

Effizienz Architektur



Forum 2022

18.10.2022

Werner Henke

EMV Messtechnik

- Beruflicher Werdegang
- Ausbildung zum Elektroinstallateur
- Studium zum Elektroingenieur an der FH in Konstanz
- 2 Jahre Inbetriebnahme-Ingenieur bei Siemens Karlsruhe
- 8 Jahre Bundesbau in Radolfzell
- seit 2001 Bauaufgaben an der Universität Konstanz
- seit 2016 VdS anerkannter EMV Sachkundiger
- Neu auf der Homepage von Livarsa



Sachkundiger für
EMV-gerechte elektrische
Anlagen sowie Blitz- und
Überspannungsschutz

Werner Henke, Dipl.-Ing. (FH)
Hölzlestr. 36, 78315 Radolfzell-Böhringen
Telefon: 0172 7301747
E-Mail: whcbturbo@me.com

Wenn nichtlineare Lasten

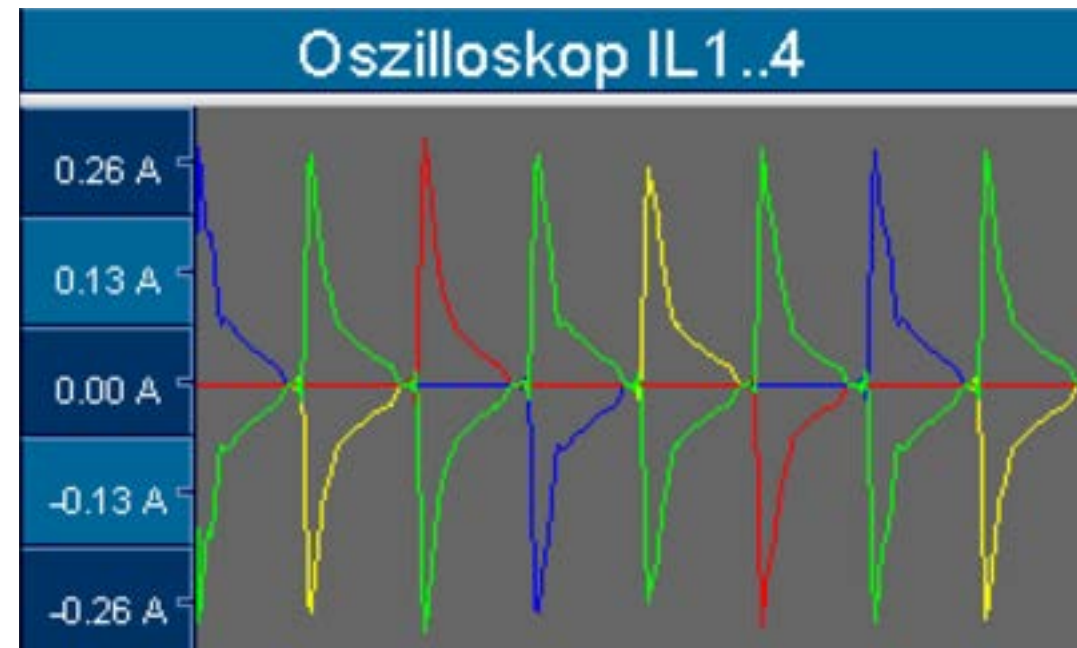
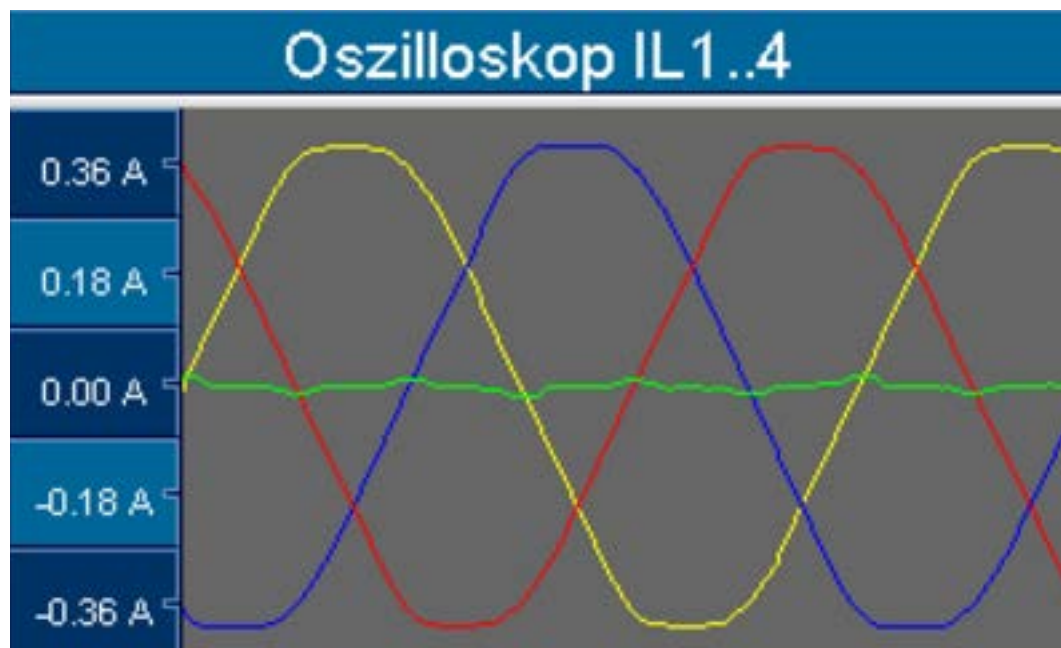
zu Lasten werden

Betriebsmittel

linear



nichtlinear



Betriebsmittel

linear

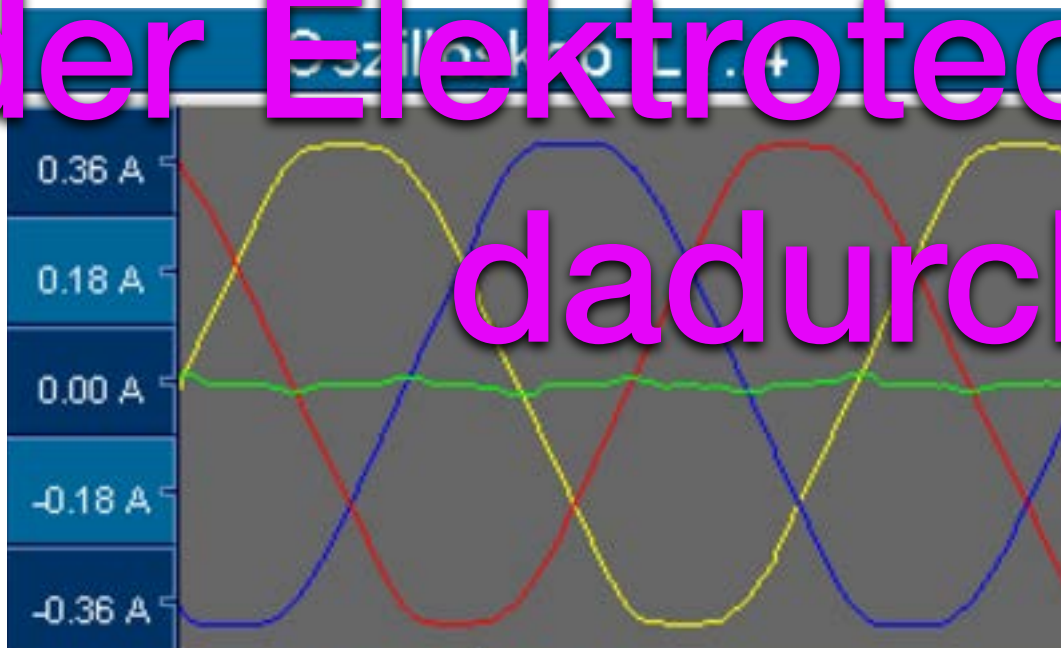
nichtlinear

Wenn nichtlineare Lasten

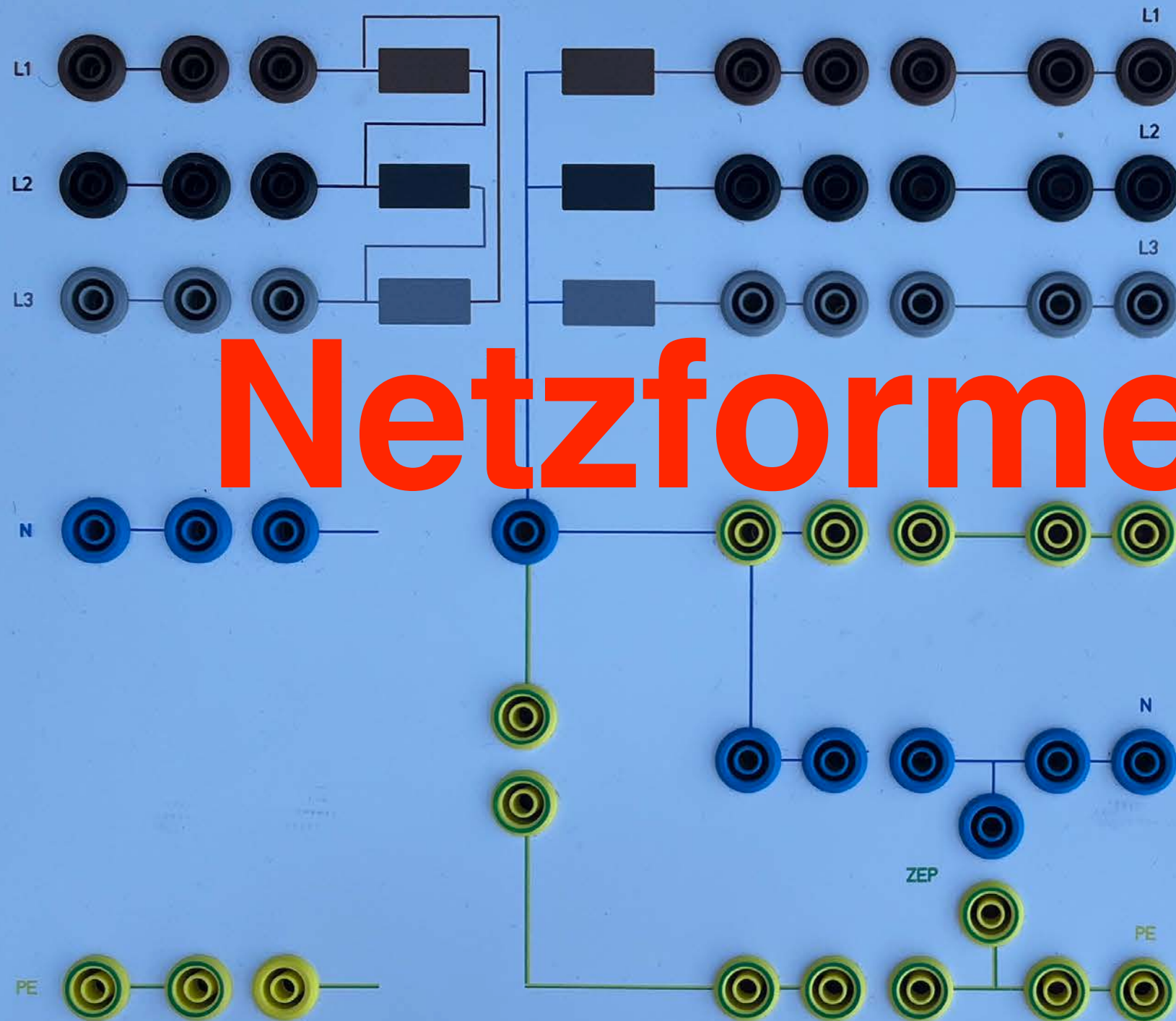
zu Lasten werden

über 90% der Störungen

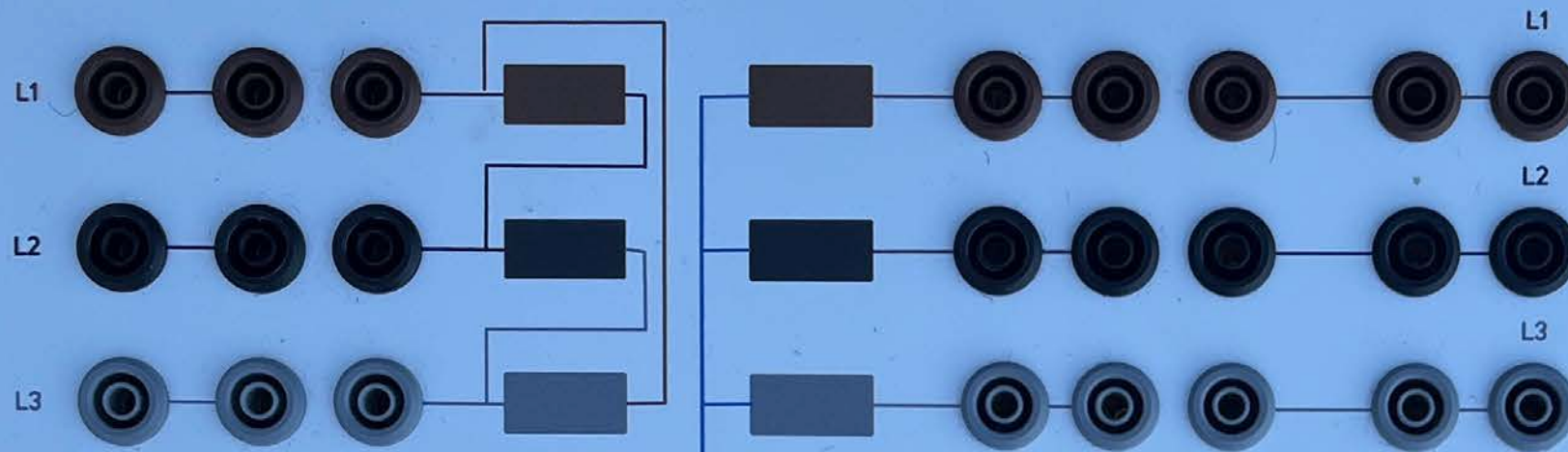
der Elektrotechnik lassen sich
dadurch erklären!



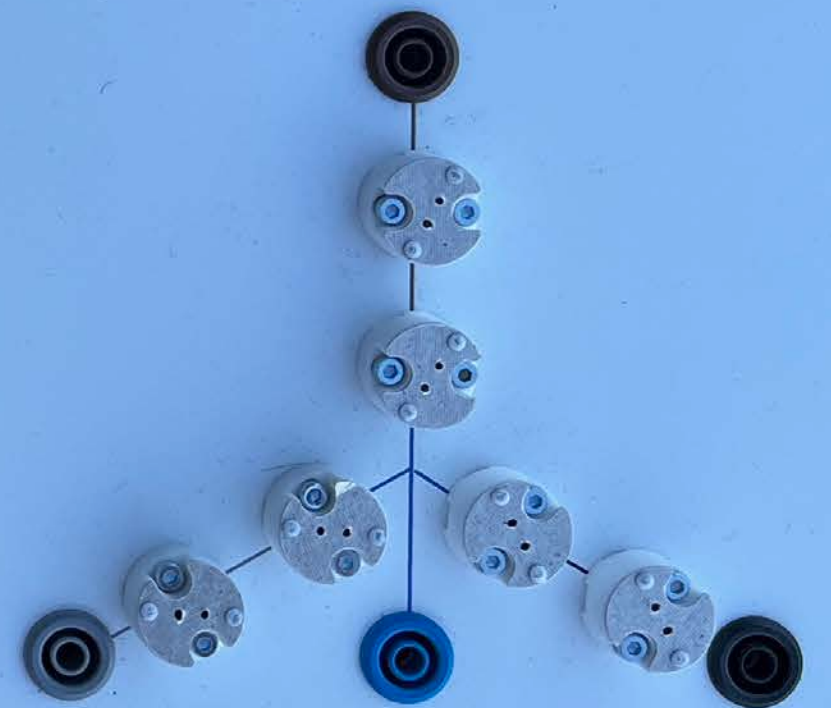
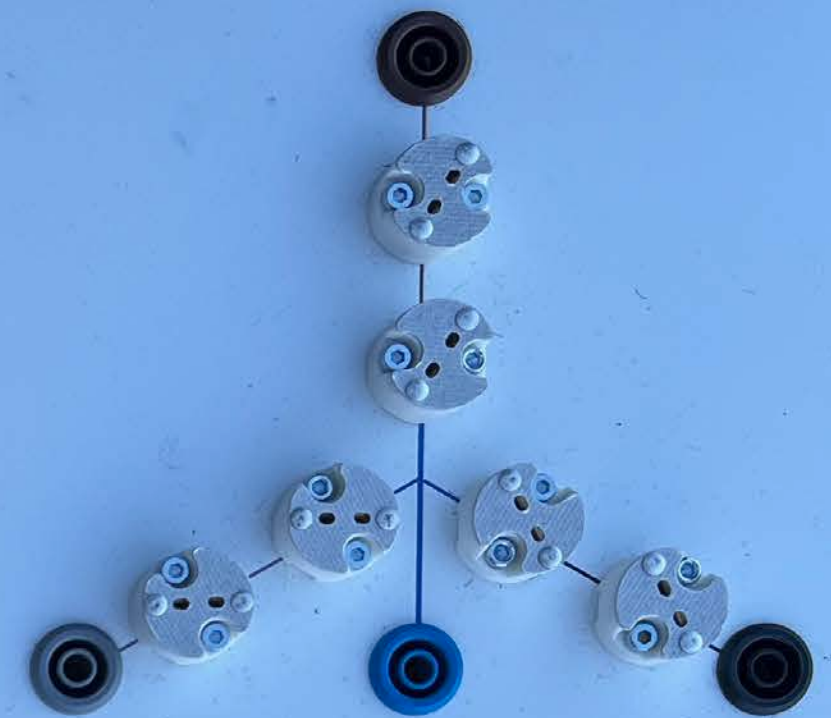
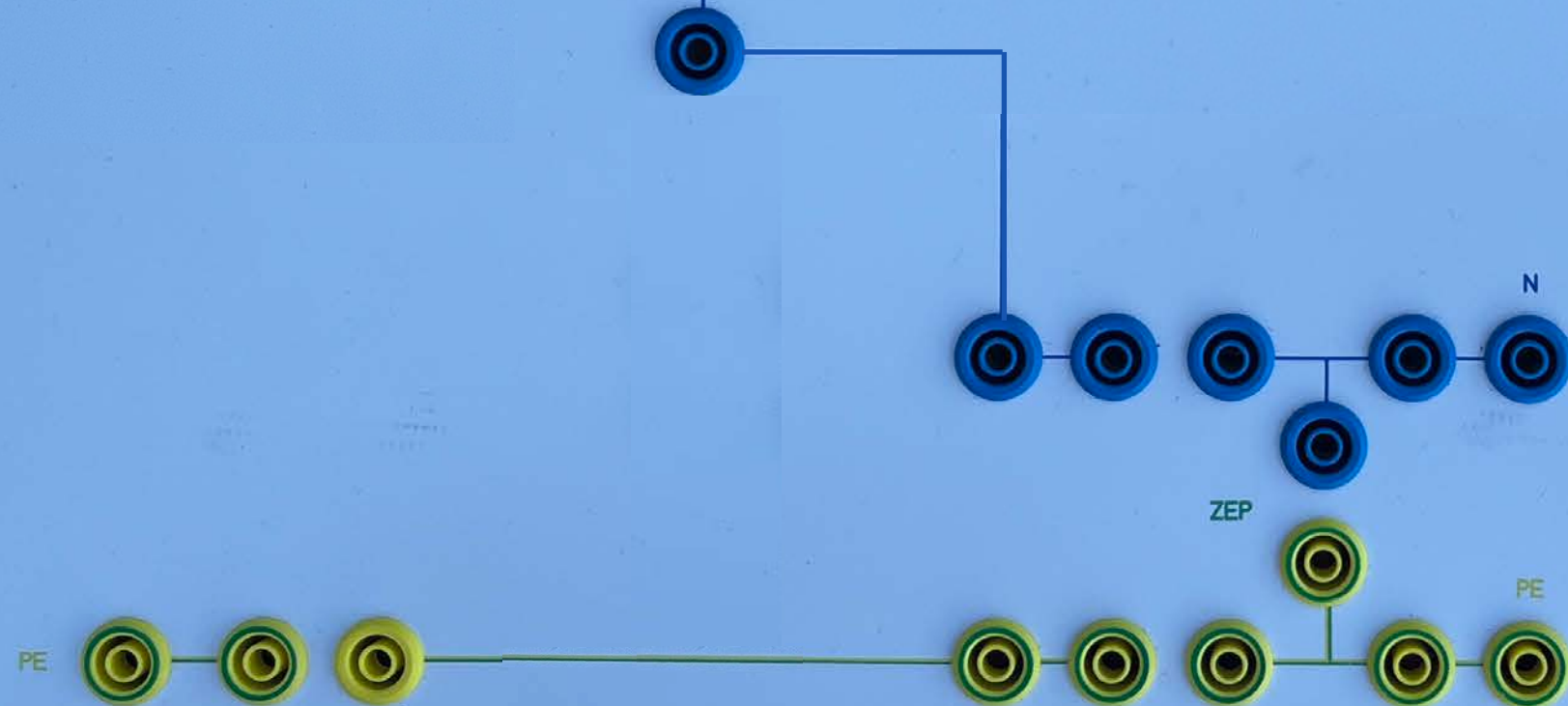
Der Messkoffer



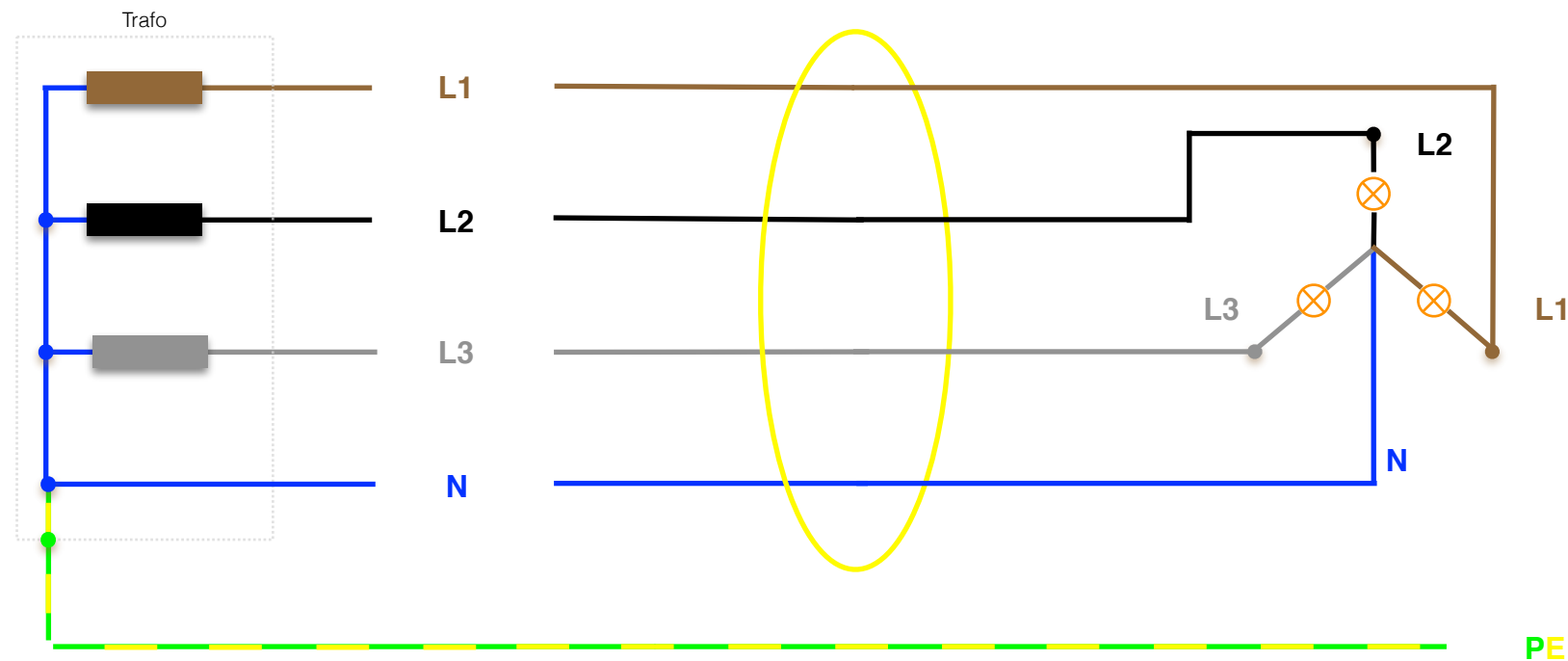
TN-S Netz



Wer von Ihnen hat kein TN-S Netz?



Das 3 Phasen-Wechselstromnetz



- **Einspeisung**
- **Verbraucher**
- **Das Netz**
- **Die Summe aller Ströme ist gleich null (Kirchhof)**
- **Am Anfang stand der Sinus**

2 Betriebsmittel und ein Messgerät

Glühlampe

60 W

485 lm

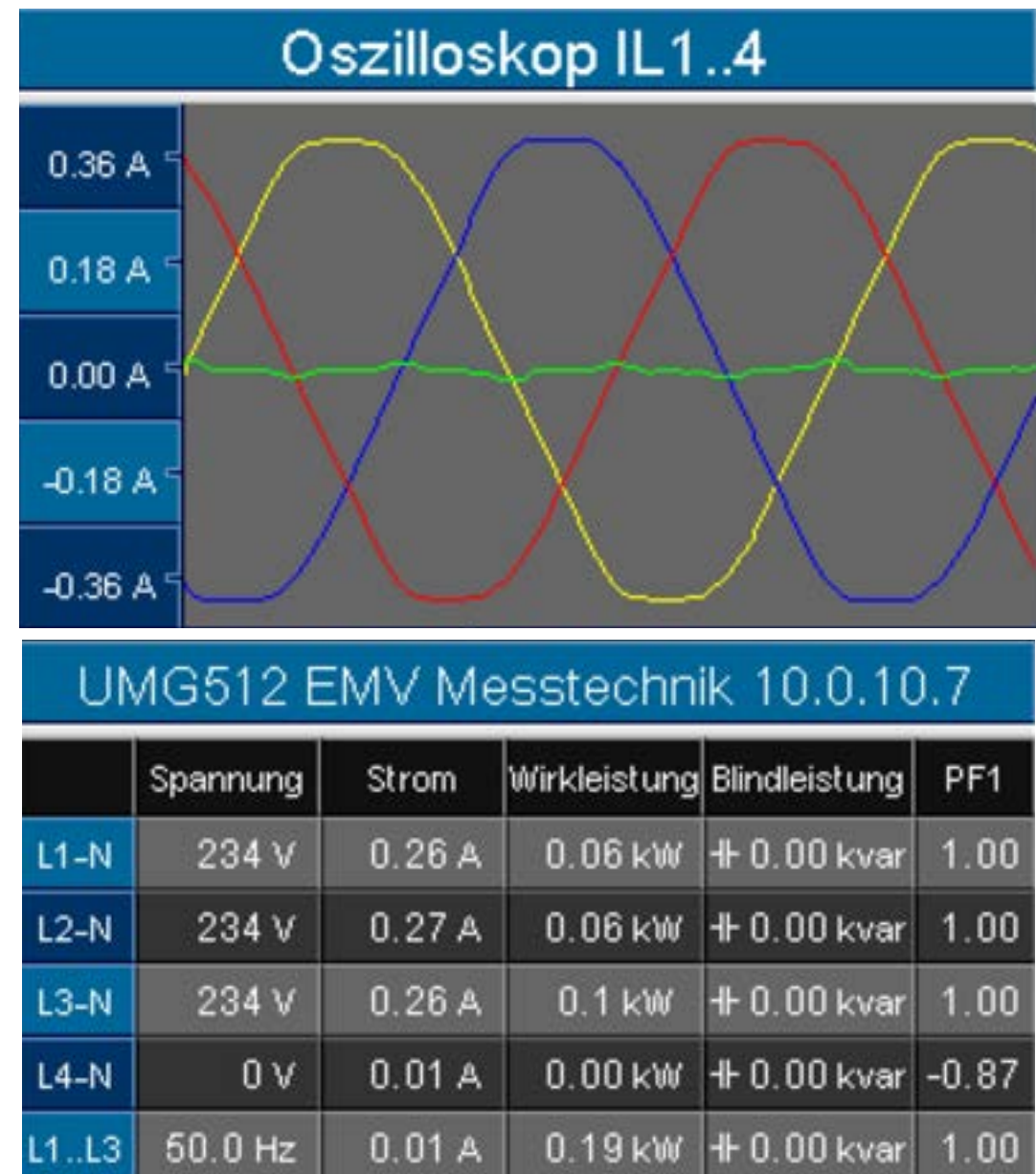
LED

6 W

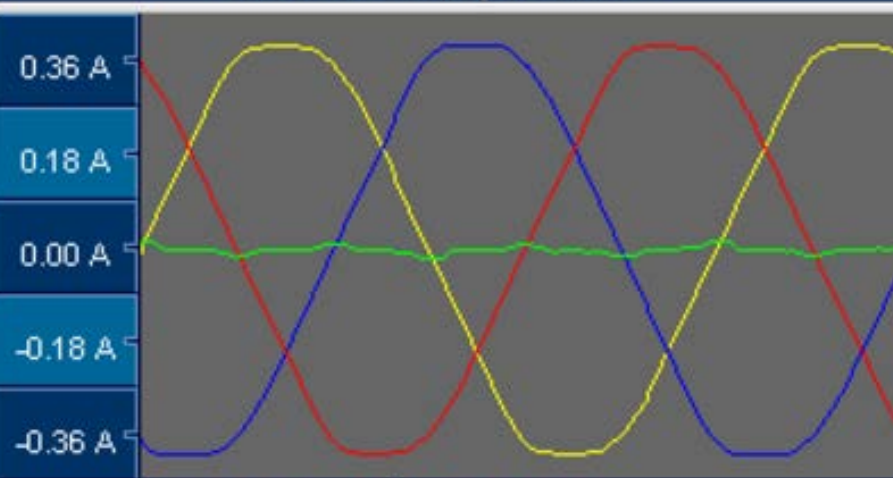
750 lm

**Janitza UMG 512
die „Apple-Watch“ der Elektrotechnik**

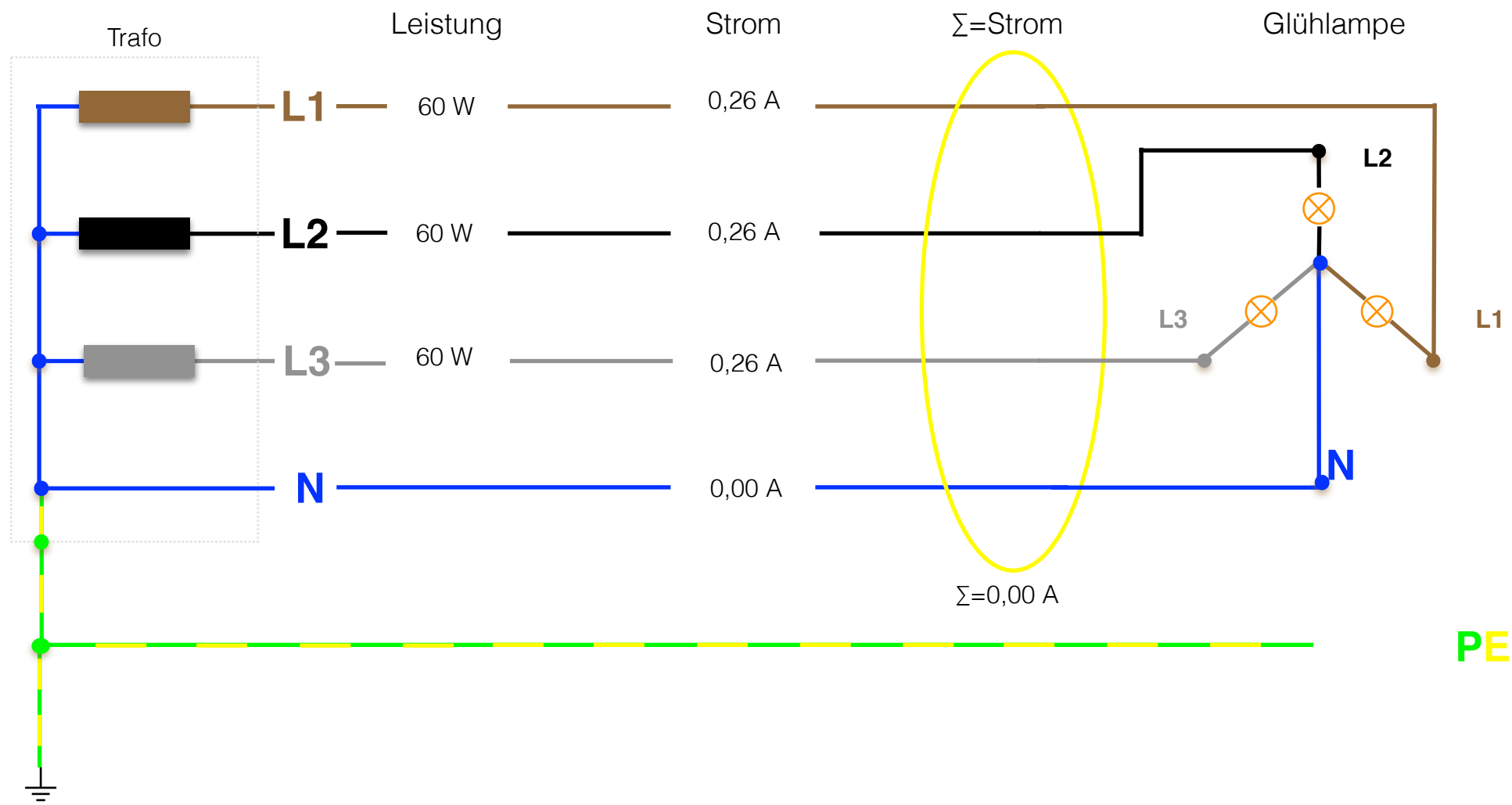
Die Glühlampe 60W, 485lm



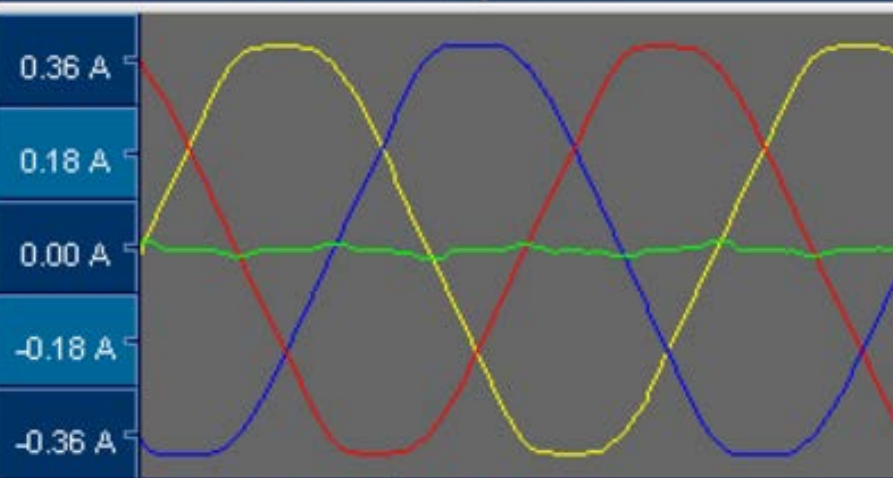
klarer Sinus, N-Leiterstrom gleich Null



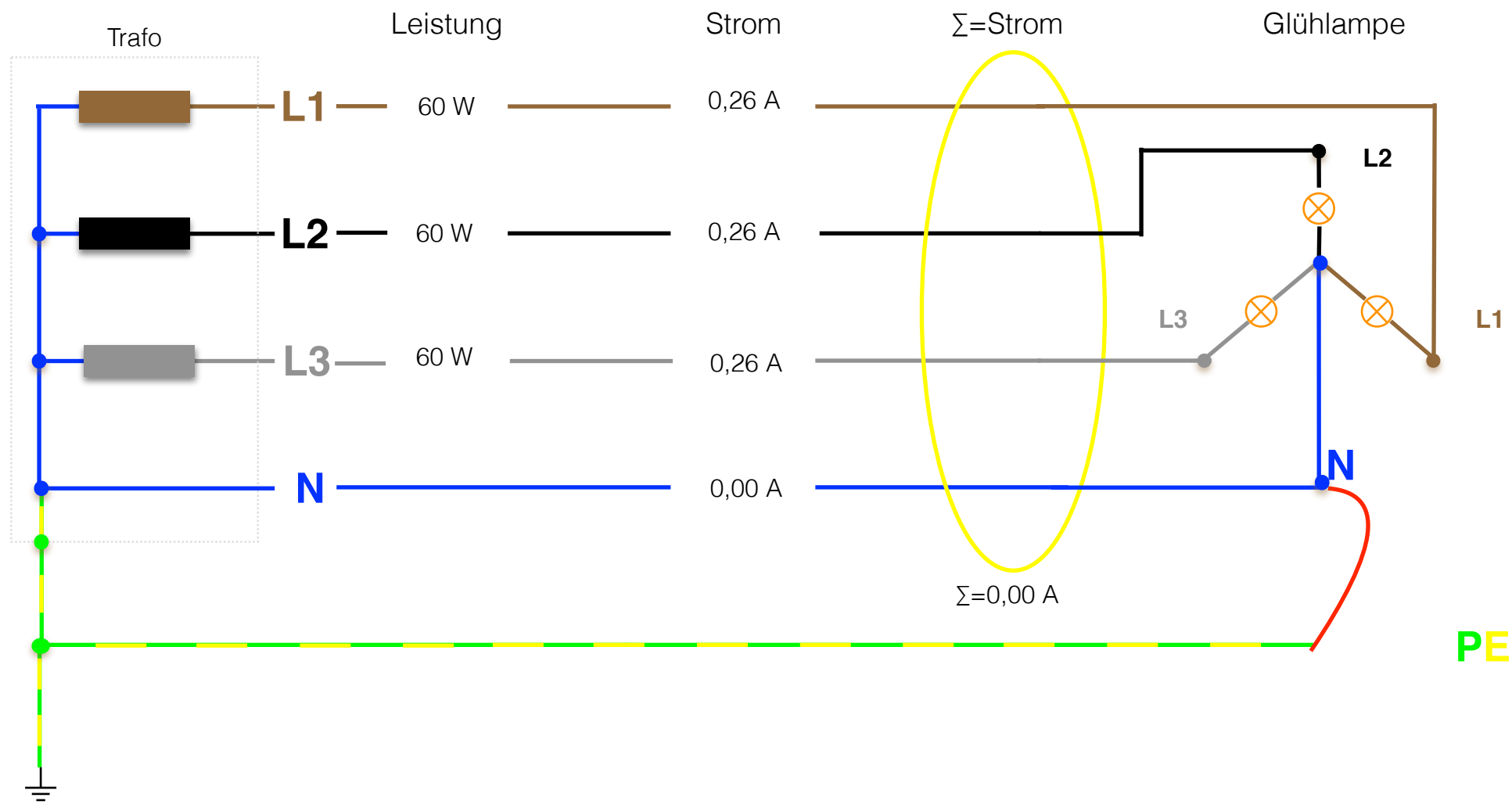
Die Glühlampe 60 W



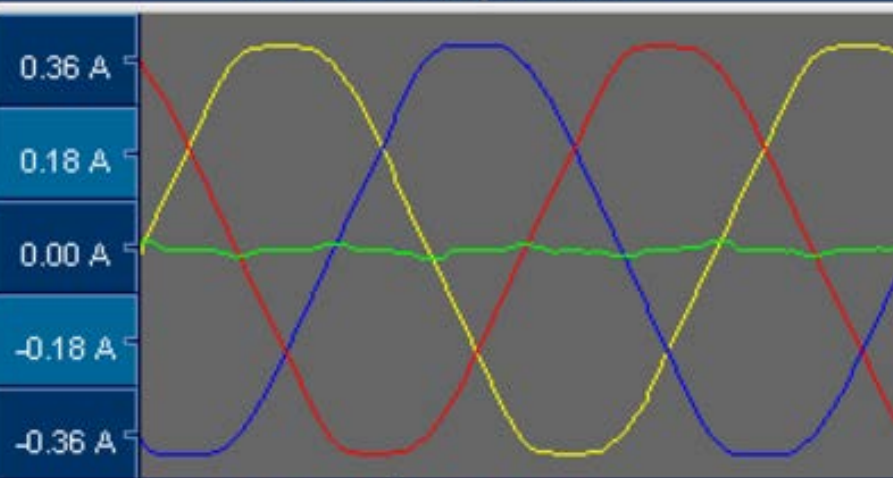
Die Summe aller Ströme ist gleich Null



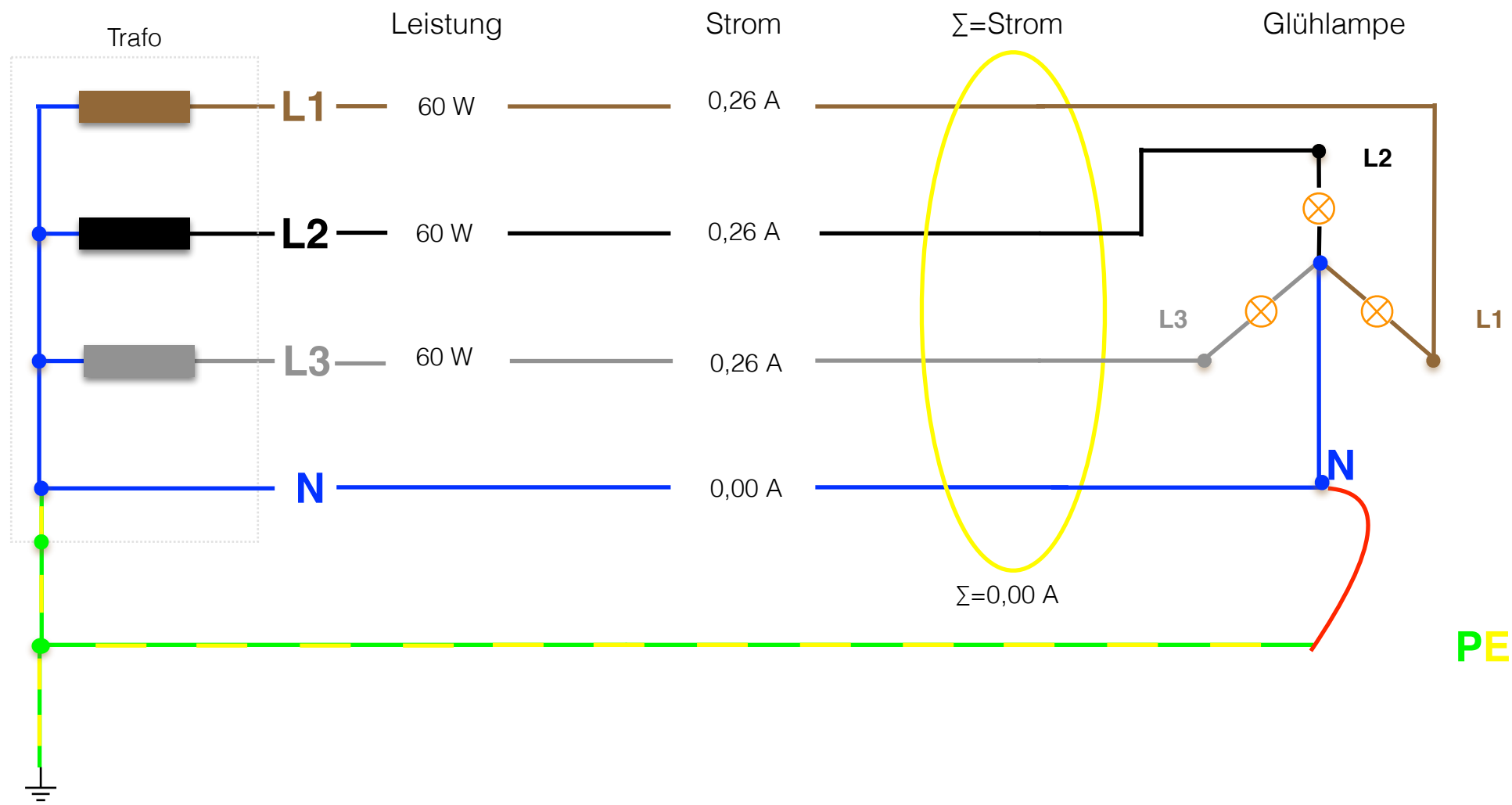
Die Glühlampe 60 W



Was bewirkt eine **Brücke** zwischen **N** und **PE**



Die Glühlampe 60 W

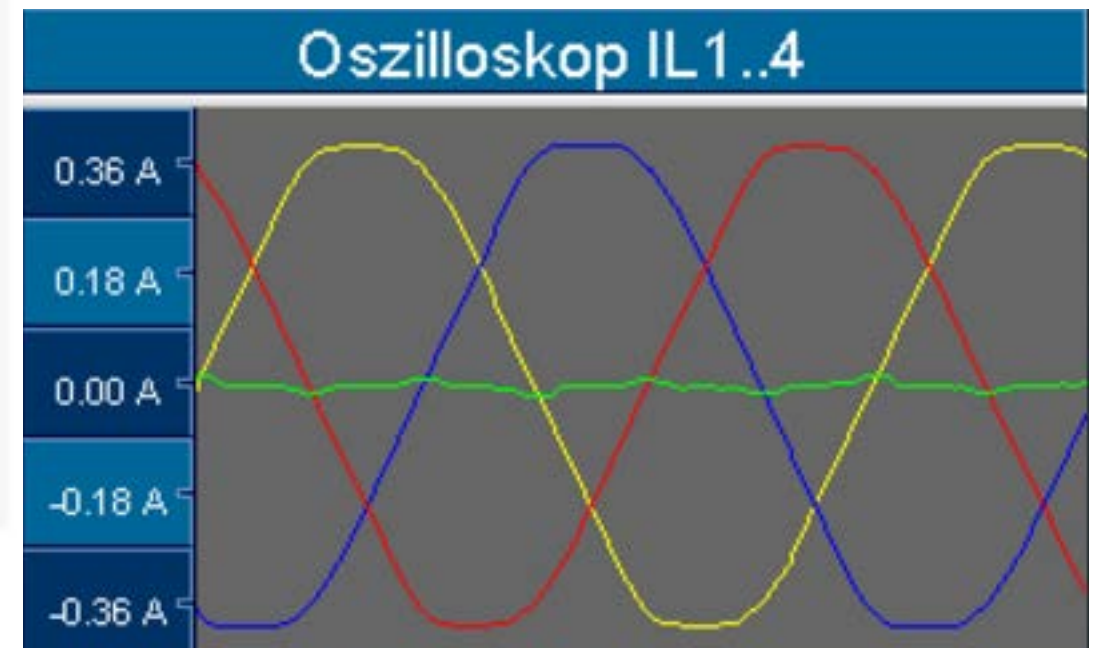


Die Summe aller Ströme ist gleich Null
auch mit einer zusätzlichen **PE-N-Brücke**

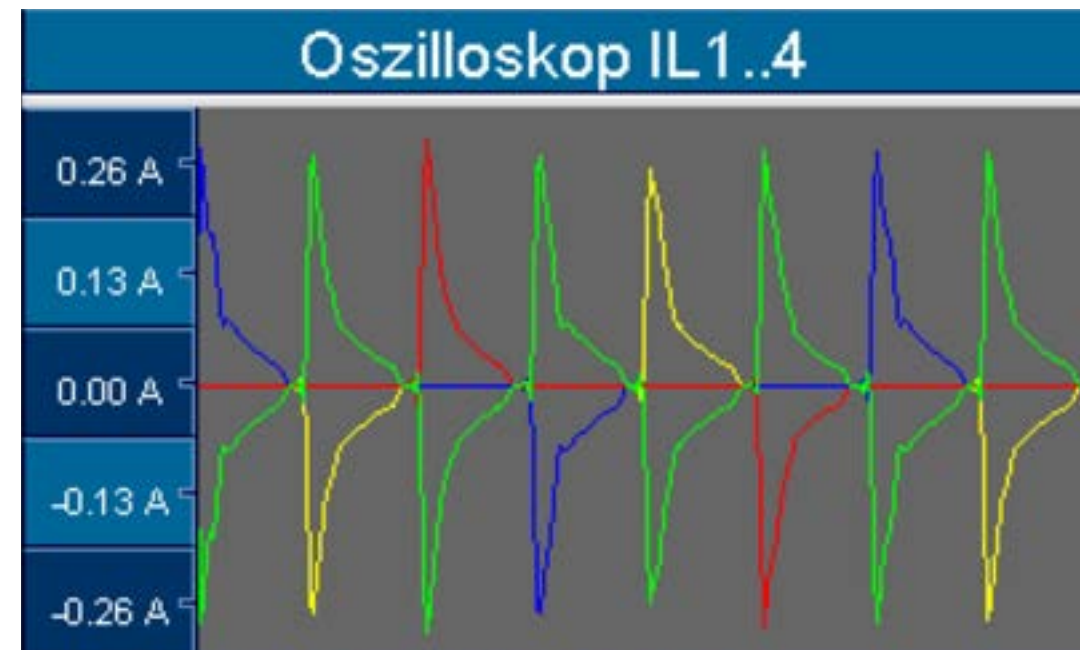
Kupfer Effizienz



Nycwy - Low Voltage Power Kab...
german.alibaba.com



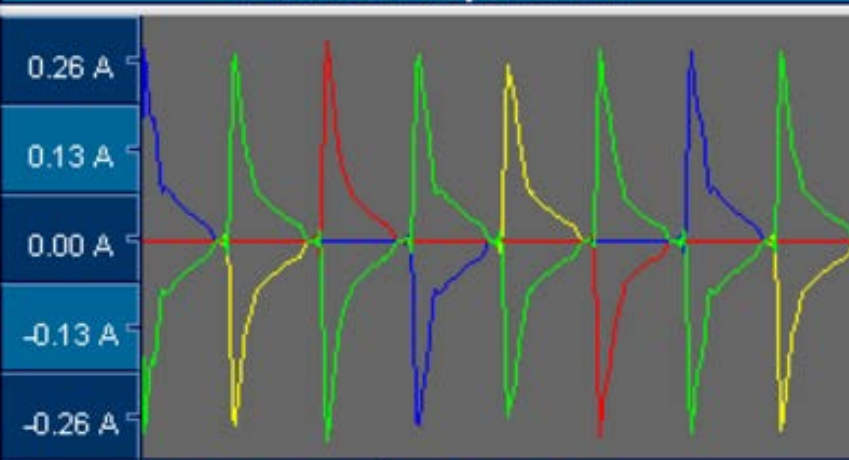
Die LED 6W, 750lm



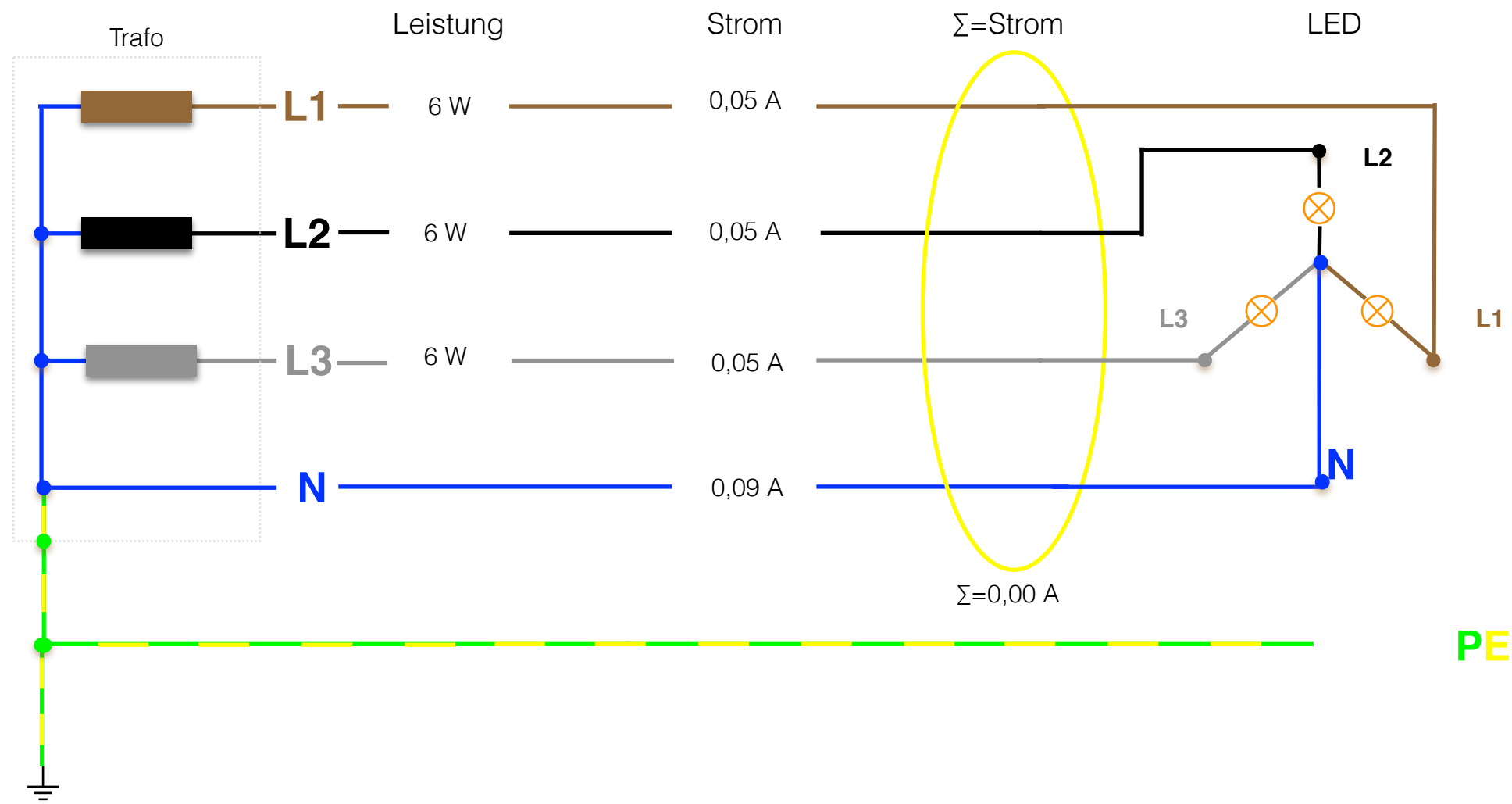
UMG512 EMV Messtechnik 10.0.10.7

	Spannung	Strom	Wirkleistung	Blindleistung	PF1
L1-N	234 V	0.05 A	0.01 kW	± 0.00 kvar	0.94
L2-N	233 V	0.05 A	0.01 kW	± 0.00 kvar	0.94
L3-N	234 V	0.05 A	0.0 kW	± 0.00 kvar	0.94
L4-N	0 V	0.09 A	0.00 kW	± 0.00 kvar	-0.76
L1..L3	50.0 Hz	0.09 A	0.02 kW	± 0.01 kvar	0.94

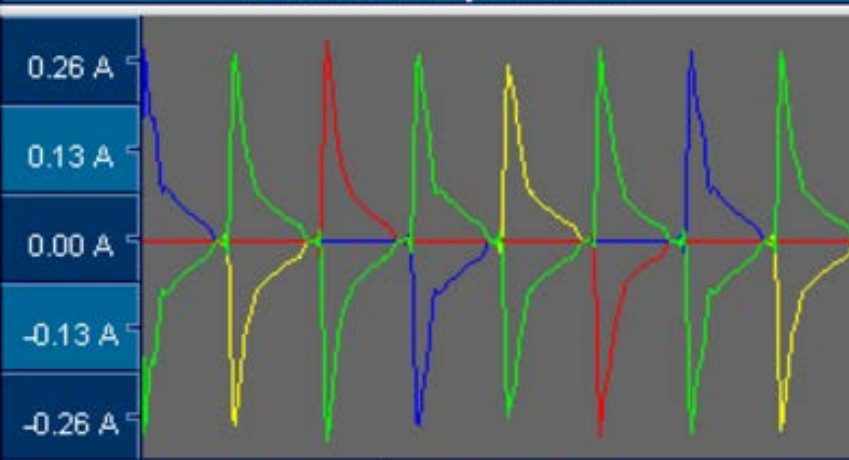
kein Sinus, N-Leiterstrom ungleich Null



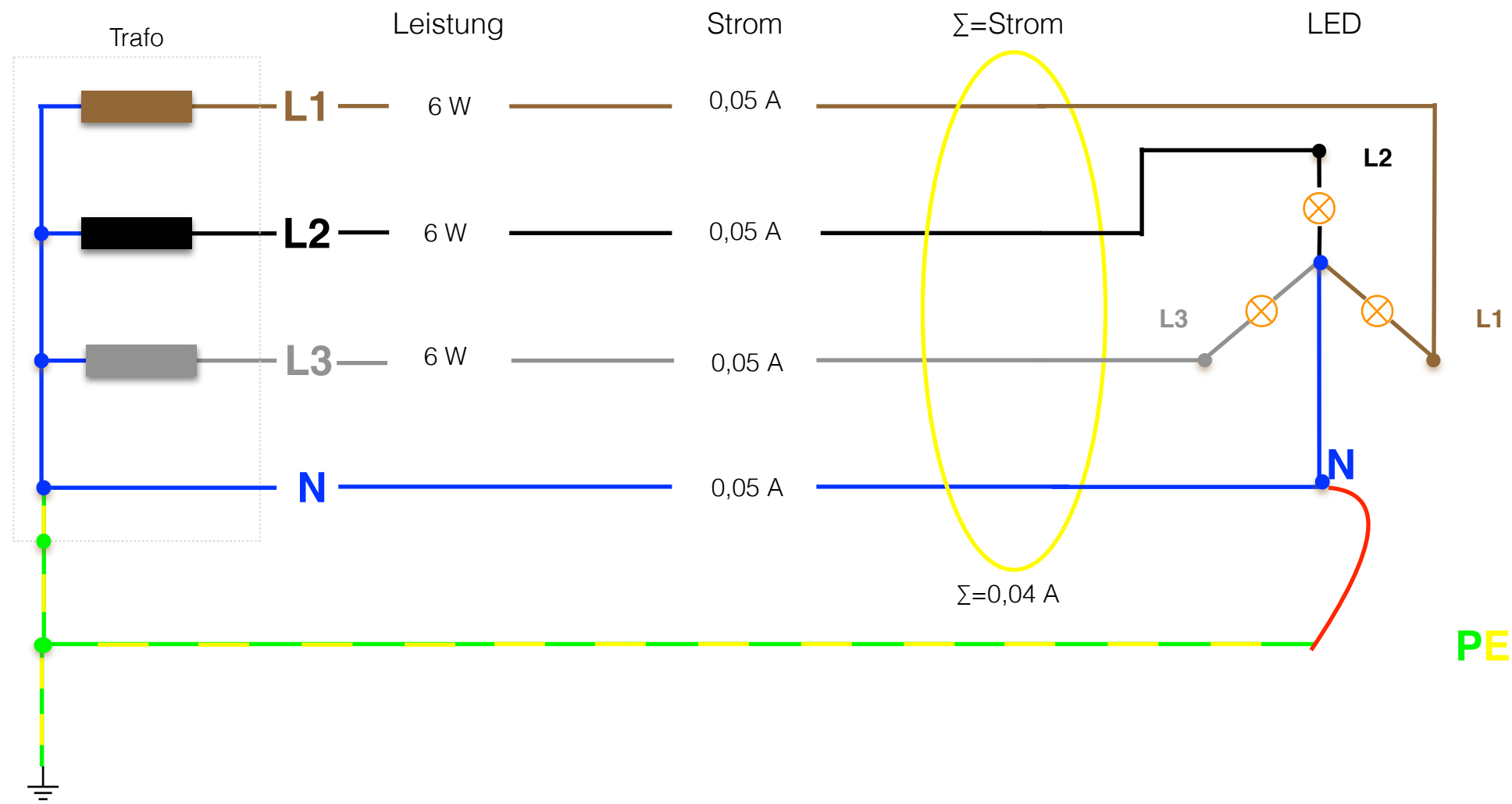
Die LED 6W



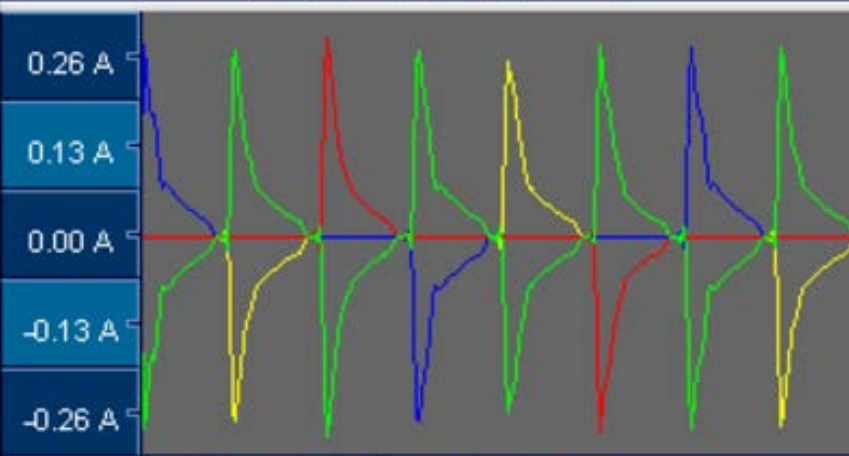
Die Summe aller Ströme ist gleich Null



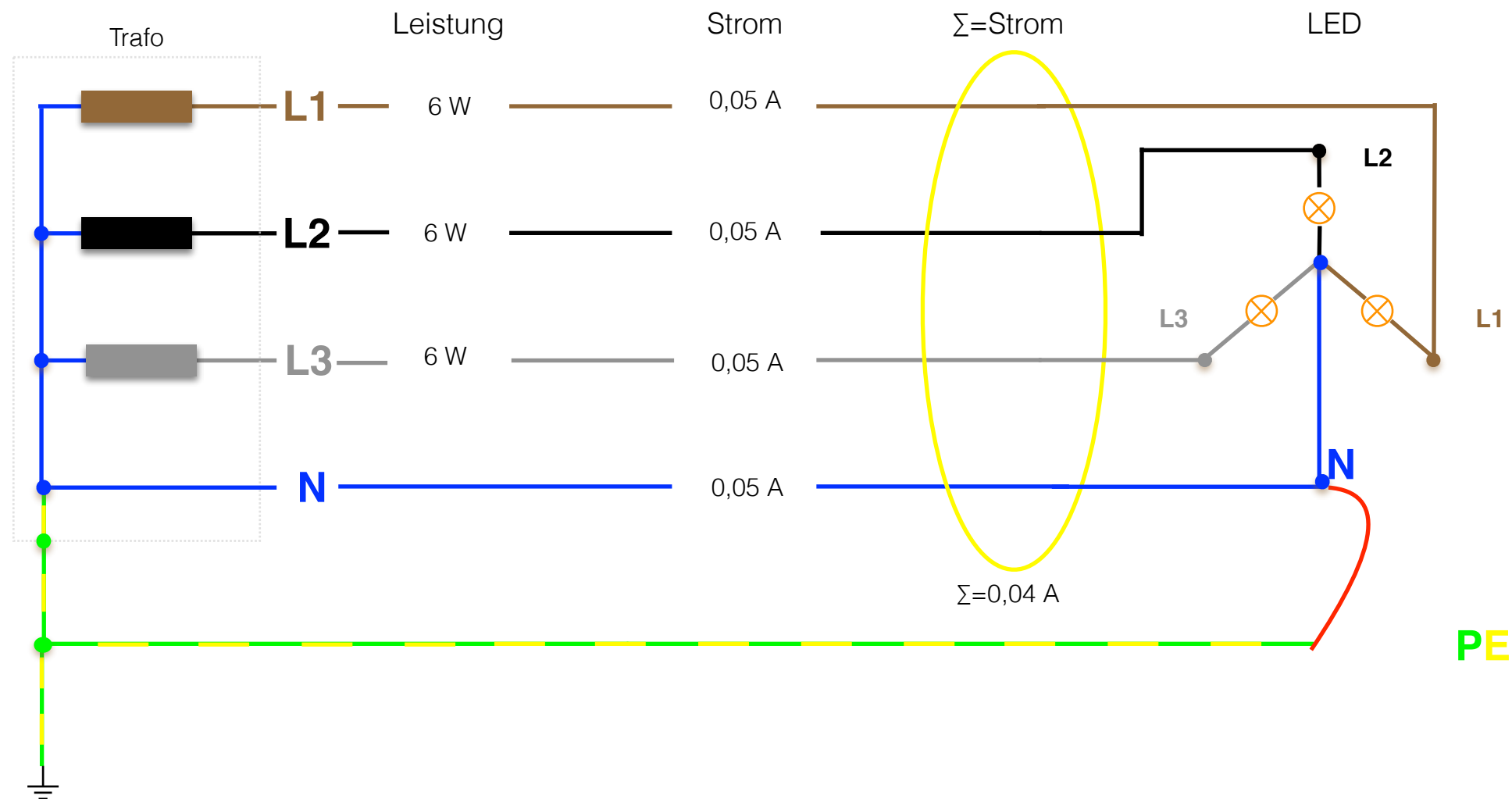
Die LED 6W



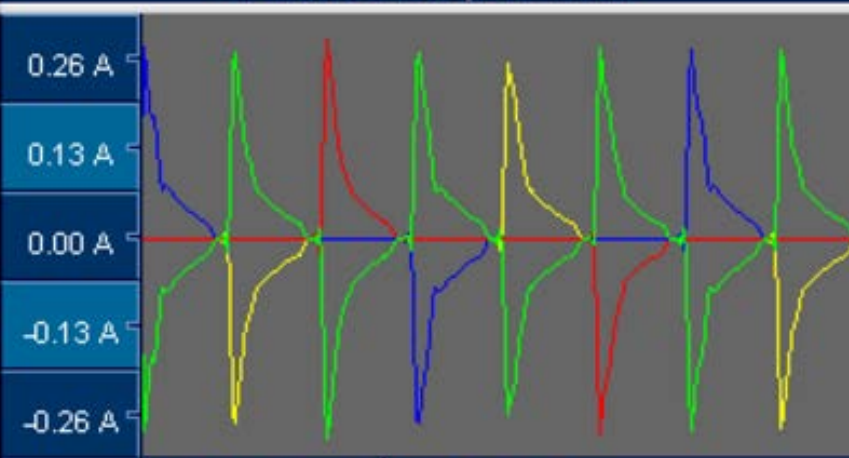
Was bewirkt eine **Brücke** zwischen **N** und **PE**



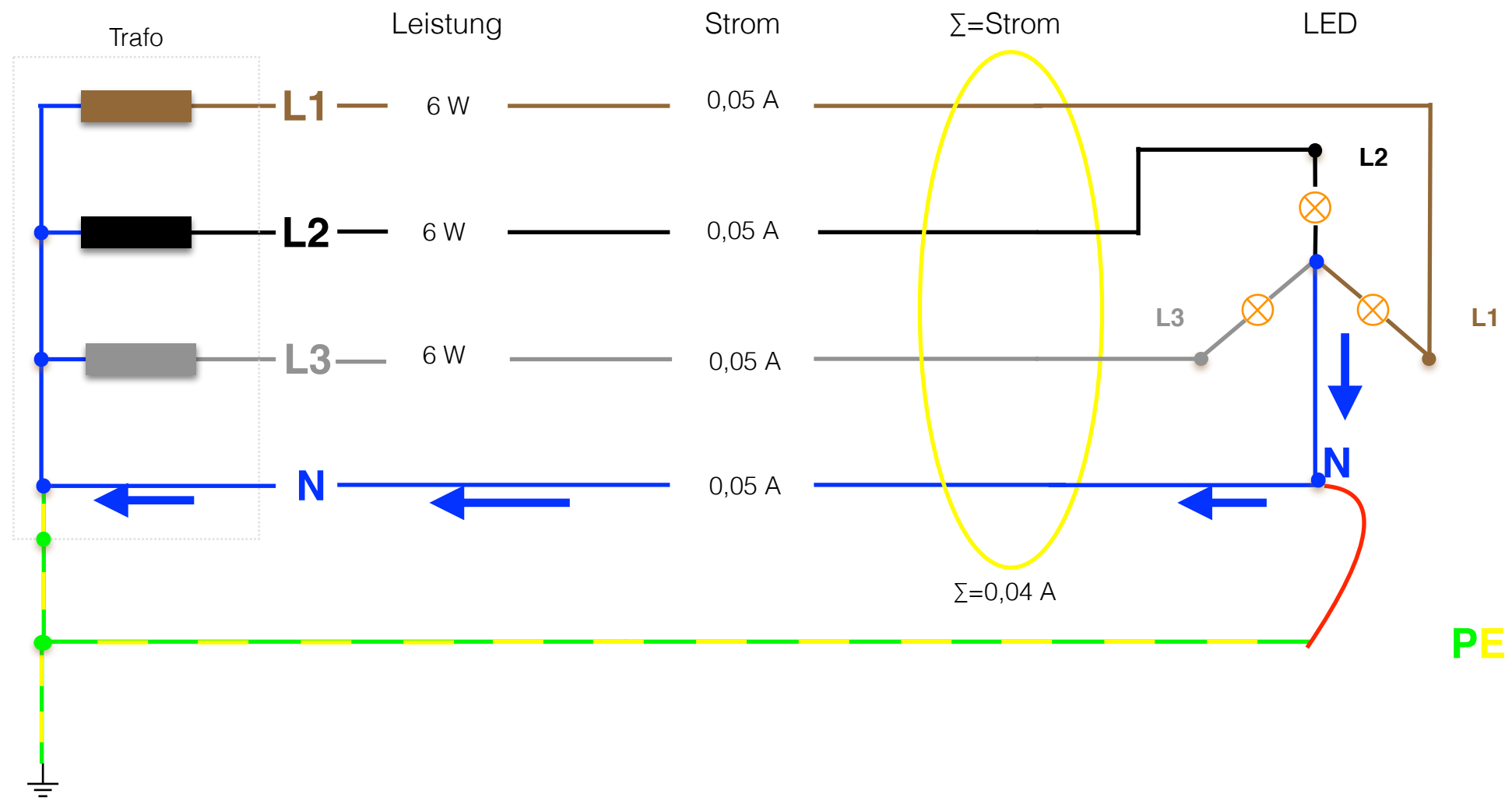
Die LED 6W



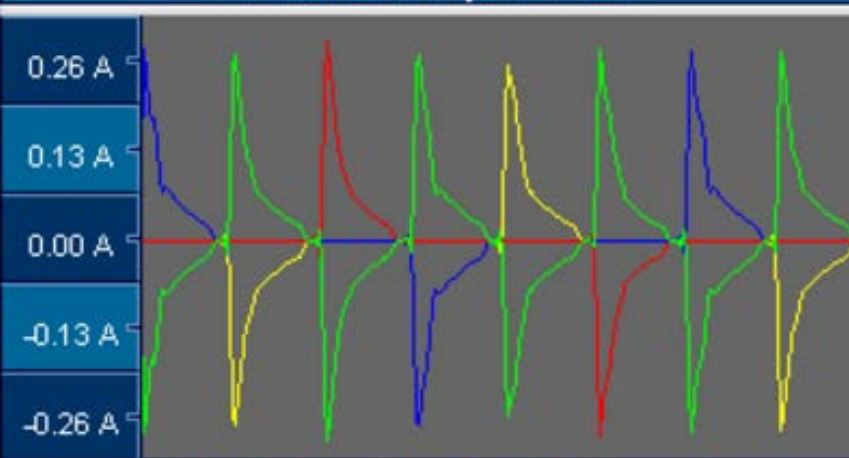
Die Summe aller Ströme ist nicht mehr gleich Null



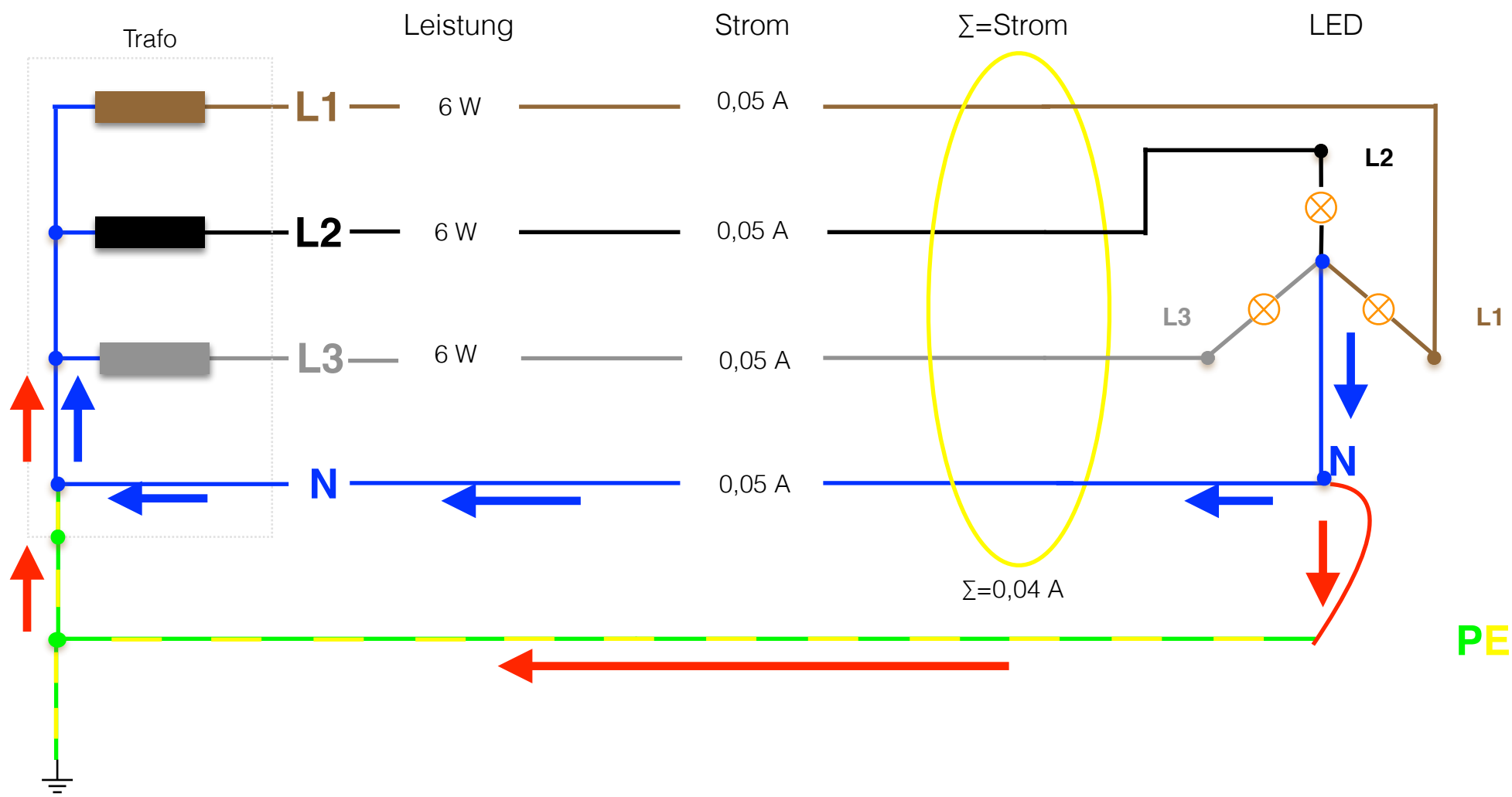
Die LED 6W



N-Leiter-Strom

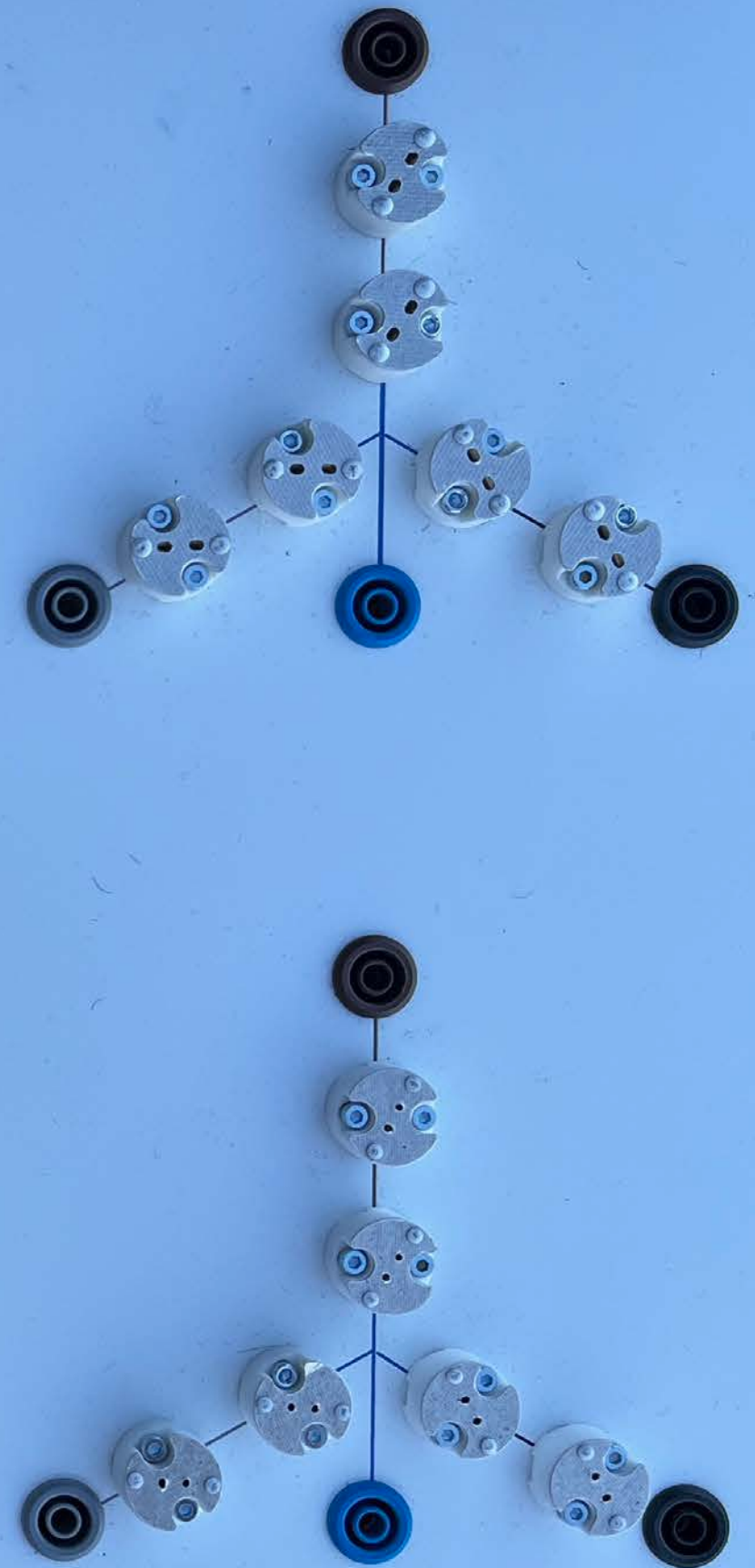
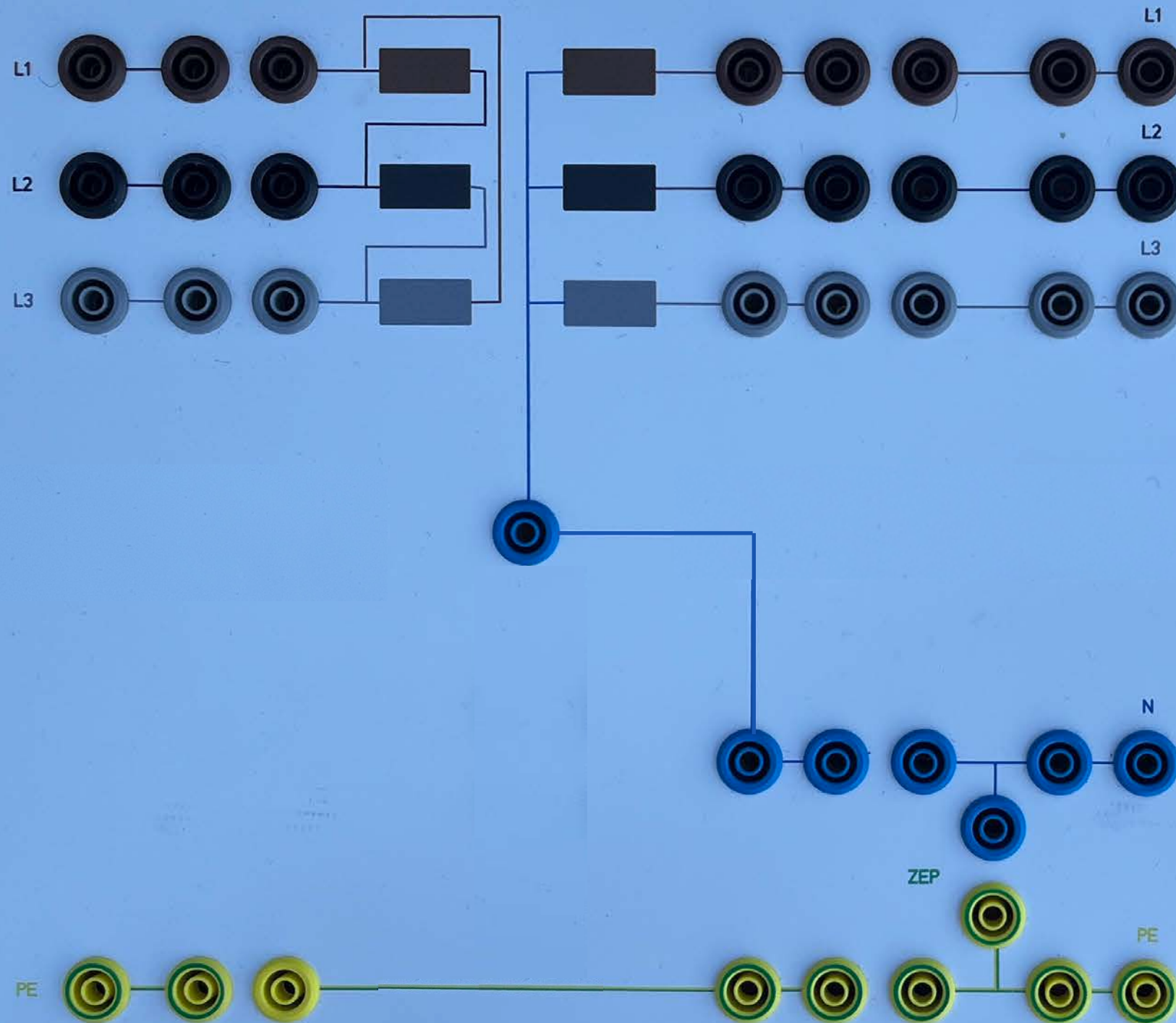


Die LED 6W

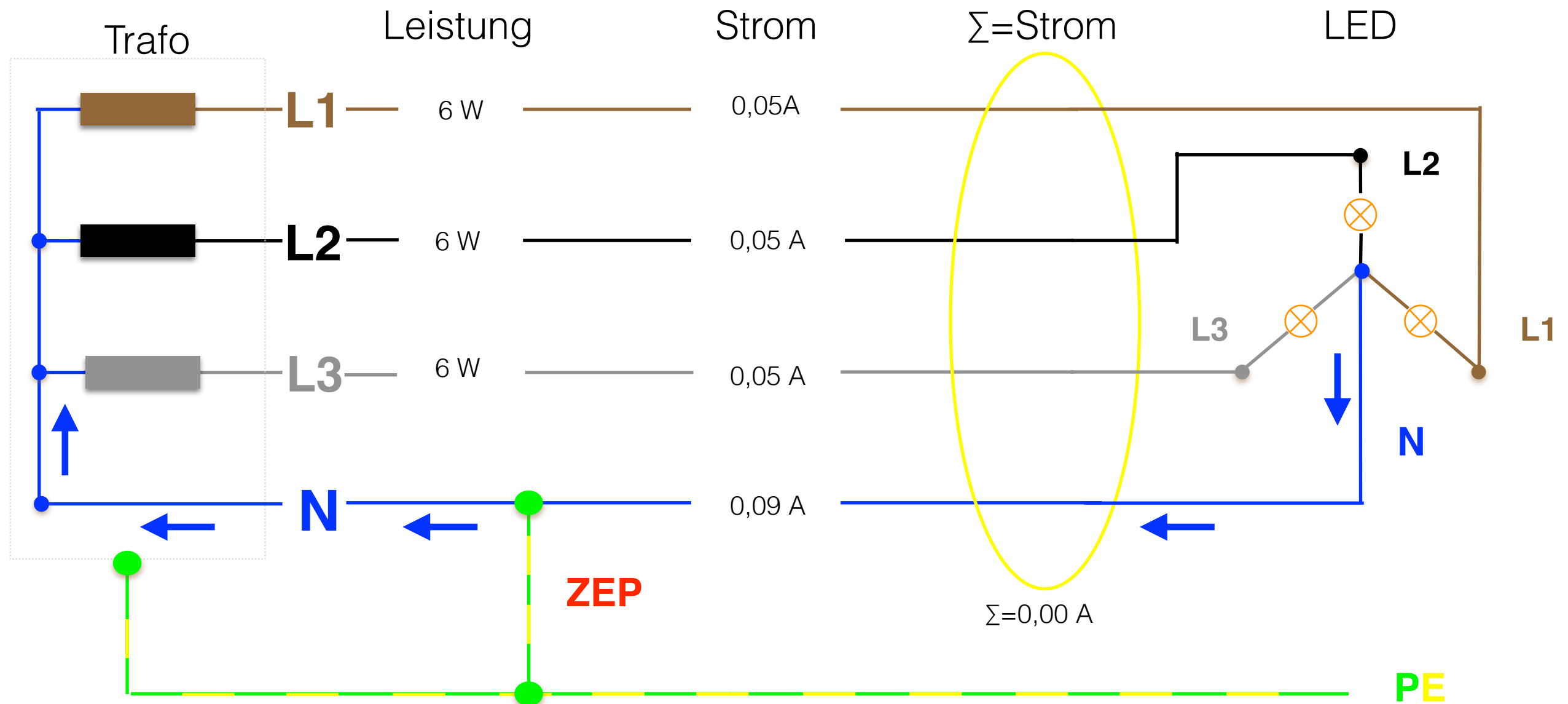


PE-Strom

TN-S Netz

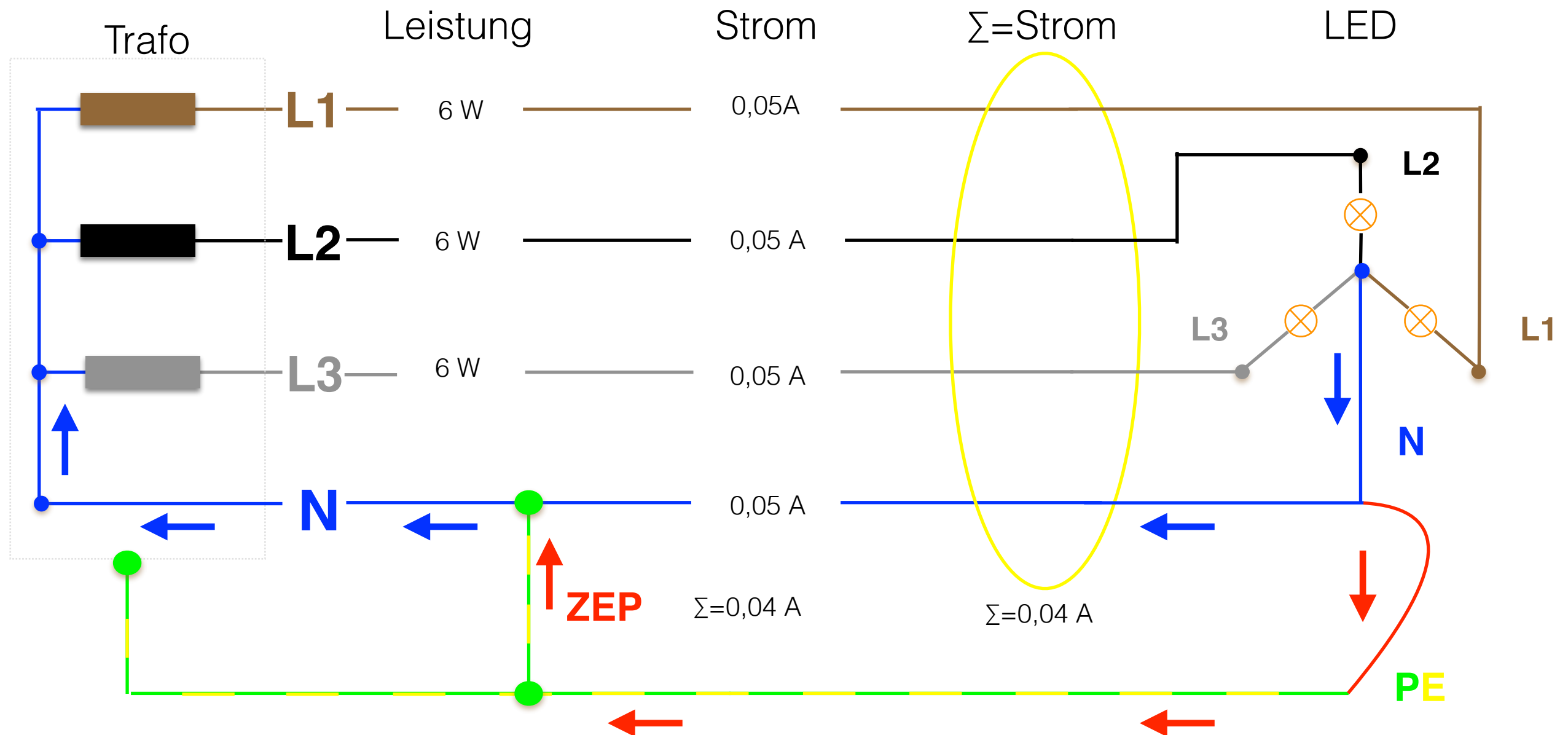


Das TN-S-Netz



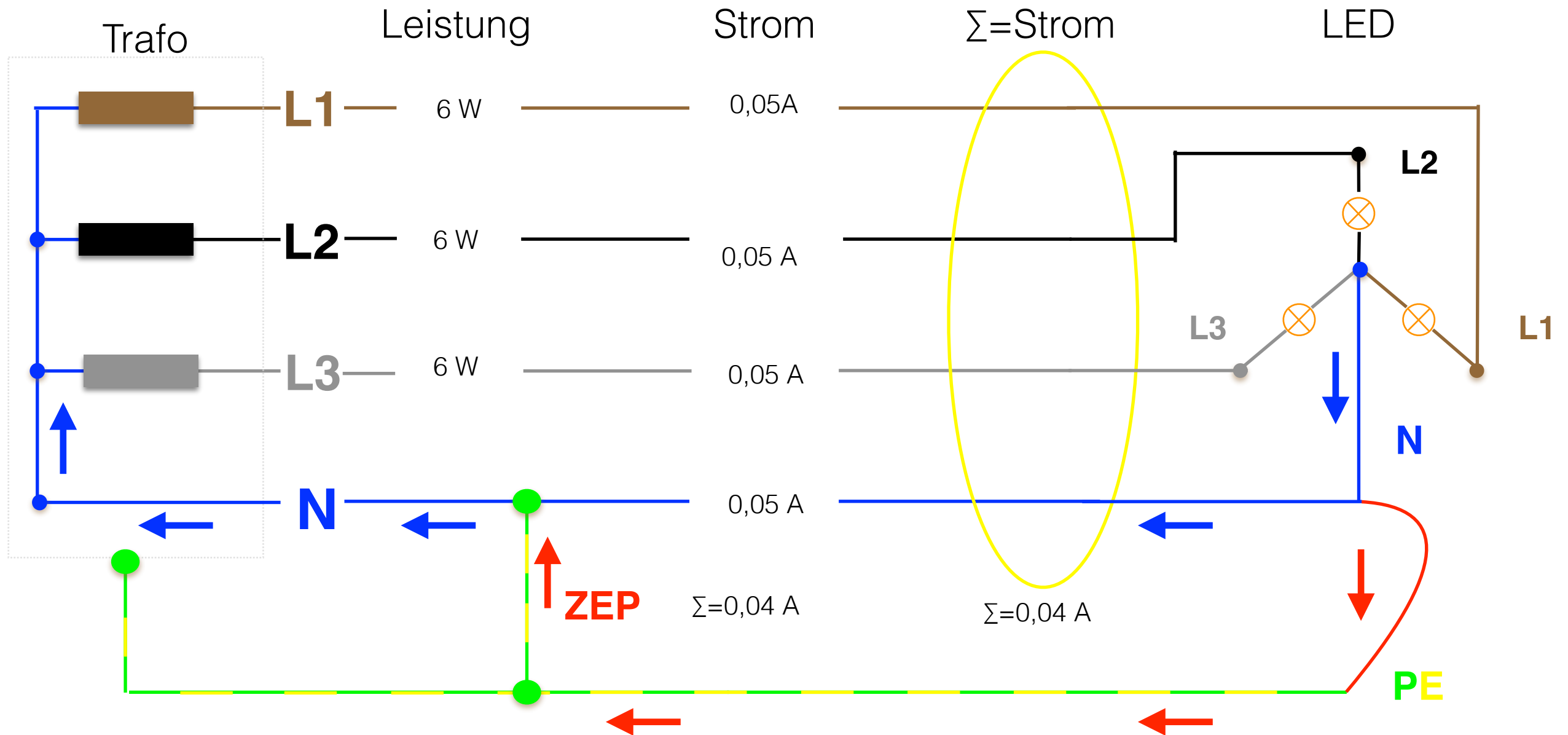
Einführung des ZEP

Das TN-S-Netz



PE-Ströme

Das TN-S-Netz



Mit ZEP-Monitoring lassen sich die Fehler erkennen

Mitteilungen zur Herzgesundheit auf deiner Apple Watch

Du kannst Mitteilungen von der Herzfrequenz-App auf deiner Apple Watch aktivieren, um auf hohe oder niedrige Herzfrequenzen und unregelmäßige Herzrhythmen hingewiesen zu werden.



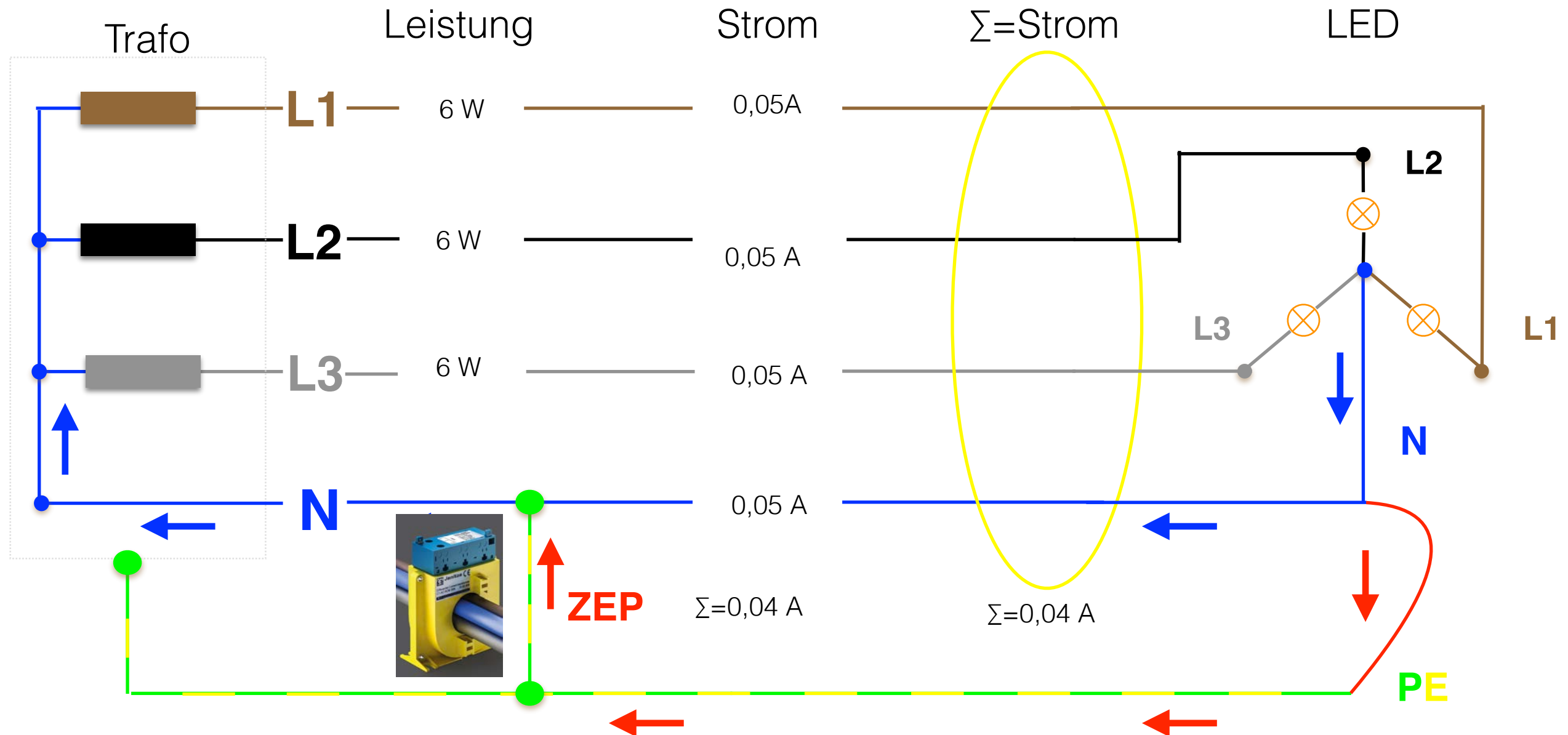
Mitteilungen bei hoher und niedriger Herzfrequenz

Wenn deine Herzfrequenz über oder unter einer bestimmten Anzahl von Schlägen pro Minute (BPM) liegt, kann dich die Apple Watch benachrichtigen. Diese Benachrichtigungen sind nur für Apple Watch Series 1 oder neuer ab 13 Jahren verfügbar.

Wenn du die Herzfrequenz-App auf der Apple Watch zum ersten Mal öffnest, kannst du Herzfrequenz-Mitteilungen aktivieren. Du kannst dies auch jederzeit später über dein iPhone tun:

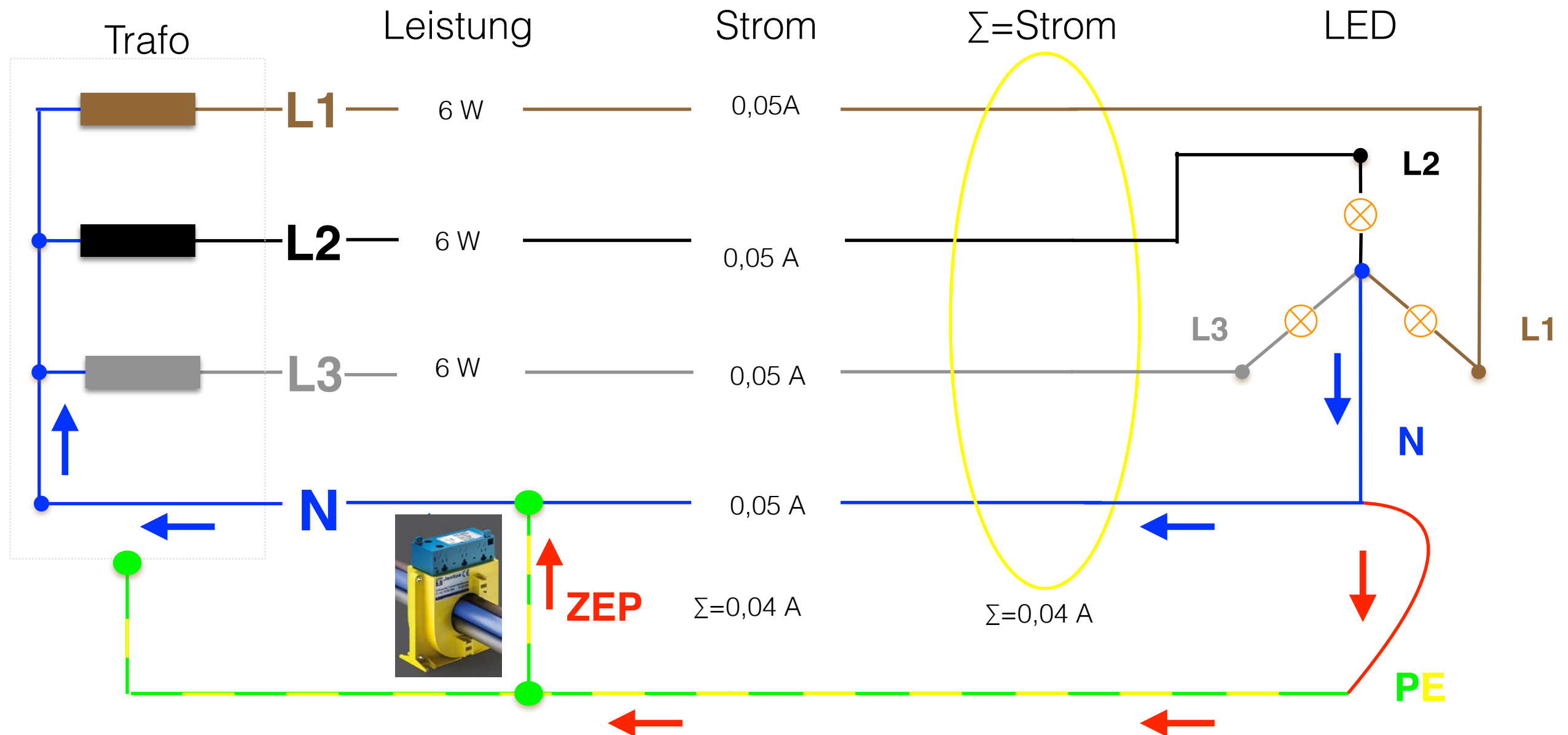
1. Öffne auf deinem iPhone die Apple Watch-App.
2. Tippe auf den Tab "Meine Uhr" und anschließend auf "Herz".
3. Tippe auf "Hohe Herzfrequenz", und wähle eine Anzahl an Schlägen pro Minute (BPM).
4. Tippe auf "Niedrige Herzfrequenz", und wähle eine Anzahl an Schlägen pro Minute (BPM).

Du kannst Mitteilungen von der Herzfrequenz-App auf deiner Apple Watch aktivieren, um auf hohe oder niedrige Herzfrequenzen und unregelmäßige Herzrhythmen hingewiesen zu werden.



Du kannst Mitteilungen von deinem **ZEP** aktivieren um auf hohe Differenzströme und unregelmäßige **ZEP-Aktivitäten** hingewiesen zu werden.

Das TN-S-Netz



Effizienzarchitektur beginnt mit der Überwachung des ZEP

Wenn sich die
Vergangenheit, die
Gegenwart und die
Zukunft treffen!

Vergangenheit:

Als die Adern im Kabel noch **Rot**, **Schwarz** und **Grau** waren.

Gegenwart:

Als die Adern im Kabel **Schwarz**, **Blau** und **Grün-Gelb** waren.

Zukunft:

Als nichtlineare Lasten zu Lasten wurden.

Zeitstrahl

Bezeichnung	Farbe (seit 2003)	Farbe (bis 2003)	Alte Kabelfarben (bis 1965)
Neutralleiter (N)	Blau	Blau	Grau
Schutzleiter (PE), Erdung	Gelb-Grün	Gelb-Grün	Rot
Phase (L1), Außenleiter	Braun	Schwarz	Schwarz
Phase (L2)	Schwarz	Braun	Blau
Phase (L3)	Grau	Schwarz	Schwarz

Aufgabe an den Installateur im Jahr 2003:

Die Verteilung wird neu errichtet.

Im Keller befindet sich noch ein Raum mit einer sehr alten Installation. Die Installation soll bestehen bleiben, es wird nur die Zuleitung in den Raum ausgetauscht.

Denn er wusste nicht

was er tat!

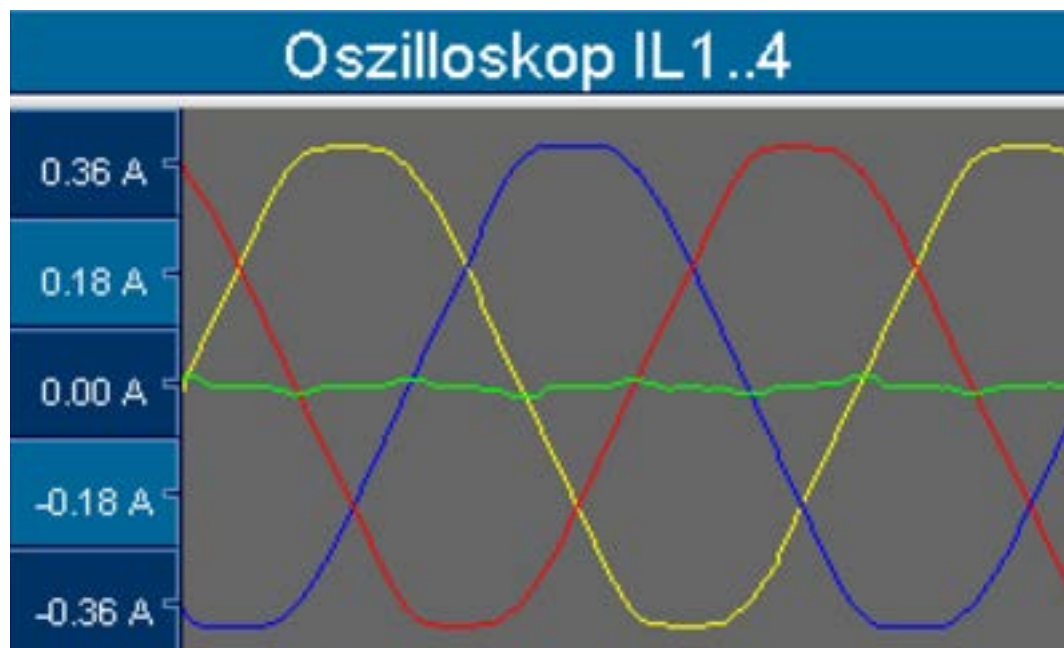
Betriebsmittel

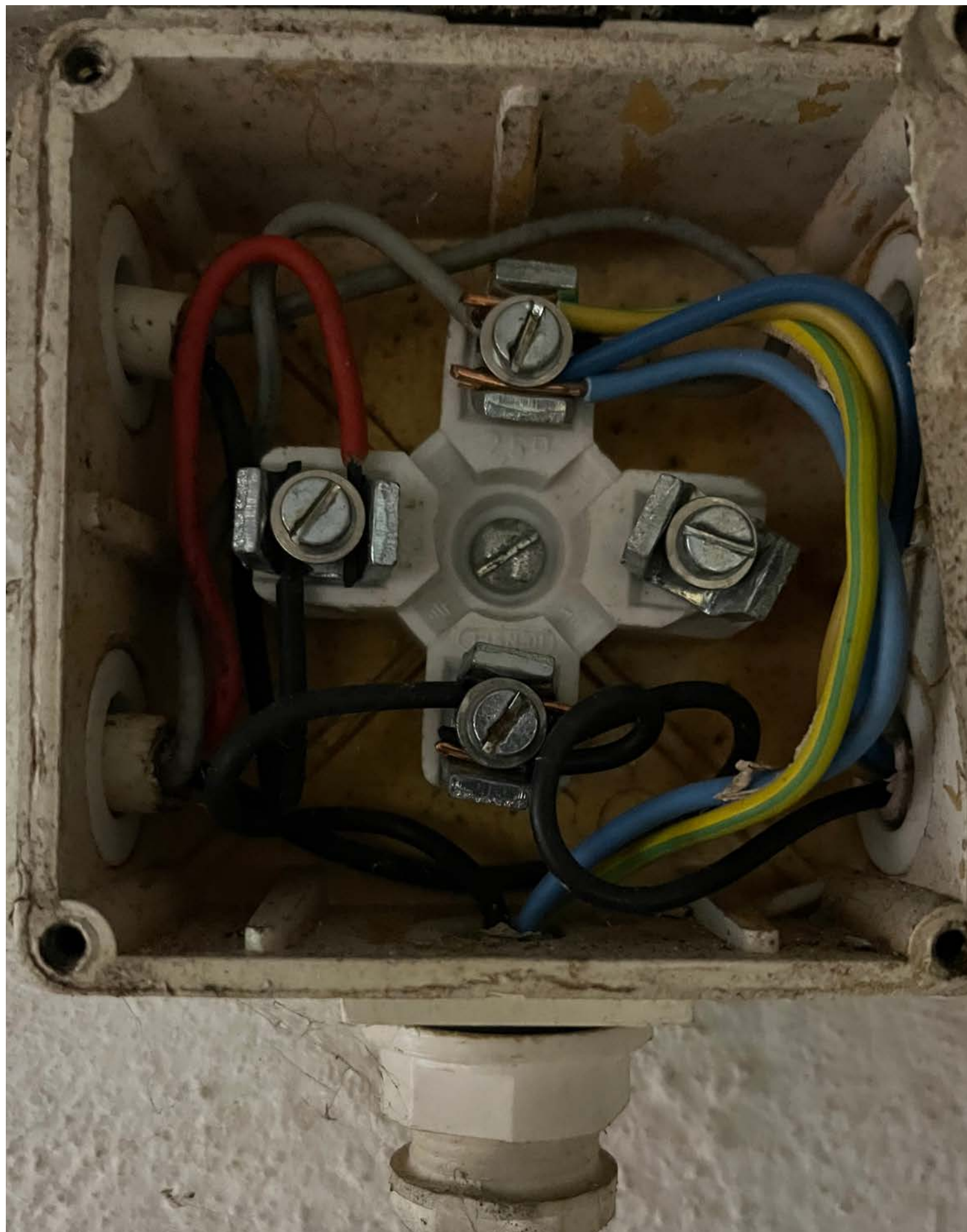
linear



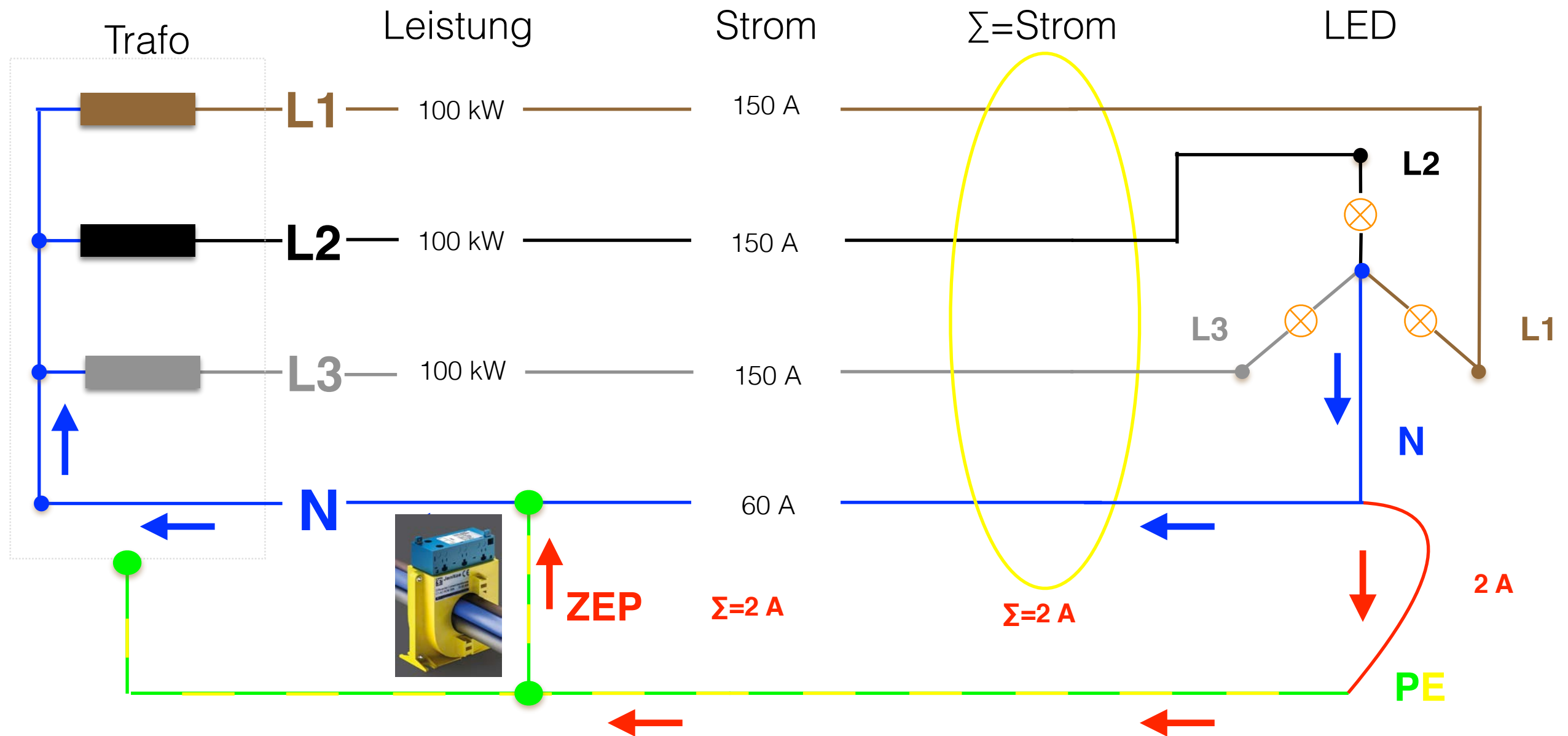
nichtlinear

Wenn
nichtlineare
Lasten



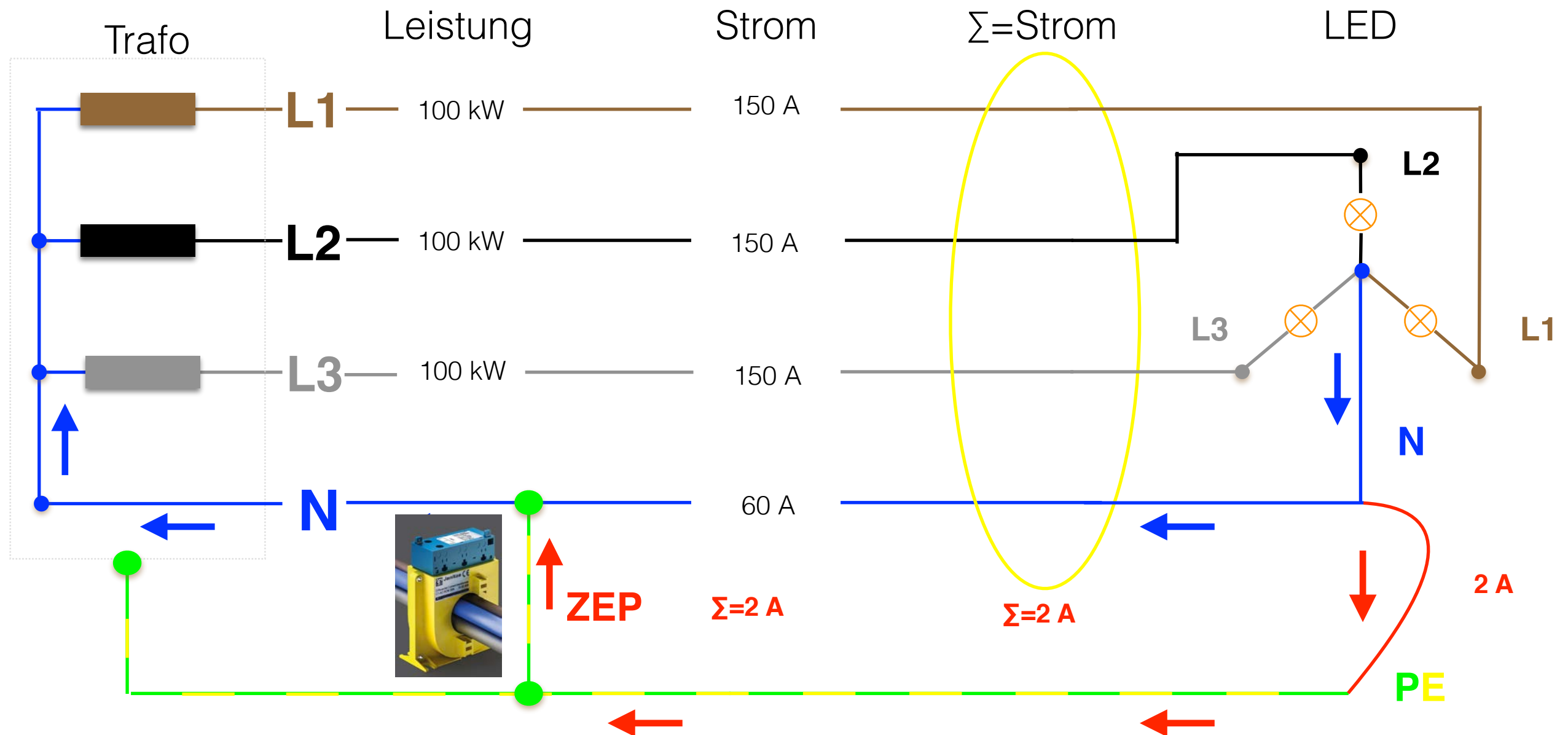


Das TN-S-Netz



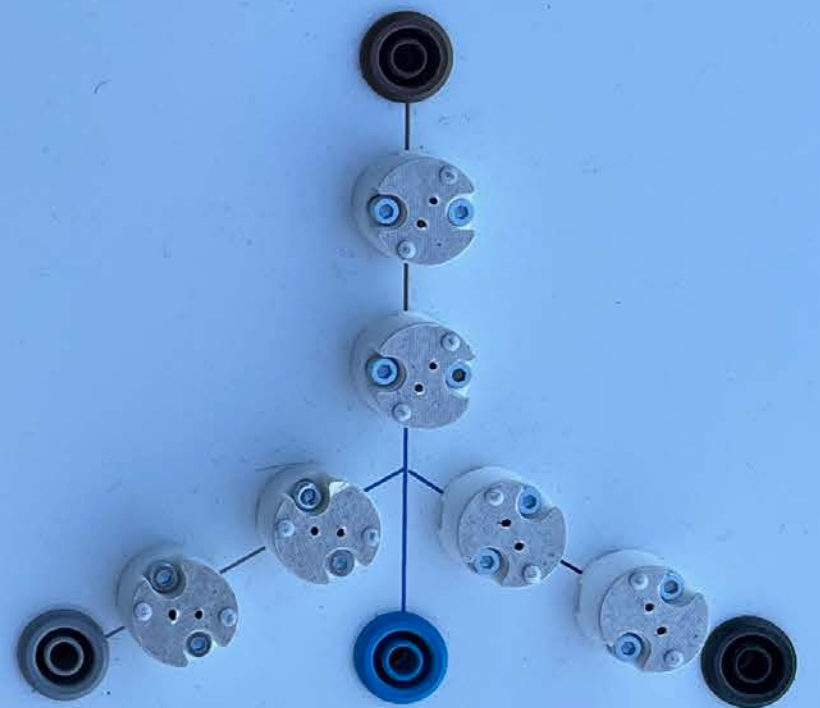
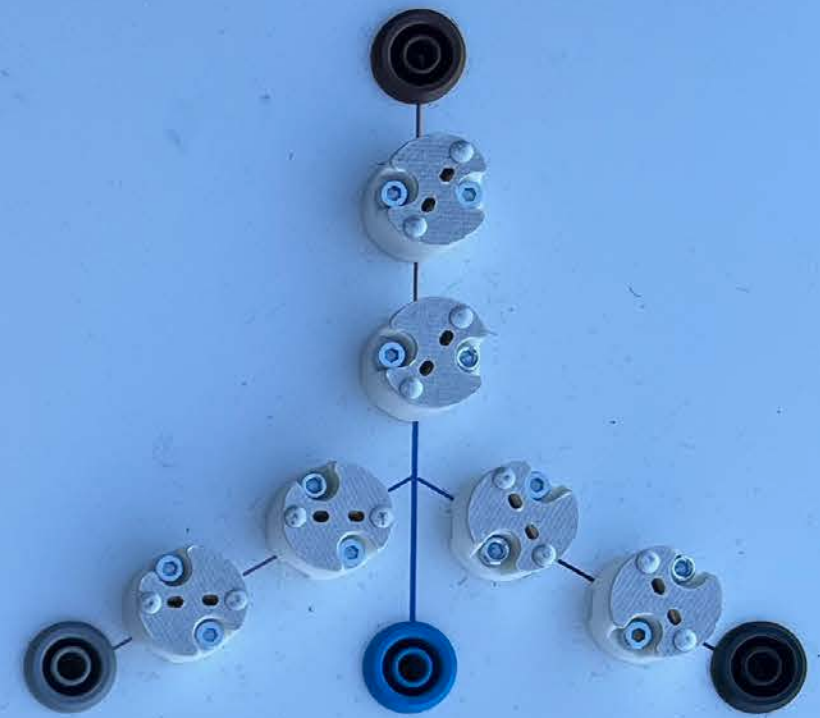
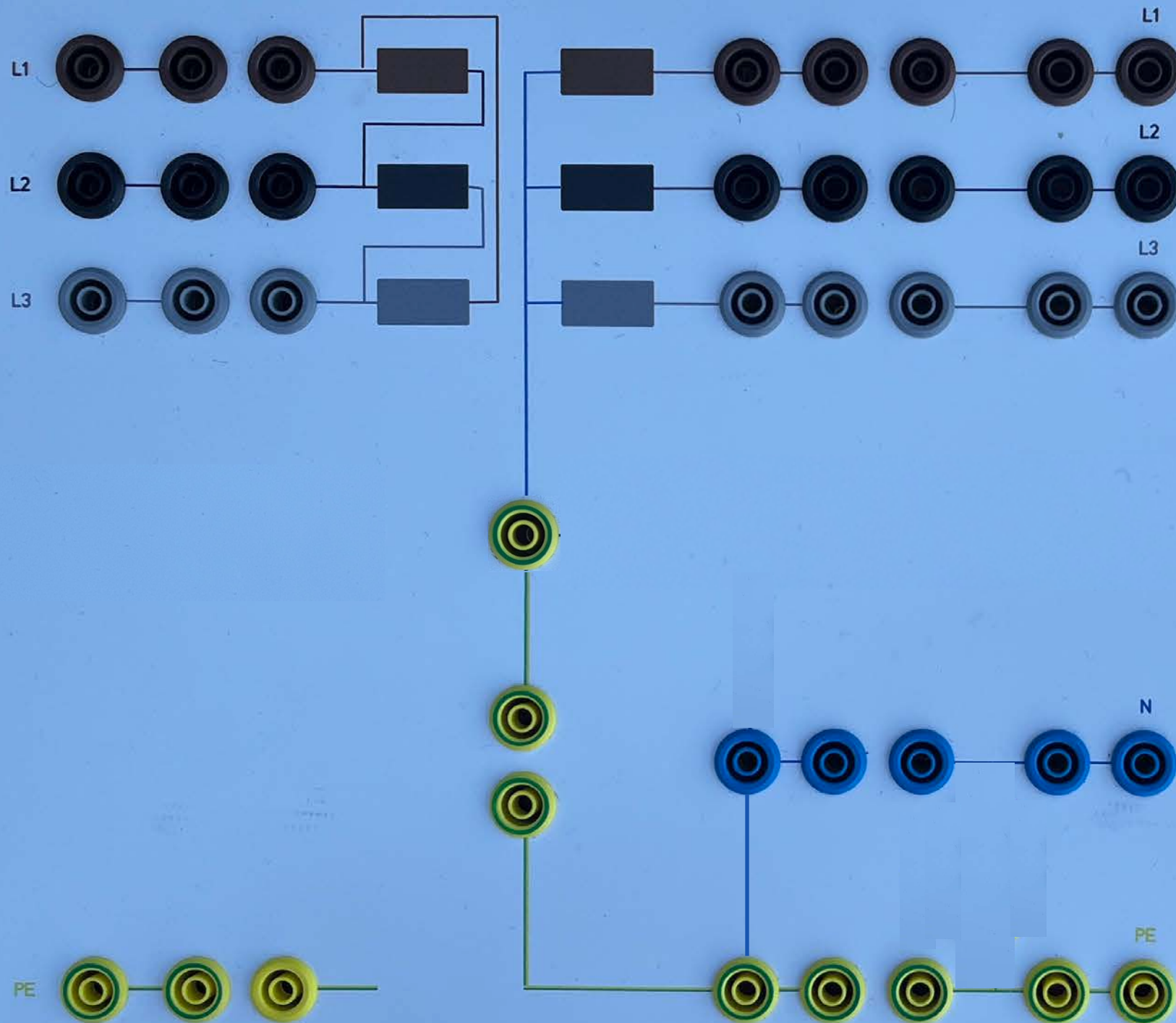
Effizienzarchitektur beginnt mit der Überwachung des ZEP

Das TN-S-Netz

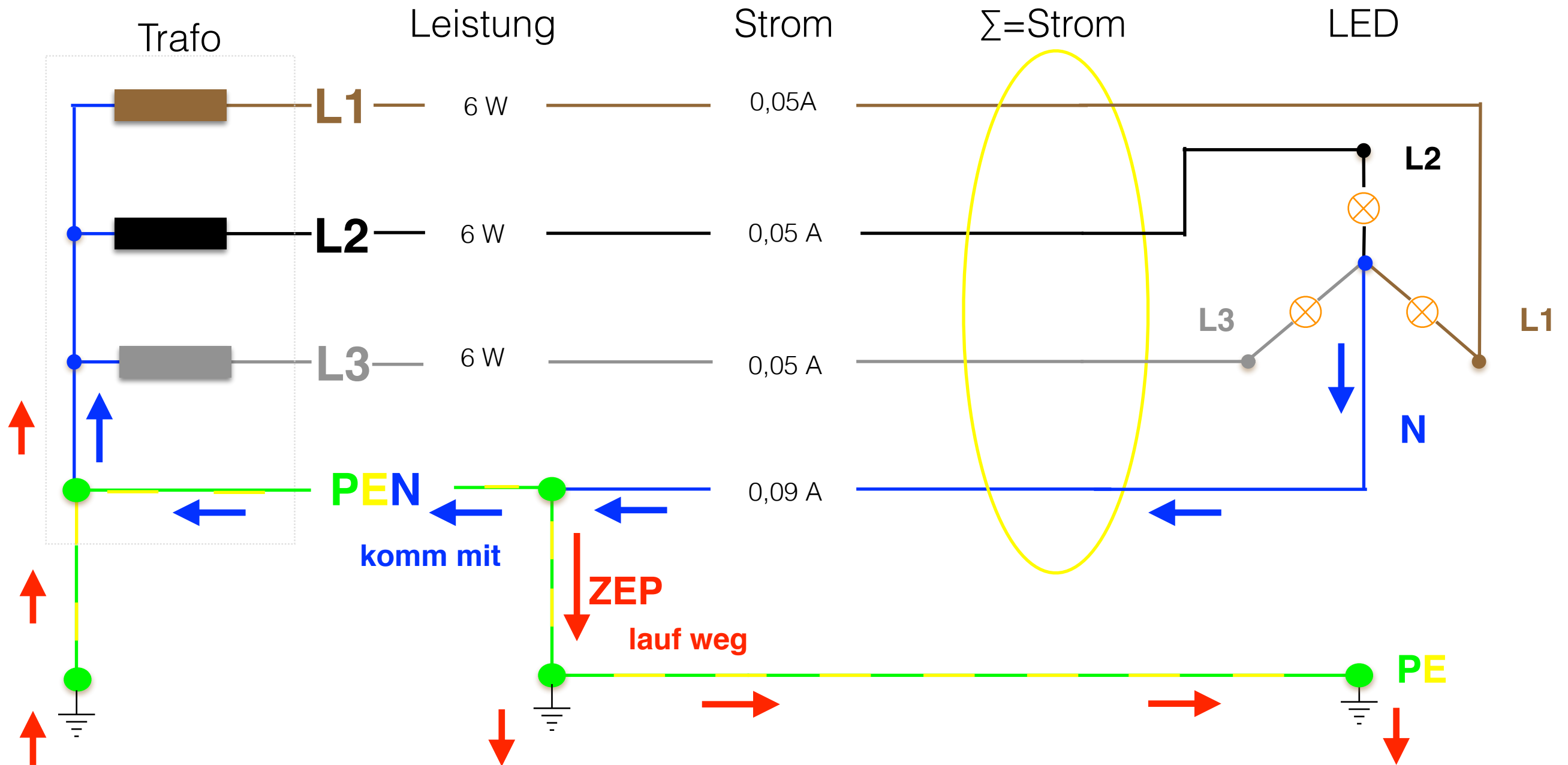


Du kannst Mitteilungen von deinem **ZEP** aktivieren um auf hohe Differenzströme und unregelmäßige **ZEP-Aktivitäten** hingewissen zu werden.

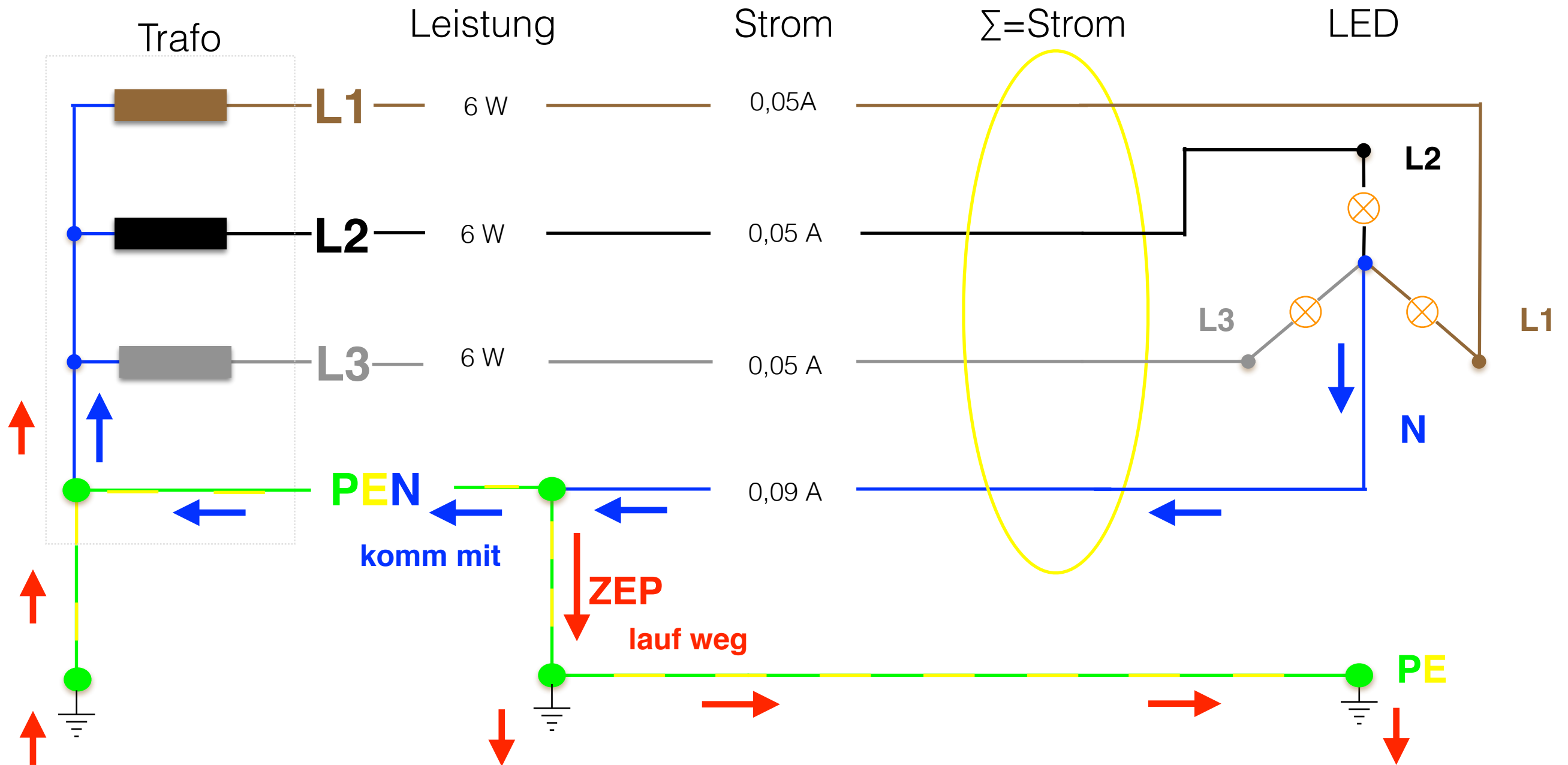
TN-C-S Netz



Das TN-C-S-Netz

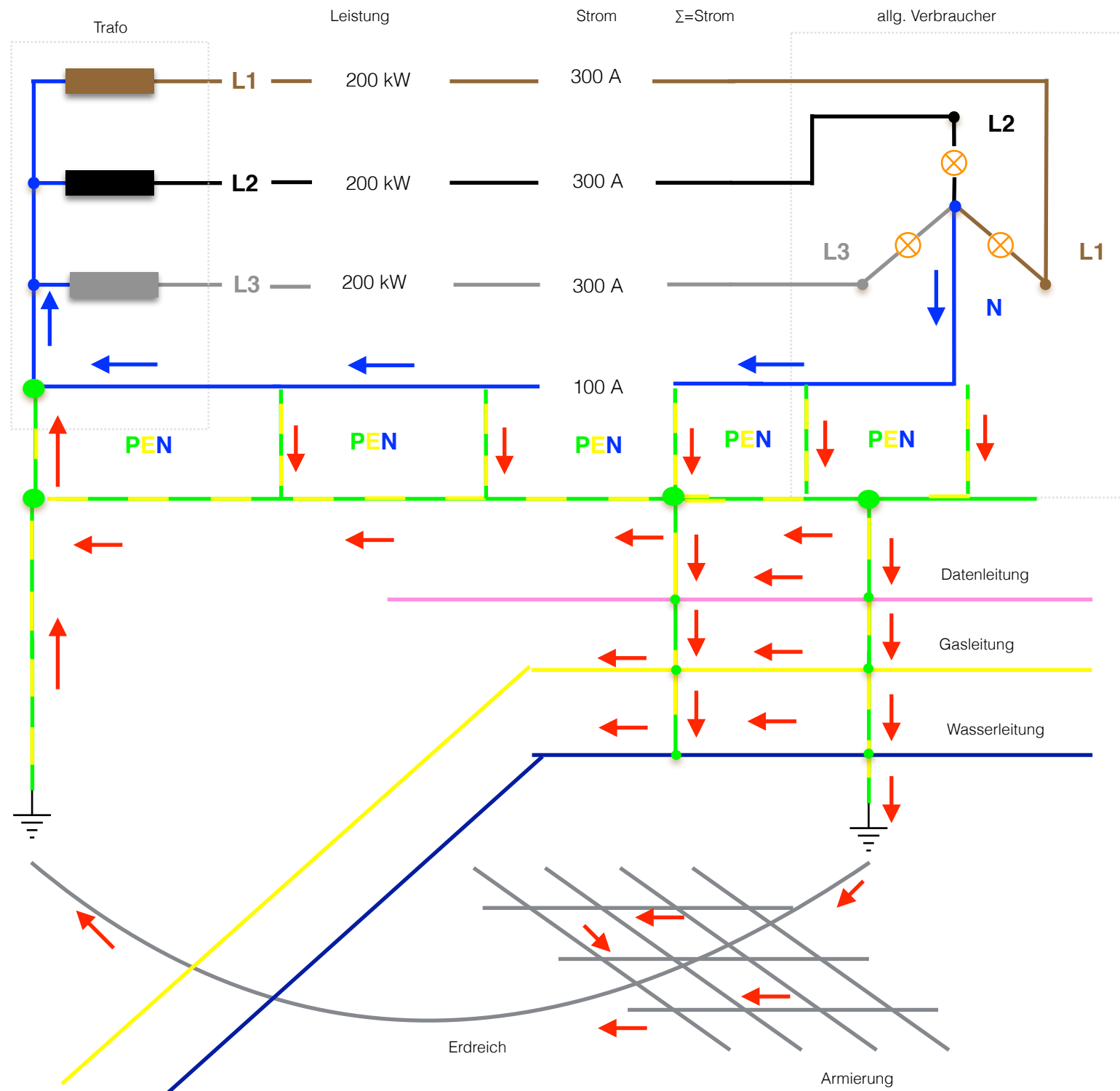


Das TN-C-S-Netz

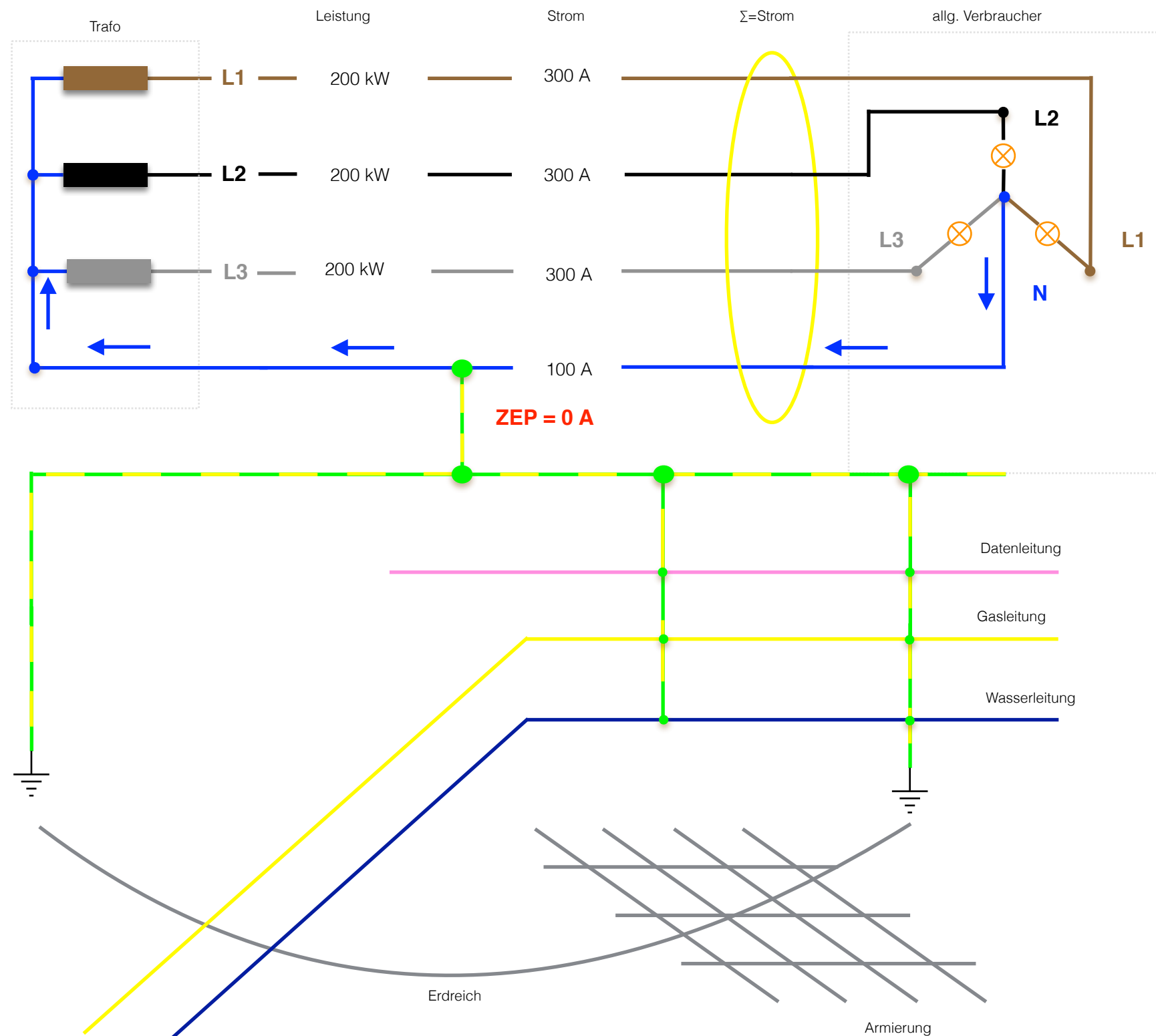


Mit nichtlinearen Lasten entstehen im TN-C-Netz und im TN-C-S-Netz immer Ströme auf dem Erdsystem

Die verPEN-te Installation



Das TN-S-Netz



Norm

VDE 0100 T 444 vom Oktober 2010

DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10

444 Maßnahmen gegen elektromagnetische Einflüsse

444.0 Einleitung

Abschnitt 444 enthält Anforderungen und Empfehlungen für die Vermeidung oder Reduzierung elektromagnetischer Störungen.

Diese Norm richtet sich an Architekten und an Planer, Errichter und Instandhalter elektrischer Anlagen.

Elektromagnetische Einflüsse (EMV) stören oder beschädigen Kommunikationsanlagen (ICT), Rundfunkanlagen (BCT), Gebäudesystemtechnik (CCCB), Prozessüberwachung, -steuerung und -automatisierung (PMCA). Durch Blitzeinwirkungen, Schaltvorgänge, Kurzschlüsse und andere elektromagnetische Ereignisse hervorgerufene Ströme können Überspannungen und elektromagnetische Störungen verursachen.

Diese Wirkungen können auftreten,

- wo großflächige Leiterschleifen vorhanden sind;
- wo unterschiedliche elektrische Kabel- und Leitungssysteme gemeinsam verlegt sind, z. B. solche für die Stromversorgung, Informationstechnik, Steuerung- und Signalstromkreise.

Stromversorgungskabel und -leitungen, die große Ströme mit einem hohen Anstiegswert (dI/dt) führen, können in Kabeln und Leitungen von Anlagen für die Übertragung von Befehlen, Steuerung und Kommunikation Überspannungen induzieren, die die angeschlossenen elektrischen Betriebsmittel beeinflussen oder beschädigen können.

444.1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Anforderungen und Empfehlungen für elektrische Anlagen fest, mit dem Ziel, den Einfluss von elektromagnetischen Störungen zu vermeiden oder zu vermindern.

Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten nicht für Anlagen, die teilweise oder vollständig in Verantwortung von öffentlichen Stromversorgern sind (siehe Anwendungsbereich DIN VDE 0100-100 (VDE 0100-100):2009-06), obwohl Spannungen und elektromagnetische Störungen über diese Stromversorgungssysteme in die elektrische

Norm

VDE 0100 T 444 vom Oktober 2010

444.4.3 TN-System

Um die elektromagnetischen Beeinflussungen zu minimieren, gelten die folgenden Unterabschnitte.

444.4.3.1 TN-C-Systeme dürfen in neu errichteten Gebäuden, die eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden, nicht verwendet werden. Es wird empfohlen, in bestehenden Gebäuden TN-C-Systeme nicht beizubehalten, wenn diese Gebäude eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden.

ANMERKUNG In einer als TN-C-System errichteten Anlage sind über den Potentialausgleich anteilige Last- oder Fehlerströme in metallenen Infrastrukturen (z. B. Rohrleitungen, metallene Konstruktionsteile) und fremden leitfähigen Teilen der Gebäudekonstruktion zu erwarten.

444.4.3.2 Anlagen in neu zu errichtenden Gebäuden müssen von der Einspeisung an als TN-S-Systeme errichtet werden (siehe Bild 44.R3A). In bestehenden Gebäuden, die bedeutende informationstechnische Betriebsmittel enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden und die aus einem öffentlichen Niederspannungsnetz versorgt werden, sollte ab dem Anfang der Installationsanlage ein TN-S-System errichtet werden (siehe Bild 44.R3A).

ANMERKUNG Die Wirksamkeit eines TN-S-Systems kann durch die Verwendung einer Differenzstromüberwachungseinrichtung (RCM) nach DIN EN 62020 (VDE 0663):2005-11 unterstützt werden.

Die Aussage ist eindeutig, es müssen heute TN-S-Systeme errichtet werden.

TN-C Netz



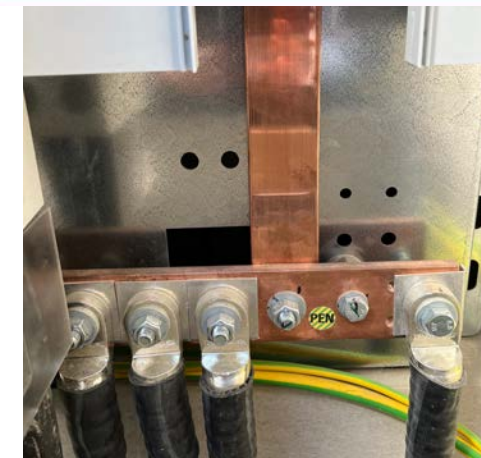
TN-C Netz



TN-C Netz



444.4.3.1 TN-C-Systeme dürfen in neu errichteten Gebäuden, die eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden, nicht verwendet werden. Es wird empfohlen, in bestehenden Gebäuden TN-C-Systeme nicht beizubehalten, wenn diese Gebäude eine wesentliche Anzahl von informationstechnischen Betriebsmitteln enthalten oder wahrscheinlich enthalten werden.



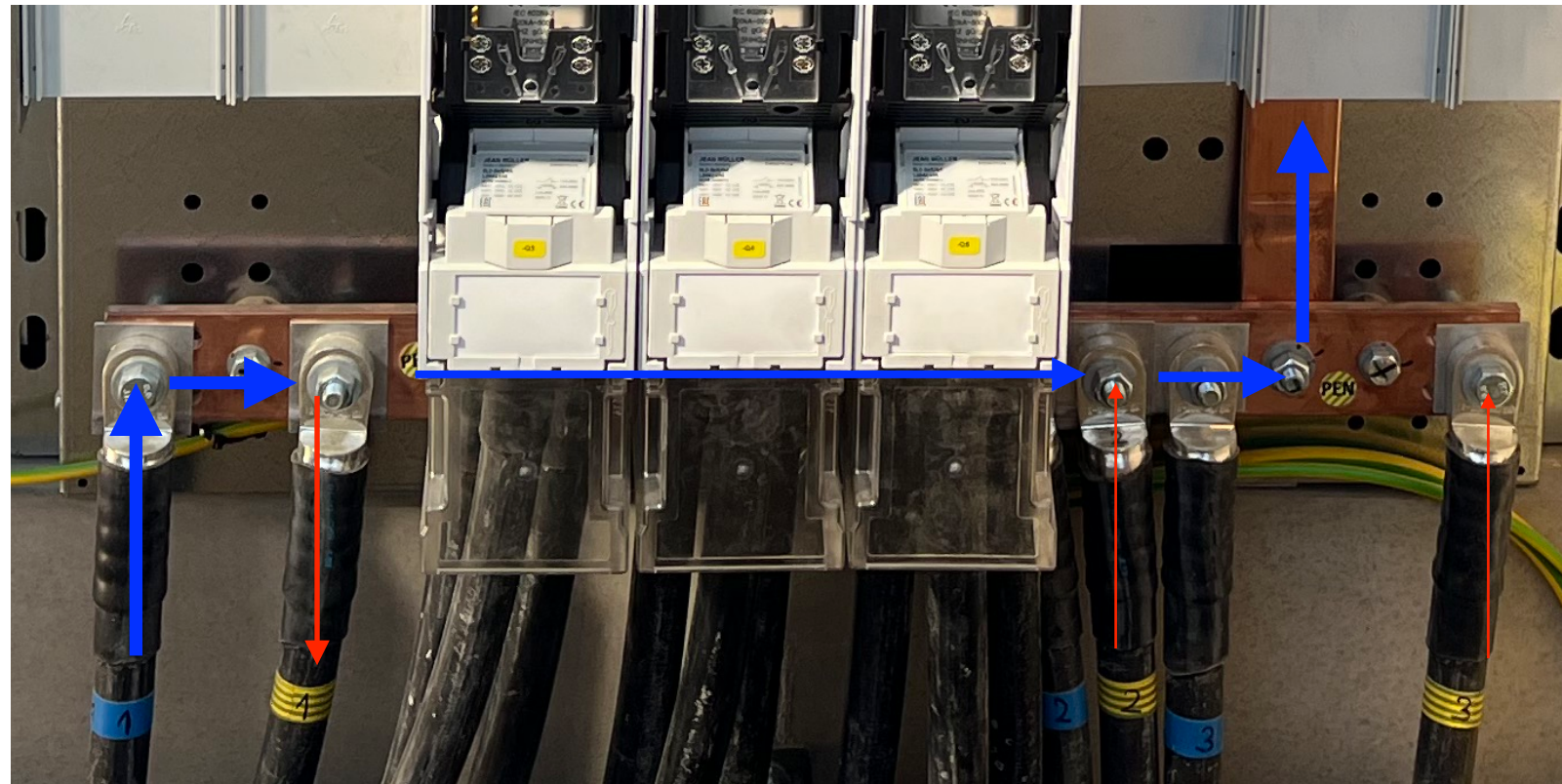
TN-C Netz



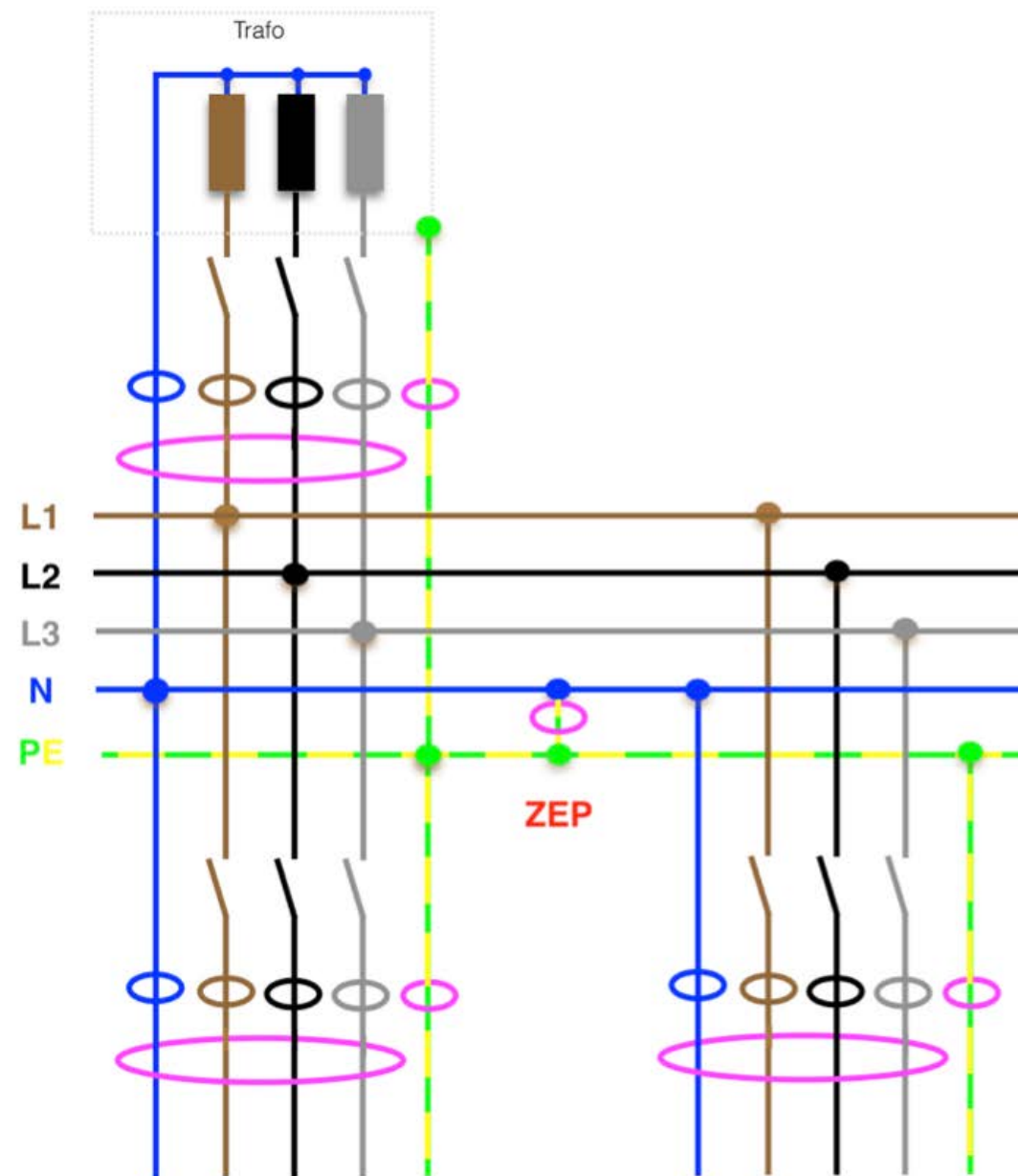
TN-C Netz



TN-C Netz



Lösung!



TN-C Netz



Prüfbare Verteiler TN-S

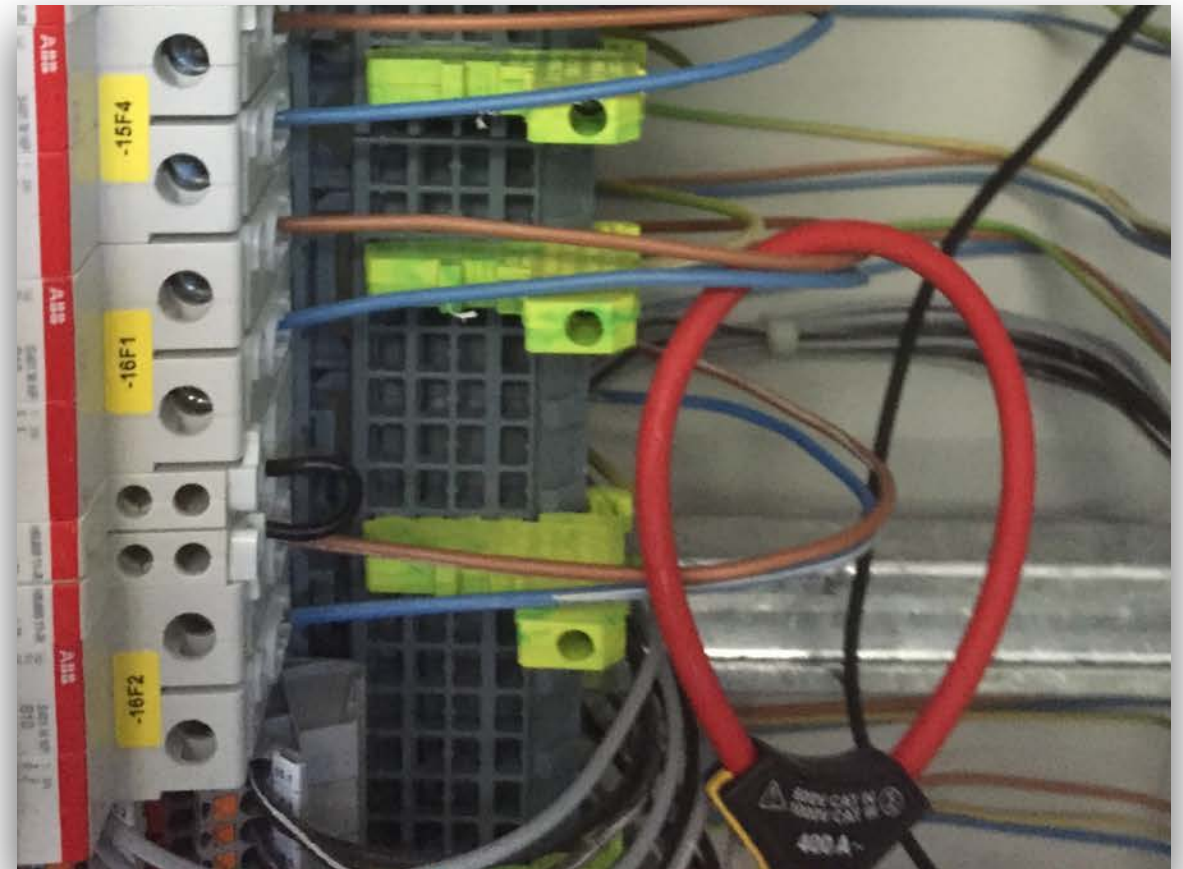
- Neue Beleuchtungsanlage
- 24 Beleuchtungsstromkreise
- Fehler ???
- Wenn Fehler, welcher Strom ist zu erwarten?



Zuleitung



Abgang

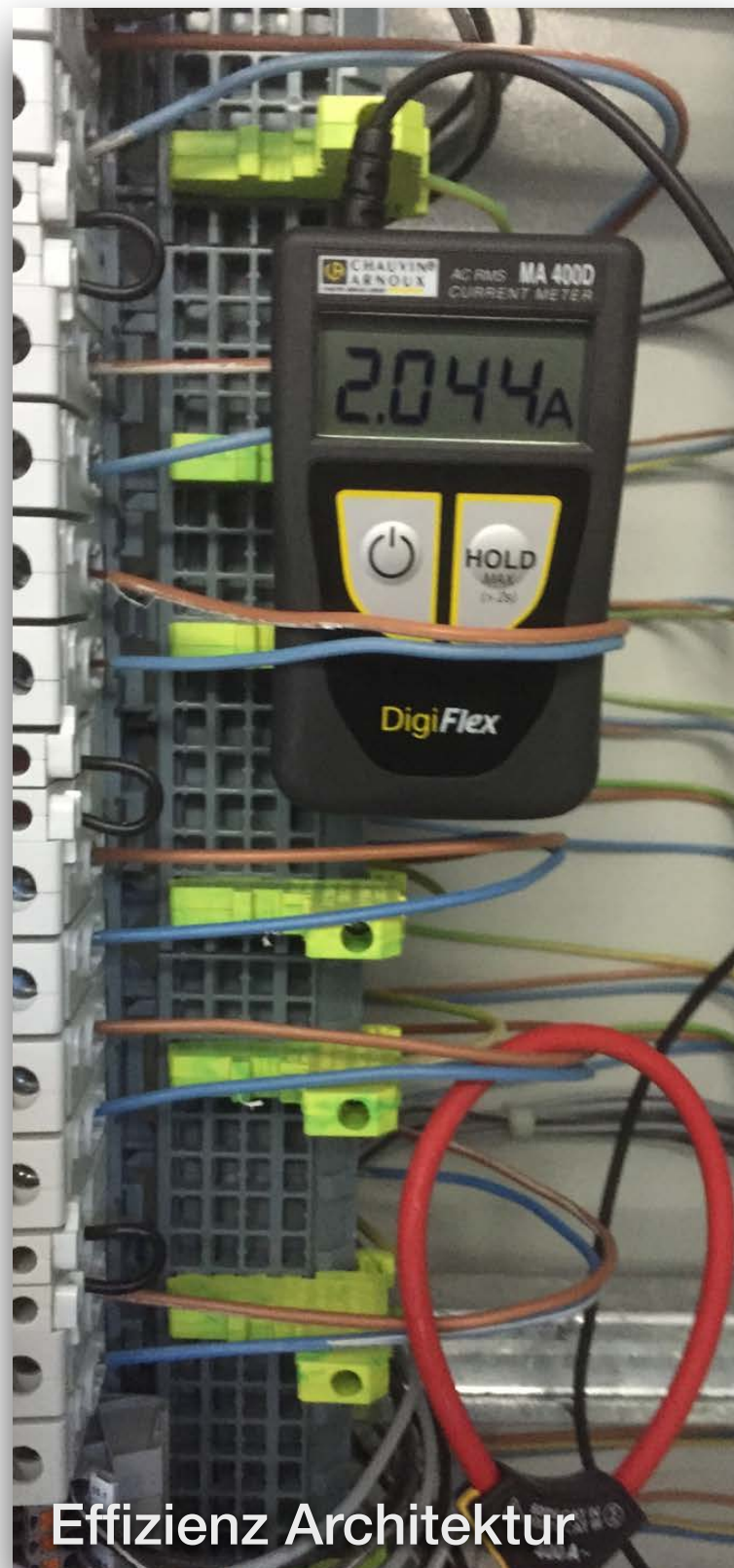


Zuleitung



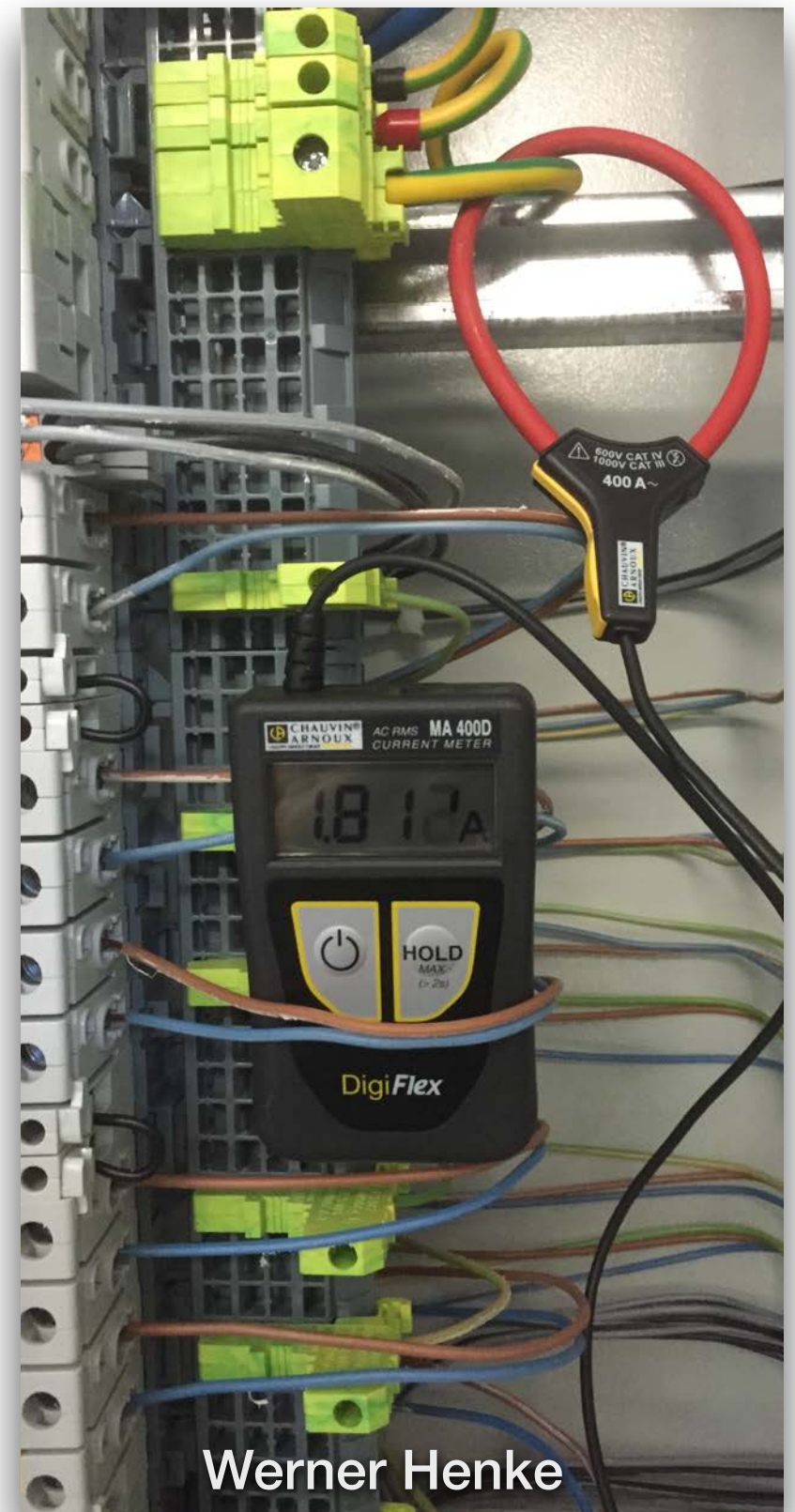
Forum 2022

Abgang

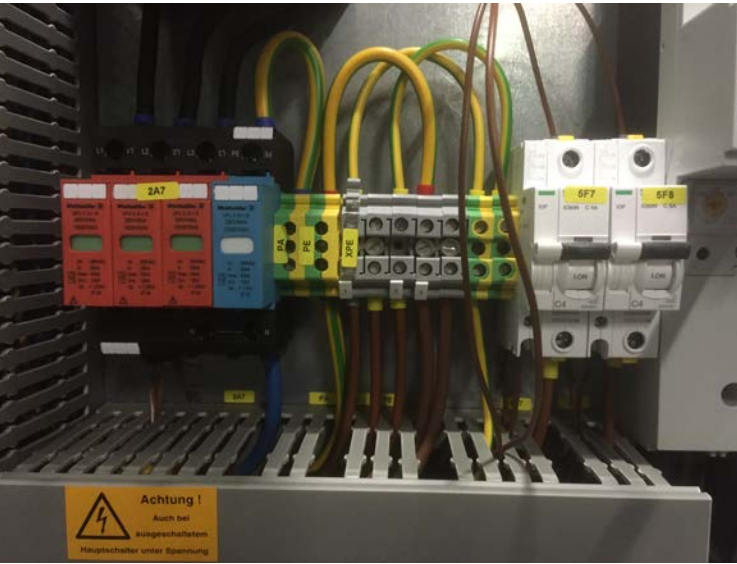


Effizienz Architektur

PE

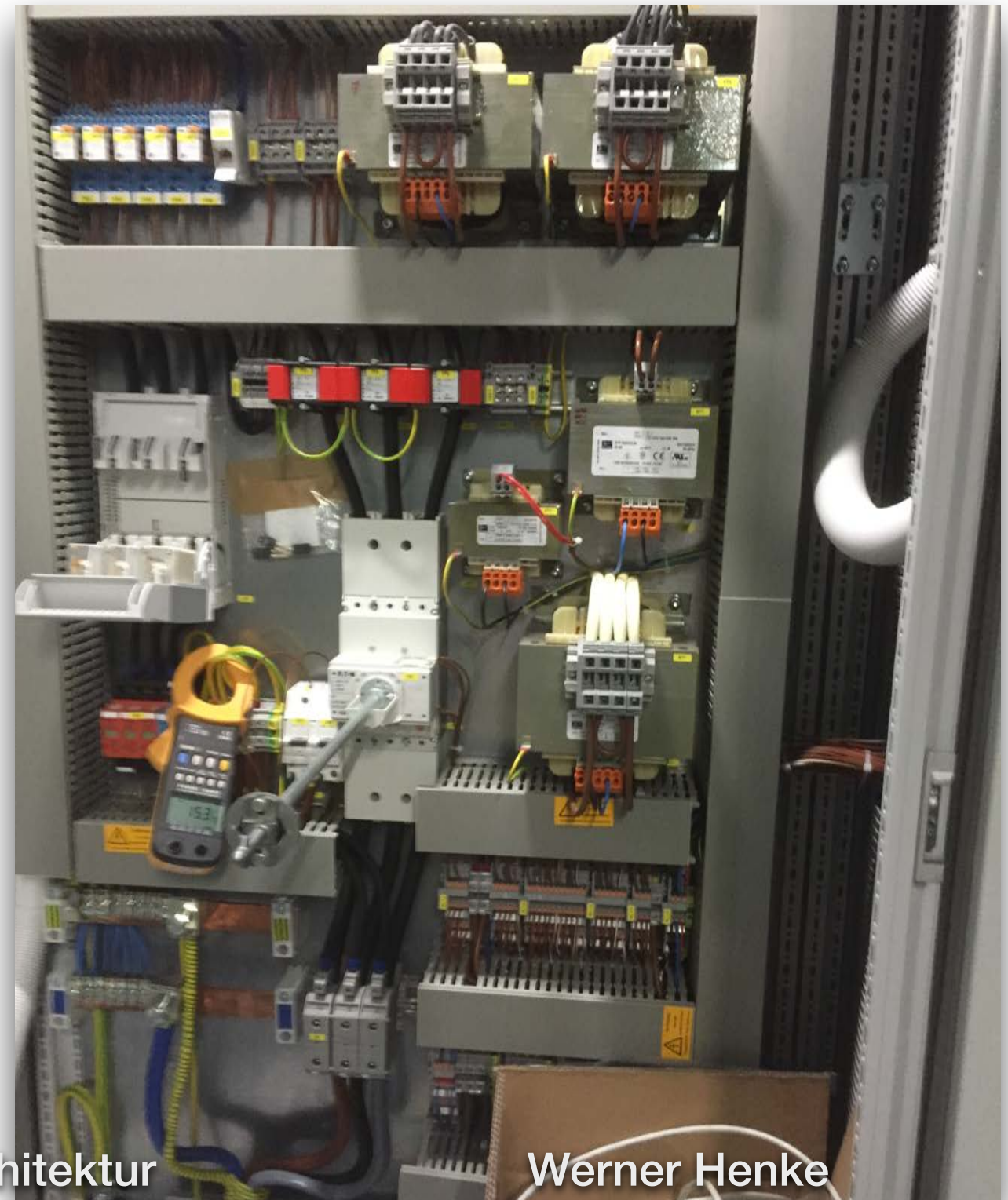


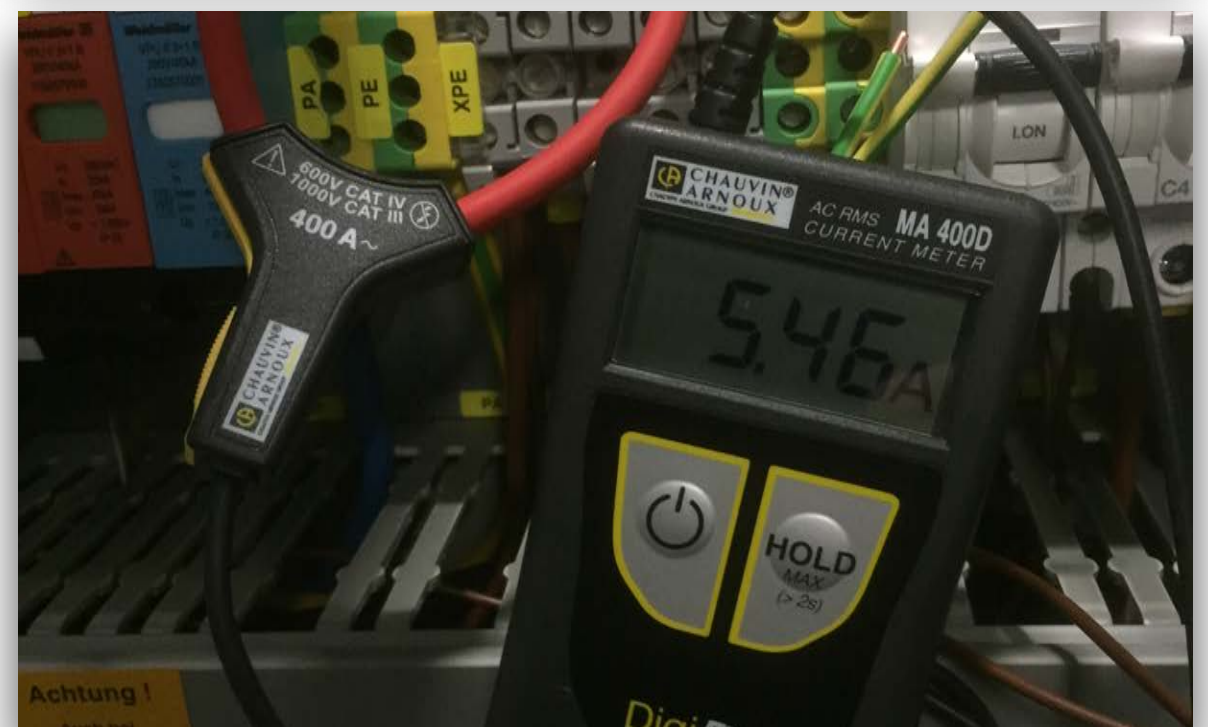
Werner Henke



MSR im TN-S

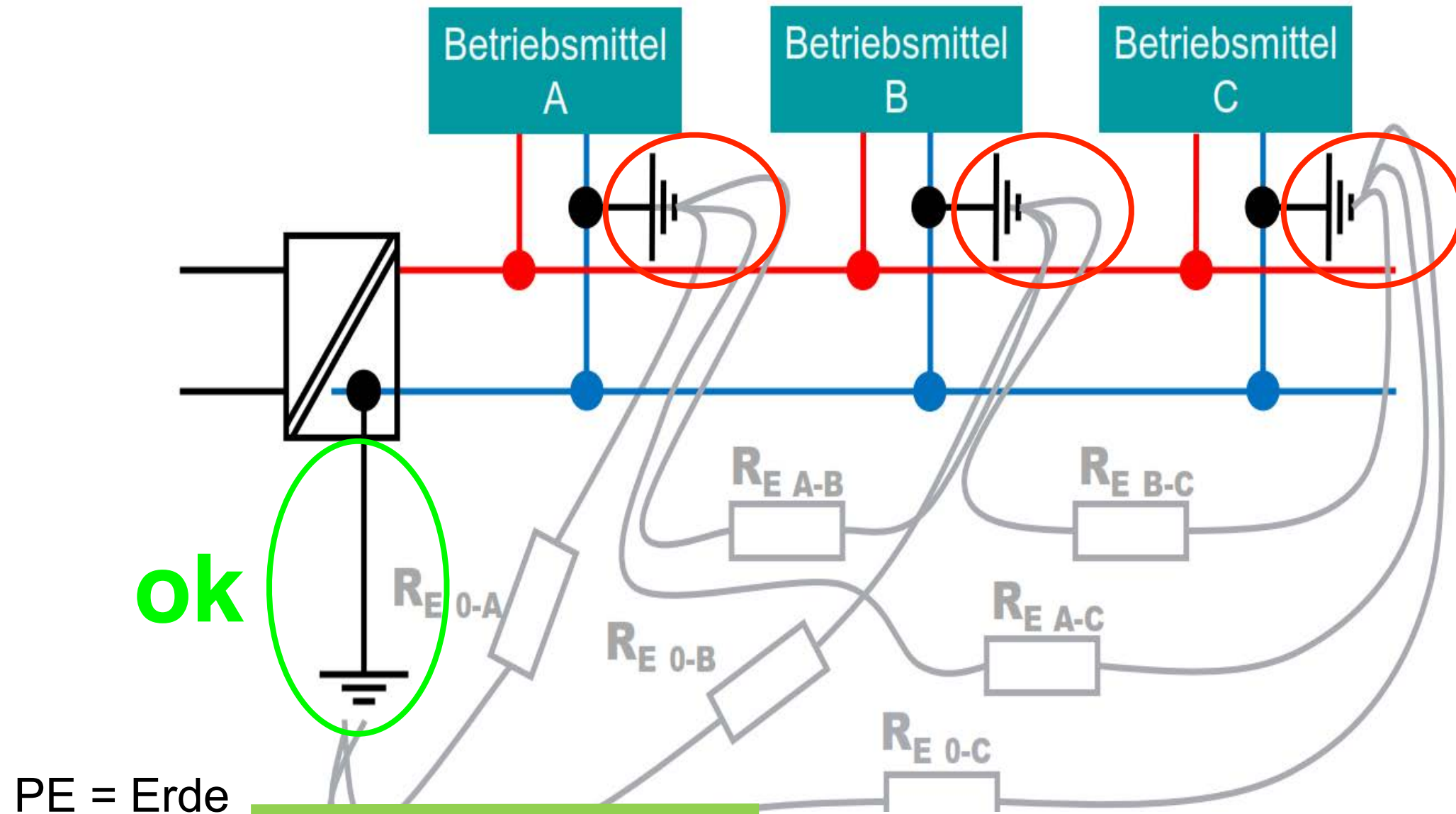
- **Neue MSR-Verteilung**
- **mehrere 24 V Trafos**
- **3 Verbindungen zum PE**
- **ca.: ??? A Fehlerstrom**





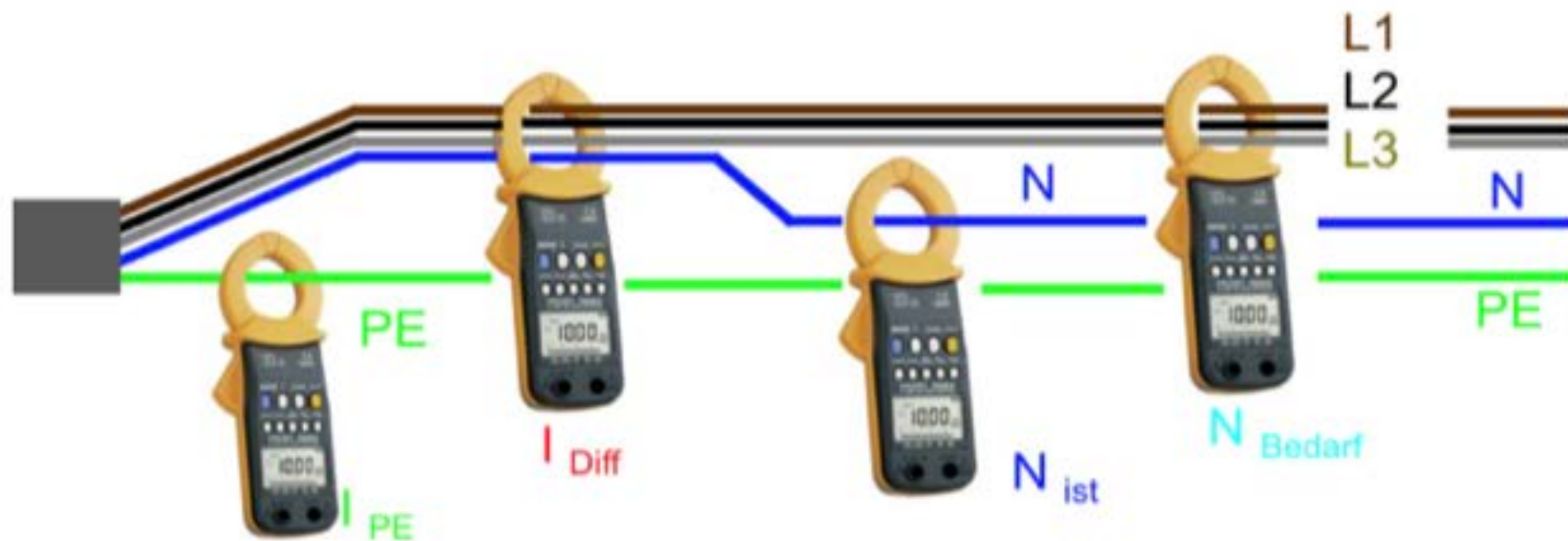
Der geschlossene Stromkreis DC und Mehrfachanbindungen des Minus zum PE

„Erde“ ist auch ein elektrischer Leiter – immer und überall !

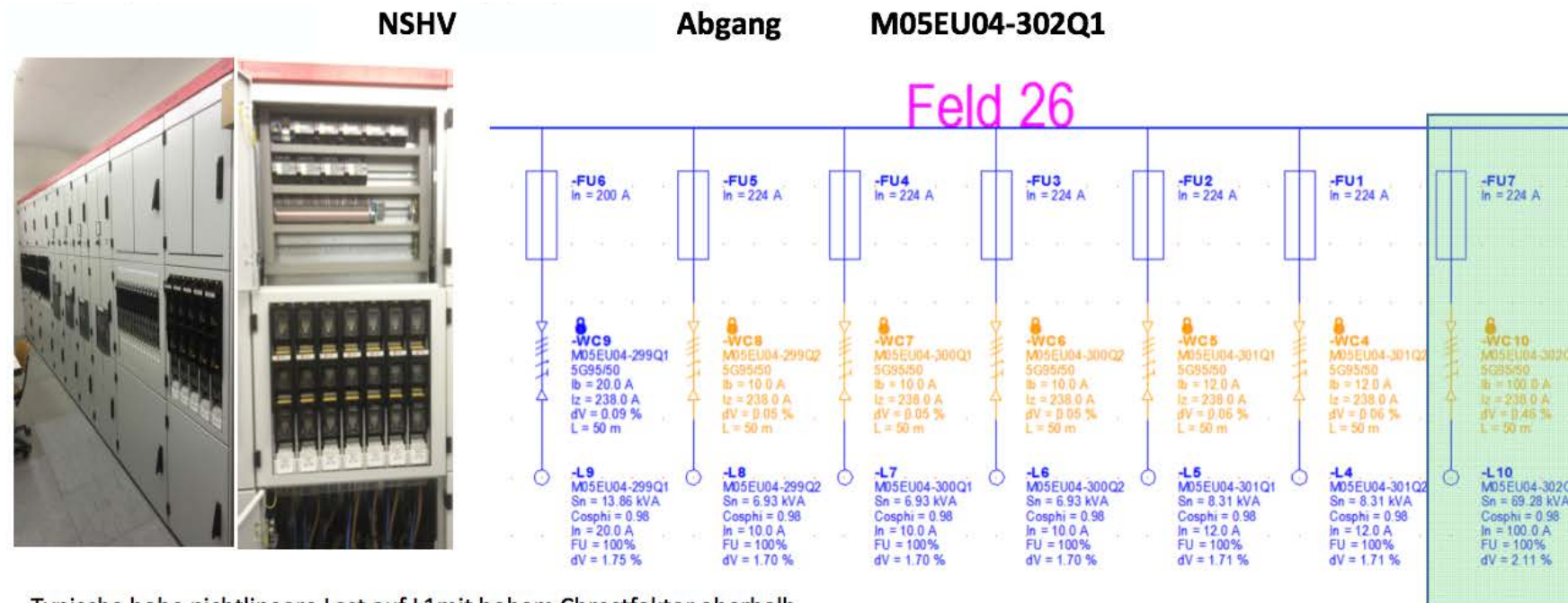


Das sind 3 Erdungspunkte zuviel

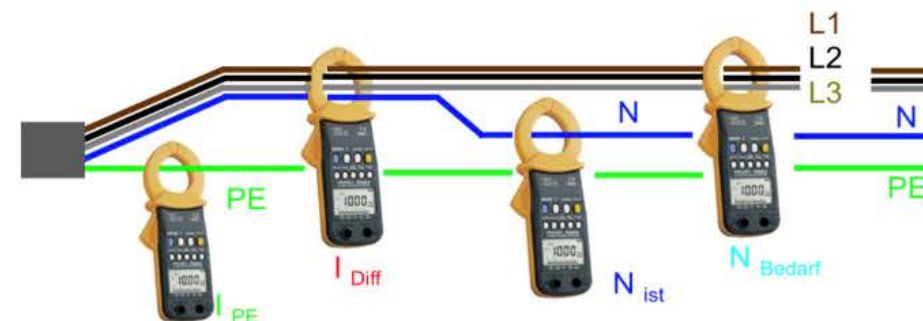
Bestandsanlagen



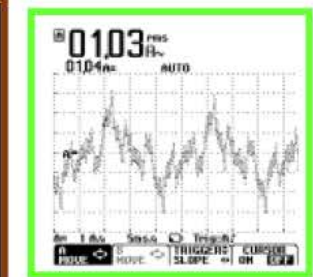
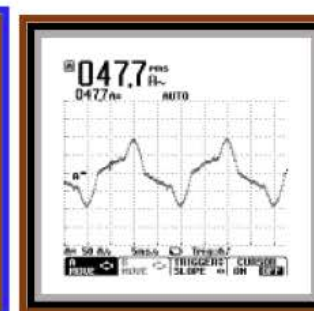
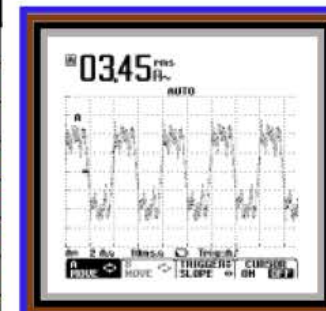
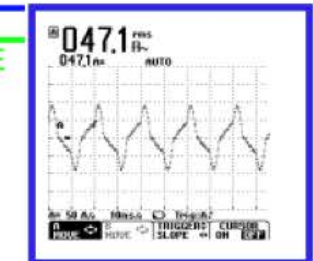
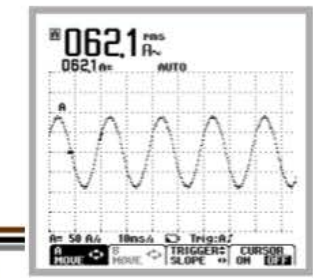
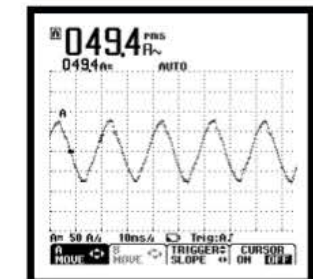
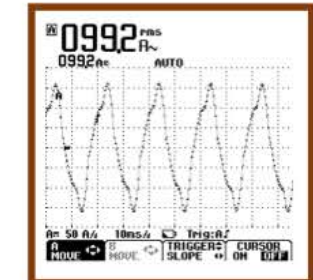
Bestandsanlagen



Typische hohe nichtlineare Last auf L1 mit hohem Chrestfaktor oberhalb 1,4 (leider nicht auf dem Fluke eingestellt)
 Es ist durch unterschiedliche Lasten ein hoher N-Strom zurückzuführen
 $210A : 3 = 70A$ Durchschnitt = 47,1A N-Bedarf = 67,2% = viele Einphasenlasten.
 Rückleiterstrom N ist fast ausgeglichen
 Differenzstrom mit 3,4A zu hoch und deutet auf Fehler in der nachfolgenden Verteilung hin.
 PE trägt andere Kurvenform als der Fehlerstrom und deutet auf vagabundierenden Strom auf dem Erdungs- und Potentialausgleichs-System hin.

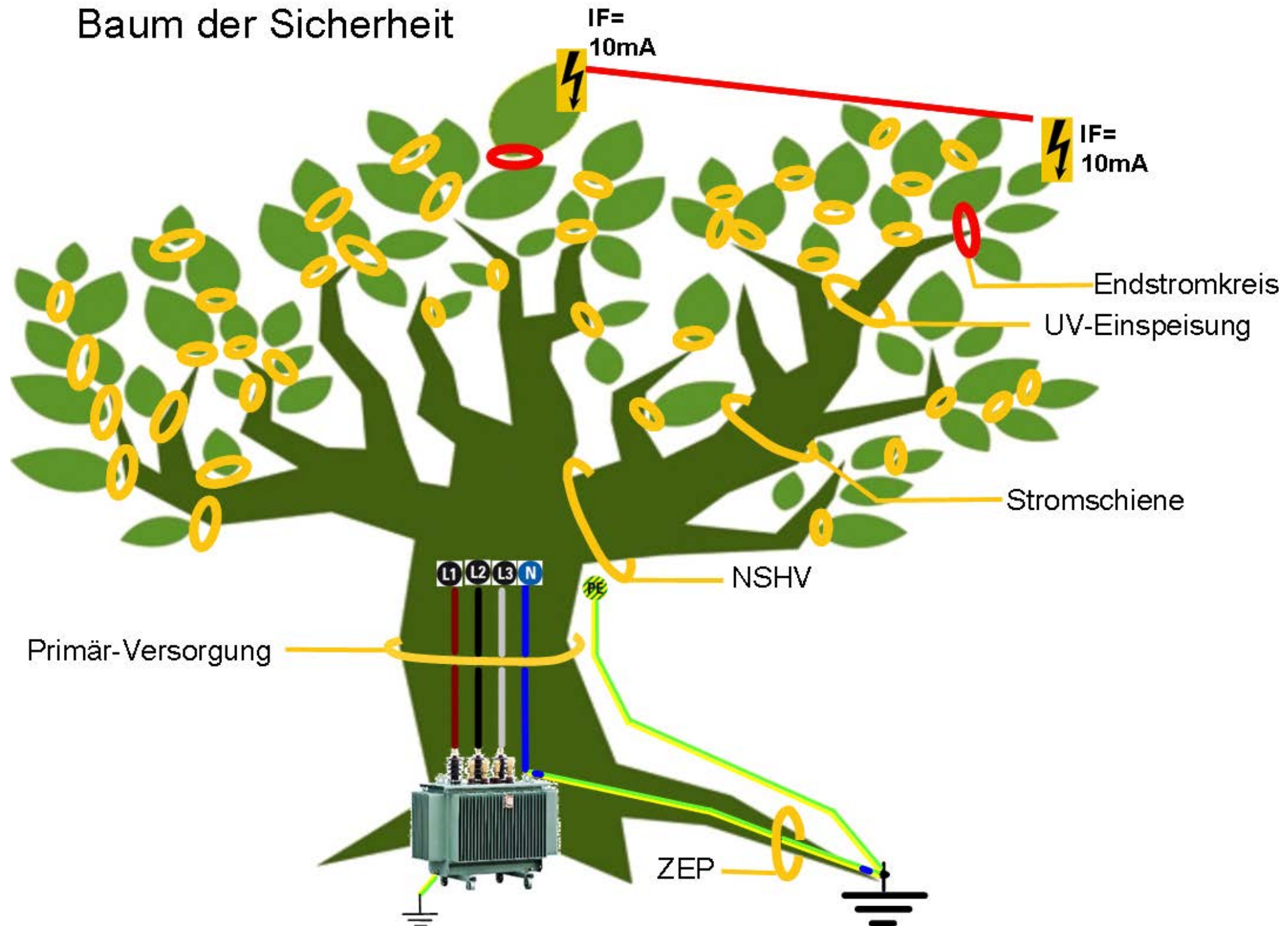


Bezeichnung	Sicherung		Kabel		f	L 1	L 2	L 3	N	N	ΔI	PE
	In	IK	Typ	Länge	(Hz)	(A)	(A)	(A)	Bedarf	ist	(A)	(A)
M05EU04-299Q1	224	120	NYCWY	50 m	50	19,7	4,04	10,5	12,7	14,1	0,07	0,23
M05EU04-299Q2	224	120	NYCWY	50 m	50	7,77	2,92	4,73	5,52	4,72	0,02	0,11
M05EU04-300Q1	224	120	NYCWY	50 m	50	10,1	9,3	7,8	4,97	4,67	0,07	0,12
M05EU04-300Q2	224	120	NYCWY	50 m	50	8,98	7,22	5,7	3,22	5,31	0,03	0,09
M05EU04-301Q1	224	120	NYCWY	50 m	50	5,68	10,2	5,6	8,75	9,12	0,14	0,29
M05EU04-301Q2	224	120	NYCWY	50 m	50	11	0,72	5,36	10,3	10,4	0,08	0,21
M05EU04-302Q1	224	120	NYCWY	50 m	50	99,2	49,4	62,1	47,7	47,1	3,45	1,03



Messen-Überwachen

Baum der Sicherheit

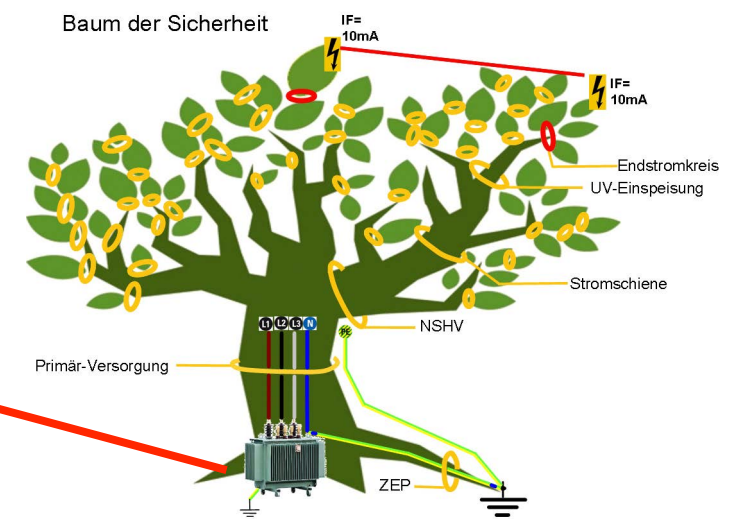
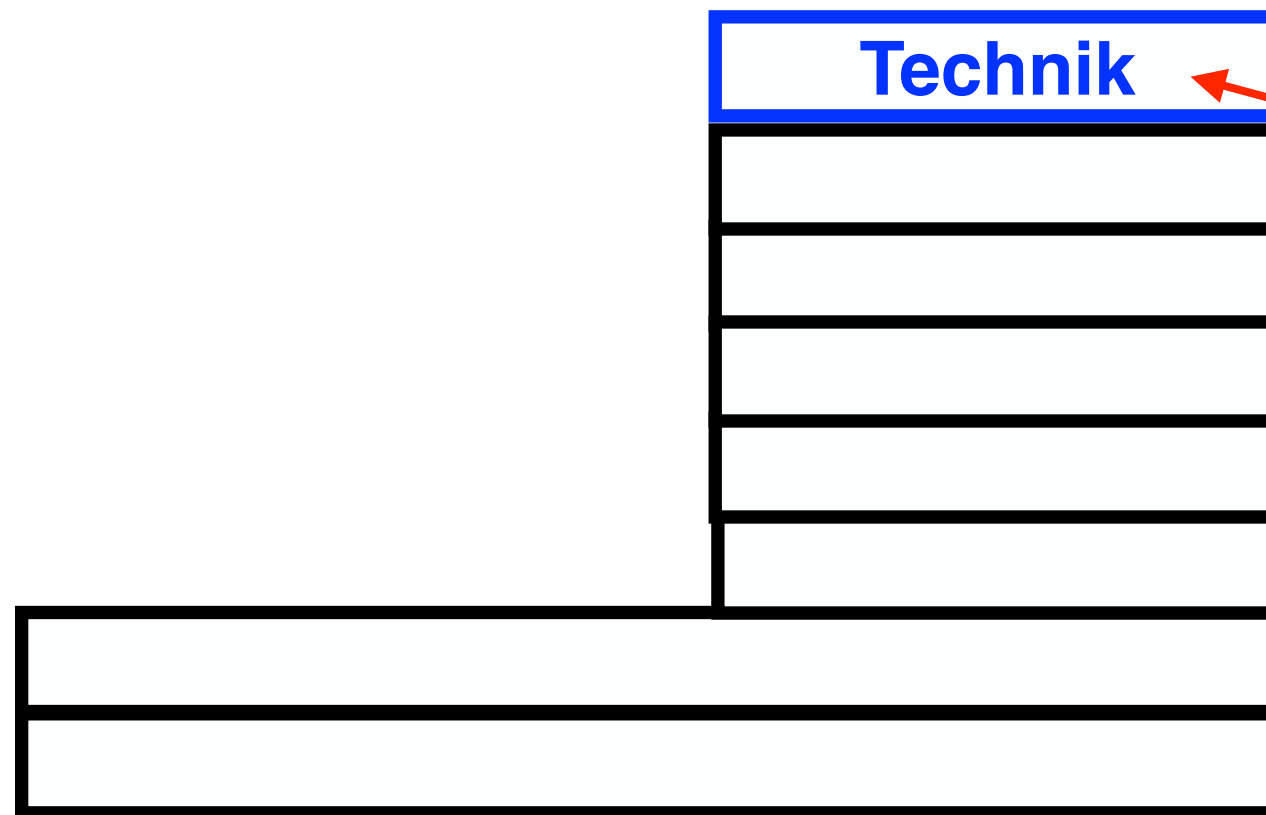


Effizienz Architektur

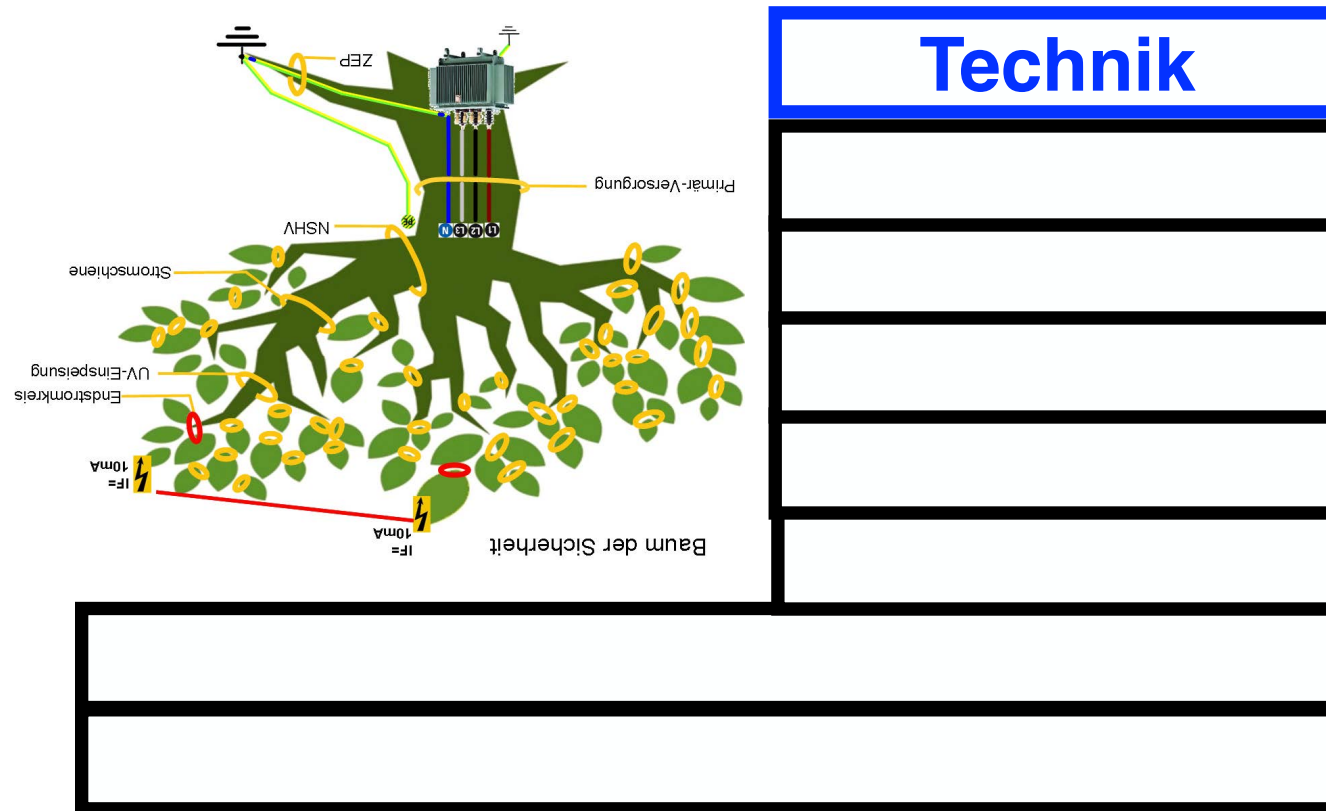
Verlustleistungs- kompensationsanlage

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102

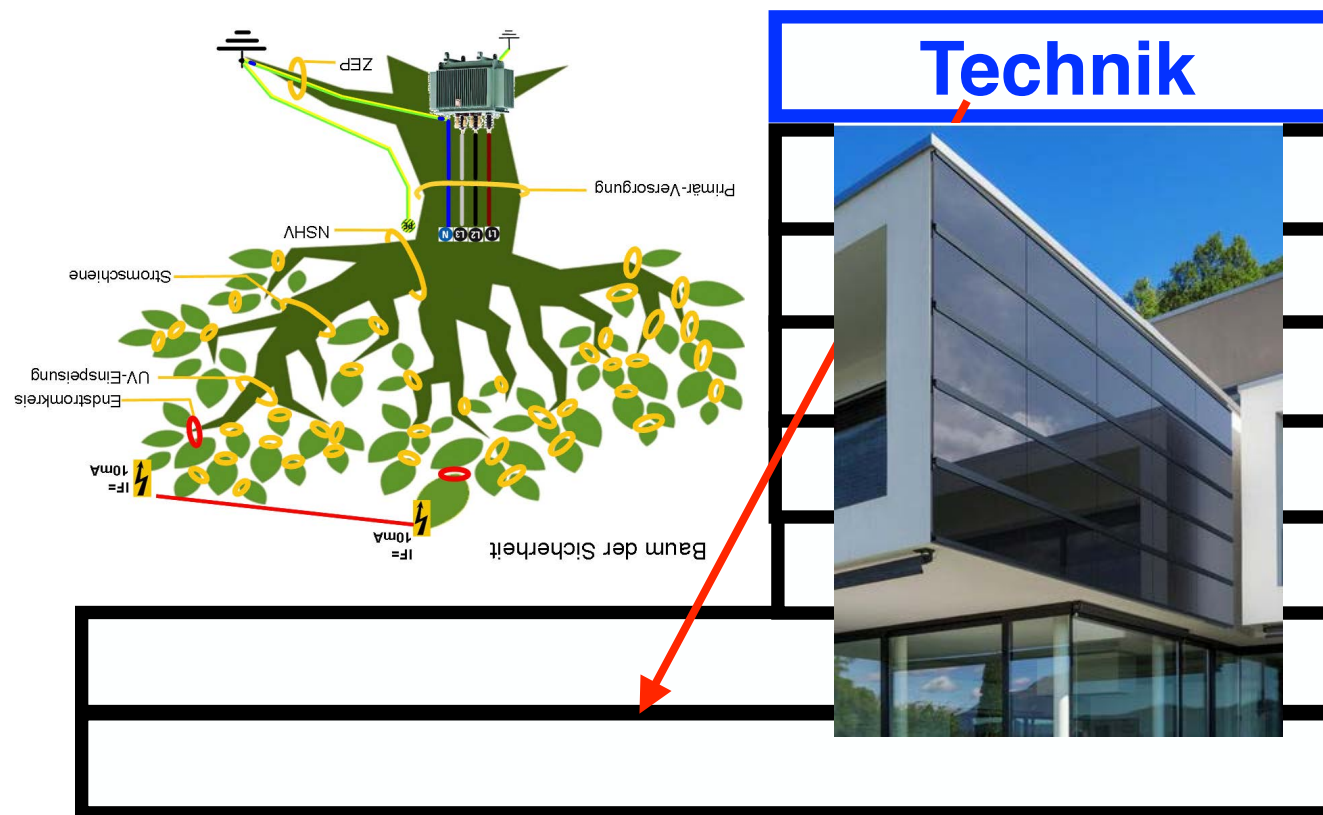
Architektur



Architektur



Verlustleistungskompensationsanlage



3 Trafos

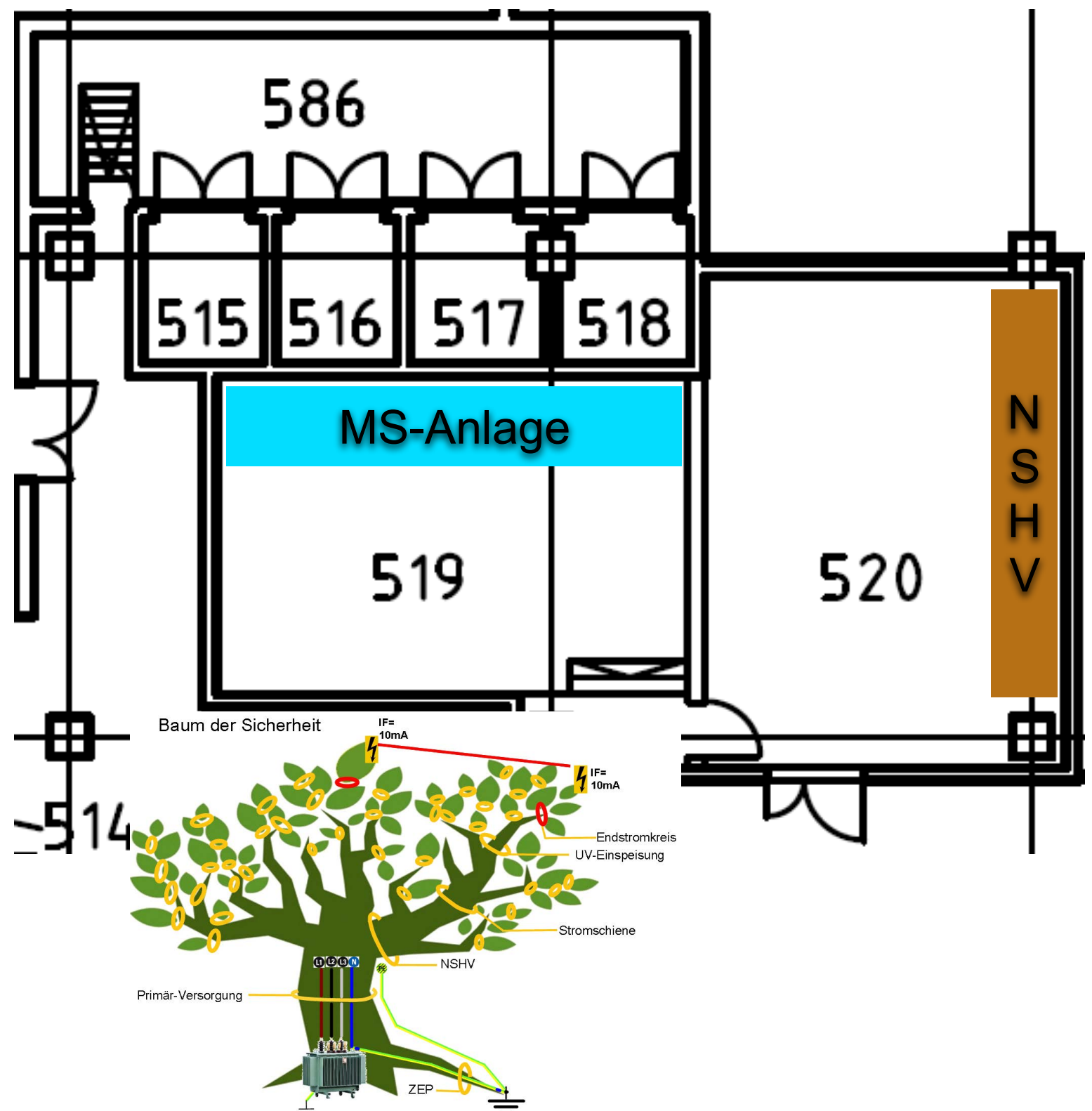
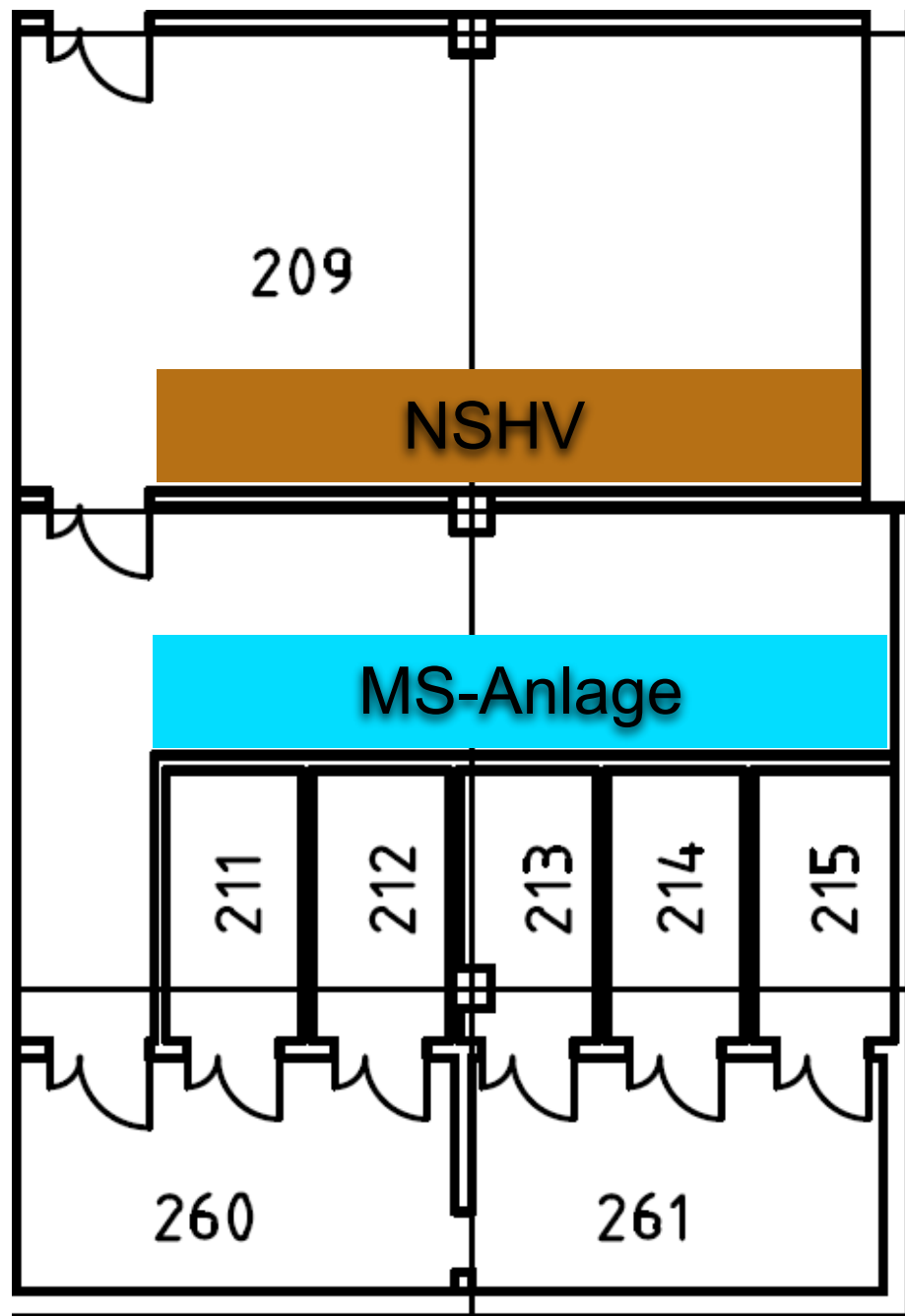
75 m

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor II	I _N (Soll) [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [μΩ/m]	Reaktanz X, 50Hz [μΩ/m]	cosφ	Delta [V]	Delta rel. [%]	P _V [W]
1	30300	EL 4x300	2	0.93	580 A	25 m	32 °C	33.51	37.55	0.9	1.17 V	0.29%	1099

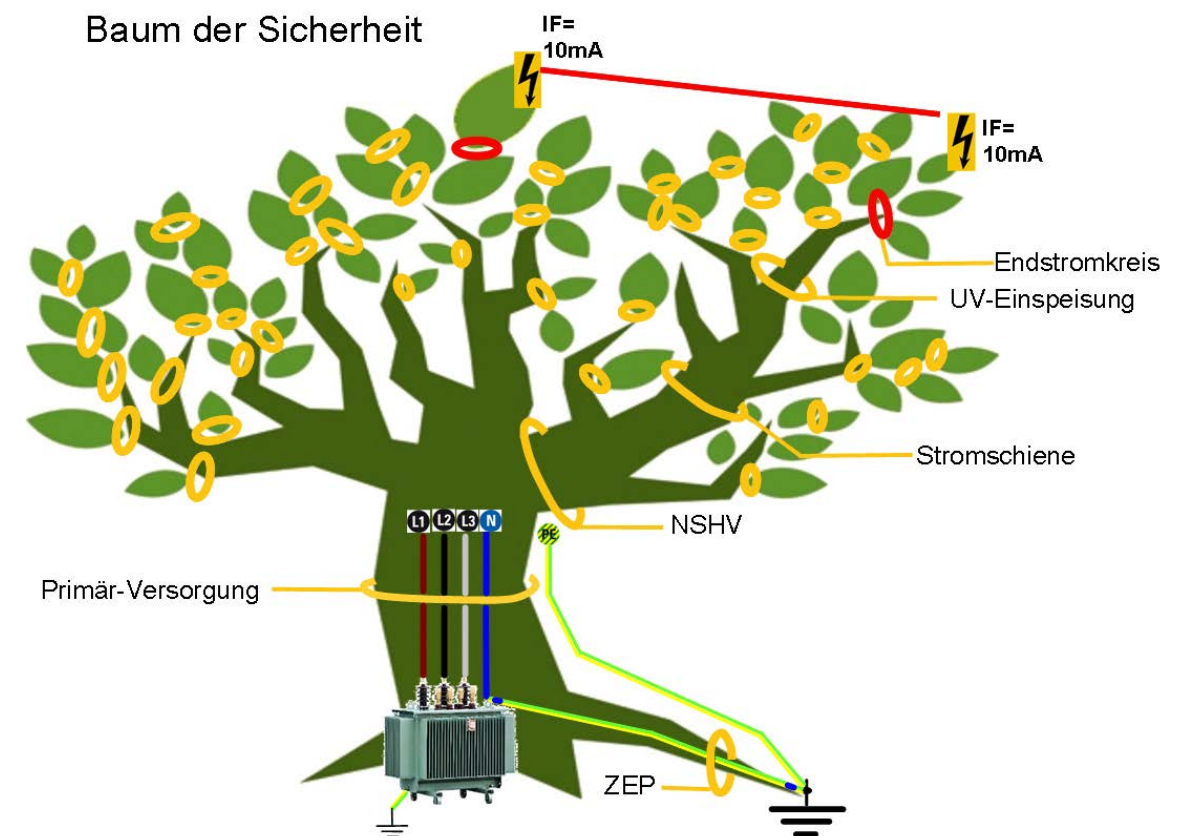
$$P_{\text{Verlustleistung}} = 3 \times 3 \times 1,1 \text{ kW} = 10 \text{ kW}$$

$$\text{Wirkungsgrad} = 8760 \text{ h} \times 10 \text{ kW} = 87600 \text{ kWh}$$

Bestandsgebäude



Planung



Wenn wir die
Vergangenheit, die
Gegenwart und die
Zukunft betrachten!

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

Vergangenheit:

Kurzschlussstromberechnung nach VDE 0102:

630 kVA = 2 x 300 qmm pro Aussenleiter

Gegenwart:

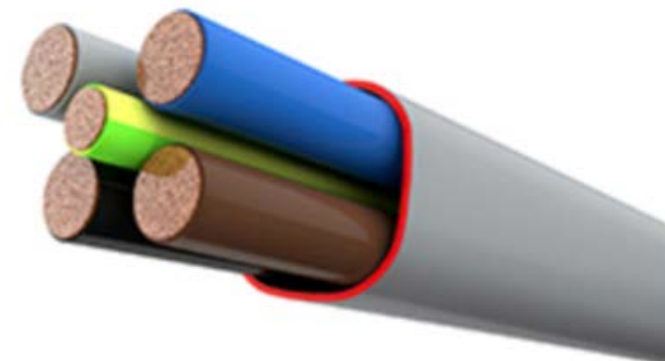
EMV-Leitung / Powercable

CFW Powercable

Gestern	Heute	Unterscheidungsmerkmale
Netzsystem TN-C  Schienensystem  Einzelleiter parallel  Einzelleiter im Bündel	Trafokabel  CFW Power-Cable®, Typ TN-C	• Bauform • Verseilung • Magnetisches Streufeld • Induktion/Gegeninduktion • Wirtschaftlichkeit • Belastung/Parallelbetrieb • Flexibilität • Kurzschlussfestigkeit



Trafokabel TN-C



Installationskabel TN-S &
Sicherheits-Installationskabel

CFW Powercable



Trafokabel TN-C



Drehstromumrechnung:	
Scheinleistung S [kVA] ==> Strom I [A]	
Nennstrom I _N [A] (Sollwert)	580 A
Spannung U Netz [V]	400 V
Scheinleistung S [kVA]	402 kVA
cosφ	0.9
Belastungsfaktor für Durchschnittsstrom	0.5
Mandant Auswahl:	CHF

Berechnung Spannungsfall und Wirtschaftlichkeit CFW PowerCable®

Kunde: Werner Henke
Projekt: Trafo 400kVA 100/50%
Datum: 16.08.2022
Ref./Offerte: O.
Bearbeiter: Alex Klingler
 Version: Nr. 27, 21.01.2022 mafi

Verlegeart:	Parallelverlegung Luft, berührend
Umgebungstemperatur:	30 °C
Red.Faktor Umgebung-T:	1
Leitungslänge [m]:	25 m
Häufung-Kabelanzahl:	1 Kabel
Häufung-Verlegeanordnung:	einlagig berührend
Häufungsfaktor:	1
frei definierbarer Faktor:	1

CFW Powercable



Trafokabel TN-C

Ausgangslage 1:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
1	30300	EL 4x300	2	0.93	580 A	25 m	32 °C	33.51	37.55	0.9	1.17 V	0.29%	1099

Vergleich mit:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
2	30300	CFW PowerCable®, CPC 4x300, FE05	2	0.93	580 A	25 m	32 °C	33.51	37.55	0.9	1.17 V	0.29%	845

CFW Powercable



Trafokabel TN-C

Ausgangslage 1:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
1	30300	EL 4x300	2	0.93	580 A	25 m	32 °C	33.51	37.55	0.9	1.17 V	0.29%	1099

Vergleich mit:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
2	30300	CFW PowerCable®, CPC 4x300, FE05	2	0.93	580 A	25 m	32 °C	33.51	37.55	0.9	1.17 V	0.29%	845

Ausgangslage 1:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
1	30290	EL 4x240	2	0.93	580 A	25 m	36 °C	42.52	37.85	0.9	1.38 V	0.34%	1394

Vergleich mit:

Pos.	Artikel-Nr.	Produktbezeichnung	Anzahl Stränge	Red.-Faktor $\parallel$	$I_N(\text{Soll})$ [A]	Länge [m]	Leiter-temp. [°C]	Widerstand R, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	Reaktanz X, 50Hz [$\mu\Omega/\text{m}$]	$\cos\varphi$	Delta [V]	Delta rel. [%]	Pv [W]
2	30290	CFW PowerCable®, CPC 4x240, FE05	2	0.93	580 A	25 m	36 °C	42.52	37.85	0.9	1.38 V	0.34%	1073

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

Vergangenheit:

Kurzschlussstromberechnung nach VDE 0102:

630 kVA = 2 x 300 qmm pro Aussenleiter

Gegenwart:

EMV-Leitung / Powercable

630 kVA = 2 x 4 x 240 qmm

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

630 kVA = 3 x 4 x 240 qmm

Zukunft:

Induktionsverluste

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102 = 3 x Rechnen

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

Leistung:

$$P = I \times I \times R$$

Verlustleistung:

$$P_{\text{Verlustleistung}} = P_{\text{WirkLeistungsverluste}} + P_{\text{?}}$$

Induktionsverluste:

$$P_{\text{Verlustleistung}} = P_{\text{WirkLeistungsverluste}} + P_{\text{Induktionsleistungsverluste}}$$

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

$$P_{\text{Verlustleistung}} = P_{\text{WirkLeistungsverluste}} + P_{\text{InduktionsLeistungsverluste}}$$

Mathematische Ableitung:

Wer 3 x rechnet

kann 2 x Sparen!

Effizienzstromberechnung nach VDE 0102:

$$P_{\text{Verlustleistung}} = P_{\text{WirkLeistungsverluste}} + P_{\text{InduktionsLeistungsverluste}}$$

Politik in Berlin:

Wer 1 x friert

zieht 2 x Pullover an!

Effizienz Architektur

Architektur

Effizienz

Architektur

Effizienzarchitektur



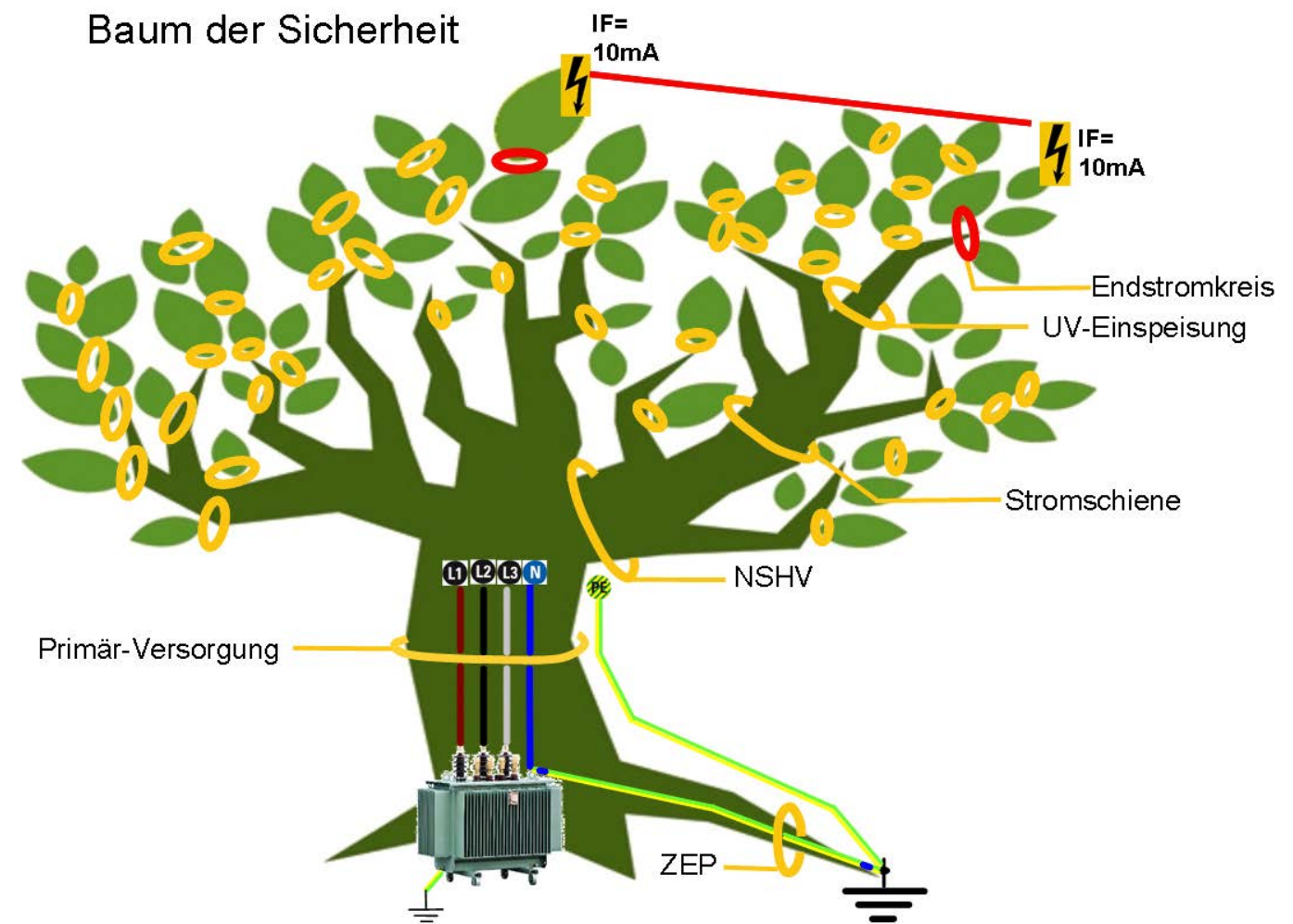
Fazit

Wenn nichtlineare Lasten

zu Lasten werden

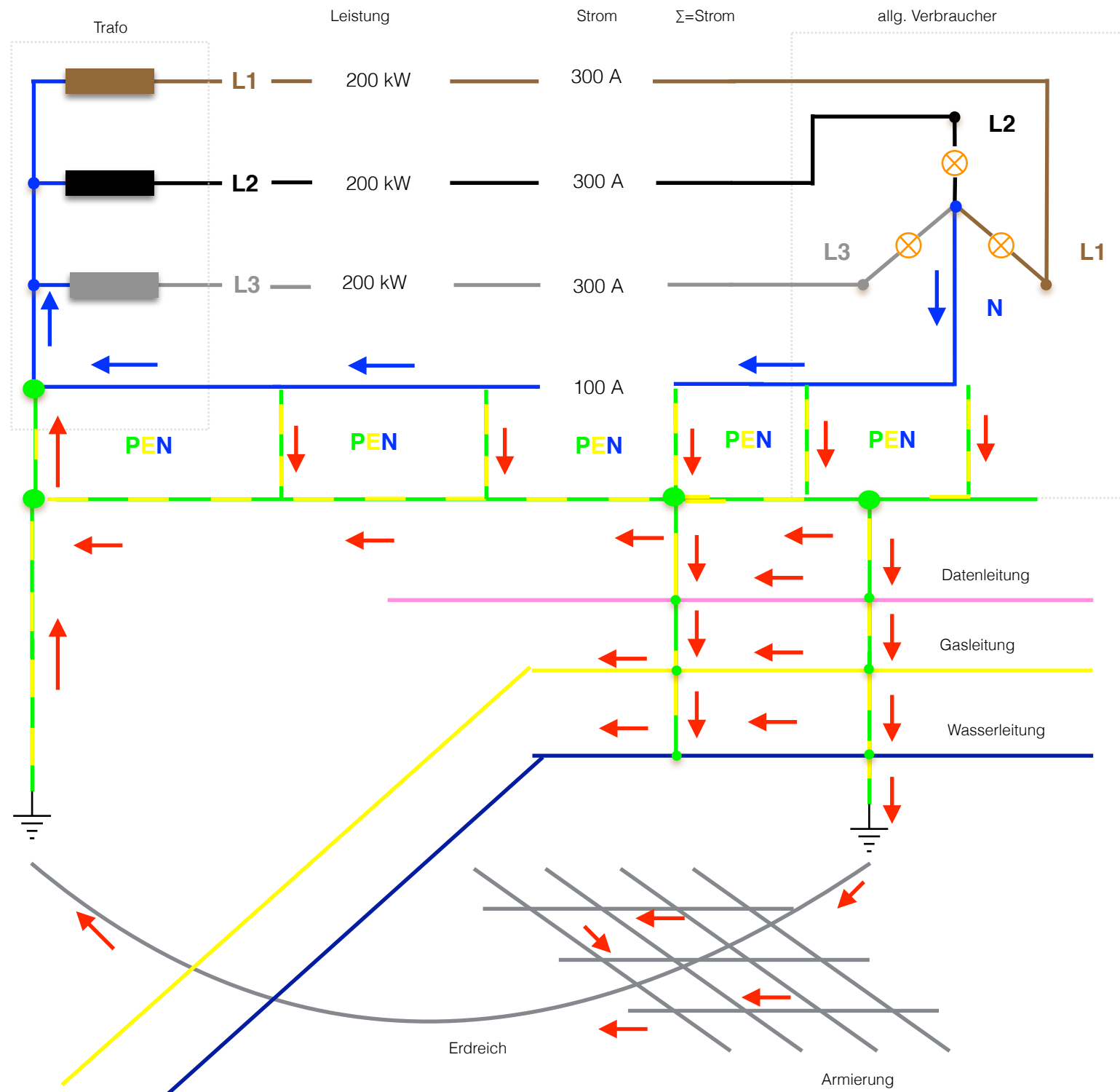
Denn er wusste nicht

was er tat!



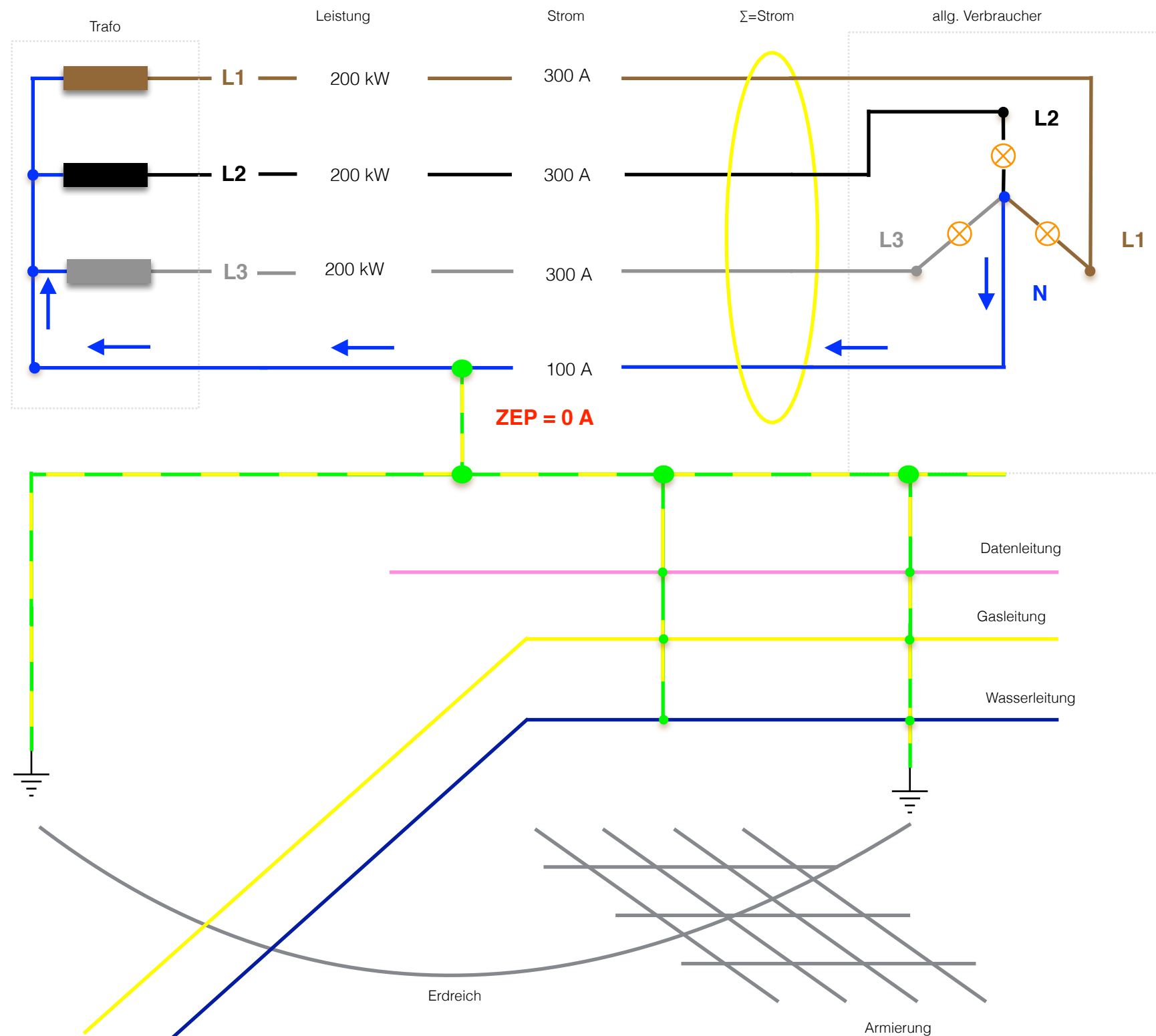
So in Zukunft bitte nicht mehr

Die verPEN-te Installation



Grundlage für Effizienzarchitektur

Das TN-S-Netz

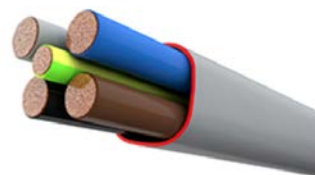
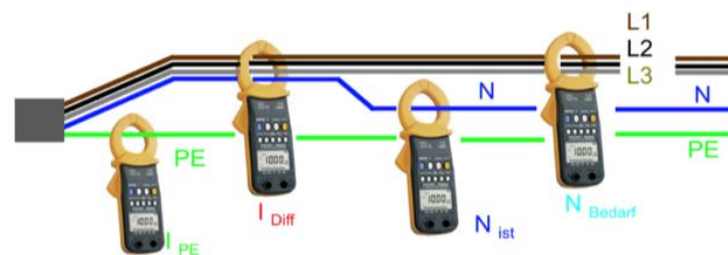
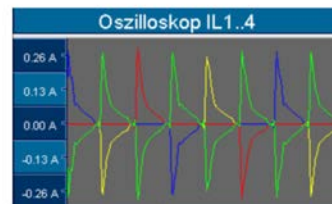


Effizienzarchitektur

linear



nichtlinear

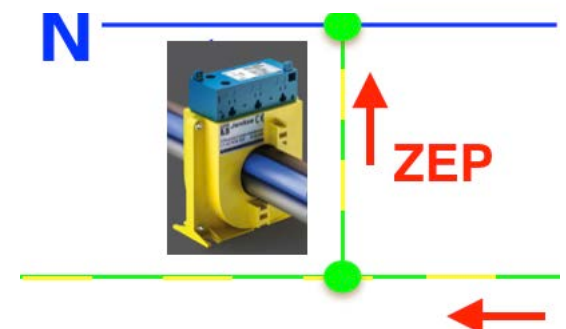
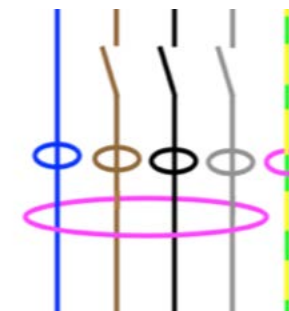
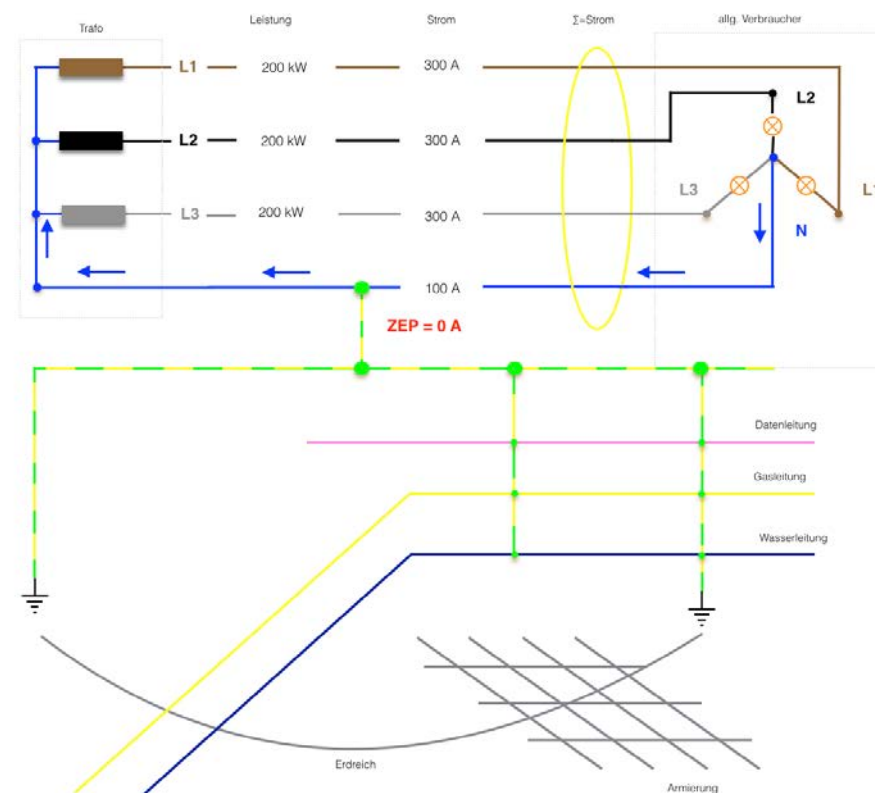
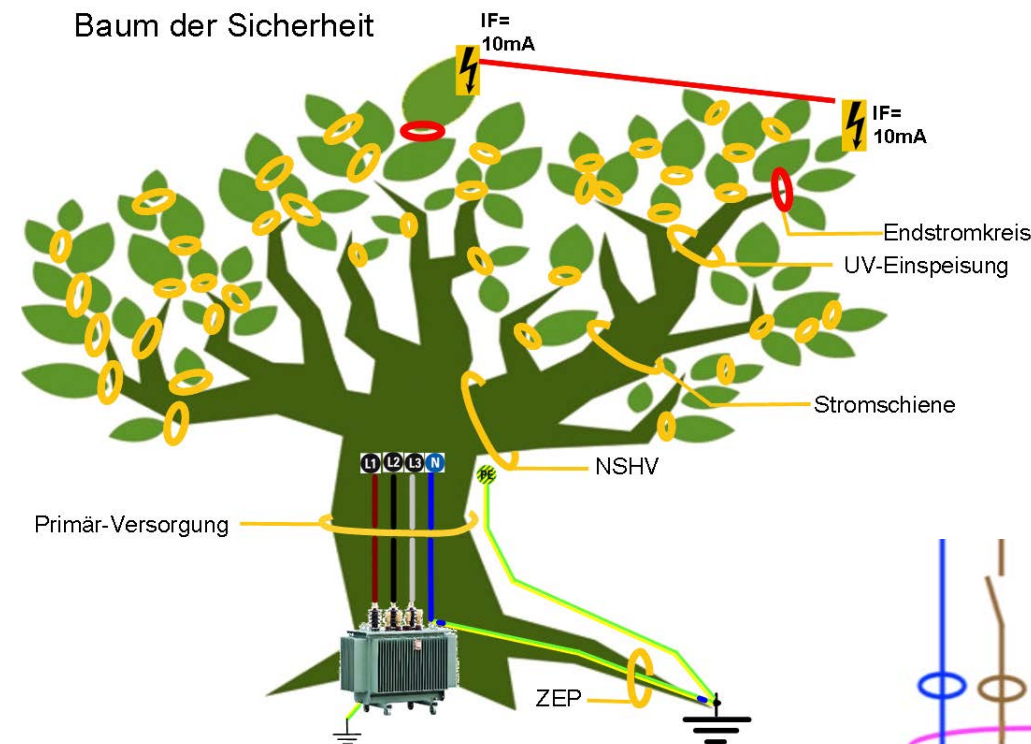


Installationskabel TN-S & Sicherheits-Installationskabel



Trafokabel TN-C

Baum der Sicherheit



LIVARSA

EFFIZIENZ
ARCHITEKTUR
FORUM

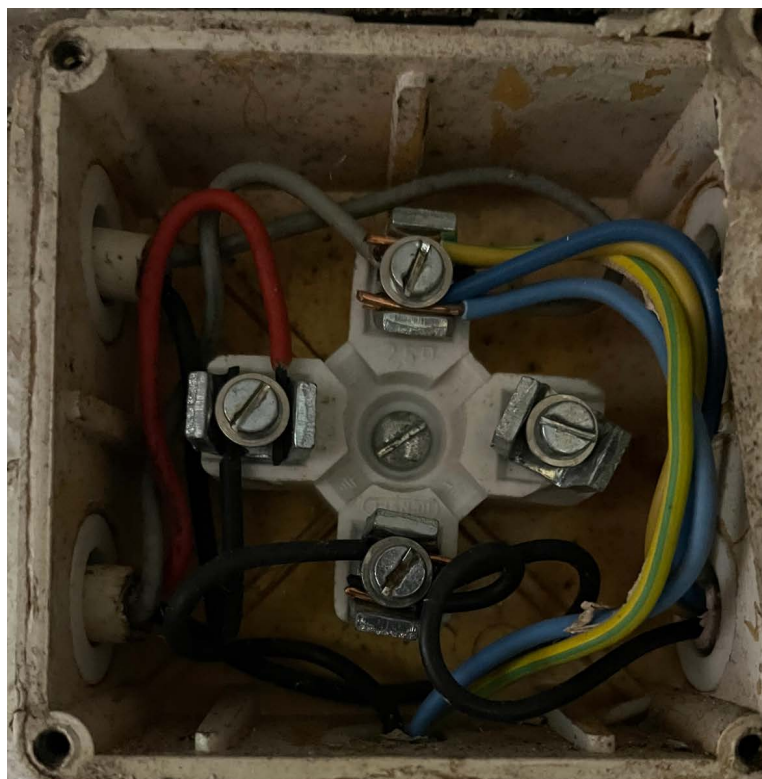
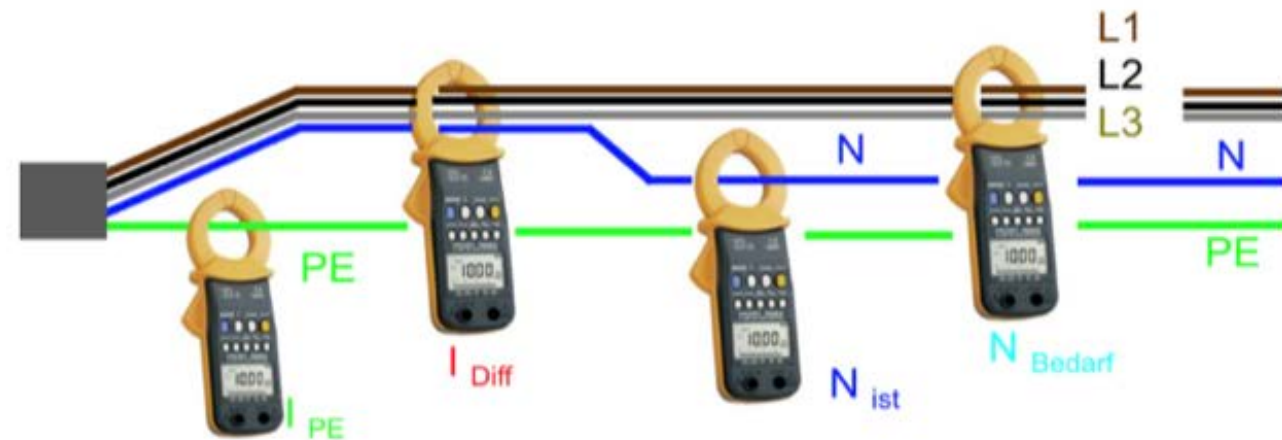


18.10.2022

EUROPA-PARK RUST | HOTEL SANTA ISABEL

www.livarsa.com

Wenn nichtlineare Lasten nicht zur Last werden



Sachkundiger für
EMV-gerechte elektrische
Anlagen sowie Blitz- und
Überspannungsschutz

EMV Messtechnik

Werner Henke, Dipl.-Ing. (FH)
Hölzlestr. 36, 78315 Radolfzell-Böhringen
Telefon: 0172 7301747
E-Mail: whcbturbo@me.com



Ich finde jede Brücke zwischen dem N-Leiter und dem PE-Leiter

Wie geht es weiter am Beispiel der Induktionsverluste!

Messaufbau

LIVARSA®

Effizienzarchitektur

Installation

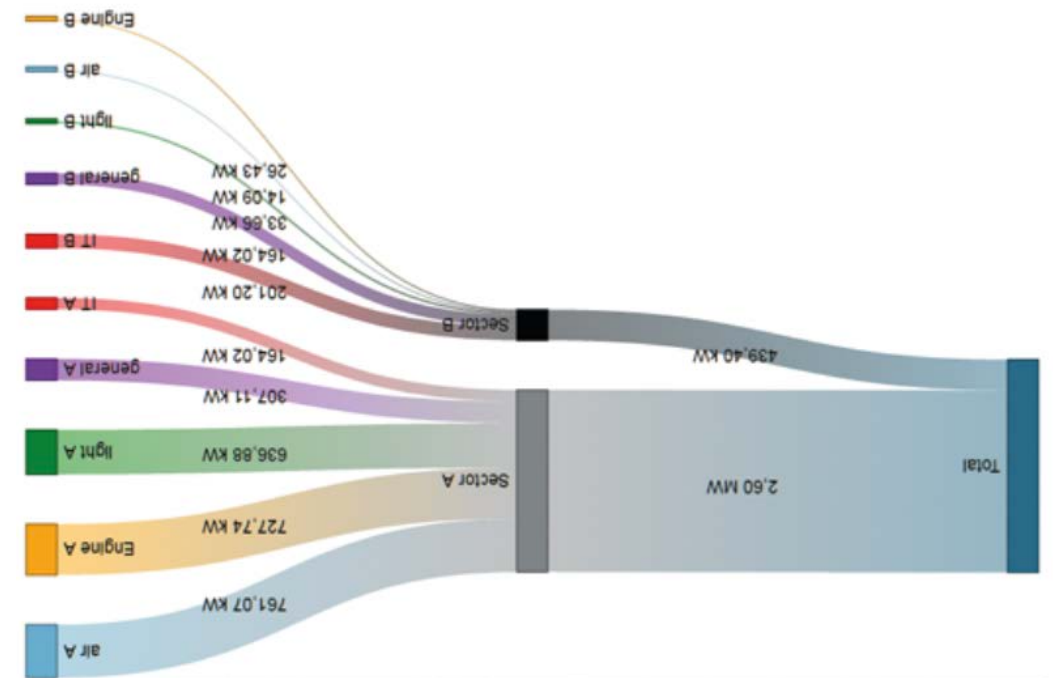
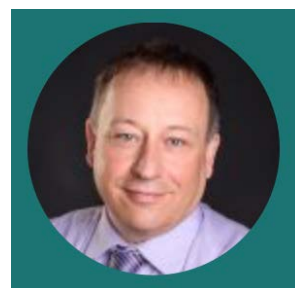
KÜHN
ELEKTROTECHNIK
Karlsruhe | Renchen | Teningen

Messtechnik **Janitza®**

Wissenschaft



Idee



MODERATION

Vielen Dank für Ihre Zeit
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit