



A25/146

**Koronaschallberechnung,
380-kV-Hochspannungsfreileitung Niederwil-Obfelden, Spannungs-
umstellung und Anpassung des Trassees**

Auftraggeber: Axpo Grid AG
Jens Witzig
Parkstrasse 23
54010 Baden
Version: Ver.2, 23.06.2025
Bearbeiter: Reinhold Bräunlich FKH

Inhalt

1	Zusammenfassung	2
2	Veranlassung	2
3	Aufgabenstellung, Berechnungsvorgaben	2
4	Berechnungsmethode und Vorgehensweise	4
5	Berechnungsergebnisse	7
6	Beurteilung, Schlussfolgerung	10
	Referenzdokumente	11
	Anhang 1 Profildarstellungen der Beurteilungspegel	12
	Anhang 2 Schnittzeichnungen AXPO AG	24
	Anhang 3 Auswertung Stundenniederschlagshöhen, Zwillikon, MetoSchweiz	

Zürich, 23 Juni 2025

FACHKOMMISSION FÜR HOCHSPANNUNGSFRAGEN

Dr. Reinhold Bräunlich
Projektleiter

Dr. Michael Walter
Geschäftsleiter

1 Zusammenfassung

Im Rahmen des Bewilligungsverfahren für die Spannungserhöhung der 220-kV-Hochspannungsfreileitung Niederwil-Obfelden TR1213 auf die Betriebsspannung 380 kV wurden Berechnungen zur Prognose der Koronaschallpegel an 9 benachbarten Standorten von Gebäuden in Zonen mit Lärmempfindlichkeitsstufen III bis IV durchgeführt.

Unter Berücksichtigung der lokalen Niederschlagsdaten wurden die Beurteilungspegel für den Koronaschall der Freileitung gemäss der Lärmschutzverordnung LSV [3] bestimmt. Die Berechnung der Jahresbeurteilungspegel wurde nach dem Bericht FKH-A23/170-1 [4] durchgeführt und mit der bisherigen Wegleitung EMPA-Bericht Nr. 452 1 574 [5] aus dem Jahr 2016 verglichen.

Die Berechnungen wurden bei einer Zweier-Bündel-Beseilung mit 3 Querschnitten der Einzelleiter: 600 mm², 800 mm² und 1'000 mm² und bei verschiedenen Betriebsspannungen durchgeführt.

Selbst bei der höchsten Betriebsspannung von 420 kV auf beiden Übertragungssystemen und einem Seilquerschnitt von 600 mm² werden aufgrund der Berechnungen die Planungspegel der jeweiligen Empfindlichkeitsstufen III und IV (LSV) von 50 dB(A) bzw. 55 dB(A) in der Nacht an allen untersuchten lärmempfindlichen Orten mit Reserve eingehalten. Damit werden an diesen Orten auch die Planungspegel am Tag eingehalten (vgl. Tabelle 3). Zum einen sind die Planungspegel für den Tag höher angesetzt als in der Nacht, zum anderen fällt der Beurteilungspegel wegen der geringeren Regenfälle am Tag tiefer als in der Nacht aus.

Bei allen Berechnungen wurde davon ausgegangen, dass zur Reduktion der Koronaaktivität bei Regen optimal vorbehandelte Leiterseile zum Einsatz kommen.

2 Veranlassung

Für die bestehende 220-kV-Leitung Niederwil-Obfelden mit den Strängen Niederwil-Obfelden und Mettlen-Beznau ist eine Spannungsumstellung auf 380 kV geplant (in einem ersten Schritt für das System Mettlen-Beznau). Dabei sollen insgesamt 17.2 km als Freileitung und 4.7 km als Kabelleitung ausgeführt werden. 15.5 Freileitungskilometer werden im SÜL-Korridor auf einem neuen Trasse projektiert.

Für die Gebäude mit seitlich horizontalen Abständen von bis zu etwa 120 m vom äussersten Leiterseil der projektierten Freileitung war die Einhaltung der Planungsgrenzwerte für Koronageräusche der Freileitung zu prüfen, womit die FKH beauftragt wurde.

3 Aufgabenstellung, Berechnungsvorgaben

Als Grundlage für die Abklärung der Koronageräusche wurde eine Aufgabenstellung [1], Profilquerschnittszeichnungen und ein Phasenschema [2] zur Verfügung gestellt.

Von der Projektleitung, bei der Axpo AG, wurden 9 Gebäude definiert, für welche die Lärmpegel in dieser Studie theoretisch prognostiziert werden sollten. Die erhaltenen Mastbilder und Distanzen zu den lärmempfindlichen Orten sind als vermasste Querschnittszeichnungen im Anhang 2 zusammengestellt. Die untersuchten Querschnitte ansteigend vom UW Niederwil bis zum UW Obfelden nummeriert. In den Querschnittszeichnungen sind auch die vermassten Orte an den Gebäuden eingezeichnet, für welche die Pegelwerte ausgewertet wurden. In der Regel wurde als Beurteilungspunkt die Dachkannte mit kleinstem Abstand zur Leitungsachse definiert.

Eine Liste der Leitungsquerschnittsbilder mit Nummerierungen und allen relevanten Angaben enthält die Tabelle 4 mit den Berechnungsergebnissen.

Alle Berechnungen waren mit drei unterschiedlichen Leiterseilquerschnitten durchzuführen, welche in 2er-Bündeln mit einem Abstand der Einzelseile von 0.4 m horizontal angeordnet sind (Tabelle 1).

Bei der Beurteilung war zu berücksichtigen, dass die verwendeten Leiterseile zur Minimierung der Koronaaktivität einer Seiloberflächenbehandlung unterzogen werden. In den graphischen und tabellarischen Resultaten werden deshalb Schallpegelwerte für gealterte bzw. optimal vorbehandelte Seile angegeben.

Tabelle 1 Spezifikationen der Leiterseile und des Erdseils, für welche die Koronaschallpegel-Berechnungen durchzuführen waren

Seiltyp	Leiterquerschnitt [mm ²]	Durchmesser [mm]
Leiterseil: 600-AAAC 600-AL3 - D32	600.38	31.86
Leiterseil: 802-AAAC 802-AL3 - D37	802	36.85
Leiterseil: 1000-AAAC 1000-AL3 - D41	1000	41.1
Erdseil: 366-AAAC_366-AL3 – D26 OPGW-144F	366	26.54

Da die Planungsgrenzwerte für maximale Betriebsspannungen eingehalten werden sollen, wurden die Beurteilungspegel in erster Linie für die Referenzbetriebsbedingung mit Betriebsspannung: 420 kV und Nennbetriebsspannung: 380 kV durchgeführt.

Zum Vergleich wurden für je ein Profil mit Donaumastbild (Mast Nr. 001 bis 028) und Tonnenmastbild (Mast Nr. 043 – 055) die Pegel für weitere Fälle der Betriebsspannungen auf den beiden Systemen Niederwil–Obfelden und Beznau–Obfelden berechnet (vgl. Tabelle 2, unterer Teil, Vergleichsberechnungen und Abschnitt A1.1 im Anhang 1).

Tabelle 2 Referenzbetriebsspannungen und weitere Varianten der Betriebsspannungen auf den zwei Systemen der Freileitung, für welche die Koronaschallpegel-Berechnungen durchzuführen waren

	System 1, Niederwil - Obfelden	System 2 Beznau - Obfelden
Referenzzustand für die Berechnungen	380 kV / 420 kV	380 kV / 420 kV
Vergleichsberechnungen an Beispielen der beiden Mastbildtypen: Donaumastbild: Beispielprofil Nr. 13 Tonnenmastbild: Beispielprofil Nr. 10	0 kV / 0 kV	380 kV / 420 kV
	0 kV / 0 kV	220 kV / 245 kV
	220 kV / 245 kV	380 kV / 420 kV

Für die Orte der 9 Gebäude im Berechnungskorridor waren die Empfindlichkeitsstufen für die Lärmschutzzonen bei den kantonalen Behörden zu ermitteln, um die Einhaltung der Planungspegel aufgrund der Pegelberechnungen überprüfen zu können.

Da das Koronageräusch im Wesentlichen bei Niederschlag auftritt, war die mittlere Regendauer für den Tag (07:00 bis 19:00) und die Nacht (19:00 – 07:00) aus den lokalen Niederschlagsdaten der letzten Jahre zu ermitteln. Aufgrund der von MeteoSchweiz beschafften Daten sollte die zeitliche Gewichtung der Lärmphasen nach Lärmschutzverordnung [3] vorgenommen werden.

4 Berechnungsmethode und Vorgehensweise

4.1 Berechnungsverfahren für Koronaschalldruck-Momentanwerte in Abhängigkeit von den Betriebs- und Umweltbedingungen

Die Bestimmung der Jahresbeurteilungspegel wurde nach dem Bericht FKH-A23/170-1 [4] durchgeführt. Das Dokument enthält eine Wegleitungsentwurf für alle Berechnungsschritte, die der Bestimmung des Beurteilungspegels von Koronageräuschen von Hochspannungsfreileitungen dienen.

Die nach [4] ermittelten Berechnungsergebnisse wurden für das Donaumastbild, Profil Nr. 03 und für das Tonnenmastbild, Profil Nr. 08 mit der bisherigen Wegleitung EMPA-Bericht Nr. 452 1 574 [5] aus dem Jahr 2016 verglichen (vgl. Anhang A.1.3).

Die Pegelwerte der neuen Wegleitung liegen um maximal 1.2 dB(A) tiefer als diejenigen aus der Wegleitung aus dem Jahr 2016. Der Wechsel in der Auswertung nach der neuen Wegleitung hat keine relevanten Auswirkungen auf die Beurteilung von Freileitungen mit Zweierbündeln im Bereich der typischer Randfeldstärken.

Die nachfolgenden Absätze fassen die wichtigsten Schritte zu den durchgeführten Berechnungen zusammen.

- 1) In einem ersten Schritt wurden die Randfeldstärken durch numerische Berechnungen für die Regenrate 1 mm/h bestimmt und daraus die längenbezogenen Koronaschallleistungspegel mit dem FKH-Programm „EBL“ bestimmt (vgl. auch [4]).
- 2) Gemäss [4] wurden aus dem Referenzschallpegelwerten bei Regenrate 1 mm/h, eine zeitliche Gewichtung der gesamten Lärmphase „Regen“ bestimmt. Als Regendauer wird dabei die mittlere Gesamtstundenzahl im Jahr (für die Nacht) mit einer Regenrate von mindestens 0.2 mm/h berücksichtigt. Implizit werden Nebelphasen und Perioden mit Schneefall eingeschlossen. Die Lärmemissionen bei trockenen Leiterseilen werden wegen ihres kleinen Einflusses auf den Jahresbeurteilungspegel vernachlässigt.
- 3) Die Koronaschalldruckpegel wurden gewichtet mit der Bewertungsfilterkurve A [6] gemäß Gehörempfindlichkeit (Einheit dB(A)) ermittelt.
- 4) Unter Berücksichtigung der Pegelreduktion durch den geometrischen Abstand von den einzelnen Leiterseilen und einer Luftdämpfung von 0.02 dB(A) pro Meter wurde ein Querprofil des Beurteilungspegels auf Höhe Dachkante über Boden berechnet. Die Schallabsorption der Luft von 0.02 dB(A)/m gilt angenähert für eine Luftfeuchtigkeit f_r : 70 % und eine Lufttemperatur T : 15 °C.
- 5) Eine quantitative Bestimmung schmalbandiger, tonaler Schallanteile, welche unter bestimmten Witterungsbedingungen aus dem Koronarauschen herauszuhören sind, wurde nicht vorgenommen. Der tonale Anteil wurde aber pauschal durch einen Zuschlag von 4 dB(A) berücksichtigt (siehe weiter unten).

4.2 Bestimmung des Jahresbeurteilungspegel zum Vergleich mit den maximalen Planungspegeln nach LSV

Der Beurteilungspegel L_r für Industrie- und Gewerbelärm und ähnliche Lärmarten wird, getrennt für Tag (07 bis 19 Uhr) und Nacht (19 bis 07 Uhr), aus den Teilbeurteilungspegeln $L_{r,i}$ der einzelnen Lärmphasen wie folgt berechnet:

$$L_{r,i} = 10 \cdot \log \sum_i 10^{0,1 \cdot L_{r,i}}$$

Der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i}$ wird für die durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase i wie folgt berechnet:

$$L_{r,i} = L_{eq,i} + K_1 + K_2 + K_3 + 10 \cdot \log(t_i/t_0)$$

$L_{eq,i}$	A-bewerteter Mittelungspegel während Lärmphase (berechneter Wert)
K_1	Pegelkorrektur für Industrie- und Gewerbelärm
K_2	Pegelkorrektur für Tongehalt (vorherrschende Frequenzen, etc.)
K_3	Pegelkorrektur für Impulsgehalt (Schläge, Hämmern, etc.)
t_i	Durchschnittliche tägliche Dauer der Lärmphase in Minuten
t_0	720 Minuten (= 12 x 60 min)

Für die Ermittlung der jahresdurchschnittlichen Beurteilungspegel wurden die Messwerte der Wetterstatistik von 2016 bis 2023 an der Messstation Zwillikon (Meteo Schweiz) in der Nähe der Hochspannungsleitung Niederwil - Obfelden zu Grunde gelegt. Die Regenhäufigkeiten für Tag (07:00 bis 19:00) und Nacht (19:00 – 07:00) wurden aufgrund dieser Daten ausgewertet (siehe Anhang 3).

Die Vorgehensweise zur Ermittlung der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung der Lärm-Art und der zeitlichen Lärmphasen ist im Anhang 6 der LSV: „Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm“ beschrieben: Für „Anlagen der Industrie, des Gewerbes und der Landwirtschaft“ (Ziff. a) ist ein Zuschlag von 5 dB(A) und bei hörbarem Gehalt an tonalem Schall ein Zuschlag von 2-6 dB(A) zum ermittelten Schallpegel hinzuzurechnen.

Aufgrund der nur zeitweise wahrnehmbaren Tonalität wurde für diese Studie ein Pegelzuschlag von 4 dB(A) angewendet. Ein Impulsgehalt ist bei Koronageräuschen nicht feststellbar. Die Pegelkorrektur K_3 entfällt deshalb.

Die Zeitkorrekturen wurden gemäss der gemittelten Niederschlagsphasen über die Jahre 2013 bis 2023 vorgenommen.

Abbildung 1 zeigt die Auswirkung aller Pegelkorrekturen, welche ausgehend vom Momentanwert für eine Regenrate von 1 mm/h vorgenommen werden, um den Jahresbeurteilungspegel bei Nacht zu ermitteln (Beispiel: Profil 10, siehe Anhang 2 für die Geometriedaten).

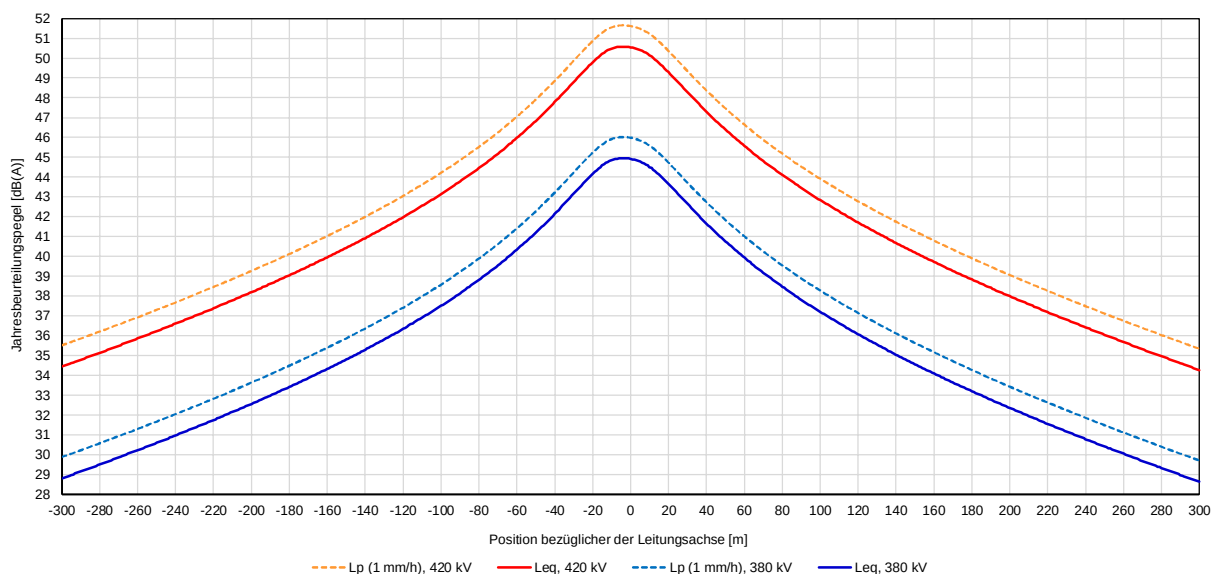


Abbildung 1 Beispiel (Profil QP-SL08, Anhang 2) für Querprofile der Jahresbeurteilungspegel bei Nacht (ausgezogene Linien), welcher aus den Momentanpegel-Profilen bei einer Regenrate von 1 mm/h (gestrichelte Profillinien) ermittelt wurden. Betriebsbedingungen: 2er-Bündel mit 600-mm²-Seilen bei maximaler Betriebsspannung 420 kV und bei Nennspannung: 380 kV

Tabelle 3 enthält die Belastungsgrenzwerte der Lärmschutzverordnung (LSV) [3] für Industrie und Gewerbelärm, die bei Koronaschallemissionen zu berücksichtigen sind. Die Grenzwerte sind je nach Empfindlichkeitsstufe der belasteten Orte unterschiedlich festgelegt (Art 43 der LSV):

Tabelle 3 Belastungsgrenzwerte für Industrie- und Gewerbelärm (LSV [3], Anhang 6)

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

Empfindlichkeitsstufen:

- I Zonen mit einem erhöhten Lärmschutzbedürfnis, namentlich in Erholungszone;
- II Zonen, in denen keine störenden Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohnzone sowie Zonen für öffentliche Bauten und Anlagen;
- III Zonen, in denen mäßig störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Wohn- und Gewerbezone (Mischzone) sowie Landwirtschaftszone;
- IV Zonen, in denen stark störende Betriebe zugelassen sind, namentlich in Industriezone.

5 Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse wurden in Form von Jahres-Beurteilungspegeln des Koronaschalldrucks für die jeweilige Leiterseilgeometrie zusammengestellt. Die zu prüfenden Pegelwerte wurden aus den berechneten Querprofilen auf Höhe und Position des jeweiligen lärmempfindlichen Orts in der in Tabelle 4 zusammengestellt.

Basierend auf den Berechnungsergebnissen in Tabelle 4 kann festgestellt werden, dass selbst beim dünnsten Leiterseil (600 mm^2) und bei der höchsten Betriebsspannung: 420 kV auf beiden Systemen alle Planungspegel auch in der Nacht für die an den untersuchten Standorten geltenden Empfindlichkeitsstufen mit grosser Reserve eingehalten werden.

Eine Reduktion der Betriebsspannung von 420 kV auf 380 kV wirkt sich in einer Pegelreduktion zwischen 5 und 6 dB(A) aus.

Der Wechsel von 600-mm^2 -Seilen auf 800-mm^2 -Seile wirkt sich durch eine Pegelreduktion von ca. 3.5 dB(A) aus. Beim Wechsel von 600-mm^2 -Seilen auf $1'000\text{-mm}^2$ -Seile resultieren 6.5 dB(A).

Berechnungsergebnisse mit Betriebsspannungen von 245 kV bzw. 220 kV auf dem System Niederwil – Obfelden und solche bei einem ausgeschalteten System sind als Profile im Anhang 1, Abschnitt A1.1 dargestellt. Das System mit der höchsten Spannung ist jeweils ausschlaggebend für den berechneten Beurteilungspegel. Bei Reduktion der Spannung auf nur einem System von 420 kV auf 245 kV fällt der Pegel um nur etwa 3 dB(A) niedriger aus, bei Ausschaltung eines System um etwa 3.5 dB(A).

Bei Betrieb mit 245 kV ohne höhere Spannung am anderen System werden Pegelreduktionen von der Grössenordnung von 40 dB(A) abgeschätzt. Die Randfeldstärken liegen allerdings unterhalb des Gültigkeitsbereichs der Beziehungen für die Schallpegelberechnung. Vermutlich ist in diesem Betriebsfall kein Koronalärm wahrzunehmen.

Tabelle 4

Zusammenstellung der berechneten Jahresbeurteilungspegel für den Corona-Schalldruck an den Orten mit Lärmempfindlichkeit für die projektierte Leiterseilgeometrien. Die Bewertungspegel wurden gemäß LSV [1] nach dem in FKH-Bericht A-23/170-1 [2] ermittelt (Zuschlag für Industrie und Tonalität sowie Zeitkorrektur entsprechend der Niederschlagsdauer). Alle Pegelwerte wurden bei der maximalen Betriebsspannung von 420 kV und bei Nennspannung 380 kV bei drei unterschiedlichen Seilquerschnitten (600 mm², 600 mm², 1'000 mm²) für optimal vorbehandelte Leiterseile bestimmt und am Ort der Gebäude angegeben (vgl. Querschnittszeichnungen Anhang 2)

Profil Nr.QP-SL	Geprüfter Lärmempfindlicher Ort	Mastnummern beidseits der Spannweite, bei welcher sich der lärmempfindliche Ort befindet	Horizontale und vertikale Position des empf. Orts bezüglich Leitungssachse / Höhe des unterstes Leiterseils	Berechnungsprofil: Höhe über Boden und Neigungswinkel von links nach rechts	Lärmempfindlichkeitsstufe und Einzuhaltender Planungswert in der Nacht	Berechneter Beurteilungspegel bei Nacht					
						Betriebsspannung 420 kV			Betriebsspannung 380 kV		
						600 mm ²	800 mm ²	1'000 mm ²	600 mm ²	800 mm ²	1'000 mm ²
			[m]	[m], [°]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
01	Emmetweg 10b, 5524 Niederwil	02-03 Donau	-170..70 -64.56	2.5 2.72°	III 50	40.0	36.8	34.1	34.2	30.9	27.9
02	Wohlerstrasse 2, 5524 Niederwil	03-04 Donau	-185.25 -62.59	2.5 2.84°	III 50	39.5	36.3	33.6	33.9	30.3	27.3
03	Wohlerstrasse 23, 5525 Fischbach-Göslikon	08-09 Donau	-156.21 -73	2.5 4,123°	III 50	40.7	37.5	34.9	35.1	31.6	28.6
04a/b 1)	5626 Bremgarten	16-17 Donau	-156.23 -62.44	5 -3.4°	III 50	41.5	38.4	35.7	36.0	32.4	29.4
05	Waltenschwilerstrasse 2408, 5626 Bremgarten	15-16 Donau	-63.71 -59.29	2.5 -1.84°	III 50	45.1	41.9	39.3	39.5	35.9	32.9
06	Steinemoos, 5627 Besenbüren	25-26 Donau	131.47 -2.05	26.77 -1.0°	IV 55	42.7	39.5	36.9	37.2	33.6	30.6
07	Laamatt 1, 8913 Ottenbach	31-32 Tonne	168.71 -18.45	4 -0.55°	III 50	39.3	36.0	33.2	33.6	29.9	26.7
08	Jonentalstrasse 9, 8913 Ottenbach	31-32 Tonne	-71.94 -12.56	5 -3.4°	III 50	44.8	41.4	38.7	39.1	35.3	32.2
09	Ottenbacherstr. 132, 8909 Affoltern am Albis	34-35 Tonne	-116.22 -27.37	6.08 -0.81°	III 50	41.8	38.5	35.7	36.2	32.4	29.3

- 1) Dieses Gebäude befindet sich im Innwinkel eines Leitungsknicks beim Eck-Mast Nr. 16. Aus der Gebäudeposition und dem Winkel der Richtungsänderung von 20° errechnet sich eine Pegelzunahme von 0.4 dB(A) gegenüber den Werten in den Profilen 4a und 4b bei gerader Leitung. Dieser Pegelzuschlag wurde in der Tabelle berücksichtigt.

Die Bereiche der maximalen Randfeldstärken an den Phasenbündeln für die untersuchten Betriebsspannungen wurden in Tabelle 5 zusammengefasst. Ebenfalls sind dort zur Information die Bereiche der längenbezogenen Schallleistungspegel auf den Phasenbündeln angegeben.

Mit diesen Daten kann die Auswirkung von Spannungsvariationen oder die Verwendung unterschiedlicher Seildurchmesser direkt abgeschätzt werden.

Tabelle 5 Typischer Bereich der Randfeldstärken und der längenbezogenen Schallleistungspegel auf den Phasenbündeln bei den Untersuchten Seilquerschnitten, Leiterseilgeometrien und Betriebsspannungen

Grösse	Betriebs- spannung	Leiterseile 600 mm ²	Leiterseile 800 mm ²	Leiterseile 1'000 mm ²
Randfeldstärken [kV/cm]	420 kV	16.7 ... 17.2	14.9 ... 15.3	13.5 ... 14.0
	380 kV	15.1 ... 15.6	13.5 ... 13.8	12.3 ... 12.7
	245 kV	10.0 ... 10.2	8.7 ... 8.9	7.9 ... 8.2
	220 kV	9.0 ... 9.2	7.7 ... 8.0	7.1 ... 7.4
Längenbezogene Schallleistungspegel auf den Phasen- bündeln [dB(pW(m))]	420 kV	63.6 ... 65.0	60 ... 62	47.5 ... 49.1
	380 kV	58.0 ... 59.4	54.1 ... 55.7	51.0 ... 52.7
	245 kV	29.0 ... 30.3	25.3 ... 26.6	22.2 ... 23.5
	220 kV	19.7 ... 21.3	16.0 ... 17.7	12.9 ... 14.5

6 Beurteilung, Schlussfolgerung

Die Beurteilungspegel gemäss LSV [3] wurden nach den in [4] und [5] beschriebenen Verfahren durchgeführt. Für alle 9 ausgesuchten Gebäude im Näherungskorridor der Freileitung Niederwil – Obfelden werden aufgrund der Berechnungen die Planungspegel für die Nacht nach LSV bei Beseilung der Phasen mit Zweierbündeln, Seilquerschnitt 600-mm², bei der höchsten Betriebsspannung von 420 kV mit Reserve eingehalten.

Im ungünstigsten Fall: Situation in Profil Nr.QP-SL 05, Waltenschwilerstr. 2408, 5626 Bremgarten wurde selbst beim Einsatz eines 600-mm²-Leiterseilsermittelt noch eine Pegelreserve von 4.9 dB(A) ermittelt. Die Liegenschaft liegt in der Zone mit Lärmempfindlichkeitsstufe III (Planungspegel in der Nacht 50 dB(A))

Die numerischen und grafisch dargestellten Beurteilungspegel (Tabelle 4 und Anhang 1) beziehen sich auf die von FKH ausgearbeitete Methode [4]. Nach der bisherigen Methode [5] resultieren in Abhängigkeit des Seilquerschnitts maximal folgende leicht höhere Pegel:

600 mm ²	1.2 dB(A)
800 mm ²	0.8 dB(A)
600 mm ²	0.3 dB(A)

Diese Unterschiede tangieren den Befund der Einhaltung der Planungspegel nicht.

Die Berechnungen gingen von ideal vorbehandelten Leiterseilen aus, die zumindest nach wenigen Monaten Betriebszeit den Zustand gealterter Seile erreichen. Deshalb wurden alle Pegelberechnung für vollständig gealterte Leiterseile durchgeführt.

Bei neuen, unbehandelten Seilen würde nach dem bisher noch unverbindlichen Vorschlag in [4] für den verstärkten tonalen Anteil 6 dB(A) statt nur 4 dB(A) für betriebsgealterte und vorbehandelte Seile hinzugerechnet. Die Planungspegel würden damit im ungünstigsten Fall (600-mm²-Seile und 420 kV Betriebsspannung) immer noch überall eingehalten.

Die Auswirkung der höchsten Betriebsspannung auf der Freileitung ist entscheidend: Der Pegelunterschied bei Reduktion der Betriebsspannung von 420 kV und 380 kV wird zu 5 ... 6 dB(A) prognostiziert.

Die Auswirkung der Wahl des Leiterseilquerschnitts kann wie folgt zusammengefasst werden: Bei 420 kV Betriebsspannung wird beim Übergang von 600-mm²-Seilen auf 800-mm²-Seile im Mittel eine Pegelreduktion von 3.5 dB(A) prognostiziert. Bei der Verwendung von 1000-mm²-Seilen wird eine weitere Pegelreduktion von 3 dB(A) erwartet.

Bei Betrieb des Systems Mettlen – Beznau mit 420 kV und Niederwil - Obfelden mit 245 kV statt 420 kV wird eine Pegelreduktion von etwa 3 dB(A) prognostiziert, bei Ausschaltung des Systems Niederwil - Obfelden eine Pegelreduktion von etwa 3.5 dB(A).

Referenzdokumente

Projektunterlagen

- [1] AXPO AG, Angebotsanfrage Lärmstudie, Swissgrid TR1213 Niederwil – Obfelden, 17.05.2023
- [2] Axpo AG, Swissgrid AG, Phasenschema, Freileitung 380-kV-, 220-kV-Freileitung Niederwil – Obfelden, Entwurf, Dokumentname I_12131_13_13029

Normen und Fachliteratur

- [3] Lärmschutzverordnung (LSV) vom 15. Dezember 1986 (Stand am 1. November 2023), SR 814.41.
- [4] FKH-Bericht A23/170-1, «Wegleitung, Schallpegelberechnung und Beurteilung von Koronalärm von Hochspannungsfreileitungen» 30. Januar 2025
- [5] EMPA, «Aufarbeitung der CONOR Forschungsergebnisse für den Vollzug – Update des Berichts»: Empa-Nr. 452 1 574, 30. Mai 2016
- [6] DIN EN IEC 61672-1 2003-10, Elektroakustik - Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen; (Bewertungsfilter-Kurven A und C)
- [7] Oeding Dietrich, Oswald Bernd, "Elektrische Kraftwerke und Netze", Springer Vieweg, 8. Auflage, 2016.
- [8] M. Comber, R. J. Nigbor, L. E. Zaffanella: "Transmission line reference book, 345 kV and above"; Electric Power Research Institute in Palo Alto, 2nd ed. 1982
- [9] R. Lings, (Project Manager), EPRI AC transmission line reference book - 200 kV and above, third edition, Electric Power Research Institute, 3412 Hillview Avenue, Palo Alto, California, Dec 2005
- [10] C. Gary, M. Moreau;
"L'Effet de Couronne en Tension Alternative";
Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'Electricité de France, Eyrolles, 1976 (Complément, page 417ff).
- [11] Cigré Working Group 36.01, „Addendum to Cigré Document No 20 (1974): Interferences Produced by Corona Effect of Electric Systems (Description of Phenomena and Practical Guide for Calculation)“, Cigré Document No 61, Paris, December 1996.

Anhang 1

Tabelle 6 Liste der theoretisch untersuchten Leitungsquerschnitte mit Links und Verweisen

	Querprofil	Strasse	PLZ	Gemeinde	X	Y
1	I_12131_13_13255 Seite 1 von 9	Emmetweg 10b	5524	Niederwil (AG)	2664017.66	1247617.27
2	I_12131_13_13255 Seite 2 von 9	Wohlerstrasse 2	5524	Niederwil (AG)	2664063.47	1247235.07
3	I_12131_13_13255 Seite 3 von 9	Wohlerstrasse 23	5525	Fischbach-Goslikon	2664785.25	1246113.21
4a/4b	I_12131_13_13255 Seite 4 von 9	-	5620	Bremgarten (AG)	2667058.569	1244519.709
5	I_12131_13_13255 Seite 5 von 9	Waltenschwilerstrasse 2408	5620	Bremgarten (AG)	2667331.85	1243291.92
6	I_12131_13_13255 Seite 6 von 9	Steinemoos	5627	Besenbüren	2668344.539	1241289.096
7	I_12131_13_13255 Seite 7 von 9	Laamatt 1	8913	Ottenbach	2672957.1	1237878.41
8	I_12131_13_13255 Seite 8 von 9	Jonentalstrasse 9	8913	Ottenbach	2673135.21	1238110.34
9	I_12131_13_13255 Seite 9 von 9	Ottenbacherstrasse 132	8909	Affoltern am Albis	2674310.16	1237971.23

A1.2 Sammlung der Profilgrafiken mit dem berechneten Varianten der Leiterseile und Betriebsspannungen

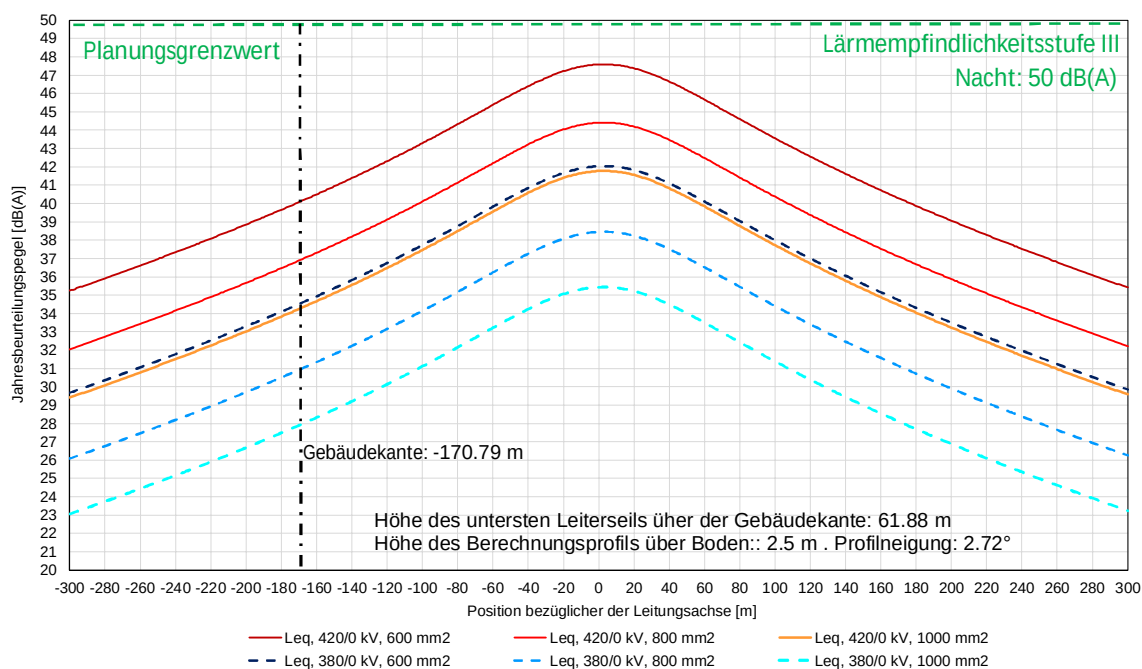


Abbildung 2 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL01** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

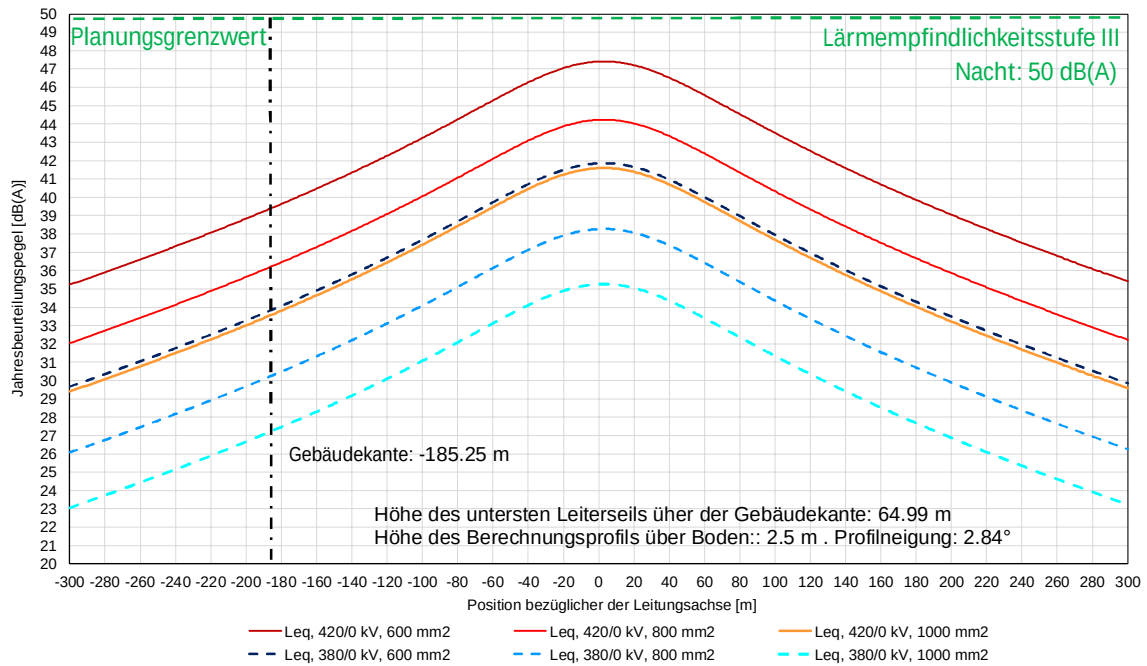


Abbildung 3 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL02** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

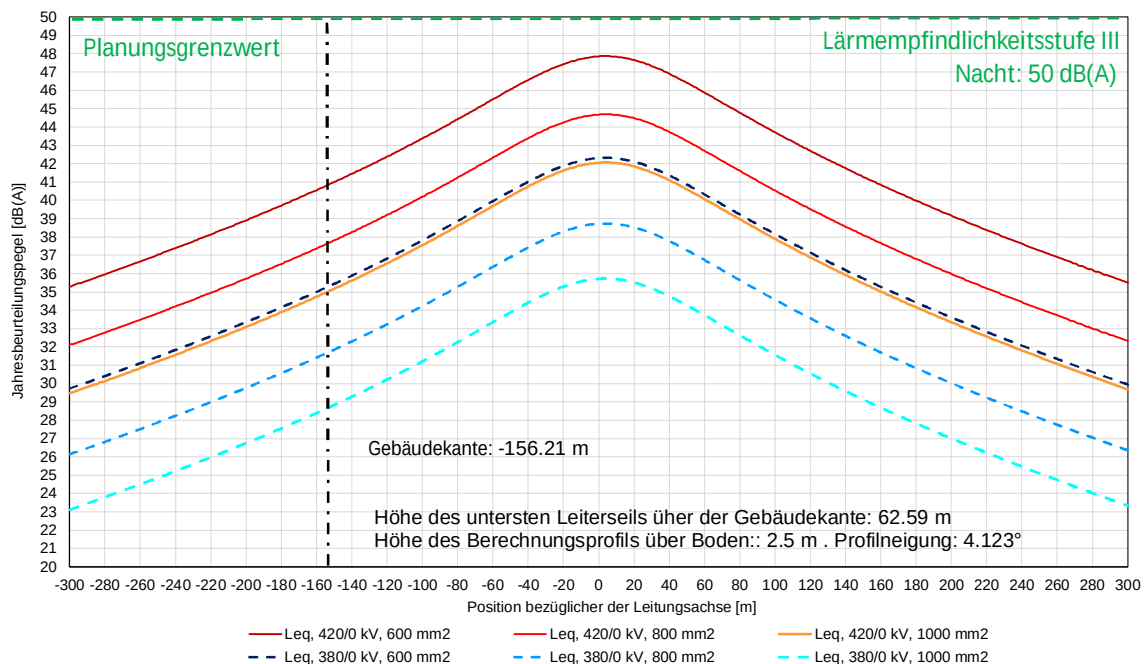


Abbildung 4 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL03** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

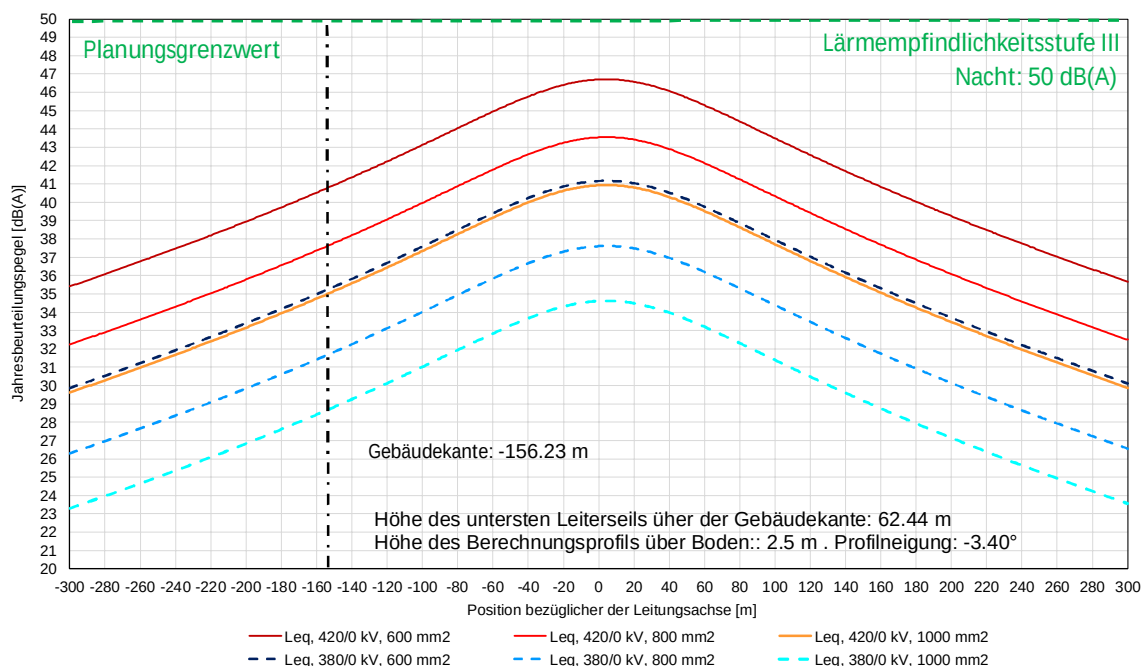


Abbildung 5 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL04a** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

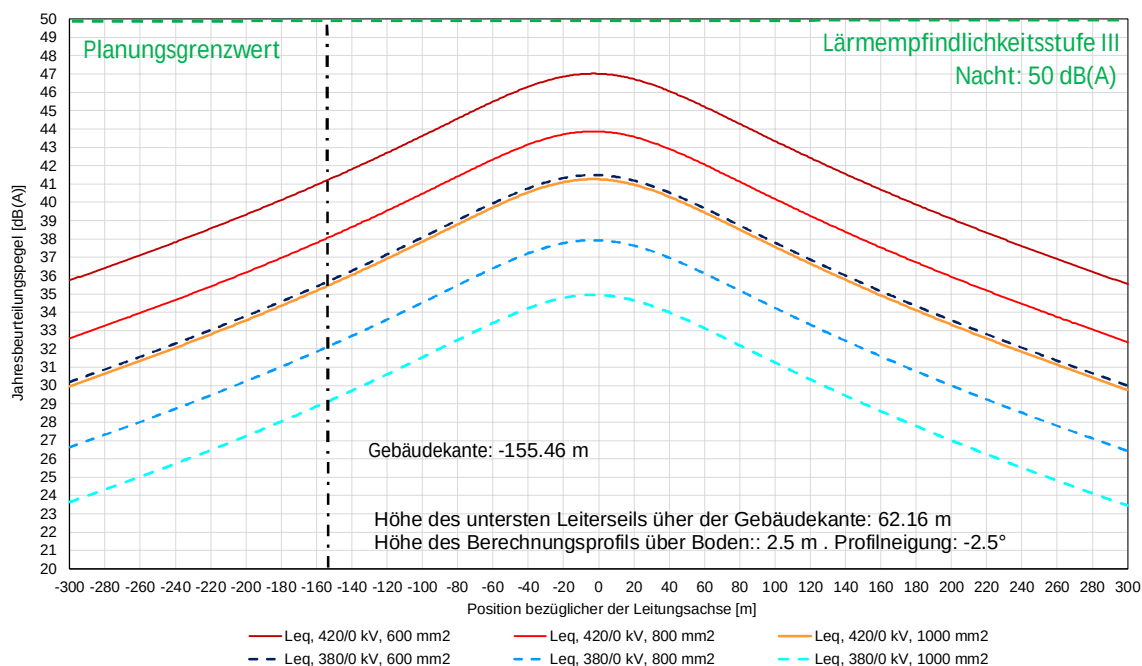


Abbildung 6 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL04b** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

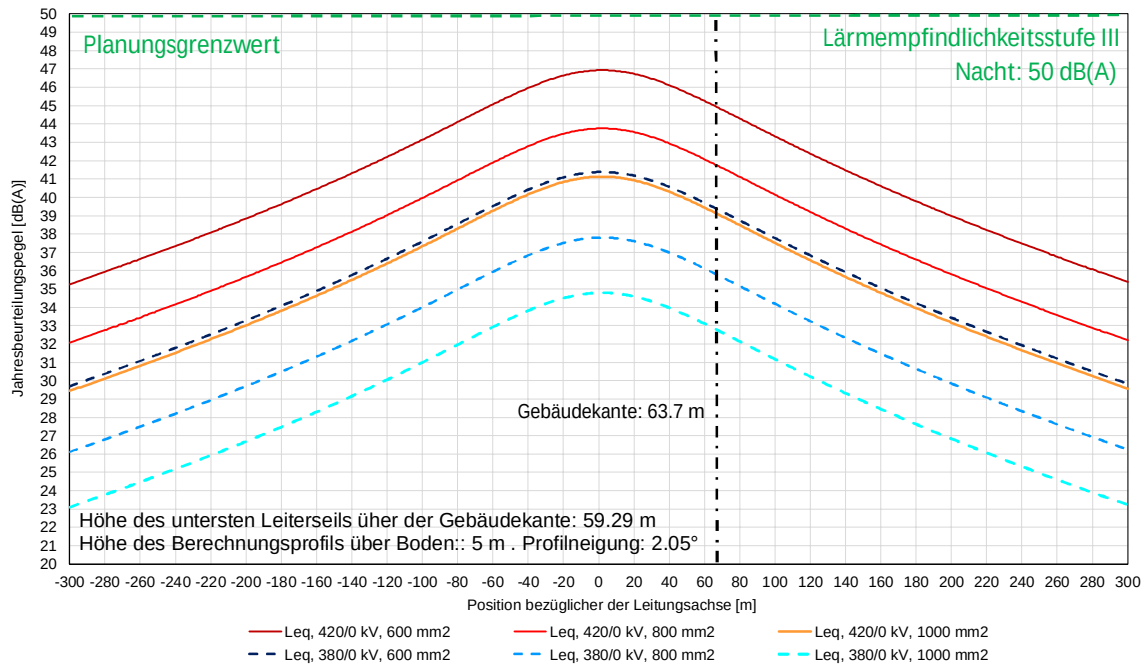


Abbildung 7 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL05** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

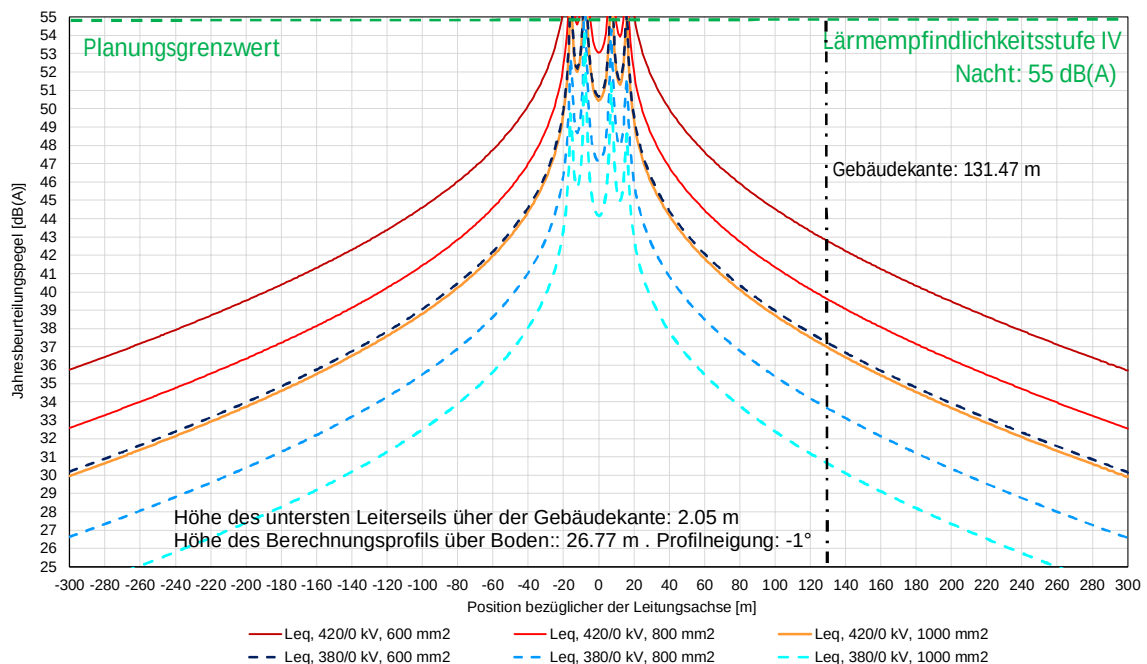


Abbildung 8 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL06** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

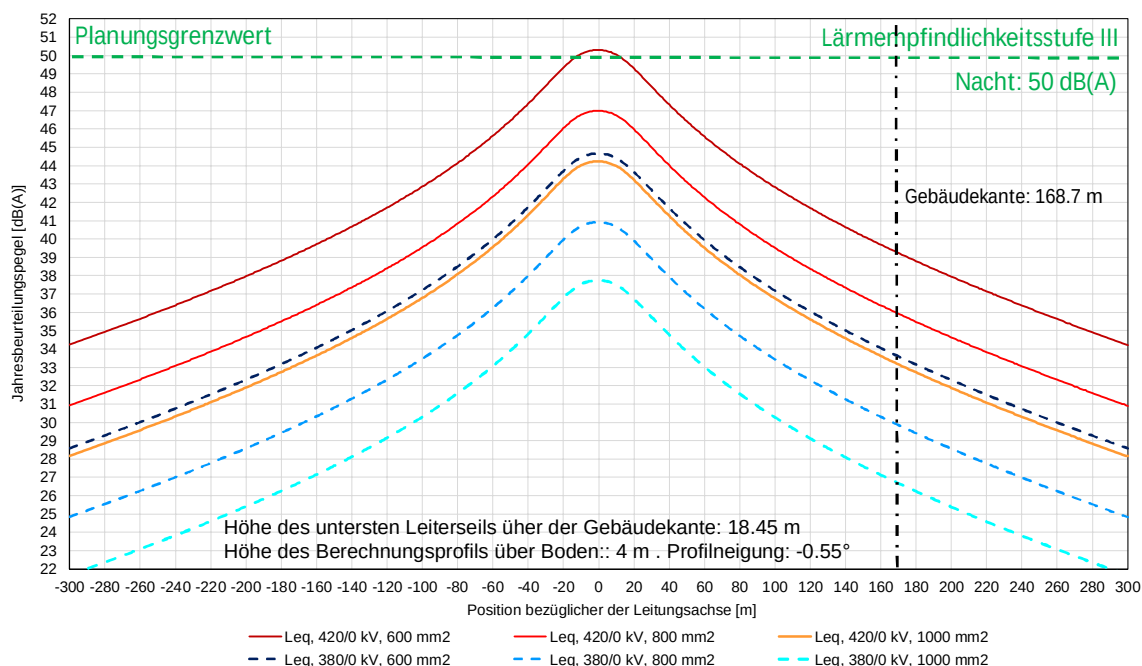


Abbildung 9 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL07** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

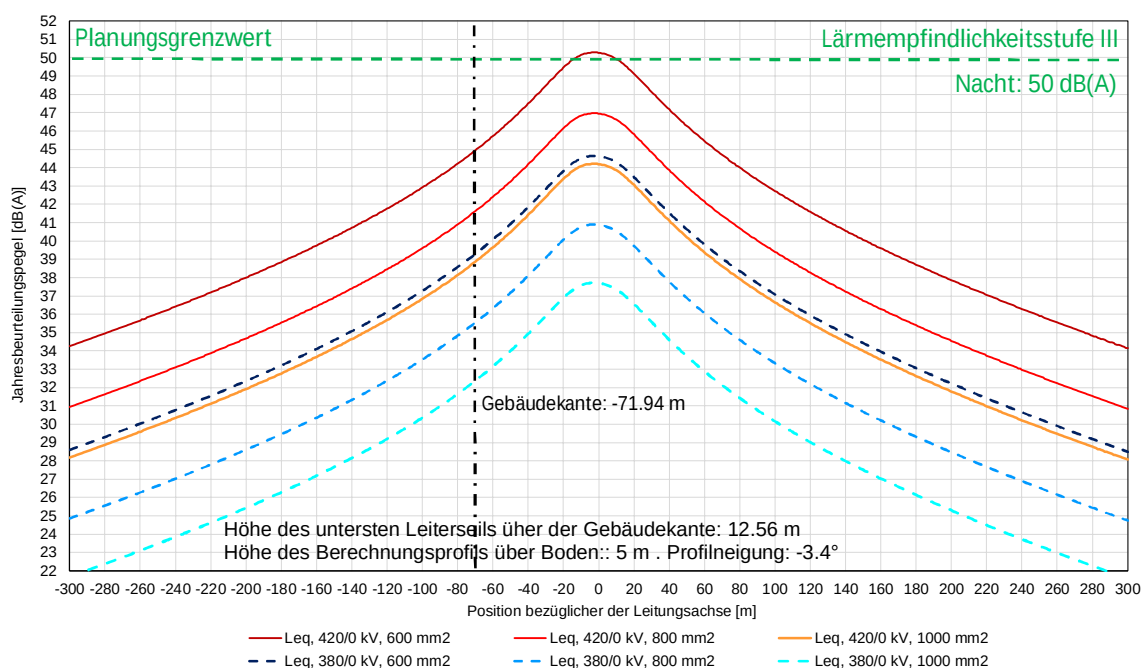


Abbildung 10 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL08** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

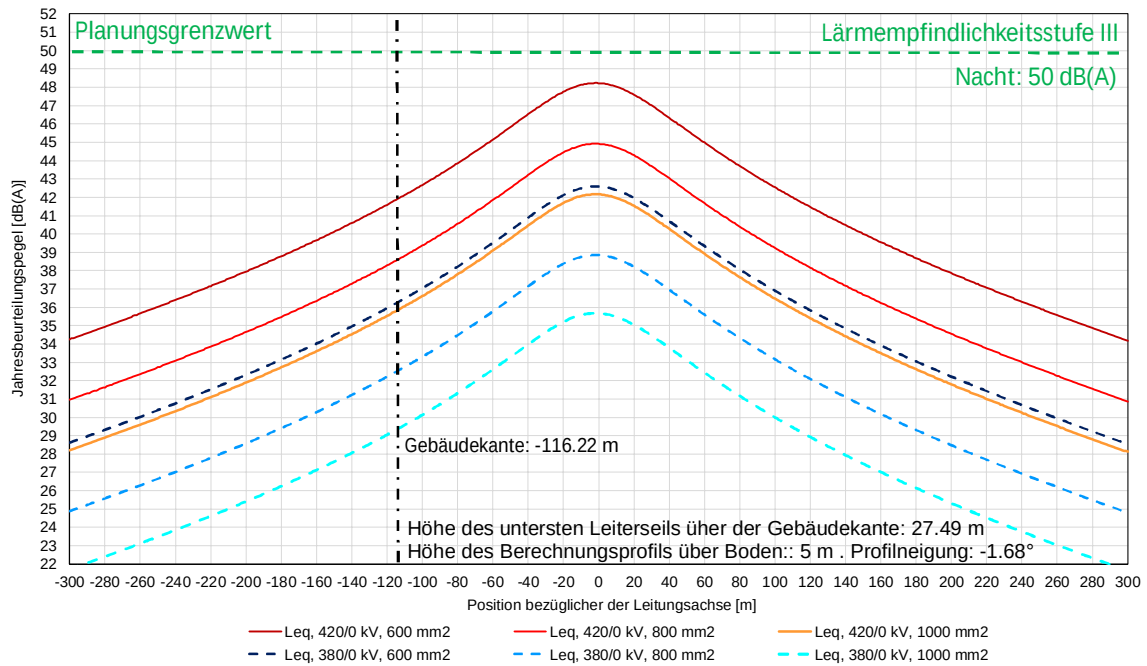


Abbildung 11 Querprofile der Beurteilungspegel bei Nacht für den A-bewerteten Koronaschalldruckpegel für die **Profil QP-SL09** mit eingezeichnetem Horizontal- und Vertikalabstand von der Leitungsachse (unterstes Leitungsseil) zur Dachkante des Gebäudes am lärmempfindlichen Ort. Die 6 dargestellten Profile beziehen sich auf drei Leiterseildurchmesser gemäss Tabelle 1 und zwei Betriebsspannungen gemäss Tabelle 2

A1.2 Beurteilungspegel bei Betrieb von einem System mit 245 / 220 kV und bei Ausschaltung eines Systems

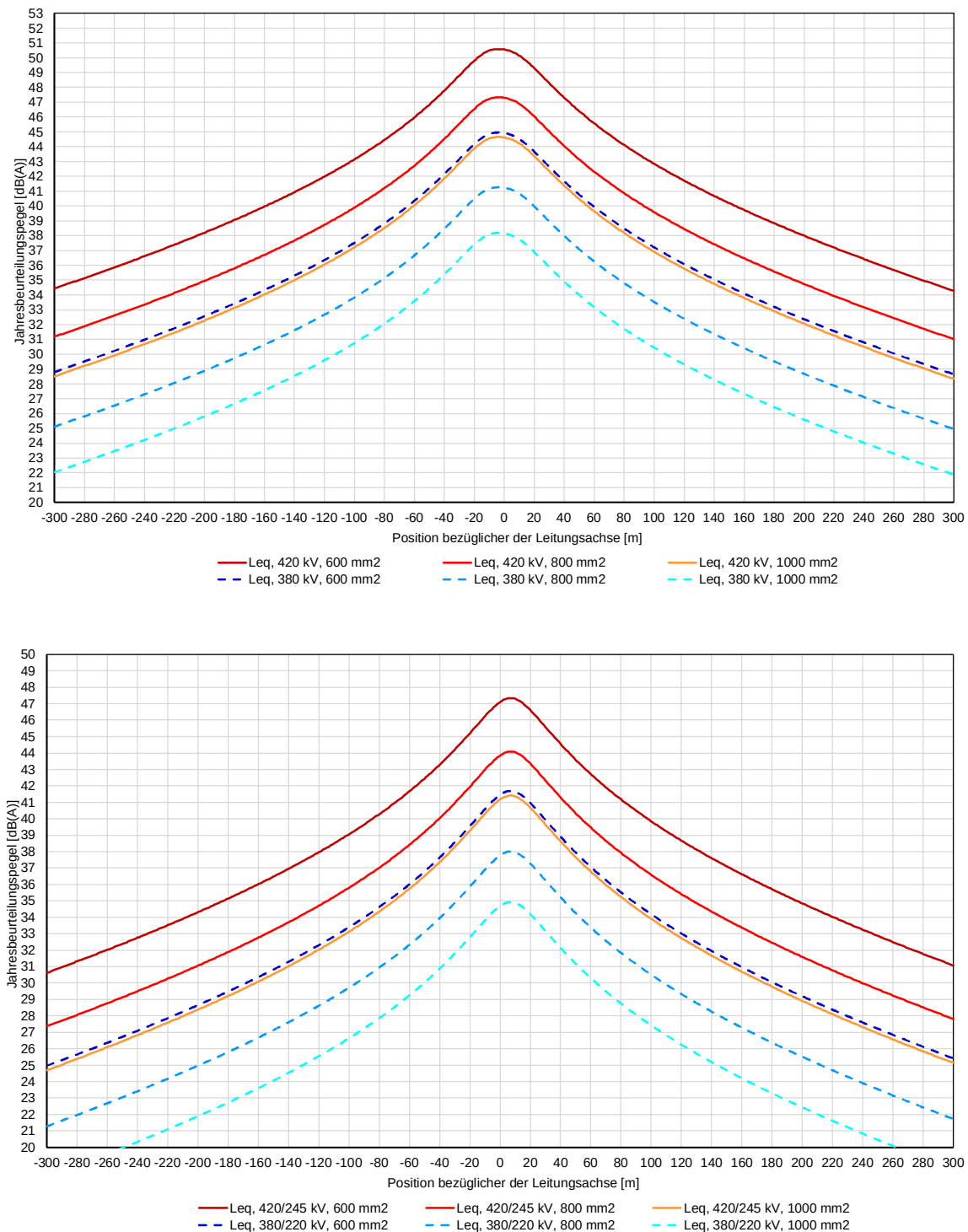


Abbildung 12 Vergleich von Querprofilen für den Beurteilungspegel für den Koronaschalldruck zwischen einem Betrieb mit maximalen Betriebsspannungen und dem Betrieb mit reduzierter Nennspannung und mit ein Ausgeschalteten System am Beispiel des **Profils Nr. 08 (Tonnenmastbild)**:

oben: System Niederwil: 420 / 380 kV, System Beznau: 420 / 380 kV
 unten: System Niederwil: 245 / 220 kV, System Beznau: 420 / 380 kV

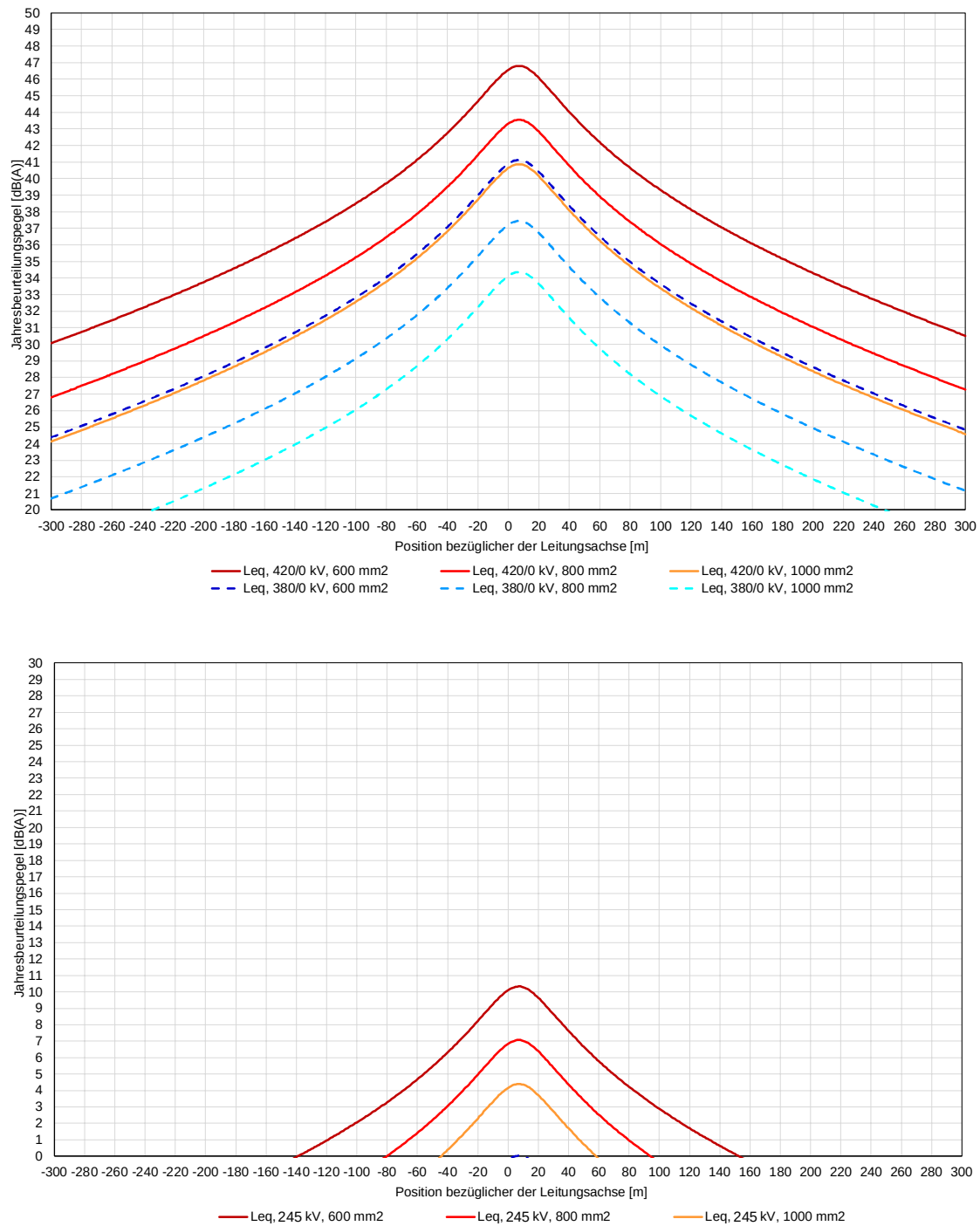


Abbildung 13 Querprofile für den Beurteilungspegel für den Koronaschalldruck bei Ausschaltung eines Systems, mit bei verschiedenen Nennspannungen das anderen Systems am Beispiel des **Profils Nr. 08 (Tonnenmastbild)**:
 oben: System Niederwil: 0 kV, System Beznau: 420 / 380 kV
 unten: System Niederwil: 0 kV, System Beznau: 245 kV

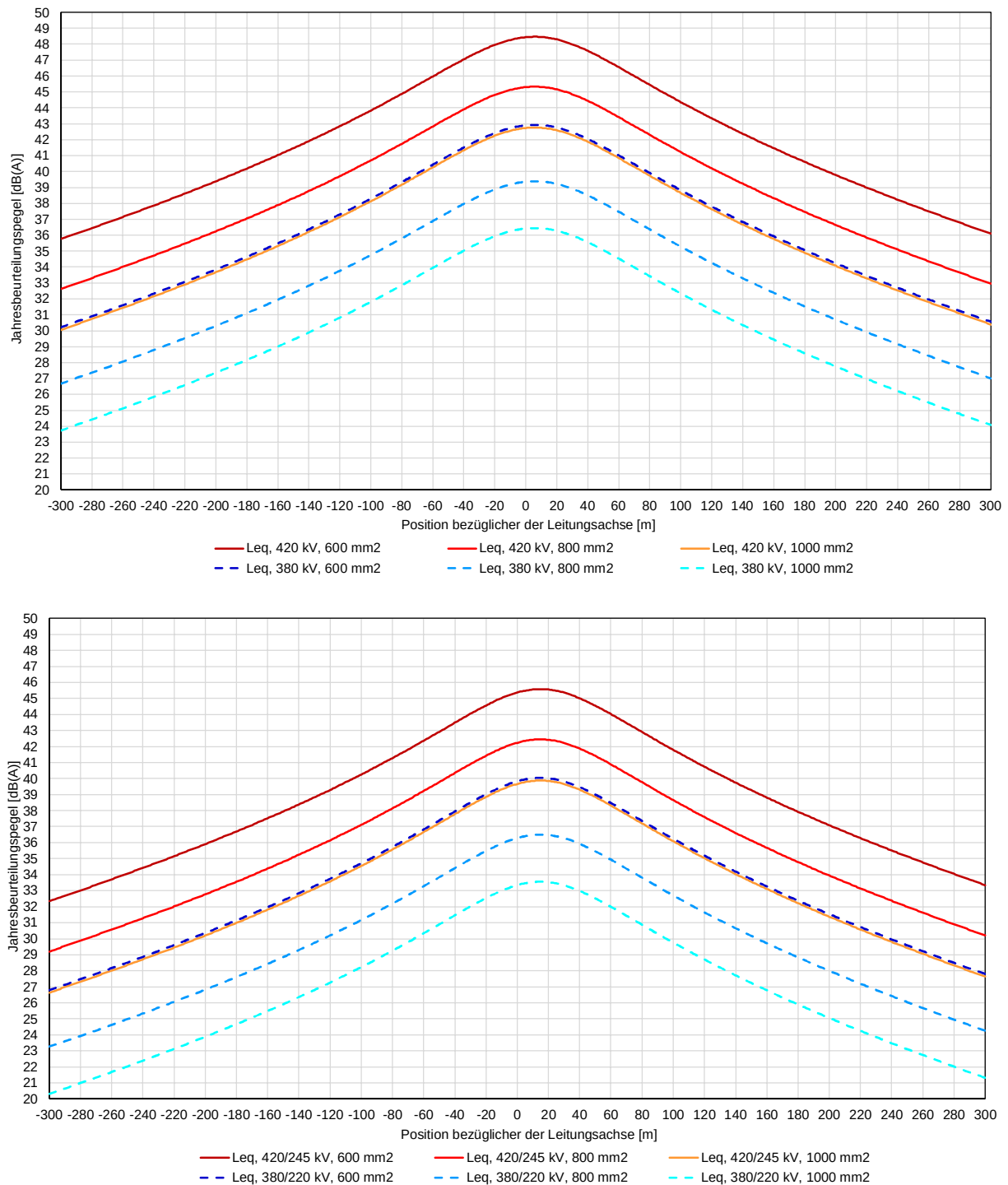


Abbildung 14

Vergleich von Querprofilen für den Beurteilungspegel für den Koronaschalldruck zwischen einem Betrieb mit maximalen Betriebsspannungen und dem Betrieb mit reduzierter Nennspannung und mit ein Ausgeschalteten System am Beispiel des **Profils Nr. 3 (Donaumastbild)**:

oben: System Niederwil: 420 / 380 kV, System Beznau: 420 / 380 kV
 unten: System Niederwil: 245 / 220 kV, System Beznau: 420 / 380 kV

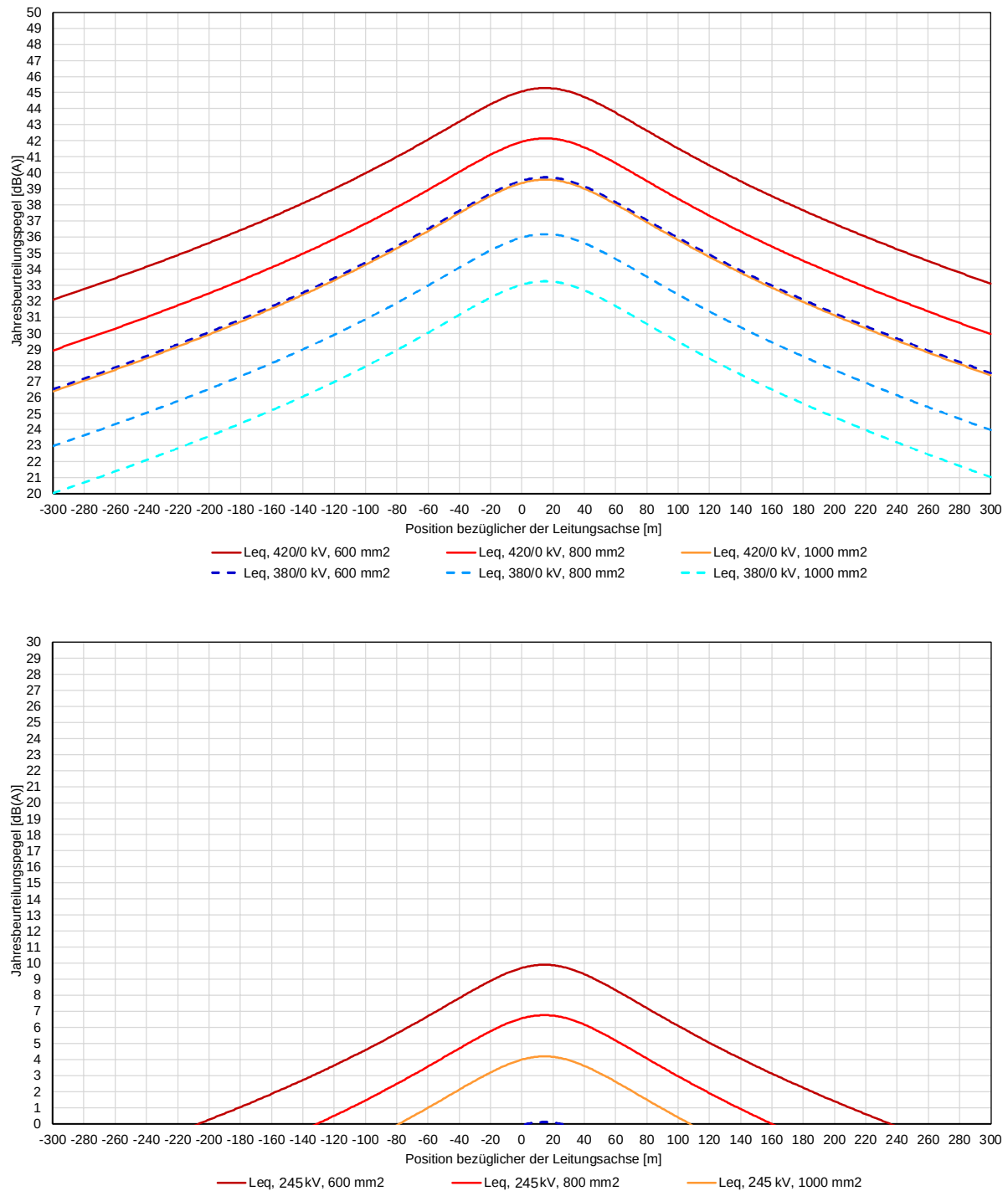


Abbildung 15 Querprofile für den Beurteilungspegel für den Koronaschalldruck bei Ausschaltung eines Systems, mit bei verschiedenen Nennspannungen das anderen Systems am Beispiel des **Profils Nr. 3 (Donaumastbild)**:
 oben: System Niederwil: 0 kV, System Beznau: 420 / 380 kV
 unten: System Niederwil: 0 kV, System Beznau: 245 kV

A1.3 Vergleich mit der Berechnungsmethode nach EMPA-Bericht [5]

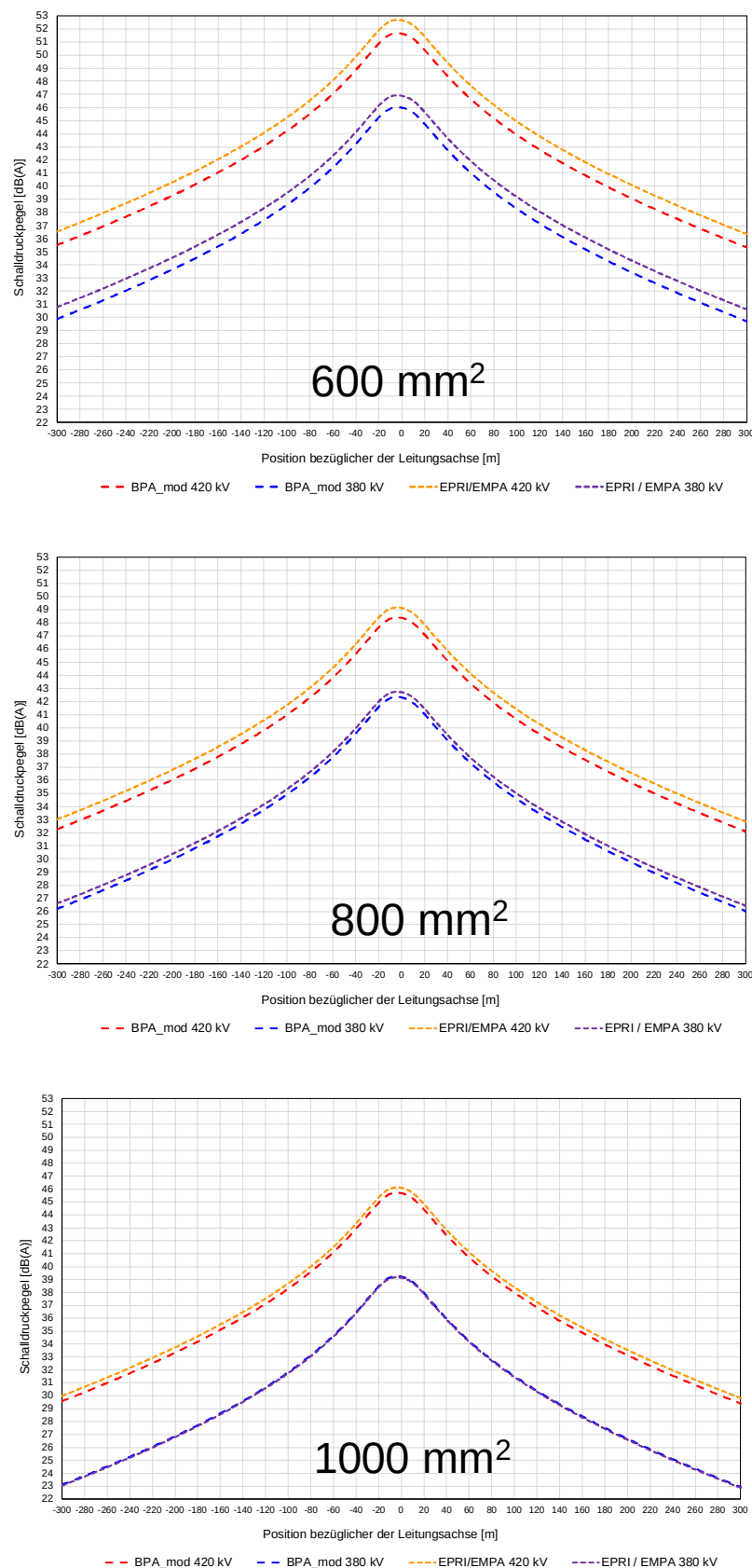


Abbildung 16 Vergleich der Schalldruckpegel bei einer Regenrate von 1 mm/h für die hier verwendete Schallpegelformel aus dem FKH-Bericht [4], Methode „BPA_mod“ mit der Berechnungsmethode nach dem Bericht der EMPA [5] anhand des **Profils Nr. 08 (Tonnenmastbild)**:

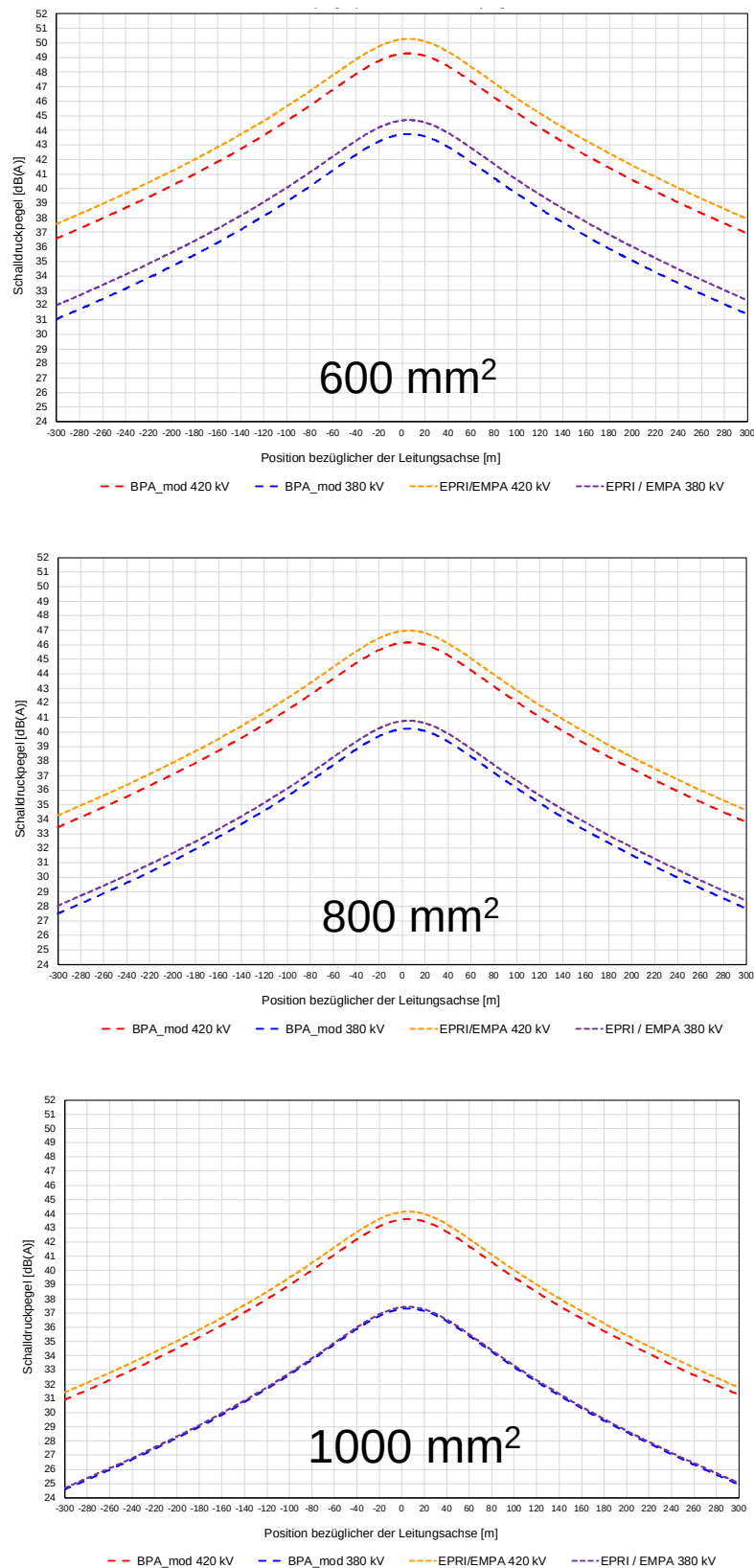
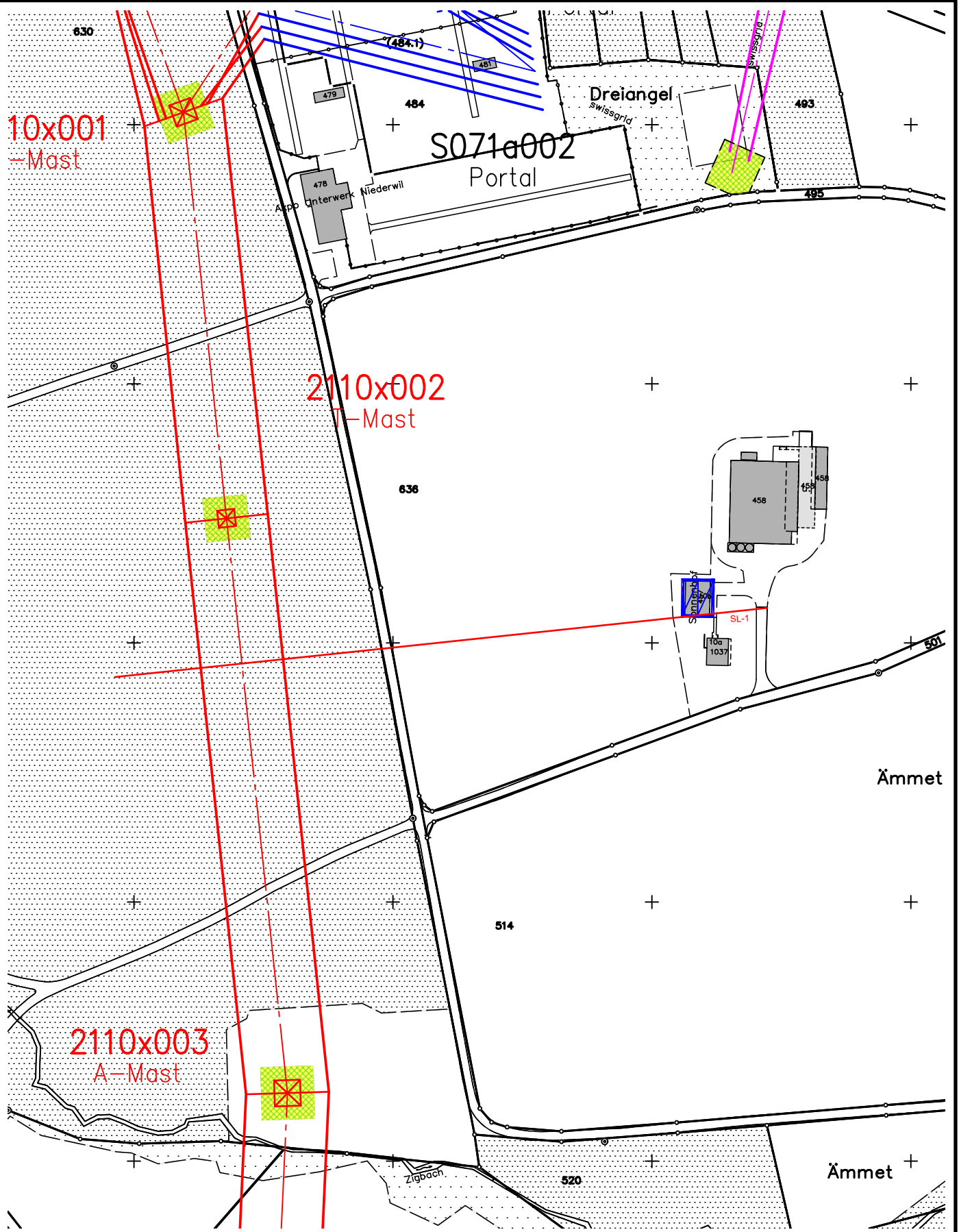
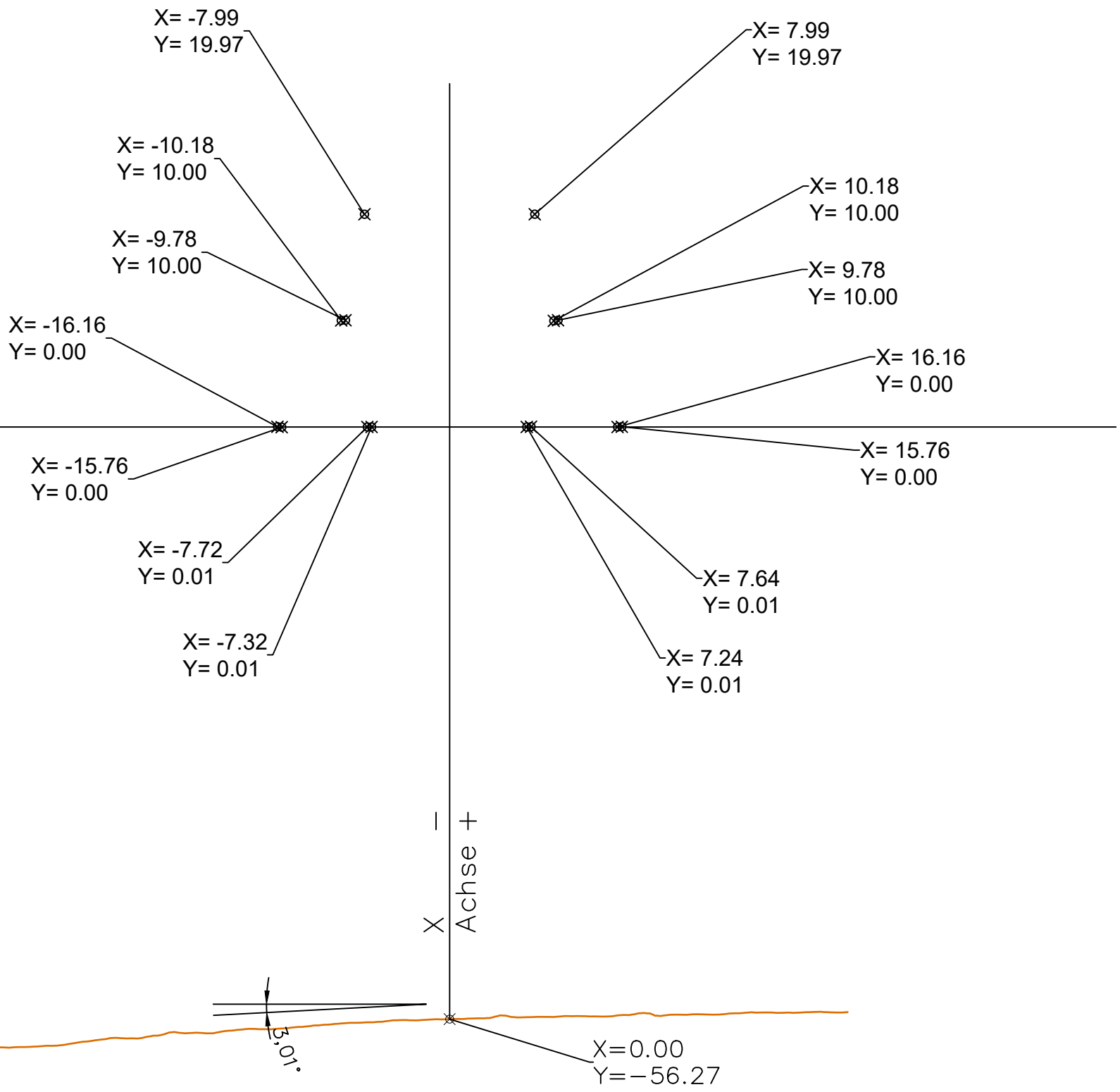
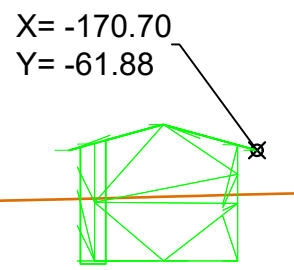


Abbildung 17 Vergleich der Schalldruckpegel bei einer Regenrate von 1 mm/h für die hier verwendete Schallpegelformel aus dem FKH-Bericht [4], Methode „BPA_mod“ mit der Berechnungsmethode nach dem Bericht der EMPA [5] anhand des **Profils Nr. 3 (Donaumastbild)**:

Anhang 2 Querschnittszeichnungen, AXPO

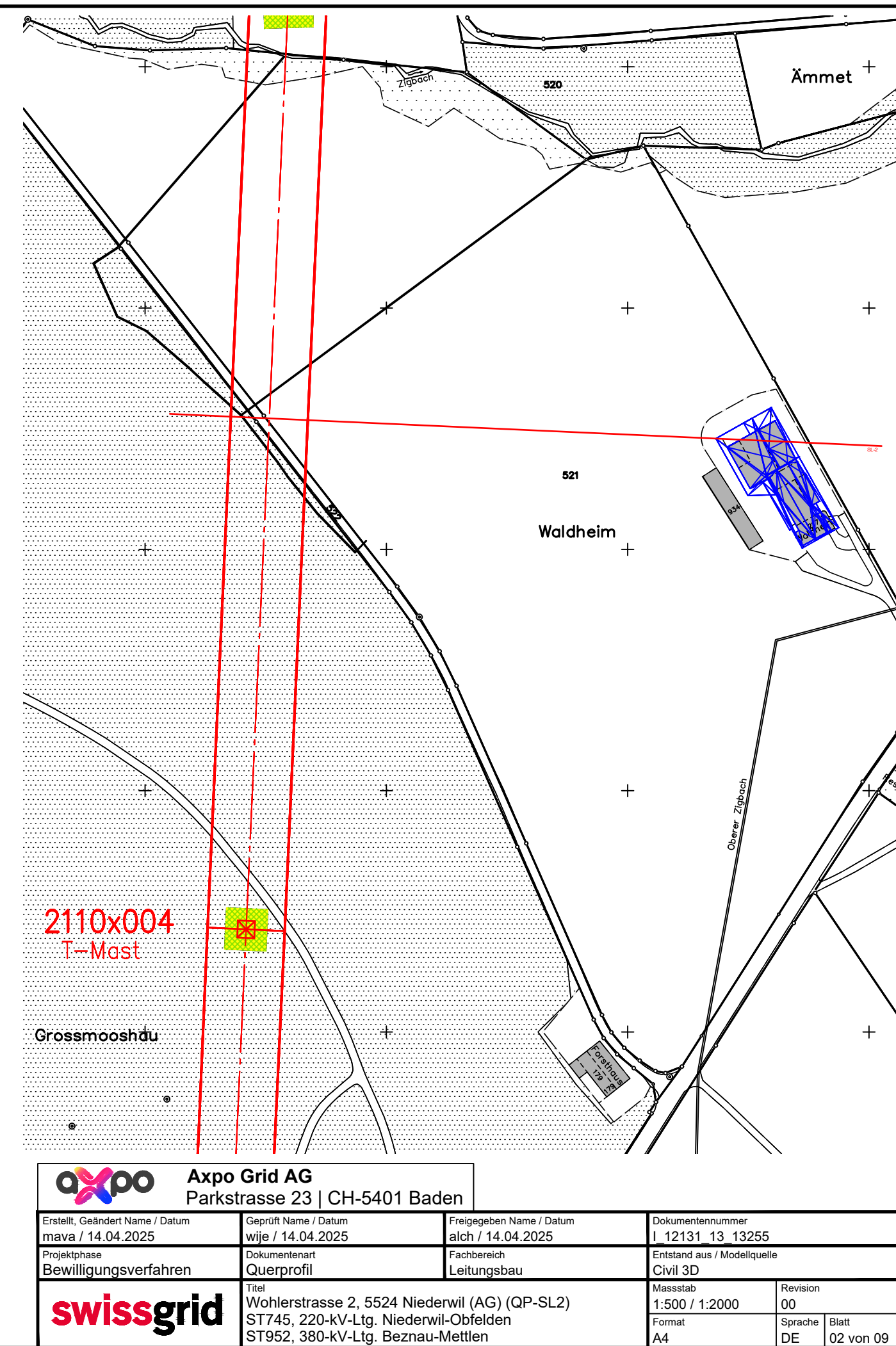
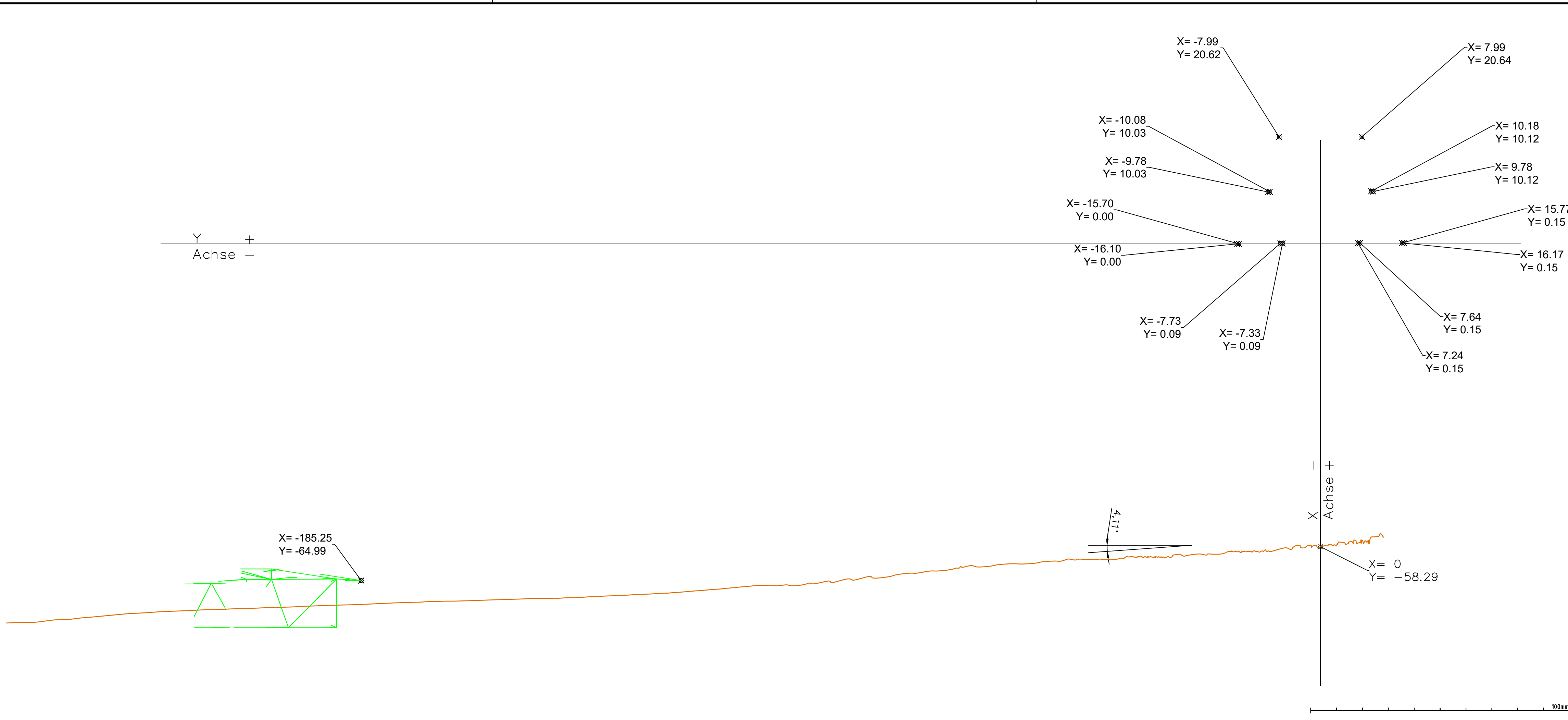
Alle weiteren Angaben zu den Querschnitten sind in den Tabellen 4 und 6 zusammengestellt.

Y +
Achse -



Axpo Grid AG
Parkstrasse 23 | CH-5401 Baden

Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 02.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 02.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 02.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumentenart Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
swissgrid			Titel Emmetweg 10b, 5524 Niederwil (AG) (QP-SL1) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen
Massstab 1:500 / 1:2000		Revision 00	Format A4
		Sprache DE	Blatt 01 von 09



axpo Axpo Grid AG Parkstrasse 23 CH-5401 Baden			
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 14.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 14.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 14.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumententyp Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
swissgrid		Titel Wohlerstrasse 2, 5524 Niederwil (AG) (QP-SL2) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen	Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4
		Revision 00 Blatt 02 von 09	

Y +
Achse -

X= -7.91
Y= 20.36

X= -10.08
Y= 10.56

X= -9.68
Y= 10.56

X= -16.01
Y= 0.69

X= -15.61
Y= 0.69

X= -7.46
Y= 0.63

X= -7.06
Y= 0.63

X= 7.91
Y= 20.11

X= 9.68
Y= 10.13

X= 10.08
Y= 10.13

X= 16.01
Y= 0.00

X= 15.61
Y= 0.00

X= 7.75
Y= 0.31

X= 7.35
Y= 0.31

X= 0.00
Y= -53.80

I +
Achse -

3.00°

X= -156.21
Y= -62.59

2110x008
A-Mast

Harzeri

Chintis

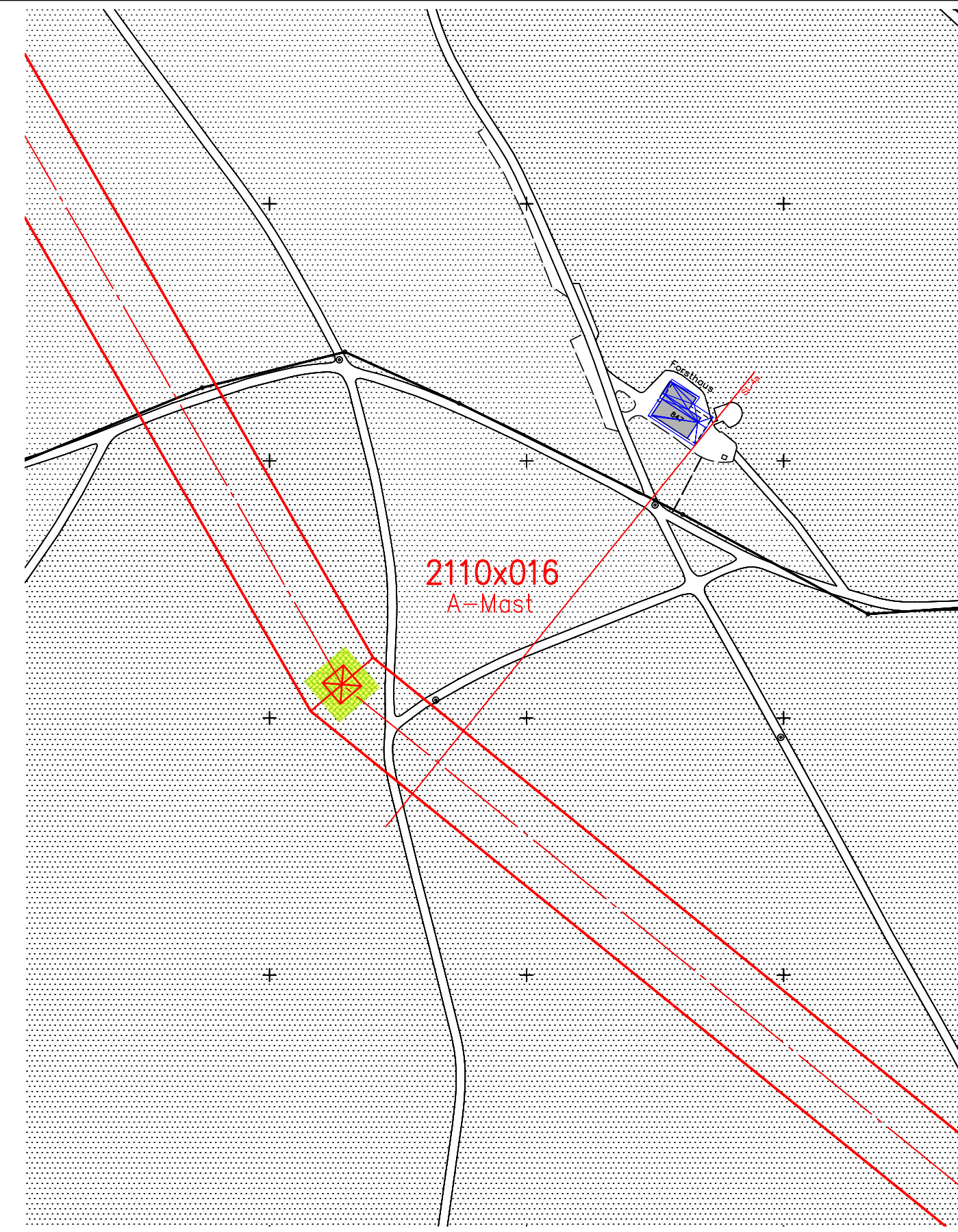
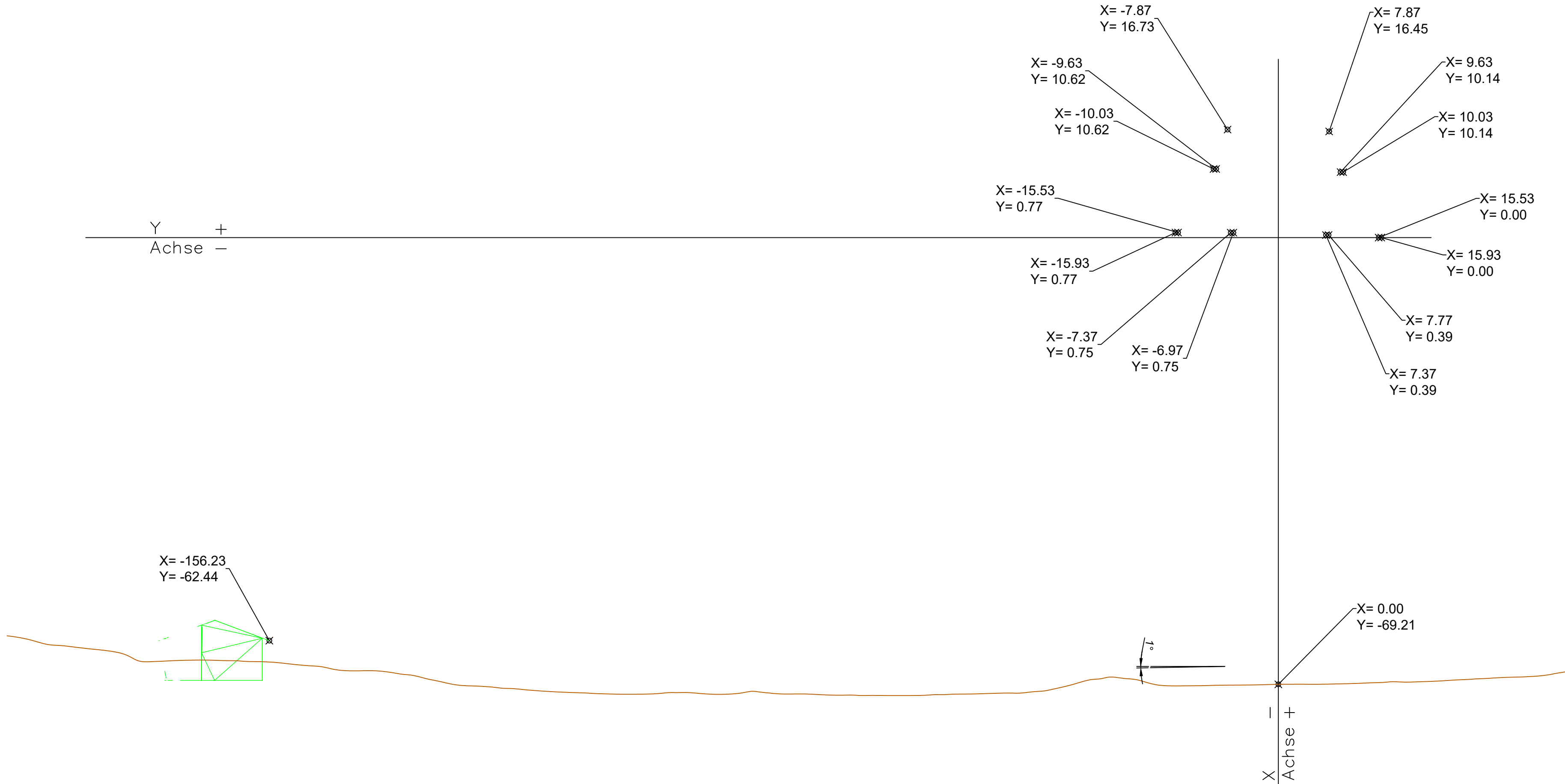


Axpo Grid AG
Parkstrasse 23 | CH-5401 Baden

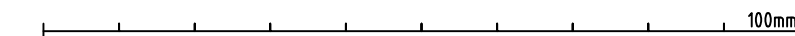
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 01.04.2025	Geprüft Name / Datum alch / 01.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 01.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumentenart Querprofil	Fachbereich Freileitung	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
Titel Wohlerstrasse 23, 5525 Fischbach-Göslikon (QP-SL3) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen			Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4
Revision 00 Sprache DE			Blatt 03 von 09

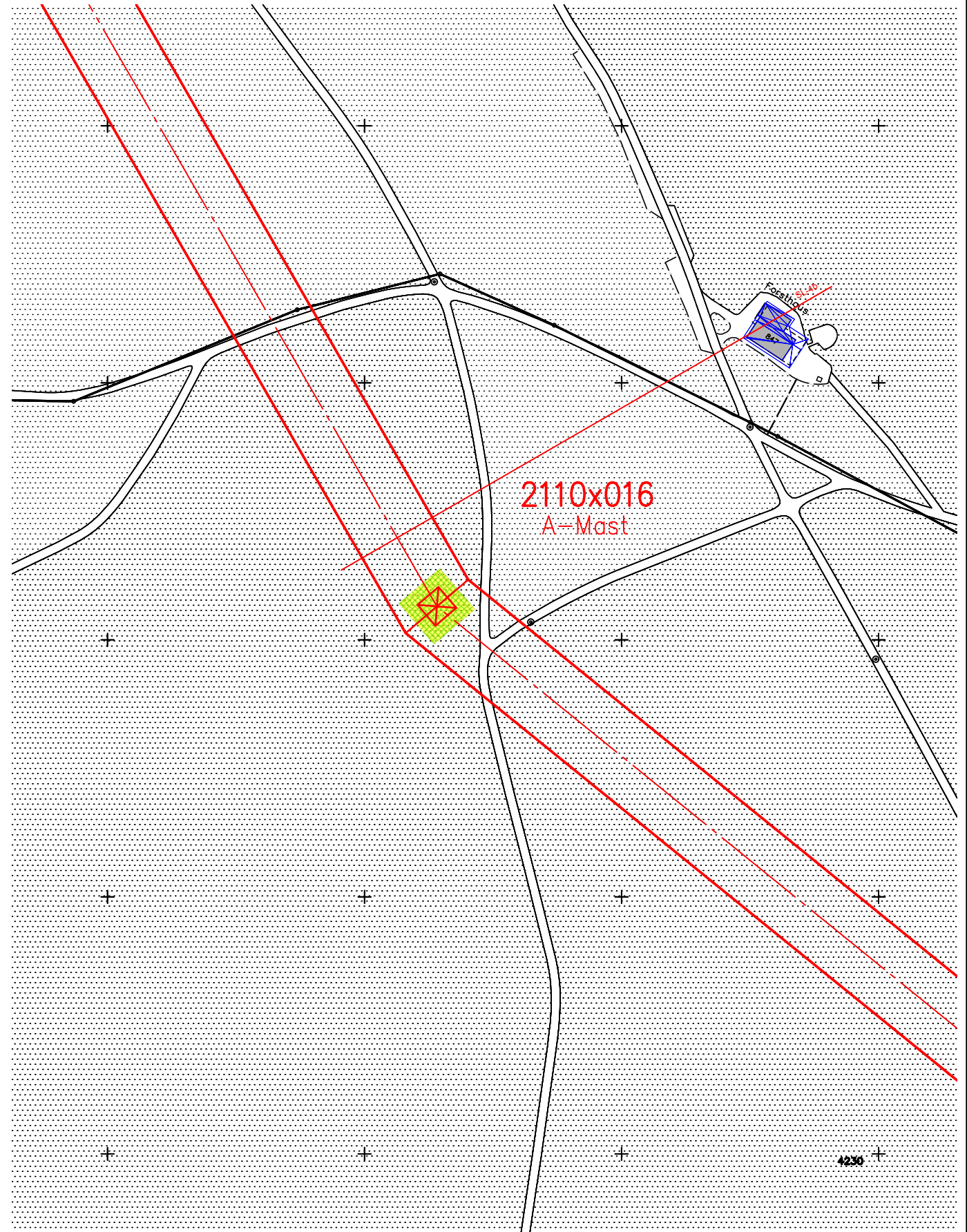
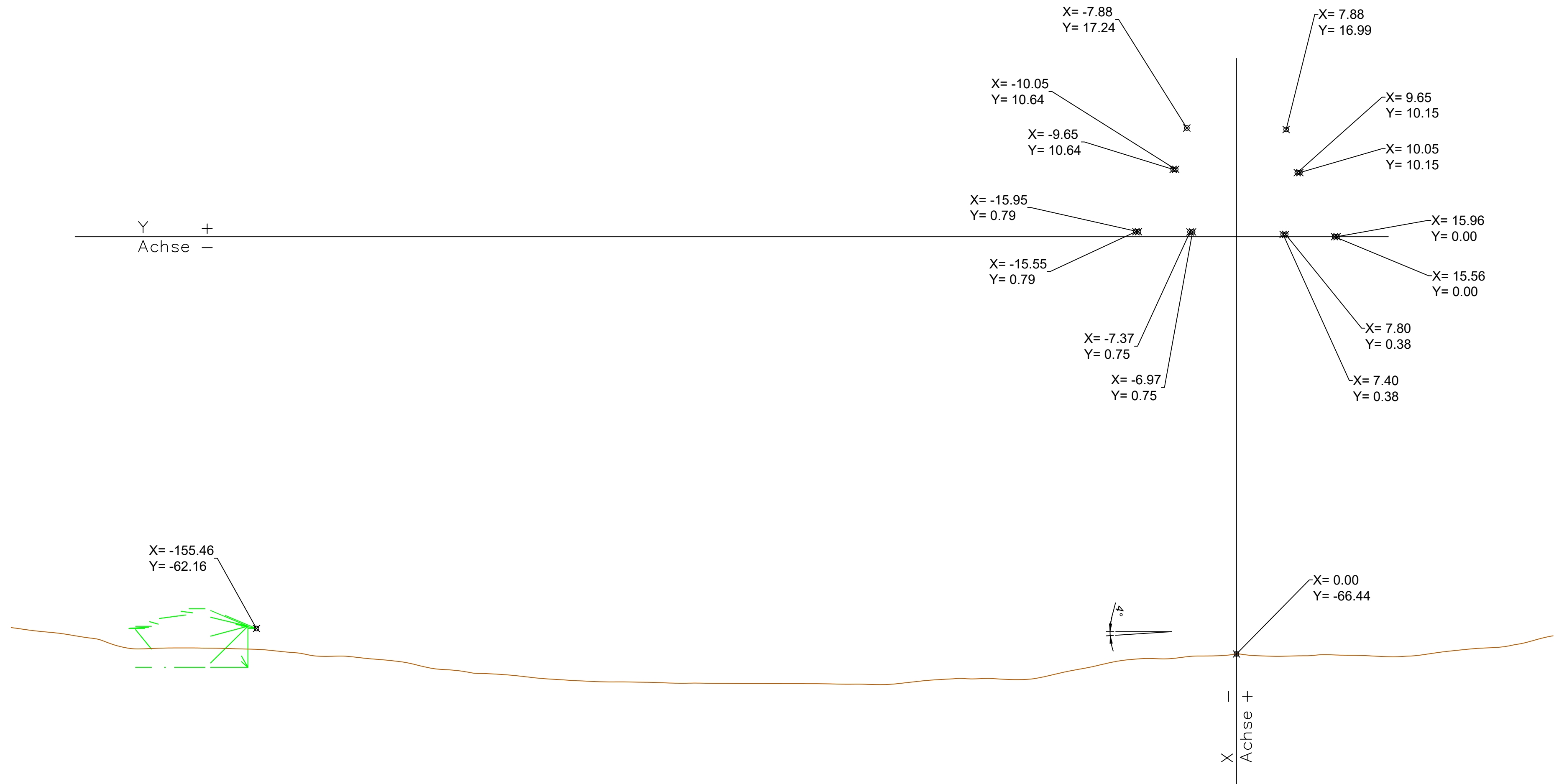
swissgrid

100mm

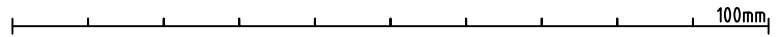


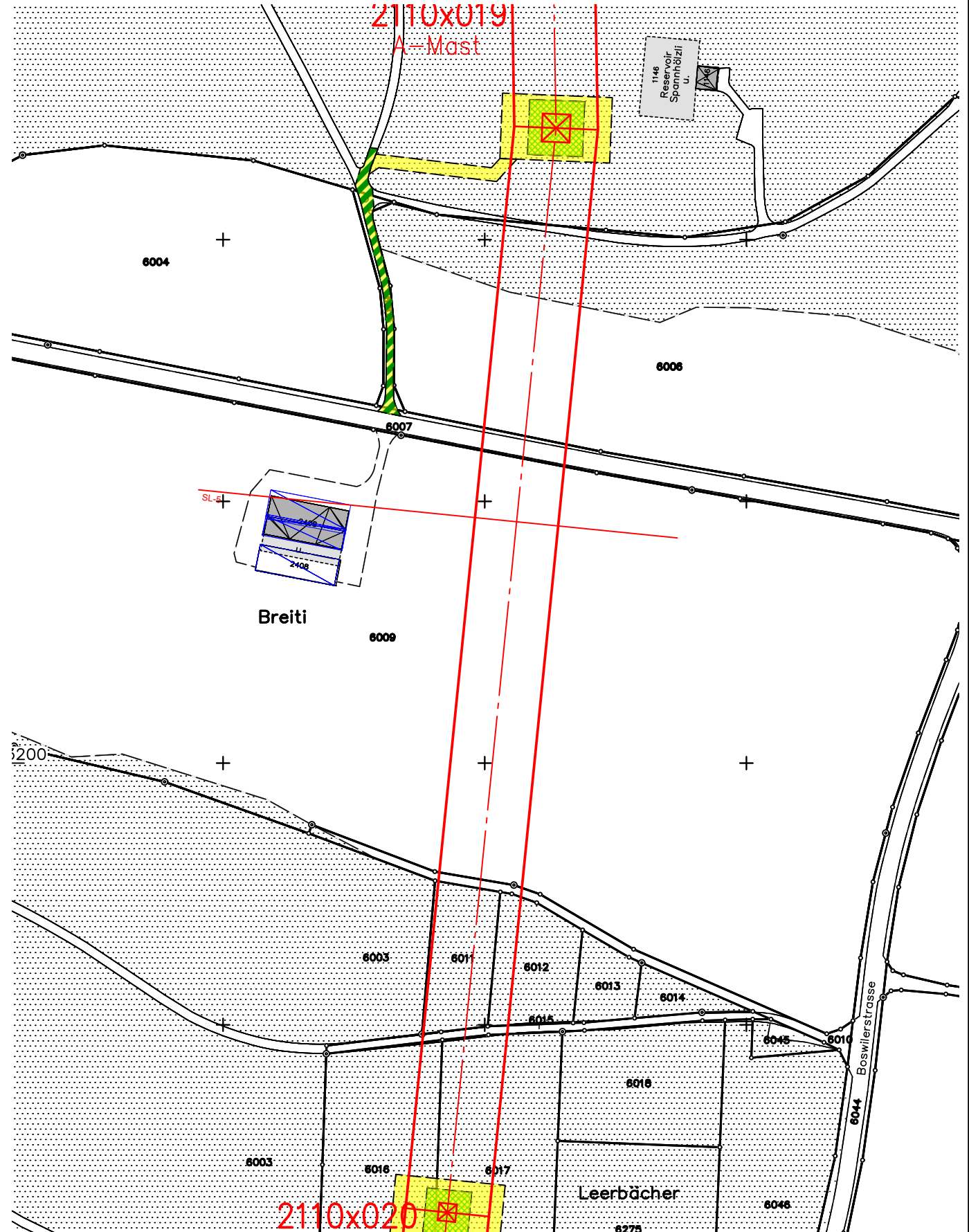
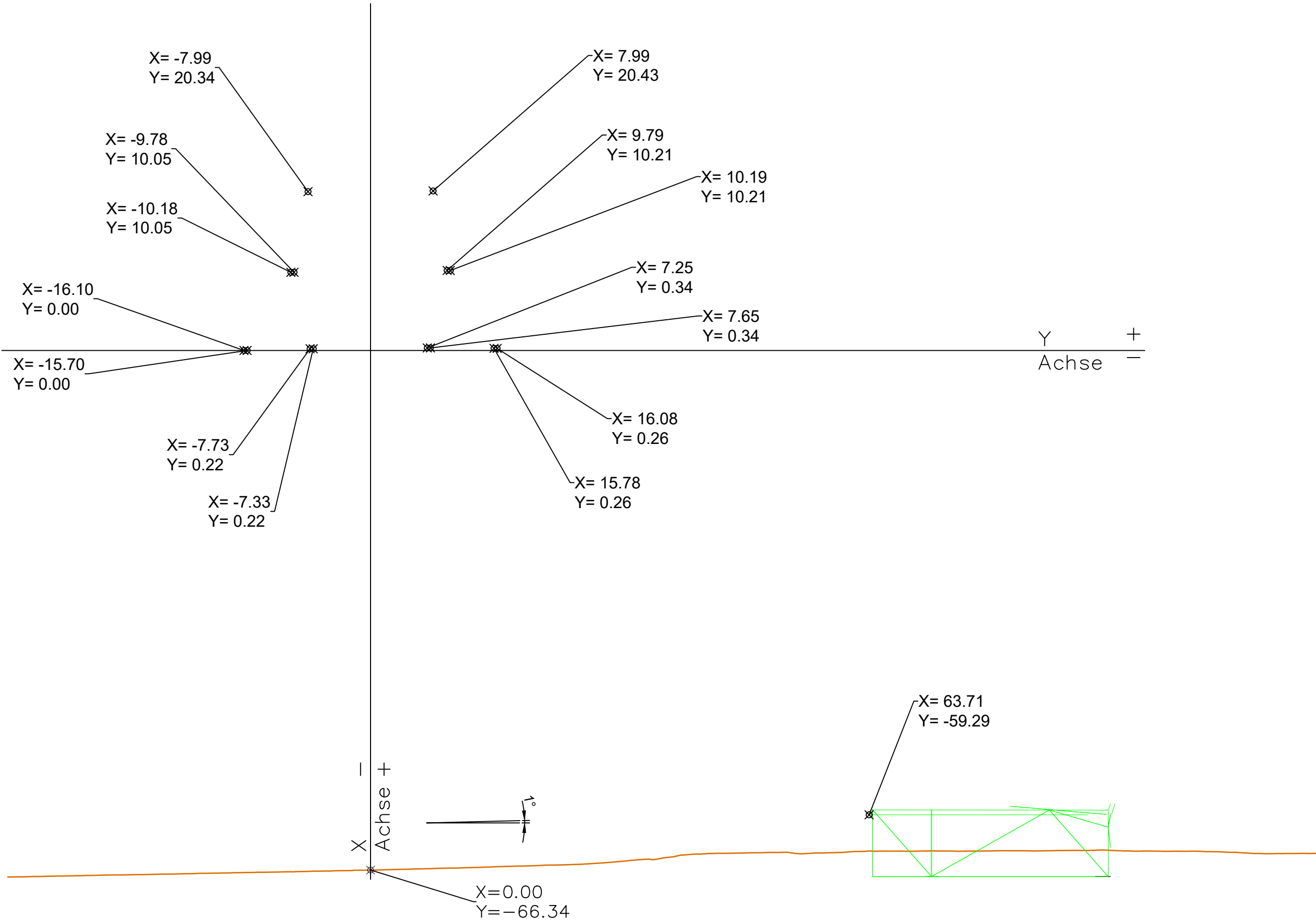
		Axpo Grid AG Parkstrasse 23 CH-5401 Baden	
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 02.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 02.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 02.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumententyp Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
		Titel 5620 Bremgarten (AG) (QP-SL4a) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen	Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4
		Revision 00	Sprache DE
		Blatt 04 von 09	





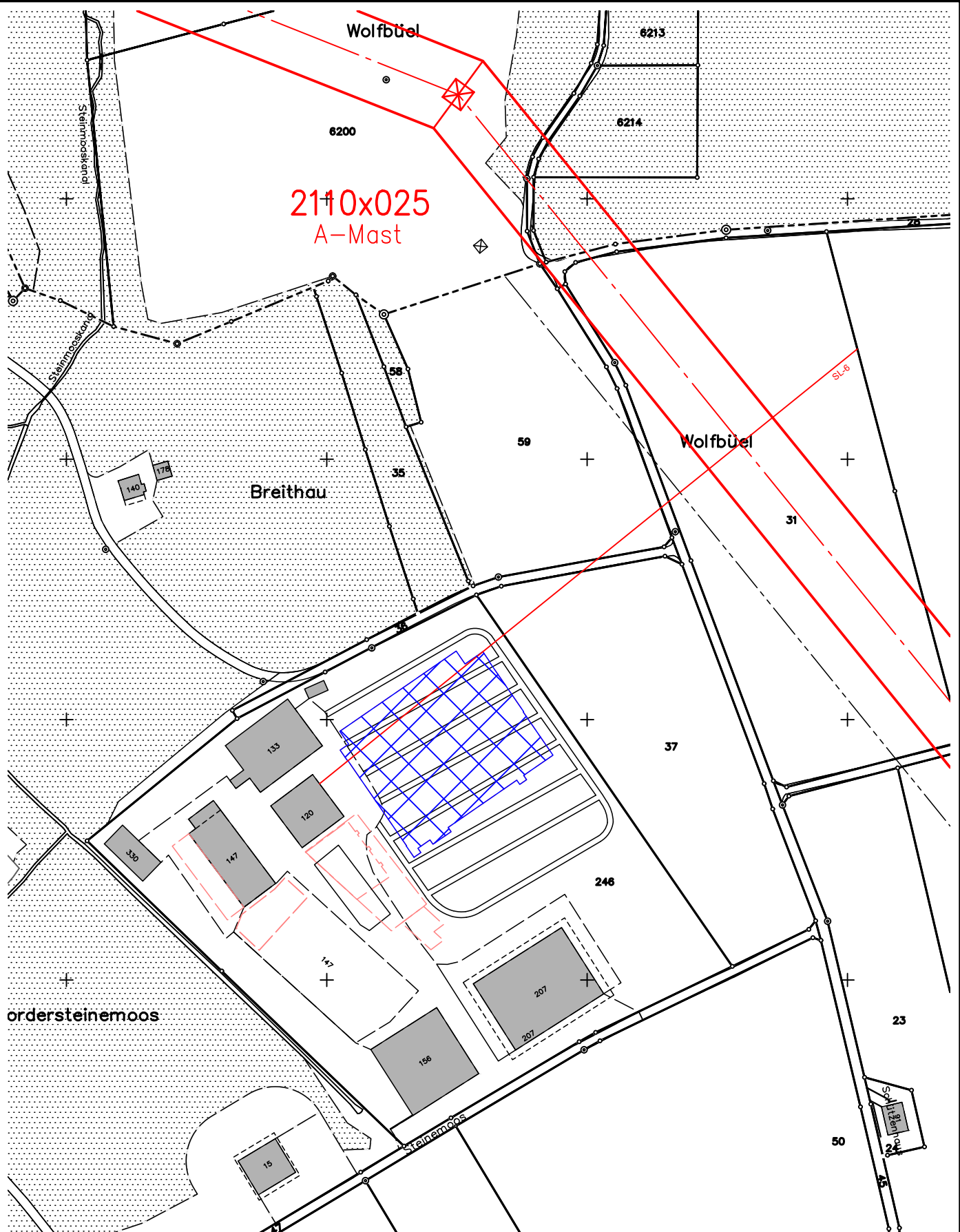
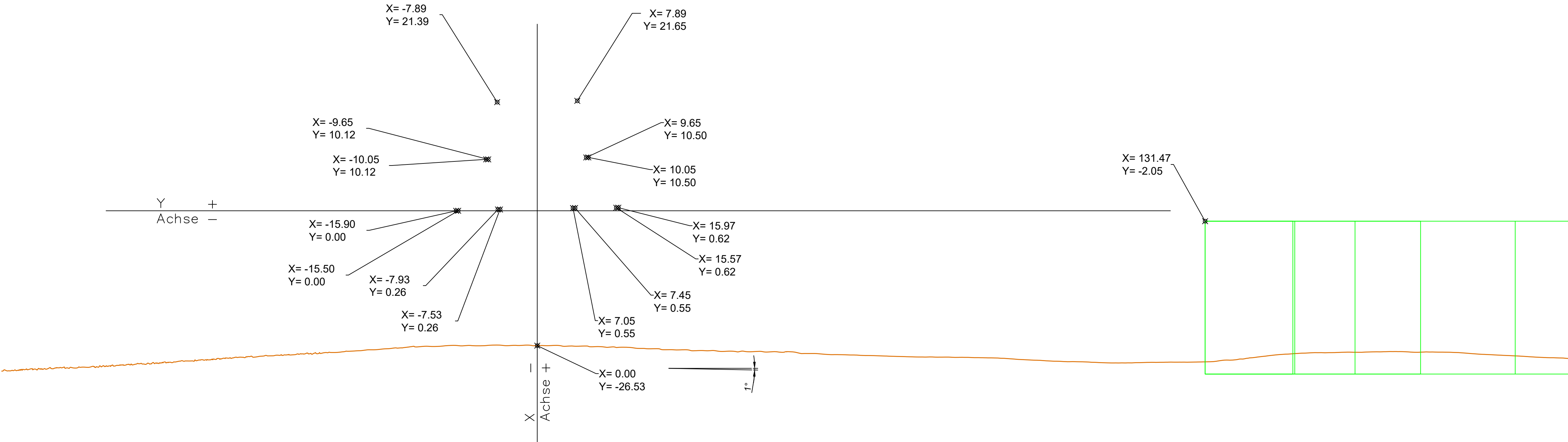
axpo		Axpo Grid AG Parkstrasse 23 CH-5401 Baden	
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 02.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 02.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 02.04.2025	Dokumentennummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumentenart Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
swissgrid		Titel 5620 Bremgarten (AG) (QP-SL4b) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen	Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4
			Revision 00 Sprache DE Blatt 04 von 09





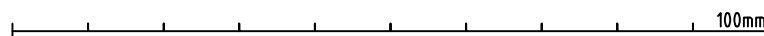
Axpogrid AG
Parkstrasse 23 | CH-5401 Baden

Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 01.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 01.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 01.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumententyp Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
Titel Waltenschwilerstrasse 2408, 5626 Bremgarten (QP-SL5) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen			Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4
Revision 00 Sprache DE			Blatt 05 von 09

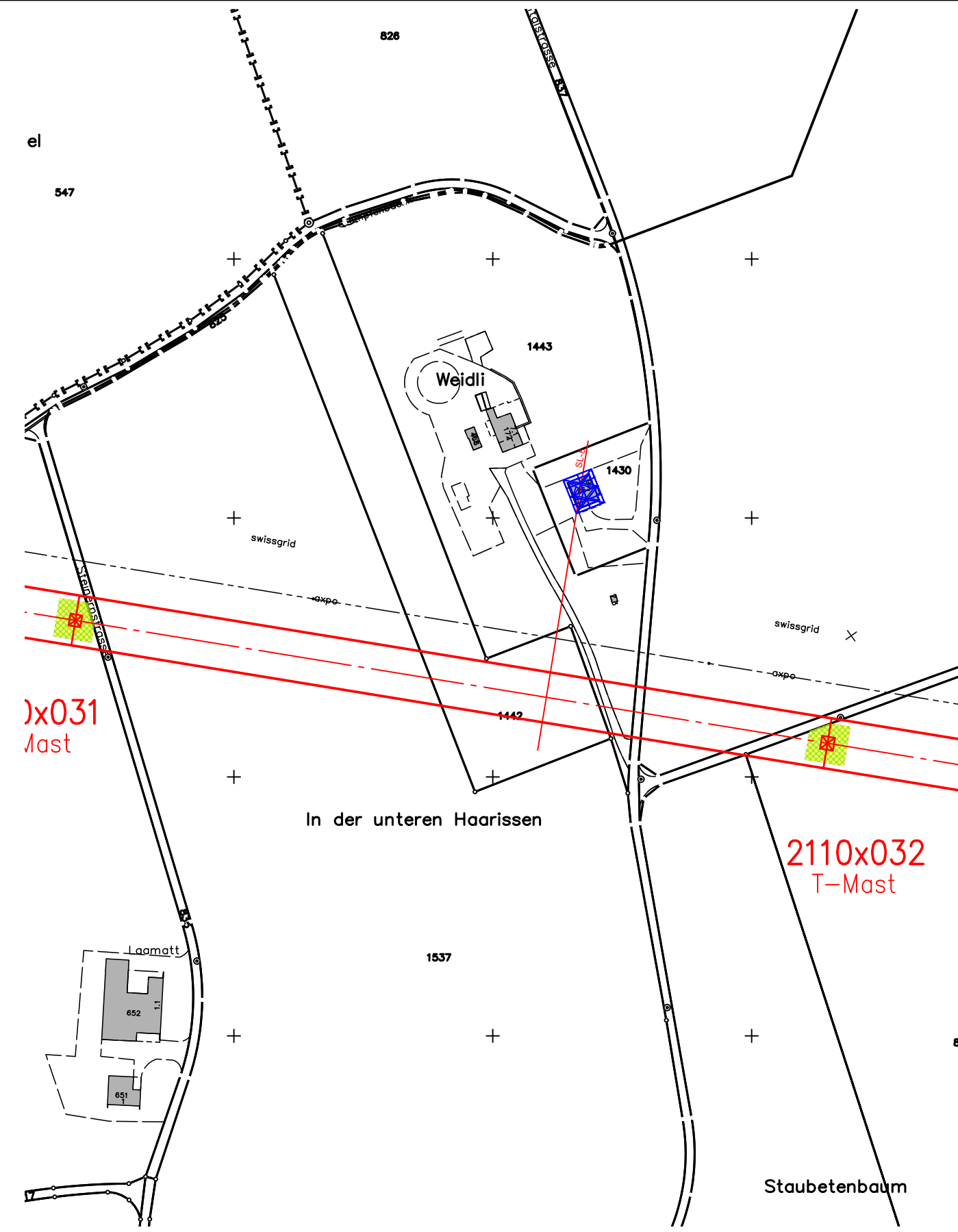
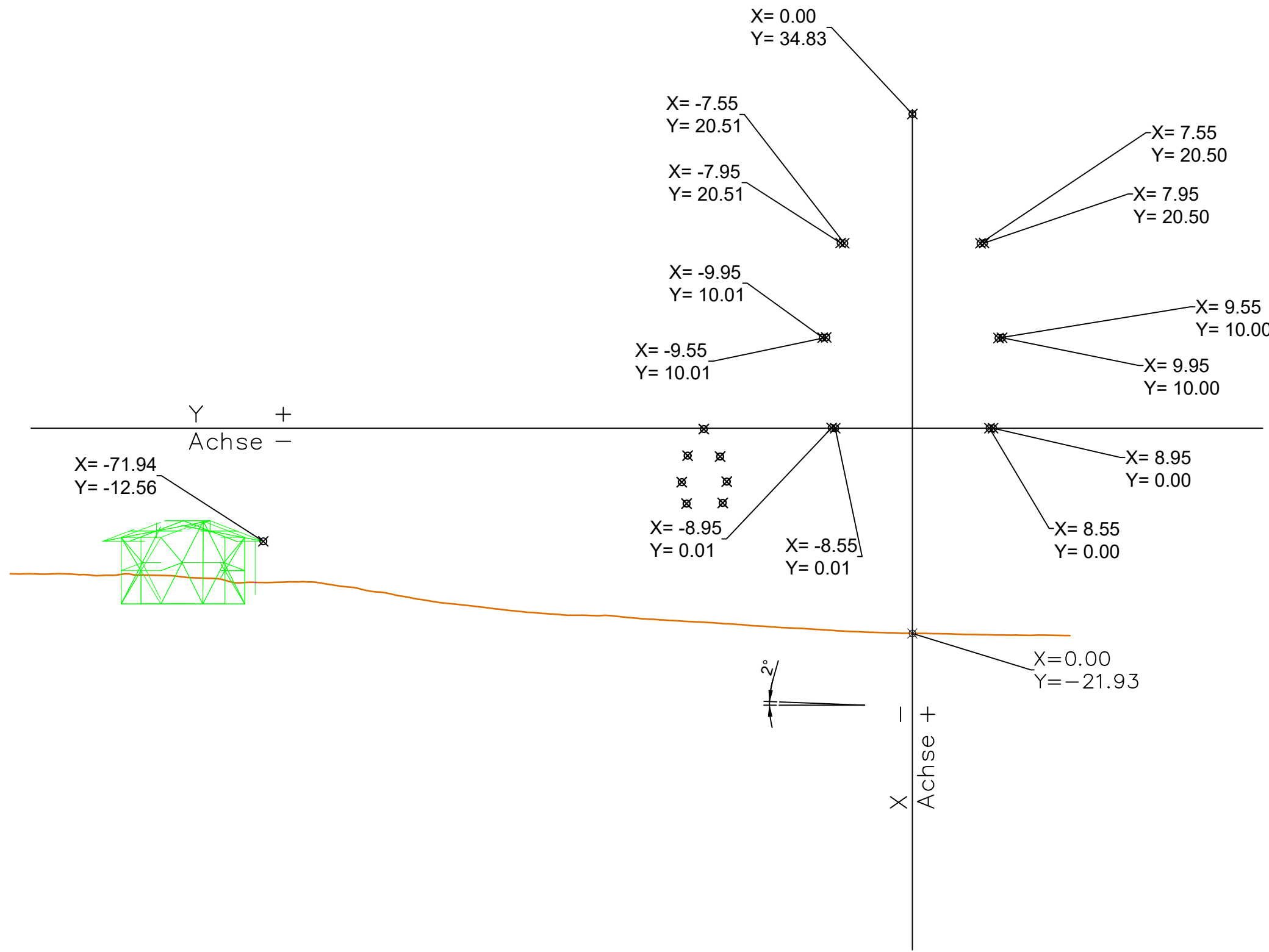


Axpogrid AG
Parkstrasse 23 | CH-5401 Baden

Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 02.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 02.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 02.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumententyp Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
swissgrid			Titel Steinemoos, 5627 Besenbüren (QP-SL6) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen
Massstab 1:500 / 1:2000		Revision 00	Format A4
		Sprache DE	Blatt 06 von 09

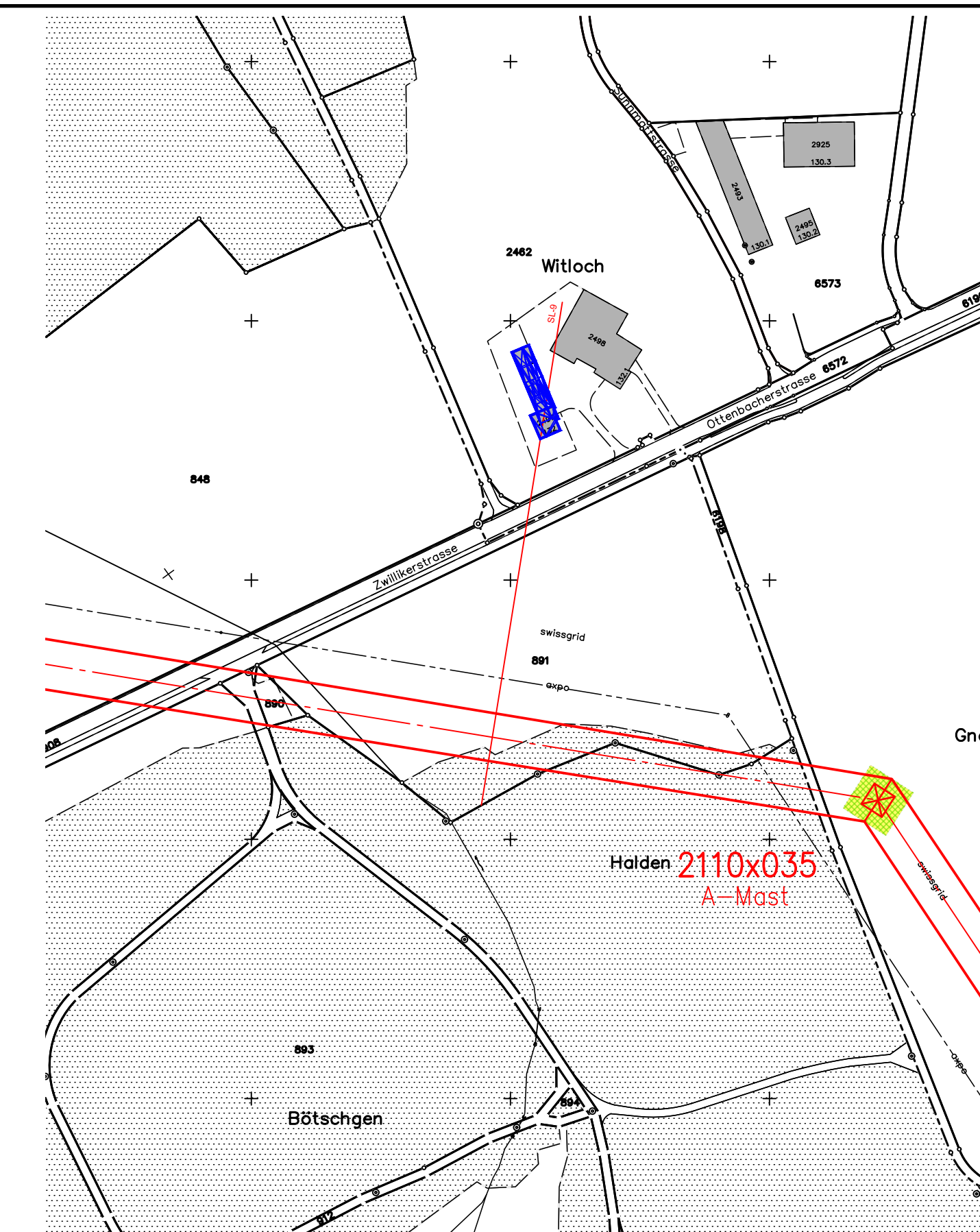
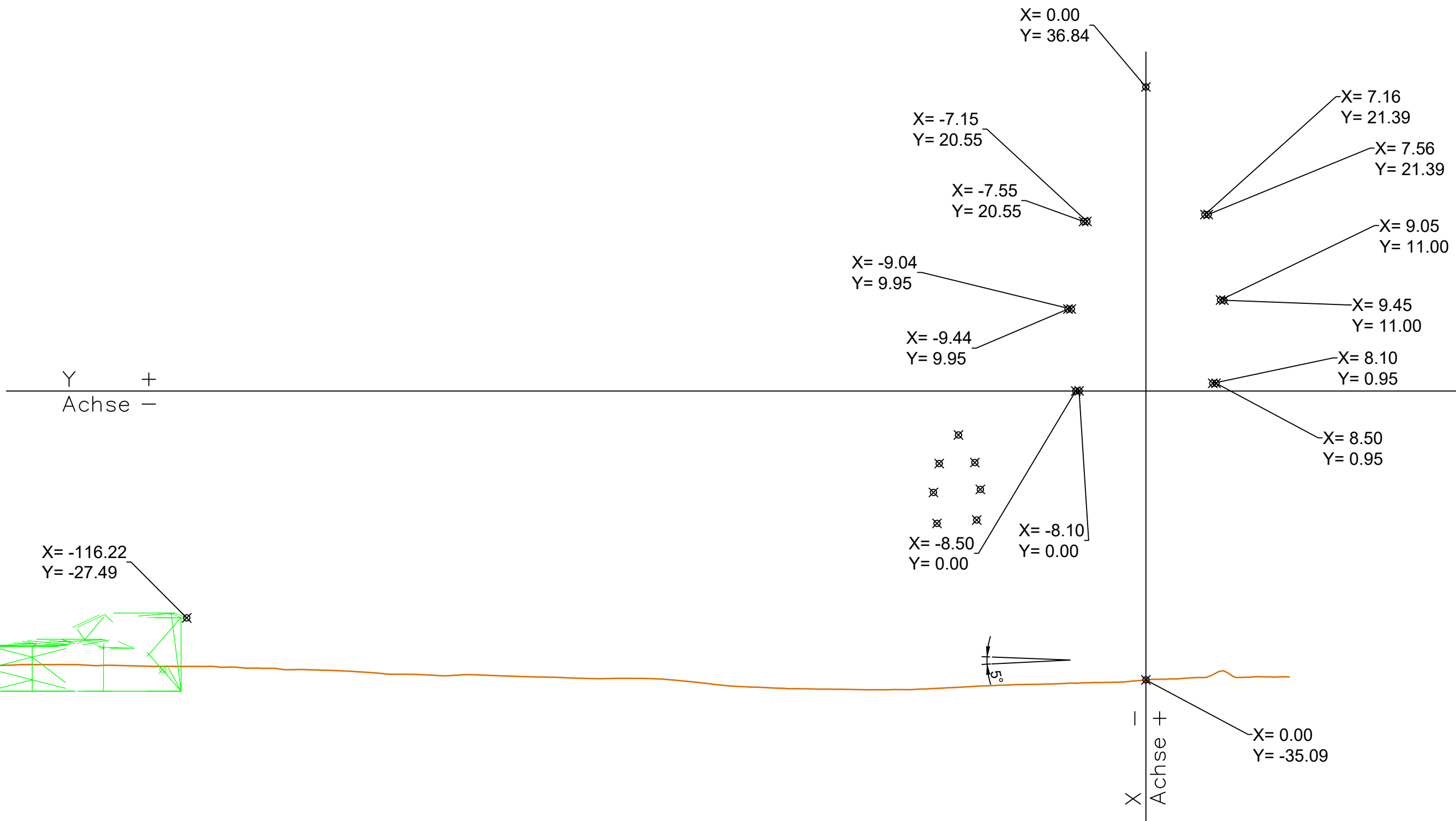


Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 14.04.2025	Geprüft Name / Datum wje / 14.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 14.04.2025	Dokumentennummer I_12131_13_13255														
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumentenart Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D														
			<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Titel Laamatt 1, 8913 Ottenbach (QP-SL7) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen</td> <td colspan="2"> <table border="1"> <tr> <td colspan="2">Revision</td> </tr> <tr> <td>Masstab 1:500 / 1:2000</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Format A4</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table> </td> </tr> </table> </td> </tr> </table>	Titel Laamatt 1, 8913 Ottenbach (QP-SL7) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Revision</td> </tr> <tr> <td>Masstab 1:500 / 1:2000</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Format A4</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		Revision		Masstab 1:500 / 1:2000	00	Format A4	<table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table>	Drache	Blatt	SP	07 von 09
Titel Laamatt 1, 8913 Ottenbach (QP-SL7) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Revision</td> </tr> <tr> <td>Masstab 1:500 / 1:2000</td> <td>00</td> </tr> <tr> <td>Format A4</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table> </td> </tr> </table>		Revision		Masstab 1:500 / 1:2000	00	Format A4	<table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table>	Drache	Blatt	SP	07 von 09				
Revision																	
Masstab 1:500 / 1:2000	00																
Format A4	<table border="1"> <tr> <td>Drache</td> <td>Blatt</td> </tr> <tr> <td>SP</td> <td>07 von 09</td> </tr> </table>	Drache	Blatt	SP	07 von 09												
Drache	Blatt																
SP	07 von 09																



Axpo Grid AG Parkstrasse 23 CH-5401 Baden			
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 14.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 14.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 14.04.2025	Dokumentnummer I 12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumententart Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
Titel Jonentalstrasse 9, 8913 Ottenbach (QP-SL8) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen		Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4	Revision 00 Sprache DE Blatt 08 von 09

100mm



axpo		Axpo Grid AG Parkstrasse 23 CH-5401 Baden	
Erstellt, Geändert Name / Datum mava / 01.04.2025	Geprüft Name / Datum wije / 01.04.2025	Freigegeben Name / Datum alch / 01.04.2025	Dokumentnummer I_12131_13_13255
Projektphase Bewilligungsverfahren	Dokumentenart Querprofil	Fachbereich Leitungsbau	Entstand aus / Modellquelle Civil 3D
swissgrid		Titel Ottenbacherstr. 132, 8909 Affoltern am Albis (QP-SL9) ST745, 220-kV-Ltg. Niederwil-Obfelden ST952, 380-kV-Ltg. Beznau-Mettlen	
		Massstab 1:500 / 1:2000 Format A4	Revision 00 Sprache DE Blatt 09 von 09

Anhang 3 Auswertung der gemessenen Stundenniederschlagshöhen, MeteoSchweiz (Zwillikon) im Zeitraum 2016 - 2024



Abbildung 18 Zeitliche Folge der Niederschlagsstundenwerte an der Messtation Zwillikon von MeteoSchweiz,
oben: Stundenwerte über die 7.7 Jahre 2016 bis 2024, lineare Skalierung,
unten: zeitlich gedehnte Darstellung über das Jahr 2023, logarithmische Skalierung

Relative Häufigkeit für Regenraten [mm/h]

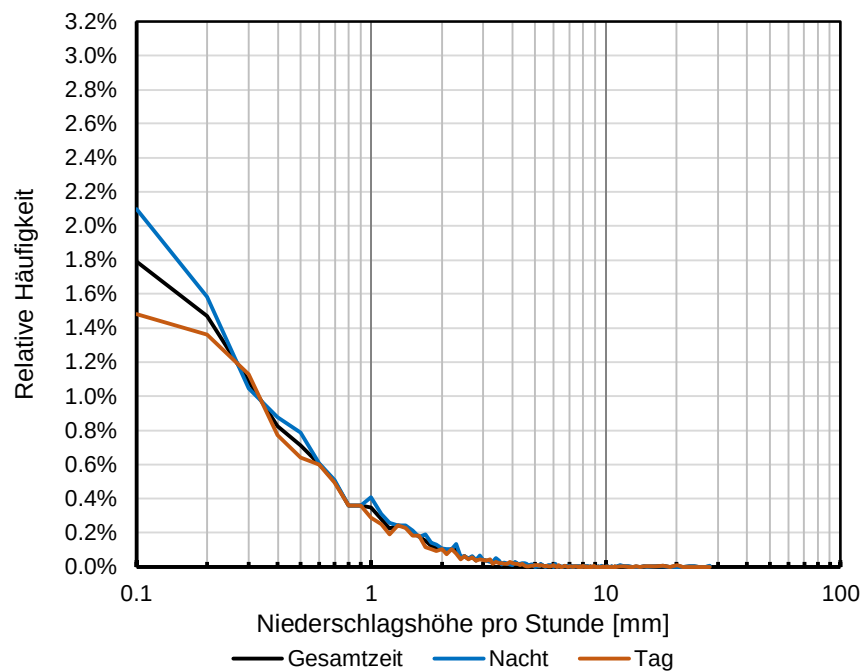


Abbildung 19 Relative Häufigkeit der Niederschlagsstundenhöhen

Relative kumulative Häufigkeit für Regenraten [mm/h]

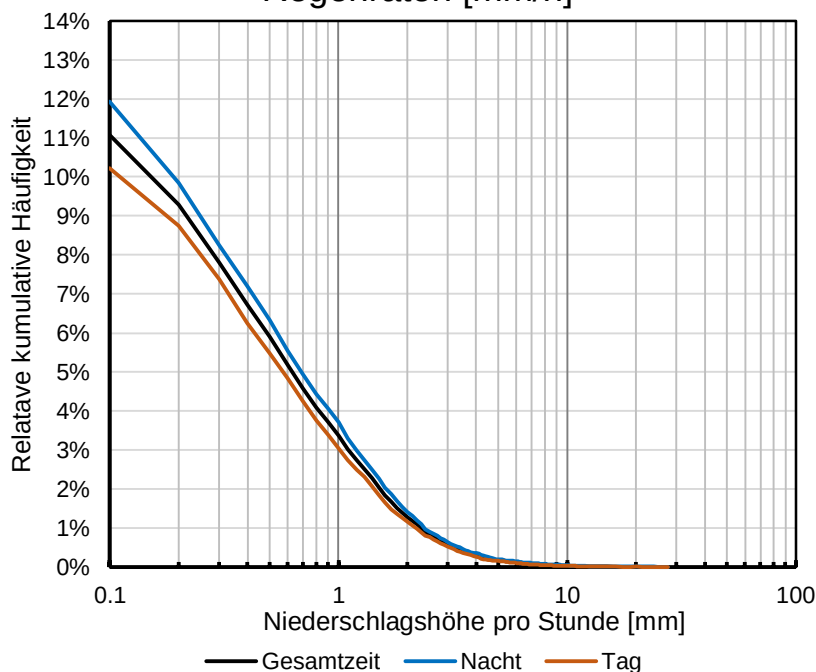


Abbildung 20 Kumulative relative Häufigkeit der Niederschlagsstundenhöhen

Allgemeine Resultate der Regenstatistik aus den Messungen an der Station Zwillikon

In 9.29 % der Messstunden, und zwar 9.84% in den Nachtstunden und 8.75% in den Tagesstunden, wird an der Messstation Zwillikon eine messbare Niederschlagsrate festgestellt (Niederschlagshöhe >0.2 mm/h, Übergang Tag/Nacht 07:00 und 19:00)

Die Jahresniederschlagshöhe betrug im Mittel der letzten 7.7 Jahre: 908 mm (492 mm/a in der Nacht und 416 mm/a am Tag). Während des meteorologischen Sommers betrug die Niederschlagshöhe im Mittel 530 mm und während des meteorologischen Winters 380 mm (Stichtage: 15. März und 15. September)