



Kleinspannungs- Starkstromanlagen

Michi Knabe

C1 Public

Michi Knabe



ABB Technikerschule
Direktor
Vormals: Swisscom AG



VSEK | ASCE
Präsident
Leiter Fachtagung & Mitglied TK64



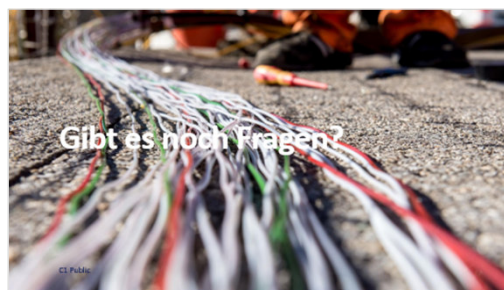
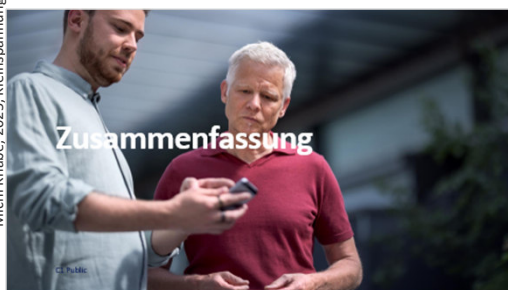
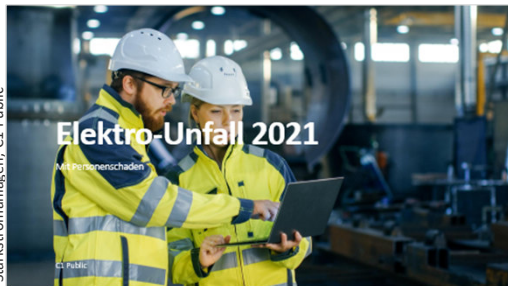
Bevölkerungsschutz
Einsatzleiter Grossanlässe
Sanität IVR3
12 Jahre KDO ZSO



Ausbildung
Dipl. Elektroinstallateur
MAS Leadership & Changemanagement



Inhalte





Kleinspannungs- Starkstromanlagen

Michi Knabe

Was meinen die Experten zum Thema...?



VSEK
ASCE

Verband Schweizerischer Elektrokontrollen
Association Suisse pour le Contrôle des Installations électriques
Associazione Svizzera per i Controlli di impianti elettrici
Associazion Svizra per las Controllas d'installaziuns electricas

Swisscom (Group Security)

Michi Knabe

Vormals :

Group Manager Electrical Safety + Deputy Head of Physical Security, Safety, Emergency & Crisis Mmg

C1 Public



Swisscom Facts & Figures Infrastruktur

19'157
Mitarbeitende

> 80'000
FTTS/B mCan
in Betrieb

919 CO
25 MMG
17 BBO
6 DC

9'400
Antennen-
standorte

> 1'000
5G
Standorte

6.2 Mio.
Mobile-
anschlüsse

856
Ausbildungs-
plätze

597'925
Anzahl
Schächte

335
GWh
(~50 Mio.)

6'170
PWLAN

404'990
Freileitungs-
masten

6'855
Anzahl FTTC
Standorte



Gesetzliche Grundlagen

A woman with dark hair, wearing a tan blazer over a dark top, is seated in a library. She is holding a red book in her lap and talking on a blue mobile phone. The background consists of tall wooden bookshelves filled with numerous books. Some books have visible titles like 'THE EXPERIENCE ECONOMY', 'CLIENTING', 'BRAND DRIVE', and 'MEGATREND'. A yellow book with the number '33-1-6666' is also visible. The lighting is warm and focused on the woman.

C1 Public

Was sagen die Gesetze / Verordnungen?



Gefahr wenn Spannung hoch
Oder
Strom über 2A

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand und Geltungsbereich

¹ Diese Verordnung regelt die Voraussetzungen für das Arbeiten an elektrischen Niederspannungsinstalltionen (elektrische Installationen) und die Kontrolle dieser Installationen.

² Sie gilt für elektrische Installationen, die:

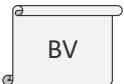
- mit Starkstrom, höchstens jedoch mit 1000 V Wechselspannung oder 1500 V Gleichspannung, betrieben werden;
- mit Spannungen nach Buchstaben a gespeist, jedoch mit Hochspannung betrieben werden (Röntgen-, Neon-, Ionisations-, Lackierungs-, Viehhütinstalltionen usw.).

³ Für elektrische Installationen mit einer maximalen Betriebsspannung von 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung und einem maximalen Betriebsstrom von 2 A gelten nur die allgemeinen Bestimmungen (Art. 1–5) dieser Verordnung. Können solche Installationen Personen oder Sachen gefährden, gilt die Verordnung im vollen Umfang.

⁴ Können einzelne Bestimmungen dieser Verordnung nur unter ausserordentlichen Schwierigkeiten befolgt werden oder erweisen sie sich für die technische Entwicklung als hinderlich, so kann das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK⁵) oder in weniger bedeutenden Fällen das Eidgenössische Starkstrominspektorat (Inspektorat) auf begründetes Gesuch hin Abweichungen bewilligen.

⁵ Die Verordnung gilt nicht für:

- die elektrischen Anlagen nach Artikel 42 Absatz 1 der Eisenbahnverordnung vom 23. November 1983⁴;
- die elektrischen Anlagen von Seilbahnen nach der Seilbahnverordnung vom 21. Dezember 2006⁵;
- die Beleuchtung von Strassen und öffentlichen Plätzen.⁶



Sicherheit

Art. 2 Zweck

¹ Die Schweizerische Eidgenossenschaft schützt die Freiheit und die Rechte des Volkes und wahrt die Unabhängigkeit und die Sicherheit des Landes.

² Sie fördert die gemeinsame Wohlfahrt, die nachhaltige Entwicklung, den inneren Zusammenhalt und die kulturelle Vielfalt des Landes.

³ Sie sorgt für eine möglichst grosse Chancengleichheit unter den Bürgerinnen und Bürgern.

⁴ Sie setzt sich ein für die dauerhafte Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und für eine friedliche und gerechte internationale Ordnung.



Personen gefährden
Oder
Sachen gefährden

- Schwachstromanlage:** Nach Artikel 2 Absatz 1 Elektrizitätsgesetz eine elektrische Anlage, die normalerweise keine Ströme führt, welche Personen gefährden oder Sachbeschädigungen verursachen können;
- Sondererdung:** Erdung, deren Erder von denjenigen anderer Erdungen so weit entfernt sind, dass sie von diesen nur unwesentlich beeinflusst werden;
- Starkstromanlage:** Nach Artikel 2 Absatz 2 Elektrizitätsgesetz eine elektrische Anlage zur Erzeugung, Transformierung, Umformung, Fortleitung, Verteilung und Gebrauch der Elektrizität, die mit Strömen betrieben wird oder bei der in voraussehbaren Störfällen Ströme auftreten, die Personen gefährden oder Sachbeschädigungen verursachen können;



Unter Umständen Personen gefährden
Oder
Unter Umständen Sachen gefährden

Art. 2

¹ Als Schwachstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen normalerweise keine Ströme auftreten können, die für Personen oder Sachen gefährlich sind.

² Als Starkstromanlagen werden solche angesehen, bei welchen Ströme benützt werden oder auftreten, die unter Umständen für Personen oder Sachen gefährlich sind.

³ Wenn Zweifel bestehen, ob eine elektrische Anlage als Starkstrom- oder als Schwachstromanlage im Sinne dieses Gesetzes anzusehen sei, so entscheidet darüber das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK⁵) endgültig.⁶

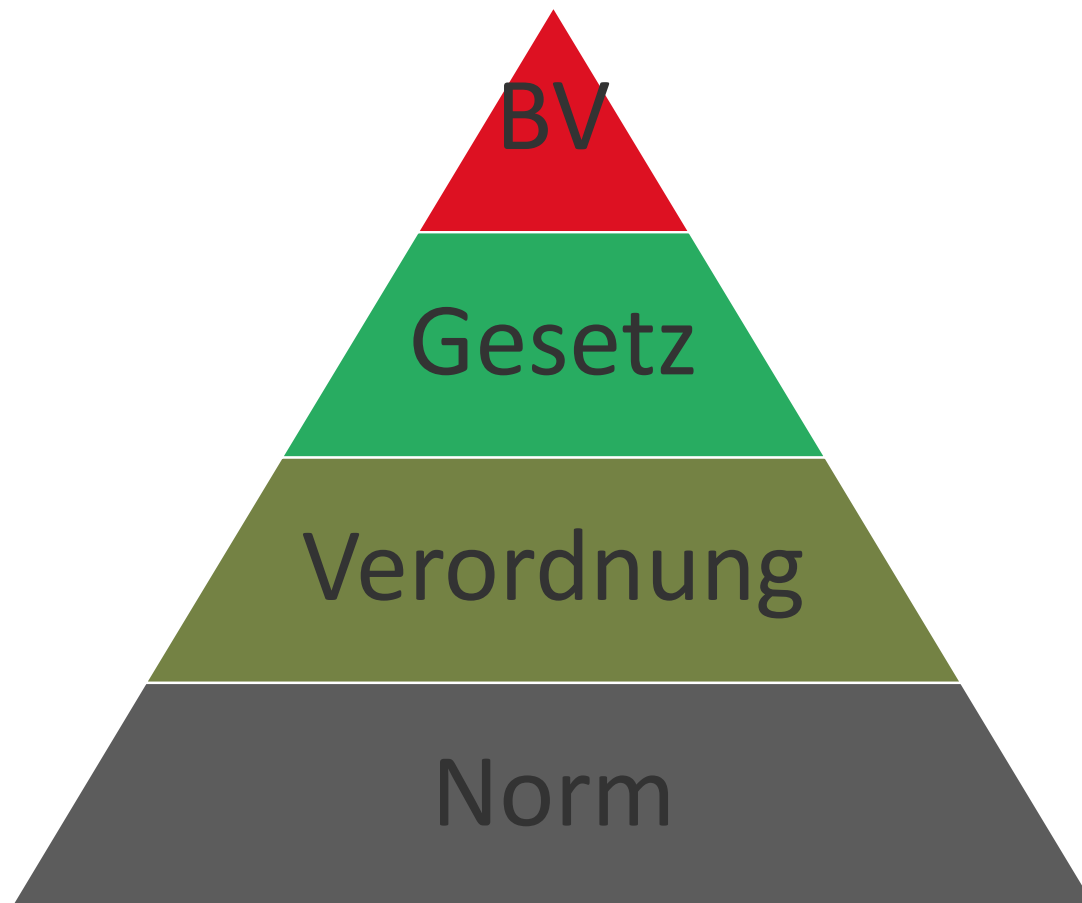


Strom über 2A

Die NIN gilt für:

- Stromkreise, die mit Bemessungsspannungen ≤ 1000 V AC oder ≤ 1500 V DC versorgt werden; die bevorzugten Frequenzen für AC, die in der NIN berücksichtigt werden, sind 50 Hz, 60 Hz und 400 Hz. Andere Frequenzen für besondere Anwendungsfälle sind nicht ausgeschlossen; ausgeschlossen sind Schwachstromanlagen mit Betriebsspannungen von ≤ 50 V AC bzw. ≤ 120 V DC und Betriebsströmen von ≤ 2 A,
- Stromkreise, betrieben mit einer Spannung über 1000 V AC, gespeist aus Niederspannungs-Installationen, z.B. Beleuchtungsanlagen mit Entladungslampen (Neon), elektrostatischen Sprühanlagen, usw. Ausgenommen ist die innere Verdrahtung von Geräten,
- alle Verdrahtungen sowie Leitungen, die nicht von Normen für Geräte abgedeckt werden,
- alle Verbrauchsmittel ausserhalb von Gebäuden,
- feste Leitungen für die Speisung von Kommunikations- und Informationstechnik, Meldung, Steuerung und ähnliches (ausgenommen die innere Verdrahtung von Geräten),
- die Erweiterung oder Änderung von Anlagen und ebenso von Teilen bestehender Anlagen, die von einer Erweiterung oder Änderung beeinflusst werden.

Auf der Pyramide sieht das so aus:



Sicherheit

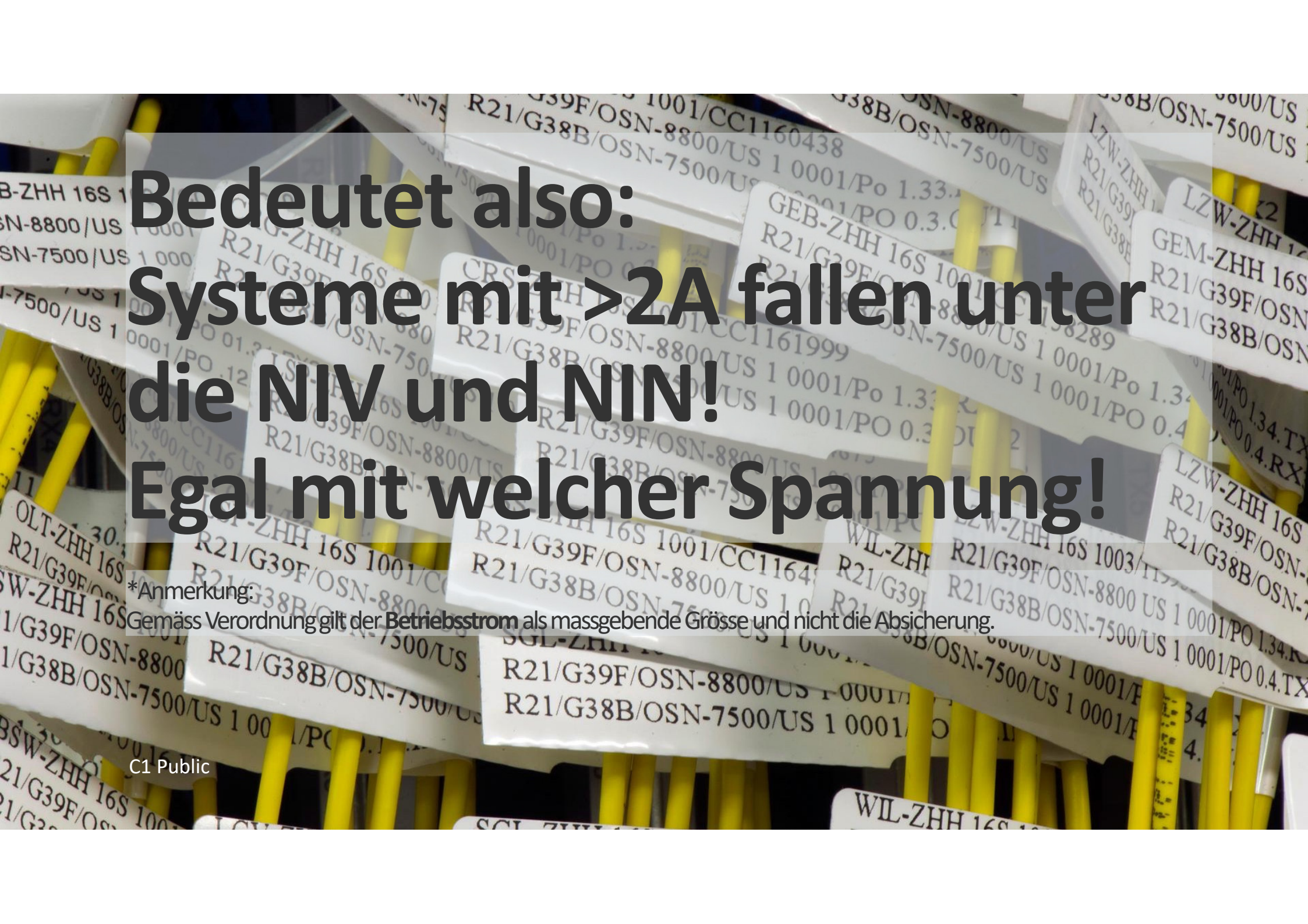
Unter Umständen Personen gefährden
Oder
Unter Umständen Sachen gefährden

Personen gefährden
Oder
Sachen gefährden

Gefahr wenn Spannung hoch
Oder
Strom über 2A

Wie wird es gemacht....

> 2A



**Bedeutet also:
Systeme mit >2A fallen unter
die NIV und NIN!
Egal mit welcher Spannung!**

***Anmerkung:**

Gemäss Verordnung gilt der **Betriebsstrom** als massgebende Grösse und nicht die Absicherung.

Sind 48V Systeme gefährlich?

Ein paar Grundlagen

C1 Public



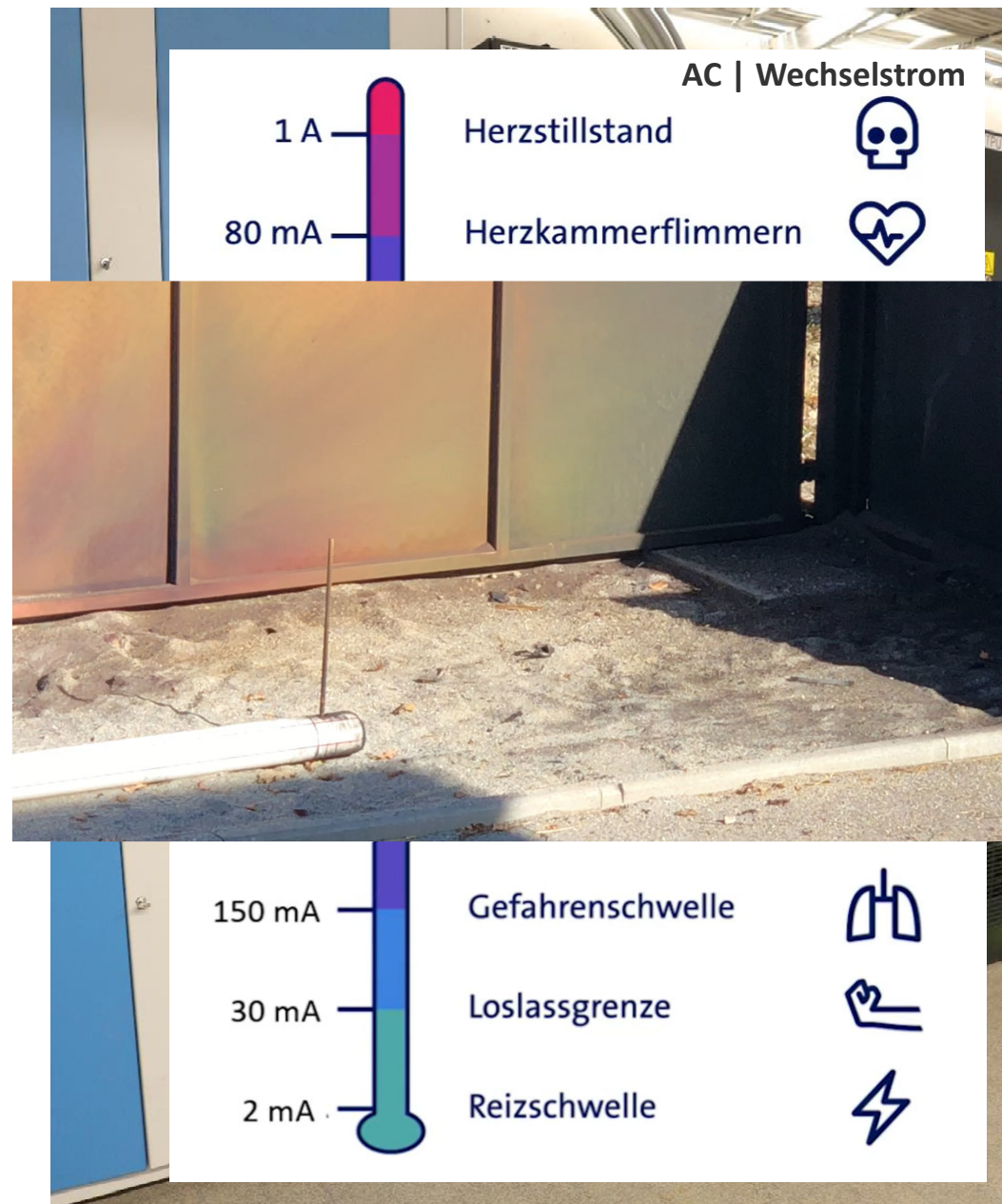
48Volt...

Tiefere Spannung bedeutet in der Regel höherer Strom.

48V ist anhand der Spannung nicht gefährlich, da die **Spannung zu klein** ist, um die Hautschichten zu durchdringen. Somit ist meist auch kein Stromfluss indiziert. Die Wahrnehmung von AC oder DC Strömen ist nicht gleich (Wechsel- oder Gleichstrom).

Die hohen Ströme sind jedoch eine Gefahr, da es zu **Lichtbogenereignissen** (Kurz- oder Erdschluss) kommen kann.

Hohe Ströme bieten auch immer eine Grundlage für grosse **mechanisch-dynamische Kräfte** bei einem Ereignis.



Und das passiert bei einem Kurzschluss mit den Leitungen

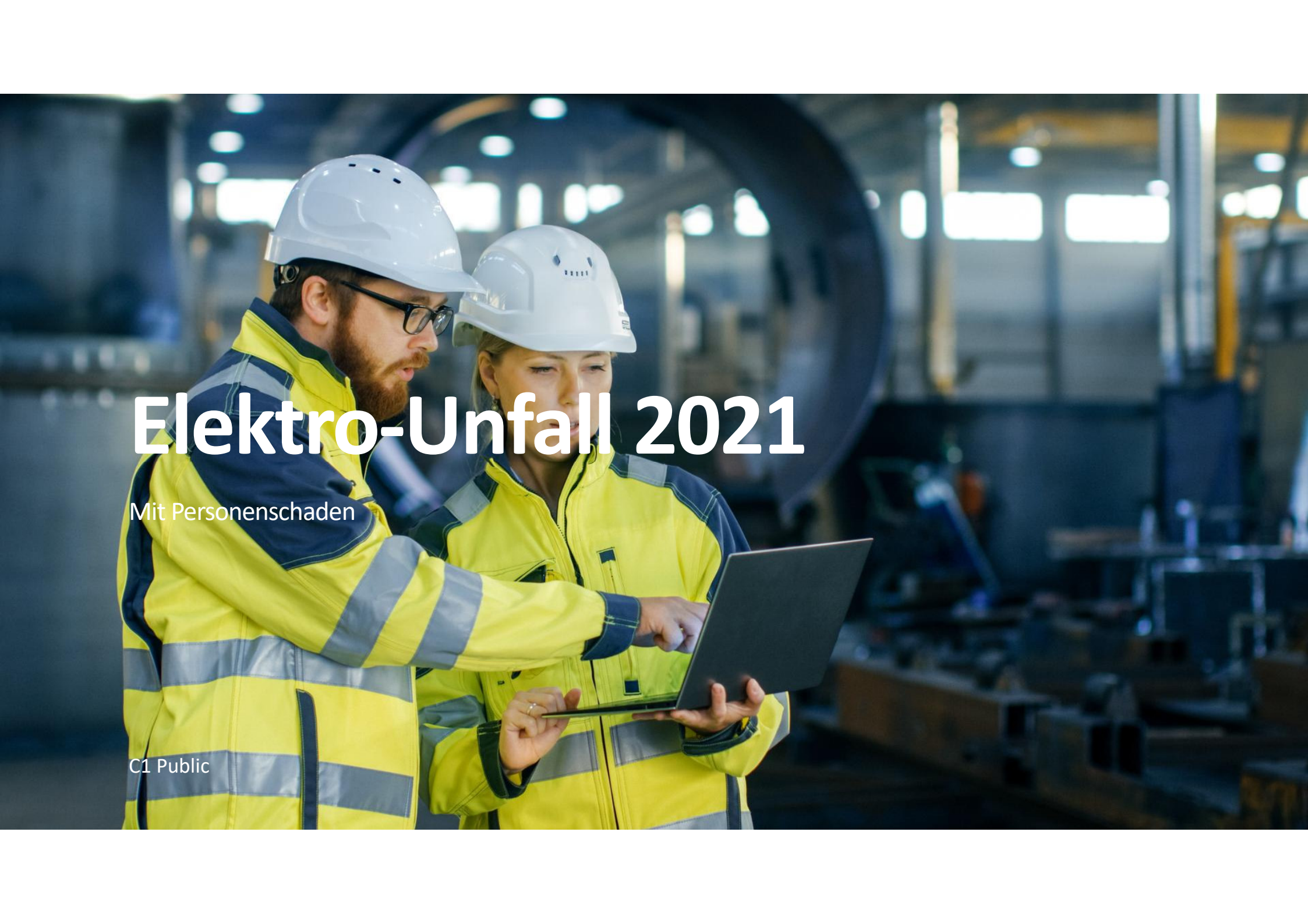


Parallelschaltung von Einzelleitern Was meint die NIN dazu?

- Einzelleiter mit Kabelmanschetten (Gurten) und nicht mit Kabelbinder befestigen auf Grund der dynamischen Kräfte / Auslenkung.
- Einzelleiter sind entsprechend so zu befestigen, dass sie in einem Kurzschlussfall fixiert bleiben (NIN 5.2.1.1.1).
- Elektromagnetische Kräfte wirken sehr schnell und sehr stark. Hier sind insbesondere auch scharfe Kanten zu beachten.
- Hinweis: Siehe auch electrosuisse Bulletin 03/2022



*Bildquelle: Brugg Cables

A photograph of two industrial workers, a man and a woman, in a factory environment. They are both wearing white hard hats and high-visibility yellow safety jackets with reflective silver stripes. The man, on the left, has a beard and glasses. They are both looking at a laptop held by the woman. The background is a blurred industrial setting with large machinery and overhead lights.

Elektro-Unfall 2021

Mit Personenschaden

C1 Public



Auftrag:

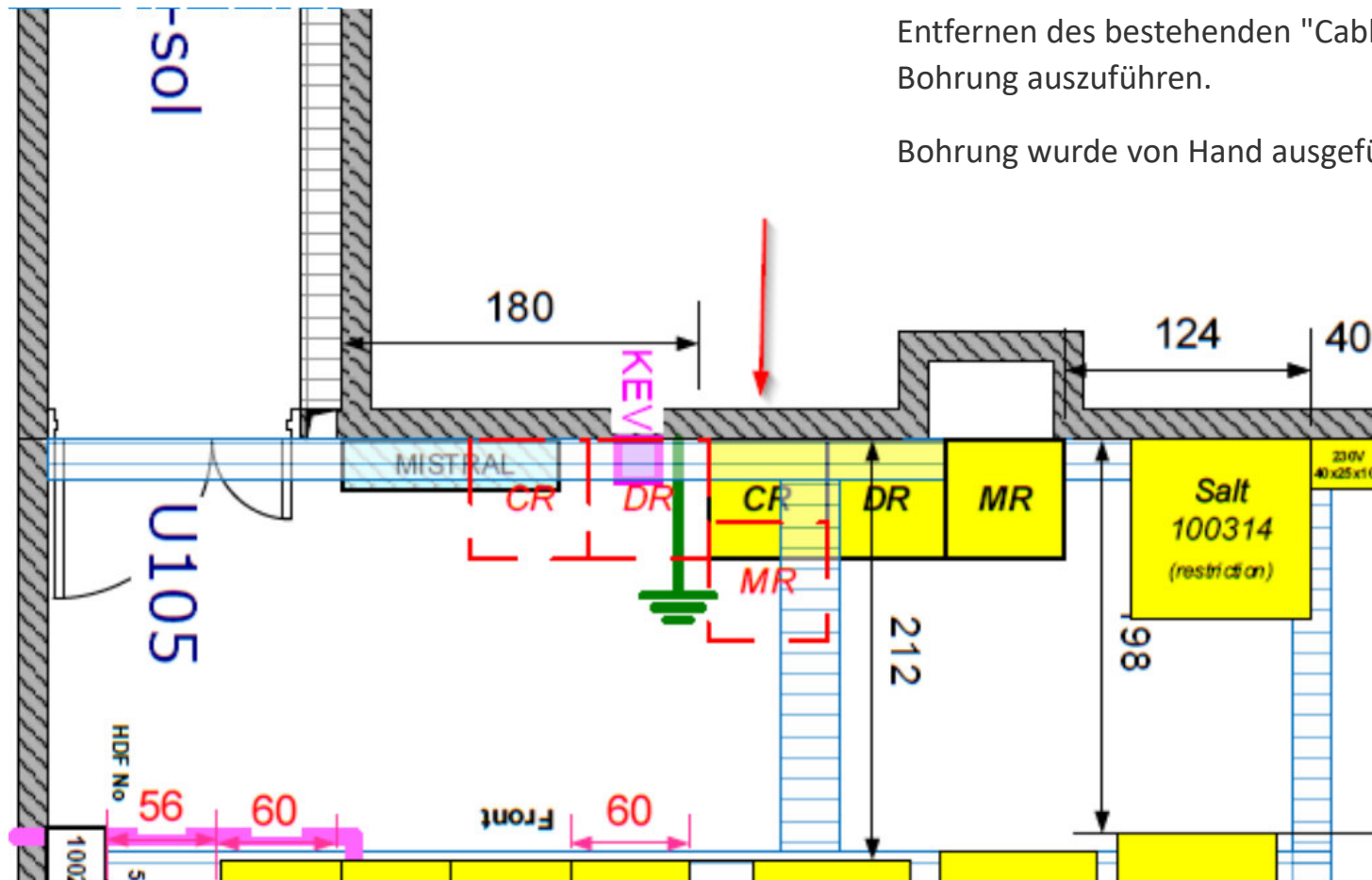
Erweiterung der bestehenden SVA (Strom-Verteil-Anlage) mit gleichzeitiger Erhöhung der Batteriekapazität.

Dazu mussten neue Kernbohrungen zwischen SVA-Raum und Batterieraum gemacht werden.

Vorgehen

Entfernen des bestehenden "Cable-Racks", um dahinter eine Bohrung auszuführen.

Bohrung wurde von Hand ausgeführt!



Ereignis

Während der Bohrung wurde ein Lichtbogen ausgelöst, da die Schrankwand die Hauptleiterschiene der 48V Anlage berührte.

Dieser Lichtbogen blieb rund 2 Minuten bestehen, bis eine Sicherung auslöste (Kundenimpact 15Minuten).

Die Schrankwand wurde durchgebrannt und der Monteur wurde am Rücken von Funken und Tropfen getroffen.

Plötzlich kommt da 8500 bis 10'000 Grad heisses Metall-Plasma anzufliegen!



Ausgelöster Lichtbogen

Funkenflug mit
Kupferplasma

Loch in
Seitenwand
gebrannt



Abbrand der
Kupferschiene



Abbrand der
Kupferschiene

Abstand mehr
als
ausreichend





Personenschaden

Massive und tiefe Verbrennungen des Rückens.

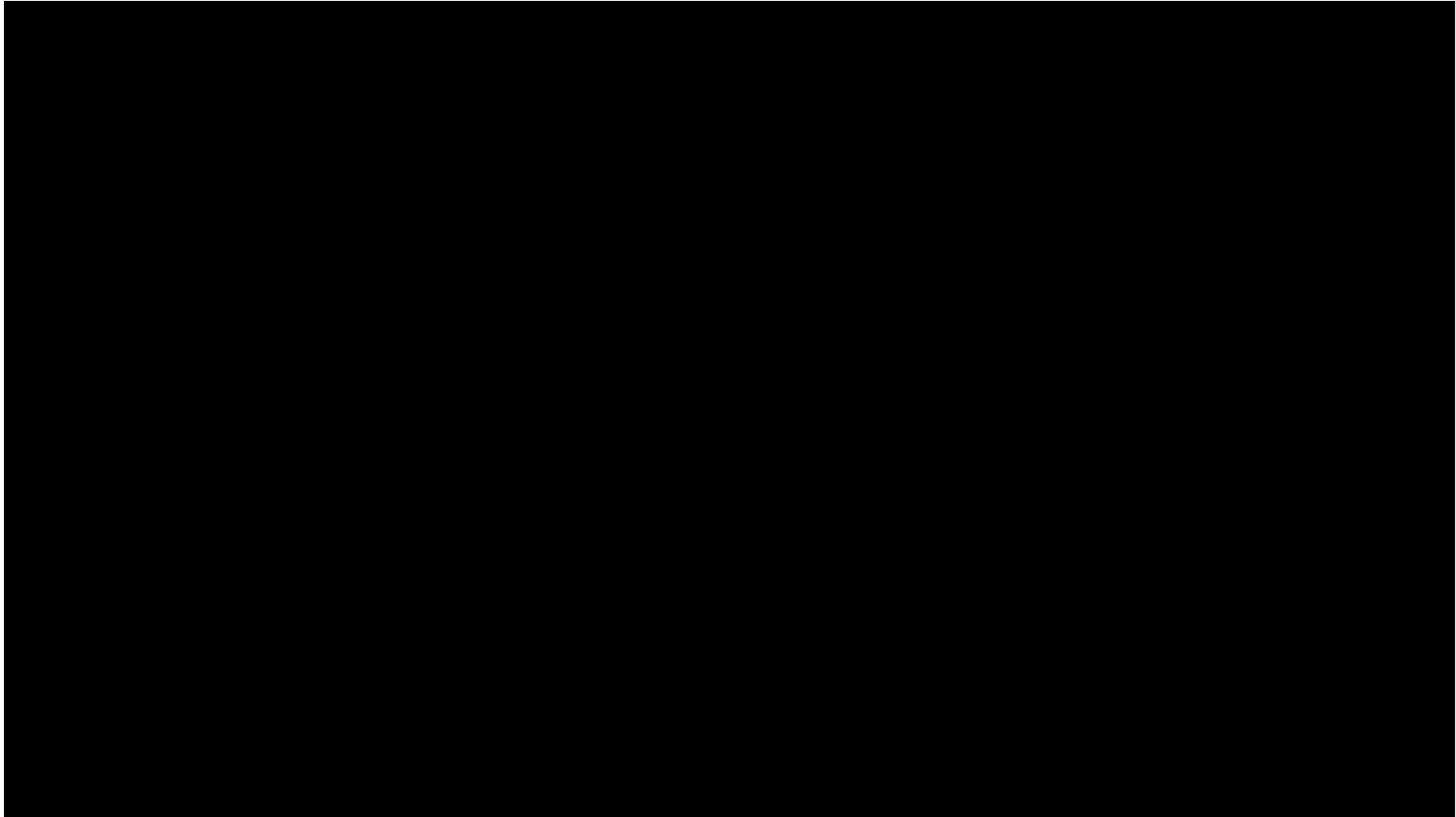
Diese Schäden sind irreparabel.



2022 Ereignis

Arbeitsunfall mit starker Rauchentwicklung ohne Kundenimpact

C1 Public



Schauen wir uns doch das zuerst das Ausmass an....

Situation

Alarmierung der Feuerwehr kurz vor 09:00Uhr durch arbeitsverantwortliche Person der Drittunternehmung

Alarmierung SiBe Electro circa 10:00Uhr

Objektverantwortliche Personen Swisscom und ISS & Auftraggeberschaft Rückbau TDM vor Ort

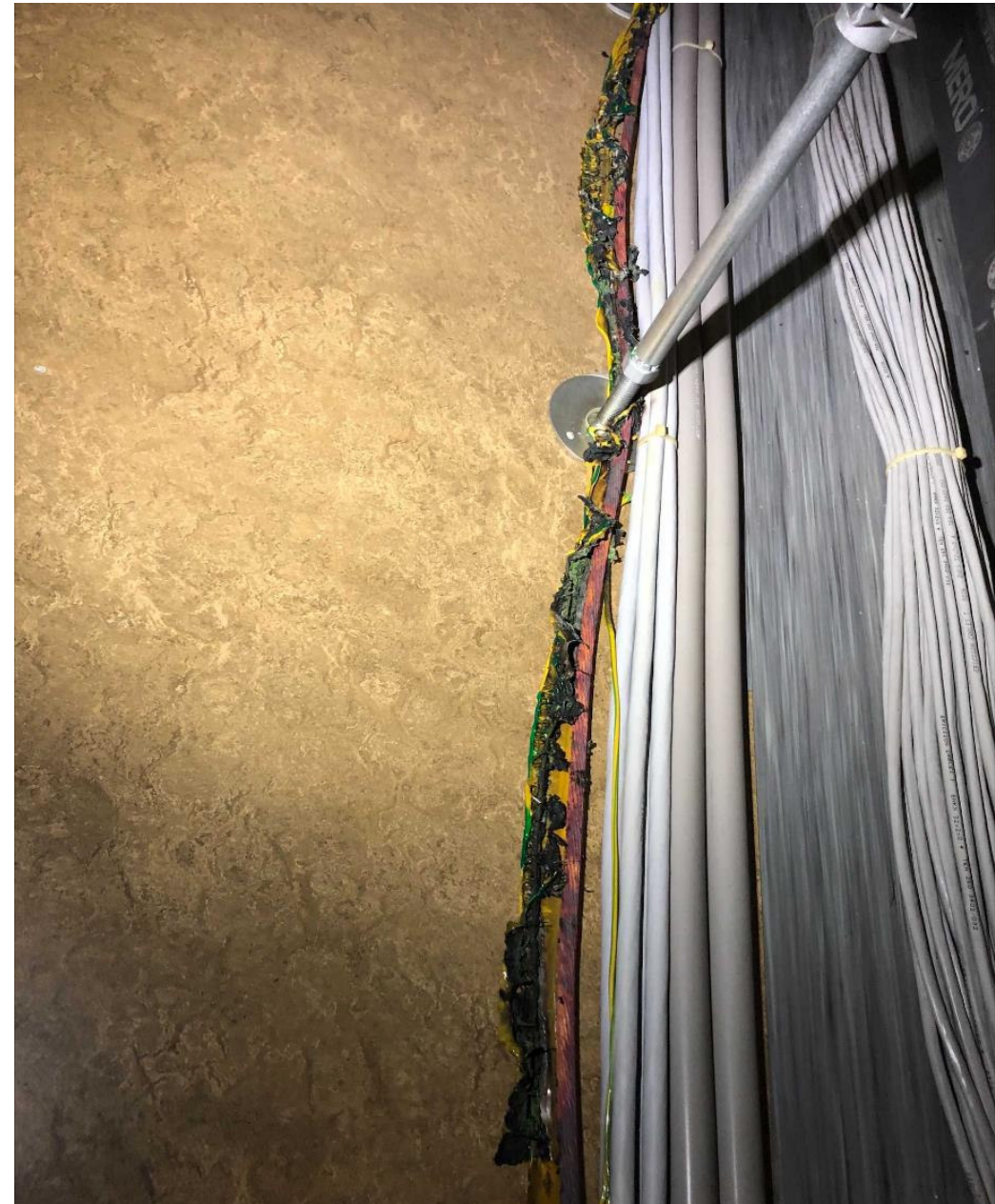
Polizei vor Ort

Kriminaltechnischer Dienst vor Ort

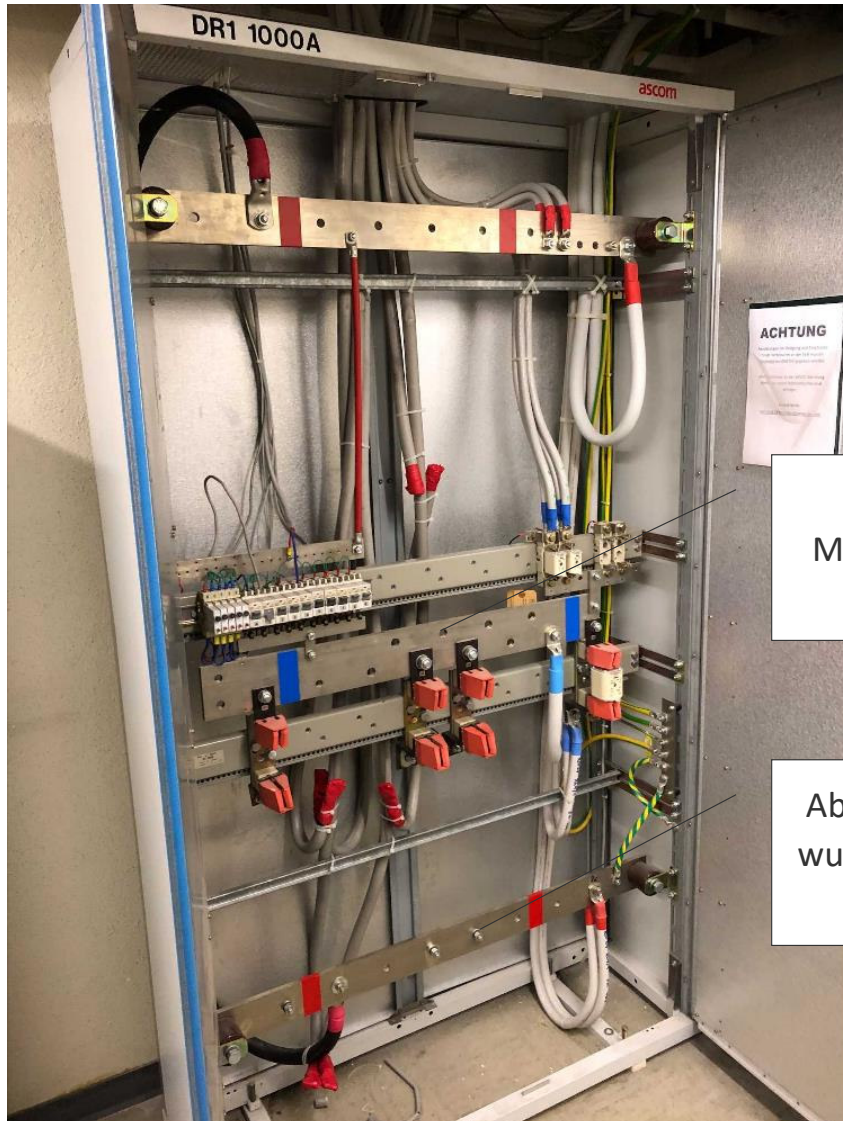
ISS vor Ort

Installateur (intern) vor Ort

Grund war ein satter Kurzschluss 48V während rund 4Minuten!



Grund für den Kurzschluss war eine Rückbautätigkeit

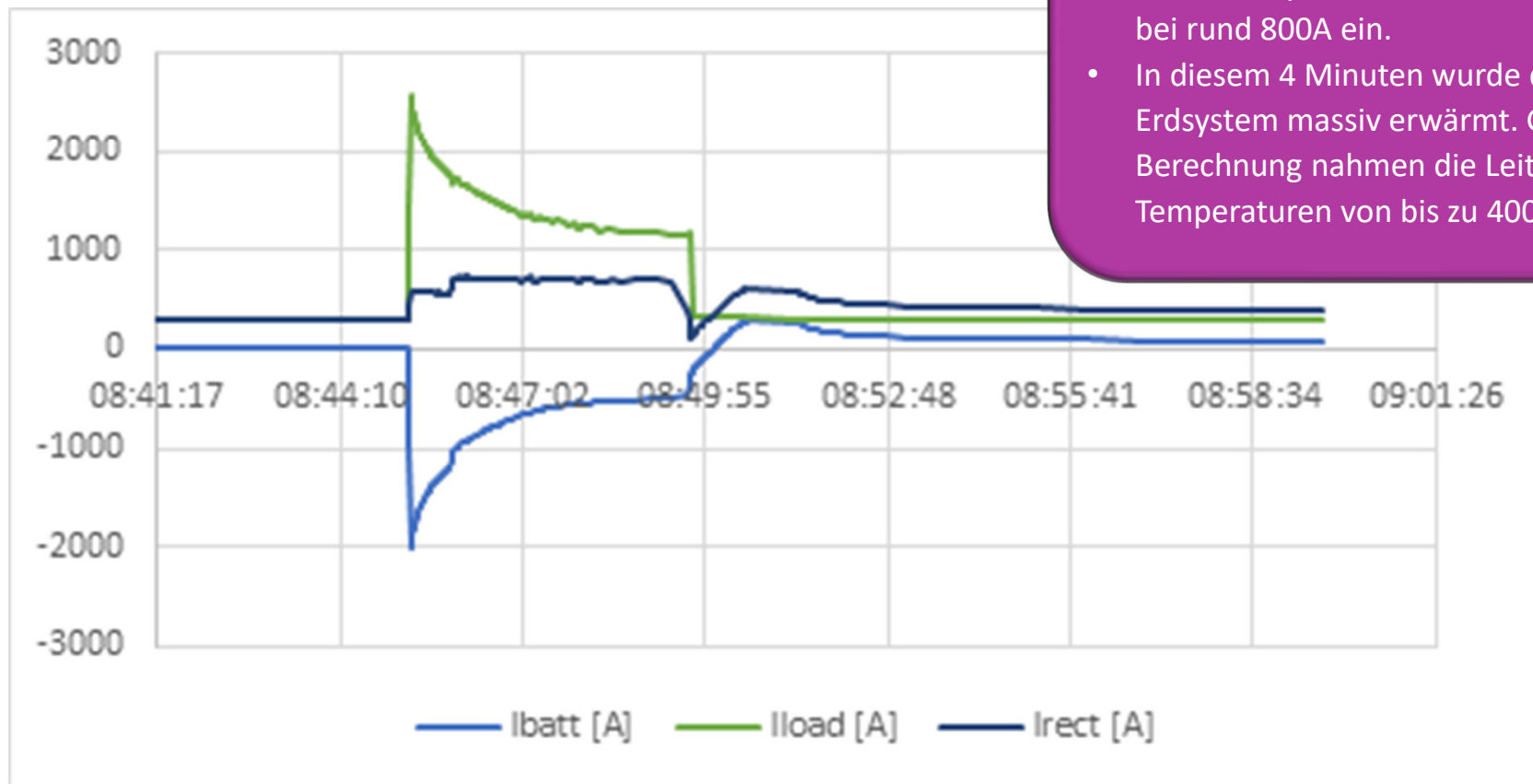


Plus-Leiter berührt
Minus-Sammelschiene
rückseitig

Abgehender Plus-Leiter
wurde gelöst und zurück
gezogen



Stromfluss



- Der Kurzschluss stand rund 4 Minuten an.
- Anfangs flossen 2700 Ampère.
- Der Strom pendelte sich nach kurzer Zeit bei rund 800 A ein.
- In diesem 4 Minuten wurde das gesamte Erdsystem massiv erwärmt. Gemäss Berechnung nahmen die Leiter Temperaturen von bis zu 400 Grad an.

Sind 48V Systeme gefährlich?

Nehmen wir die Frage nochmals auf

Die 48V Systeme sind sehr Energie stark, daher geht auch eine gewisse Gefährdung davon aus.
Durch eine gute Vorbereitung und das konsequente Anwenden von Schutzmassnahmen und Schutzmitteln ist die Gefahr jedoch sehr gut zu beherrschen und nicht grösser als bei normalen 230/400V Arbeiten.



Arbeiten?!?

Ein kurzer Blick in die SVA (StromVerteilAnlage)



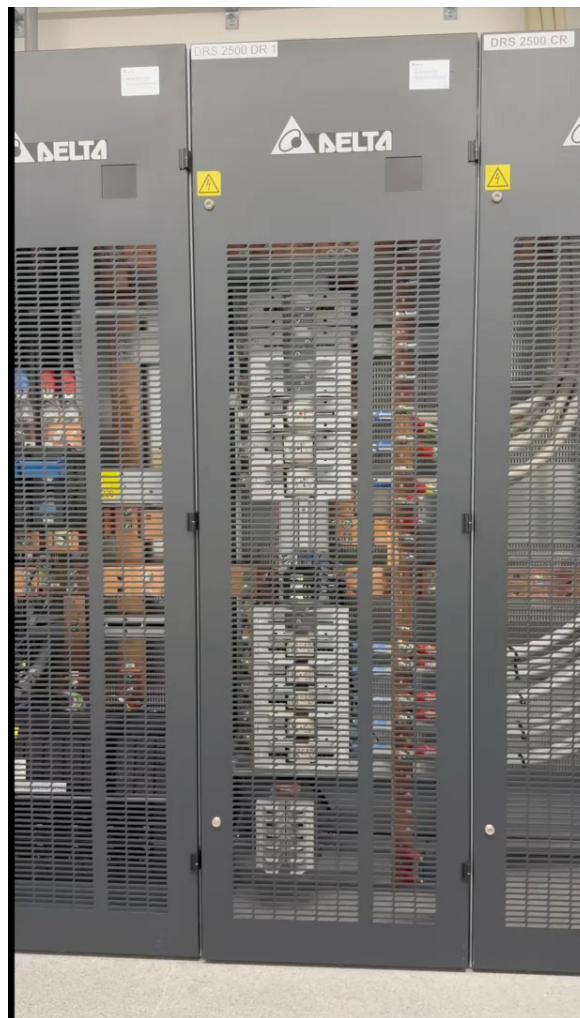
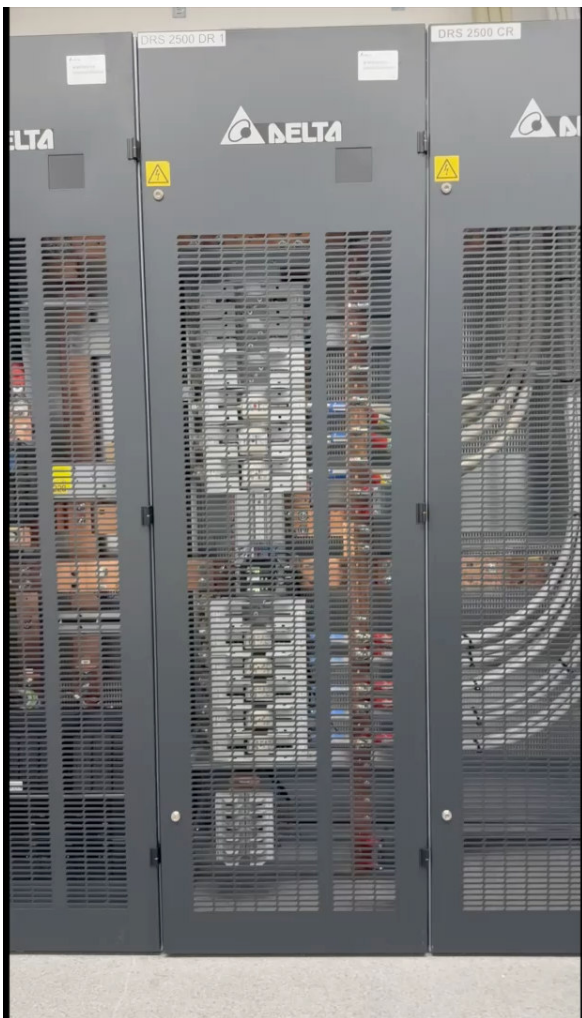
Batterieanlage rückseitig



So sieht die Anlage geöffnet aus:



Und wie soll ich daran arbeiten?





Durchströmung

NIV

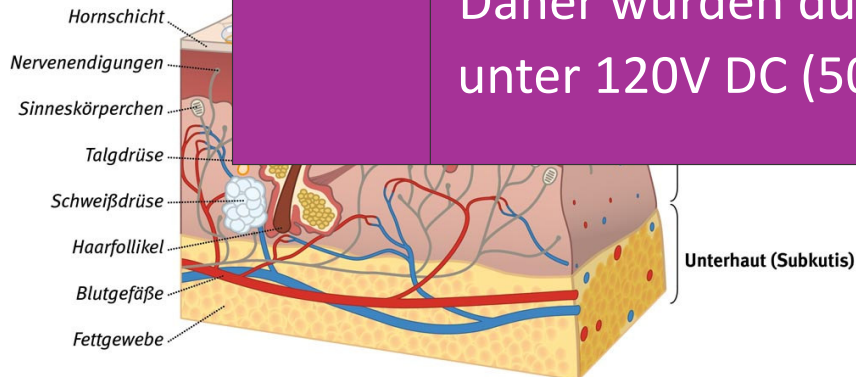
³ Für elektrische Installationen mit einer maximalen Betriebsspannung von 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung und einem maximalen Betriebsstrom von 2 A gelten nur die allgemeinen Bestimmungen (Art. 1–5) dieser Verordnung. Können solche Installationen Personen oder Sachen gefährden, gilt die Verordnung im vollen Umfang.

Aber:

Die Spannung reicht nicht aus, um alle Hautschichten zu Durchdringen.
Daher wurden durch die Verordnung Spannungen unter 120V DC (50V AC) als ungefährlich definiert.

Ω Widerstand

strom

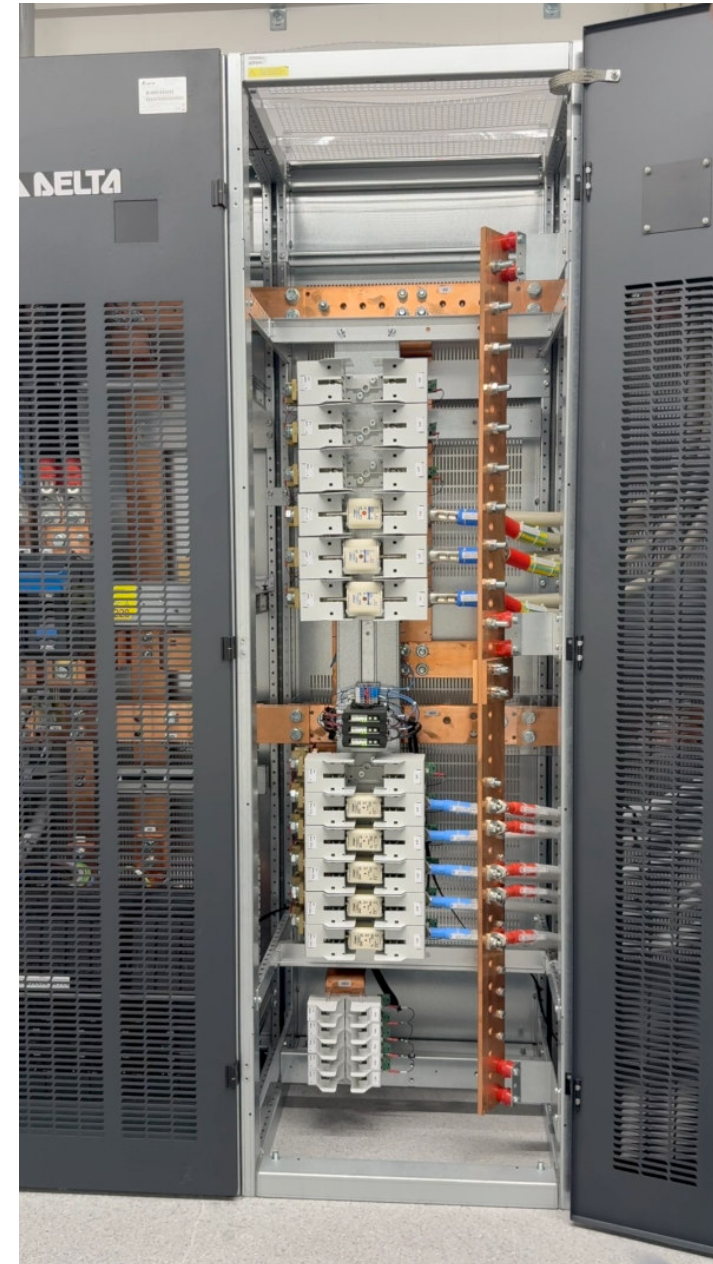


Berührung ist ungefährlich

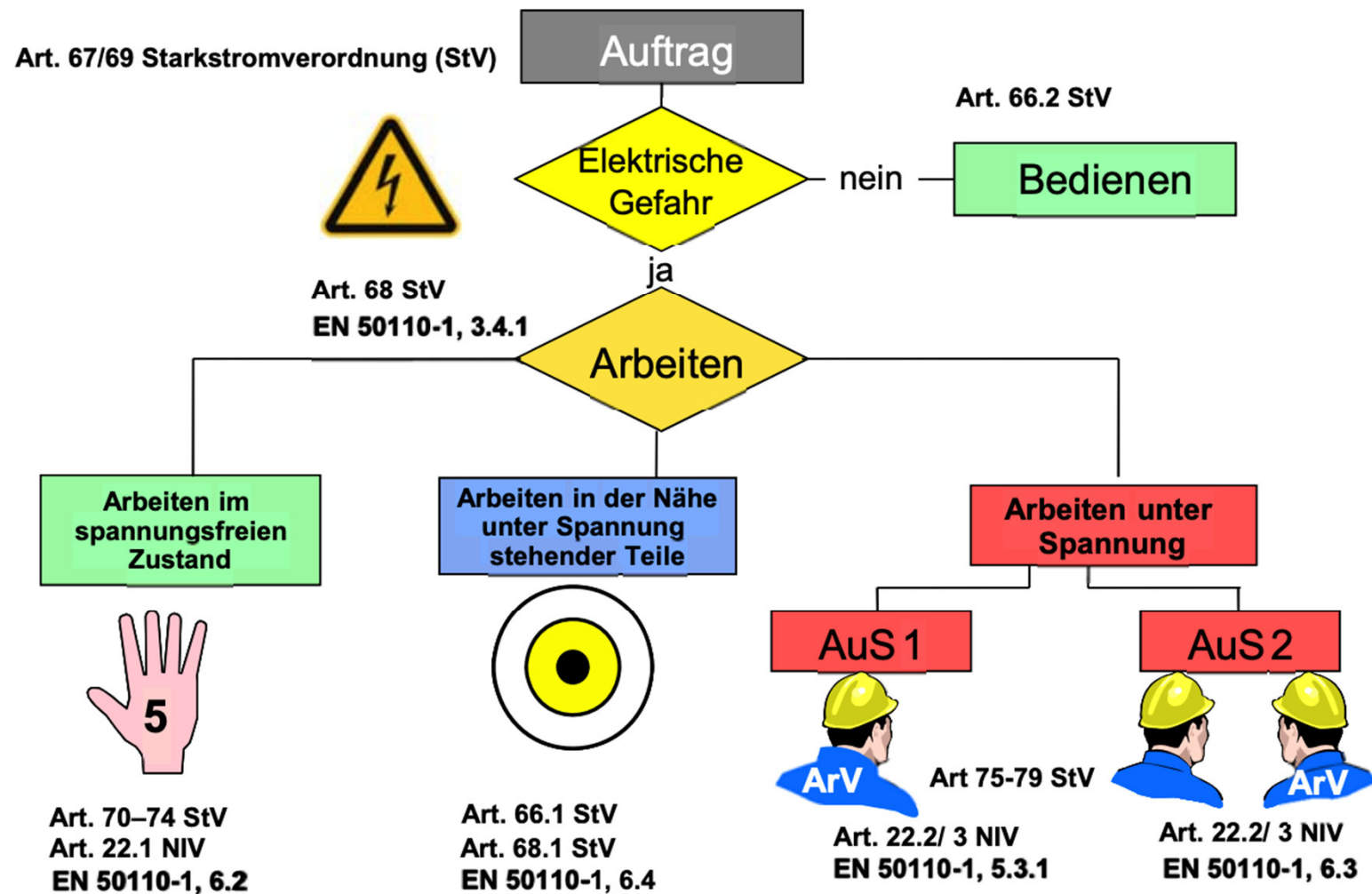
48V DC kann die Hautschichten nicht durchdringen.

Die Gefahr einer Durchströmung ist nicht gegeben.

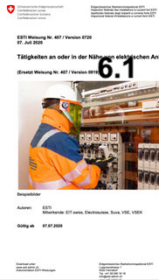
Jedoch bleibt die Gefahr eines Lichtbogen's.



Welche Arbeitsmethode ist denn das nun?



Das sagen die Regulatorien dazu:



6.1 Die drei Arbeitsmethoden

Die drei Arbeitsmethoden sowie deren Anforderungen und Unterscheidungsmerkmale werden in Verordnungen und Normen umschrieben:

- Starkstromverordnung (Stand am 1. Juni 2019)
- NIV (Stand am 1. Juni 2019)
- Europäische Norm «Betrieb von elektrischen Anlagen» (SN EN 50110-1: 2013)

Die gemeinsame Anwendung dieser Dokumente verlangt klarere Definitionen der verwendeten Begriffe zur p

StV

3. Abschnitt: Arbeiten an unter Spannung stehenden Starkstromanlagen

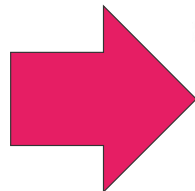
Art. 75 Grundsatz

¹ Arbeiten an unter Spannung stehenden Starkstromanlagen sind nur dann zulässig, wenn die nach dem Stand der Technik anerkannten Methoden (wie Arbeiten auf Abstand, Arbeiten mit Kontakt, Arbeiten auf Potential) gefahrlos angewendet werden können.

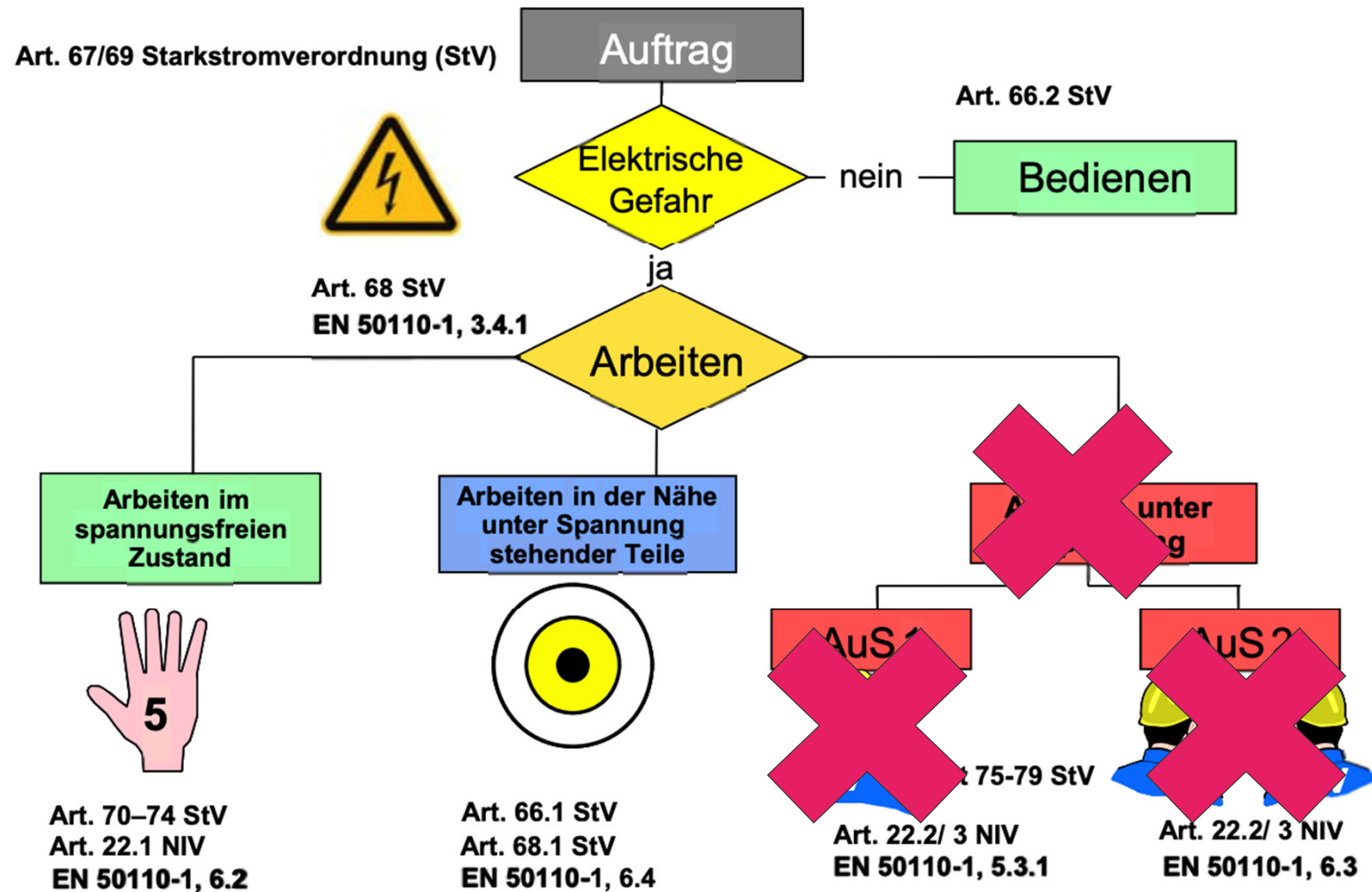
² Personen, die für das Arbeiten an unter Hochspannung stehenden Anlagen eingesetzt sind, dürfen die nach Absatz 1 verlangten Methoden nicht mit Arbeiten an ausgeschalteten Anlagen gemäss dem zweiten Abschnitt kombinieren.

³ Die Bestimmungen dieses Abschnittes gelten nicht für:

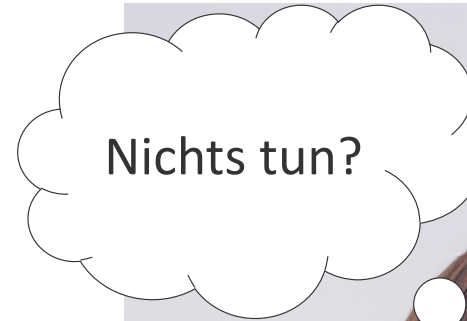
- Arbeiten an Starkstromanlagen mit Spannungen unter 50 V;
- Arbeiten an Steuerungs-, Regel- und Messkreisen;
- einfache Routinearbeiten wie Prüfen, Messen, Reinigen, Anbringen oder Entfernen von Abdeckungen und dergleichen.



Welche Arbeitsmethode ist denn das nun? ... gemäss Verordnung und Weisung?!



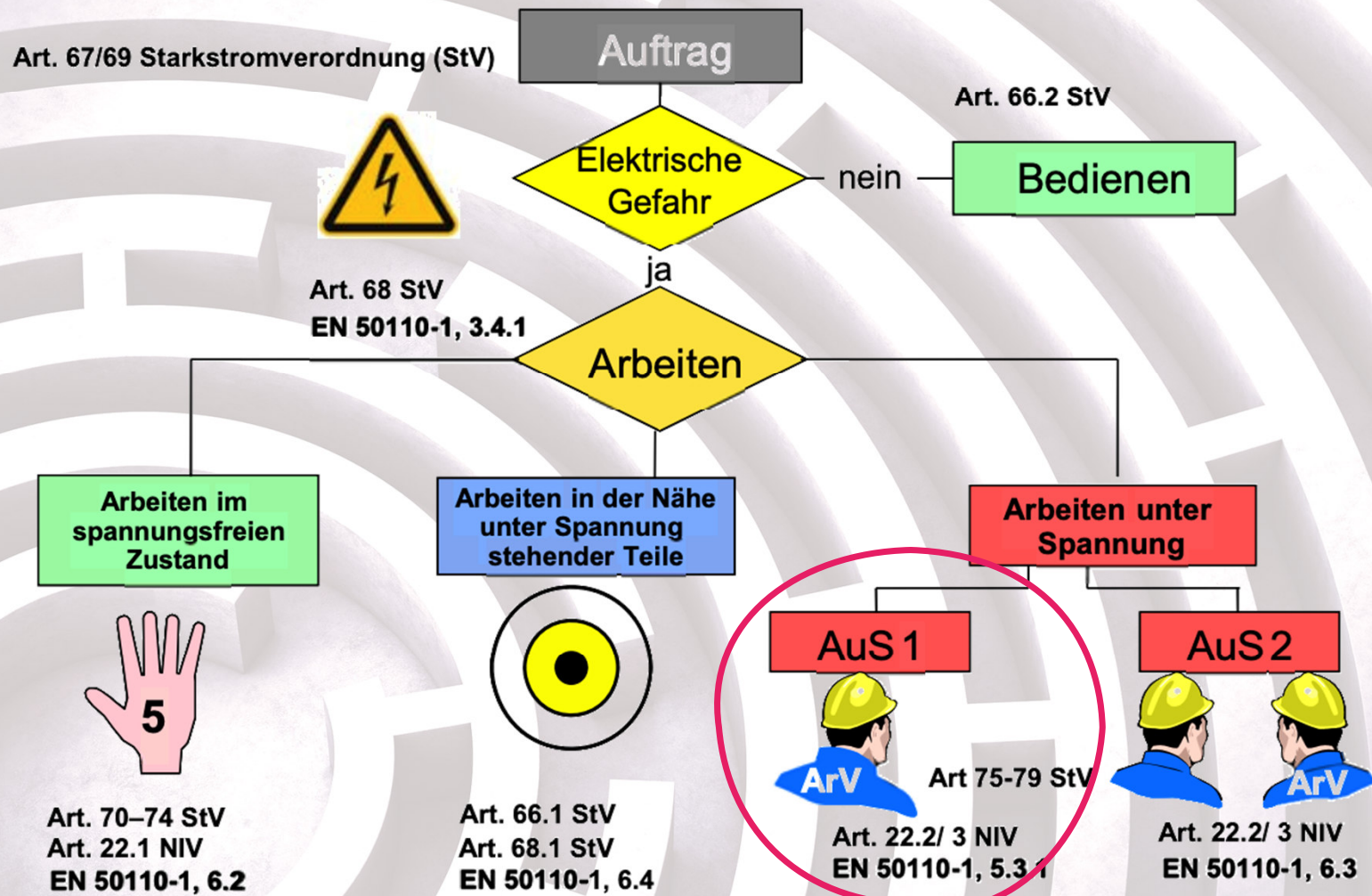
Wie Swisscom damit umgeht

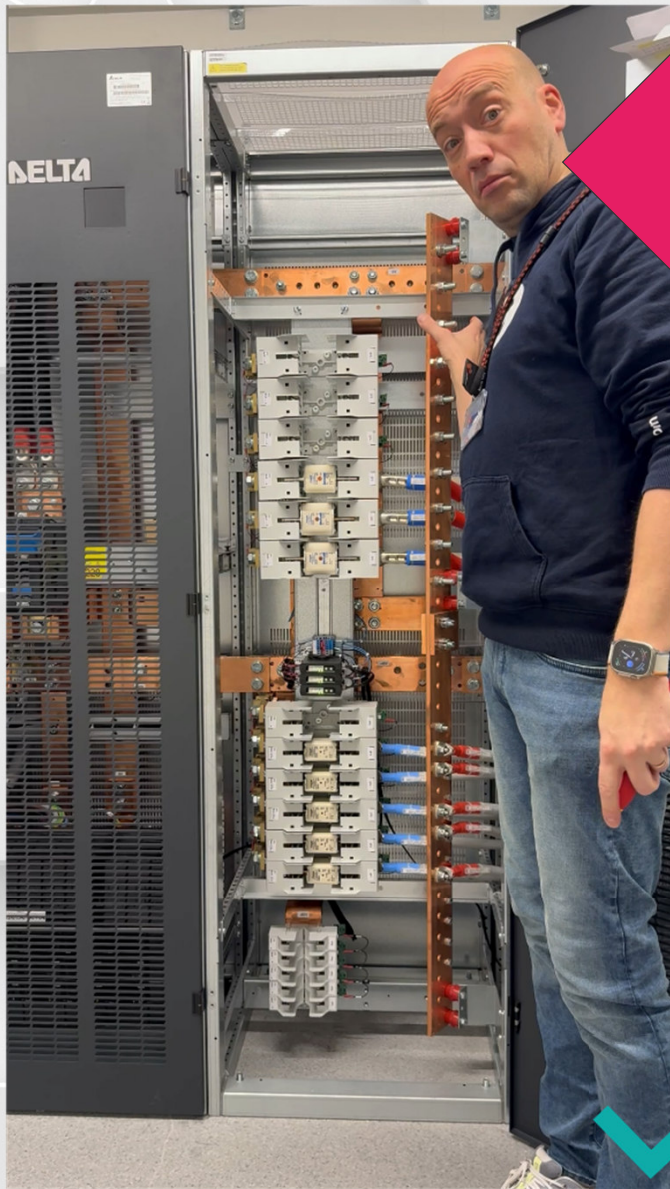


Es braucht eine saubere Risikobetrachtung



Wir haben uns entschieden:

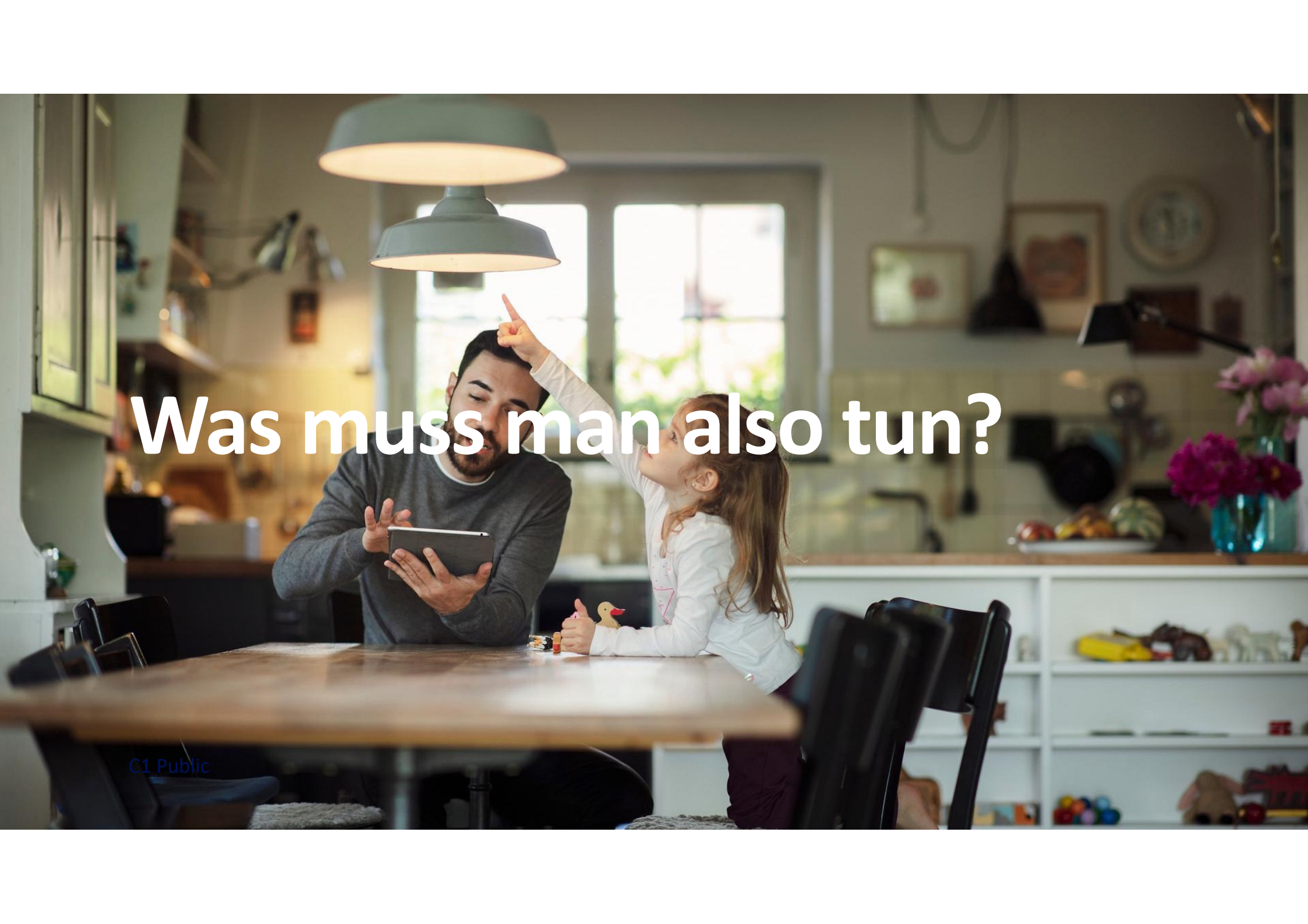




Was ist richtig?

Abhängig von der
Tätigkeit muss man sich
schützen.



A man with a beard, wearing a grey sweater, is sitting at a wooden table in a kitchen. He is holding a tablet computer in his hands. A young girl with long brown hair, wearing a white long-sleeved shirt, is standing next to him, pointing her right index finger towards the ceiling. The kitchen has a warm, lived-in feel with various items on shelves and a window in the background. A large, modern pendant lamp hangs over the table. The text "Was muss man also tun?" is overlaid in the center of the image.

Was muss man also tun?

Schutz mit PSAgE

Der Schutz ist elementar wichtig und darf nicht vernachlässigt werden.

Swisscom hat eine Alternative zum ESTI407 erarbeitet und in Kraft gesetzt.

Relevant ist:

- Energie (!)
- Abschaltzeit (!)
- Fächergrösse



A3.3.2.3 PSAgE Definition Fächer

	Symbol	Eigenschaft	Beispiel	Bild
Kleine Fächer		Box mit Rück- und Seitenwand Abmessung 25 cm x 25 cm	Hausanschlusskasten Kompakt-Unterputzverteiler Schubladentechnik Energieschaltgerätekombination	In Bearbeitung
Mittlere Fächer		Box mit Rückenwand ohne Seitenwand Abmessung 100 cm x 100 cm	Alu Rahmen Batterie in Rack	In Bearbeitung
Grosse Fächer		Box ohne Rück- und Seitenwand	Offene Verteilanlagen Batterien auf Gestell	In Bearbeitung

Tabelle A3.3.2.3: PSAgE Definition Fächer



A3.3.2.1a NH Sicherung Nieder- und Kleinspannung

Die nachfolgende Tabelle ist anzuwenden bei folgenden Bedingungen:

Schutzorgan: NH Sicherung 500 V
 Spannung: L-PE $\leq$ 230 V AC
 Maximaler Kurzschlussstrom: L-PE $\leq$ 30 kA
 Einwirkzeit Störlichtbogen: $\leq$ 500 ms
 Abstand zu Arbeitsstelle: $\geq$ 300 mm
 Kriterium für PSaGE: Vorsicherung, Fach und Abschaltzeit

Vorsicherung (I _N)	KLEINE FÄCHER 		MITTLERE FÄCHER 		GROSSE FÄCHER 	
	Abschaltzeit (s)		Abschaltzeit (s)		Abschaltzeit (s)	
	≤ 0.1	$> 0.1 \leq 5.0$	≤ 0.1	$> 0.1 \leq 5.0$	≤ 0.1	$> 0.1 \leq 5.0$
16	Green	Green	Green	Yellow	Green	Yellow
20	Green	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow
25	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
32	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
40	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
50	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
63	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
80	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange
100	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red
125	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Red
160	Yellow	Orange	Yellow	Red	Orange	Red
200	Yellow	Orange	Orange	Red	Orange	Red
224	Yellow	Orange	Orange	Red	Orange	Red
250	Yellow	Orange	Orange	Red	Orange	Red
315	Yellow	Red	Orange	Red	Orange	Red
355	Yellow	Red	Orange	Red	Orange	Red
400	Orange	Red	Orange	Red	Orange	Red
500	Orange	Red	Orange	Red	Orange	Red
630	Orange	Red	Orange	Red	Orange	Red
800	Red	Red	Orange	Red	Orange	Red
1000	Red	Red	Orange	Red	Orange	Red
1250	Red	Red	Orange	Red	Orange	Red

Tabelle A3.3.2.1a: PSaGE Auswahl NH Sicherung Nieder- und Kleinspannung

Spezialfall: Anwendung der PSAgE im Bereich von DC-Batterieanlagen

A3.3.2.2a Allgemein

Die Nachfolgende Tabelle ist anzuwenden bei folgenden Bedingungen:

Schutzorgan: Keines
 Batterietyp: Unbekannt
 Fach: Gross
 Einwirkzeit Störlichtbogen: ≤ 500 ms
 Abstand zu Arbeitsstelle: ≥ 300 mm
 Kriterium für PSaGE: Elektrische Ladung

Art der Sekundär-Batterien	Spannung	PSaGE Basisschutz	PSaGE Erhöhter Schutz	PSaGE Kein Schutz möglich
Einheit	V DC	Ah	Ah	Ah
Geschlossene	≤ 24	≤ 2400	> 2400 ≤ 4800	> 4800
Verschlossene und Gasdichte	≤ 24	≤ 480	> 480 ≤ 960	> 960
Geschlossene	> 24 ≤ 48	≤ 1200	> 1200 ≤ 2400	> 2400
Verschlossene und Gasdichte	> 24 ≤ 48	≤ 240	> 240 ≤ 480	> 480
Geschlossene	> 48 ≤ 240	≤ 240	> 240 ≤ 480	> 480
Verschlossene und Gasdichte	> 48 ≤ 240	≤ 48	> 48 ≤ 96	> 96
Geschlossene	> 240 ≤ 480	≤ 120	> 120 ≤ 240	> 240
Verschlossene und Gasdichte	> 240 ≤ 480	≤ 24	> 24 ≤ 48	> 48
Geschlossene	> 480 ≤ 960	≤ 60	> 60 ≤ 120	> 120
Verschlossene und Gasdichte	> 480 ≤ 960	≤ 12	> 12 ≤ 24	> 24

Tabelle A3.3.2.2a: PSaGE Auswahl Batterieanlagen Allgemein

ANMERKUNG: Im Zweifelsfall ist die Zeile für verschlossene und gasdichte Sekundär-Batterien anzuwenden.

Spezialfall: Swisscom-Systeme

A3.3.2.2b Produktspezifisch Swisscom

Die Nachfolgende Tabelle ist anzuwenden bei folgenden Bedingungen:

Schutzorgan: Keines
 Batterietyp: Bekannt
 Einwirkzeit Störlichtbogen: ≤ 500 ms
 Abstand zu Arbeitsstelle: ≥ 300 mm
 Kriterium für PSAGe: Batterietyp, Fach und elektrische Ladung

Batterietyp	Art der Sekundär-Batterien	Fach	Spannung	PSAGe Grundschatz	PSAGe Basisschatz	PSAGe Erhöhter Schatz	PSAGe Kein Schatz möglich
			V DC		Ah	Ah	Ah
PowerSafe OPzS	Geschlossen	Gross	53.52		≤ 1625	> 1625 ≤ 3360	> 3360
PowerSafe SBS	Verschlossen	Mittel	54.96	≤ 31	> 31 ≤ 900	> 900 Ah	
Ericsson 6612	Gasdicht (Li-Ion)	Mittel	54.6	≤ 100			

Tabelle A3.3.2.2b: PSAGe Auswahl Batterieanlagen Produktespezifisch Swisscom

Grundlegend gilt für die Installation und Kontrolle

NIN 2025 NIBT

Das Wichtigste ist die Grundlegende Fragestellung

System

AC

DC

ELV

TN-C

TN-S

TN-C-S

DC-I

DC-C

SELV

PELV

+ an PE
- an PE
Floating

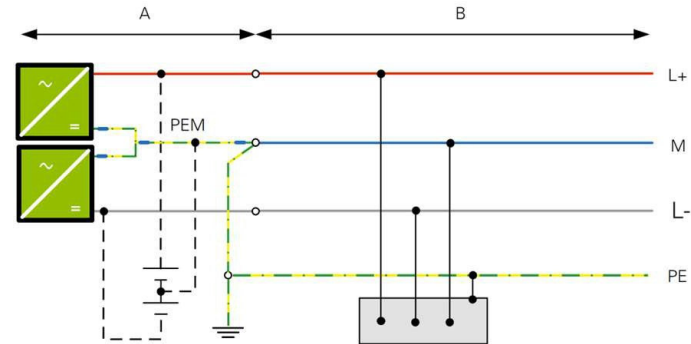
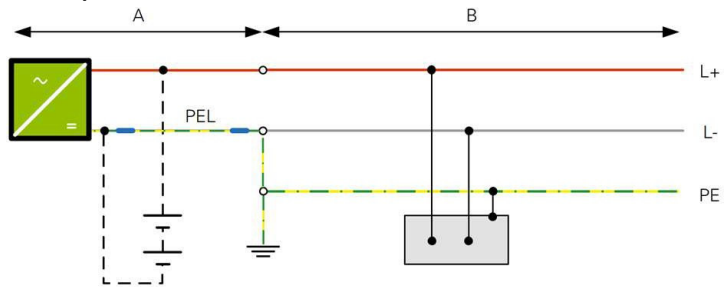
+ an PE
- an PE
Floating

- an PE
Erdschlussüberwachung

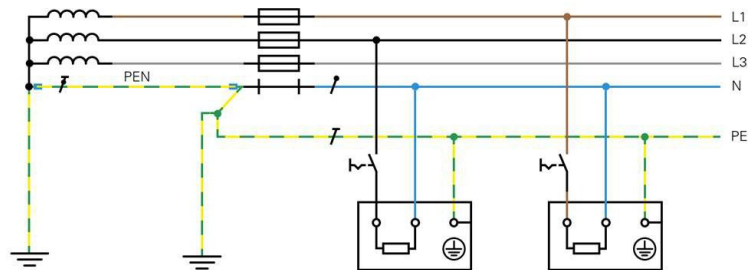
- an PE
Erdschlussüberwachung

Netzformen finden sich in der NIN

In Kapitel 3 der NIN finden sich die verschiedenen DC Netzformen:



Natürlich gilt es aber auch für AC-Netzformen (egal welcher Spannung):



Schutz durch automatische Abschaltung

NIN 4.1.1.3.2 oder NIN Tabelle 4.1.1

System	50 V < U ₀ ≤ 120 V		120 V < U ₀ ≤ 230 V		230 V < U ₀ ≤ 400 V		U ₀ > 400 V	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0.8 s	siehe Anm.1	0.4 s	1 s	0.2 s	0.4 s	0.1 s	0.1 s
TT	0.3 s	siehe Anm.1	0.2 s	0.4 s	0.07 s	0.2 s	0.04 s	0.1 s

Sofern "Schutz durch automatische Abschaltung" als Schutzmassnahme angewandt wird, gilt die NIN Tabelle 4.1.1 .

Hinweis: Bei **IT-Netzen** (oder "floating") gelten die Bedingungen nach NIN 4.1.1.6:

Der erste Fehler muss die Anlage nicht vom Netz trennen.

Was muss man alles messen?

Auszug NIN 6.1.3:

Die nachstehenden Prüfungen und Messungen sind, sofern zutreffend, in jedem Fall durchzuführen, vorzugsweise in der folgenden Reihenfolge:

- a. Durchgängigkeit der Leiter, insbesondere die Leitfähigkeit des Schutzleiters, des Schutz-Potenzialausgleichsleiters und des zusätzlichen Schutz-Potenzialausgleichsleiters
- b. Isolationswiderstand der elektrischen Anlage
- c. Isolationswiderstand zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch SELV, PELV oder durch Schutztrennung
- d. Isolationswiderstand/-impedanz von isolierenden Fussböden und isolierenden Wänden
- e. Polarität (Anschluss von Steckdosen, Schalt- und Schutzrichtungen im Aussen-/Neutralleiter)
- f. Prüfung zur Bestätigung der Wirksamkeit des Schutzes durch automatische Abschaltung der Stromversorgung
- g. Prüfung zur Bestätigung der Wirksamkeit der zusätzlichen Schutzmassnahmen
- h. Drehsinn/Drehrichtung
- i. Funktionsprüfungen
- j. Spannungsfall

Sichtprüfung (NIN 6.1.2)

Die Sichtprüfung ortsfest installierter Betriebsmittel muss nachweisen, dass die Installation unter anderem folgenden Anforderungen entspricht:

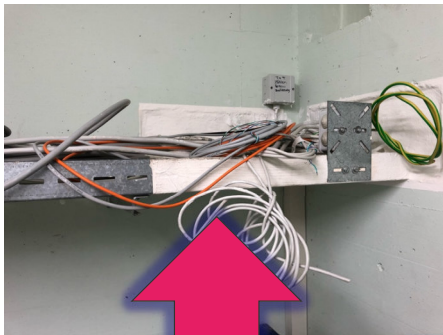
- Übereinstimmung mit den Sicherheitsanforderungen, z.B. Berührungsschutz gewährleistet, keine Beschädigungen und dgl.
- Korrekte Auswahl der Betriebsmittel entsprechend der Raumart
- Vorhandensein der vorgeschriebenen Zertifikaten, Kenn- und Prüfzeichen
- Beachtung allfällig vom Hersteller mitgelieferter technischer Unterlagen.

³ In die Sichtprüfung sind ferner mindestens folgende Punkte einzubeziehen:

- a. Anwendung von Schutzmassnahmen gegen elektrischen Schlag gemäss NIN 4.1
- b. Vorhandensein von Brandabschottungen, Schutz gegen thermische Einwirkungen, Brandausbreitungen etc.
- c. Auswahl der Leiter bezüglich der Strombelastbarkeit und Spannungsfall
- d. Auswahl, Einstellung, Selektivität und Koordinierung von Schutz- und Überwachungsgeräten
- e. Auswahl, Anordnung und Errichtung von geeigneten Überspannungs-Schutzeinrichtungen (SPDs), wenn diese verlangt sind
- f. Auswahl und Anordnung von Trenn- und Schaltgeräten
- g. Auswahl der Betriebsmittel und der Schutzmassnahmen entsprechend den äusseren Einflüssen und den mechanischen Beanspruchungen
- h. Kennzeichnung der Schutzleiter, PEN-Leiter und Neutralleiter
- i. Vorhandensein von technischen Unterlagen, Schemata, Warn-, Verbotsschildern und anderen ähnlichen Informationen
- j. Kennzeichnung der Stromkreise, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Schalter, Klemmen etc.
- k. Ordnungsgemässe Klemmen und Verbindungen von Kabeln und Leitern
- l. Vorhandensein und richtige Verwendung von Erdungsanlagen, Schutzleitern, einschliesslich Schutz-Potenzialausgleichsleitern für den Schutz-Potenzialausgleich und den zusätzlichen Schutz-Potenzialausgleich und deren Anschlüsse an die Haupterdungsschiene.
- m. Leichte Zugänglichkeit der Betriebsmittel, die bedient und gewartet werden müssen
- n. Massnahmen gegen elektromagnetische Störungen
- o. Anschluss der Körper an die Erdungsanlage sowie Leiterverbindungen bezüglich Schutz gegen Selbstlockerung, Bemessung und Anordnung
- p. Geeignete Auswahl und Errichtung von Kabel- und Leitungssystemen



Beispiele Installationskontrolle von Kleinspannungs-Starkstromanlagen

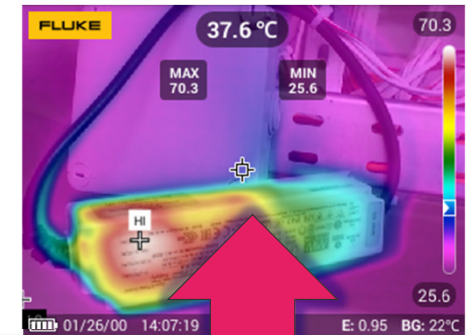


Nicht benutzte
Kabel



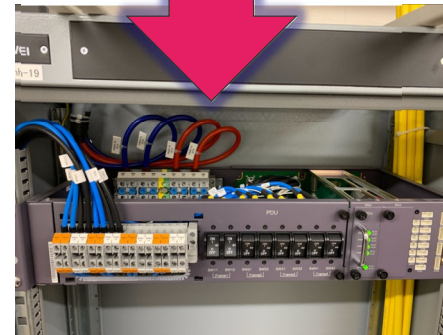
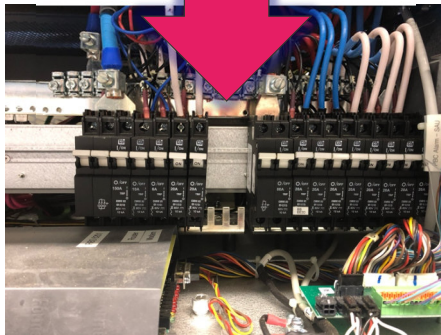
Beschriftung

Betriebsmittel-
kennzeichnung

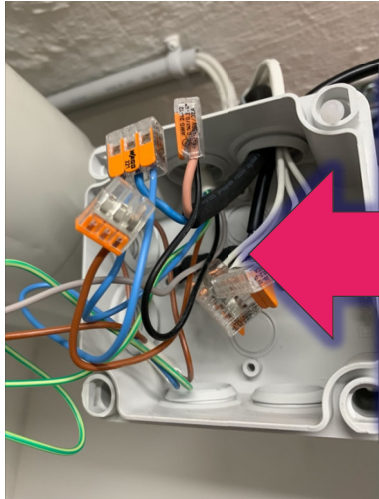


Abdeckungen &
Fremdkörper-
schutz

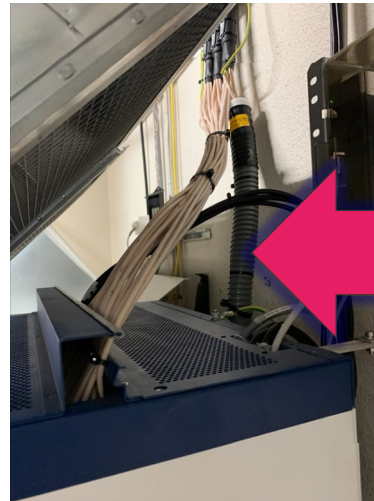
Temperatur



Beispiele Installationskontrolle von Kleinspannungs-Starkstromanlagen



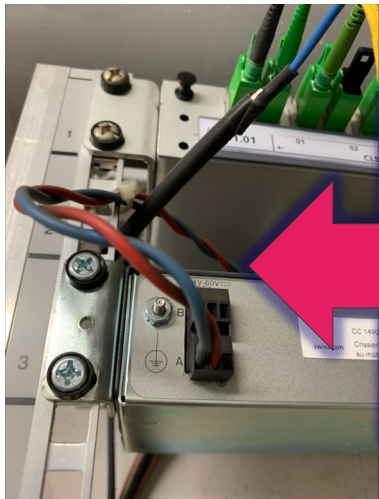
230V & 12V in
einer Dose
geklemmt



Isolierung
gegen höchst
vorkommende
Spannung?



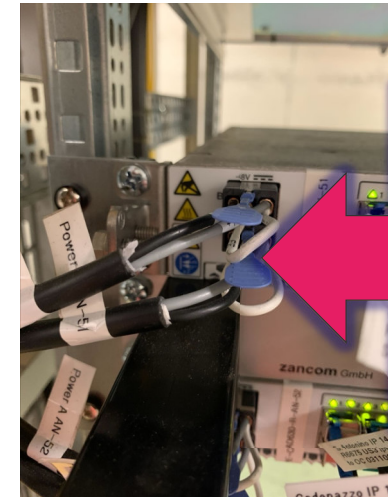
Fremdkörper-
Schutz



PE fehlt
gänzlich



Brand-
abschottung
gilt auch hier



Zus. Nullung
am Endgerät?

Wie soll denn nun ein SiNa oder MPP aussehen?

Sicherheitsnachweis Elektroinstallationen (SiNa)
gemäss Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV, SR 734.27)

Pro Zählerstromkreis ein SiNa Nr. _____ Seite 1 von 1

Eigentümer der Installation Tel. Nr. _____ **Verwaltung** Tel. Nr. _____

Name 1 _____ Name 1 _____
Name 2 _____ Name 2 _____
Strasse, Nr. _____ Strasse, Nr. _____
PLZ, Ort _____ PLZ, Ort _____

Elektro-Installateur Bew.-Nr. 1- _____ **Unabhängiges Kontrollorgan** Bew.-Nr. K- _____

Name 1 _____ Name 1 _____
Name 2 _____ Name 2 _____
Strasse, Nr. _____ Strasse, Nr. _____
PLZ, Ort _____ PLZ, Ort _____
Tel. Nr. _____ Tel. Nr. _____

Ort der Installation _____ **Gebäudeart** _____
Strasse, Nr. _____ Objekt Nr. _____
PLZ, Ort _____ Inst.-Anzeige Nr. / vom: _____

Durchgeführte Kontrollen **Kontrollperiode** **Kontrollumfang / Ausgeführte Installation**

☐ Schlusskontrolle SK ☐ 1 Jahr ☐ Neuanlage ☐ Erweiterung ☐ Änderung / Umbau
☐ Abnahmekontrolle AK ☐ 5 Jahre
☐ Periodische Kontrolle PK ☐ 10 Jahre
☐ ☐ 20 Jahre

Datum SK: _____ **Datum AK / PK:** _____

Technische Angaben Schutz-System: ☐ TN-S ☐ TN-C ☐ TN-C-S ☐ A

Anlage / Stromkreis: _____ **Überstrom-Schutzorgan am Anschlusspunkt der Installation:** _____

Zähler Nr. _____

Stromkreis / RCD	Ort / Anlagenteil Schaltg. Kombination	Leitung / Kabel	Überstrom- Schutzein- richtung	Messungen (gemessener Wert)	Fehlerstromschutz- einrichtung RCD							
Nr.	Bezeichnung	Art Typ	Leiteranzahl / Querschnitt [mm ²]	Art Charakt.	I _n [A]	Leitfähigkeit Schutzleiter [Ω / km]	R _{iso} [MΩ] I _{Leak} [mA]	I _k [A] L-PE I _k [A] L-PE	I _n / Typ [A]	I _{Δn} [mA]	Auslösezeit [ms / s]	
1	Steuerung 24V AC	FE05	3x1.5	MS	4A ther	Ok	>200	45	28	X	X	X

Unterschriften

Name Vorname (Stückzahl) _____ Datum: _____
Name Vorname (Stückzahl) _____ Datum: _____
Name Vorname (Stückzahl) _____ Datum: _____
Name Vorname (Stückzahl) _____ Datum: _____

Befragen: ☐ Mess- + Prüfprotokoll (Schlussprotokoll) ☐ Plomben wurden entfernt
☐ Protokoll der Abnahme- / Periodische Kontrolle ☐ Verfeiler: ☐ SiNa + Zusatzdokumente an Eigentümer / Verwaltung
☐ ☐ SiNa an Netzbetreiberin / Inspektorat

Netzbetreiberin / Inspektorat Stichproben: ☐ Ja ☐ Keine Mängel festgestellt ☐ Datum, Visum
☐ Nein ☐ Mängelbericht erstellt ☐ Anlage plombiert

Eingang am: _____

SiNa NIV 2002/10 VSEI 133-D

Mess + Prüfprotokoll Nr. _____ **Auftrag Nr.** _____ Seite von _____

☐ Schlusskontrolle ☐ Abnahmekontrolle ☐ Periodische Kontrolle ☐ Inst.-Anzeige Nr. vom _____
☐ Neuanlage ☐ Erweiterung ☐ Änderung ☐ Bestehende Installationen

Auftraggeber / Adresse **Auftragnehmer / Adresse**

☐ Eigentümer ☐ Verwaltung ☐ Stromkunde ☐ Elektro-Installateur ☐ Kontrollorgan

Ort der Installation: _____ **Gebäude Objekt:** _____

Anlage und Kontrollperiode(n): _____ **Stockwerk:** _____

Stromkunde od. Zähler-Nr.: _____ **Bemerkungen:** _____

Installationsbeschreibung / Kontrollumfang:

Sichtprüfung:

☐ Richtige Auswahl und Anordnung der Betriebsmittel (Raumart) ☐ Schutz-System: ☐ TN-S ☐ TN-C ☐ ☐

☐ Schutz gegen direktes Berühren ☐ Hauptpotentialausgleich

☐ Beschichtung vom Hersteller mitgelieferte technische Unterlagen ☐ Erder- ☐ Fundament ☐ Wasser ☐

☐ Abschalt- und Trennvorrichtungen ☐ Zusätzlicher (örtlicher) Potentialausgleich

☐ Sicherheits-Einrichtungen / Anlage- und Revisionschalter ☐ Anordnung der Busgeräte im Verteiler (Abstände)

☐ Vorhandensein von Brandschottung ☐ Busleitungen / Aktoren gemäss höchster Spannung

☐ Kennzeichnung der Stromkreise, Überstromunterbrecher etc. ☐ Auswahl und Einstellung von Schutz-, Über-, Einrichtungs

☐ Zugänglichkeit der Betriebsmittel ☐ Vorhandensein von Schaltplänen, Warn-, Verbotsschildern

☐ Schemata, Legende etc.

Funktionsprüfung und Messung: ☐ Funktion Fehlerstromschutzschalter

☐ Leitfähigkeit des Schutzleiters, Potentialausgleich

☐ Automatische Abschaltung im Fehlerfall

☐ Rechtsdrehsinn der Drehstromschleifendosen

☐ Bemerkungen: _____

Verwendete Messgeräte nach IEC 1010 **Prüfung durchgeführt nach**

☐ ☐ ☐ ☐

Stromkreis / RCD	Ort / Anlagenteil Schaltg. Kombination	Leitung / Kabel	Überstrom- Schutzein- richtung	Messungen (gemessener Wert)	Fehlerstromschutz- einrichtung RCD							
Nr.	Bezeichnung	Art Typ	Leiteranzahl / Querschnitt [mm ²]	Art Charakt.	I _n [A]	Leitfähigkeit Schutzleiter [Ω / km]	R _{iso} [MΩ] I _{Leak} [mA]	I _k [A] L-PE I _k [A] L-PE	I _n / Typ [A]	I _{Δn} [mA]	Auslösezeit [ms / s]	
1	Steuerung 24V AC	FE05	3x1.5	MS	4A ther	Ok	>200	45	28	X	X	X

Schaltgerätkombination SK ☐ SK-Identifikation nach EN 60 439 ☐ Anlagendokumentation übergeben
☐ Herstellererklärung mit Stückprüfung ☐ Schema ☐

☐ SK in die Schlusskontrolle der Inst. miteinbezogen

Datum: _____ **Elektro-Kontrollur:** _____ **Prüfergebnis:** ☐ Mängelfrei ☐ Mängelhaft

Verantwortlicher Unternehmer: _____

M-P zu SiNa NIV 2002/02 VSEI 133-D

Michi Knabe, 2025, Kleinspannungs-Starkstromanlagen, C1 Public

Verzeichnis der ausgeführten Arbeiten / Protokoll der Erstprüfung für Bewilligungsträger

Firma:

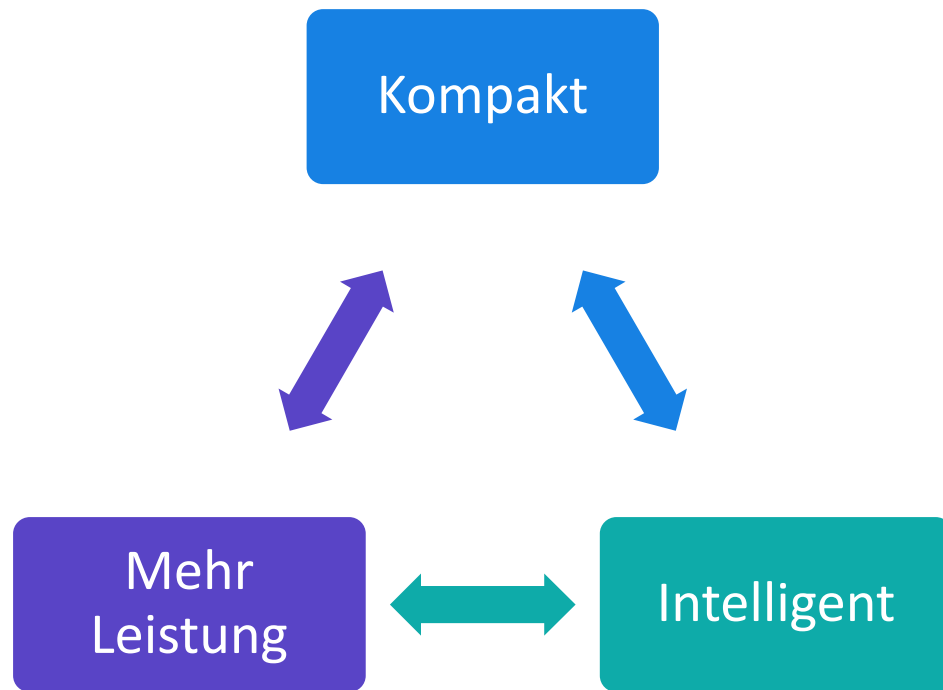
63

Was bringt die Zukunft

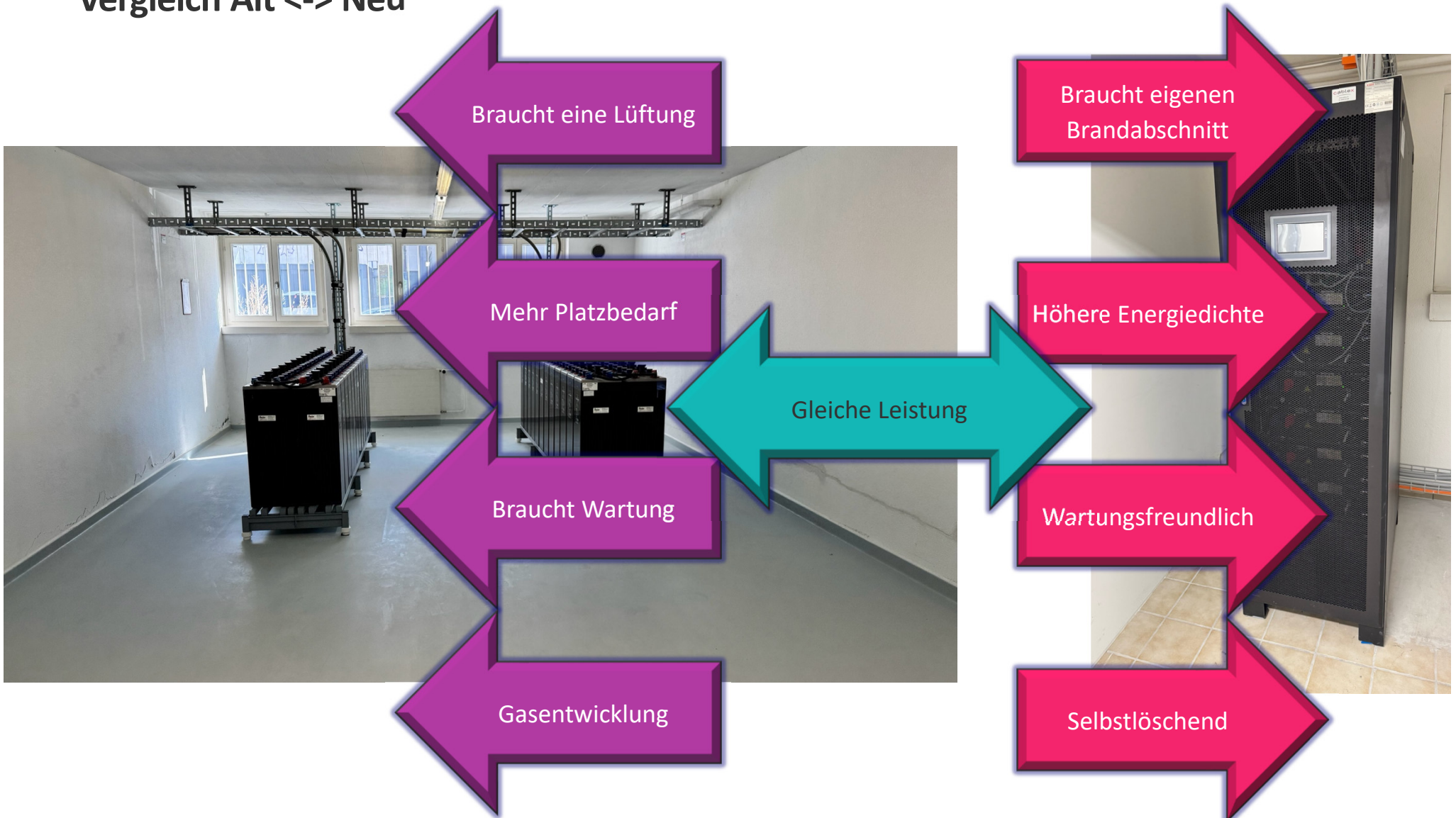
C1 Public



Was bringt die Zukunft?



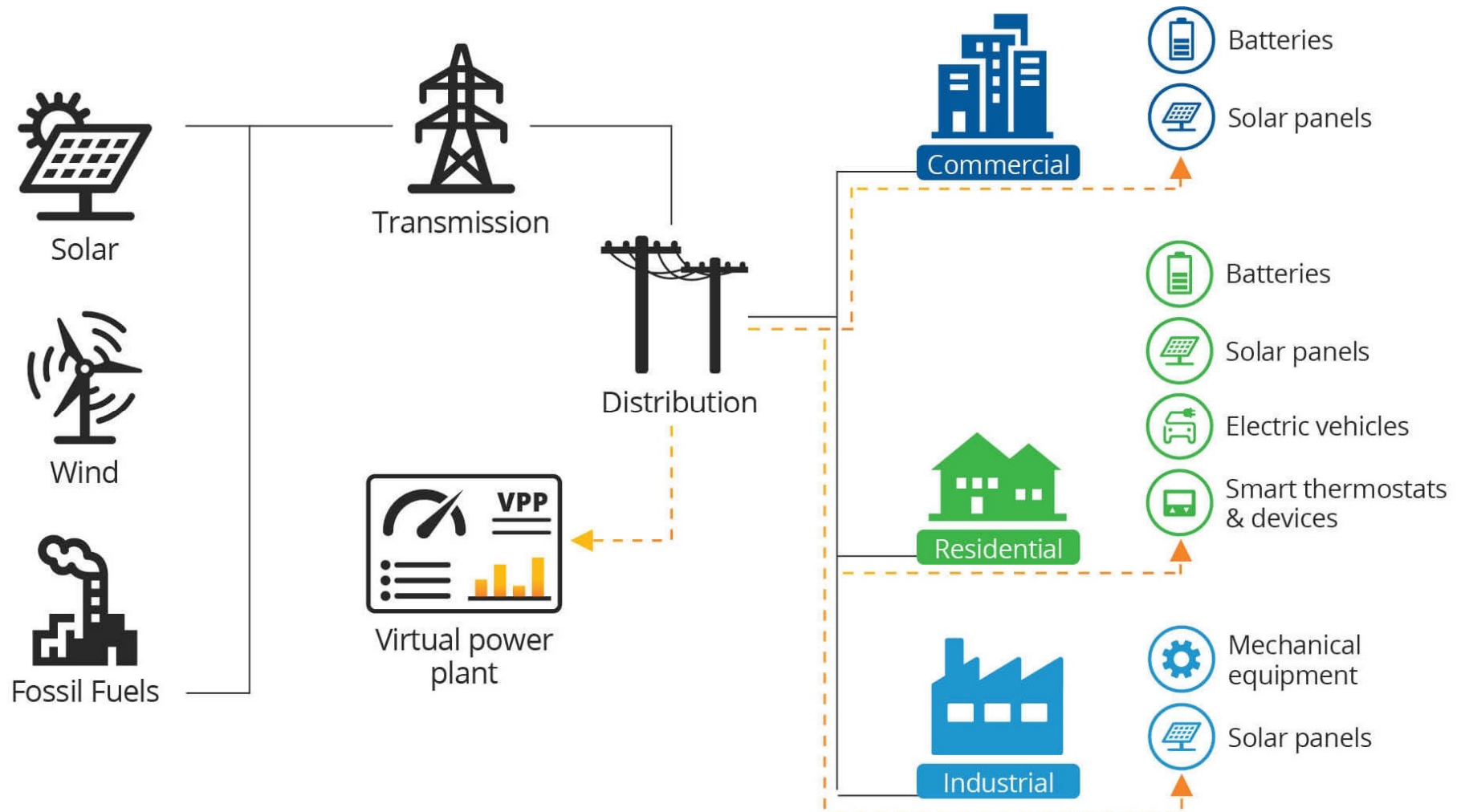
Vergleich Alt <-> Neu

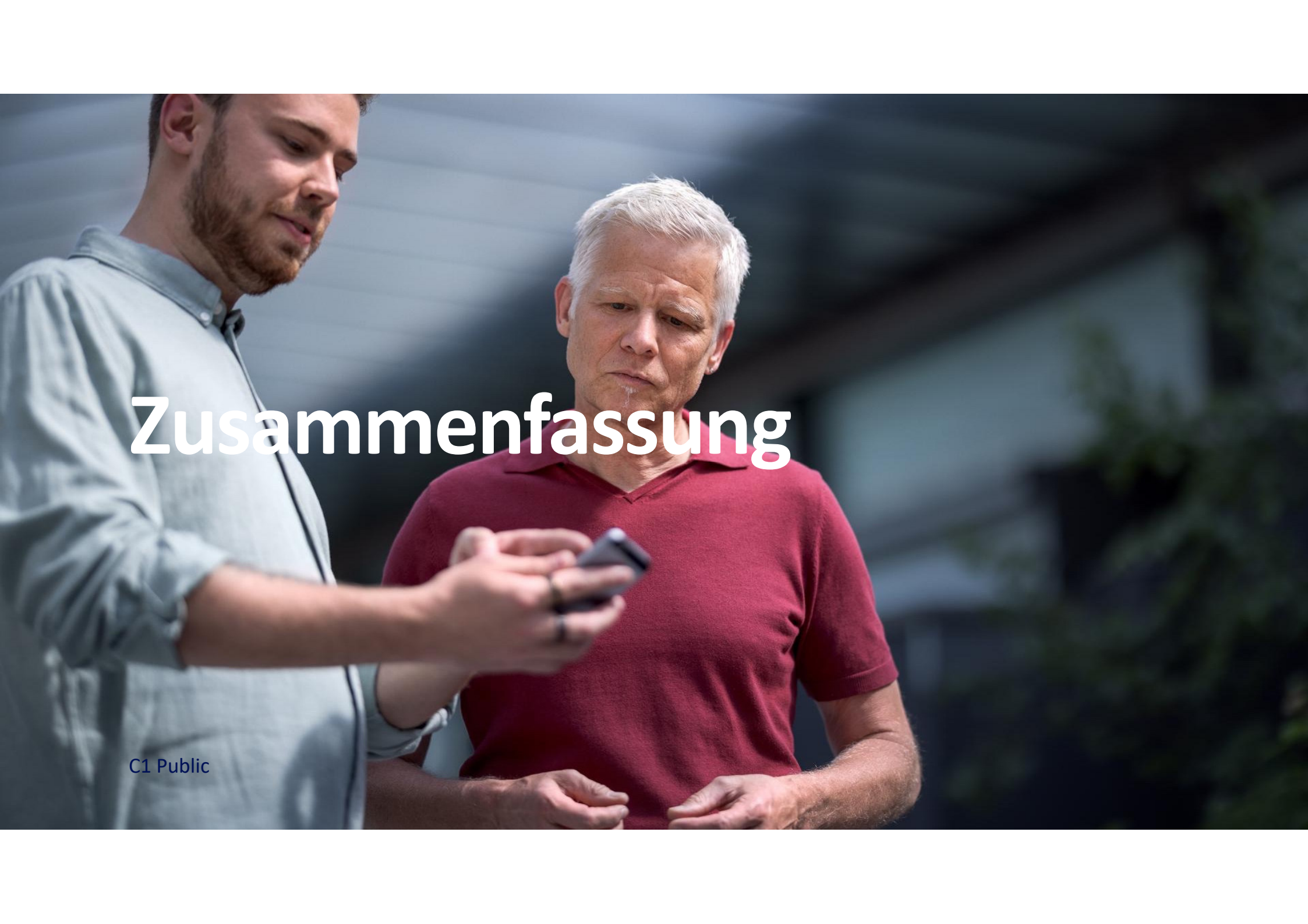


Neue Technologien erfordern neue Schutzmassnahmen



Neue Anwendungsfelder: VPP (virtual power plant)



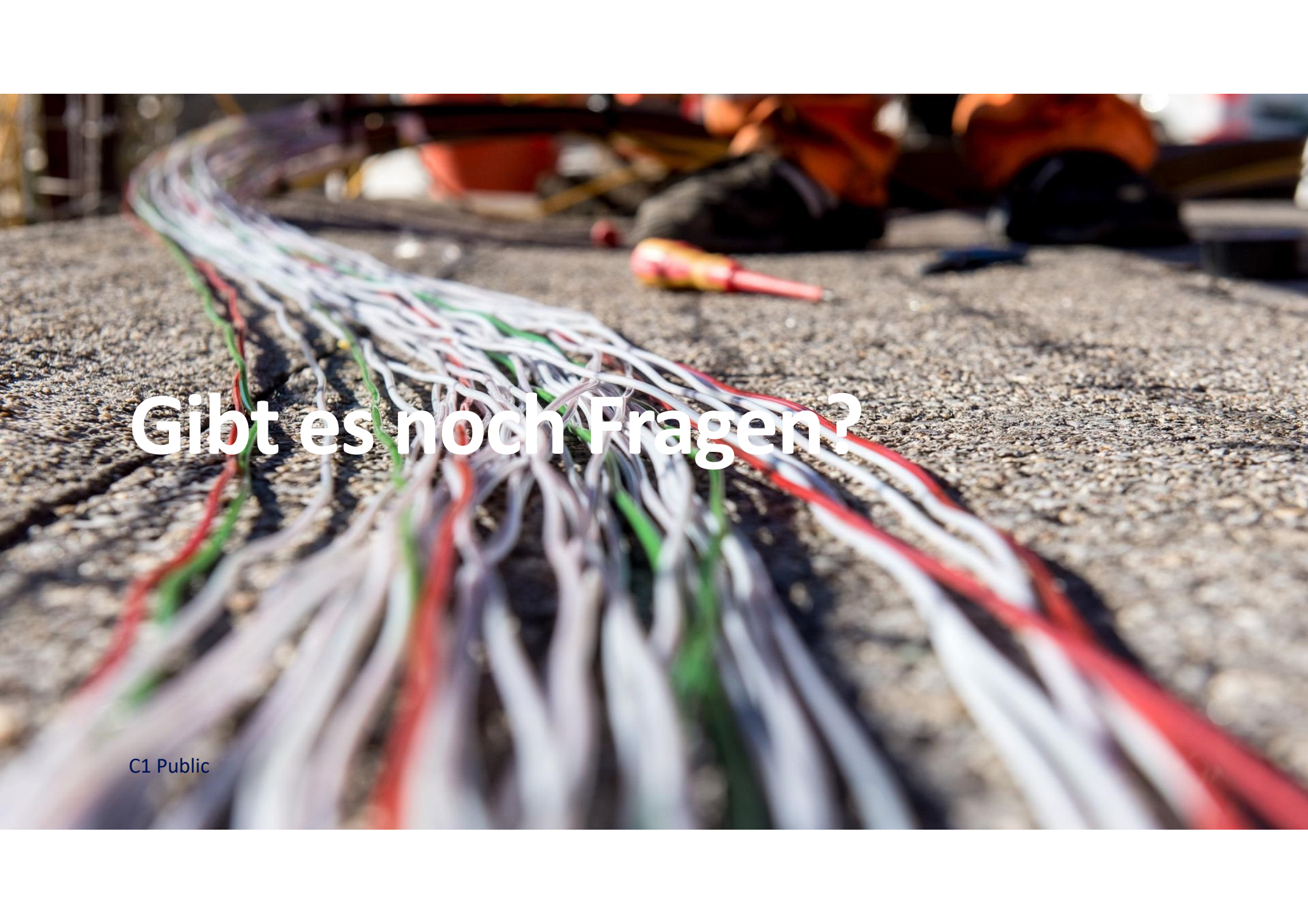
A photograph of two men standing outdoors. On the left, a younger man with a beard and short brown hair, wearing a light blue button-down shirt, is holding a black smartphone. He is looking down at the phone. On the right, an older man with short white hair, wearing a maroon polo shirt, is looking at the phone with a focused expression. The background is a blurred outdoor setting with a building and some greenery. The word 'Zusammenfassung' is overlaid in large white text across the middle of the image.

Zusammenfassung

C1 Public

www.swisscom.ch/phy

www.swisscom.ch/phy



Gibt es noch Fragen?

C1 Public

A woman with long dark hair is sitting on a couch, smiling and looking towards the right. She is holding a small brown and white dog in her lap. The dog is looking directly at the camera. The woman is holding a white remote control in her right hand. The background is a dimly lit room with a lamp and some furniture visible. The overall mood is cozy and relaxed.

Danke für die Aufmerksamkeit

Und noch einen tollen Event