

LIVARSA[®]

Janitza[®]

KÜHN
ELEKTROTECHNIK
Karlsruhe | Renchen | Teningen

EFFIZIENZ
ARCHITEKTUR
FORUM 2022



18.10.2022

EUROPA-PARK RUST | HOTEL SANTA ISABEL

VERNACHLÄSSIGTE
ELEKTROINSTALLATIONEN

IN DER INDUSTRIE



Dipl. - Ing. (FH) Albrecht Englert

- Seit 1978 Vorträge, Seminare, Weiterbildung
- 1982 - 1986 Studium „Elektrische Energietechnik“ an der FH Esslingen
- Seit 1986 Ingenieurbüro: Planung elektrischer Anlagen und Systeme
Beratung, Planung, Bauleitung, Abnahme, Abrechnung
 - 110 kV, Umspannwerke, Mittelspannungsnetze, Schutztechnik
 - Leittechnik, Datennetze, Rechenzentren
 - Stromversorgung Wohnungsbau, Industrie, Gewerbe, öffentliche Hand
 - Brandmeldeanlagen, Videoüberwachung, Zutrittskontrolle
 - Brandschutzkonzepte, Flucht- Rettungswege, Räumungskonzepte
- Seit 1999 Sachverständiger zum Prüfen elektrischer Anlagen (VdS)



eTec-ES-GmbH Ingenieure, Sachverständige
 Mülbergerstr. 181 * D-73728 Esslingen am Neckar
 Telefon 0170 - 2 79 25 16
 E-Mail a.englert@etec-es.de

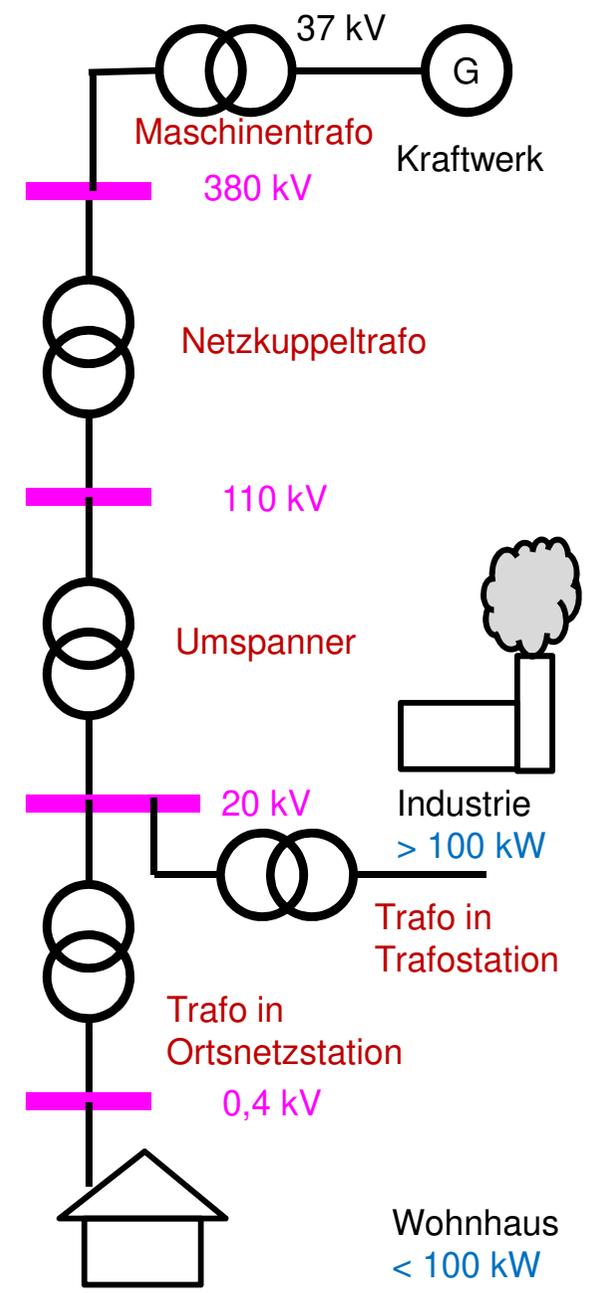
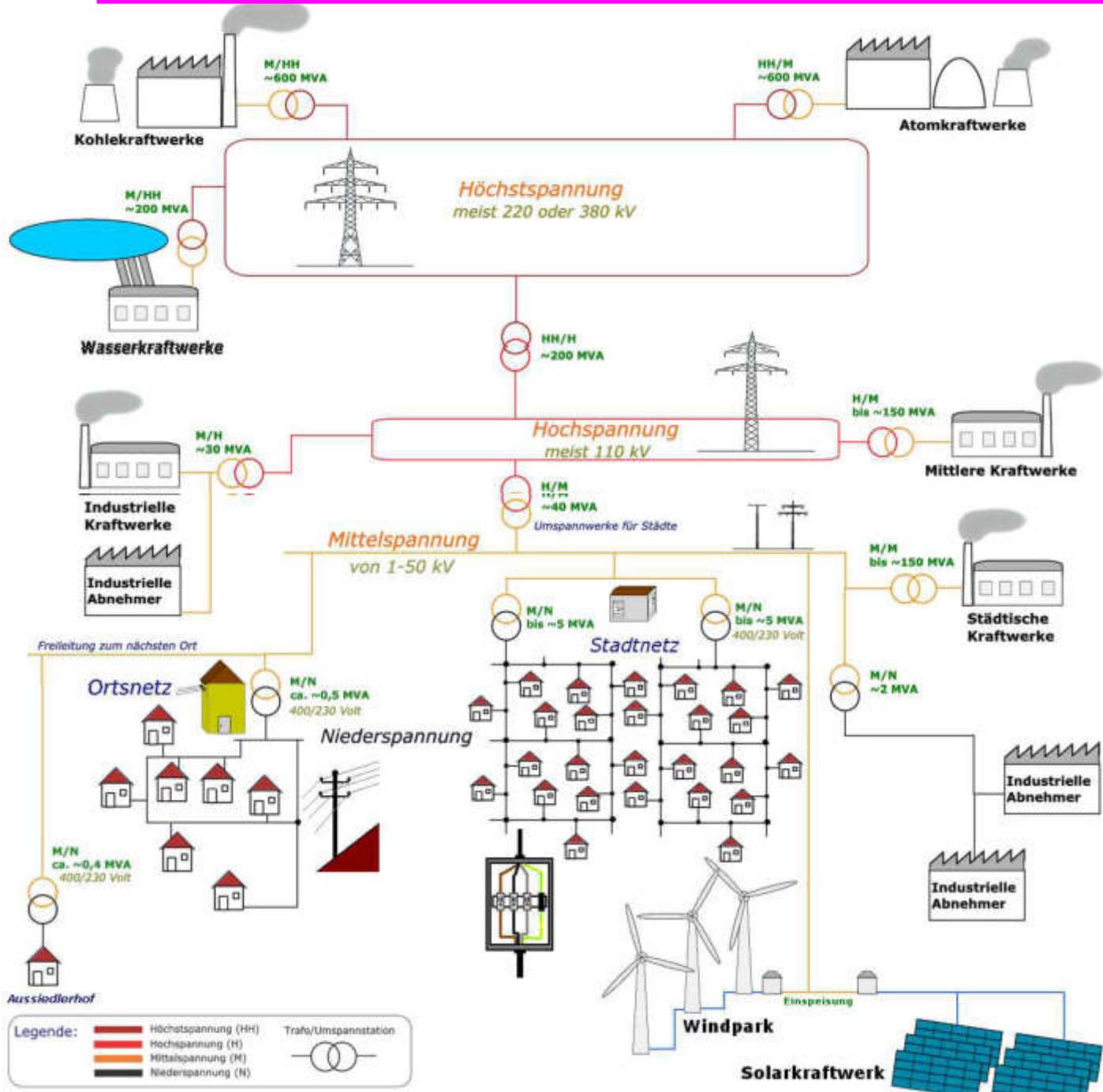
Zur Beachtung:

Die in diesen Unterlagen enthaltenen Informationen, Bilder und Texte sind zur ausschließlichen Nutzung durch die Teilnehmer bestimmt und unterliegen ausdrücklich dem gesetzlich geschützten Urheberrecht des Autors. Ohne vorherige Zustimmung dürfen diese Unterlagen - auch auszugsweise - weder weiter gegeben, nachgedruckt noch vervielfältigt werden. Sie dürfen auch nicht in anderer Weise missbräuchlich verwendet werden.

Die Unterlagen sind ausschließlich für die Teilnehmer dieses Seminars bestimmt und geben die Meinungen und Ansichten des Verfassers wieder. Es sind immer die Gesetze, Normen und allgemein anerkannten Regeln der Technik anzuwenden und einzuhalten.

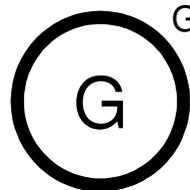
Um die Lesbarkeit zu erhöhen, wird bei allen personenbezogenen Begriffen die männliche Form verwendet. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass damit alle Geschlechter angesprochen und gemeint sind.

Architektur Stromversorgung - Gesamtnetz



Quelle: eTec, Internet

Netz-Architektur - Niederspannung



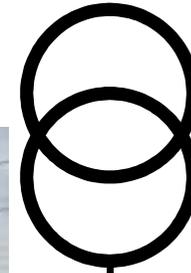
Generator



Kabel



Freileitung



Transformator



Schaltanlagen
Verteilung



Leitungsschutz-
schalter
= Sicherungs-
automat



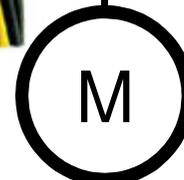
Leitung



Glühlampe



Kabel



Motor

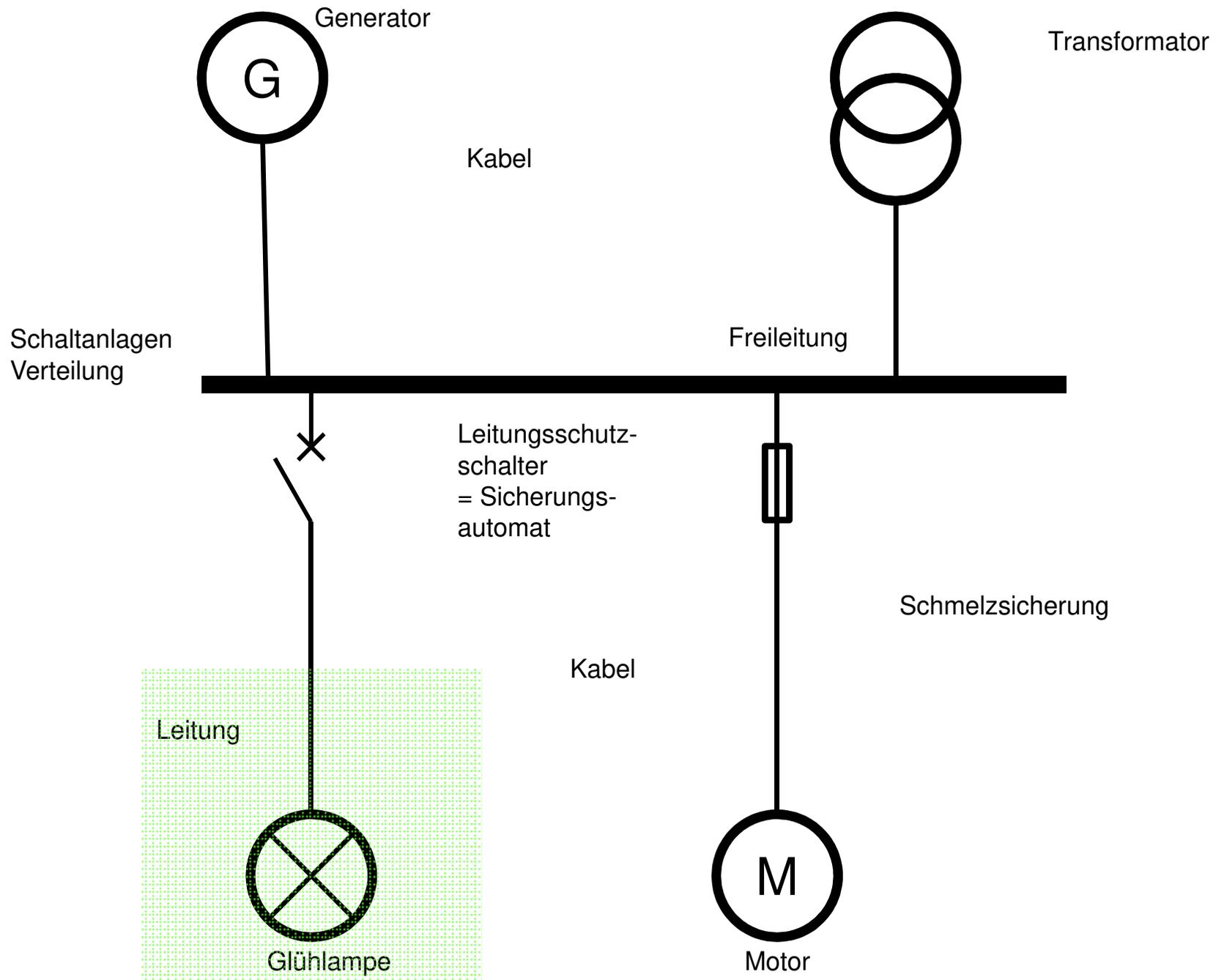


Schmelzsicherung



Quelle: eTec

Übersichtsschaltplan



Zeitreise Beleuchtung - Architektur



||



+



||

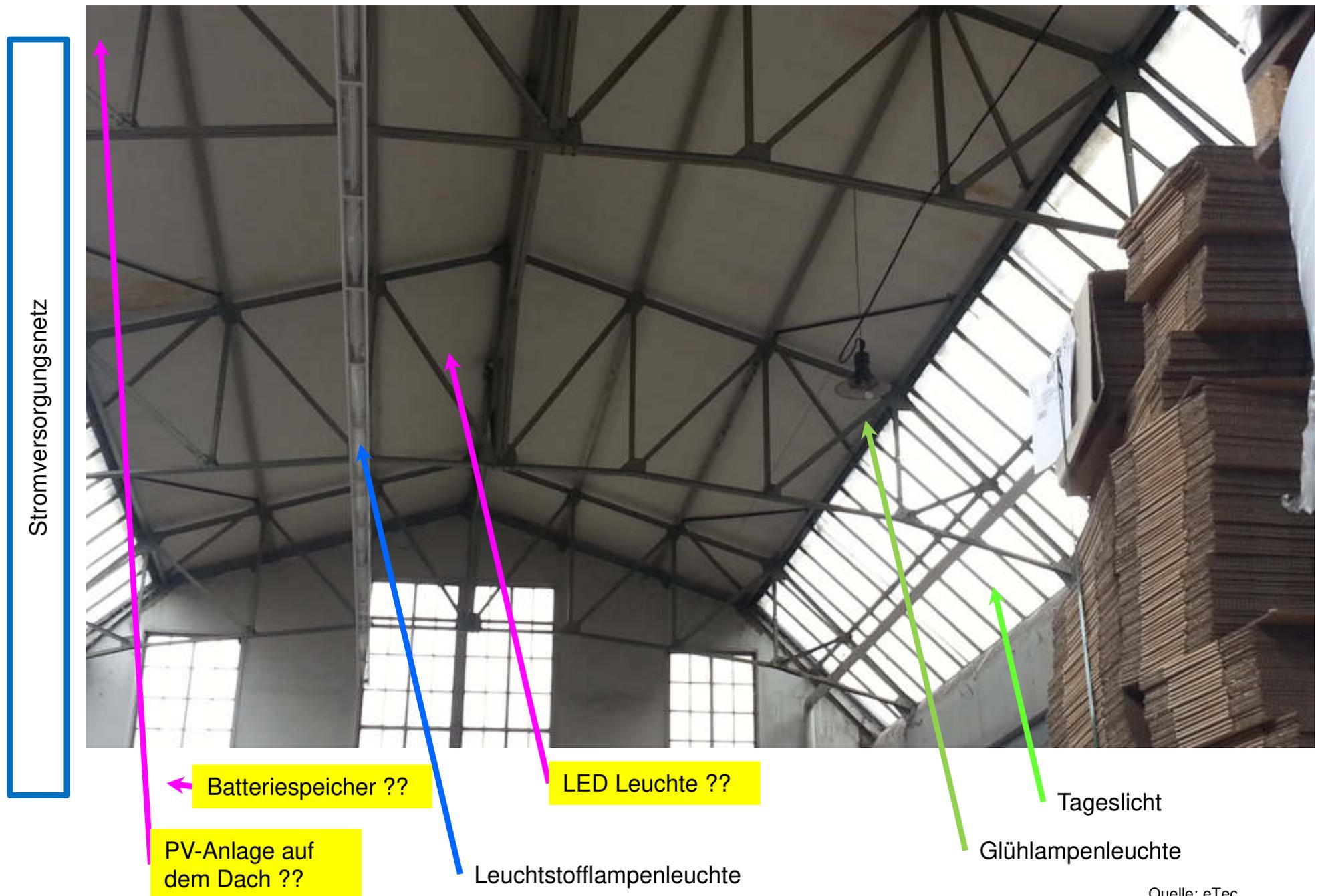


+



Quelle: eTec

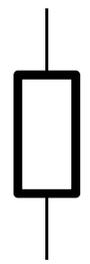
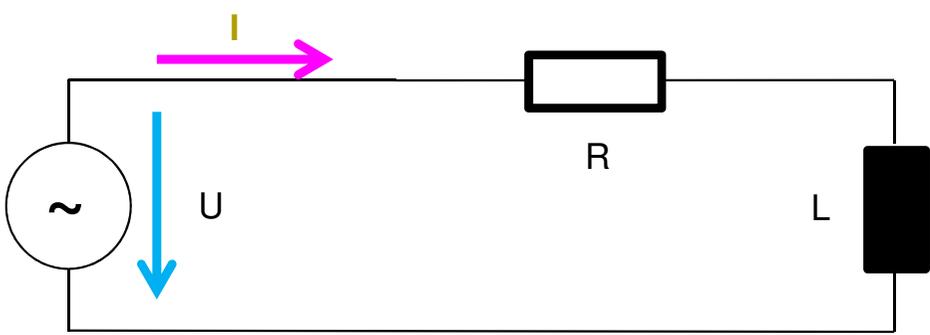
Hallenbeleuchtung - historische Entwicklung



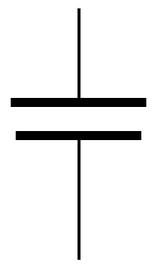
Quelle: eTec

Stromkreis

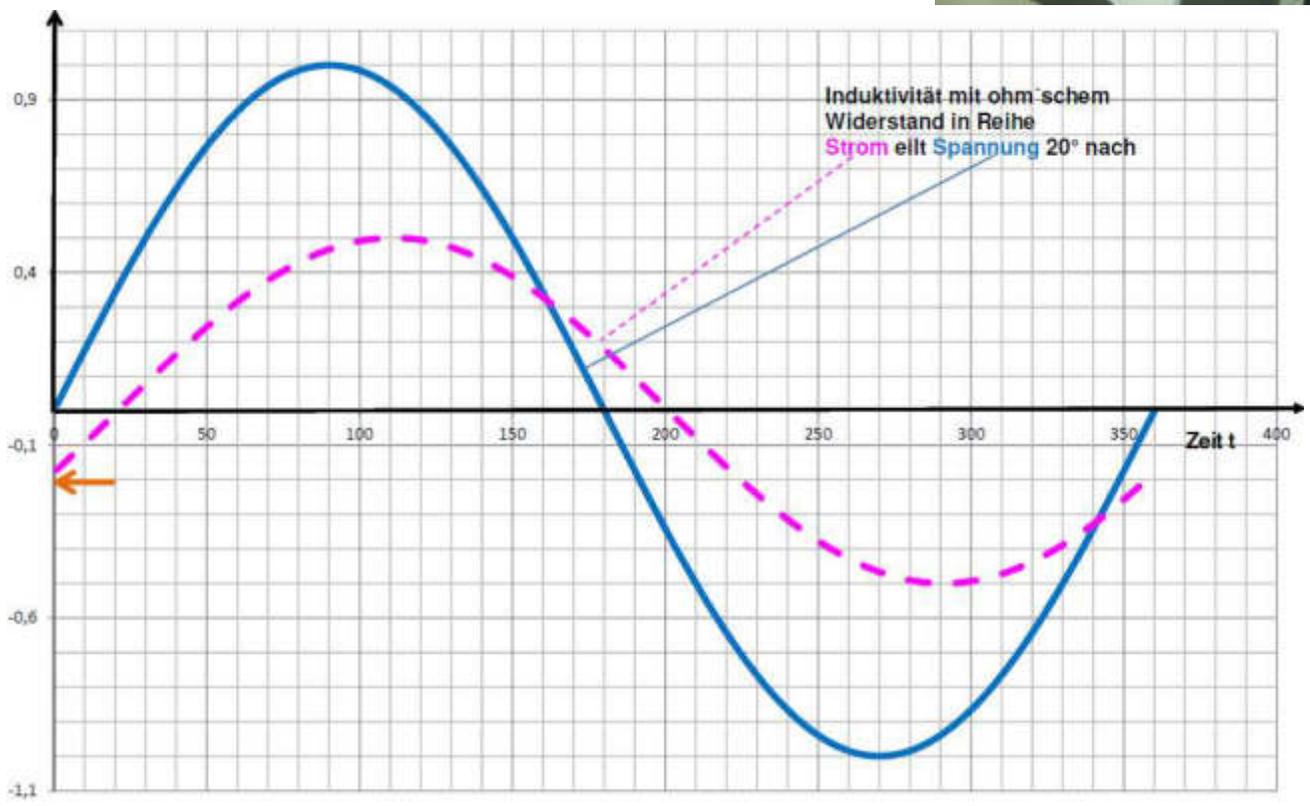
Aus einer Wechselspannungsquelle wird durch einen ohm'schen Widerstand und eine Induktivität ein Wechselstrom getrieben:



Widerstand
= ohm'scher
Widerstand



Kondensator
= Kapazität



Verluste?

Effizienz?

Welche Bausteine und Möglichkeiten gibt es?

Quelle: eTec

Effizienzsteigerung Möglichkeit

Aufgabenstellung:

Ist es effektiv, Motoren durch Energieeffizienzmotoren zu ersetzen?

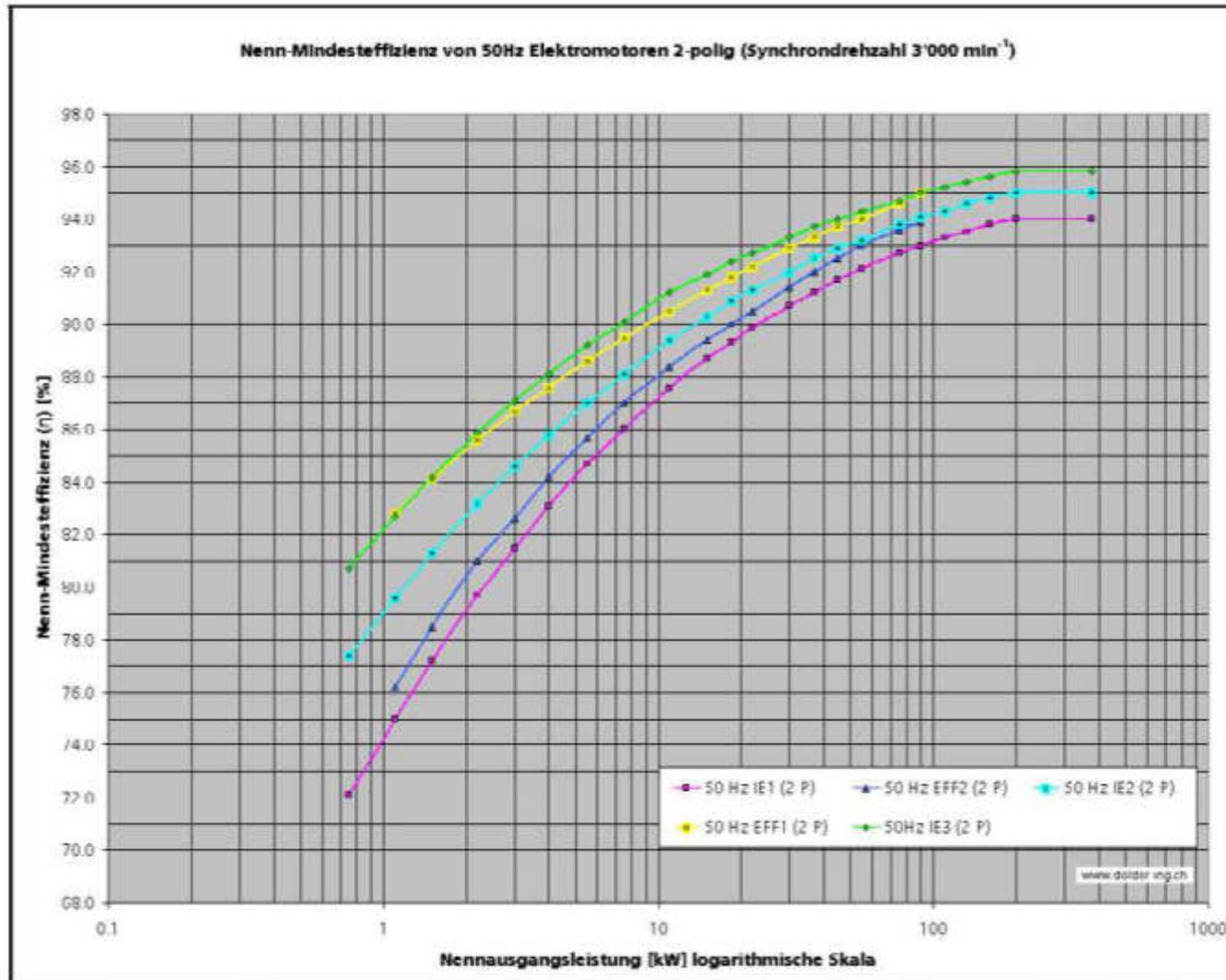


Abbildung 1.2: Diagramm mit den Grenzwerten der alten und neuen Effizienzklasse für 2-polige Motoren.

Ergebnis: Einsatz von Hocheffizienzmotoren

Frage: Wer hat Motoren ausgetauscht ?

Quelle: eTec

Effizienzsteigerung bei Motoren

Nominelle Mindest-Wirkungsgrade zur Erreichung der Effizienzklasse IE2

Angegeben Ausgangsleistung kW	Anzahl der Pole		
	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9
1,1	79,6	81,4	78,1
1,5	81,3	82,8	79,8
2,2	83,2	84,3	81,8
3	84,6	85,5	83,3
4	85,8	86,6	84,6
5,5	87,0	87,7	86,0
7,5	88,1	88,7	87,2
11	89,4	89,8	88,7
15	90,3	90,6	89,7
18,5	90,9	91,2	90,4
22	91,3	91,6	90,9
30	92,0	92,3	91,7
37	92,5	92,7	92,2
45	92,9	93,1	92,7
55	93,2	93,5	93,1
75	93,8	94,0	93,7
90	94,1	94,2	94,0
110	94,3	94,5	94,3
132	94,6	94,7	94,6
160	94,8	94,9	94,8
200 bis zu 375	95,0	95,1	95,0

Nominelle Mindest-Wirkungsgrade zur Erreichung der Effizienzklasse IE3

Angegeben Ausgangsleistung kW	Anzahl der Pole		
	2	4	6
0,75	80,7	82,5	78,9
1,1	82,7	84,1	81,0
1,5	84,2	85,3	82,5
2,2	85,9	86,7	84,3
3	87,1	87,7	85,6
4	88,1	88,6	86,8
5,5	89,2	89,6	88,0
7,5	90,1	90,4	89,1
11	91,2	91,4	90,3
15	91,9	92,1	91,2
18,5	92,4	92,6	91,7
22	92,7	93,0	92,2
30	93,3	93,6	92,9
37	93,7	93,9	93,3
45	94,0	94,2	93,7
55	94,3	94,6	94,1
75	94,7	95,0	94,6
90	95,0	95,2	94,9
110	95,2	95,4	95,1
132	95,4	95,6	95,4
160	95,6	95,8	95,6
200 bis zu 375	95,8	96,0	95,8

Verbesserung
um 2 %-Punkte

Die Tabellen legen die Grenzwerte für die erforderlichen Wirkungsgrade fest, die von den Motoren erreicht werden müssen, um die entsprechenden Klassifizierungen zu erhalten. Die Werte für die IE4 Effizienzklassen sind in der nächsten Aktualisierung des Standards noch nicht enthalten. Das Ziel ist, die Verluste der IE4 Motoren um 15 % gegenüber den IE3 Motoren zu reduzieren.

Kosten

Elektromotoren für Industrie und Landwirtschaft IE1

Drehstrom-Asynchron-Motoren "Standard Efficiency" IE1 mit Käfigläufer, **fabriksneu, ab Lager**,
 "Standard Motoren": bis 0,55 kW, Motoren mit 750 Upm und Restlagerbestände lieferbar.
 3x400 Volt, 50 Hz, Schutzart IP 55, Bauform IM B3 (B5, B14 Aufpreis), nach IEC 60034-1

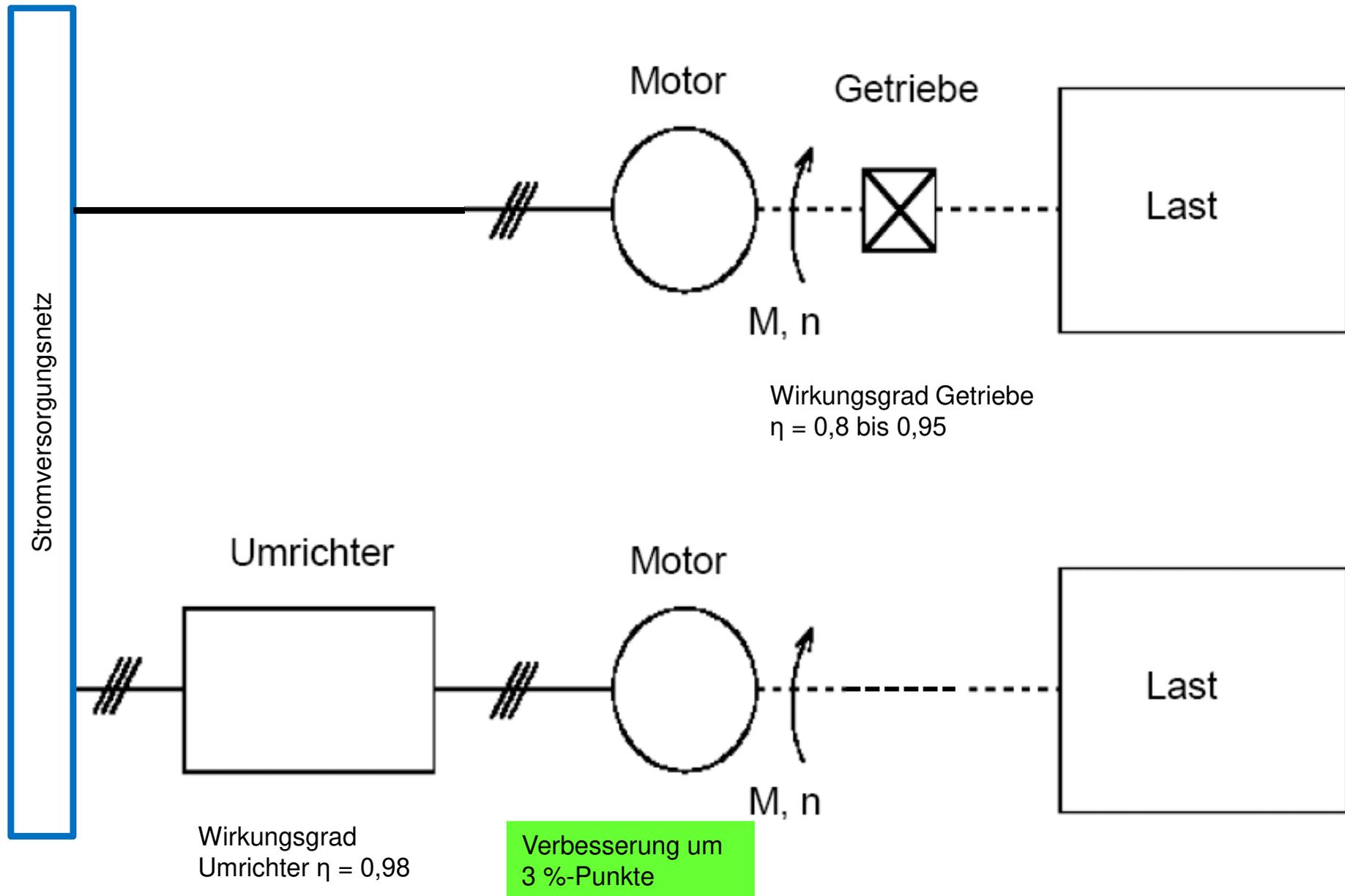
Bauform: B3 - Wechseln zu Bauform:								
Leistung	720 Upm		950 Upm		1450 Upm		2900 Upm	
[kW]	IEC-Baugr. -Wellen Ø [mm]	Preis [EUR]						
3	132 M-38	521,-	132 S-38	475,-	100 L-28	265,-	100 L-28	247,-
4	160 M-42	708,-	132 M-38	522,-	112 M-28	325,-	112 M-28	316,-
5,5	160 M-42	779,-	132 M-38	531,-	132 S-38	475,-	132 S-38	444,-
7,5	160 L-42	851,-	160 M-42	736,-	132 M-38	522,-	132 S-38	505,-
11	180 L-48	1.127,-	160 L-42	851,-	160 M-42	736,-	160 M-42	736,-

Energiesparmotoren IE2

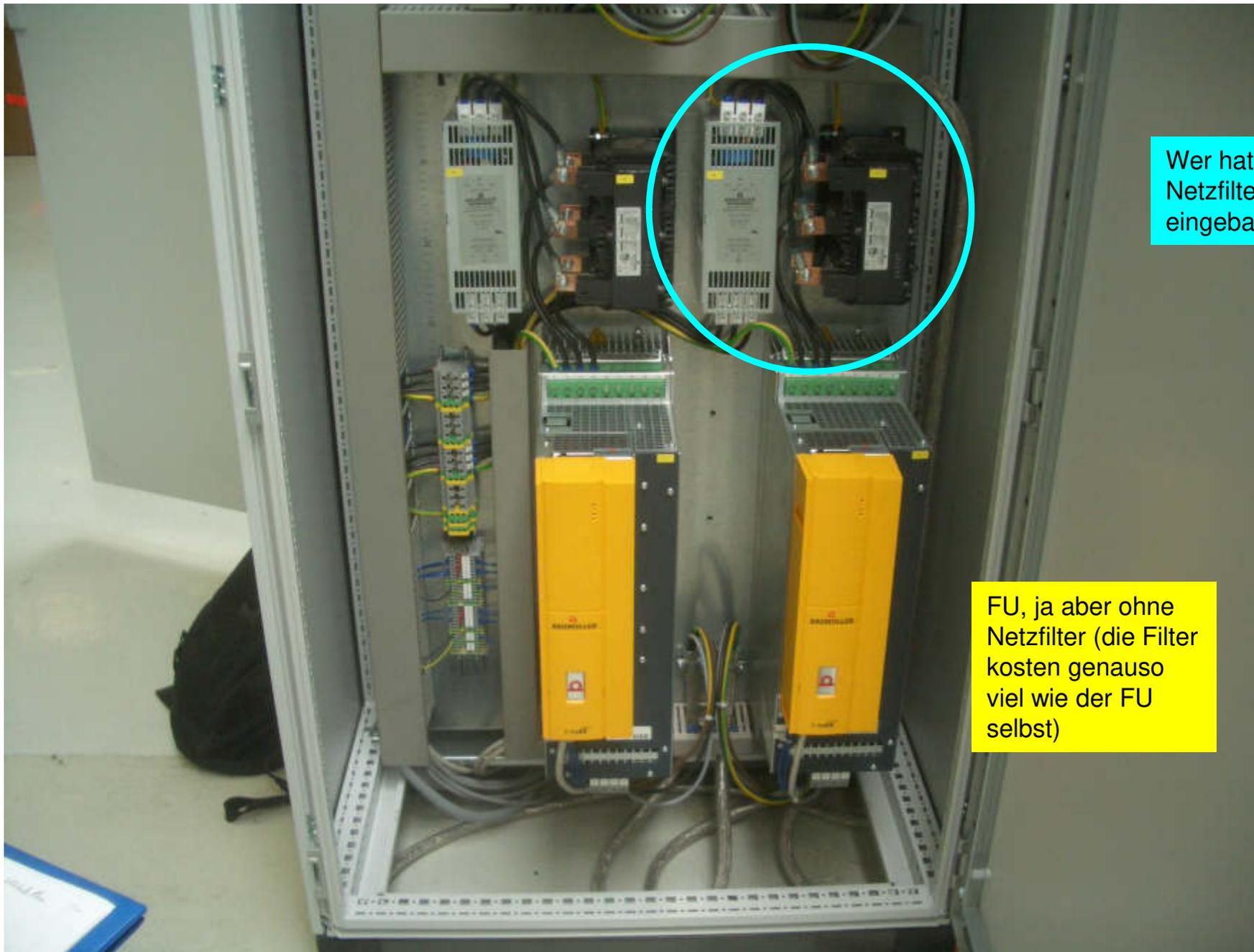
Drehstrom-Asynchron-Motoren mit Käfigläufer, **fabriksneu, ab Lager lieferbar**.
 3x400 Volt, 50 Hz, Schutzart IP 55, Bauform IM B3 (B5, B14 Aufpreis) nach IEC 60034-1 bzw. 60072
 Baugröße 56-132 Aluminium, ab Baugröße 160 Guss.
 2- und 4-polig 1,1 kW bis 90 kW: eff1. Alle anderen Leistungen und 6- sowie 8-polig: verbesserter Wirkungsgrad.

Bauform: B3 - Wechseln zu Bauform:								
Leistung	720 Upm		950 Upm		1450 Upm		2900 Upm	
[kW]	IEC-Baugr. -Wellen Ø [mm]	Preis [EUR]						
3	132 M-38	500,-	132 S-38	537,-	100 L-28	307,-	100 L-28	286,-
4	160 M-42	852,-	132 M-38	589,-	112 M-28	367,-	112 M-28	357,-
5,5	160 M-42	936,-	132 M-38	599,-	132 S-38	537,-	132 S-38	501,-
7,5	160 L-42	1.024,-	160 M-42	886,-	132 M-38	589,-	132 S-38	570,-
11	180 L-48	1.357,-	160 L-42	1.024,-	160 M-42	886,-	160 M-42	886,-

Drehzahlanpassung



Frequenzumrichter FU ohne oder mit Netzfilter?

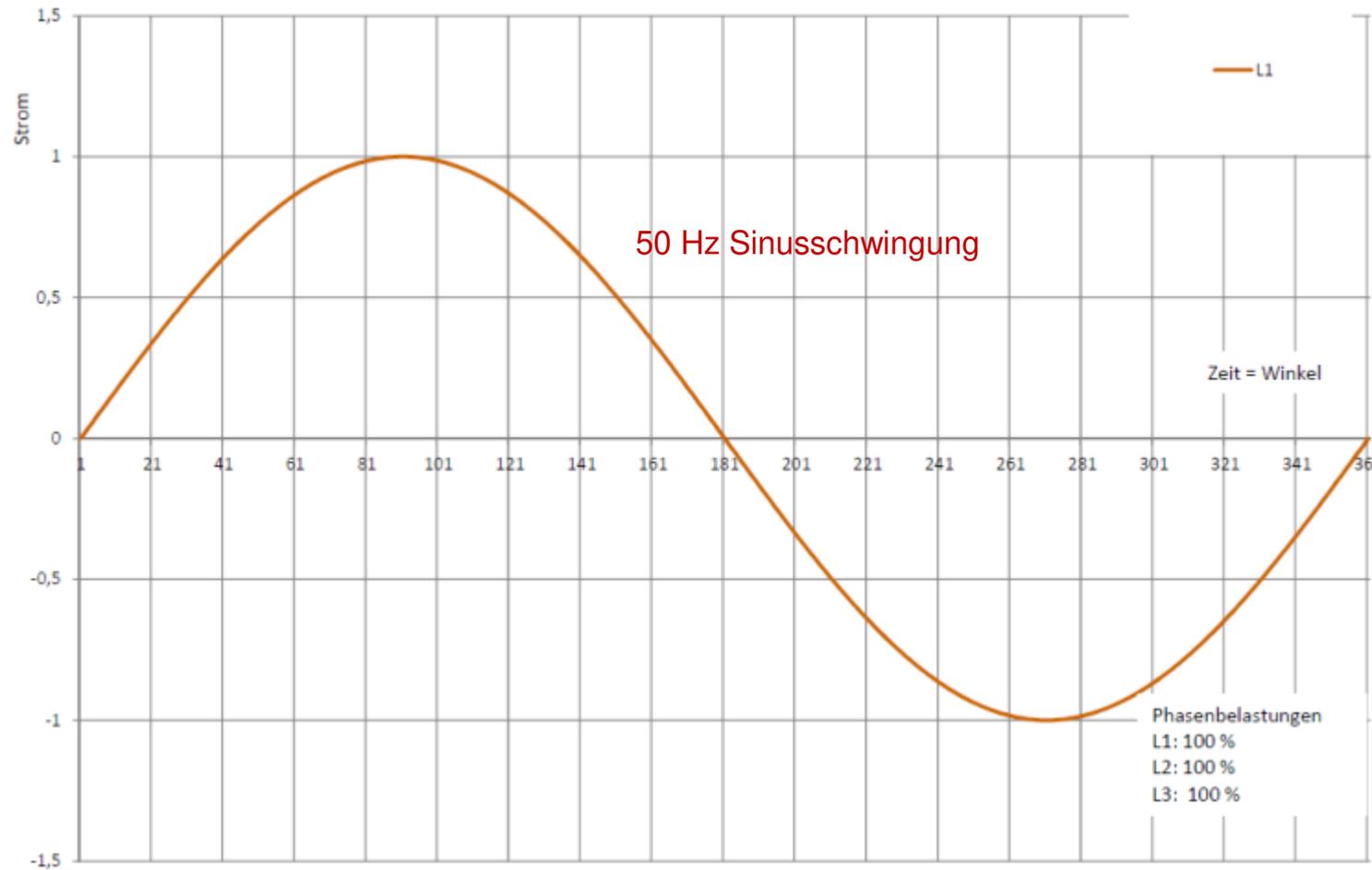


Wer hat
Netzfilter
eingebaut?

FU, ja aber ohne
Netzfilter (die Filter
kosten genauso
viel wie der FU
selbst)

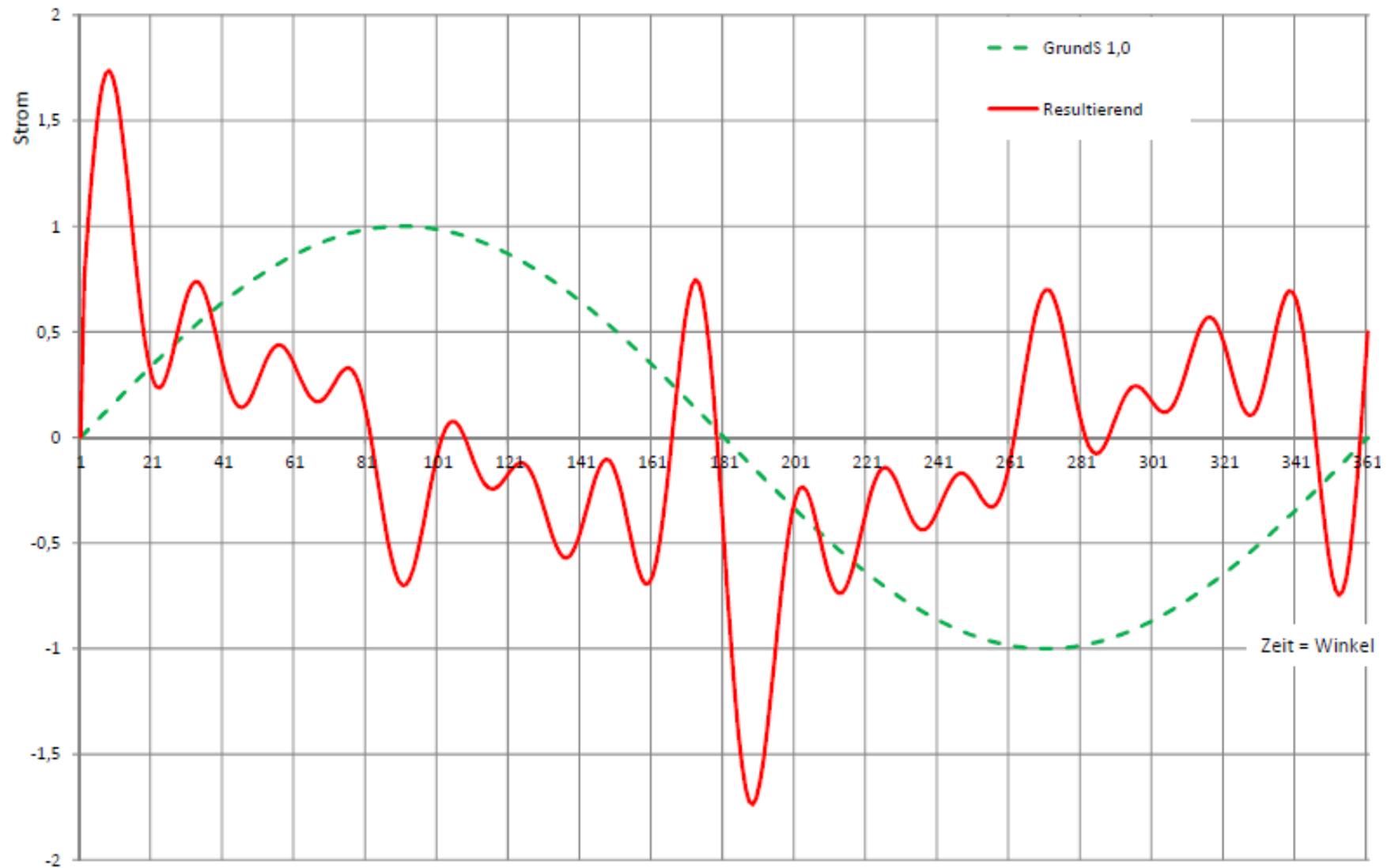
Quelle: eTec

Stromkurvenform



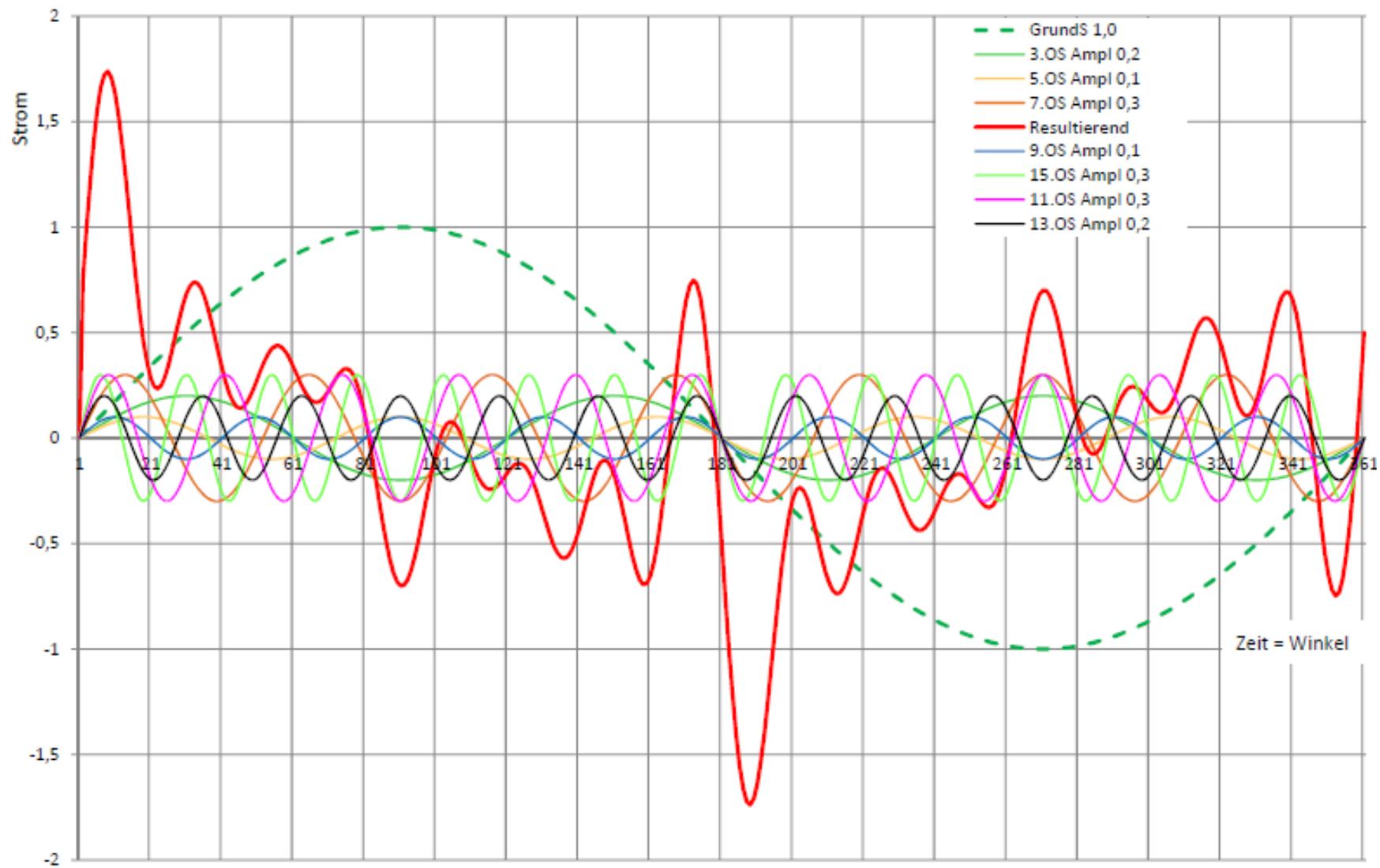
Für diese Kurvenform ist das Stromversorgungsnetz ausgelegt

Stromkurvenform am Netzanschluss Umrichter Phase L1



Mit dieser Kurvenform wird das Stromversorgungsnetz belastet

Stromkurvenform 1.Os und Summe 3.Os bis 15.Os



Wurde diese Kurvenform beim Anschluss an das Stromversorgungsnetz berücksichtigt?

Stromversorgungsnetz 400 V-Ebene



Ist für 50 Hz ausgelegt

Und bastelt dann ein weiteres Kabel dran

Man kauft immer nur genau einen Gusskasten, den man braucht

Quelle: eTec

Stromversorgung mit Gussverteilerkästen



Ablese vor Ort als Augenblickswert z.B. beim Vesper um 9:00 Uhr und 12:00 Uhr

Was sagt der Wert um 9:00 Uhr und um 12:00 Uhr aus, wenn ohnehin alle Pause machen

Und schon ist der Wert wieder vergessen

Vesperraum und Elektroverteilerraum

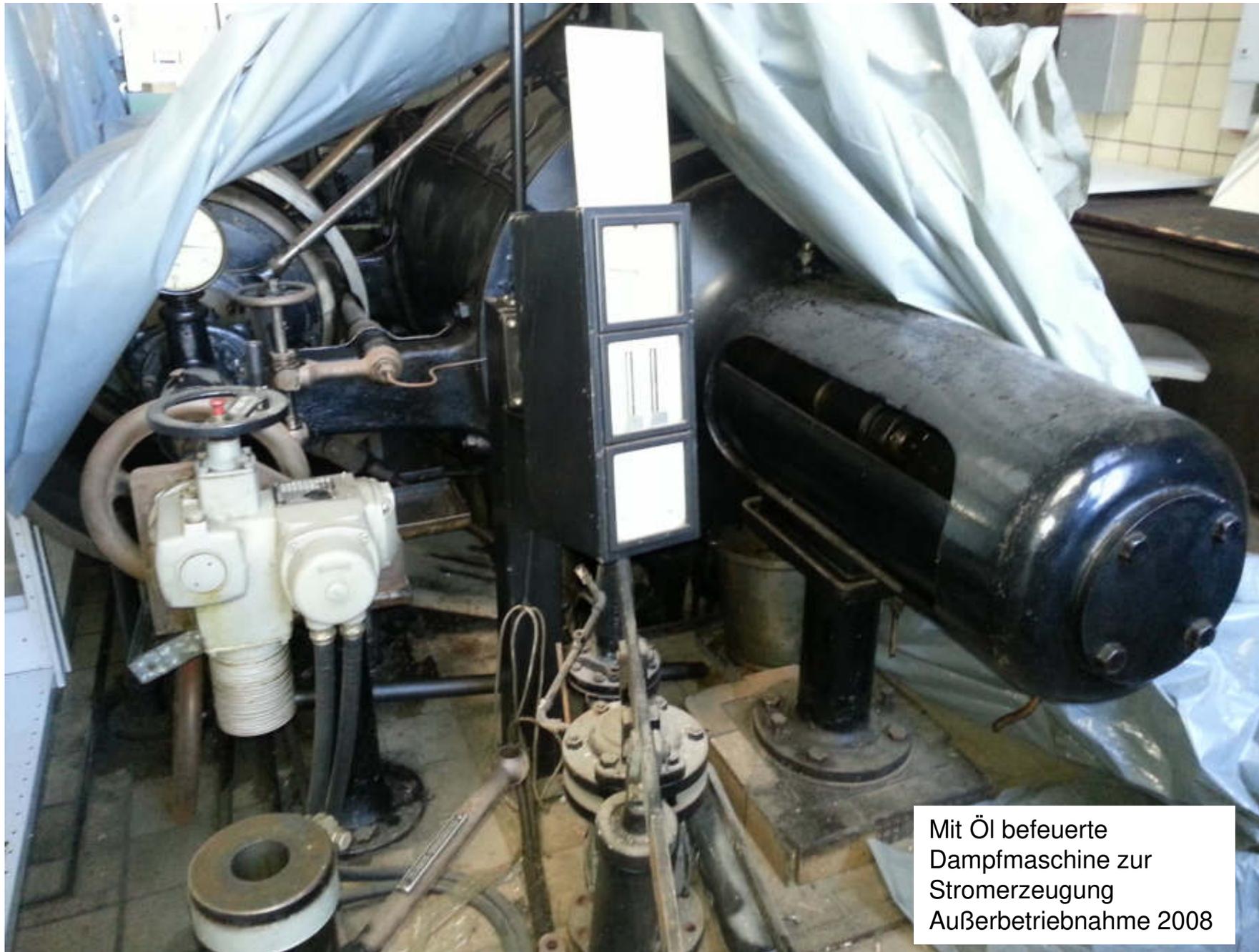
Quelle: eTec

Vereinfachte Ausführung



Bitte nichts anfassen!

Dampfmaschine



Mit Öl befeuerte
Dampfmaschine zur
Stromerzeugung
Außerbetriebnahme 2008

Quelle: eTec

Baustromverteiler



Wieso neu?

Funktioniert doch
(bitte nichts anfassen, Schutzleiter ist
abgeklemmt, sonst löst der FI immer aus)

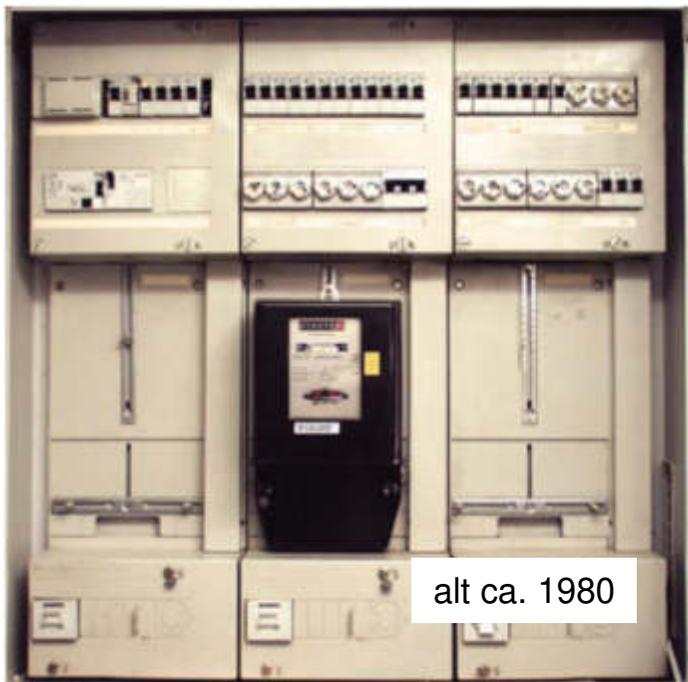
Quelle: eTec

Zählerplatz

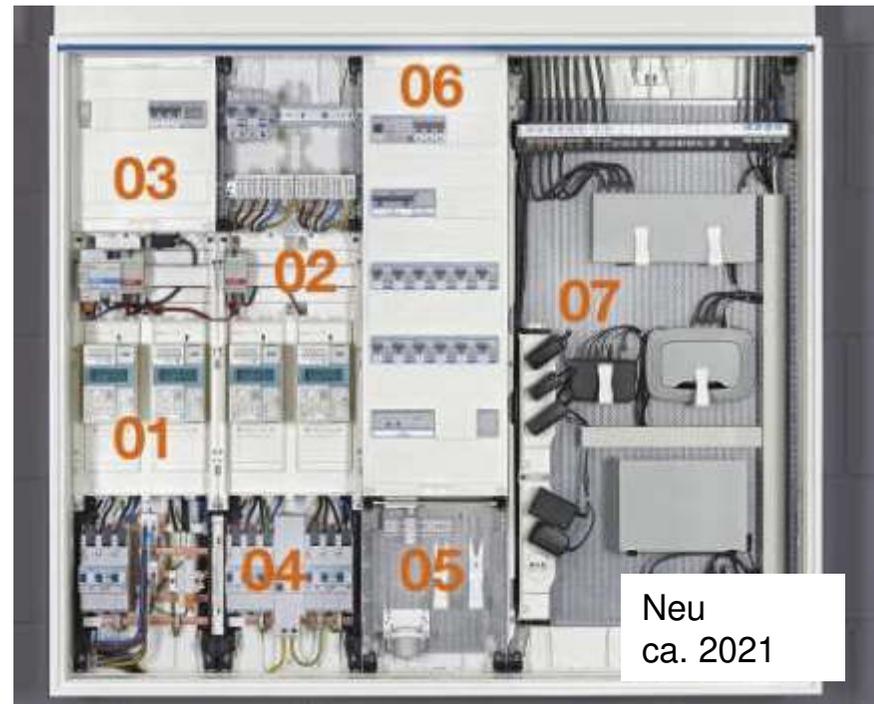


Durch kleine
Nachrüstungen
angepasst

Ganz alt
Errichtung im
Jahr 1960



alt ca. 1980



Neu
ca. 2021

- 01 Zählerfeld (ZF)
- 02 Raum für Zusatzanwendungen (RfZ)
- 03 Oberer Anschlussraum (OAR)
- 04 Unterer Anschlussraum (UAR)
- 05 Abschlusspunkt Zählerplatz (APZ)
- 06 Feld für Schutz- und Schaltgeräte
- 07 Multimediafeld

Quelle: eTec

AR 4100 Abschnitt 7.3 Belastungs- und Bestückungsvarianten von Zählerplätzen

Der **Zählerplatz** mit einer internen Verdrahtung nach DIN VDE 0603-2-1 (VDE 0603-2-1) mit einem Leiterquerschnitt von **10 mm²** ist für folgende Betriebsarten einsetzbar:

- Betriebsströme **≤ 63 A bei haushaltsüblichen Bezugsanlagen** und ähnlichen Betriebsarten unter Berücksichtigung des Belastungsgrades und des Gleichzeitigkeitsfaktors nach DIN 18015-1:2013-09, Bild A.1, Kurve 1.
- Betriebsströme **≤ 32 A bei Erzeugungsanlagen und/oder Bezugsanlagen mit nicht haushaltsüblichem Lastverhalten (Dauerbetriebsstrom, z. B. bei Direktheizungen, Speichern, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge)**, unabhängig von deren Einschaltdauer.

Der Zählerplatz mit einer internen Verdrahtung nach DIN VDE 0603-2-1 (VDE 0603-2-1) mit einem Leiterquerschnitt von **16 mm²** ist bei Erzeugungsanlagen und/oder Bezugsanlagen mit **nicht haushaltsüblichem Lastverhalten (Dauerbetriebsstrom, z. B. bei Direktheizungen, Speichern, Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge)** bei Einfachbelegung mit einem **maximalen Betriebsstrom von 44 A** einsetzbar, unabhängig von deren Einschaltdauer.



Kann „haushaltsüblich“ 63 A

Darf beim Elektroladen noch 32 A

Funktion ungewiss?



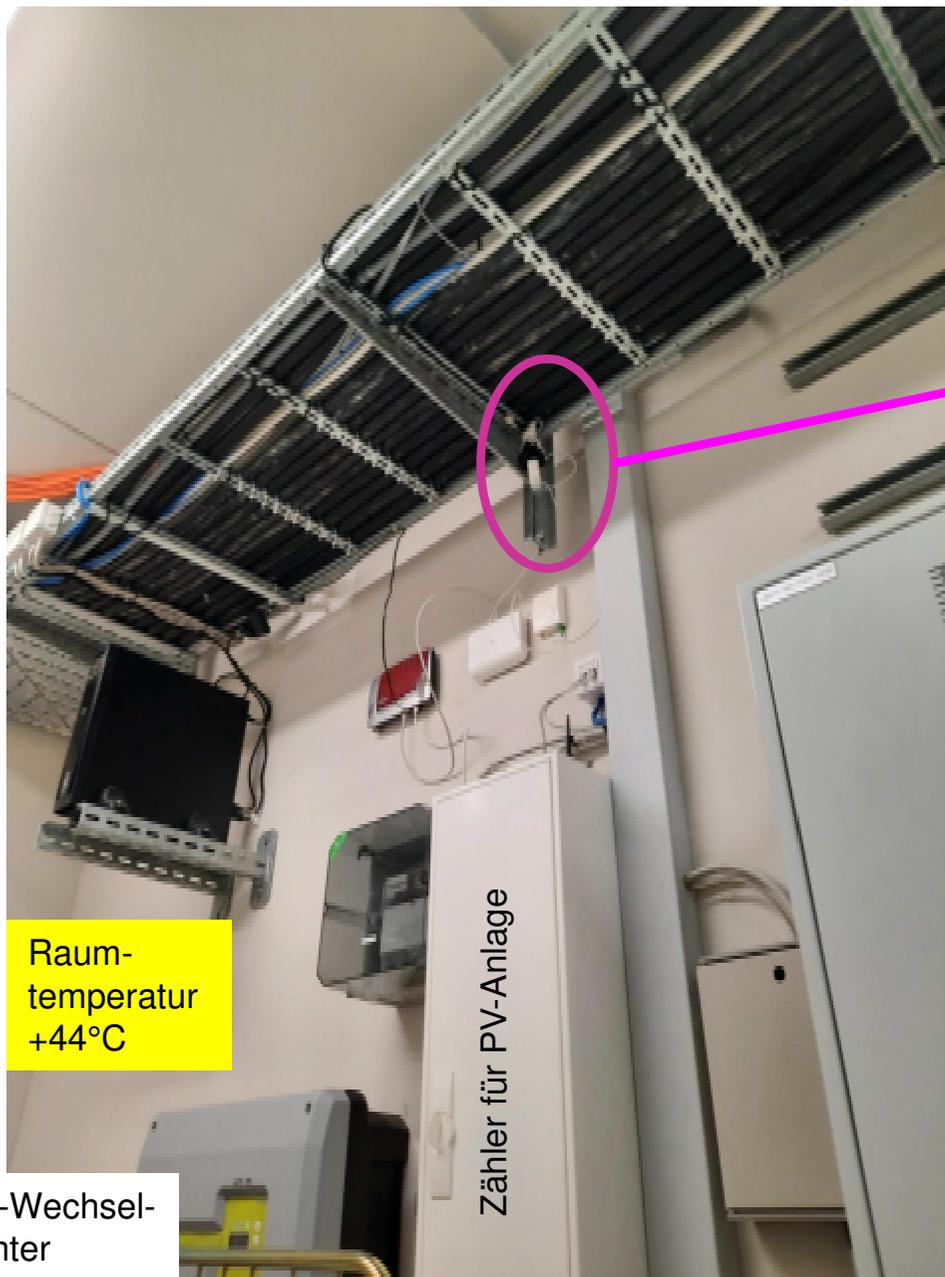
Ergänzt um ein wenig
Datentechnik, Internet,
Telefon, Haussprechanlage,
Videoüberwachung



Effizientere
Lösung

Quelle: eTec

Kaum lässt man die PV-ler und Datentechniker ohne Aufsicht



Quelle: eTec

Ein Schalter passt noch rein

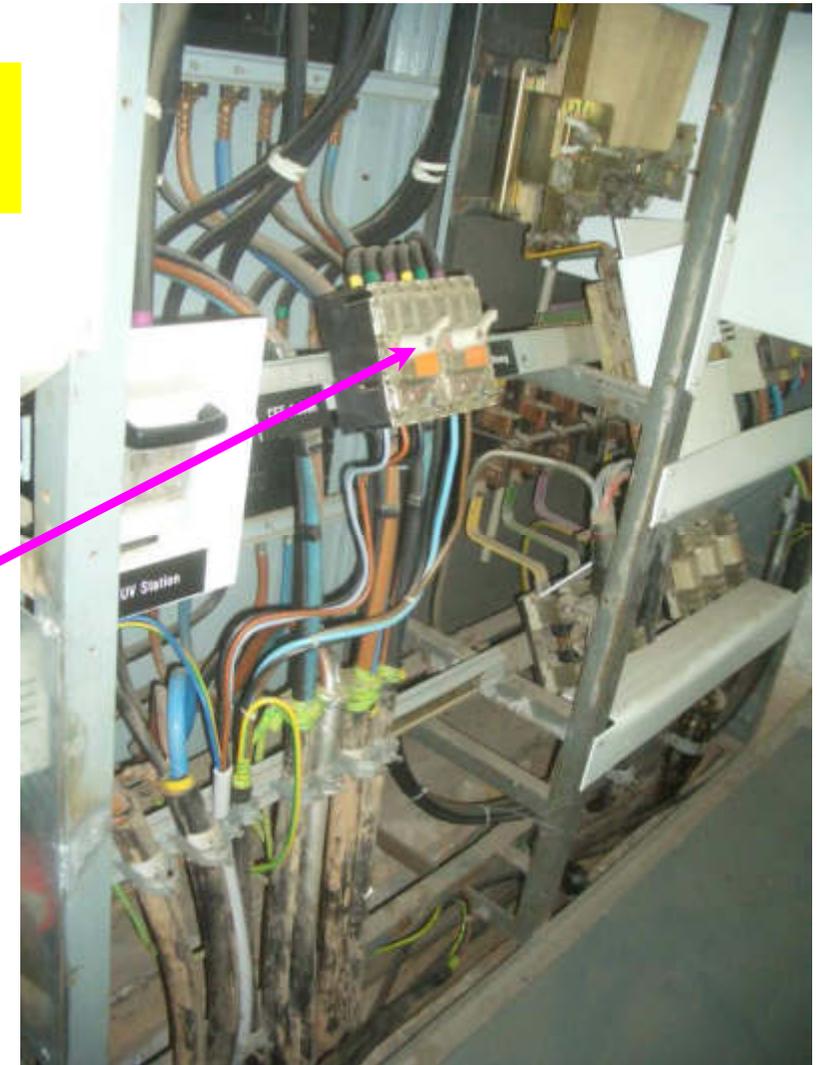


Vorderseite
= Bedienseite

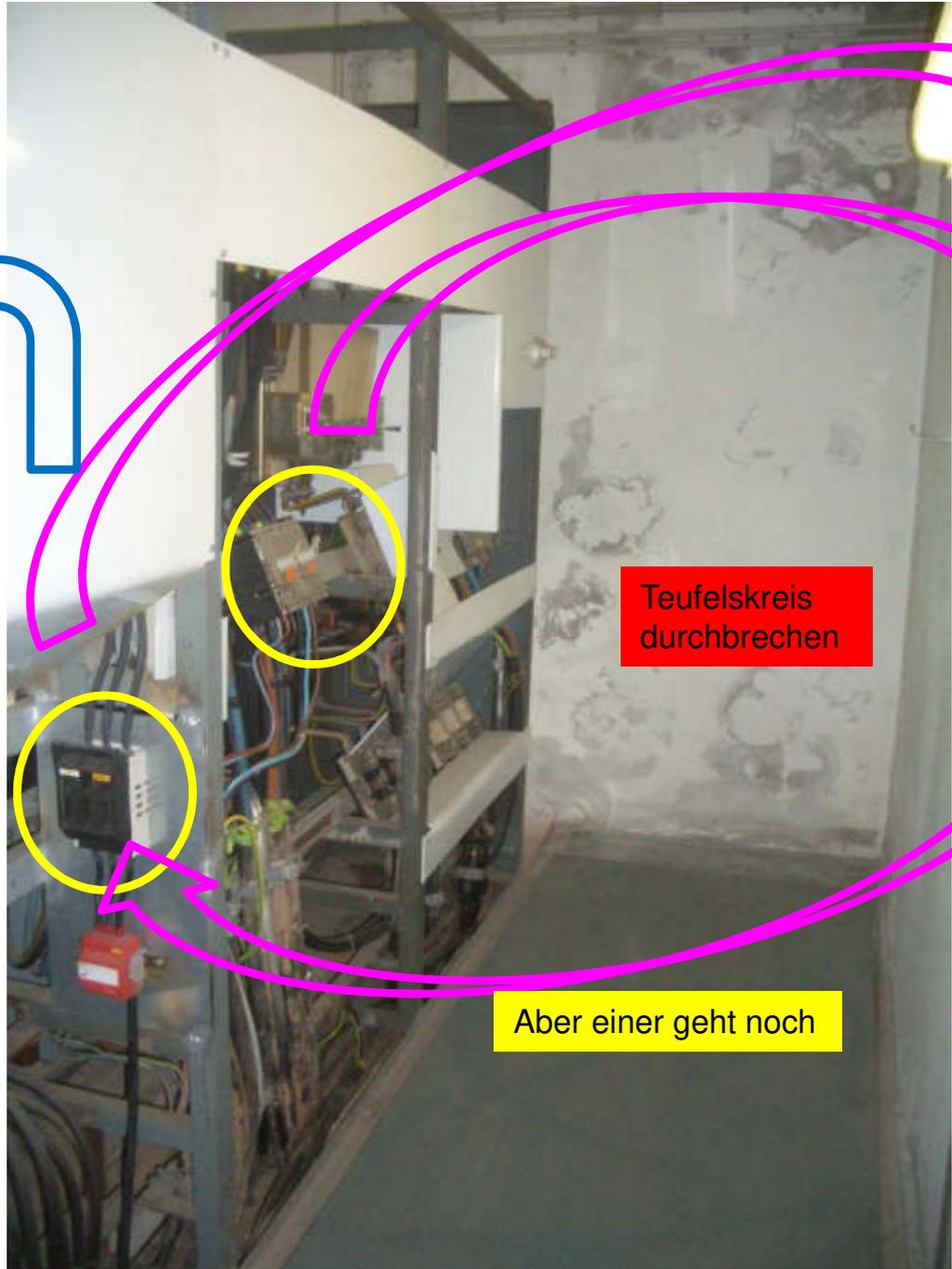
Hier bitte
bedienen =
schalten



Rückseite
= offene spannungsführende Teile



Und noch ein Abgang passt rein ...



STOP
Jetzt neue
Schaltanlage

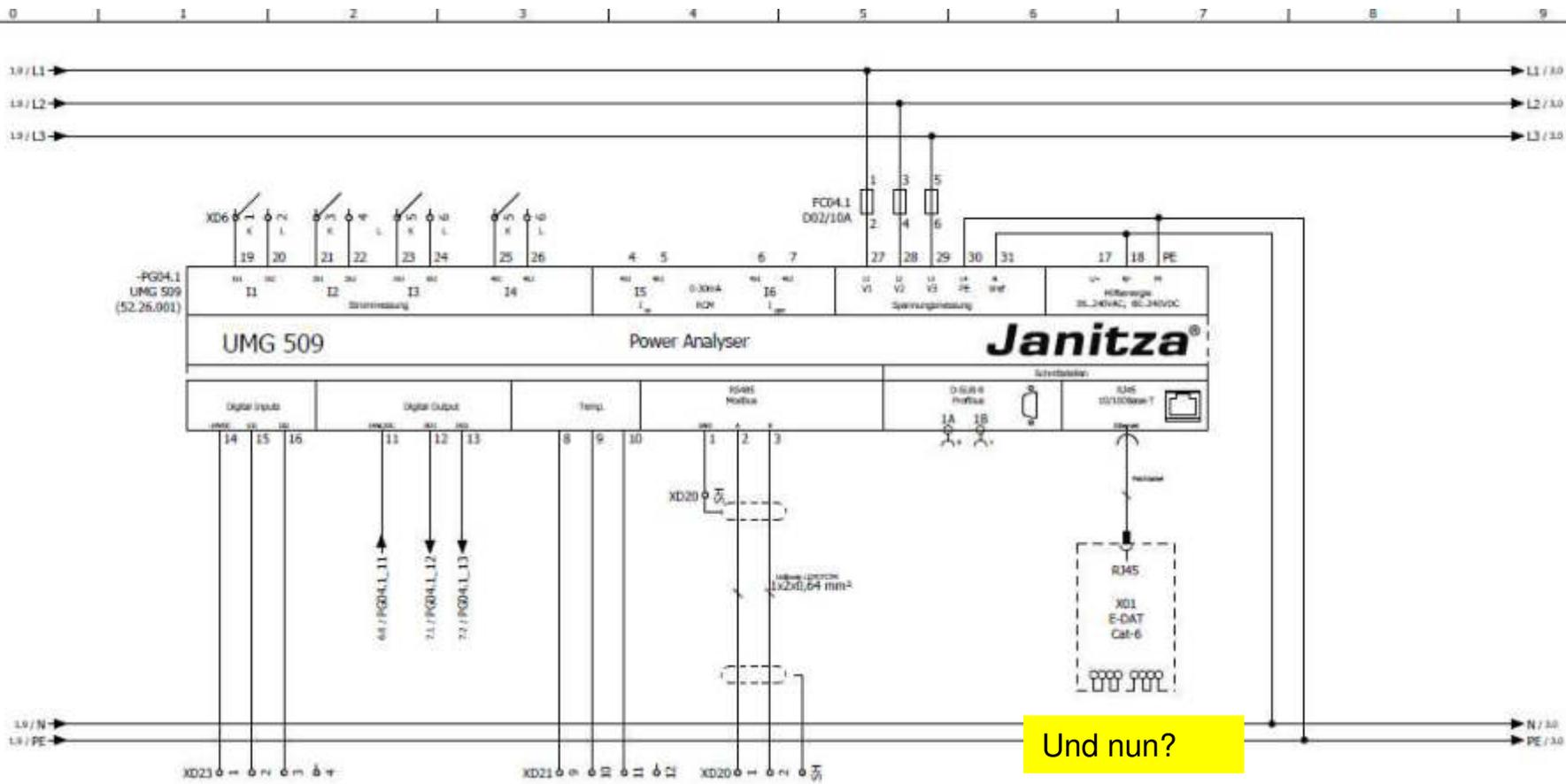
Aber einer geht noch

Teufelskreis
durchbrechen

Auch wenn man die
Sammelschienen
aufwendig verkleiden
muss

Aber einer geht noch

Messung in NSHV

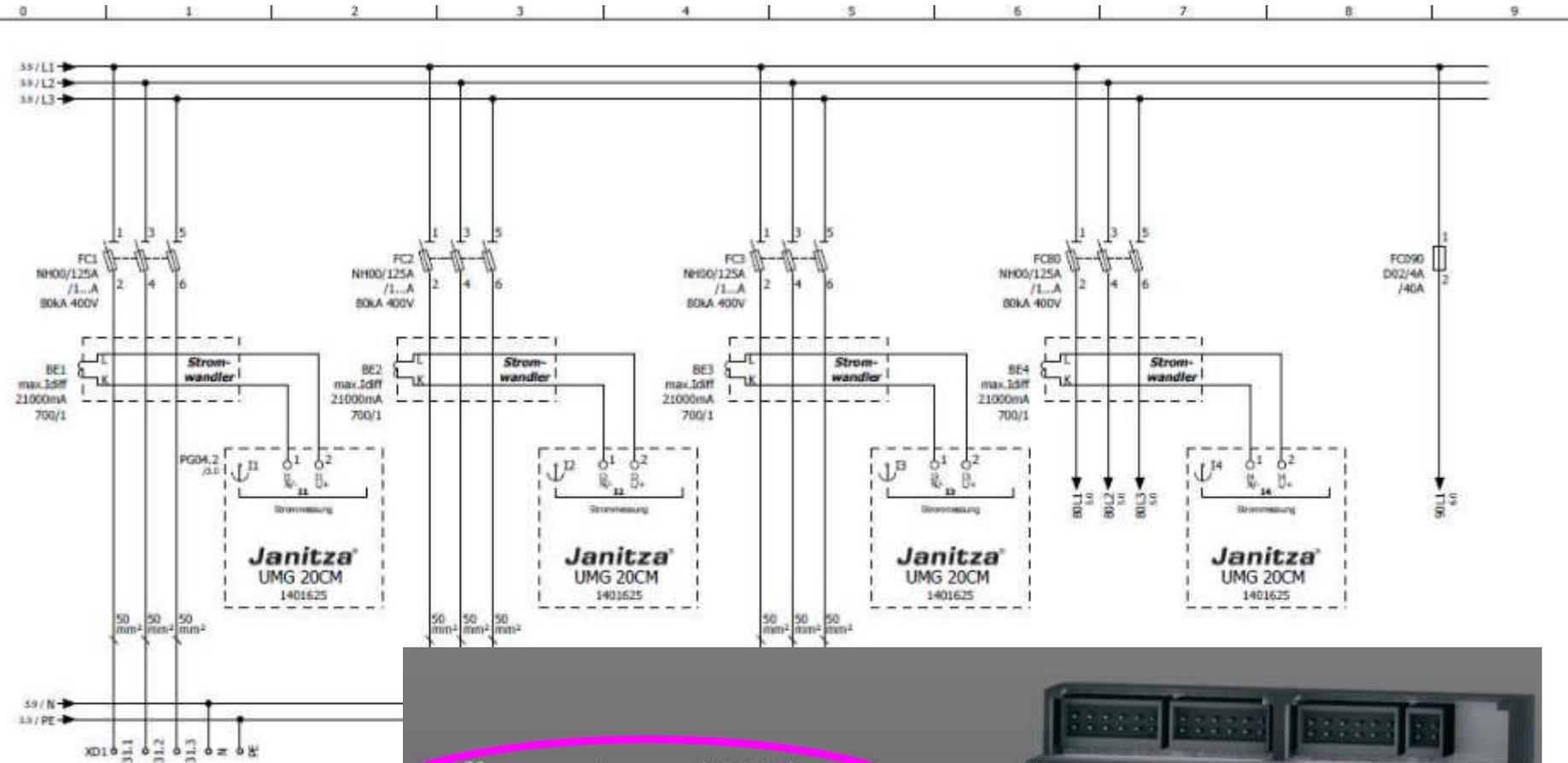


Und nun?

Weitertransport zum Daten-SALAT

Schaltzeichen				
Stromkreis Nr.				FC04
Querschnitt				
	Digital Eingänge	Temperatur	Abgang RS485 Bus	Spannungspfad-Absicherung

RCM Differenzstromerfassung



Schaltzeichen	
Stromkreis Nr.	FC1
Querschnitt	UV 9-A USV (Option 2 USV)

Differenzstrom (RCM) und
Energiedatenerfassung

Das Differenzstrommessgerät UMG 20CM besitzt 20 Strommesskanäle, zwei digitale Ausgänge (Open Kollektor) und misst Oberschwingungen bis zur 63. Harmonischen. Zusätzlich kann das UMG 20CM zur Energiedatenerfassung eingesetzt werden. Die GridVis®-Basic ist bereits im Lieferumfang enthalten.

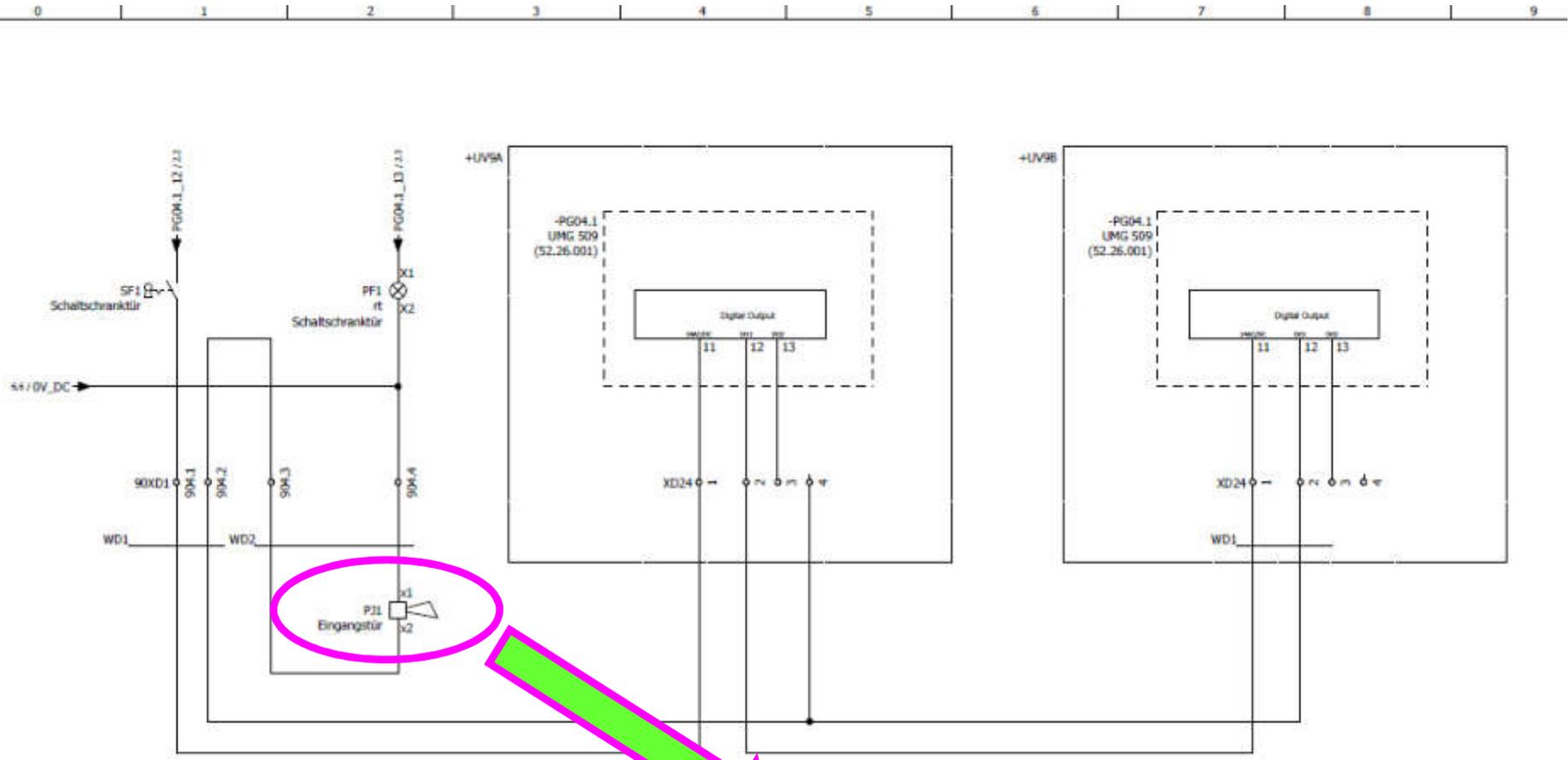
Leider nichts
angeschlossen

Schade um die teure Technik



Quelle: eTec

Aha - eine Hupe



RCM + Energiedatenerfassung = es hupt

Schaltzeichen					
Stromkreis Nr.					
Querschnitt					
	RCM-Meldung UV9 A und B	RCM-Meldung Alarm Hupe			

Und jetzt?

Weis keiner weiter

Quelle: eTec

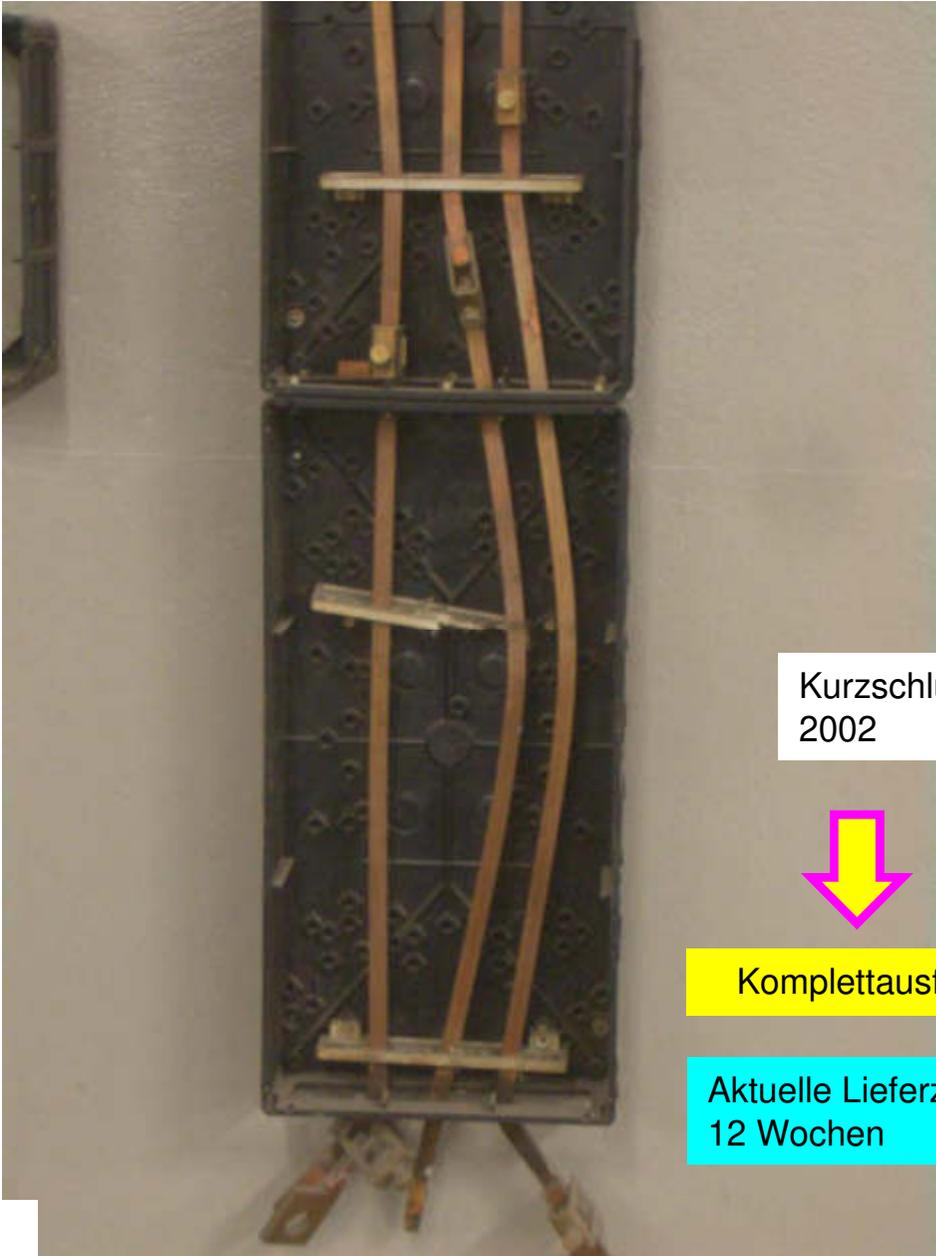
Ergebnis der höheren Kurzschlussströme



Errichtung
1950
S=100 kVA



Erhöhung
1990
S=630 kVA



Kurzschluss
2002



Komplettausfall

Aktuelle Lieferzeit
12 Wochen

Quelle: eTec

Öltrafo - alt - neu - Trockentrafo



Öltrafo alt



Öltrafo neu



Trockentrafo neu

Quelle: eTec

Ökodesignverordnung - reduzierte Verluste

Beispiel 630 kVA Öl-Transformator 20/0,4 kV $u_k = 4\%$

Trockentrafo

	Standardtrafo bis 30.06.2015	Transformator mit reduzierten Verlusten bis 30.06.2015	nach Ökodesignverordnung Stufe 1 ab 01.07.15 -30.06.21	nach Ökodesignverordnung Stufe 2 ab 01.07.21	
Leerlaufverluste	2000 W	1600 W	600 W	540 W	990 W
Kurzschlussverluste	6900 W	6900 W	4900 W	4600 W	7100 W
Bei einer jährlichen Betriebszeit von 365 Tagen x 24 Stunden = 8760 Stunden ergibt sich mit einer Leistungsdifferenz von		400 W	1400 W	1460 W	
Energieeinsparung = 8760 Stunden x		0,4 kW = 3.504 kWh	1,4 kW = 12.300 kWh	1,46 kW = 12.800 kWh	
Bei 0,1 € je kWh ergibt sich: Kosteneinsparung		350,40 € pro Jahr	1.226,40 € pro Jahr	1.280,00 € pro Jahr	
Bei 0,5 € je kWh ergibt sich: Kosteneinsparung		1.752,00 € pro Jahr	6.150,00 € pro Jahr	6.400,00 € pro Jahr	
neuer Trafo kostet ca. 16.000,00 € somit Amortisation		10 Jahre	2,6 Jahre	2,5 Jahre	

Nicht berücksichtigt wurde der Altmetallwert

Das lohnt sich doch beim Öltrafo

Beim Trockentrafo ca. 5 Jahre

Mittelspannungskabel am Lebensdauerende



Verlegt 1980

Lebensdauer Kabel ca. 30 Jahre

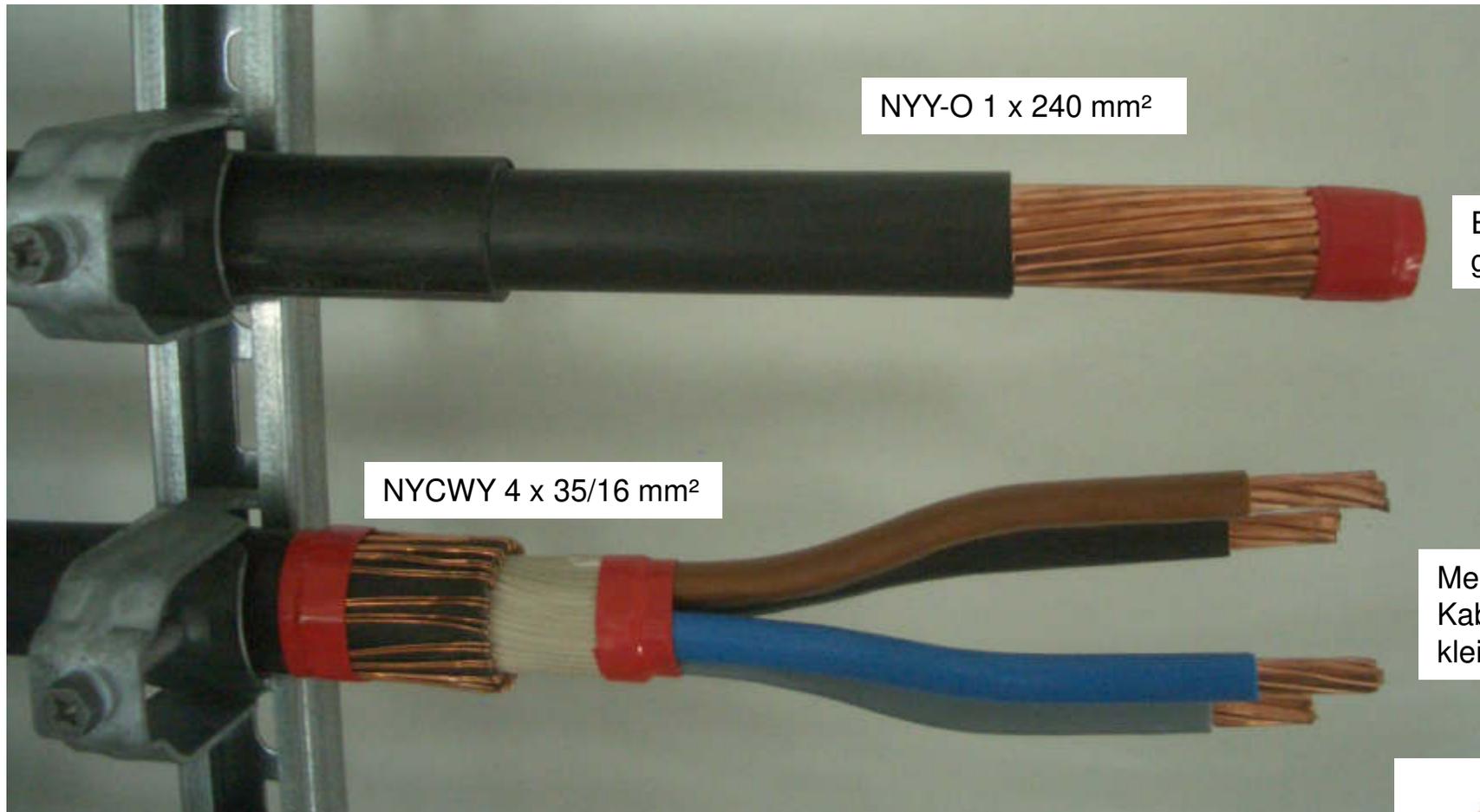


Neues Kabel

2022 - 1980 ≠ 30?? Jahre (=42 Jahre)

Quelle: eTec

Verluste bei Starkstromkabeln - Architektur Kabelaufbau

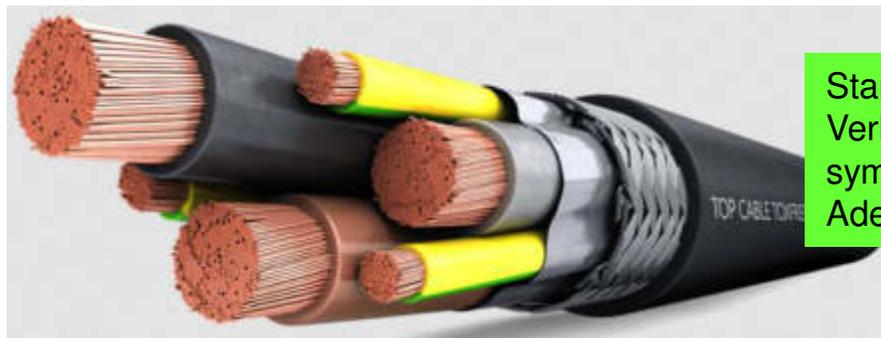


NYY-O 1 x 240 mm²

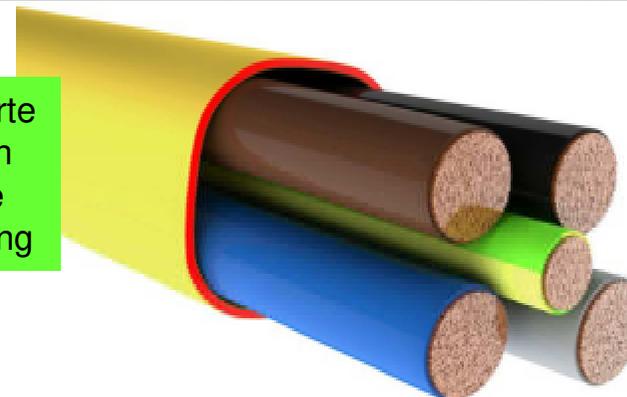
Einleiterkabel:
große Verluste

NYCWY 4 x 35/16 mm²

Mehradriges
Kabel:
kleine Verluste



Stark reduzierte
Verluste durch
symmetrische
Adernaufteilung



Bei der Glasfaserkabelverlegung alte Kabel austauschen



Schrottwert Altkabel nicht unerheblich

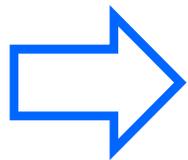


Noch besser

Immer wenn Kabel
verlegt werden,
werden Glasfaserkabel
dazugelegt

Quelle: eTec

Brandmeldeanlage



Diese Anlage kann
nicht mehr erweitert
werden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Quelle: eTec