

LAND VORARLBERG

FRASTANZ – FELDKIRCH

VERKEHRSLÖSUNG FELDKIRCH SÜD

STADTTUNNEL FELDKIRCH

Projektänderungen UVP Änderungsverfahren gem. § 18b

SCHALLTECHNIK Schalltechnischer Bericht Betriebsphase

Projektant  integral Ziviltechniker GmbH Grabenstraße 33 8010 Graz, Austria T: +43 316 686571 F: +43 316 686571-10 E: office@integral-zt.at www.integral-zt.at		Koordination  B E I T L Ziviltechniker GmbH für Landschaftsplanung A-1040 Wien, Möllwaldplatz 4/21 Tel +43 (1) 406 66 90 www.beitl.at			
PLANDATEN			NAME	DATUM	
Maßstab	Bericht	bearbeitet	Ernst Walter	Dez. 2025	
Seiten	52	geprüft	xx	Dez. 2025	
REVISION	DATUM	BESCHREIBUNG			BEARBEITET
a					
b					
c					
 Vorarlberg unser Land		AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG ABTEILUNG STRASSENBAU (VIIb)			
	PROJEKTNR.: -	OPERATNR.: -		PLANNR.: -	
	NAME	DATUM	UNTERSCHRIFT		
Projektleitung Land VlbG	Arno Schwärzler				
Projektleitung Stadt Feldkirch	Bernhard Braza				
AUSFERTIGUNG					EINLAGE NR. 5.1

BERICHTERSTELLUNG

 B E I T L Ziviltechniker GmbH für Landschaftsplanung A-1040 Wien, Möllwaldplatz 4/21 Tel +43 (1) 406 66 90 www.beitl.at	Beitl ZT GmbH Möllwaldplatz 4/21 1040 Wien Tel.: 01/406 66 90 Mail: office@beitl.at	Projektkoordination
 integral Ziviltechniker integral Ziviltechniker GmbH Grabenstraße 33 8010 Graz, Austria T: +43 316 686571 F: +43 316 686571-10 E: office@integral-zt.at www.integral-zt.at	integral Ziviltechniker GmbH Grabenstraße 33 8010 Graz Tel.: +43 316 686 571 Mail: office@integral-zt.at	Fachbereich Schalltechnik

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung.....	4
2	Aufgabenstellung	5
3	Methode	6
3.1	Abgrenzung des Untersuchungsrahmens.....	6
3.1.1	Räumliche Abgrenzung.....	6
3.1.2	Zeitliche Abgrenzung	6
3.1.3	Inhaltliche Abgrenzung	7
3.2	Verwendete Unterlagen	7
3.3	EDV-Programm	8
3.3.1	Berechnungsmethode.....	8
3.3.2	Eingabeparameter	9
3.4	Verkehrliche Grundlagen	10
3.5	Zielwerte - Immissionsgrenzwerte.....	12
3.6	Berechnung Gesamtuntersuchungsraum	13
4	Beurteilungsergebnisse.....	14
4.1	Nullplanfall 2030	14
4.2	Vollausbau 2030.....	14
4.3	Lüftungsbauwerk am Stadtschrofen.....	16
5	Beschreibung und Bewertung der Lärmschutzmassnahmen	17
6	Grenzüberschreitende Auswirkungen.....	19
7	Zusammenfassung.....	19
8	Verzeichnisse	21
8.1	Abbildungsverzeichnis	21
8.2	Tabellenverzeichnis	21
8.3	Literaturverzeichnis.....	21
8.4	Abkürzungsverzeichnis	22

1 EINLEITUNG

Das rechtskräftig genehmigte Vorhaben „Stadttunnel Feldkirch“ besteht insbesondere aus einem bergmännisch hergestellten Kreisverkehr (als Ringtunnel) und vier Ästen mit den jeweiligen Portalen und Vorportalbereichen mit Anbindung an das bestehende Straßennetz. Alle vier Tunnelstrecken werden über einen zentralen, unterirdischen Kreisverkehr verbunden. Zudem sind die Errichtung einer Gemeindestraße sowie die Verlegung einer 110 kV Erdkabelverbindung Bestandteil des Vorhabens.

Das Vorhaben wurde erstinstanzlich am 15.07.2015 von der UVP-Behörde (Vorarlberger Landesregierung) mit Bescheid zu der GZ Ib-314-2013/0001 genehmigt und zweitinstanzlich vom Bundesverwaltungsgericht (BVwG) am 19.06.2019 mit Erkenntnis zu der GZ W193 2114926-1/393E bestätigt.

Das ggst. Vorhaben wurde und wird laufend im Rahmen der fortschreitenden Detail- und Ausschreibungsplanung verifiziert, detailliert und optimiert sowie an aktuelle Veränderungen angepasst. In Folge dieser Prozesse und auch unter Berücksichtigung der Einhaltung der Befristung zur Bauvollendung ist es erforderlich, das genehmigte Vorhaben im Rahmen eines Änderungsvorhabens abzuändern.

Im Zentrum des ggst. Änderungsvorhabens steht die Adaptierung und Optimierung des Bauablaufes. Insbesondere sind die folgenden Projektänderungen Bestandteil des Verfahrens:

- Adaptierung des Bauablaufs
- Änderung der Vortriebsrichtung des Haupttunnels Tosters
- Änderung der Vortriebsrichtung des Erkundungsstollen / Fluchtstollen Tosters
- Änderung der Massenverfuhr des Haupttunnels Tosters (E-LKW statt Bahnverfuhr)
- Änderung der Massenverfuhr des Fluchtstollens Tosters (E-LKW statt Diesel-LKW)
- Adaptierung der Betriebsstation Tosters
- Entfall einer nicht mehr erforderlichen temporären Gewässerschutzanlage inkl. Sammelbecken
- Verzicht auf dingliche Rechte / Reduktion dinglicher Rechte
- Änderung der Fundierung: Errichtung einer Bohrpfahlwand statt einer Ankerwand

Für die Betriebsphase wurde im Rahmen der ggst. Änderungseinreichung die Aktualisierung der Verkehrsdaten des bestehenden Planfalls 2030 auf Basis neuer verkehrlicher Grundlagen (Zählraten) inkl. einer Überprüfung und Interpretation der Umweltauswirkungen vorgenommen.

2 AUFGABENSTELLUNG

Das Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Straßenbau (VIIb) beauftragte die Integral Ziviltechniker GmbH mit der Beurteilung der Projektänderungen des rechtsgültig genehmigten Vorhabens Stadttunnel Feldkirch.

Die oben erwähnten Projektänderungen beziehen sich insbesondere auf Optimierungen / Adaptierungen während der Bauphase. Einzelne Themen wirken auch in die Betriebsphase und werden im ggst. Bericht auf Basis aktueller verkehrlicher Grundlagen (vgl. Einlage 3.1) dargestellt und beurteilt.

Die Lärmtechnische Untersuchung umfasst die Erhebung des IST-Zustandes und die Prognoseberechnung für den Nullplanfall 2030 und den Vollausbau 2030 sowie eine Darstellung der Änderungen infolge der aktualisierten Grundlagen.

Der Untersuchungsbereich umfasst die Siedlungsgebiete der Gemeinden Feldkirch, Frastanz und Göfis, welche durch das ggst. Vorhaben Veränderungen hinsichtlich der Straßenlärmsituation erfahren können.

Ebenso werden die schalltechnischen Wirkungen des Vorhabens auf das angrenzende Staatsgebiet von Liechtenstein verifiziert.

Auf Basis des genehmigten Vorhabens wurden die folgenden Arbeiten durchgeführt:

- ❑ Aktualisierung infolge Änderung der Berechnungsmethodik (ÖAL28:2021)
- ❑ Aktualisierung infolge der Optimierung des Bauablaufes
- ❑ Aktualisierung infolge der geänderten Prognose-Situation 2030 als Verkehrsgrundlage

3 GRUNDLAGEN

3.1 ABGRENZUNG DES UNTERSUCHUNGSRAHMENS

3.1.1 Räumliche Abgrenzung

Der Untersuchungsraum gliedert sich hinsichtlich der projektbedingt zu erwartenden Änderungen der Lärmsituation in den engeren Untersuchungsraum (Teilräume), der die Siedlungsbereiche im Nahbereich der neu geplanten Straßenanlagen, insbesondere die Umgebung der Portalbereiche umfasst, sowie den weiteren Untersuchungsraum (Gesamtuntersuchungsraum) im Fürstentum Liechtenstein und in Vorarlberg, in dem durch Verlagerungen des Verkehrsaufkommens infolge des Projektes Veränderungen der Lärmsituation entstehen können.

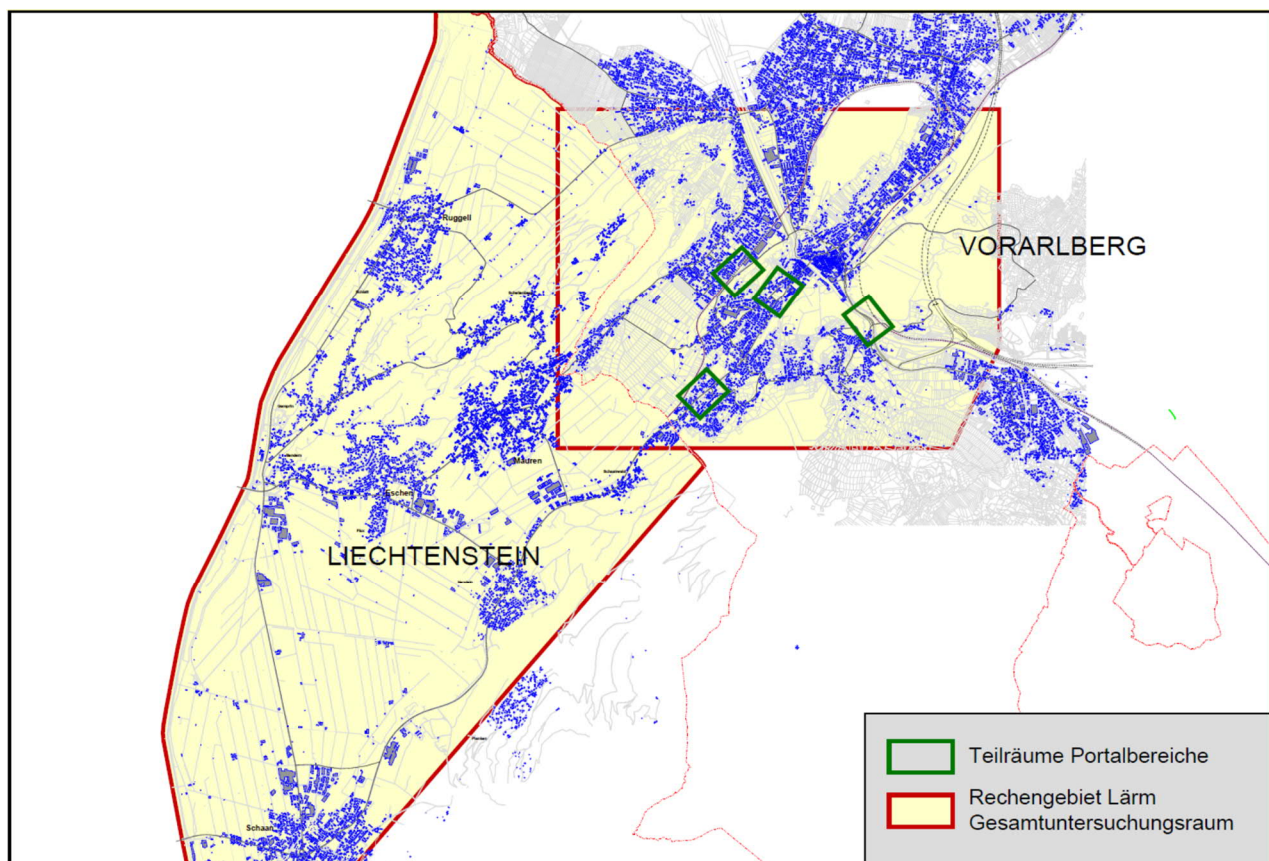


Abbildung 1: Gesamtuntersuchungsraum Liechtenstein und Vorarlberg

3.1.2 Zeitliche Abgrenzung

Als Zeithorizont für die Betrachtungen im Fachbereich Schalltechnik wird für die Betriebsphase das Prognosejahr 2030 herangezogen.

3.1.3 Inhaltliche Abgrenzung

In dem vorliegenden Bericht wird die Lärmsituation untersucht, die sich ausschließlich aufgrund des KFZ-Verkehrsaufkommens in den definierten ungestörten Betriebszuständen im Prognosezeitraum 2030 ergibt.

Außerordentliche Ereignisse und Schallimmissionen aus anderen Quellen (Gewerbelärm, Bahnlärm, Fluglärm, etc.) werden in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet.

3.2 VERWENDETE UNTERLAGEN

- ❑ Dreidimensionales Geländemodell, Vermessungsgrundlagen (Kataster), DKM und Orthophotos, zur Verfügung gestellt seitens VOGIS
- ❑ Verkehrsuntersuchung zum gegenständlichen Projekt, Aktualisierung 2025, erstellt von Verkehrsingenieure, Feldkirch
- ❑ Straßenprojekt Stadttunnel Feldkirch, erstellt von Dipl.-Ing. Wolfgang Chiusole, Vösendorf Stand Detailprojekt 2025
- ❑ Tunnelprojekt Stadttunnel Feldkirch, erstellt von IGT ZT GmbH, Salzburg, Stand Detailprojekt 2025
- ❑ Begehungen und Bestandserhebungen, Aktualisierung 2023, 2025
- ❑ Ergebnisse der Projektbesprechungen
- ❑ Bundesstraßen-Lärmimmissionsschutzverordnung – BstLärmIV vom 2. September 2014
- ❑ Die Berechnungen erfolgten unter Zuhilfenahme des EDV-Programms Soundplan 9.1 Fa. SoundPLAN GmbH, Deutschland
- ❑ Verwendete Normen und Richtlinien siehe Literaturverzeichnis (Kapitel 9.3)

4 ANGEWANDTE UNTERSUCHUNGS- UND BERECHNUNGSMETHODE

4.1 EDV-PROGRAMM

Die Schalltechnischen Berechnungen erfolgen mit Hilfe des EDV Programms SoundPLAN Version 9.1 der Fa. SoundPLAN GmbH, Deutschland. Dieses Programm ermöglicht die Berechnung von Straßenverkehrslärm, Schienenverkehrslärm, Fluglärm und Gewerbelärm nach den Vorschriften mehrerer Länder (Österreich ÖAL28:2021, RVS 04.02.11:2021, Deutschland, Schweiz, Skandinavien, Großbritannien USA, ...).

Dieses Rechenprogramm erfüllt die Anforderungen der ÖAL 36. Der Nachweis der Eignung mit den Berechnungen der Testbeispiele nach dem Anhang der RVS 04.02.11: 2021 wurde seitens des Programmherstellers erbracht. Das Programm ist in österreichischen ZT-Büros vielfach in Verwendung.

4.1.1 Berechnungsmethode

Die schalltechnischen Berechnungen erfolgen mit den in der RVS 04.02.11:2021 (Emissionsermittlung) bzw. in der ÖAL-Richtlinie Nr.28:2021 (Ausbreitungsberechnung, Immissionsermittlung) beschriebenen Berechnungsmethoden.

Grundlage für die Berechnung der Lärmausbreitung und anschließend der Immissionswerte bildet ein aus den angegebenen Unterlagen erstelltes dreidimensionales Geländemodell, in welches die schalltechnisch relevanten Kriterien (Dämpfungsgebiete, Schirm- und Beugungskanten etc. mit den erforderlichen Parametern) eingearbeitet werden.

Die Emissionswerte werden auf Basis der Verkehrsuntersuchung direkt den dreidimensional digitalisierten Emissionsachsen unter Angabe der LKW-Anteile, der Geschwindigkeiten, der Fahrbahnbreiten und der Fahrbahnbeläge zugeordnet, eventuelle Steigungszuschläge werden fahrtrichtungsabhängig im Berechnungsvorgang erkannt und berücksichtigt.

Lärmindizes

Die entsprechend der Richtlinie 2002 / 49 / EG festgelegten Lärmindizes

L_{day}	Tag - Lärminindex für die Belastung während des Tages
$L_{evening}$	Abend - Lärminindex für die Belastung während des Abends
L_{night}	Nacht - Lärminindex für die Belastung in der Nacht

werden als energieäquivalente Dauerschallpegel (Immissionsschallpegel gem. Punkt 5) für die Beurteilungszeiträume Tag (6:00 bis 19:00 Uhr), Abend (19:00 bis 22:00 Uhr) und Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) berechnet und sind auszuweisen.

Der Tag - Abend - Nacht - Pegel (day - evening - night) L_{den} in Dezibel (dB) ist in der Bundes - Umgebungs-lärmschutzverordnung - Bundes-LärmV §3 mit folgender Gleichung definiert. Dabei werden die Abendstunden mit einem Zuschlag von 5dB und die Nachtstunden mit einem Zuschlag von 10dB gewichtet.

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left(13 \cdot 10^{L_{day}/10} + 3 \cdot 10^{(L_{evening}+5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{night}+10)/10} \right)$$

In Übereinstimmung mit dem Anhang I der EU-Richtlinie ist in Österreich der Tagzeitraum mit 13 Stunden und der Abendzeitraum mit 3 Stunden festgelegt.

Die Beurteilung erfolgt nach der Bundesstraßen-Lärmimmissionsschutzverordnung – BstLärmIV, der zurfolge heranzuziehen sind:

L_{den} Tag - Abend - Nacht - Lärmindex für die allgemeine Belastung

L_{night} Nacht - Lärmindex für die Belastung in der Nacht [dB]

4.1.2 Eingabeparameter

In den Geometriedaten bzw. Rechenläufen kommen folgende Parameter zur Anwendung:

Tabelle 1 Eingabeparameter

	Parameter 2018	Parameter 2025
Reflexionsordnung	3	3
Maximaler Reflexionsabstand zum Empfänger	200 m	200 m
Maximaler Reflexionsabstand zur Quelle	50 m	50 m
Suchradius	5000 m	5000 m
Filter	A-Bewertung	A-Bewertung
Emissionsberechnung Straßenverkehr	RVS 04.02.11: 2009	RVS 04.02.11: 2021
Immissionsberechnung Straßenverkehr	RVS 04.02.11: 2009	ÖAL 28: 2021
Immissionsberechnung Baulärm	ÖNORM ISO 9613-2	ÖAL 28: 2021
Begrenzung des Beugungsverlusts einfach/mehrfach	20 dB / 20 dB	25 dB / 25 dB
Umgebung		
Luftdruck	1013,25 mbar	1013,25 mbar
relative Feuchte	70 %	70 %
Temperatur	10 °C	10 °C
Mitwindsituation	1 - 3 m/s	100% ausbreitungsbegünstigt
Zerlegungsparameter		
Faktor Abst./Durchmesser	6	6
Minimale Distanz	1 m	1 m
Rasterabstand	10 m	10 m
Höhe über Gelände	4,0 m	1,5 m
Bodendämpfung		
Schallharter Boden	0,0	0,0
Absorbierende Bodenflächen nicht bebaute Gebiete	1,0	1,0
Bodenflächen bebaute Gebiete	0,8	0,8
Reflexionsmaß		
Reflektierende Flächen (glatte Flächen)	0 dB	0 dB
Gegliederte Fassaden mit Fenstern	1 dB	1 dB
Lärmschutzwände absorbierend	4 dB	4 dB
Lärmschutzwände hochabsorbierend	8 dB	8 dB
Bewuchsdämpfung	0,02 dB/m	nicht berücksichtigt

Lärmkarte, Isolinienberechnung

Die Berechnung der Lärmkarten erfolgt nach der RVS 04.02.11 in einer Höhe von 4,0 m über Grund. Es wird grundsätzlich die Methode der abschnittweisen Immissionsberechnung durchgeführt (Sektorenberechnung). Zur Erhaltung der Genauigkeit am Rand des Untersuchungsgebietes werden die Straßen und das Gelände 1000m über den Rand des Untersuchungsgebietes hinaus miteinbezogen.

Die Lärmkarte dient dazu, die Lärmsituation im Außenwohnbereich von Gebäuden und im Landschaftsraum zu visualisieren. Die Pegel Lärmkarte können vor einem Gebäude bis ca. 3dB(A) höher liegen als eine Einzelpunktberechnung am Gebäude. Er enthält den reflektierten Schall des nahegelegenen Gebäudes, der Immissionsort hingegen, der diesem Gebäude zugeordnet ist, nicht.

Punktberechnung, Immissionsplan

Für die Dimensionierung allfälliger Lärmschutzmaßnahmen sind die Außenpegel vor den Fensterfronten der Wohngebäude maßgeblich. Dazu werden an allen erhobenen Fensterfronten Immissionspunkte nach den Vorgaben der Dienstanweisung gesetzt und die Forderung „vor geöffnetem Fenster durch Unterdrücken der Reflexion“ der den Immissionspunkten jeweils direkt zugeordneten Fassade simuliert.

Eine Vergleichsrechnung von Immissionsorten, die mit der Lärmkarte erzeugt wurden und der Einzelpunktberechnung ist nur möglich, wenn der Immissionsort der Einzelpunktberechnung vor das Gebäude gesetzt wird, also keine Verknüpfung zwischen Gebäude und Immissionsort besteht, und der Winkelbereich zwischen Anfangs- und Endwinkel 360° beträgt.

4.2 VERKEHRLICHE GRUNDLAGEN UND EMISSIONSANSÄTZE

Die Basis für die Verkehrszahlen und deren Aufteilung nach Fahrzeugkategorien bilden die Ergebnisse der Verkehrsuntersuchung. Auf den Hauptachsen des Stadttunnelprojektes werden für das Prognosejahr 2030 folgende Verkehrszahlen (JDTV gerundet, Differenzen zu den Angaben im Verkehrsmodell ergeben sich aus der Darstellung unterschiedlicher Teilabschnitte) angesetzt.

Aus den Verkehrszahlen wurden entsprechend den Vorgaben der RVS 04.02.11 die Emissionspegel je Richtungsfahrbahn ermittelt, in der Folge logarithmisch zusammengefasst und beziehen sich auf den JDTV des Gesamtquerschnittes.

Die Aufteilung der täglichen Verkehrsaufkommen auf die Tageszeiten Tag, Abend und Nacht erfolgt auf Basis der detailliert verfügbaren Jahreszählerergebnisse des Jahres 2017 für die im Umfeld des Planungsgebietes vorhandenen Dauerzählstellen. Die Tagesganglinien werden den einzelnen Straßenabschnitten aus diesen Zählerergebnissen getrennt nach PKW, leichten LKW (2 Achsen), schwere LKW (ab 3 Achsen) und einspurige Kraftfahrzeuge zugeordnet.

Als Fahrbahnbelag wird generell Asphaltbeton angesetzt, die Geschwindigkeit in den einzelnen Unterabschnitten wird laut STVO bzw. nach lokal festgelegten Geschwindigkeitsbeschränkungen angesetzt. Steigungszuschläge für Steigungen oder Gefälle werden den dreidimensionalen Straßengeometrien im Rechenprogramm automatisch zugeordnet.

Die detaillierte Aufstellung aller Verkehrseingabedaten und der daraus resultierenden Teilemissionen ist in der Einlage **5.2 Schalltechnische Berechnungen Aktualisierung 2025** enthalten.

Tabelle 2 Verkehrsdaten und Emissionsansätze der maßgeblichen Achsen

Straßenabschnitt	Abschnitt Nr.	Zeithorizont	2030	
		Planfälle	Nullplanfall	Vollausbau
Bärenkreuzung L190 Richtung Schloßgraben	3279	JDTV (Kfz/24h)	21 875	14 301
		Emissionspegel (d/e/n)	84,3/81,9/76,2	82,0/79,6/73,9
Bärenkreuzung L190 Richtung Bahnhofstraße	3413	JDTV (Kfz/24h)	20 539	22 832
		Emissionspegel (d/e/n)	83,9/81,5/75,6	84,3/81,9/75,9
Bärenkreuzung L191a Richtung Hirschgraben	3266	JDTV (Kfz/24h)	24 483	19 206
		Emissionspegel (d/e/n)	84,9/82,5/76,6	81,6/79,2/73,1
L53 Ardetzenbergtunnel	3002	JDTV (Kfz/24h)	13 156	9 029
		Emissionspegel (d/e/n)	82,0/80,4/74,3	80,2/78,6/72,5
L190 Felsenau - A14	3452	JDTV (Kfz/24h)	17 764	21 753
		Emissionspegel (d/e/n)	85,9/83,6/78,0	85,6/83,3/77,7
L191 Altstadt - Tisis	3171	JDTV (Kfz/24h)	10 458	3 562
		Emissionspegel (d/e/n)	81,4/79,1/73,3	74,2/71,8/65,8
L191 Tisis Grenze	106	JDTV (Kfz/24h)	10 385	11 643
		Emissionspegel (d/e/n)	81,2/78,8/73,2	81,8/79,4/73,7
L60 Nofels Grenze	751	JDTV (Kfz/24h)	4 835	4 869
		Emissionspegel (d/e/n)	78,4/75,2/70,2	78,4/75,2/70,3
L61 Tosters Grenze	4992	JDTV (Kfz/24h)	1 602	1 698
		Emissionspegel (d/e/n)	72,4/69,6/64,1	72,5/69,7/64,5
Tunnel Felsenau(F)	3455	JDTV (Kfz/24h)		12 321
		Emissionspegel (d/e/n)		82,1/79,8/74,4
Tunnel Altstadt(A)	3436	JDTV (Kfz/24h)		11 785
		Emissionspegel (d/e/n)		81,0/78,7/73,4
Tunnel Tisis(Ti)	3450	JDTV (Kfz/24h)		10 373
		Emissionspegel (d/e/n)		81,2/78,9/73,5
Tunnel Tostes(To)	3759	JDTV (Kfz/24h)		8 557
		Emissionspegel (d/e/n)		80,0/77,6/72,3

Im Berechnungsprogramm SoundPLAN ist ein Berechnungsmodul für Tunnelportale integriert, das die Richtwirkung der Tunnellärmabstrahlung berücksichtigt (Nord 2000. New Nordic Prediction Method for Road Traffic Noise, siehe Einlage TP 05.01-04a/1 Schalltechnische Berechnungen Aktualisierung 2018, Abschnitt 9).

Die Schallquelle Strahlventilatoren, für die Emissionsschallpegel $L_{w,A}$ von je 100 dB bei Maximalbetrieb angegeben wurden, wird als vertikale Flächenschallquelle mit einem Emissionspegel $L_{w,A} = 71$ dB in der Ebene der Tunnelöffnung definiert.

Die Berücksichtigung der Richtwirkung erfolgt nach den Vorgaben der „Anleitung für die Modellbildung zur Schallimmissionsprognose nach ÖNORM ISO 9613-2:2008 und ÖNORM EN 12354-4:2001-02-01“. Der $L_{w,A}$ der Ersatzschallquelle in vertikaler Portalebene von 71 dB wurde auf Basis einer Halleninnenpegelberechnung mit allseitig reflektierenden Wandflächen ermittelt.

Die Methodik zur Ermittlung der Schallimmissionen, welche durch die Emissionen der Strahlventilatoren entstehen, die die Abluft aus dem Bereich des Kreisels über die Kaverne und den Vertikalschacht nach oben transportieren, wird analog der Vorgangsweise an den Tunnelportalen auch am Lüftungsbauwerk angewendet. Der $L_{w,A}$ von 88 dB der Ersatzschallquelle in horizontaler Turmebene mit nach oben wirkender Richtwirkung wurde ebenso auf Basis einer Halleninnenpegelberechnung mit allseitig reflektierenden Wandflächen ermittelt.

Es wird unterstellt, dass die Abluftanlage aufgrund beliebiger Ereignisse jederzeit, also auch im Nachtzeitraum im Vollbetrieb laufen kann.

4.3 ZIELWERTE - IMMISSIONSGRENZWERTE

Beeinträchtigungen der betroffenen Bevölkerung durch den von Landesstraßen ausgehenden Verkehrslärm sollen unter Beachtung wirtschaftlicher Gesichtspunkte verhindert oder soweit wie möglich herabgesetzt werden, dass die Einhaltung der Zielwerte - Immissionsgrenzwerte erreicht werden kann. Wenn die ermittelte Lärmsituation im maßgebenden Immissionsort den Immissionsgrenzwert übersteigt, so sind entsprechende Lärmschutzmaßnahmen vorzusehen, soweit diese technisch durchführbar und in Hinblick auf die erzielbare Wirkung wirtschaftlich vertretbar sind.

Für die Beurteilung des Projekts, die Dimensionierung der aktiven Lärmschutzmaßnahmen und die Festlegung zusätzlicher objektseitiger Lärmschutzmaßnahmen werden nach der Richtlinie „Lärmschutz an Landesstraßen“ vom Dezember 2000 sowie unter Berücksichtigung der als Stand der Technik anerkannten Bundesstraßen-Lärmimmissionsschutzverordnung – BStLärmIV 2014 folgende Ziel-/Grenzwerte abgeleitet.

Tabelle 3 Zielwerte - Immissionsgrenzwerte

Lärmindex / Zielwerte / Grenzwerte	vorhabensbedingter Immissionseintrag	Gesamtimmissionsbelastung	
		unzumutbare Belästigung	Gesundheitsgefährdung
L_{den} (Tag-Abend-Nacht-Lärmindex)	55,0 dB	60,0 dB	65,0 dB
L_{night} (Zeitraum Nacht 22:00 – 6:00 Uhr)	45,0 dB	50,0 dB	55,0 dB
Irrelevanzschwelle für vorhabensbedingte Immissionserhöhung		+1,0 dB	

Aufgrund der Charakteristik der Verkehrsverteilung wird als maßgeblicher Beobachtungszeitraum der Zeitraum „Nacht“ festgelegt, die Beschreibung der Belastungen und Maßnahmen bezieht sich daher auf diesen Zeitraum.

Die Grenzwerte sollen bei den Anrainern in der Prognose eingehalten werden. Sollte es im Vergleichsplanfall (Nullplanfall 2030) bereits Überschreitungen des Grenzwertes geben, so darf dieser Pegel durch das Projekt nicht mehr merkbar angehoben werden. Eine Erhöhung im sogenannten „Irrelevanzbereich“ von $\leq 1,0$ dB ist im Bereich von $L_{den} > 60,0$ dB sowie im Bereich von $L_{night} > 50,0$ dB als irrelevant zu bezeichnen.

Bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte wird vom Beurteilungspegel L_r vor dem Neubau des geplanten Bauvorhabens ausgegangen. Als maßgebender Beurteilungspegel wird nur jener herangezogen, der durch die Emissionen vom derzeitigen Straßennetz hervorgerufen wird. Der Einfluss anderer lärm erzeugender Schallquellen wie z.B. von Bahnstrecken oder von Betrieben wird bei der Grenzwertfestlegung nicht berücksichtigt. Damit liegt man auf der für den Anrainer sicheren Seite, weil als Ausgangswerte die niedrigsten Schallpegel eingesetzt werden.

Grundsätzlich ist der erforderliche Lärmschutz durch straßenseitige Maßnahmen, wie Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle und Kombinationen derselben, sicherzustellen. Als objektseitige Schutzmaßnahme kann der Einbau von Lärmschutzfenstern und -türen einschließlich der erforderlichen Lüftungseinrichtungen in Wohn- und Schlafräumen angesehen werden.

Wenn die für straßenseitige Maßnahmen aufzubringenden Kosten wirtschaftlich nicht vertretbar sind oder in städtischen Siedlungsbereichen zum Schutz des Ortsbildes nicht umsetzbar sind, können objektseitige Maßnahmen gesetzt werden.

4.4 BERECHNUNG GESAMTUNTERSUCHUNGSRAUM

Zur Abgrenzung des engeren Untersuchungsraumes erfolgt eine großräumige Untersuchung der aufgrund der prognostizierten Verkehrsaufkommen der beiden Projektstufen sich gegenüber dem Nullplanfall ändernden Schallimmissionen. Im erweiterten Untersuchungsgebiet werden die Schallimmissionen in Form von Rasterlärmkarten berechnet.

Ebenso werden die Immissionsdifferenzen auf relevante Veränderungen in Form von Pegelzunahmen von mehr als 1,0 dB geprüft. In dem sich dadurch ergebenden engeren Untersuchungsgebiet, vor allem in den Nahbereichen der geplanten Portale erfolgen anschließend örtliche Erhebungen der tatsächlichen Gebäudenutzung sowie der Geschoße, Fassaden und Öffnungen mit augenscheinlicher Wohn-bzw. Schlafräumenutzung. Für die dadurch im Rechenmodell definierten Gebäude werden die weiteren Untersuchungen hinsichtlich der Lärmsituation durchgeführt.

5 BEURTEILUNGSERGEBNISSE

5.1 NULLPLANFALL 2030

Der Nullplanfall 2030 ist durch eine straßenverkehrsbedingte hohe Belastung der direkten Anrainer insbesondere an der L190 Vorarlberger Straße und der L191 Liechtensteiner Straße gekennzeichnet. In den sich aus der Berechnung des Gesamtuntersuchungsraumes ergebenden engeren Untersuchungsbereichen der Vorportale sowie der L61 Tostner Straße im Abschnitt zwischen Alberweg bis Werdenbergstraße ergeben sich folgende Vorbelastungen über den Ziel-/Grenzwerten hinsichtlich Straßenverkehrslärm.

Für Wohnhäuser, deren Räume mit Wohn- oder Schlafnutzung Grenzwertüberschreitungen seitens des Landesstraßennetzes von Vorarlberg aufweisen, kann um Förderung von passiven Maßnahmen angesucht werden.

Tabelle 4 Objekte mit Grenzwertüberschreitungen Nullplanfall 2030

Untersuchungsbereich	UVP_Einreichprojekt Aktualisierung 2018	Projektänderungen Aktualisierung 2025
Portal Altstadt	A02, A03, A04, A10, A11, A12, A13, A14, A22, A23, A24, A25, A26	A01, A02, A03, A04, A10, A11, A13, A14, A22, A23, A24, A25, A26, A27
Portal Felsenau	F22, F24, F25, F26, F30, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F43, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52	F22, F24, F25, F26, F30, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F42, F43, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52
Portal Tisis	L02, L03, L06, L09, L15, L16, L18, L19, L21, L22, L23, L24, L34, L35, L36, L80, L82, L83, L84	L02, L03, L06, L09, L15, L16, L18, L19, L21, L22, L23, L33, L34, L35, L36, L37, L82, L83, L84, L85
Portal Tosters	T11, T13, T14, T30, T31, T35, T36, T41, T42, T46, T47	T11, T13, T14, T30, T31, T35, T36, T41, T42, T46, T47
Tosters L61	T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T57, T58, T59, T60, T61, T63, T64, T65, T67, T68, T69, T71, T78, T80, T81, T83, T84, T85, T87, T88, T90, T96	T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T57, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T68, T69, T71, T73, T74, T75, T78, T80, T82, T83, T85, T86, T87, T88, T91, T96, T97

Die grafische Darstellung der Lage der Objekte sowie die detaillierten Berechnungsergebnisse finden sich in der Einlage 5.2 Schalltechnische Berechnungen Aktualisierung 2025. Die Veränderungen der Aktualisierung 2025 gegenüber der Aktualisierung 2018 ergeben sich kumulierend aus der Änderung des Verkehrsaufkommens und der geänderten Berechnungsnormen.

5.2 VOLLAUSBAU 2030

Im Vollausbau zeigen sich deutliche Verbesserungen des Verkehrslärms im gesamten Stadtbereich zwischen den Portalen Felsenau Tisis und Tosters. Die gute Wirkung der Neuanlage hinsichtlich der durch sie erzeugten Schallimmissionen zeigt sich schon im Umstand, dass selbst im direkten Bereich der Portale, mit Ausnahme des Portalbereiches Tosters Bereich Alberweg, Verbesserungen der Lärmsituation erkennbar sind. Ausnahme bildet die Carinastraße im Abschnitt zwischen der Neuansbindung an die Tunnelausfahrt Altstadt über die Schulbruderstraße und den dadurch deutlich entlasteten Proßwaldenweg.

In den schalltechnischen Berechnungen (Emissionsermittlung) wird für die Straßenabschnitte L191 Portal Tisis bis zur Zollstelle, sowie für die L61 Bangserstraße im Abschnitt Alberweg bis Werdenbergstraße und den Alberweg der Fahrbahnbelag Lärmindernder Splittmastixasphalt (SMA 8 deck S3) berücksichtigt. Die

Tunnelbelüftung wird in allen Portalbereichen berücksichtigt. Die im Kapitel 6 beschriebenen Lärmschutzwände werden in ihrer abschirmenden Wirkung ebenfalls berücksichtigt.

Nach Verwirklichung des Vollausbau es wird in den engeren Untersuchungsbereichen folgende Anzahl von Gebäuden über den Grenzwerten belastet bleiben.

Tabelle 5 Objekte mit Grenzwertüberschreitungen Vollausbau 2030

Untersuchungsbereich	UVP_Einreichprojekt Aktualisierung 2018	Projektänderungen Aktualisierung 2025
Portal Altstadt	A02, A03, A10, A11, A13, A14, A22, A23, A24, A25, A26	A01, A02, A03, A04, A05, A10, A11, A13, A14, A17, A18, A22, A23, A24, A25, A26, A27
Portal Felsenau	F22, F24, F25, F26, F30, F34, F35, F36, F38, F40, F43, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52	F22, F24, F25, F26, F30, F34, F35, F36, F38, F39, F40, F42, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52
Portal Tisis	L02, L03, L09, L15, L16, L18, L19, L21, L22, L36, L83, L84	L02, L03, L15, L16, L18, L19, L21, L22, L36, L83,
Portal Tosters	T11, T12, T13, T14, T30, T31, T35, T36, T41, T42, T46, T47	T11, T13, T14, T30, T31, T35, T36, T41, T42, T46, T47
Tosters L61	T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54, T55, T56, T57, T58, T59, T60, T61, T62, T63, T64, T65, T67, T68, T69, T71, T73, T74, T75, T76, T78, T80, T81, T82, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T90, T91, T96	T48, T49, T50, T51, T52, T53, T55, T57, T58, T59, T60, T61, T64, T68, T69, T71, T83, T87, T88, T96, T97

Die detaillierten Berechnungsergebnisse finden sich in der Einlage TP 05.01-04/2 Schalltechnische Berechnungen Aktualisierung 2025. Die Veränderungen der Aktualisierung 2025 gegenüber der Aktualisierung 2018 ergeben sich kumulierend aus der Änderung des Verkehrsaufkommens und der geänderten Berechnungsnormen.

Tabelle 6 Objekte, für die in der Aktualisierung 2025 Maßnahmen vorgesehen sind

Wohngebäude	Prognose 2030 Nullplanfall					Prognose 2030 Vollausbau									
	Gesamtimmissioni		schutzwürdige Fronten			Gesamtimmissioni		Projektanteil		Delta	schutzwürdige Fronten				Maßnahme
	best LSM		>60	55-60	50-55	mit LSM		Lden	Ln		geschützt	>60	55-60	50-55	
Name	Lden	Ln				Lden	Ln	Lden	Ln						
A05	58,6	49,3	0	0	0	60,5	51,4	52,7	43,7	3,0	0	0	0	3	LSF+SDL
A17	59,0	49,4	0	0	0	60,3	50,9	51,8	42,8	4,6	0	0	0	1	LSF+SDL
A18	56,6	47,0	0	0	0	59,6	50,4	53,4	44,4	4,9	0	0	0	1	LSF+SDL
A22	61,9	52,6	0	0	2	62,4	53,4	55,3	46,3	3,8	0	0	0	3	LSF+SDL
L15	66,9	57,8	0	2	3	67,7	58,4	64,7	55,6	0,9	1	0	2	2	LSF+SDL
L16	67,5	58,3	0	3	3	66,7	57,1	54,5	45,5	-0,3	0	0	3	3	SDL
L18	68,5	59,3	0	6	0	67,3	57,9	57,4	48,4	-0,2	0	0	2	4	SDL
L36	61,8	52,6	0	0	3	60,9	51,5	55,9	46,9	-0,3	2	0	0	1	SDL
L37	59,3	50,1	0	0	1	58,5	49,4	58,1	49,0	-0,6	1	0	0	0	SDL

Der maßgebliche Zeitraum ist der Zeitraum Nacht 22 bis 06 Uhr

BSLärmIV S6 (3)
BSLärmIV S6 (2)
BSLärmIV S6 (1)

LSF+SDL

LSF+SDL

SDL

Einzelfallprüfung
Lärmschutzwand und Schalldämmflügel, da Gesamtpegel > 50 dB und Pegelzunahme > 1 dB nachts
Schalldämmflügel, da Projektanteil > 45 nachts

Insgesamt werden an den vier Wohnhäusern A05, A17, A18 und A22 die Verkehrslärm-Immissionen bei Überschreitung der Grenzwerte gemäß BStLärmIV §6 (2) um mehr als 1,0 dB angehoben. Für diese Objekte sind objektseitige Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen. Weiters wird beim Objekt L15 bei einer Erhöhung der Gesamtimmission unter 1,0 dB der Grenzwert für den Projektanteil gemäß BStLärmIV §6 (1) überschritten. Da der Gesamtpegel über den Grenzwerten gemäß BStLärmIV §6 (3) liegt, ist dieses Objekt gesondert zu beurteilen. An einzelnen Fassaden der Objekte L16, L18, L36 und L37 wird bei einer Verbesserung der Gesamtimmission der Grenzwert für den Projektanteil gemäß BStLärmIV §6 (1) überschritten.

Tabelle 7 Gegenüberstellung der Objekte mit objektseitigen Maßnahmen

Planfall	UVP_Einreichprojekt Aktualisierung 2018	Projektänderungen Aktualisierung 2025
Teilausbau 2030	L19	entfällt
Vollausbau 2030	A22 Die objektseitigen Maßnahmen für die Objekte T11, T12, T13, T14, T30, T31, T35, T36, T41, T42, T46, T47, T62, T63, T64, T65, T67, T68, T69, T71, T73, T74, T75, T76, T78, T80, T81, T82, T83, T84, T85, T86, T87, T88, T90 und T91 werden durch Aufbringen eines LSMA-Fahrbahnbelages kompensiert	A05, A17, A18, A22, L15, L16, L18, L36, L37

5.3 LÜFTUNGSBAUWERK AM STADTSCHROFEN

Die in ca. 10m über dem umgebenden Gelände auftretende Emission des Lüftungsbauwerkes bewirkt auch unter Volllast keine die nächstgelegenen dauernd genutzten Objekte beeinträchtigende Immissionen.

6 BESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER LÄRMSCHUTZMASSNAHMEN

Im Projekt ist die Umsetzung von zwei Lärmschutzwänden vorgesehen. Entlang der L190 im Bereich Felsenau wird schon zu Beginn der Bauarbeiten eine 475 m lange und 4m hohe Lärmschutzwand zum Schutz des Siedlungsbereiches Fellengatter errichtet (UVE-Einlage TP 05.01.16). Im Portalbereich Tosters wird auf der zwischen Kapfweg und der Bahnlinie zu errichtenden Stützmauer eine Lärmschutzwand mit einer Höhe von 3m und einer Länge von 140 m aufgesetzt (UVE-Einlage TP 05.01.17).

Die Tunnelwände in den Portalbereichen Altstadt und Tosters werden jeweils über eine Länge von 50 m mit hochabsorbierenden Elementen verkleidet. Vor den Portalen Altstadt und Tosters sind seitlich keine Stützmauern angeordnet, in Verlängerung der Tunnelachsen sind Wohnhäuser vorhanden, in deren Richtung vor allem die Strahlventilatoren wirken können.

Demgegenüber bildet vor dem Portal Tisis die Emissionsquelle L191 die Verlängerung der Tunnelachse. Beidseitig der Portalöffnung sind schallharte Stützmauern (reflektierend) bis über die Oberkante der Tunnelöffnung vorgesehen. Aus den Berechnungsergebnissen ergibt sich keine Notwendigkeit, das Portal Tisis schalltechnisch zu verkleiden. Der Tunnelquerschnitt wird jedoch soweit vorbereitet, dass bei Bedarf auch nachträglich absorbierende Wandelemente in den Portalbereichen der Tunnel angebracht werden können.

Es wurden alle in den technischen Einreichprojekten Straßenbau und Tunnelbau definierten vertikalen Konstruktionen als schallhart definiert. Ausgenommen sind die Tunnelwände der Portale Altstadt und Tosters, welche schalltechnisch verkleidet werden, sowie die definierten und in den Plänen dargestellten Lärmschutzwände (hochabsorbierend ausgeführt). Im direkten Einflussbereich des Portals Felsenau sind keine Wohnhäuser situiert.

Im Sinne der Richtlinie „Lärmschutz an Landesstraßen des Landes Vorarlberg“ vom Dezember 2000 haben Eigentümer bzw. Mieter von Wohnhäusern entlang von Landesstraßen grundsätzlich die Möglichkeit, im Rahmen der Wohnhaussanierung um Förderung für objektseitige Lärmschutzmaßnahmen anzusuchen. Dies betrifft alle dargestellten Objekte, an deren Fensterfronten schon in der Ist-Situation 2017 Immissionen über 50 dB nachts zu verzeichnen sind.

Unterlagen dazu finden sich beispielsweise im Einreichprojekt UVE-Einlage TP 05.01.04a oder im Lärmkataster 2022 (www.laerminfo.at).

Die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen in der Betriebsphase wird generell als „mittel“ eingestuft, da sie zwar in der Lage sind, die Lärmbelastung anrainerseitig deutlich zu reduzieren, diese aber nicht gänzlich zu verhindern mögen.

Es ergibt sich durch die Projektänderungen keine Änderung dieser Bewertung.

Tabelle 8: Maßnahmenübersicht– Betriebsphase

FACHBEREICH Schalltechnik – MASSNAHMENÜBERSICHT BETRIEBSPHASE		
Maßnahme	Kurzbeschreibung	Anmerkung, Umsetzung
LÄ-BE-1	L190 - Lärmschutzwand Felsengatter (UVE-Einlage TP 05.01.16)	bereits errichtet, in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-2	Tunnelportal Altstadt hochabsorbierende Verkleidung	in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-4	zusätzliche objektseitige Maßnahmen Bereich Altstadt Wohnhäuser A05, A17, A18, A22, Bereich Tisis Wohnhäuser L15, L16, L18, L36, L37	Maßnahmen für Objekte L19 sind nicht erforderlich, alle bezeichneten Wohnhäuser ausgenommen A22 sind neu betroffen.
LÄ-BE-5	Kapfweg Lärmschutzwand Tosters (UVE-Einlage TP 05.01.17)	in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-6	Tunnelportal Tosters hochabsorbierende Verkleidung	in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-7	L191 Portal Tisis bis Zollstelle Lärmindernder Splittmastixasphalt (SMA 8 deck S3)	in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-8	L61 Bangserstraße Abschnitt Alberweg bis Werdenbergstraße Lärmindernder Splittmastixasphalt (SMA 8 deck S3)	in den Berechnungen berücksichtigt
LÄ-BE-9	Alberweg Lärmindernder Splittmastixasphalt (SMA 8 deck S3)	in den Berechnungen berücksichtigt

Spezifikation der Lärmschutzmaßnahmen

Die Absorptionseigenschaften der Lärmschutzwände und Portalverkleidungen müssen mindestens der Absorptionsklasse 3 ($DL\alpha = 8$ bis 11 dB gemäß ÖNORM EN 1793-1) entsprechen. Die Luftschalldämmung der Lärmschutzwände muss gemäß ÖNORM EN 1793-2 mindestens 10 dB über der größten erzielbaren Schirmwirkung liegen und mindestens 25 dB betragen.

Schallschutzfenster haben laut ÖNORM B8115-2 in Abhängigkeit vom Immissionspegel vor dem Fenster folgenden Mindestschallschutz R_w zu erfüllen. $R_w = 38$ dB bei Außenpegel nachts bis 60 dB, $R_w = 43$ dB bei Außenpegel nachts bis 65 dB, darüber ist ein R_w von 48 dB erforderlich.

Die erforderliche, gute Dichtung der Schallschutzfenster bedingt in Schlaf- bzw. Wohnschlafräumen den Einbau von gesonderten Lüftungen, um den notwendigen Luftaustausch zu gewährleisten. Der Luftdurchsatz hat mindestens 20 m³/h und Person zu betragen. Bei Wohnhäusern (z.B. Niedrigenergiehäuser und Passivhäuser), welche über Lüftungssysteme verfügen, sind zusätzliche Schalldämmlüfter nicht erforderlich.

7 GRENZÜBERSCHREITENDE AUSWIRKUNGEN

Die Ermittlung der projektbedingten Veränderung der Verkehrslärmsituation in Liechtenstein erfolgt nach den gleichen Vorgaben und Methoden, wie in voran gegangenen Kapiteln beschrieben. Die im 10x10-Meter-Raster berechneten flächenhaften Lärmkarten und die daraus resultierenden Differenzlärmkarten zeigen die straßenverkehrslärmbedingten Schallimmissionen jeweils im Prognosejahr 2030 in den betrachteten Planfällen Nullplanfall und Vollausbau.

Die Berechnungsergebnisse wurden auf Übereinstimmung mit dem Straßen-Lärmbelastungskataster, veröffentlicht über das Geodatenportal der Landesverwaltung des Fürstentums Liechtenstein, überprüft.

Aufgrund der sich aus den Verkehrsgrundlagen der Planfälle ergebenden Emissionspegel sind auf den nach Liechtenstein führenden Straßenabschnitten keine Verkehrsänderungen zu erwarten, welche zu zusätzlichen, relevanten Lärmbelastungen führen. Die gesamte Veränderung gegenüber dem Nullplanfall bleibt in allen Straßenabschnitten unter 1,0 dB und ist damit als irrelevant (Irrelevanzkriterium $\Delta L_r \leq 1,0$ dB) zu bezeichnen.

In den Einlagen 5.6, 5.7 und 5.8 erfolgt die Darstellung der zu erwartenden Immissionen und Immissionsveränderungen im Untersuchungsbereich Fürstentum Liechtenstein in Form von Lärmkarten und Differenzlärmkarten.

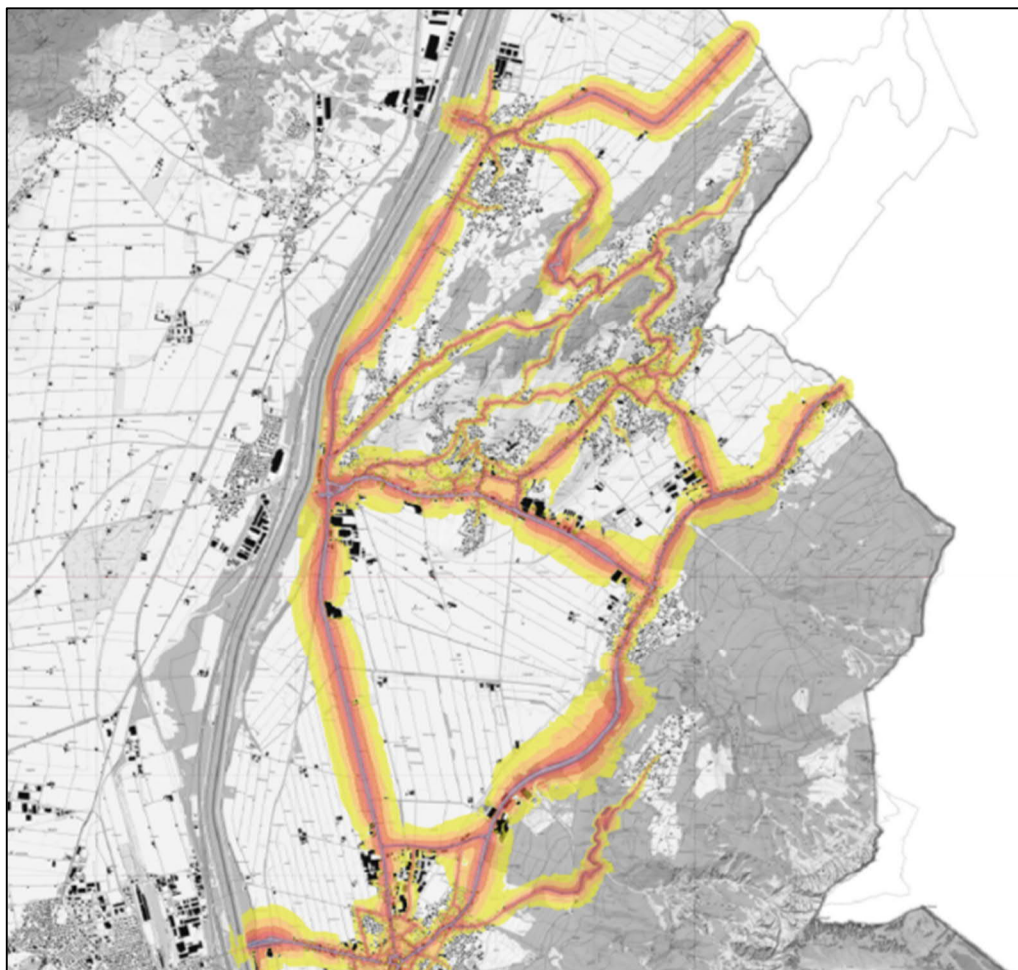


Abbildung 2 Straßen-Lärmkataster Fürstentum Liechtenstein Zeitraum Tag

8 ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

Für die Betriebsphase kann auf Basis der aktualisierten verkehrlichen Grundlagen festgestellt werden, dass, wie auch im genehmigten Vorhaben, das Limit von 50 dB für den Nachtzeitraum bei allen relevanten Straßenzügen bereits im Bestandsnetz überschritten wird. Als relevante Straßenzüge gelten jene, die in den betrachteten Immissionspunkten im Planfall Vollausbau 2030 einen L_{night} von $> 50,0$ dB hervorrufen und gegenüber dem Nullplanfall 2030 eine vorhabensbedingte Immissionserhöhung von $\Delta L > 1,0$ dB (Irrelevanzkriterium) aufweisen.

Die zusätzliche Belastung durch Straßenlärm durch den geplanten Neubau des Stadttunnels Feldkirch wird mit der Umsetzung der vorgeschlagenen aktiven und passiven Lärmschutzmaßnahmen als zumutbar angesehen. Die Auswirkungen des Projekts sind insgesamt und unter Anbetracht der nicht unbeträchtlichen positiven Wirkung in vielen Teilbereichen des Gesamtuntersuchungsbereiches als eine deutliche Verbesserung einzustufen.

Zusammenfassend betrachtet ist das **Vorhaben Stadttunnel Feldkirch** gemäß bei Einhaltung der vorgesehenen Maßnahmen, in Betriebsphase **aus der fachlichen Sicht des Fachbereichs Schalltechnik** als **umweltverträglich** zu bezeichnen. Es ergibt sich durch die Projektänderungen keine Änderung dieser Bewertung.

9 VERZEICHNISSE

9.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Gesamtuntersuchungsraum Liechtenstein und Vorarlberg.....	6
Abbildung 2	Straßen-Lärmkataster Fürstentum Liechtenstein Zeitraum Tag	19

9.2 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Eingabeparameter	9
Tabelle 2	Verkehrsdaten und Emissionsansätze der maßgeblichen Achsen	11
Tabelle 3	Zielwerte - Immissionsgrenzwerte	12
Tabelle 4:	Maßnahmenübersicht– Betriebsphase	18

9.3 LITERATURVERZEICHNIS

RVS 04.02.11 Lärmschutz, Forschungsgesellschaft für das Verkehrs- und Straßenwesen, Wien, Ausgabe: 2021-11-01 (Emissionsermittlung Straße)
ÖAL-Richtlinie Nr. 28: Berechnung der Schallausbreitung im Freien und Zuweisung von Lärmpegeln und Bewohnern zu Gebäuden, Ausgabe 2021-10-01 (Ausbreitungsberechnung)
Bundesstraßen-Lärmimmissionsschutzverordnung – BstLärmIV; BGBl. II Nr. 215/2014 (Beurteilungsmethodik)
ÖNORM S 5021-1, Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung, Ausgabe 2010-04-01
ÖNORM ISO 9613-2, Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Ausgabe:2008-07-01
RVS Arbeitspapier Nr. 18 Anwendungshinweise zur RVS 04.02.11 “Lärmschutz.” Ausgabe 2015-05-01
ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1, Österreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung, Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich, Wien, 2008-03-01
ÖAL-Richtlinie Nr. 23: Maßnahmen zum Schutz vor Straßenverkehrslärm; 2. Ausgabe: Mai 1983.
ÖAL-Richtlinie Nr. 36 Blatt 2, Ausgabe 2010-01-01, „Erstellung von Lärmkarten und Konfliktzonenplänen und Planung von Lärminderungsmaßnahmen“
UVP-G 2000 (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz) i.d.g.F
Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm und die darauf aufbauenden bundes- und landesgesetzlichen Bestimmungen
Verfahren zur Berechnung der Lärmabstrahlung von Straßentunnel-Portalen, EMPA, Abt. Akustik und Lärmbekämpfung, Forschungsauftrag 25/77 und 16/82 des Eidgenössischen Departement des Innern, Bundesamt für Straßenbau
StVO, Straßenverkehrsordnung 1960 i.d.g.F.

9.4 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

In den Berichten, Tabellen und Lärmkarten der Aktualisierung 2025 werden die hier erläuterten Kürzel und Abkürzungen verwendet:

Dezibel (dB)

Logarithmisch definierte Maßeinheit zur Angabe des Schalldruckpegels. Die für den Menschen relevante Skala reicht von 0 dB bis 140 dB. 0 dB bezieht sich auf einen Schalldruck von 20µPa.

dB(A)

Der A-bewertete Schalldruckpegel ist der gewichtete Mittelwert des Schalldruckpegels (dB) in Abhängigkeit von der Frequenz eines Geräusches. Diese Wichtung berücksichtigt die Eigenschaft des menschlichen Gehörs, Schalldruckpegel bzw. Töne unterschiedlicher Frequenzen unterschiedlich stark wahrzunehmen. Besonders hoch ist Empfindlichkeit im mittleren Frequenzbereich, dem Bereich der menschlichen Sprache. Nahezu sämtliche Vorschriften und Richtlinien benennen Werte in dB (A).

Gst.-Nr.

Grundstücksnummer

HR

Himmelsrichtung

Isophone

Isophone sind „Kurven gleicher Lautstärke“. Durch sie wird beschrieben, welcher Schalldruckpegel für einen Einzelton bei welcher Frequenz erforderlich ist, um jeweils den gleichen Lautstärkeindruck bei Menschen zu erzielen.

JDTV - jährliches, durchschnittliches, tägliches Verkehrsaufkommen

Das jährliche, durchschnittliche, tägliche Verkehrsaufkommen ist der Mittelwert über alle Tage des Jahres der Anzahl der einen Straßenquerschnitt in beiden Richtungen täglich passierenden Kraftfahrzeuge.

KG

Katastralgemeinde

LAeq1 - A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel

Der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel ist der mit A-Bewertung ermittelte energie-äquivalente Dauerschallpegel. Der energieäquivalente Dauerschallpegel ist eine Einzahlangabe, die zur Beschreibung von Schallereignissen mit beliebigem zeitlichen Verlauf des Schalldruckpegels dient.

Der energieäquivalente Dauerschallpegel wird als jener Schalldruckpegel errechnet, der bei dauernder Einwirkung einem beliebigen Geräusch energieäquivalent ist.

Lärm

Als Lärm wird die Schallimmission oder Geräuschbelastung bezeichnet, die subjektiv als störend empfunden wird. Einflussfaktoren für die Beurteilung sind Schalldruckpegel, Tonhöhe, Impulshaltigkeit und tonale Komponenten. Laute, hohe Töne mit starken Pegeländerungen stören meist mehr als leise, gleichförmige und tiefe. Auch die Dauer der Schallexposition bestimmt das Lärmempfinden. Lärminderungsmaßnahmen setzen am Ort der Schallemission, der Lärmimmission und der Exposition des Menschen an.

Lärmindex

Der Lärmindex ist die Größe für die Beschreibung des Umgebungslärms, die mit gesundheitsschädlichen und/oder belästigenden Auswirkungen in Verbindung steht.

Lden	Tag-Abend-Nacht-Lärmindex für die allgemeine Belastung
Ld , L day	Tag-Lärmindex für die Belastung während des Tagzeitraumes
Le , L evening	Abend-Lärmindex für die Belastung während des Abendzeitraumes
Ln , L night	Nacht-Lärmindex für die Belastung in der Nacht

d (06-19)

Die Tagzeit ist der Zeitraum zwischen 06:00 Uhr und 19:00 Uhr.

e (19-22)

Die Abendzeit ist der Zeitraum zwischen 19:00 Uhr und 22:00 Uhr.

n (22-06)

Die Nachtzeit ist der Zeitraum zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr.

ON

Objektnummer (alphanumerische laufende Nummer)

A01 bis A27 = Bereich Portal Altstadt, F01 bis F21 = und Lüfterbauwerk, F22 bis F52 = Bereich Portal Felsenau, L 01 bis L85 = Bereich Portal Tisis Liechtensteiner Straße, T01 bis T47 = Portal Tosters – Alberstraße, T48 bis T97 = L61 Tostener Straße

RVS – Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen

Damit die Gestaltung der jeweiligen Verkehrsfläche verkehrssicher und technisch auf dem letzten Stand ausgeführt ist, werden die Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) bei Projektierung und Straßenraumgestaltung herangezogen. Diese Richtlinien werden von den Fachleuten der betroffenen Gebietskörperschaften, Bund, Länder und Gemeinden, unter Berücksichtigung internationaler Erfahrungen und Einbindung nationaler Expertinnen und Experten aus Lehre und Forschung einvernehmlich erstellt und zur Anwendung empfohlen.

SW

Stockwerk

10 ANHANG

- A 1 Detaillärmkarten 2030 Portalbereich Altstadt
- A 2 Detaillärmkarten 2030 Portalbereich Felsenau
- A 3 Detaillärmkarten 2030 Portalbereich Tisis
- A 4 Detaillärmkarten 2030 Portalbereich Tosters

ANHANG

A 1

Stadttunnel Feldkirch
Detaillärmkarten der Portalbereiche

Portalbereich Altstadt

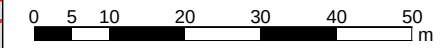
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000

Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

Maßstab 1:1000



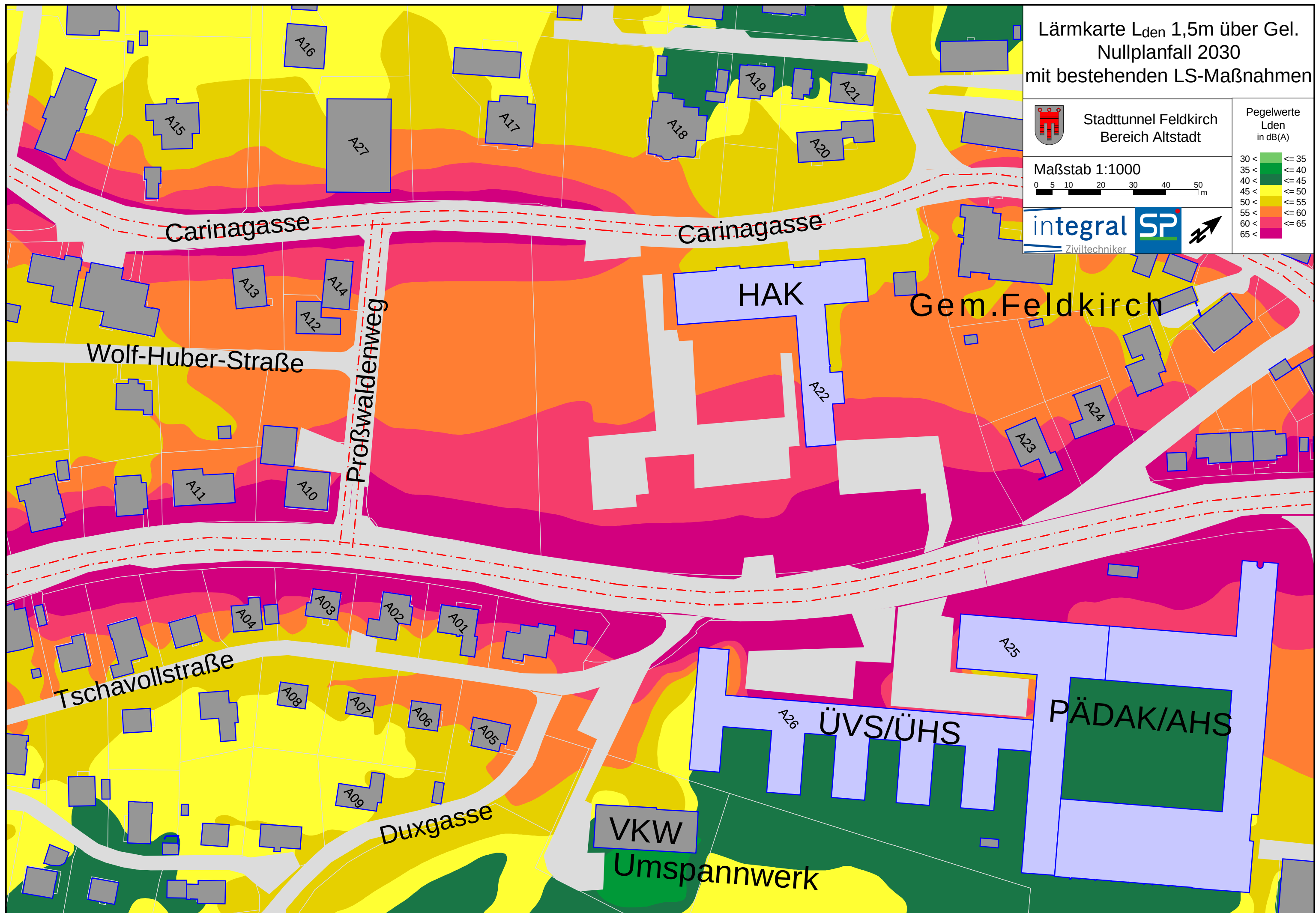
integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

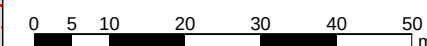


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

Maßstab 1:1000



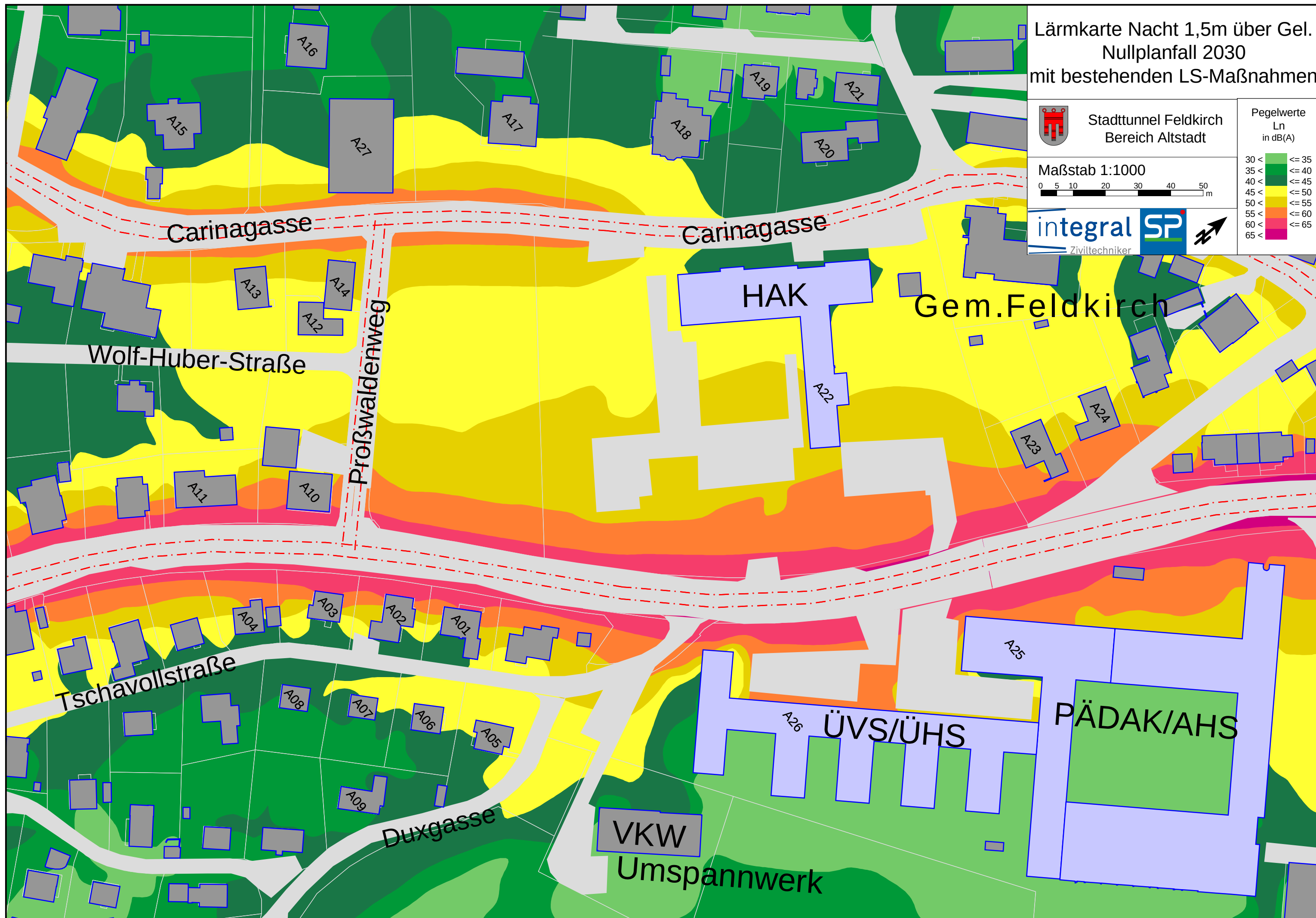
integral
Ziviltechniker

SP

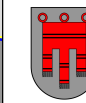


Pegelwerte
Ln
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	<= 65

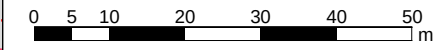


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

Maßstab 1:1000



integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

Carinagasse

Carinagasse

Wolf-Huber-Straße

Proßwaldenweg

HAK

Gem. Feldkirch

Tschavollstraße

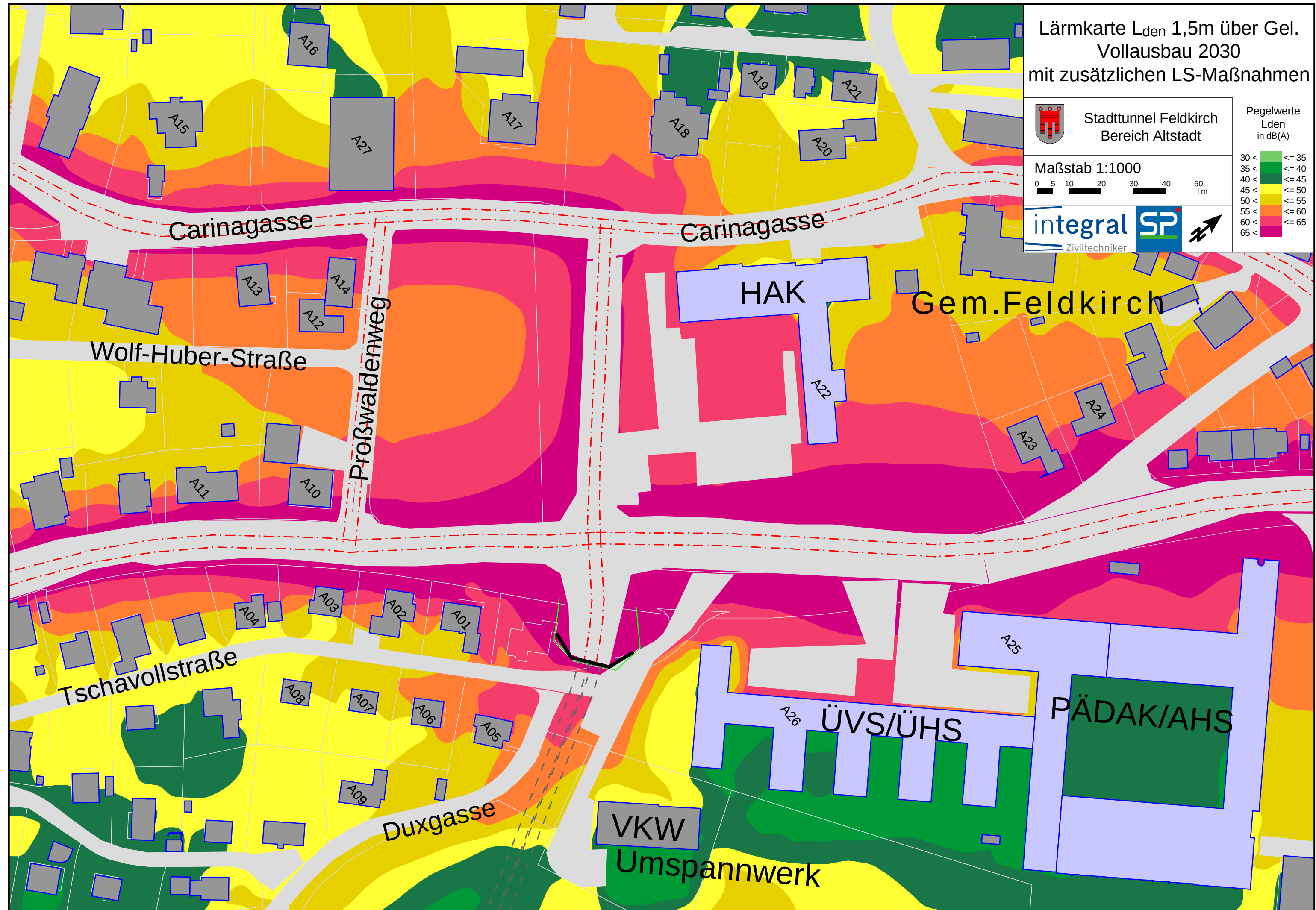
Duxgasse

VKW

Umspannwerk

ÜVS/ÜHS

PÄDAK/AHS

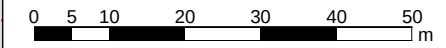


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

Maßstab 1:1000



integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
Ln
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	<= 65

Carinagasse

Carinagasse

Wolf-Huber-Straße

Proßwaldenweg

HAK

Gem. Feldkirch

Tschavollstraße

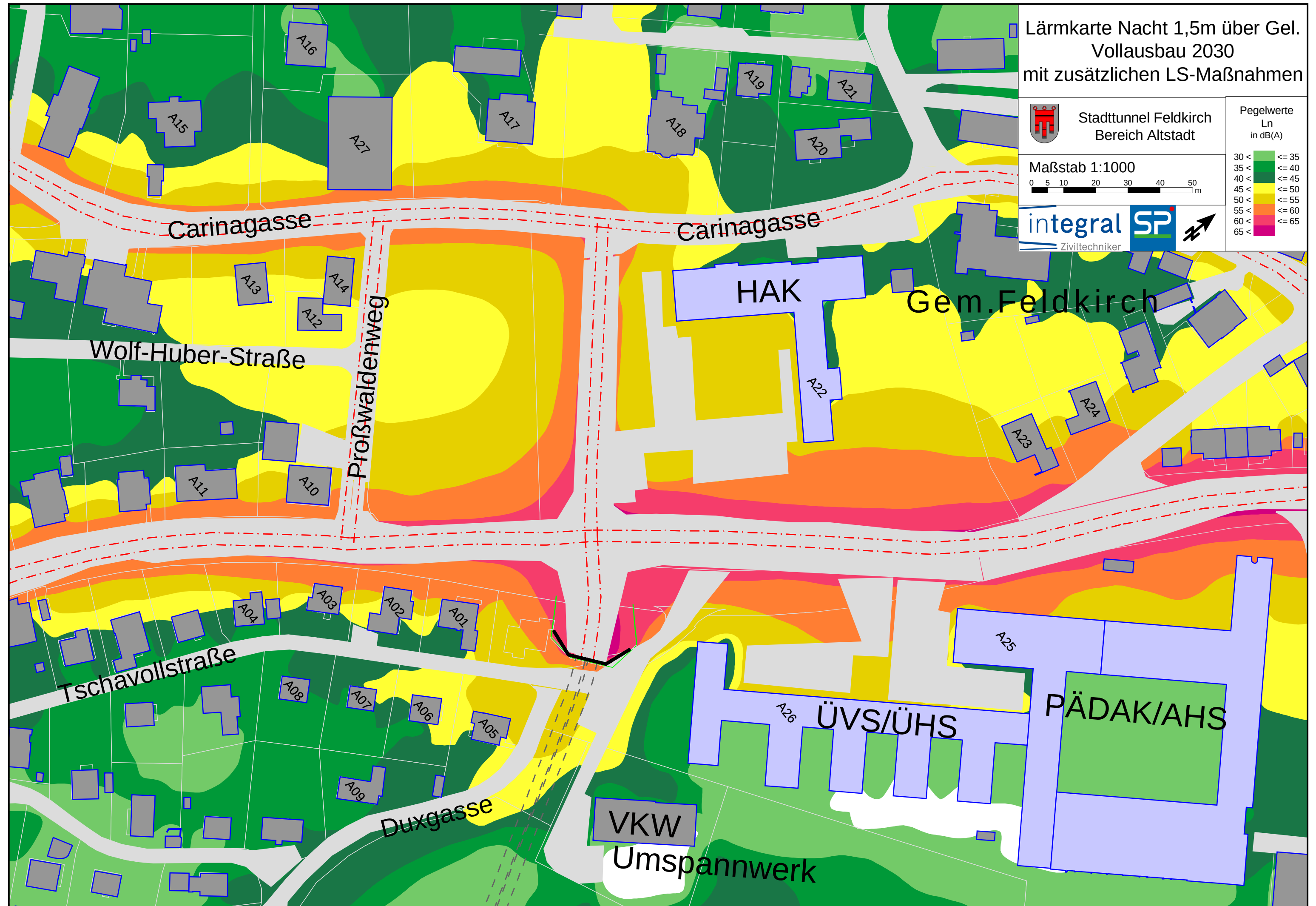
Duxgasse

VKW

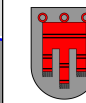
Umspannwerk

ÜVS/ÜHS

PÄDAK/AHS

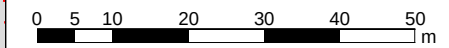


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

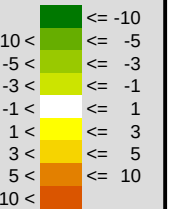
Maßstab 1:1000



integral SP
Ziviltechniker



Pegeldifferenz
Delta L_{den}
in dB(A)



Carinagasse

Carinagasse

Wolf-Huber-Straße

Proßwaldenweg

HAK

Gem. Feldkirch

Tschavollstraße

Duxgasse

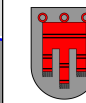
VKW

Umspannwerk

ÜVS/ÜHS

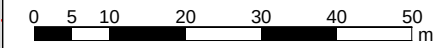
PÄDAK/AHS

Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Altstadt

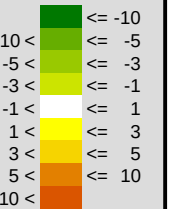
Maßstab 1:1000



integral SP
Ziviltechniker



Pegeldifferenz
Delta Ln
in dB(A)



Carinagasse

Carinagasse

Wolf-Huber-Straße

Proßwaldenweg

HAK

Gem.Feldkirch

Tschavollstraße

Duxgasse

VKW

Umspannwerk

ÜVS/ÜHS

PÄDAK/AHS

ANHANG

A 2

Stadttunnel Feldkirch
Detaillärmkarten der Portalbereiche

Portalbereich Felsenau

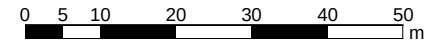
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vol ^l ausbau mit LS	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vol ^l ausbau mit LS	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Differenzkarte Vol ^l ausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Differenzkarte Vol ^l ausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000

Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



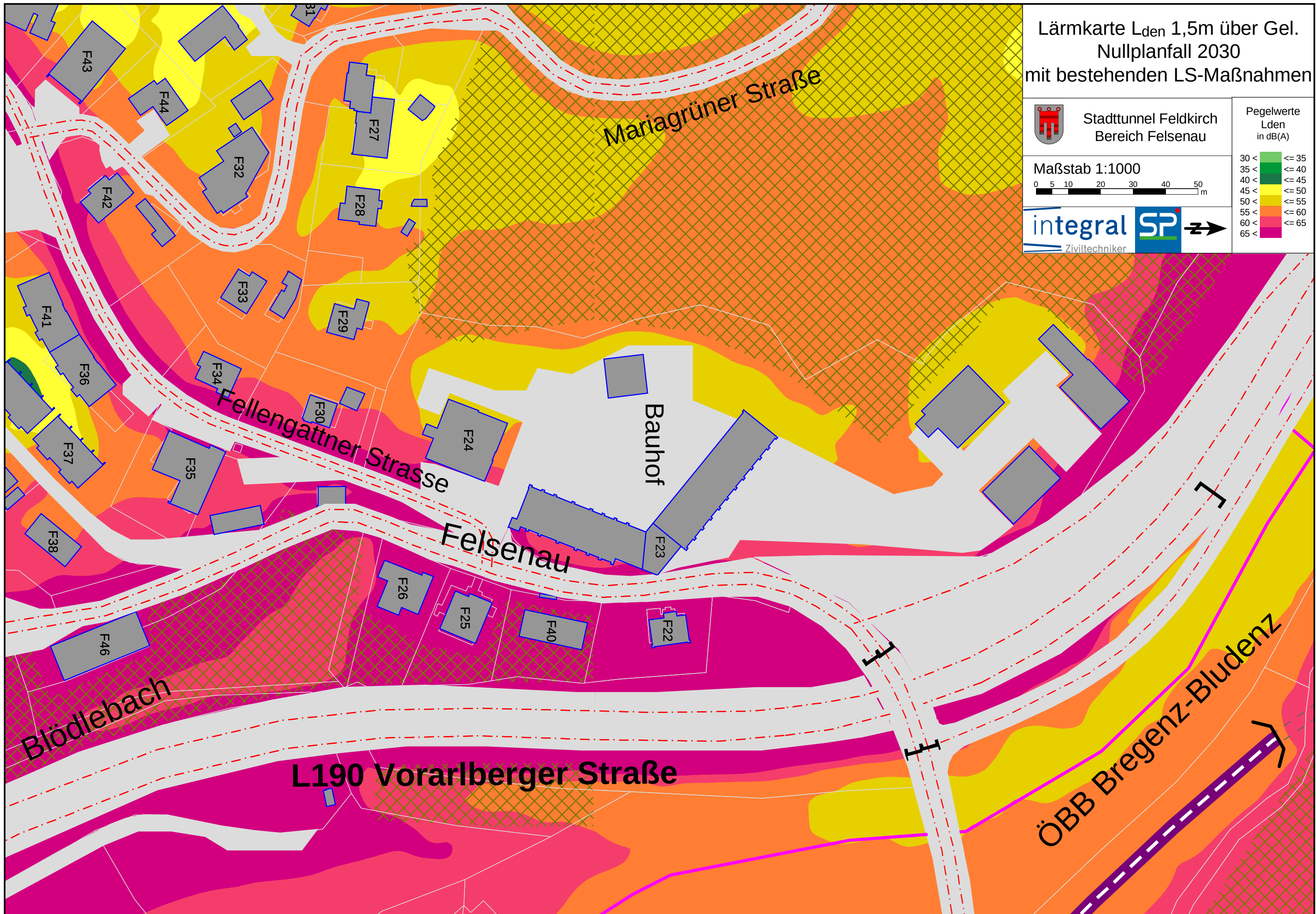
Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

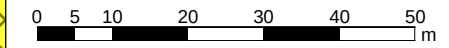


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



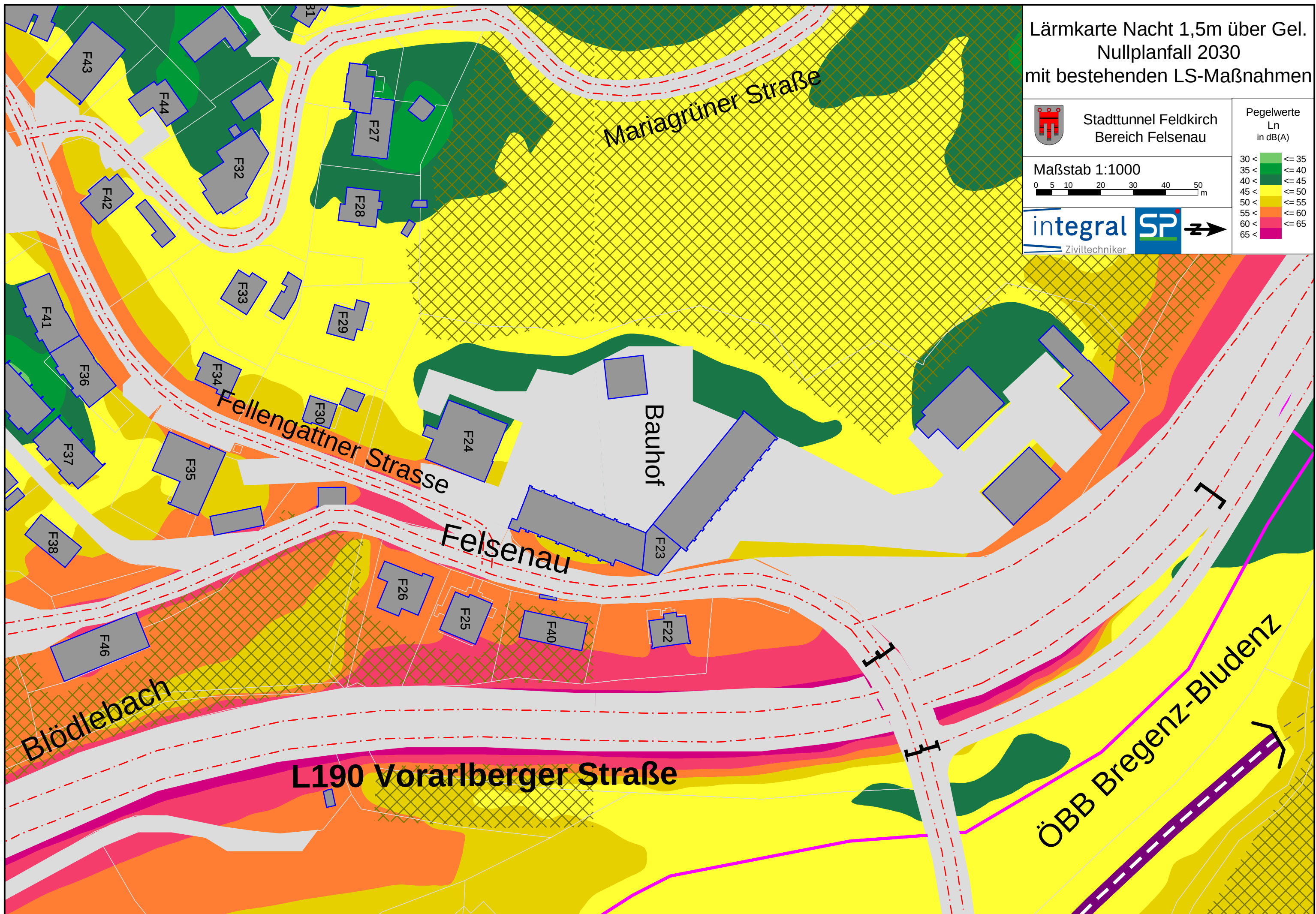
Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000



Pegelwerte
Ln
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

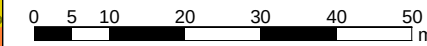


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000

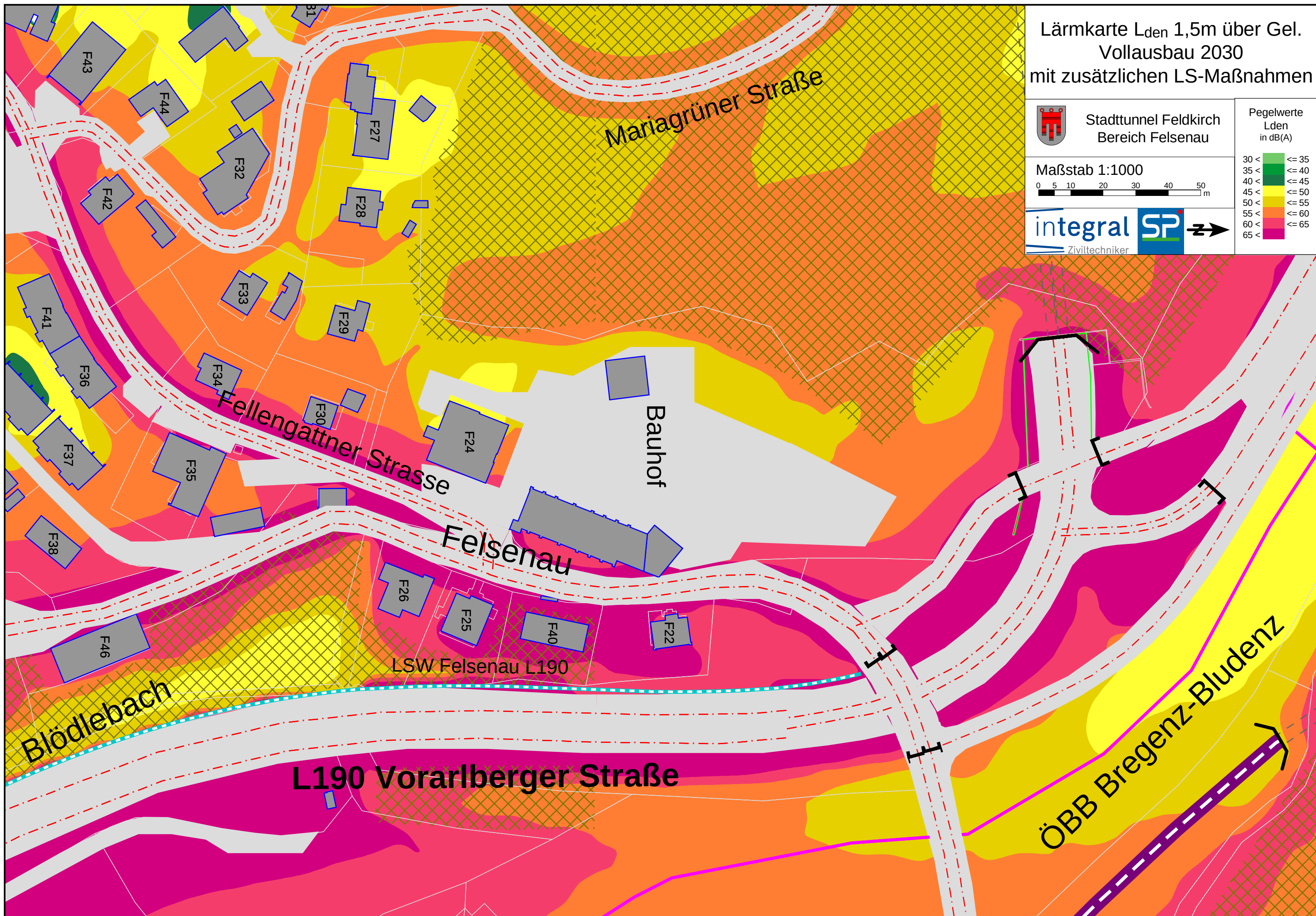


integral
Ziviltechniker



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

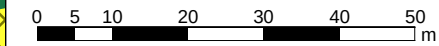


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000

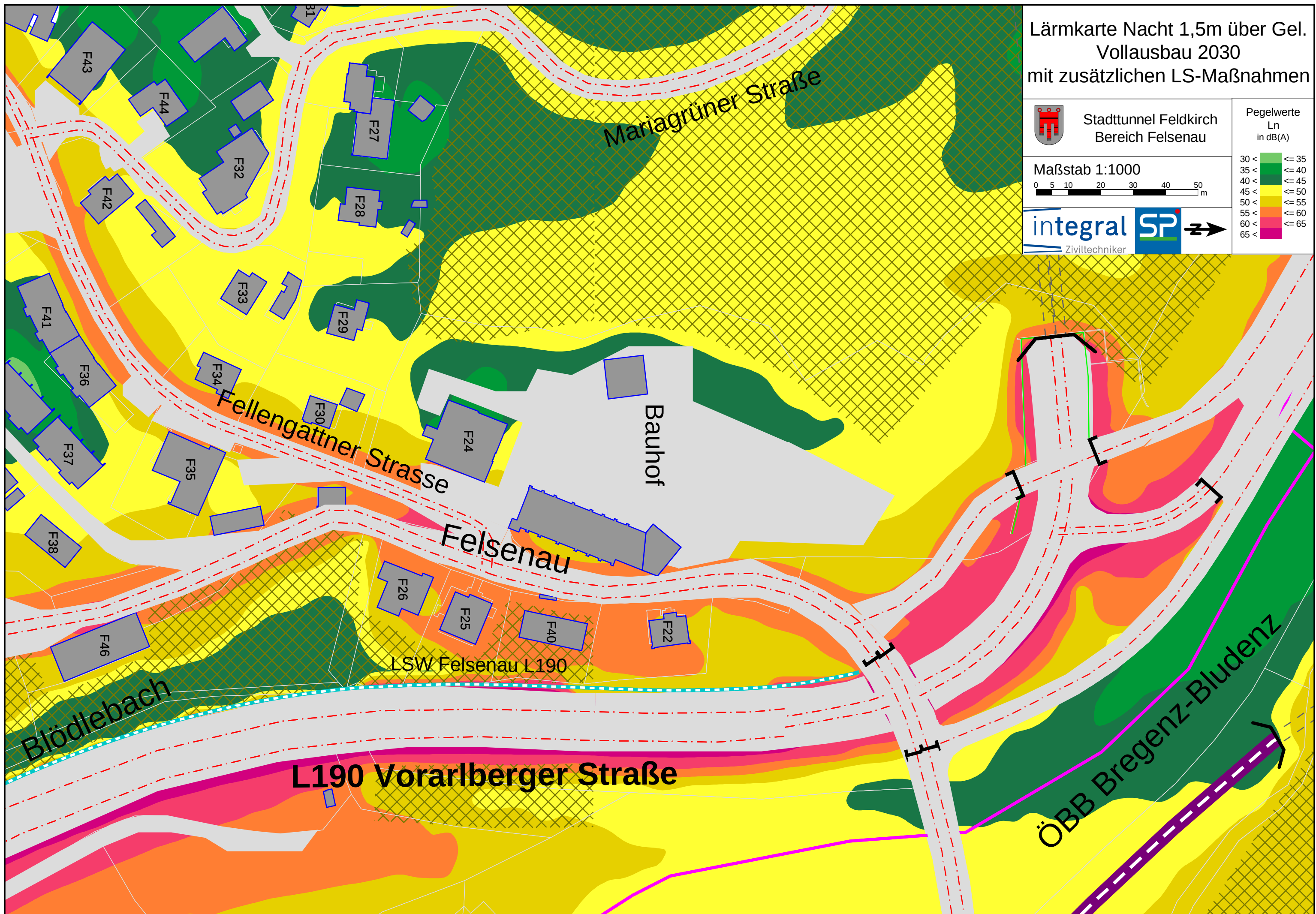


integral
Ziviltechniker

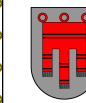


Pegelwerte
 L_n
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

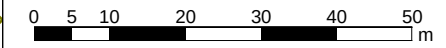


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen

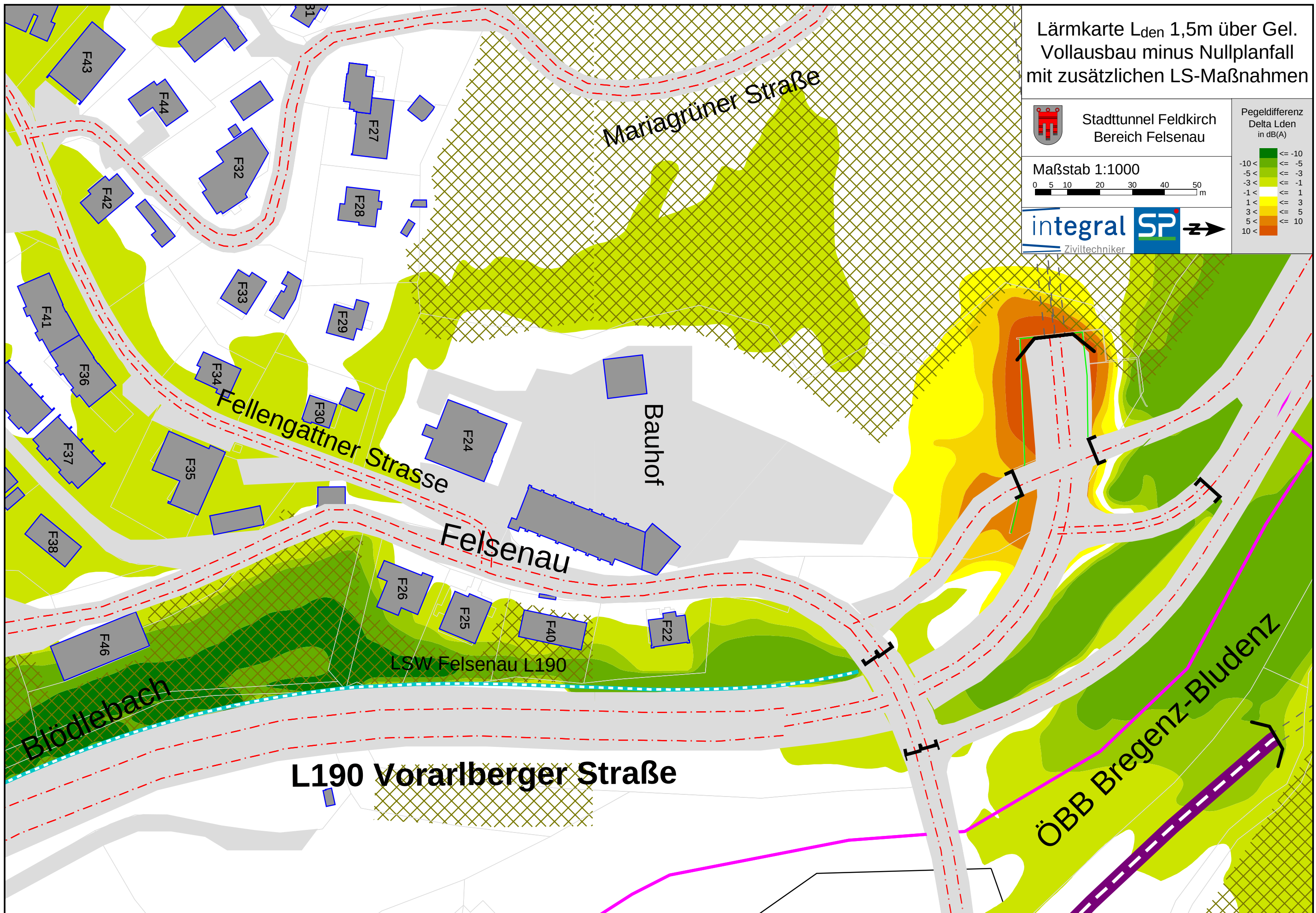
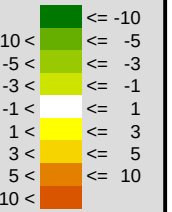


Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000



Pegeldifferenz
Delta L_{den}
in dB(A)

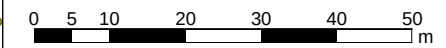


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen

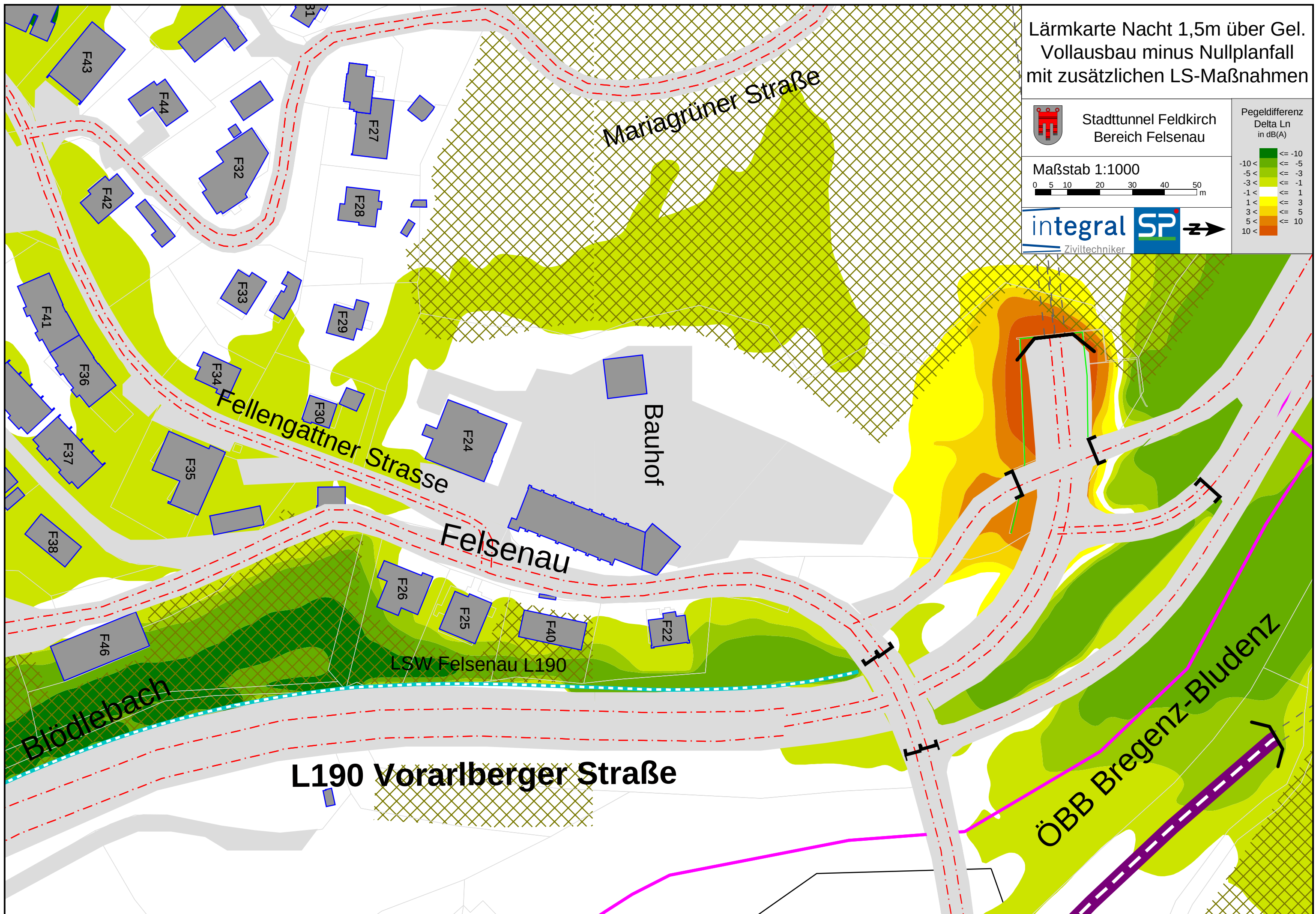
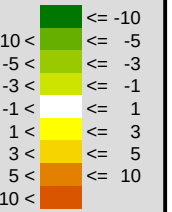


Stadttunnel Feldkirch
Bereich Felsenau

Maßstab 1:1000



Pegeldifferenz
Delta Ln
in dB(A)



ANHANG

A 3

Stadttunnel Feldkirch
Detaillärmkarten der Portalbereiche

Portalbereich Tisis

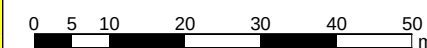
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000

Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tisis

Maßstab 1:1000



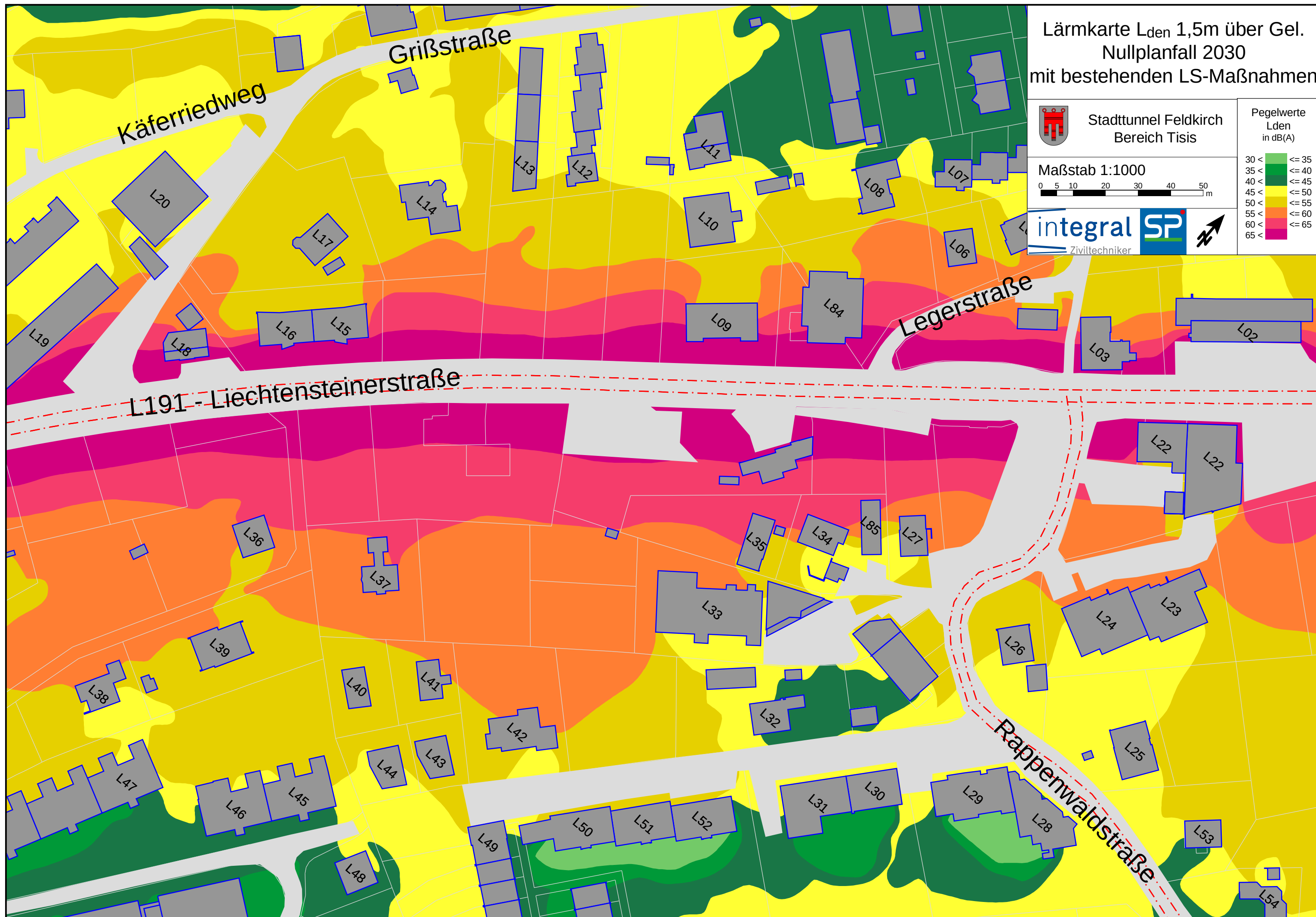
integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

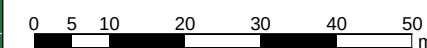


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tisis

Maßstab 1:1000



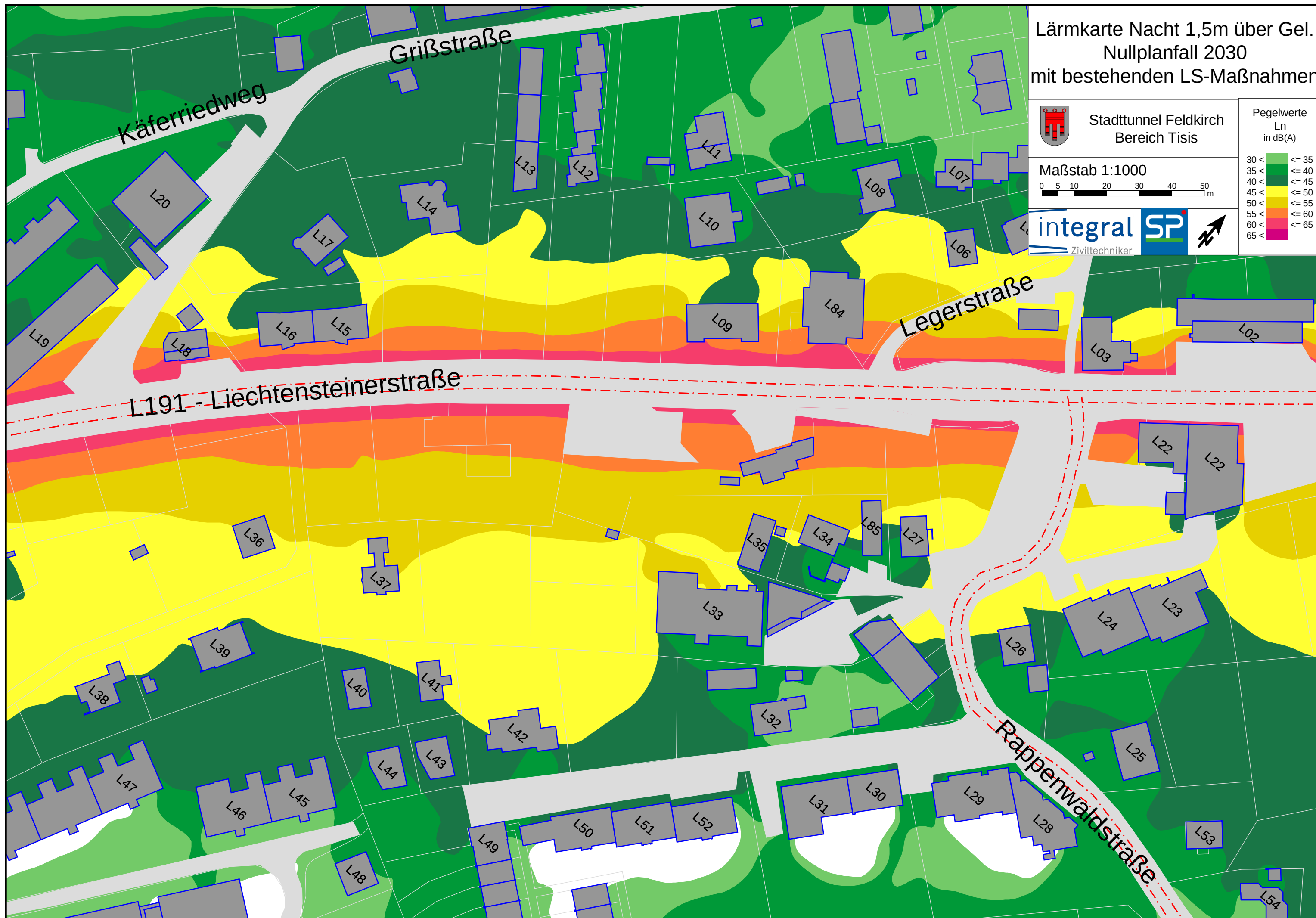
integral
Ziviltechniker

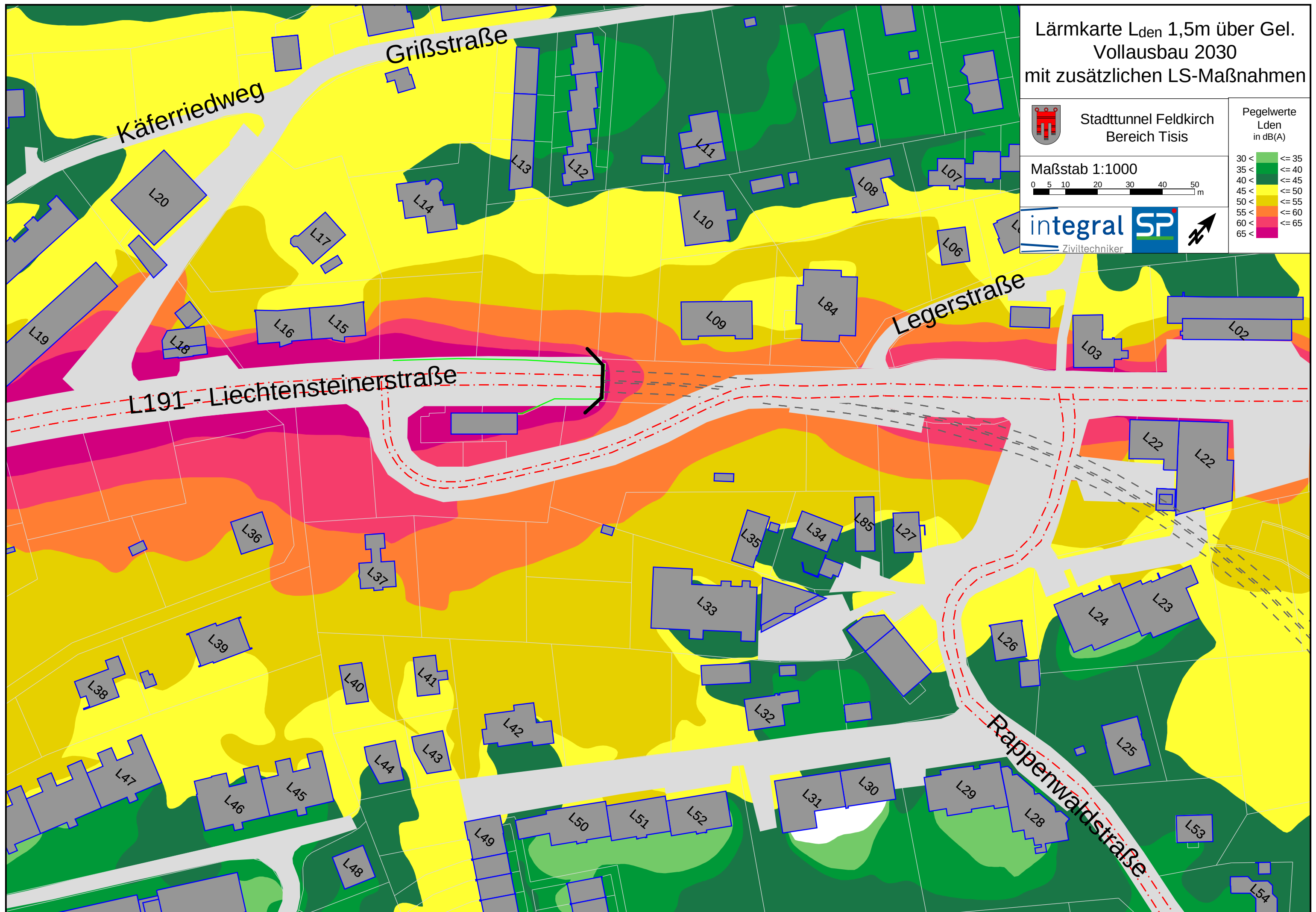
SP

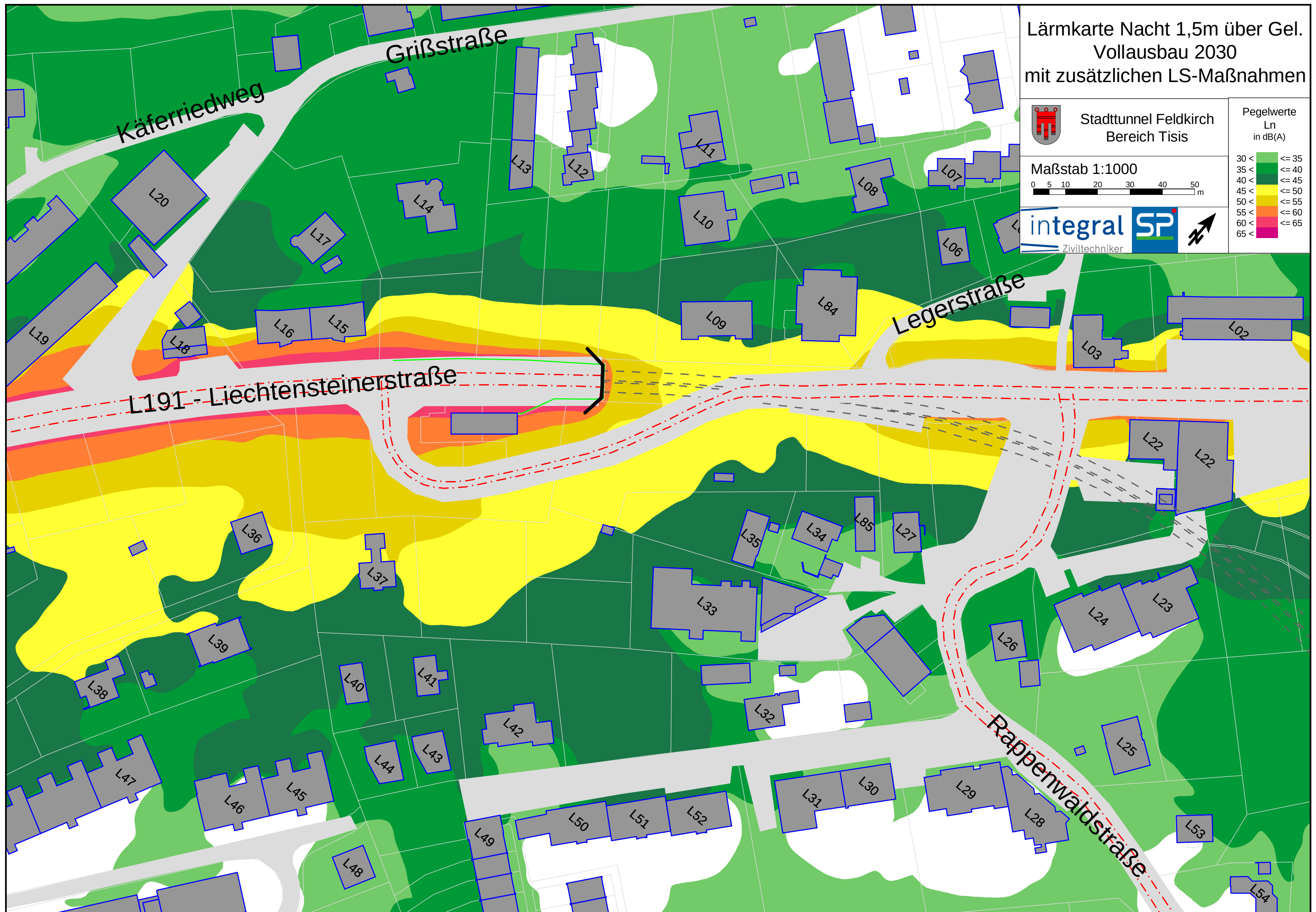


Pegelwerte
 L_n
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	











ANHANG

A 4

Stadttunnel Feldkirch
Detaillärmkarten der Portalbereiche

Portalbereich Tosters

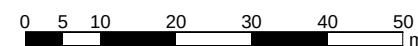
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Lärmkarte 2030 Vollausbau mit LS	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lden	M 1:1000
Differenzkarte Vollausbau - Nullplanfall	Lärminde ^x Lnight	M 1:1000

Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tosters

Maßstab 1:1000



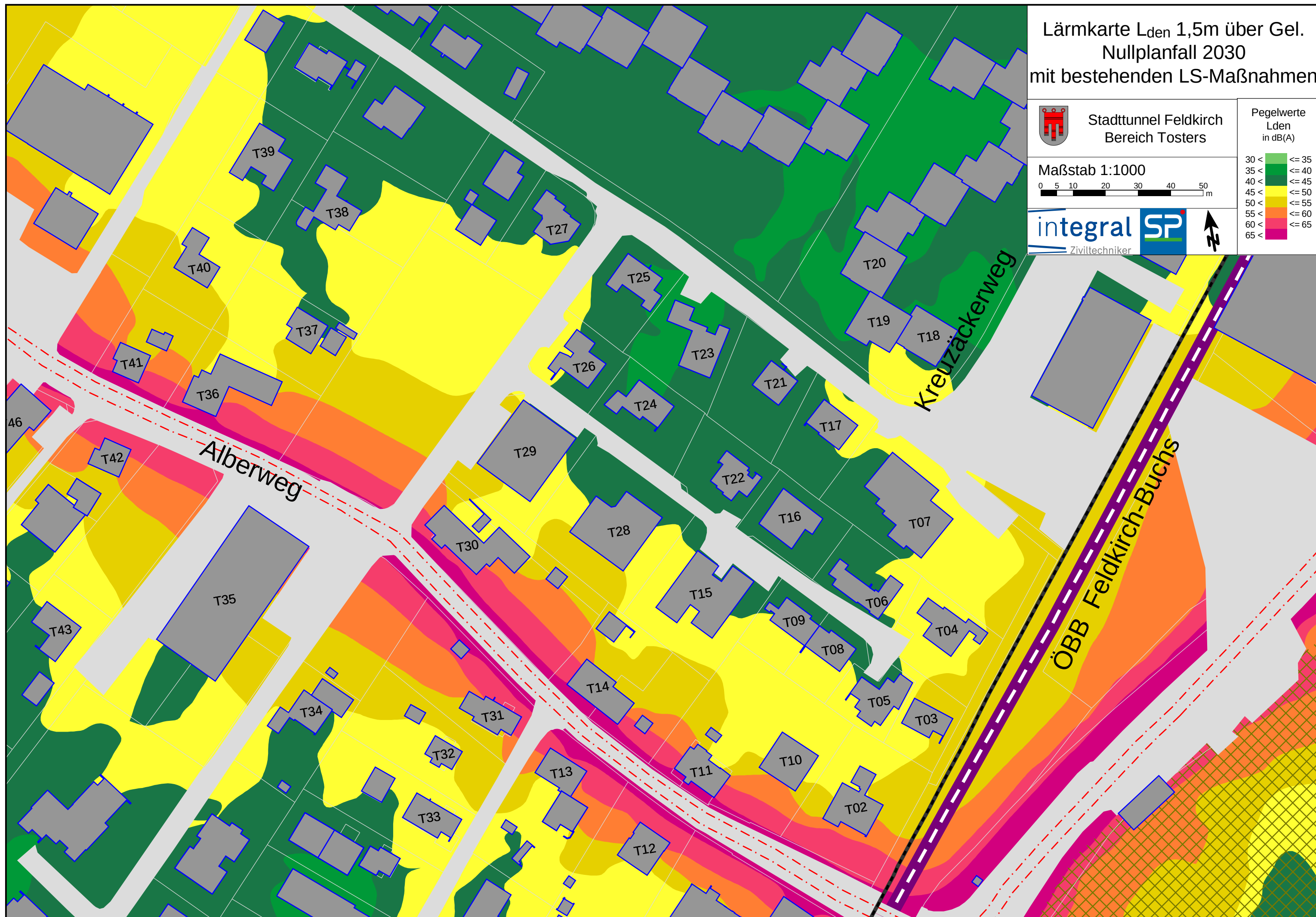
integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

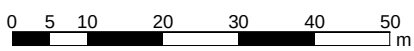


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Nullplanfall 2030
mit bestehenden LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tosters

Maßstab 1:1000

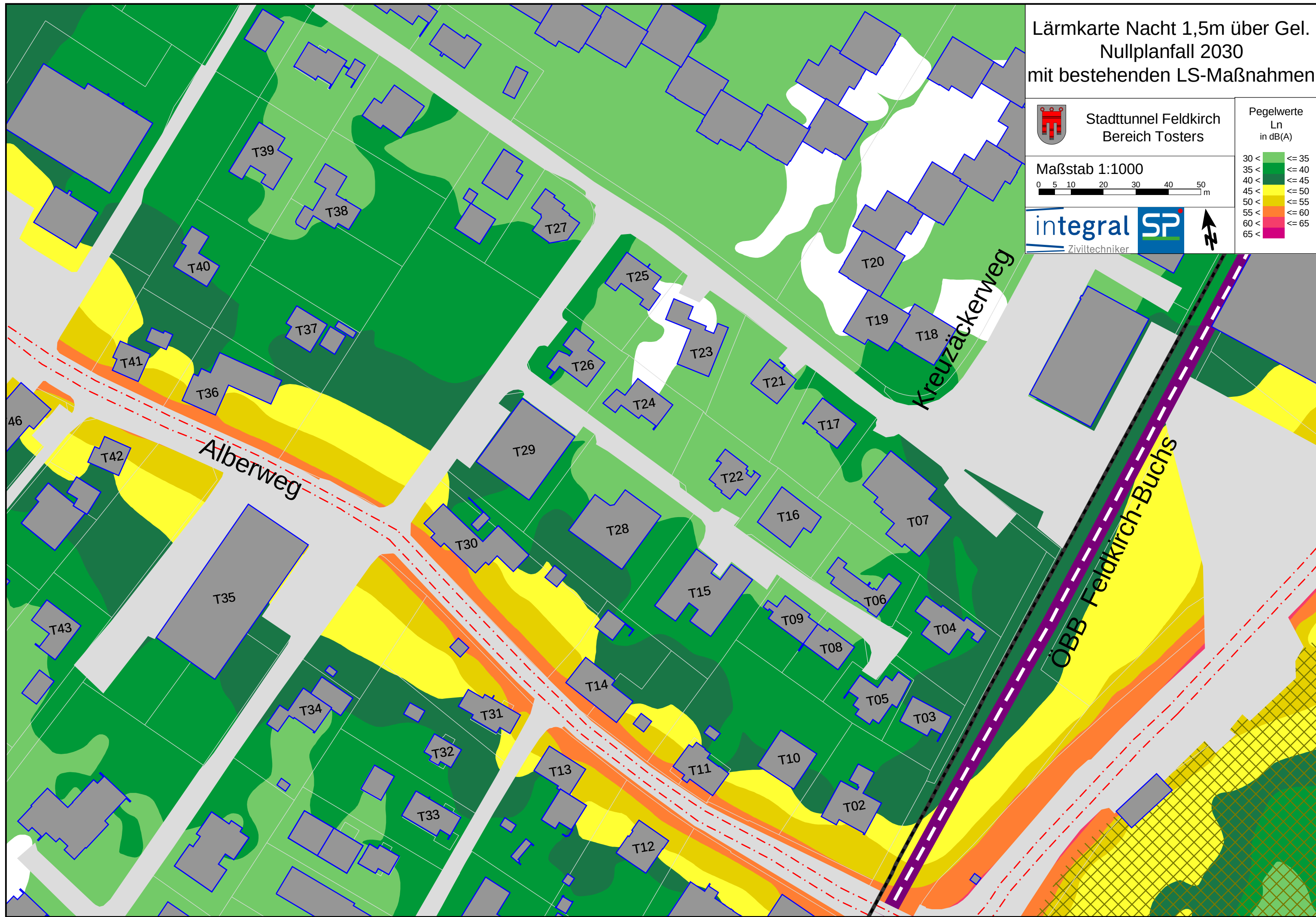


integral
Ziviltechniker



Pegelwerte
Ln
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

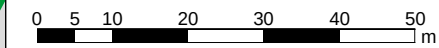


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tisis

Maßstab 1:1000

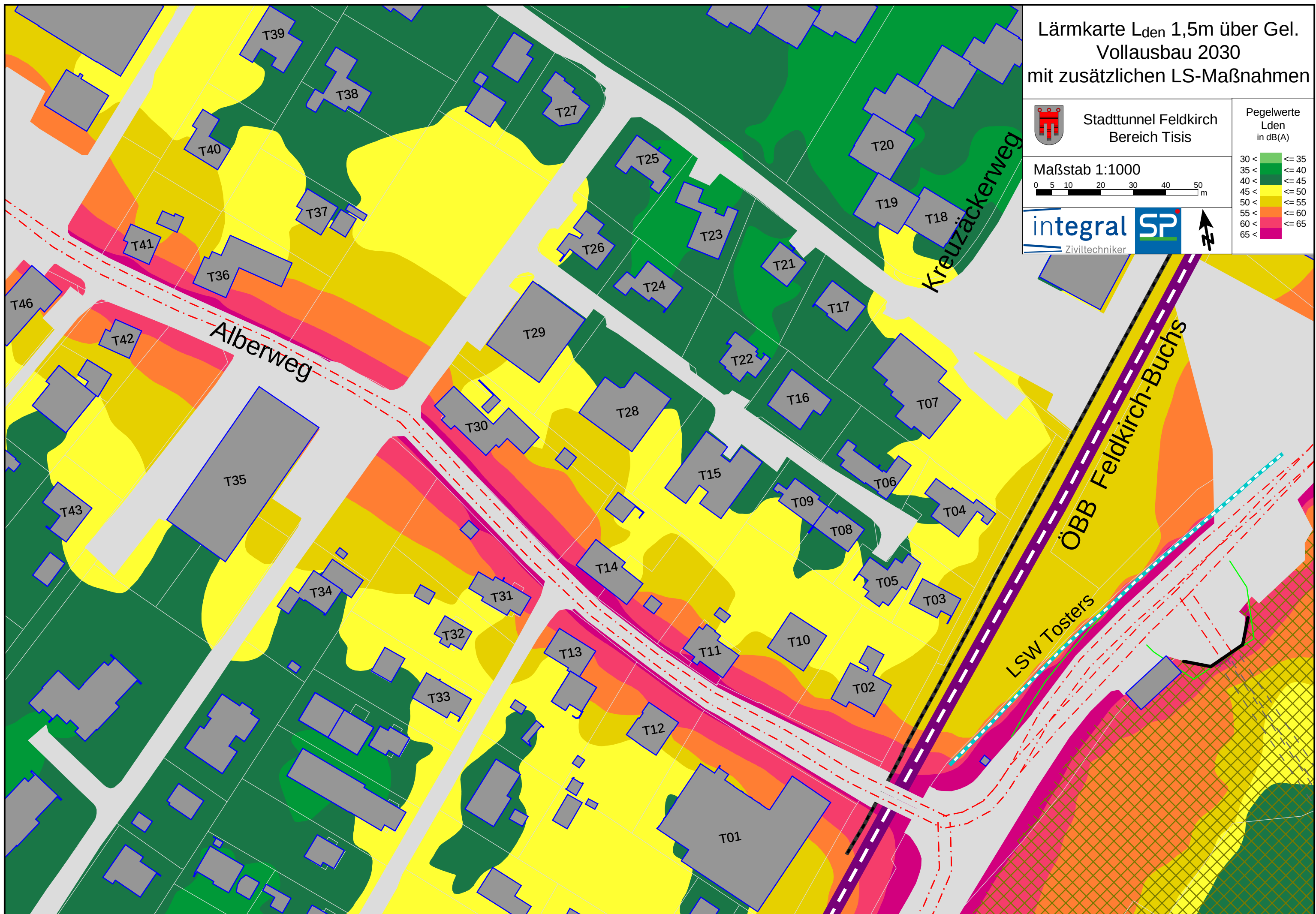


integral
Ziviltechniker



Pegelwerte
L_{den}
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

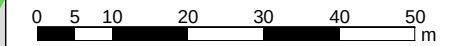


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau 2030
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tisis

Maßstab 1:1000



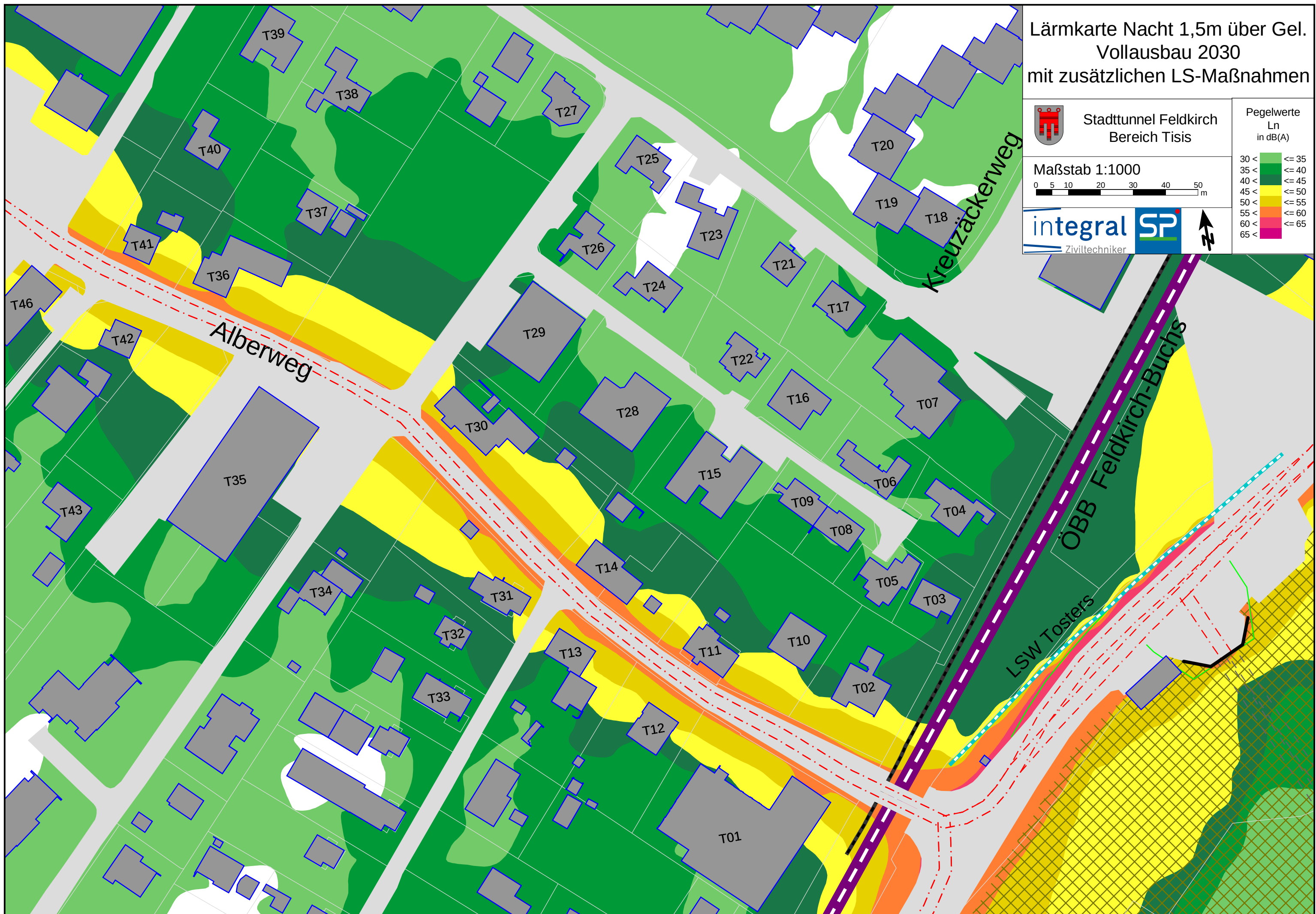
integral
Ziviltechniker

SP



Pegelwerte
 L_n
in dB(A)

30 <	<= 35
35 <	<= 40
40 <	<= 45
45 <	<= 50
50 <	<= 55
55 <	<= 60
60 <	<= 65
65 <	

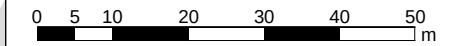


Lärmkarte L_{den} 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tosters

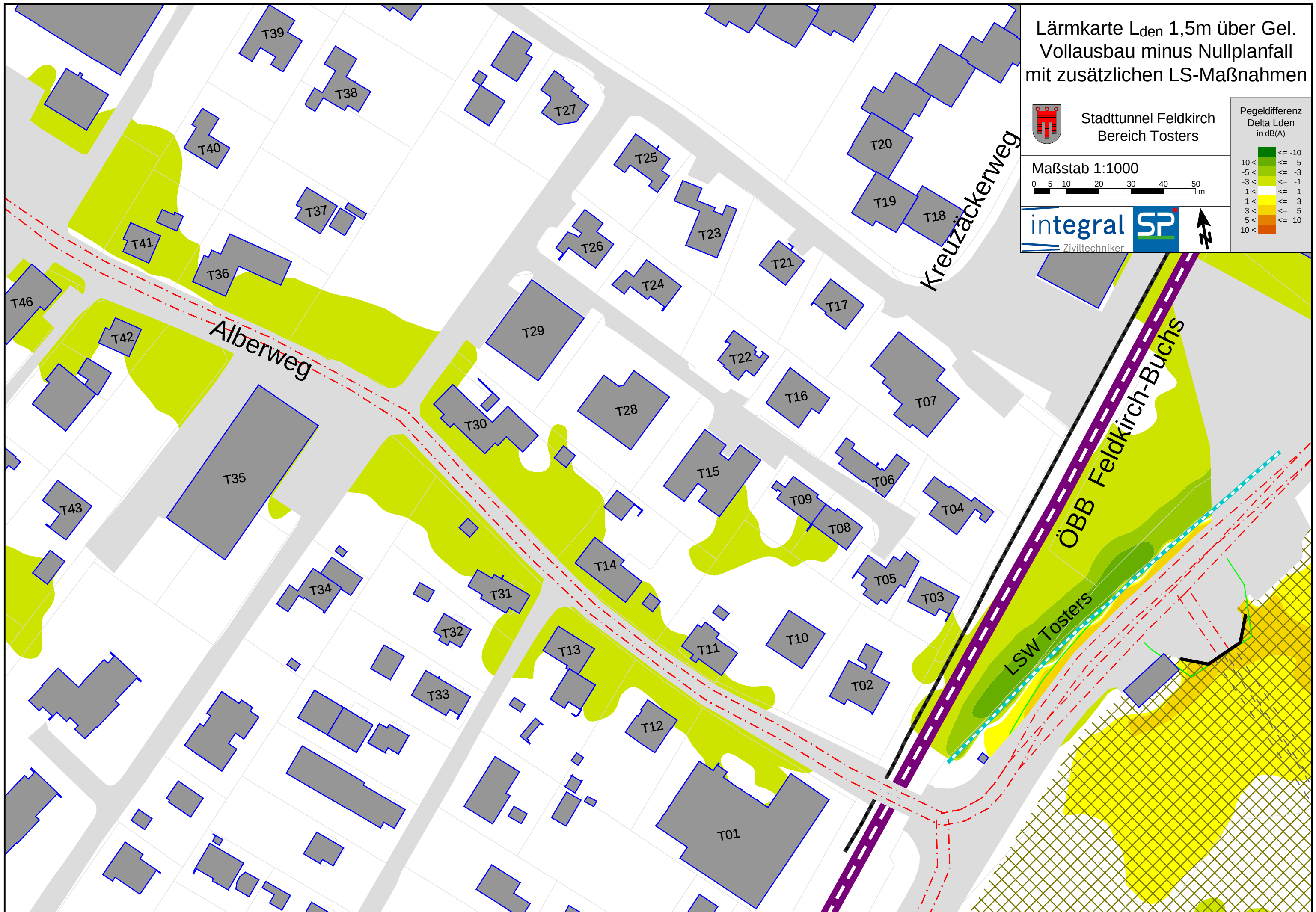
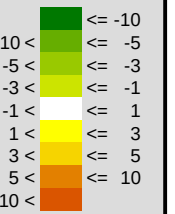
Maßstab 1:1000



integral
Ziviltechniker



Pegeldifferenz
Delta L_{den}
in dB(A)

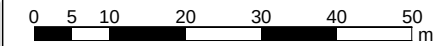


Lärmkarte Nacht 1,5m über Gel.
Vollausbau minus Nullplanfall
mit zusätzlichen LS-Maßnahmen



Stadttunnel Feldkirch
Bereich Tosters

Maßstab 1:1000



integral
Ziviltechniker



Pegeldifferenz
Delta Ln
in dB(A)

