

Klimaveränderung – Einfluss auf Bahnstromkomponenten



Impressum



Autoren

Roman Lobsiger, BLS

David Portmann, BLS

Mike Wittig, SBB

Herausgeber

Allianz Fahrweg Normalspur, Bern, <https://allianz-fahrweg.ch>

Lizenz

Solange nichts anderes angegeben ist, sind die Inhalte dieses Dokuments unter der Lizenz [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) freigegeben. Für die Nutzung von Teilen, die nicht der Allianz Fahrweg Normalspur gehören, kann die Erlaubnis des jeweiligen Rechteinhabers notwendig sein.

Link

<https://www.allianz-fahrweg.ch/publications/PRJ-200-046-201.pdf>

Zitierung

Lobsiger, R., Portmann, D., Wittig, M., *Klimaveränderung – Einfluss auf Bahnstromkomponenten*, Allianz Fahrweg Normalspur, Bern, 2026, <https://www.allianz-fahrweg.ch/publications/PRJ-200-046-201.pdf>

Version

1.0.0

Interne Referenznummer

PRJ-200-046-201

Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary	4
2	Ausgangslage	4
3	Ziel	4
4	Herangehensweise	5
5	Ergebnisse	6
6	Diskussion & Schlussfolgerungen	7
7	Literaturverzeichnis	9
8	Anhang	10

1 Management Summary

Der Klimawandel führt zu häufiger auftretenden Extremwetterereignissen wie Hitze, Starkniederschlägen und Stürmen, was die 16,7-Hz-Bahnstromversorgung zunehmend belasten kann. Aus den erhobenen Klimadaten CH2025 ergibt sich, dass extreme Hitzeereignisse, Starkniederschläge und Oberflächenabflussereignisse zunehmen und in die zukünftige Planung einbezogen werden sollen. Betroffen sind thermisch und mechanisch sensiblere Komponenten wie u.a. Fahrleitungsanlagen, Transformatoren, Masten sowie Kabelsysteme. Die Risikoanalyse zeigt auf, welche Komponenten in Einbezug der klimatischen äusseren Einflüsse für den Bahnbetrieb relevant sind. Daraus lassen sich gezielte technische, organisatorische und strategische Massnahmen ableiten – darunter robustere Materialien, mehr Redundanzen, moderne Überwachungssysteme und neue Bemessungsrichtlinien. Jedoch sind nach dem Studium der Klimadaten CH2025 in den nächsten 20 bis 30 Jahren keine signifikanten Anpassungen an den Bahnstromkomponenten nötig. Das Projektteam empfiehlt ab einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur **von +3 °C** weiterführende Schritte zur Überprüfung und Anpassung der Fahrleitungsanlagen vorzunehmen.

2 Ausgangslage

Der Klimawandel führt im europäischen Raum zu einer Zunahme von Extremwetterereignissen wie Hitzeperioden, Starkniederschlägen, Überschwemmungen und Stürmen. Diese Veränderungen können sich auf die Bahnstromversorgung 16,7 Hz auswirken, insbesondere auf die nachfolgenden Bereiche.

Thermische Belastung von Komponenten

Fahrleitungen, Speiseleitungen, Transformatoren geraten durch höhere Umgebungstemperaturen und längeren Hitzeperioden näher an ihre thermischen Grenzwerte. Die Strombelastbarkeit reduziert sich, während gleichzeitig die Nachfrage durch mehr elektrisch betriebene Mobilität steigt.

Mechanische und wetterbedingte Risiken

Hitze führt zu Längenausdehnung und veränderten Seilspannungen. Stürme erhöhen die Gefahr von Fahrleitungsrissen, Mastschäden, Baumstürzen und Kurzschlüssen auf offenen Strecken. Starkniederschlag erhöht das Risiko von Überschwemmungen und Fundamentunterspülungen bei Masten und Unterwerken.

3 Ziel

Die Hauptziele für den Umgang mit Bahnstromkomponenten im Kontext Klimawandel lassen sich in folgende Gruppen unterteilen:

Erhöhen der technischen Resilienz

Dimensionierungsansätze überarbeiten (Temperatur, Wind, Wasser). Einsatz von hitzestabilen Fahrleitungsdrähten, stärkeren Masten, verbesserter Seilspannungstechnologie. Modernisierung

von Transformatoren, Leistungsschaltern, Kabeln, Frequenzumrichtern hin zu höheren Reserven und robusteren Materialien.

Sicherstellen der Versorgungssicherheit im Ereignisfall

Aufbau eines starken, redundanten Bahnstromnetzes (Ringe, Maschen, Kurzschlussleistung). Reduktion der Wiederherstellungszeit durch Zustandsmonitoring (z. B. Streckenkontrollen, Temperatur- und Windmonitoring). Verbesserung des Asset-Managements durch vorausschauende Wartung.

Zukunftssichere Auslegung für wachsende Lasten

Berücksichtigung der erwarteten Verkehrszunahme und Elektrifizierung in der Netzplanung. Leistungssteigerungen in Unterwerken und Speiseabschnitten. Integration neuer Technologien (leistungsstarke Umrichter, bessere Netzregelung).

Nachhaltigkeit und Energieeffizienz

Reduktion von Verlusten in Leitungen und Trafos. Materialwahl mit reduziertem CO₂-Fussabdruck. Wiederverwenden von im Einsatz gestandenen Materialien. Zustandsabhängiger Ersatz von Anlagenteilen.

4 Herangehensweise

Die Anpassung der Bahnstrominfrastruktur an den Klimawandel erfordert eine systematische Vorgehensweise.

Klimadaten und -szenarien

Die wichtigsten klimarelevanten Faktoren umfassen künftig steigende maximale Umgebungstemperaturen sowie längere und intensivere Hitzewellen. Ebenso nehmen Extremniederschläge und damit verbundene Überflutungsrisiken zu, während Starkwind- und Sturmereignisse häufiger oder stärker auftreten können. Zusätzlich werden atmosphärische Überspannungen und eine höhere Frequenz extremer Temperaturwechsel berücksichtigt. All diese Entwicklungen beeinflussen die Belastung und Widerstandsfähigkeit von Infrastrukturen.

Bahnstromkomponenten

Bahnstromkomponenten umfassen zentrale Elemente wie Fahrleitungsanlagen, Primär- und Sekundäranlagen sowie zugehörige Kabelsysteme. Diese Komponenten bilden gemeinsam die technische Grundlage für eine sichere und zuverlässige Energieversorgung im Bahnbetrieb. Ihre koordinierte Funktion ist entscheidend für die Stabilität des gesamten Bahnstromnetzes.

Ableitung von Massnahmen

In der Risikoanalyse wurden den einzelnen Bahnstromkomponenten die Klimafaktoren zugewiesen und daraus die möglichen Risiken beschrieben. Massnahmen können daraus abgeleitet werden, um die Widerstandsfähigkeit der Bahnstrominfrastruktur gegenüber Klimarisiken zu erhöhen. Diese Massnahmen reduzieren verwundbare Punkte und erhöhen die Betriebssicherheit nachhaltig.

5 Ergebnisse

Die Klimadaten CH2025 liefern aktualisierte wissenschaftliche Grundlagen zum Klimawandel in der Schweiz und zeigen, wie sich Temperatur, Niederschlag und Extremereignisse künftig entwickeln könnten. Sie dienen als Entscheidungsbasis für Behörden, Planung und Risikobewertung.

5.1 Klimadaten CH2025

Die globale Durchschnittstemperatur ist seit der vorindustriellen Zeit (1871 – 1900) bereits um 1,3 bis 1,4 °C gestiegen und der jährliche Anstieg fällt höher aus, als aus den letzten Klimadaten CH2020 prognostiziert. Die Klimaszenarien zeigen, wie sich das Schweizer Klima verändert, sobald die globale Erwärmung 1,5 °C, 2 °C oder 3 °C erreicht, unabhängig vom genauen Emissionsverlauf. Dieser Ansatz folgt der Methodik des Klimarates IPCC und erlaubt es, die erwarteten Auswirkungen klar den globalen Erwärmungsniveaus zuzuordnen. Während 1,5 °C nahezu unvermeidbar und unmittelbar bevorstehend sind, wird ein 2-°C-Niveau mit heutigen und geplanten Massnahmen um 2050 erreicht. Eine um 3 °C wärmere Welt würde auf dem fossilen Weg ohne Klimaschutz um 2065 eintreffen.

Extremereignisse wie Hitze, Starkniederschläge, Trockenperioden sowie eine deutliche Abnahme der Schnee- und Eisbedeckung haben bereits messbar zugenommen und werden sich je nach globalem Erwärmungsniveau weiter verstärken. Die Szenarien zeigen, dass extreme Hitzeereignisse viel häufiger auftreten, Sommer deutlich trockener werden und kurze Starkniederschläge intensiver ausfallen, während die Nullgradgrenze weiter ansteigt. Insgesamt machen die Daten klar, dass jede zusätzliche Erwärmung direkte und spürbare Folgen für Klima, Natur und Infrastruktur in der Schweiz hat.

5.2 Klimaeinflüsse:

Die Klimaveränderung beeinflusst zentrale Bahnstromkomponenten wie Fahrleitungen, Schaltanlagen und Sekundärtechnik zunehmend durch höhere Temperaturen, intensivere Sonneneinstrahlung, veränderte Niederschlagsmuster sowie stärkere Wind- und Sturmereignisse. Hinzu kommen Risiken durch atmosphärische Überspannungen sowie indirekte Effekte wie vermehrte Vegetationseinwirkung und steigende Luftverschmutzung. Diese klimatischen Faktoren führen zu neuen Belastungen und erhöhen die Anforderungen an die Robustheit, Materialwahl und Auslegung der Komponenten. Ziel ist es, daraus klare Vorgaben für resiliente Bahnstromsysteme abzuleiten, um das Produkteportfolio langfristig zu optimieren und zukunftssicher zu gestalten.

5.3 Einflüsse auf die Bahnstromkomponenten:

Die Bahnstromkomponenten wurden in Gruppen eingeteilt und die einzelnen Elemente den Gruppen zugeordnet. Die klimatischen Treiber wurden in einer Matrix mit den Bahnstromkomponenten gegenübergestellt und die Risiken betrachtet:

Fahrleitungsanlagen

Schwerpunkt bei Temperaturschwankungen, Sturm, Schnee sowie Blitzschlag.

Kabel/Kabelschutz

Thema Oberflächenabfluss / Hochwasser (z. B. Kabel/Kabelschächte).

Primäranlagen

Schwerpunkt Oberflächenabfluss, Eis und Schnee (z. B. Schaltgeräte, Transformatoren, Messwandler etc.).

Sekundäranlagen

Thema Oberflächenabfluss / Hochwasser, Hitze / UV (Outdoor-Schränke, Steuerungen, Technikräume etc.).

Risikoanalyse

Pro Bahnstrom-Komponente wird markiert, von welchen klimatischen Einflüssen sie betroffen ist (Markierung „x“). Enthalten sind 4 Gruppen (u. a. Fahrleitungsanlagen, Kabel/Kabelschutz, Primär- und Sekundäranlagen). Erfasste Klimatreiber sind: Hitze, Kälte, Temperaturschwankungen, Sonneneinstrahlung, UV, Sturm, Trockenheit, Oberflächenabfluss, Hochwasser, Schnee, Eis, Murgang, Blitzschlag.

Folgende Themen wurden in der Matrix genannt: Mehr Strombedarf durch Heizen/Kühlen, Durchhang/Seilspannungsänderungen bei Temperaturschwankungen, zusätzliche Windlasten und umstürzende Bäume, Schnee-/Eislasten, Eisbildung an Tunnelportalen, Materialfragen (Porzellan vs. Kunststoff, UV-Alterung) sowie Gefährdungen durch Flutung von Kabelschächten und windinduzierte Schwingungen (Aeolian / Galloping)

Die Lieferanten passen laufend ihre Produkte an die klimatischen Verhältnisse resp. Bedingungen an. Das Projektteam stellt planerische Empfehlungen in diesem Dokument zur Verfügung, welches jedem EVU zugänglich ist und individuell im Projekt betrachtet werden kann.

6 Diskussion & Schlussfolgerungen

Die Arbeitsgruppe empfiehlt aus den gewonnenen Erkenntnissen, in zukünftigen Planungsarbeiten an Tiefbauanlagen die Aufmerksamkeit vor allem auf Starkniederschläge zu richten, um einen kontrollierten Abfluss der Niederschläge am jeweiligen Standort gewährleisten zu können. Im Weiteren sollen die geologischen Gegebenheiten bei der Standortwahl berücksichtigt werden.

Zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Bahnstrominfrastruktur können verschiedene technische Analysen durchgeführt werden. Thermische Simulationen, Strombelastbarkeitsberechnungen und Transformator-Alterungsmodelle ermöglichen eine detaillierte Abschätzung temperaturbedingter Risiken. Ergänzend liefern statische und dynamische Belastungsmodelle, Sturmlastberechnungen sowie hydrologische und geotechnische Analysen wichtige Erkenntnisse über mechanische und standortbezogene Verwundbarkeiten. Netzsimulationen, Kurzschlussstudien und Szenarioanalysen für Teilausfälle unterstützen zudem die Bewertung der Systemsicherheit unter Extrembedingungen. Zusammen ermöglichen diese Untersuchungen eine umfassende Risiko-beurteilung und bilden die Grundlage für gezielte Massnahmen zur Erhöhung der Resilienz.

Wir empfehlen ab einer Erhöhung der Durchschnittstemperatur **von +3 °C** weiterführende Schritte zur Überprüfung und Anpassung der Fahrleitungsanlagen eingeleitet werden, da sich die thermischen und mechanischen Rahmenbedingungen merklich verändern. Bei **+5 °C** ist eine umfassende

Überprüfung sämtlicher relevanter Daten und Dimensionierungsgrundlagen in Erwägung zu ziehen, um die Betriebssicherheit weiterhin gewährleisten zu können.

In diesem Zusammenhang müssen insbesondere die Reguliertabellen für Fahrleitungssysteme ($\Delta t + 5 \text{ }^\circ\text{C}$) sowie die Reguliertabellen für die Nachspannung überprüft werden, etwa bezüglich des Abstandes der Gewichte zum Boden. Zudem sind technische Elemente wie Ausschwenkbereich der Ausleger, Nullstellung der Ausleger, Position von Längsverbindern und Hängern sowie die maximale Nachspannlänge zu kontrollieren und gegebenenfalls anzupassen, um auch unter erhöhten Temperaturen sichere Betriebsbedingungen aufrechtzuerhalten.

Im Weiteren möchten wir in diesem Bericht auf folgenden Beitrag von MeteoSchweiz über Starkniederschläge vom 26.02.2026 aufmerksam machen:

«Das Klima von Starkniederschlägen in der Schweiz: Neue Grundlagen für die Gefahrenprävention»

MeteoSchweiz hat neue, hochauflösende Karten zur Intensität sehr seltener Starkniederschläge entwickelt und öffentlich zugänglich gemacht. Diese Daten bilden eine zentrale Grundlage für die Gefahrenprävention in Bereichen wie Hochwasserschutz, Murgänge, Lawinenprävention sowie für die Planung kritischer Infrastrukturen. Starkniederschläge gehören zu den schadenreichsten Naturgefahren der Schweiz, weshalb Behörden, Ingenieure und Versicherungen belastbare und detaillierte Informationen benötigen. Die Auswirkungen solcher Ereignisse hängen stark von ihrer Dauer ab – von kurzen Gewittern bis zu mehrtägigen Dauerregen – und beeinflussen unterschiedliche Schutzmassnahmen, etwa Abwassersysteme, Baunormen oder Hochwasserdämme.

Die Grundlagen basieren auf sogenannten Wiederkehrwerten, welche angeben, wie oft bestimmte Niederschlagsmengen statistisch überschritten werden. MeteoSchweiz stellt diese Werte für Wiederkehrperioden zwischen 2 und 300 Jahren bereit und berücksichtigt damit auch seltene Ereignisse mit hohem Schadenpotenzial. Die neuen Karten decken zehn verschiedene Niederschlagsdauern von 2 Minuten bis 72 Stunden ab und zeigen Werte auf einem 1-km-Raster für die gesamte Schweiz und angrenzende Gebiete. Die Daten können interaktiv über die Plattform des Hydrologischen Atlas der Schweiz sowie als Download auf der Webseite von MeteoSchweiz genutzt werden – inklusive Angaben zur Unsicherheit. Damit stehen erstmals umfassende, konsistente und feinräumige Klimagrundlagen zu Starkniederschlägen zur Verfügung, die für Planung, Risikomanagement und Investitionsschutz essenziell sind.

[Unwetterschadens-Datenbank der Schweiz](#)

7 Literaturverzeichnis

Klimawandel MeteoSchweiz

Neue Grundlagen für die Gefahrenprävention - MeteoSchweiz

Unwetterschadens-Datenbank der Schweiz

8 Anhang

Gefahrenprotokoll 1/2

Bahnstromanlage teile	Klimatische Einflüsse												Luftverschmutzung	Vegetation		Atmosphärische Überspannungen
	Temperatur			Sonne		Wind	Niederschläge							Neophyten		
	Hitze	Kälte	Temperatur-schwankungen	Sonneneinstrahlung	UV	Sturm	Trockenheit	Oberflächenabfluss	Hochwasser	Schnee	Eis	Murgang				
Fahrdraht	x	x	x			x				x	x					x
Tragseil / Hilfsleitungen	x	x	x			x				x						x
Masten			x	x	x	x				x		x				x
Ausleger			x	x	x	x				x	x					x
Mastfundamente								x	x			x				x
Abspannvorrichtungen			x													x
Isolatoren	x	x	x		x	x										
Kabel / Kabelschächte								x	x							
Abspann- und Halteklemmen von Seilen						x										
<i>schneller wachsende Vegetation</i>						x	x							x		
<i>Fahrleitung ("Festfressen" beweglicher Teile)</i>										x	x					
<i>Fahrleitung (Eiszapfen unter Brücken und in Tunneln verletzen den elektrischen Abstand)</i>																
<i>Anlagen (Riesenbärenklau)</i>															x	
Kabelleitungen	x	x		x	x											
Kabelendverschlüsse				x							x					
Kabelmuffen																
Isolatoren				x	x			x			x		x			
Leistungstransformatoren	x	x				x		x		x	x		x			
Prüf Widerstände						x		x		x	x		x			
Strombegrenzungsdrossel						x		x		x	x		x			
Trenner						x		x		x	x		x			
Lastschalter						x		x		x	x		x			
Lasttrennschalter						x		x		x	x		x			
Leistungsschalter						x		x		x	x		x			
Erdungsschalter						x		x		x	x		x			
Sicherungssatz zu Trafo						x		x		x	x		x			

Gefahrenprotokoll 2/2

Bahnstromanlage	Klimatische Einflüsse												Luftverschmutzung	Vegetation		Atmosphärische Überspannungen
	Temperatur			Sonne		Wind	Niederschläge								Neophyten	
Produkt	Hitze	Kälte	Temperaturschwankungen	Sonneneinstrahlung	UV	Sturm	Trockenheit	Oberflächenabfluss	Hochwasser	Schnee	Eis	Murgang				Blitzschlag
Stromwandler						X		X		X	X		X			
Spannungswandler						X		X		X	X		X			
Spannungssensoren						X		X		X	X		X			
Schaltpostengerüst						X		X	X	X		X				
Schaltegestänge											X					
Flexball											X					
Fundament zu SP							X	X	X			X				
Überspannungsableiter								X		X	X		X			X
Streckentrenner / Gleistrenner	X	X	X			X				X	X					
Schaltpostensteuerungen	X	X	X					X								
Motorantriebe zu FL-Schalter	X	X	X					X		X	X					
Steuerschrank zu Leistungsschalter	X	X	X					X								
Kabel- / Kabelleitungen	X			X	X			X	X							X
Schächte							X	X	X	X		X				
Rohrblöcke							X	X	X			X				
Buffet / Schränke Outdoor	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X				
FLA / Schutzstreckensignale	X	X		X	X	X		X		X	X					
Technikräume								X	X							

Logbuch 1/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Fahrdraht	Hitze	Vermehrtes Kühlen in den Zügen verursacht einen grösseren Strombedarf.	akzeptabel			Das vermehrte Kühlen hat zwar einen grösseren Strombedarf zur Folge, jedoch kann dieser Strombedarf auf den gesamten Zug vernachlässigt werden.
Fahrdraht	Kälte	Vermehrtes Heizen in den Zügen verursacht einen grösseren Strombedarf.	akzeptabel			Das vermehrte Heizen hat zwar einen grösseren Strombedarf zur Folge, jedoch kann dieser Strombedarf auf den gesamten Zug vernachlässigt werden.
Fahrdraht	Temperaturschwankungen	Durch grössere Temperaturschwankungen wird der Weg zwischen Ausdehnung und Zusammenzug des Drahtes vergrössert.	akzeptabel			Aktuell wird von einem Temperaturbereich von $\Delta T=95^{\circ}\text{C}$ ausgegangen. Dieser setzt sich aus der Temperaturspanne von -25°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ (65°C) und der Stromerwärmung von $+30^{\circ}\text{C}$ zusammen. Dieser ergibt in dieser Range eine Verschiebung von 16.15cm pro 100m. Auf eine halben Nachspannung von 600m wäre somit eine Verschiebung von 96.9cm möglich. Die prognostizierten Temperaturschwankungen können somit aufgenommen werden. Referenztemperatur siehe EN 50125-2 -> IEC 60721-3-4
Fahrdraht	Sturm	Durch grössere Windlasten wird das Material ,mehr belastet	akzeptabel			Für den Fahrdraht ist dies nicht kritisch. Die erhöhten Werte sind eher eine Herausforderung für die Statik der Masten.
Fahrdraht	Schnee	Erhöhter Niederschlag könnte höhere Schneelasten verursachen.	akzeptabel			Auch bei einer höheren Niederschlagsmenge wird nicht mehr Schnee auf dem Draht zu liegen kommen. Die runde Form verursacht ein Herabgleiten des Schnees.
Fahrdraht	Eis	Kältere Temperaturen können eine grössere Eisbildung verursachen.	tolerierbar	Die Bahnen müssen Konzepte für die Enteisung der Fahrleitung erstellen. Dabei ist zu beachten, dass die RTE 20600 vollumfänglich eingehalten werden.	akzeptabel	
Fahrdraht	Blitzschlag	Durch die meteorologische Bedingungen entstehen mehr Blitzschläge	akzeptabel			Auch bei einer Zunahme von Blitzschlägen wird die Strombelastung pro Blitzschlag nicht grösser. Der Einfluss ist daher vernachlässigbar
Tragseil / Hilfsleitungen	Hitze	Vermehrtes Kühlen in den Zügen verursacht einen grösseren Strombedarf.	akzeptabel			Das vermehrte Kühlen hat zwar einen grösseren Strombedarf zur Folge, jedoch kann dieser Strombedarf auf den gesamten Zug vernachlässigt werden.
Tragseil / Hilfsleitungen	Kälte	Vermehrtes Heizen in den Zügen verursacht einen grösseren Strombedarf.	akzeptabel			Das vermehrte Heizen hat zwar einen grösseren Strombedarf zur Folge, jedoch kann dieser Strombedarf auf den gesamten Zug vernachlässigt werden.

Logbuch 2/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Tragseil / Hilfsleitungen	Temperaturschwankungen	Durch grössere Temperaturschwankungen wird der Weg zwischen Ausdehnung und Zusammenzug des Drahtes vergrössert.	akzeptabel			Aktuell wird von einem Temperaturbereich von $\Delta T=95^{\circ}\text{C}$ ausgegangen. Dieser setzt sich aus der Temperaturspanne von -25°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ (65°C) und der Stromerwärmung von $+30^{\circ}\text{C}$ zusammen. Dieser ergibt in dieser Range eine Verschiebung von 16.15cm pro 100m. Auf eine halben Nachspannung von 600m wäre somit eine Verschiebung von 96.9cm möglich. Die prognostizierten Temperaturschwankungen können somit aufgenommen werden. Referenztemperatur siehe EN 50125-2 -> IEC 60721-3-4
Tragseil / Hilfsleitungen	Sturm	Durch grössere Windlasten wird das Material ,mehr belastet	akzeptabel			Für den Fahrdrat ist dies nicht kritisch. Die erhöhten Werte sind eher eine Herausforderung für die Statik der Masten. Die Windlasten sind gemäs EN 50125-2 anzuwenden. Diese basieren auf den IEC 60721-2-2. Es ist die neuste Version (2024) in Zukunft anzuwenden.
Tragseil / Hilfsleitungen	Schnee	Erhöhter Niederschlag könnte höhere Schneelasten verursachen.	akzeptabel			Auch bei einer höheren Niederschlagsmenge wird nicht mehr Schnee auf dem Draht zu liegen kommen. Die runde Form verursacht ein Herabgleiten des Schnees.
Tragseil / Hilfsleitungen	Blitzschlag	Durch die meteorologische Bedingungen entstehen mehr Blitzschläge	akzeptabel			Auch bei einer Zunahme von Blitzschlägen wird die Strombelastung pro Blitzschlag nicht grösser. Der Einfluss ist daher vernachlässigbar
Masten	Temperaturschwankungen	Die grösseren Temperaturschwankungen haben einen grösseren Einfluss auf die Materials in Bezug auf die Ausdehnung.	akzeptabel			Die folgenden Temperaturen werden gemäss EN 50119 verwendet: niedrigste Temperatur -20°C ; Umgebungsreferenztemperatur $+5^{\circ}\text{C}$; Temperatur bei Eislasten (und, soweit zutreffend, bei gleichzeitigen Wind- und Eislasten) -5°C ; Referenztemperatur für die Berechnung der Zugkräfte als eine ständige Einwirkung $+15^{\circ}\text{C}$ Diese Werte decken ebenfalls die erhöhten Anforderungen bei Klimaveränderungen ab. Referenztemperatur siehe EN 50125-2 -> IEC 60721-3-4
Masten	Sonneneinstrahlung	Erhöhte Sonneneinstrahlungen können die Beschichtung des Materials schneller abschiessen	tolerierbar	Durch regelmässige Kontrollen können erhöhte Beanspruchungen frühzeitig erkannt werden.	akzeptabel	
Masten	Sturm	Erhöhte Windlasten haben eine stärkere Beanspruchung des Mastes zur Folge.	akzeptabel			Die Windlasten sind gemäs EN 50125-2 anzuwenden. Diese basieren auf den IEC 60721-2-2. Es ist die neuste Version (2024) in Zukunft anzuwenden.
Masten	Schnee	Grössere Schneelasten haben eine stärkere Beanspruchung des Mastes zur Folge.	akzeptabel			Auch bei grösseren Mengen an Schneefall werden die Schneelasten nicht grösser. Die Liegefläche für Schnee ist nicht genügend gross.

Logbuch 3/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
(Masten) Gesamtanlage	Murgang	Murgänge können einen Bruch des Mastes veranlassen.	tolerierbar	Bei bekannten Gefahrengebieten sind Hangsicherungen z.B. durch Aufforstung zu erstellen. Damit Risikogebiete besser erkannt werden müssen, sind die Gelände besser zu kennen.	akzeptabel	
Ausleger	Temperaturschwankungen	Die grösseren Temperaturschwankungen haben einen grösseren Einfluss auf die Materials in Bezug auf die Ausdehnung.	akzeptabel			Die folgenden Temperaturen werden gemäss EN 50119 verwendet: niedrigste Temperatur -20 °C, Umgebungsreferenztemperatur +5 °C; Temperatur bei Eislasten (und, soweit zutreffend, bei gleichzeitigen Wind- und Eislasten) -5 °C; Referenztemperatur für die Berechnung der Zugkräfte als eine ständige Einwirkung +15 °C Diese Werte decken ebenfalls die erhöhten Anforderungen bei Klimaveränderungen ab. Referenztemperatur siehe EN 50125-2 -> IEC 60721-3-4
Ausleger	Sonneneinstrahlung	Erhöhte Sonneneinstrahlungen können die Beschichtung des Materials schneller abschliessen	tolerierbar	Durch regelmässige Kontrollen können erhöhte Beanspruchungen frühzeitig erkannt werden.	akzeptabel	
Ausleger	Sturm	Erhöhte Windlasten haben eine stärkere Beanspruchung des Mastes zur Folge.	akzeptabel			Die Windlasten sind gemäss EN 50125-2 anzuwenden. Diese basieren auf den IEC 60721-2-2. Es ist die neuste Version (2024) in Zukunft anzuwenden.
Ausleger	Schnee	Grössere Schneelasten haben eine stärkere Beanspruchung des Mastes zur Folge.	akzeptabel			Auch bei grösseren Mengen an Schneefall werden die Schneelasten nicht grösser. Die Liegefläche für Schnee ist nicht genügend gross.
Mastfundamente	Oberflächenabfluss	Durch ein solches Ereignis wird die Beschaffenheit des Bodens verändert. Das Fundament hat nicht mehr genügend Halt	tolerierbar	Durch verbesserte Entwässerungen um das Mastfundament kann der Lockerung entgegengewirkt werden.		
Mastfundamente	Hochwasser	Durch ein solches Ereignis wird die Beschaffenheit des Bodens verändert. Das Fundament hat nicht mehr genügend Halt	tolerierbar			Die Massnahmen um eine Verbesserung zu erhalten sind finanziell gesehen zu hoch. Daher wird auf solche Massnahmen verzichtet
Mastfundamente	Murgang	Murgänge können das Fundament lockern oder herausreissen.	tolerierbar	Bei bekannten Gefahrengebieten sind Hangsicherungen z.B. durch Aufforstung zu erstellen. Damit Risikogebiete besser erkannt werden müssen, sind die Gelände besser zu kennen.	akzeptabel	

Logbuch 4/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Abspannvorrichtungen	Temperaturschwankungen	Durch grössere Temperaturschwankungen wird der Weg zwischen Ausdehnung und Zusammenzug des Drahtes vergrössert. Die Abspannvorrichtungen haben daher grössere Wege zu fahren.	akzeptabel			Aktuell wird von einem Temperaturbereich von $\Delta T=95^{\circ}\text{C}$ ausgegangen. Dieser setzt sich aus der Temperaturspanne von -25°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ (65°C) und der Stromerwärmung von $+30^{\circ}\text{C}$ zusammen. Dieser ergibt in dieser Range eine Verschiebung von 16.15cm pro 100m. Auf eine halben Nachspannung von 600m wäre somit eine Verschiebung von 96.9cm möglich. Die prognostizierten Temperaturschwankungen können somit aufgenommen werden. Referenztemperatur siehe EN 50125-2 -> IEC 60721-3-4
Isolatoren	Hitze	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	EN 61952 Stützisolatoren EN 61109 Stabisolator Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Kälte	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Temperaturschwankungen	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	UV-Strahlung	Materialüberbeanspruchung (Zersetzung)	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Sturm	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Eis	Reduzierung des el. Abstandes	nicht akzeptabel	ggf. geeignete Abdeckungen an exponierten Stellen vorsehen. Ggf. Einsatz von Eisabschlagstangen <i>Obacht in Hinblick auf Beschädigung des Isolators</i>	akzeptabel	
Isolatoren	Sonneneinstrahlung	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Luftverschmutzung	Verunreinigung	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Abspann- und Halteklemmen	Sturm	Materialüberbeanspruchung durch auftretende Schwingungen	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Fahrleitung ("Festfressen" bzw. Teile)	Schnee	Einschränkung der Beweglichkeit	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Fahrleitung ("Festfressen" bzw. Teile)	Eis	Einschränkung der Beweglichkeit	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Fahrleitung ("Festfressen" bzw. Teile)	Luftverschmutzung	Erhöhte Korrosion der Bauteile / verkürzte Lebensdauer	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Fahrleitung (Eiszapfen unter Brücken u. im Tunnel)	Eis	Reduzierung des el. Abstandes	nicht akzeptabel	ggf. geeignete Abdeckungen an exponierten Stellen vorsehen. Ggf. Einsatz von Eisabschlagstangen	akzeptabel	

Logbuch 5/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Streckentrenner / Gleistrenner	Hitze	Hitze kann zu einer erhöhten Beanspruchung der Materialien führen	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
Streckentrenner / Gleistrenner	Kälte	Kälte kann zu einer erhöhten Beanspruchung der Materialien führen	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
Streckentrenner / Gleistrenner	Temperaturschwankungen	Temperaturschwankungen können zu einer erhöhten Beanspruchung der Materialien führen	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
Streckentrenner / Gleistrenner	Sturm	Durch Sturm wirken höhere Kräfte auf die Befestigungspunkte der Streckentrenner	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
Streckentrenner / Gleistrenner	Schnee	Grössere Schneelasten haben eine stärkere Beanspruchung des Streckentrenners zur Folge.	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
Streckentrenner / Gleistrenner	Eis	Es kann sich vermehrt Eis auf dem Streckentrenner bilden.	akzeptabel			Gemäss Hersteller werden die Gleistrenner nach den gängigen Normen, insbesondere EN 50119, EN50124 und EN50125 konstruiert und hergestellt. Diese Normen erfüllen die Anforderungen der erhöhten Klimaeinwirkungen. Zudem sind die Produkte weltweit in vielen Ländern in Extrembedingungen erprobt.
(Kabel) Kabelschächte	Oberflächenabfluss	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Ggf. Entwässerung	akzeptabel	
(Kabel) Kabelschächte	Hochwasser	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Ggf. Entwässerung	akzeptabel	

Logbuch 6/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
(Kabel) Kabelschächte	UV-Strahlung	oberirdische Verlegung -> Beeinträchtigung der Isolierung / Zersetzung des Materials (bei Kunststoff)	nicht akzeptabel	Materialspezifikation entsprechend anpassen (UV Beständigkeit)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Kabelleitungen	Hitze	Reduzierung der Leitfähigkeit durch Erwärmung bzw. Überhitzung -> Verminderung der Lebensdauer	nicht akzeptabel	Querschnitt entsprechend anpassen	akzeptabel	Temperaturen-Korrektur-Faktoren
Kabelleitungen	Sonneneinstrahlung	siehe Hitze				
Kabelleitungen	UV-Strahlung	oberirdische Verlegung -> Beeinträchtigung der Isolierung / Zersetzung des Materials (bei Kunststoff)	nicht akzeptabel	ggf. Standort anpassen (unterirdische Verlegung) bzw. Materialspec. anpassen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Kabelleitungen	Oberflächenabfluss	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Ggf. Entwässerung	akzeptabel	
Kabelleitungen	Hochwasser	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Ggf. Entwässerung	akzeptabel	
Kabelendverschlüsse	Sonneneinstrahlung	thermische Belastung von synthetischen Materialien, Verminderung der Lebensdauer	nicht akzeptabel	Materialspezifikation entsprechend anpassen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Kabelendverschlüsse	UV-Strahlung	Zersetzung des Materials	nicht akzeptabel	Materialspezifikation entsprechend anpassen	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Kabelendverschlüsse	Eis	Reduzierung des el. Abstandes	nicht akzeptabel	geeigneten Standort wählen oder Abdeckung	akzeptabel	
Kabelendverschlüsse	Blitzschlag	Beschädigung des Bauteils	tolerierbar	Blitzschutz- bzw. Überspannungsableiter	akzeptabel	
Kabelmuffen	Oberflächenabfluss	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern, Entwässerung	akzeptabel	
Kabelmuffen	Hochwasser	Wasser dringt ein	nicht akzeptabel	richtigen Standort wählen. ggf. geeignete Massnahmen treffen um das Eindringen von Wasser zu verhindern	akzeptabel	
Isolatoren	Hitze	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	EN 61952 Stützisolatoren EN 61109 Stabisolator Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Temperaturschwankungen	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Sonneneinstrahlung	Materialüberbeanspruchung	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	UV-Strahlung	Materialüberbeanspruchung (Zersetzung)	tolerierbar	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her

Logbuch 7/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Isolatoren	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	tolerierbar	Materialbeschaffenheit Lieferant	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Isolatoren	Eis	Reduzierung des el. Abstandes	nicht akzeptabel	ggf. geeignete Abdeckungen an exponierten Stellen vorsehen. Ggf. Einsatz von Eisabschlagstangen Obacht in Hinblick auf Beschädigung des Isolators	akzeptabel	
Isolatoren	Luftverschmutzung	Verunreinigung	nicht akzeptabel	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Leistungstransformatoren	Hitze	Hitze führt zu einer höheren Beanspruchung des Transformators. Die Lebensdauer wird verringert, das Kühlmedium altert schneller	tolerierbar	Geeigneten Standort wählen, Trafodimensionierung in Bezug auf Temperatur berücksichtigen, Schutz des Trafos vor äusseren Einflüssen (Gebäude).	akzeptabel	Im Sommer sind die Trafos wenig belastet, die Trafotemperatur wird dabei niedrig gehalten
Leistungstransformatoren	Kälte	Durch einen länger andauernden Kälteeinbruch besteht die Gefahr der Zustandsänderung der Kühlflüssigkeit (Flüssig - Fest).	tolerierbar	geeignetes Kühlmittel durch Lieferanten mit akzeptablem Temperaturbereich	akzeptabel	Bei Kälte werden die Transformatoren mehr belastet durch den Betrieb der Weichenheizungen, die Innentemperatur des Transformators steigt dadurch an, das Risiko des "ausparaffinieren" des Kühlmittels sinkt
Leistungstransformatoren	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Leistungstransformatoren	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Leistungstransformatoren	Eis	Verringerung des elektrischen Abstands	nicht akzeptabel	ggf. geeignete Abdeckungen an exponierten Stellen vorsehen. Ggf. Einsatz von Eisabschlagstangen Obacht in Hinblick auf Beschädigung des Isolators	akzeptabel	
Leistungstransformatoren	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Prüfwiderstände	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Prüfwiderstände	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Prüfwiderstände	Schnee	Gewicht	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Tragkonstruktion	akzeptabel	
Prüfwiderstände	Eis	Verringerung des elektrischen Abstands	nicht akzeptabel	gleich wie bei Trafos	akzeptabel	
Prüfwiderstände	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Strombegrenzungsdrossel	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	

Logbuch 8/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Strombegrenzungsdrossel	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Strombegrenzungsdrossel	Schnee	Gewicht	nicht akzeptabel	gleich wie bei Prüf Widerstände	akzeptabel	
Strombegrenzungsdrossel	Eis	Verringerung des elektrischen Abstands	nicht akzeptabel	gleich wie bei Isolatoren	akzeptabel	
Strombegrenzungsdrossel	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Trenner	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Trenner	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Trenner	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Trenner	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Trenner	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Lastschalter	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Lastschalter	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Lastschalter	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Lastschalter	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Lastschalter	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Lasttrennschalter	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Lasttrennschalter	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Lasttrennschalter	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Lasttrennschalter	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Lasttrennschalter	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Leistungsschalter	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Leistungsschalter	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Leistungsschalter	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Leistungsschalter	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Leistungsschalter	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Erdungsschalter	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	

Logbuch 9/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Erdungsschalter	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Erdungsschalter	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Erdungsschalter	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Erdungsschalter	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Sicherungssatz zu Trafo	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Sicherungssatz zu Trafo	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Sicherungssatz zu Trafo	Schnee	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Sicherungssatz zu Trafo	Eis	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Sicherungssatz zu Trafo	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Stromwandler	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Stromwandler	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Stromwandler	Schnee	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Stromwandler	Eis	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Stromwandler	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Spannungswandler	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Spannungswandler	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Spannungswandler	Schnee	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Spannungswandler	Eis	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Spannungswandler	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Spannungssensoren	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Auswirkung auf Konstruktion Lieferant: möglichst kleine Angriffsfläche	akzeptabel	
Spannungssensoren	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	
Spannungssensoren	Schnee	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Spannungssensoren	Eis	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Spannungssensoren	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	

Logbuch 10/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Schaltpostengerüst	Sturm	wechselnde Windgeschwindigkeiten - Angriffsfläche - Elementarereignisse z.B. umstürzende Bäume auf SP etc.	nicht akzeptabel	Standortwahl / Einbau in Kabine / Unterflur	akzeptabel	
Schaltpostengerüst	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Materialbeschaffenheit durch Lieferanten	akzeptabel	
Schaltpostengerüst	Hochwasser	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Materialbeschaffenheit durch Lieferanten	akzeptabel	
Schaltpostengerüst	Schnee	Schneelast - Gewicht	nicht akzeptabel	Belastbarkeit Konstruktion	akzeptabel	
Schaltpostengerüst	Murgang	Defekte / Zerstörung SP	nicht akzeptabel	Standortwahl / Schutzbauten	akzeptabel	
Schaltergestänge	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Flexball	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung Materialwahl Lieferant Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser verhindern	akzeptabel	
Fundament zu SP	Hitze					Hitze -> Trockenheit
Fundament zu SP	Trockenheit	Verschiebung von Bauwerken aufgrund von Erdbewegungen Fehlende Trag-/Stützfähigkeit	nicht akzeptabel	do. Mast	akzeptabel	
Fundament zu SP	Oberflächenabfluss	Schwächung der Bodenverhältnisse bei Starkniederschlägen	nicht akzeptabel	Planungsgrundlagen Entwässerung	akzeptabel	
Fundament zu SP	Hochwasser	Unterspülen von Fundamenten	nicht akzeptabel	Planungsgrundlagen Entwässerung	akzeptabel	
Fundament zu SP	Murgang	do Mast	nicht akzeptabel	do. Mast	akzeptabel	
Überspannungsableiter	Oberflächenabfluss	erhöhte Korrosion, Feuchte- und längeren Regenperioden	nicht akzeptabel	Lieferant Materialanpassungen / oder Anstrich	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her
Überspannungsableiter	Schnee	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Überspannungsableiter	Eis	Verringern des Isolationswert	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Überspannungsableiter	Luftverschmutzung	Festsetzen von Verunreinigungen	tolerierbar	Häufigere Reinigung, intensiverer Wartungsintervall	akzeptabel	
Überspannungsableiter	Blitzschlag	Defekte USA	nicht akzeptabel	Ersatz	akzeptabel	
Bahnanlagen (Riesenbärenklau)	Vegetation	Zuwachsen bew. Bauteile, Einschränkung des Lichtraumprofils	nicht akzeptabel	regelmässiger Rückschnitt	akzeptabel	
Bahnanlagen (Riesenbärenklau)	Vegetation	Verbrennung der Haut	nicht akzeptabel	Obacht bei Begehungen. Lange Kleidung tragen	akzeptabel	
Schaltpostensteuerungen	Hitze	max Temp Elektronik	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Lieferanten geeignete Produkte bereitstellen	akzeptabel	Die meisten Steuerungen sind in einem Technikraum untergebracht. Vereinzelte Steuerungen sind in einem Buffet eingebaut.
Schaltpostensteuerungen	Kälte	Bildung von Kondenswasser in Schrank und auf Elektronikbauteilen	nicht akzeptabel	Geeigneten Einbaustandort wählen Schrankheizung	akzeptabel	Die meisten Steuerungen sind in einem Technikraum untergebracht. Vereinzelte Steuerungen sind in einem Buffet eingebaut.

Logbuch 11/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Schaltpostensteuerungen	Temperaturschwankungen	Kondensation / Feuchtigkeit	nicht akzeptabel	Klimatisation Schaltschrank	akzeptabel	Die meisten Steuerungen sind in einem Technikraum untergebracht. Vereinzelte Steuerungen sind in einem Buffet eingebaut.
Schaltpostensteuerungen	Oberflächenabfluss	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Augenmerk auf Dichtigkeit	akzeptabel	Die meisten Steuerungen sind in einem Technikraum untergebracht. Vereinzelte Steuerungen sind in einem Buffet eingebaut.
Motorantriebe zu FL-Schalter	Hitze	max Temp Elektronik	nicht akzeptabel	Beständigere Komponenten - Lieferant	akzeptabel	
Motorantriebe zu FL-Schalter	Kälte	Bildung von Kondenswasser in Schrank und auf Elektronikbauteilen	nicht akzeptabel	Gehäuseheizung	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechend eingebauter Heizung bereits her
Motorantriebe zu FL-Schalter	Temperaturschwankungen	Bildung von Kondenswasser in Schrank und auf Elektronikbauteilen	nicht akzeptabel	Gehäuseheizung	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechend eingebauter Heizung bereits her
Motorantriebe zu FL-Schalter	Oberflächenabfluss	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Augenmerk auf Dichtigkeit	akzeptabel	Lieferanten stellen Produkte mit entsprechenden Eigenschaften bereits her höhere IP Schutzart
Motorantriebe zu FL-Schalter	Schnee	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Motorantriebe zu FL-Schalter	Eis	Festsetzen beweglicher Teile	nicht akzeptabel	Abdeckung / Gehäuse / Reinigung	akzeptabel	
Steuerschrank zu Leistungsschalter	Hitze	max Temp Elektronik	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Lieferanten geeignete Produkte bereitstellen	akzeptabel	
Steuerschrank zu Leistungsschalter	Kälte	Bildung von Kondenswasser in Schrank und auf Elektronikbauteilen	nicht akzeptabel	Geeigneten Einbaustandort wählen Schrankheizung	akzeptabel	
Steuerschrank zu Leistungsschalter	Temperaturschwankungen	Kondensation / Feuchtigkeit	nicht akzeptabel	Klimatisation Schaltschrank	akzeptabel	
Steuerschrank zu	Oberflächenabfluss	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Augenmerk auf Dichtigkeit	akzeptabel	
Kabel- / Kabelleitungen	Hitze	Ausgesetzt bei Hochführung zur Fahrleitungsanlage Temperaturüberschreitung bei maximaler Strombelastung	nicht akzeptabel	Querschnitt entsprechend anpassen	akzeptabel	
Kabel- / Kabelleitungen	Sonneneinstrahlung					Sonneneinstrahlung -> Hitze; UV-Strahlung
Kabel- / Kabelleitungen	UV-Strahlung	UV Zersetzung von synthetischen Materialien	nicht akzeptabel	UV Beständige Materialien verwenden	akzeptabel	
Kabel- / Kabelleitungen	Oberflächenabfluss	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Bodenverlegte Kabel weisen bereits Quer- und Längswasserdichtigkeit auf.	akzeptabel	Bodenverlegte Kabel weisen bereits Quer- und Längswasserdichtigkeit auf.
Kabel- / Kabelleitungen	Hochwasser	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Bodenverlegte Kabel weisen bereits Quer- und Längswasserdichtigkeit auf.	akzeptabel	Bodenverlegte Kabel weisen bereits Quer- und Längswasserdichtigkeit auf.
Kabel- / Kabelleitungen	Blitzschlag	Zerstörung des Dielektrikums	nicht akzeptabel	Einsatz von Überspannungsableiter	akzeptabel	Wird heute bereits praktiziert
Schächte	Hitze	Verschiebung von Bauwerken aufgrund von Erdbewegungen	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Planungsgrundlagen	akzeptabel	
Schächte	Trockenheit	Verschiebung von Bauwerken aufgrund von Erdbewegungen	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Planungsgrundlagen	akzeptabel	

Logbuch 12/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
Schächte	Oberflächenabfluss	Schwächung der Bodenverhältnisse bei Starkniederschlägen	nicht akzeptabel	Planungsgrundlagen Entwässerung	akzeptabel	
Schächte	Hochwasser	Unterspülen von Schächten Schlammfestsetzung	nicht akzeptabel	Grundlage zur Entwässerung schaffen. In Gefahrenzone grössere Querschnitte zur Entwässerung wählen	akzeptabel	
Schächte	Schnee					keinen direkten Einfluss auf den Schacht Schachtdeckel und Schachtrahmen problematisch bei maschinellen Schneeräumungen
Schächte	Murgang	Verschieben der Bauwerke	nicht akzeptabel	s.o. (Hangsicherung)		Nicht vorhersehbares Ereignis Gefahrenzone durch geologisches Gutachten erkennbar
Rohrblöcke	Hitze					Hitze -> Trockenheit
Rohrblöcke	Trockenheit	Verschiebung von Bauwerken aufgrund von Erdbewegungen	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Planungsgrundlagen	akzeptabel	
Rohrblöcke	Oberflächenabfluss	Schwächung der Bodenverhältnisse bei Starkniederschlägen	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Planungsgrundlagen	akzeptabel	
Rohrblöcke	Hochwasser	Unterspülen von Schächten Schlammfestsetzung	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Planungsgrundlagen	akzeptabel	
Rohrblöcke	Murgang	Verschieben der Bauwerke		s.o. (Hangsicherung)		Nicht vorhersehbares Ereignis Gefahrenzone durch geologisches Gutachten erkennbar
Buffet / Schränke Outdoor	Hitze					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Kälte					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Sonneneinstrahlung					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	UV-Strahlung					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Sturm					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Trockenheit					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Oberflächenabfluss	Schwächung der Bodenverhältnisse bei Starkniederschlägen				dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Hochwasser					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Schnee					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Eis					dito wie bei Schaltposten
Buffet / Schränke Outdoor	Murgang					Nicht vorhersehbares Ereignis Gefahrenzone durch geologisches Gutachten erkennbar
FLA / Schutzstreckensignale	Hitze	max Temp Elektronik	nicht akzeptabel	geeignete Standorte wählen Lieferanten geeignete Produkte bereitstellen	akzeptabel	

Logbuch 13/13

Produkt	Thema	Risiko	Bewertung Risiko	Risikomindernde Massnahme	Bewertung nach Massnahme	Bemerkungen
FLA / Schutzstreckensignale	Kälte	Bildung von Kondenswasser in Schrank und auf Elektronikbauteilen	nicht akzeptabel	Geeigneten Einbaustandort wählen Schrankheizung	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	Sonneneinstrahlung	Erhitzen des Gehäuses und Inhalt Blendung	nicht akzeptabel	geeignetes Material einsetzen Schirm	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	UV-Strahlung	Materialüberbeanspruchung (Zersetzung)	nicht akzeptabel	geeignetes Material einsetzen (Kunststoff)	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	Sturm	Angriffsfläche - erhöhte Windbelastung	nicht akzeptabel	Montageart Planungsgrundlagen	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	Oberflächenabfluss	Eindringen von Wasser	nicht akzeptabel	Augenmerk auf Dichtigkeit	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	Schnee	Bedecken der Anzeigefront	nicht akzeptabel	Schirm (Sichtbarkeit für Lokführer)	akzeptabel	
FLA / Schutzstreckensignale	Eis					Eis -> Schnee
Technikräume	Hochwasser	Überflutung der Anlage	nicht akzeptabel	Standort wählen, Schutz vor äusseren Einflüssen, entsprechende Entwässerung vorsehen	akzeptabel	!!!