

Robert Badertscher / I-SR40
Robert Gisler / I-AT-TC-TPP

Konzept Mobilfunk Standard-Standort



Konzept Mobilfunk Standard-Standort

Abstract

Mit der digitalisierten Bahnproduktion steigen die Anforderungen an die Mobilfunk-Konnektivität signifikant an, weshalb SBB plant zwischen 2021 und 2032 eine leistungsfähige und zuverlässige Mobilfunk-Konnektivität für den Bahnbetrieb bereit zu stellen. Abhängig vom gewählten Modell, müssen in diesem Zusammenhang bis zu 3000 Mobilfunkstandorte realisiert werden.

In diesem Zusammenhang beabsichtigt SBB u.a. Lösungen für einen industrialisierten Rollout mit einem hohen Anteil von stark standardisierten Mobilfunkstandorten zu evaluieren.

Im Rahmen von Feldtests zur Untersuchung von technischen Fragestellungen im Hinblick auf Zusammenarbeitsmodelle und zur Machbarkeit sollen deshalb u.a. auch Erfahrungen mit dem Einsatz eines Standard-Standortes gemacht werden.

Nach der Durchführung eines Einladungsverfahrens wurde die Firma Inauen-Schätti AG für die Entwicklung und Lieferung eines Prototyps einer industrialisierten Plattform für einen mobilen, resp. verschiebbaren Mobilfunkstandort beauftragt.

Ausgangslage

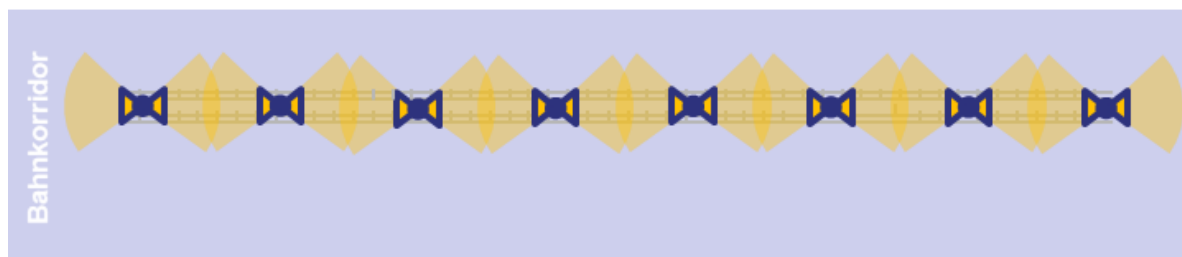
Ein evolutionärer Ausbau der Bahnkommunikationssysteme wird voraussichtlich nicht ausreichen, um dem signifikanten Anstieg der Anforderungen im Zusammenhang mit der digitalisierten Bahnproduktion gerecht zu werden. Mit dem Projekt «Connectivity» plant smartrail 4.0 eine leistungsfähige und zuverlässige Mobilfunk-Konnektivität für den Bahnbetrieb bereit zu stellen, mit Fokus auf Bandbreite, Kapazität und Verfügbarkeit.

Aufgrund der allgemein wachsenden Nachfrage nach drahtloser Konnektivität und den rechtlichen Rahmenbedingungen in der Schweiz, namentlich der Verordnung zur nichtionisierenden Strahlung (NISV), werden die öffentlichen Mobilfunkanbieter (im Folgenden PP für «Public Provider») für eine flächendeckende Einführung von 5G ab 2020 substantiell in die bestehenden Netze investieren und neue Antennenstandorte bauen müssen.

In diesem Zusammenhang untersucht smartrail 4.0 gemeinsam mit Partnern (PP und Mobilfunkausrüster) verschiedene denkbare Szenarien für die Realisierung von FRMCS und bezüglich allfälliger Synergien bei einer gemeinsamen Realisierung (FRMCS seitens der Bahnen, 5G der öffentlichen Mobilfunkanbieter). Abhängig vom gewählten Modell müssen in diesem Zusammenhang bis zu 3000 Mobilfunkstandorte realisiert werden.

Kostentreiber beim Rollout von Mobilfunk-Standorten

Für eine optimale Versorgung der Kommunikation vom und zum Zug drängt sich eine «Linien-optimierte» Versorgung des technischen Bahnkorridors auf. Im technischen Bahnkorridor stehen die Standorte typischerweise direkt neben dem Bahngelände und versorgen den technischen Bahnkorridor für die Kommunikation vom und zum Zug.



Mobilfunkversorgung entlang des technischen Bahnkorridors

Die Kosten für die Realisierung der Mobilfunkversorgung werden massgebend durch das Mengengerüst sowie durch die Kosten der dezentralen Standorte beeinflusst.

Das Mengengerüst der Mobilfunkstandorte wird vor allem durch die regulatorischen Rahmenbedingungen (NISV), die Frequenzen (Zuscheidung noch offen) sowie durch die Methode zur Versorgung der Züge (Aussenantenne, Fenster) beeinflusst. Die Analyse der möglichen Szenarien ist Gegenstand der laufenden Abklärungen.

Demgegenüber werden die Standort-Kosten massgebend über den Industrialisierungsgrad beeinflusst. In diesem Zusammenhang beabsichtigt smartrail 4.0 Lösungen für einen industrialisierten Rollout mit einem hohen Anteil von stark standardisierten Mobilfunkstandorten zu evaluieren.

Industrialisierter Rollout mittels standardisierten Mobilfunk-Standorten

Ziel ist, einen möglichst wirtschaftlichen und universell einsetzbareren Mobilfunk-Standort zu entwickeln. Dies soll mittels folgender Eigenschaften erreicht werden:

- Möglichst keine Baumeisterarbeiten notwendig
- Grundkonzept an verschiedene Terrains adaptierbar
- Flexible Transport-Möglichkeiten (Transport und Montage mit LKW, per Bahn und mittels Helikopter möglich)
- Modular aufgebaut (für verschiedene Kombinationen mit Technikschränken adaptierbar)

Im Rahmen von Feldtests zur Untersuchung von technischen Fragestellungen im Hinblick auf Zusammenarbeitsmodelle und zur Machbarkeit sollen auch praktische Erfahrungen mit dem Einsatz eines entsprechenden Standard-Standortes gemacht werden.

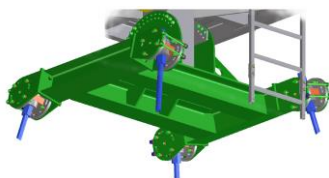
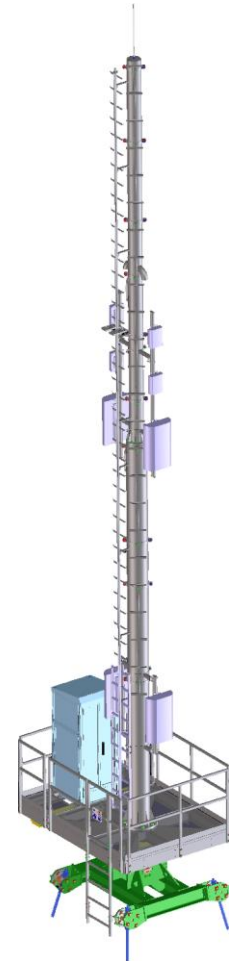
Nach der Durchführung eines Einladungsverfahrens wurde die Firma Inauen-Schätti AG für die Entwicklung und Lieferung eines Prototyps einer industrialisierten Plattform für einen mobilen, resp. verschiebbaren Mobilfunkstandort (Standard-Standort 2018) beauftragt.

Konzept

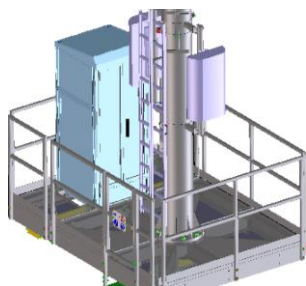
Das Grundkonzept baut auf einem Basismodul auf, welches auch als Bohrlehre für Mikropfähle dienen kann. Die Mikropfähle tragen die auftretenden Kräfte ab und stabilisieren somit das Gesamtkonstrukt. Das Basismodul existiert in einer einzigen Ausführung, welche für alle Anwendungsfälle benutzt werden kann.

Darauf aufbauend wird das Grundmodul montiert und je nach Böschungswinkel eingestellt, so dass der Mast und die Zusatzmodule horizontal, beziehungsweise vertikal ausgerichtet sind. Die notwendigen Anwendungs-Komponenten (Mast, Gerätschäften, Schränke, etc.) werden dann auf dem Grundmodul aufgebaut. Das Grundmodul ist modular und kann sich dadurch den Anforderungen anpassen.

Durch das Gesamtkonzept kann komplett auf einen Baumeister verzichtet werden. Die zum Bohren notwendigen Gerätschaften (Bohrlehre, Bohrer, Pfähle, etc.) können per LKW (wo möglich), per Bahn oder Helikopter (falls praktikabel) an den Maststandort geliefert werden. Das Bohren eines Standortes ist in der Regel innerhalb maximal eines Arbeitstages ausführbar.



Basismodul



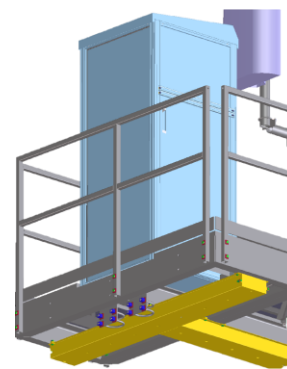
**Grundmodul mit
einem Zusatzmodul**

Sobald die Pfähle gebohrt und ausgehärtet sind sowie das Basismodul gesetzt ist, kann die eigentliche Montage beginnen, wobei das Grundmodul, die Zusatzmodule, der Mast sowie die zusätzlichen Gerätschaften nacheinander je nach Zugänglichkeit mittels LKW, Mobilkran, Bahnkran oder Helikopter (kein Schwerlasthelikopter erforderlich) montiert werden. Die Einzelteile sind auf diese Montagemittel gewichtsoptimiert gestaltet.

Das Grundmodul wird je nach Anforderung auf das Basismodul montiert. Die Kabel werden innerhalb des Grundmoduls geführt. Als Standfläche dienen feuerverzinkte Gitterroste, welche auch im Winter einen sicheren Zugang gewährleisten. Umlaufende Geländer verhindern ein Abstürzen von Personen. Die Befestigung der Schränke und die Kabel sind in der Stahlkonstruktion integriert und vandalensicher ausgelegt sowie mittels einstellbarer Schienen an Einzelfälle anpassbar.

Die Zusatzmodule können beliebig mit dem Grundmodul verschraubt werden. Das Grundmodul kann mit bis zu drei Zusatzmodulen erweitert werden.

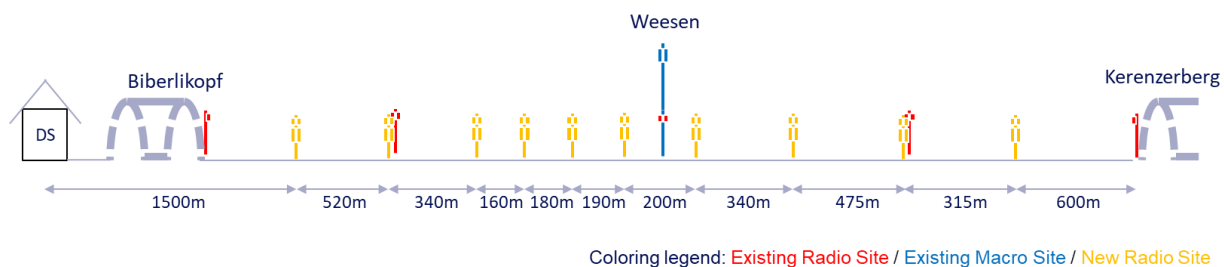
Der Mast als Antennenträger basiert auf dem Standard-Programm „Antennenmasten GSM-R“ von Inauen-Schätti AG, ausgerüstet mit Söll-Leiter mit Endsperrern, Kabel- und Servicetüren, Blitzfangstab, Kabelaustritte und Steigschutz-Blech.



Zusatzmodul

Geplanter Proof of Concept beim Testkorridor am Walensee

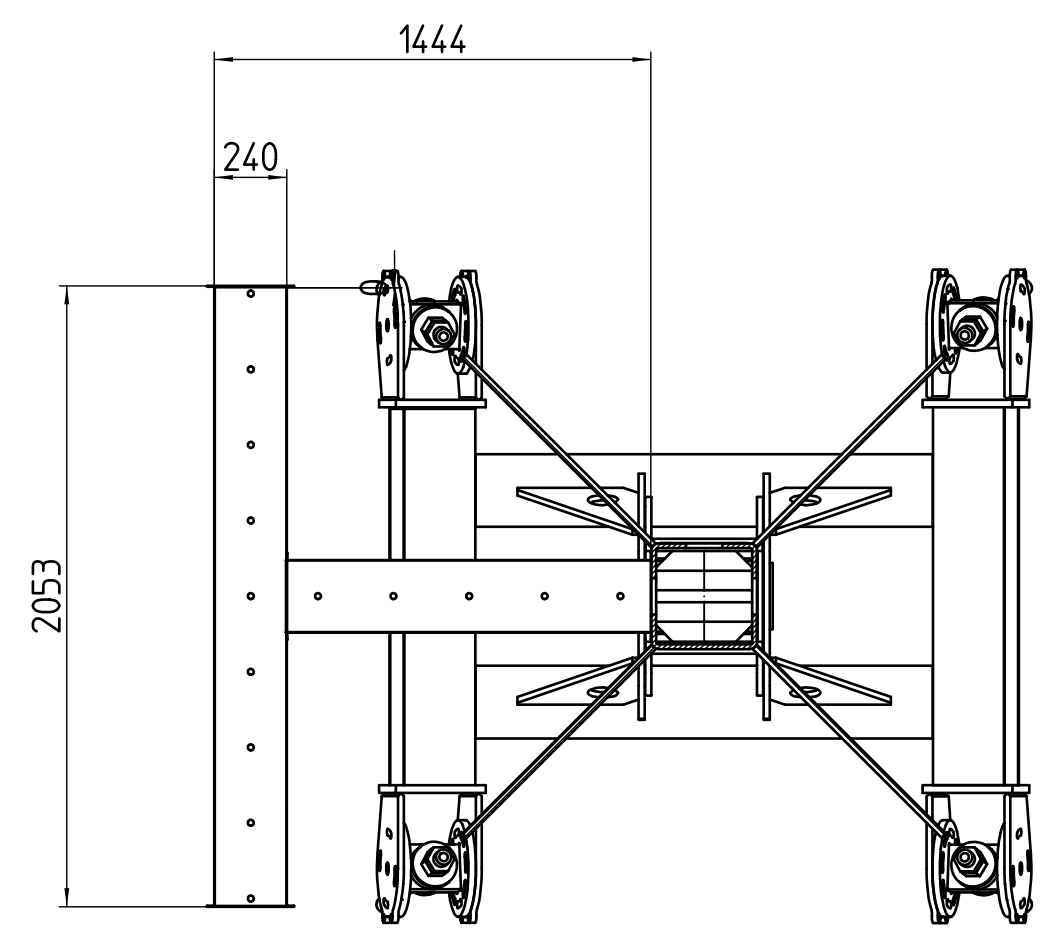
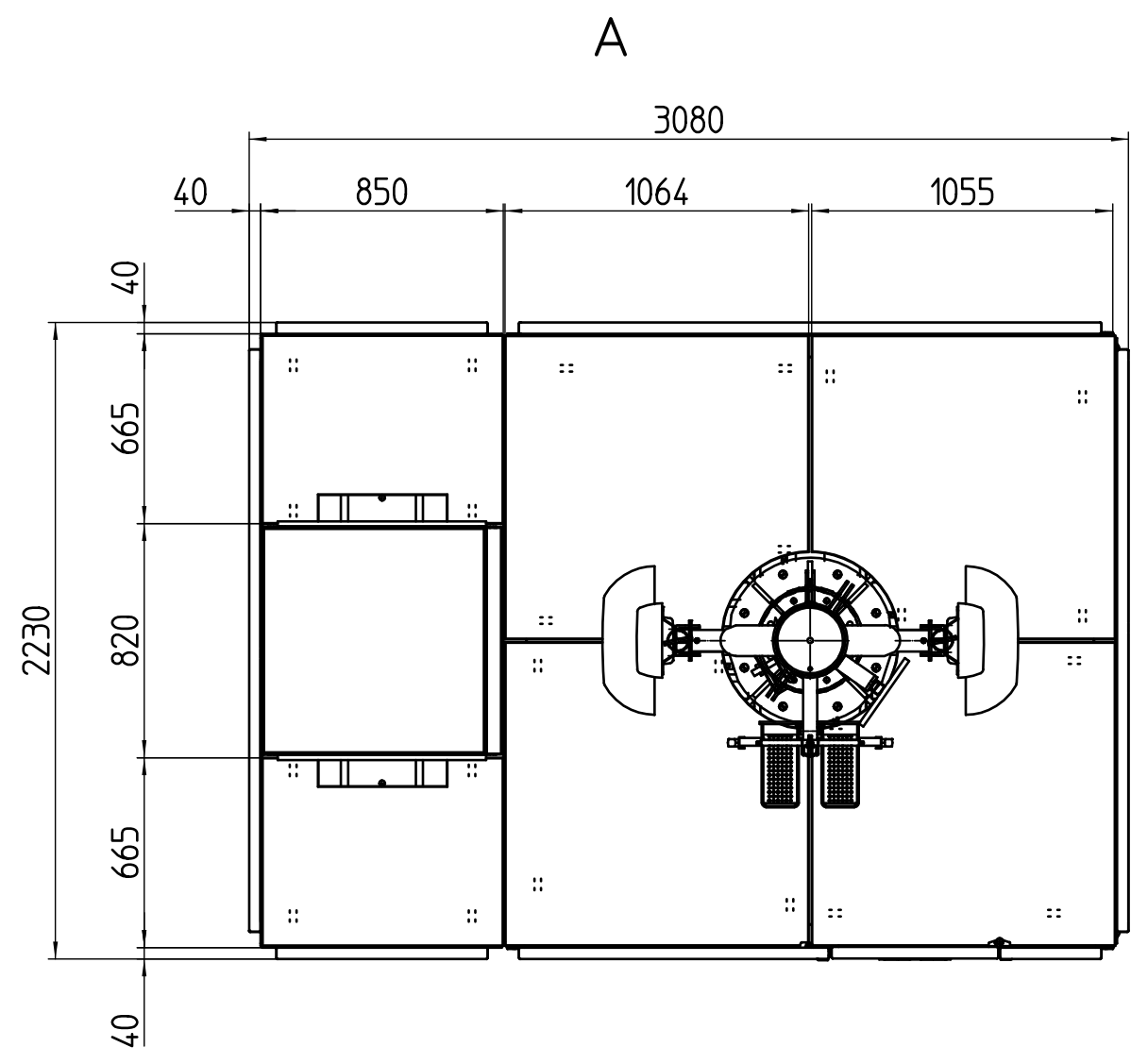
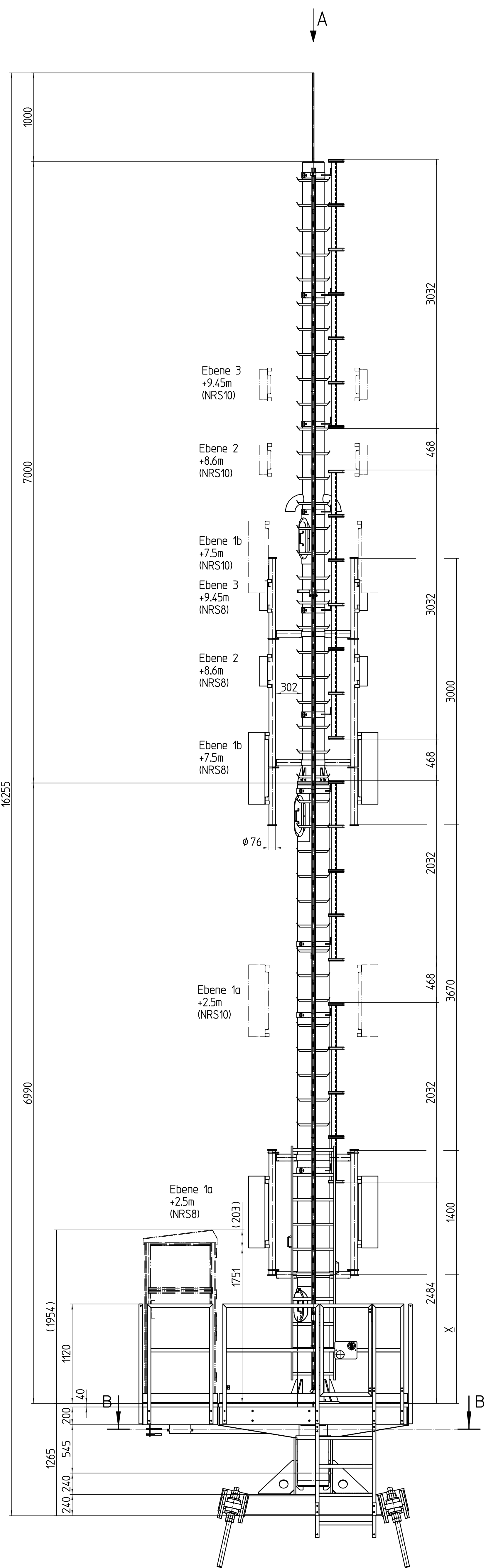
Im Rahmen von Feldtests werden diverse theoretische Erkenntnisse zu den Zusammenarbeitsmodellen und zur Machbarkeit praktisch untermauert. Der erste Feldtest wird auf dem Testkorridor Biberlikopf – Kerenzberg (Walensee) durchgeführt. Das BAV hat hierzu am 9. Juli 2018 eine auf drei Jahre befristete Bewilligung für das Pilotprojekt «Technologische Entwicklung Bahnkommunikation (TEB)»erteilt. Mit dem ersten PP wurde eine Serie von Feldtests mit ersten kommerziellen 5G Netzelementen vereinbart. Gespräche laufen auch mit weiteren PP's.



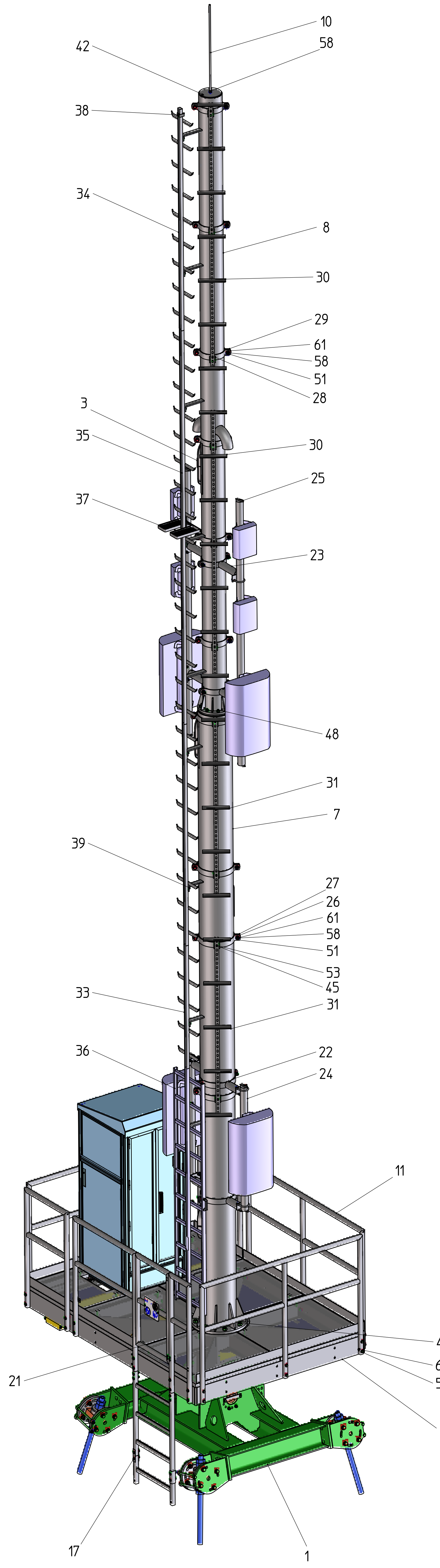
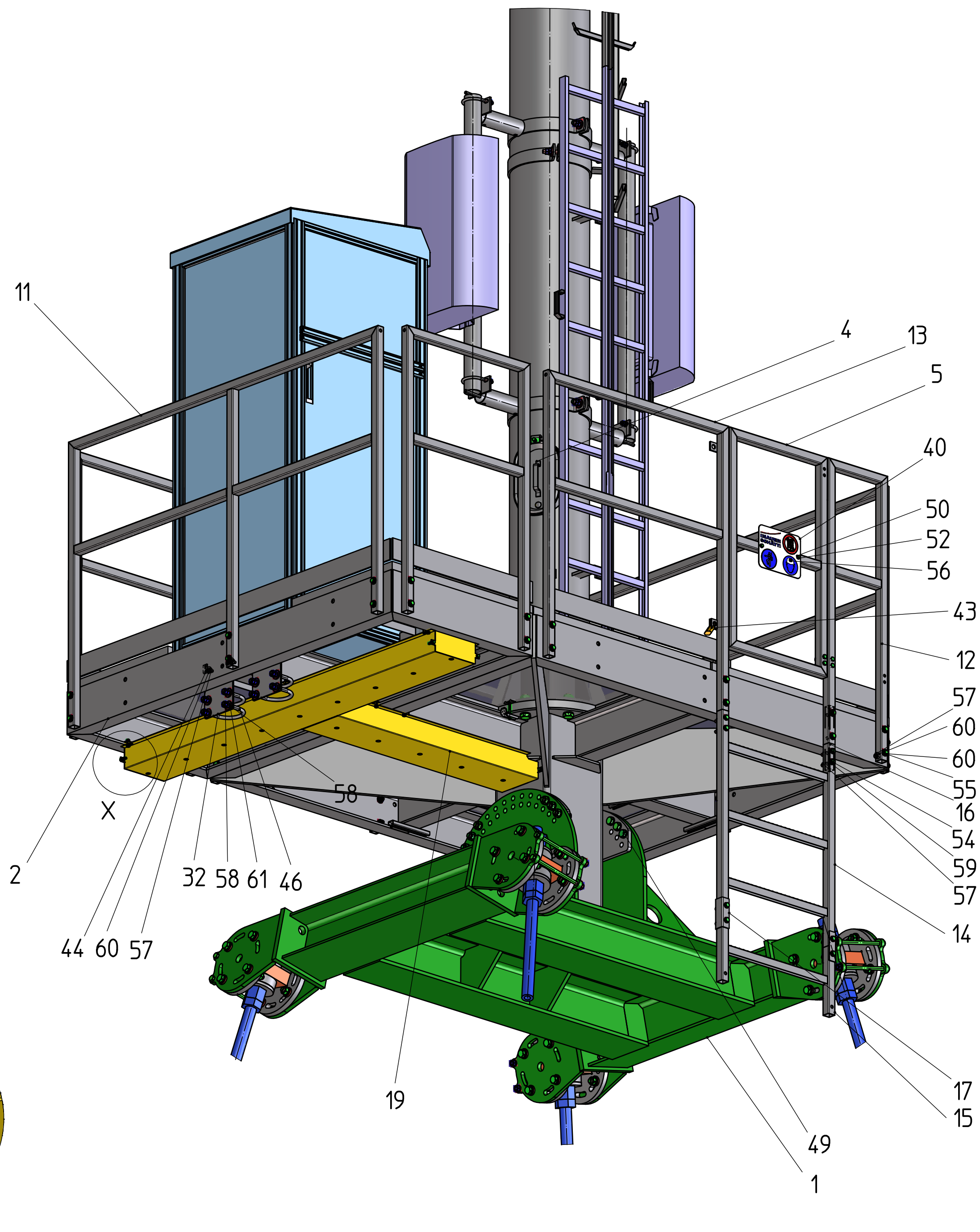
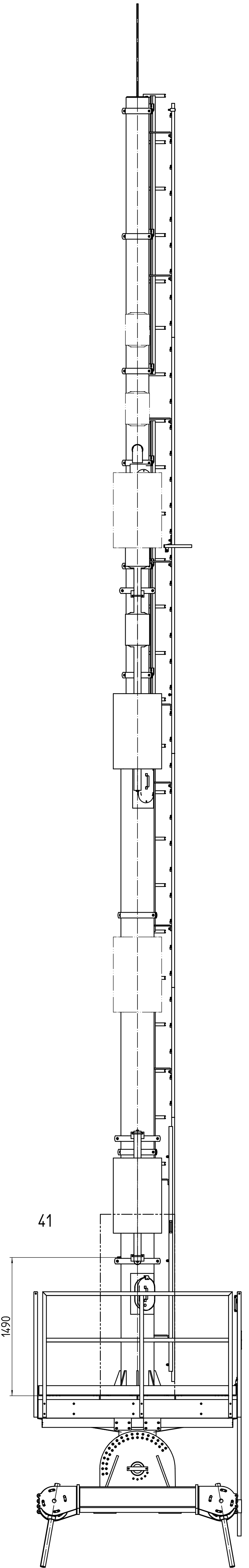
Geplanter Testkorridor am Walensee

Die Basisinfrastruktur wird von SBB mittels den in diesem Konzept beschriebenen Standard-Standorten (New Radio Sites in Gelb) bereitgestellt. Die Realisierung ist geplant für Q1/19.

Die durch den PP zu stellende Systeminfrastruktur soll im Q2 2019 bereitgestellt werden, so dass anschliessend bis voraussichtlich Ende 2019 diverse Tests durchgeführt werden können.



Kabelkanal-Querschnitt 240x100 B-B



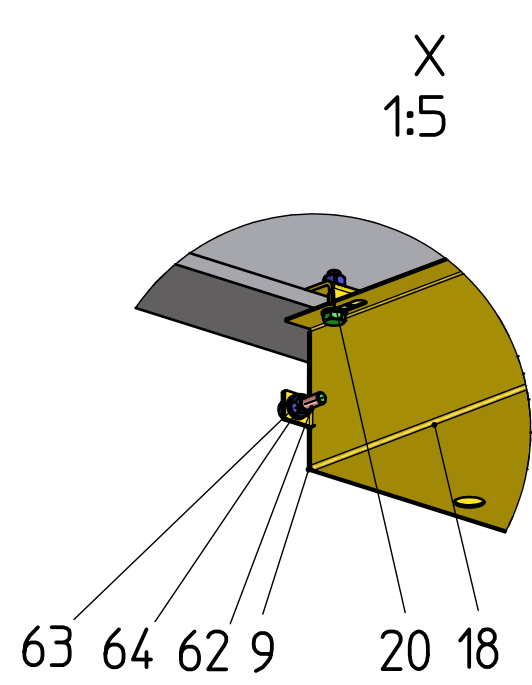
Vorabzug
Stand 05.12.2018

Die dargestellten Antennen für den Standort NRS8 und NRS10 sind die höchsten und tiefsten Antennenpositionen bei der Pilotstrecke Weesen

Pos.	Material	Abmessungen	Gewicht	Bezeichnungen/Notiz	Art. Nr.		
16	Sicherungsauger	64 A2-70	M8	0.0	DN685	dn-1056941	
38	Scheibe	63 A2-70	8.4	0.0	DN425	dn-1056995	
22	6kl-Schraube	62 A2-70	M8x30	0.0	DN633	dn-1042908	
48	Scheibe	61 SI-Verzinkt	Ø7	0.0	DN7349	dn-1042782	
56	Scheibe	60 SI-Verzinkt	Ø3	0.0	DN7349	dn-1042781	
26	Scheibe	59 SI-Verzinkt	Ø3	0.0	DN425	dn-1042792	
57	6kl-Mutter	58 SI-Verzinkt	M6	0.0	DN634	dn-1042761	
38	6kl-Mutter	57 SI-Verzinkt	M2	0.0	DN634	dn-1042760	
2	6kl-Mutter	56 SI-Verzinkt	M8	0.0	DN634	dn-1042758	
26	6kl-Schraube	55 SI-Verzinkt	M2x75	0.0	DN631	dn-1042933	
8	6kl-Schraube	54 SI-Verzinkt	M2x70	0.0	DN631	dn-1042933	
10	6kl-Schraube	53 SI-Verzinkt	M2x45	0.0	DN631	dn-1042933	
2	6kl-Schraube	52 SI-Verzinkt	M8x60	0.0	DN631	dn-1042935	
20	6kl-Schraube	51 SI-Verzinkt	M6x80	0.0	DN633	dn-1042938	
4	Scheibe	50 SI-Verzinkt	8.4	0.0	DN425	dn-1042790	
12	HV-Garnitur	49 SI-Verzinkt	M20x75	0.0	DN616-16	dn-1018623	
8	HV-Garnitur	48 SI-Verzinkt	M16x70	0.0	DN616-16	dn-1018641	
8	HV-Garnitur	47 SI-Verzinkt	M24x95	0.0	DN616-16	dn-1018641	
4	Rundschliffbohrer	46 SI-Verzinkt	ØM47/160	2.5	Debrunner 110450018	39395	
10	Gewindestift	45 SI-Verzinkt	ØM47/162	0.6	Hallen	74867	
4	Halterschraube	44 SI-Verzinkt	H550/30 M2x40	0.4	Hallen-Deha	36372	
1	Verhängeschloss mit Schlüssel	43	K5000 / Typ 2001	0.2	Handwerker-Center, Urmach	52198	
1	Stapeln	42	LD-PE No. 13.0104.3215	0.0	Argit & Pfister	39125	
1	Verstellboizen mit Aussengewinde	41	ØDx38 / M6x5	0.0	Loesche (Art. V-11010)	14763	
1	Kabelkanalsteife Beleggen Verb.	40	Alu 200/2x250	0.0	Cassner ID Nr. 1110362	147096	
8	Spindelmutter	39	SI-Verzinkt M2x35	0.0	Soll (Art. 5950)	37088	
1	Hebe-Endgänger für YST	38	max	0.0	Soll (Art. 18334)	37088	
1	Rührspindel Motor	37	SI-Verzinkt	0.4	Soll (Art. 23728)	84297	
1	Sicherheits-Privatloc	36	Alu	16.3	Soll (Art. 23881)	129777	
1	Leiterelement	35	SI-Verzinkt YST 4480	19.4	Soll	39161	
2	Leiterelement	34	SI-Verzinkt YST 2520	218	Soll	39591	
1	Leiterelement	33	SI-Verzinkt YST 1000	61	Soll	39593	
2	Bedienungsplatte	32	S25,R 1054x260	47	siehe Zeichnung	14794	
2	Kabelbau 2a	31		130	siehe Zeichnung	138451	
2	Kabelbau 3a	30		192	siehe Zeichnung	70448	
6	Rotorscheibe Hölle	29	S25,R 42x5	103	siehe Zeichnung	74860	
6	Halscheibe_B Kabelbau	28	S25,R Ø56	162	siehe Zeichnung	147791	
4	Rotorscheibe Hölle	27	S25,R Ø56	98	siehe Zeichnung	74762	
4	Halscheibe_C Kabelbau	26		120	siehe Zeichnung	74776	
2	Antennemast 3000	25		318	siehe Zeichnung	103547	
2	Antennemast 1400	24		150	siehe Zeichnung	58168	
2	Ausleger Standard ø244 doppelt	23		160	siehe Zeichnung	191933	
2	Ausleger Standard ø355 doppelt	22		183	siehe Zeichnung	107133	
4	Ölwanne	21	1064x1064	105	siehe Zeichnung	107133	
10	Klamme	20	X26NB-10 37x45	0.4	siehe Zeichnung	102531	
1	Kabelkanal	19	1430 124.5x80.5x15	47	siehe Zeichnung	140706	
1	Kabelkanal	18	X26NB-10 480x15x2095	112	siehe Zeichnung	140705	
2	Verbindungs-U	17	S25,R 1007x40	0.8	siehe Zeichnung	14774	
2	Stössrohr	16	S25,RH F5182/30/25x300	12	siehe Zeichnung	149373	
1	Leiterelement 1-Sprosse	15		30	siehe Zeichnung	149684	
1	Leiterelement 3-Sprossen	14		102	siehe Zeichnung	147775	
1	Geländer kurz ausstieg	13		208	siehe Zeichnung	140195	
1	Geländer lang	12		124	siehe Zeichnung	140196	
3	Blitzfangstab	11	Ø25,R ø16x98	16	siehe Zeichnung	140692	
4	Abdeckung	9	X26NB-10 981x1287	11	siehe Zeichnung	139998	
1	Rotierelement-Ø7-2018	8		3522	siehe Zeichnung	140278	
1	Rotierelement-Ø7-2018	7		6628	siehe Zeichnung	140716	
1	Grundstück	6		7277	siehe Zeichnung	140736	
1	Leiterflur kg1	5		135	siehe Zeichnung	139964	
1	Seitenleuchte 10x200 2018 kg1	4		16	siehe Zeichnung	21583	
2	Kabelkanal 10x200 2018	3		31	siehe Zeichnung	21581	
1	Technische kg1	2		2942	siehe Zeichnung	139985	
1	Basisschild kg1	1		9864	siehe Zeichnung	140742	
Stk.	Gegenstand	Pos.	Material	Abmessungen	Gewicht	Bezeichnungen/Notiz	Art. Nr.

Standort	SOK	OK-Podest	Referenzboizen	Ebene 1a	X	
	m ü. M	m ü. M	m ü. M	ab OK-Podest		
NRS1	426.69	428.165	0.076	427.650	1.560	2.430
NRS2	426.18	425.400	0.220	426.890	1.710	2.280
NRS3	424.36	423.580	-0.800	425.070	0.690	3.300
NRS4	424.31	423.810	-0.500	425.300	0.990	3.300
NRS5	424.32	423.920	-0.400	425.410	1.090	2.900
NRS6	424.32	424.220	-0.100	425.710	1.390	2.600
NRS7	424.45	424.700	0.250	426.190	1.740	2.360
NRS8	424.42	424.770	0.350	426.260	1.840	2.150
NRS9	424.41	423.570	-0.840	425.060	0.650	3.340
NRS10	426.87	424.840	-2.030	426.330	-0.540	4.530

Die Referenzboizen ist ab OK-Podest auf Ebene 1a ab SOK
 Große Vorbaubrücke Ebene 1a 1.490 m



Übersicht Masten Pilotprojekt TEB
 Standard-Standard-Modul 2018
 Mast 14m + 1TM (L)

SBB CFF FFS
 141800-1