



Willkommen zum 5. Elektro-Fachtag des theCH

1



Agenda

- 13:00 Neue QS Elektro, Änderungen gegenüber der alten Version
- 13:15 Referat und Fachgespräch zum Thema "Interpretation von elektrischen Anlagen im Teillastbetrieb; Voraussetzungen und Risiken"
- 15:30 Neuigkeiten und Highlight auf der Solarbranche
- 16:00 "Mikrokosmos AROVA", Geschichte und Rundgang durch 150 Jahre Industrievergangenheit
- 17:00 Apéro und Networking

2



Neue QS Elektro

3



Neue QS Elektro, Änderungen

Punkt 2.a. (Ausrüstung)

Alt:

Für die Elektrothermografie wird eine Messauflösung empfohlen, bei welcher mindestens 3 x 3 Bildpunkte (Pixel) als Berechnungsgrundlage für den Messwert (IFOVm) verwendet werden. Somit muss der zu messende Teil des Objektes mindestens die Grösse des realen Messflecks der Kamera (IFOVm) aufweisen. Dies wird z.B. durch die Wahl geeigneter Objektive, einer höheren geometrischen Auflösung der Kamera oder kürzerer Messdistanz erreicht. Der theCH empfiehlt eine Auflösung von 320 x 240 Pixel.

Neu:

Die Messauflösung darf beim spezifizierten Mindestfokusabstand der verwendeten Wärmebildkamera 3mm nicht überschreiten. Die 3mm entsprechen dem Durchmesser üblicher 1.5mm² Installationsdrähte. Die Berechnung der Messauflösung erfolgt mittels der folgenden Formel:

Messauflösung = 3 x "IVOF" [mrad] x "minimaler Fokusabstand der Kamera" [m]

Der theCH empfiehlt für Elektrothermografie eine Auflösung von mindestens 320 x 240 Pixel mit manuellem oder automatischem Fokus. Geräte mit Fixfokus sind für Elektrothermografie nicht geeignet da bei diesen die Messauflösung beim spezifizierten Mindestfokusabstand meist grösser als 3mm beträgt. 1.5mm² Installationsdrähte mit einem Durchmesser von 3mm können dabei nicht mehr korrekt gemessen werden.

4



Interpretation von elektrischen Anlagen im Teillastbetrieb, Voraussetzungen und Risiken

5



Teilbelastete NS-Elektroanlagen

Problemstellung, Ausgangslage

- Teilbelastete Fehlerstellen sind schwierig zu identifizieren und bewerten
- Die Temperaturunterschiede zu "gesunden" Bauteilen bzw. Anschlüssen oder der Umgebungstemperatur liegen oft nur bei einigen °C
- Die meisten Systeme sind zum Aufnahmezeitpunkt der Wärmebilder nicht unter Volllast anzutreffen

6

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Lösungsansätze

- Systeme auf Volllast bringen, dies ist jedoch in der Praxis nicht oder nur selten möglich
- Hochrechnung der gemessenen Temperaturen bzw. der Objekttemperaturdifferenz zu Umgebungstemperatur auf maximal mögliche Systemlast
- Beurteilung z.B. nach Vorgaben des VDS (Verband Deutscher Sachversicherer)

7

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Hochrechnung mit Fallbeispiel

$$\Delta T_{100\%} = I_{100\%}^2 : I_A^2 \times \Delta T_A \quad (\Delta T_A / \Delta T_{100\%} = I_A^2 / I_{100\%}^2)$$

Beispiel:	T_O	= 33 °C	(Aktuelle Objekt-Temperatur)
	T_U	= 25 °C	(Aktuelle Umgebungs-Temperatur)
	ΔT_A	= 8 °C	(Aktuelle Temperaturdifferenz = $T_O - T_U$)
	I_A	= 20A	(Aktueller Strom)
	$I_{100\%}$	= 63A	(max. anzunehmende Last, z.B. Versicherung)
	$\Delta T_{100\%}$	= ?	(zu erwartende Temperaturdifferenz)
	$T_{O@I_{100\%}}$	= ?	(zu erwartende Leitertemperatur)

$$\Delta T_{100\%} = 63^2 : 20^2 = 9.92 \times 8^\circ\text{C} = 79.38^\circ\text{C}$$

$$T_{O@I_{100\%}} = T_U + \Delta T_{100\%} = 25^\circ\text{C} + 79^\circ\text{C} = \underline{104^\circ\text{C}}$$

8

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Hochrechnung, Präzisierung des $I_{100\%}$

- Als $I_{100\%}$ gilt die Vorsicherung oder maximal mögliche Systemlast aufgrund fest angeschlossener Verbraucher, handelt es sich um eine Gruppe mit Steckdosen gilt in jedem Fall die Vorsicherung
- Für die Messung sind ausschliesslich TRMS Stromzangen zu verwenden!
- Leiterquerschnittseinfluss ist in Hochrechnung nicht direkt berücksichtigt, hat jedoch auf die Temperaturdifferenz eine geringe Auswirkung

9

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Grenzwerte

- Generell gelten für die maximale Temperatur der entsprechenden Bauteile die aktuelle NIN bzw. die Herstellerangaben und relevanten Bauteilnormen

10

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Grenzwerte gemäss NIN 2010

Isolier- und Werkstoffe (5.2.3.1.1.4 / 5.3.9.7.3), z.B.	
Thermoplast oder Mineral im Handbereich, am Leiter gemessen	≤ 70°C
Vernetztes Polyethylen (VPE), am Leiter gemessen	≤ 90°C
Mineral, am Mantel gemessen (nicht im Handbereich)	≤ 105°C
Weichlot (4.3.4.3§1)	≤ 160°C
Schutz gegen Verbrennung. Maximal Temperatur für im Handbereich zugänglichen Teile von elektrischen Einrichtungen bei normalem Betrieb (4.2.3), für Teile welche im Betrieb	
normalerweise nicht berührt werden müssen, metallisch	≤ 80°C
normalerweise nicht berührt werden müssen, nicht metallisch	≤ 90°C
berührt werden müssen, metallisch	≤ 70°C
berührt werden müssen, nicht metallisch	≤ 80°C
in der Hand gehalten werden, metallisch	≤ 55°C
in der Hand gehalten werden, nicht metallisch	≤ 65°C
Zulässige Erwärmung der Umgebungstemperatur von SK* Gehäuse (5.3.9.7.3)	
mittlere Temperatur	≤ 35°C
Steuerkomponenten in SK* müssen zugelassen sein für	≥ 55°C
SK* interne Lufttemperaturerhöhung	≤ 20°C

* Schaltgerätekombination

11

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Fehler- und Dringlichkeitsklassifizierung

- Lässt viel Spielraum, zurzeit keine gesetzlichen oder reglementarische Vorgaben in der Schweiz
- Der VDS (Verband Deutscher Sachversicherer) definiert eine Bewertungsgrundlage für Fehlergruppen an NS-Elektroanlagen mit einer Einteilung von 1 bis 4, wobei als 1 = keine bzw. geringe und 4 = grosse Auffälligkeit bewertet wird.

12

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Fehler- und Dringlichkeitsklassifizierung nach VDS
 ΔT in °C bezieht sich auf T Umgebung

- **Fehlergruppe 1:** $0\text{ °C} < 10\text{ °C}$
keine Massnahmen erforderlich, weiter beobachten
- **Fehlergruppe 2:** $10\text{ °C} < 35\text{ °C}$
bei nächster Abschaltung bzw. bei nächster Gelegenheit beheben
- **Fehlergruppe 3:** $35\text{ °C} < 70\text{ °C}$
bei nächster geplanter Abschaltung beheben, jedoch innerhalb 6 Monaten
- **Fehlergruppe 4:** $>70\text{ °C}$
bei nächstmöglicher Abschaltung bzw. sofort beheben, Lasten reduzieren, nicht erhöhen!

13

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Bestimmung T Umgebung

- Messung mit Raumthermometer
- Messung mit Kamera an Referenzstelle mit T Umgebung

14

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



QualiPower®

T umg [°C]	27.0	QualiPower® Thermografie Verband Schweiz, www.theCH.ch			
I akt [A]	I max [A]	T obj [°C]	T obj 100% [°C]	ΔT 100% [°C]	Bemerkung
2.5	13	30.1	110.8	80.8	Fehlergruppe 4

In Zwischenablage kopieren!

Formular löschen!

Fehlergruppendefinition für ΔT 100%

- 1 < 10 °C: keine Massnahmen erforderlich, weiter beobachten
- 2 10 °C bis < 35 °C: bei nächster Abschaltung bzw. bei nächster Gelegenheit beheben
- 3 35 °C bis < 70 °C: bei nächster geplanter Abschaltung beheben, jedoch innerhalb 6 Monaten
- 4 ≥ 70 °C: bei nächstmöglicher Abschaltung bzw. sofort beheben, Lasten reduzieren, nicht erhöhen!

Abkürzungserklärungen

I akt	Aktueller Laststrom zum Aufnahmezeitpunkt
I max	Maximal möglicher Laststrom (Vorsicherung oder Summe Verbraucherströme)
T umg	Umgebungstemperatur zum Aufnahmezeitpunkt
T obj	Objekttemperatur zum Aufnahmezeitpunkt
T obj 100%	Objekttemperatur (hochgerechnet) bei I max
ΔT 100%	Temperaturdifferenz (hochgerechnet) bei I max

Hinweise

- Die Berechnung des ΔT 100% erfolgt mit der Formel

$$I_{max}^2 : I_{akt}^2 \times (T_{obj} - T_{umg})$$
- Die Fehlergruppeneinteilung wird nach VDS (Verband Deutscher Sachversicherer, Stand Juli 2014) vorgenommen
- Querschnittsbedingte Temperaturänderungen werden hierbei nicht berücksichtigt, können jedoch vernachlässigt werden
- Je kleiner die Last je unsicherer die Hochrechnung bzw. Fehlergruppeneinteilung, empfohlene Last > 30%

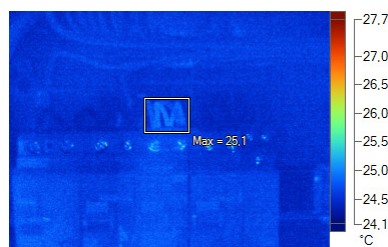
15

Teilbelastete NS-Elektroanlagen

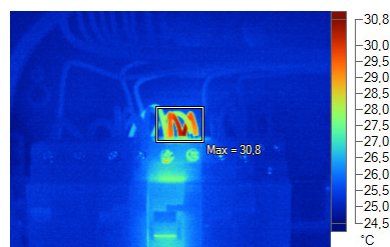


Fallstudie NS-Kleinverteiler Wohnung

Klemme Abgang LS festgezogen



T Umgebung	25 °C
T Objekt	25.1 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	2.9 A
I max System (Vorsicherung)	13 A



T Umgebung	25 °C
T Objekt	30.8 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	12.2 A
I max System (Vorsicherung)	13 A

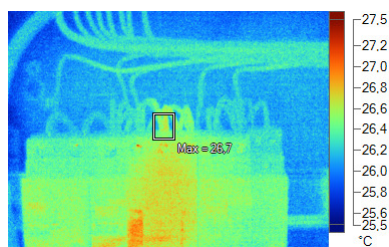
16

Teilbelastete NS-Elektroanlagen

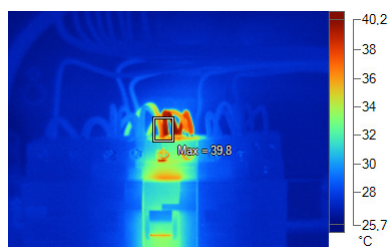


Fallstudie NS-Kleinverteiler Wohnung

Klemme Abgang LS 1/4 Umdrehung lose



T Umgebung	26 °C
T Objekt	26.7 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	2.5 A
I max System (Vorsicherung)	13 A



T Umgebung	26 °C
T Objekt	39.8 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	13.8 A
I max System (Vorsicherung)	13 A

17

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Fallstudie NS-Kleinverteiler Wohnung

Klemme Abgang LS 1 Umdrehung lose



T Umgebung	27 °C
T Objekt	30.1 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	2.5 A
I max System (Vorsicherung)	13 A



T Umgebung	27 °C
T Objekt	88.1 °C
I akt zum Aufnahmezeitpunkt	12.9 A
I max System (Vorsicherung)	13 A

18

Teilbelastete NS-Elektroanlagen



Fazit

- Die Hochrechnung für die zu erwartende Temperaturdifferenz bei Teillast von NS-Elektroanlagen ist unumgänglich, die reale Temperatur des betroffenen Objektes hängt jedoch nicht nur von der Belastung, sondern u.a. auch von der vorliegenden Kontakteigenschaft (Übergangswiderstand) ab
- Bei Analysen mit < 10% - 15% Systemlast steigt das Risiko eine Auffälligkeit nicht korrekt bewerten zu können.
- Empfehlung: Aufnahmen bei min. 20% Systemlast, besser wären > 30%
- Mit der Fehlergruppengrundlage des VDS und unter Einhaltung des Qualitätsstandards Elektro des theCH können auch teilbelastete Systeme in ihrer Dringlichkeit bewertet werden, vorausgesetzt der Thermograf hält sich an die Empfehlung der minimalen Systemlast

19



**Fragen?
Ergänzungen?
Feedbacks?**

20



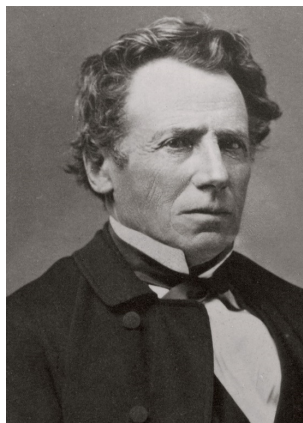
150 Jahre Industriegeschichte im Wirtschaftsraum Schaffhausen

21



150 Jahre Industriegeschichte

Heinrich Moser, Visionär, Unternehmer, Macher



1805 bis 1874

22

150 Jahre Industriegeschichte



Der Moser-Damm, Baubeginn 1863

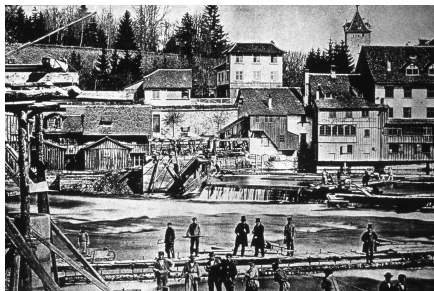


23

150 Jahre Industriegeschichte



Schwierige Umstände während des Baus

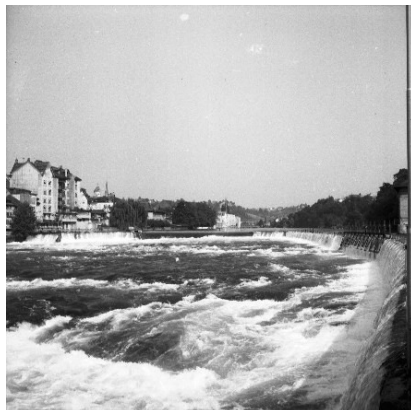


24

150 Jahre Industriegeschichte



Der Moser-Damm, Vollendung April 1866



Der seinerzeit grösste Staudamm der Schweiz

25

150 Jahre Industriegeschichte



Nachhaltige Veränderungen am Rhein



26

150 Jahre Industriegeschichte



Mechanische Energiegewinnung

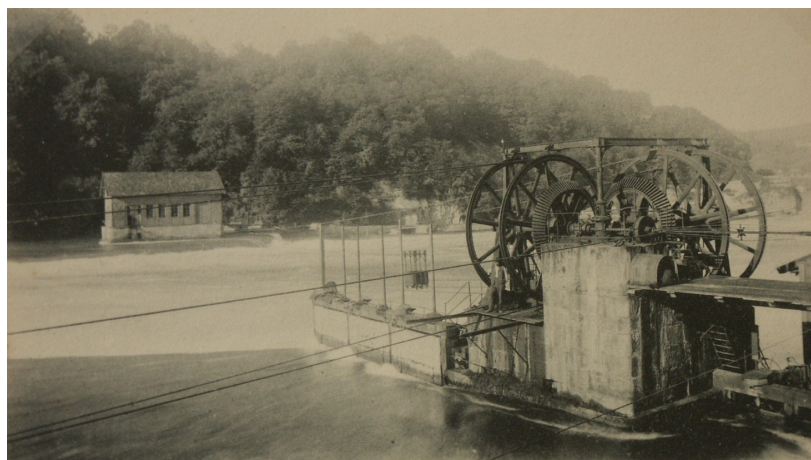


27

150 Jahre Industriegeschichte



Mechanische Energieübertragung

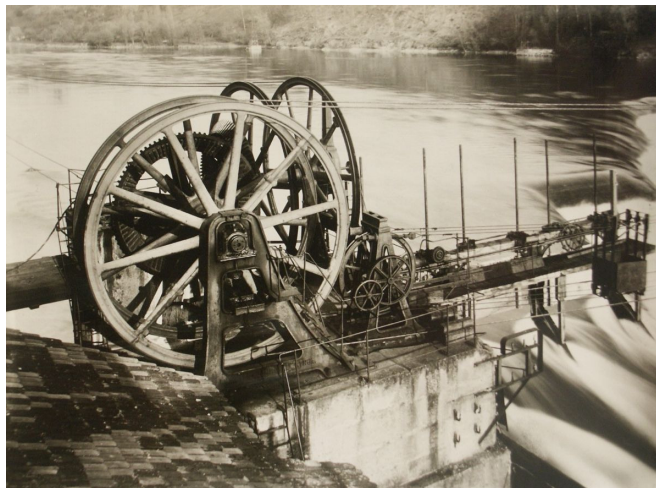


28

150 Jahre Industriegeschichte



Mechanische Energieübertragung



29

150 Jahre Industriegeschichte



Mechanische Energieübertragung



30

150 Jahre Industriegeschichte



Mechanische Energieübertragung



31

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Gründung der Bindfadenfabrik 1872



Mitbegründer
Johan Christoph Moser-Ott

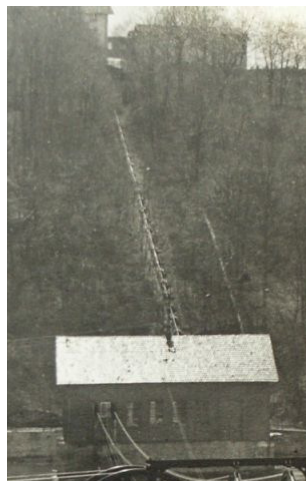


32

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Energie für die Bindfadenfabrik

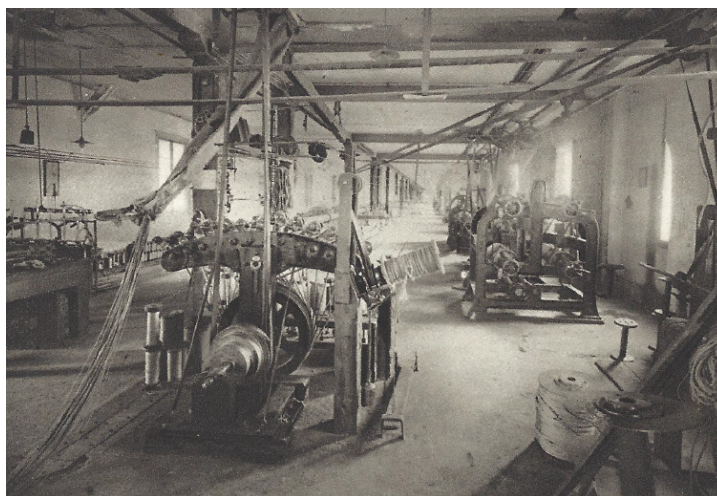


33

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Bindfadenfabrik Seilerei

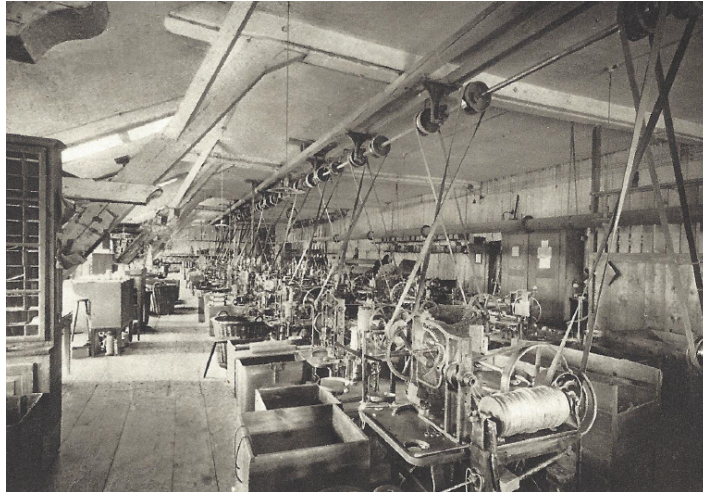


34

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Bindfadenfabrik Knäuelei



35

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Bindfadenfabrik Vor- und Grobspinnerei



36

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Bindfadenfabrik Fabrikation

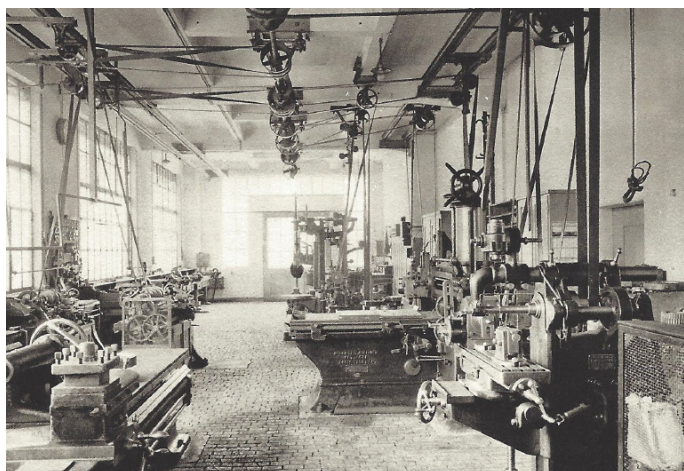


37

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Reparaturwerkstätte



38

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Neubau Kraftwerk 1961 - 1967



41

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



AROVA, 1964



42

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



AROVA, 1970



43

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



AROVA Gewerbezentrum heute

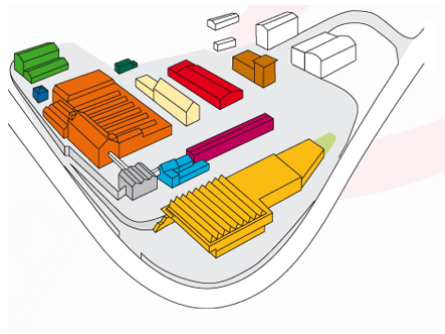


44

Von der Bindfadenfabrik zur AROVA



Das AROVA Gewerbezentrum, vom
Medizinunternehmen mit Reinraum über
Autovermietung, Photovoltaik, Solarwärme, bis
zur Tierklinik, ein Mikrokosmos mit vielen Farben
und Facetten



45