mit den vorhandenen Möglichkeiten wurde die Lichtemission und Lichtimmission in diesem Projekt auf ein Minimum reduziert.
- Die Emissionswerte gem. SLG202 sind gut. Punktuell können leicht erhöhte Werte auftreten, welche vor allem im Bereich der Haltestellen liegen und ohne Normunterschreitung nicht reduziert werden können. Entsprechende Massnahmen werden im Einzelfall beurteilt.

Bildsammlung zur Veranschaulichung des Nutzens und von negativen Auswirkungen einer öffentlichen Beleuchtungsanlage:

Tageslicht



Nacht mit Licht



Nacht ohne Licht



Ihr Ansprechpartner

Luminum GmbH

Philipp Hert – Geschäftsführer / Inhaber

Liviana Suditu – Lichtdesignerin / Projektleiterin

Adresse: Bernweg 101, 3254 Messen

Tel. +41 31 765 63 63

E-Mail: info@luminum.ch

Website: www.luminum.ch