

Schutz vor den Wirkungen von Blitzströmen in
einer Niederspannungsverteilung
und
Koordination von
Überspannungsschutzeinrichtungen
in einem TT-Netz

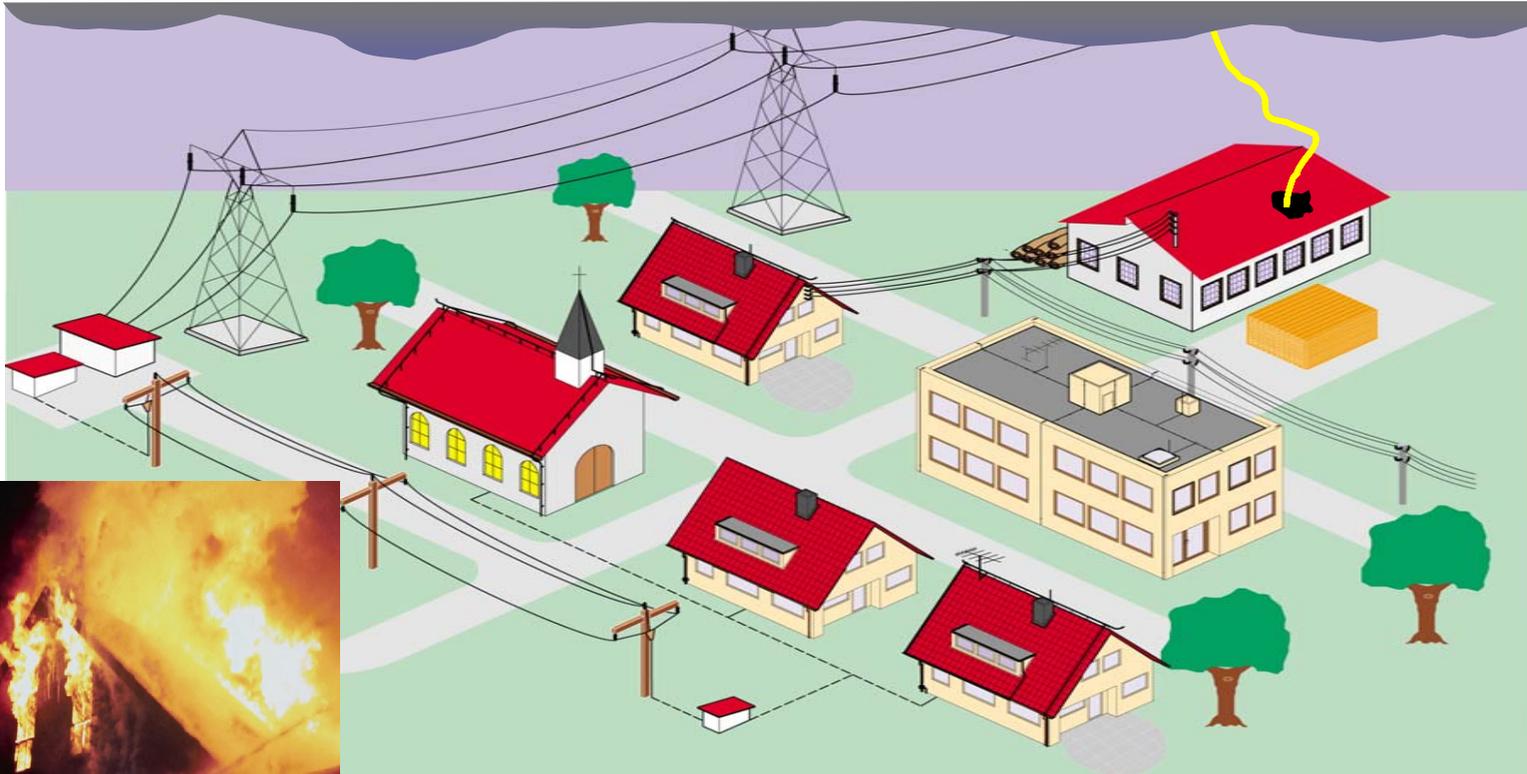
Jan Meppelink

Für Sie vorbereitet

- Übersicht der Beanspruchungen im Netz
- Blitzstromeinkopplung in das Netz
- Schutzgeräte
- Fallstudie BC-Schutz
- Computersimulation eines TT-Netzes
- Blitzhaus als Trainingsmodell
- Installations- und Einbauvarianten

Übersicht der Beanspruchungen im Netz

Blitzeinschlag in Gebäude



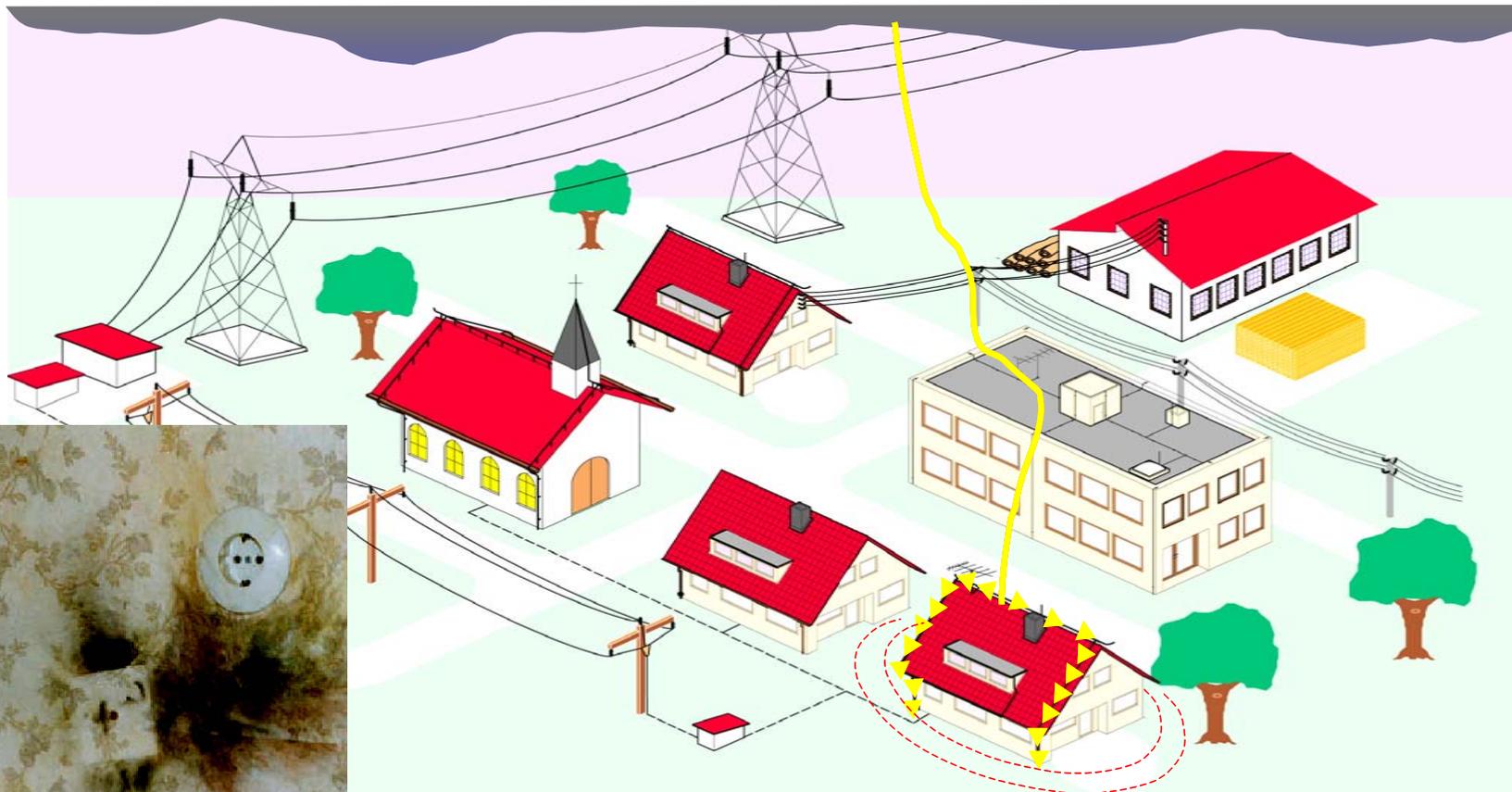
Blitzeinschläge in Freileitungen



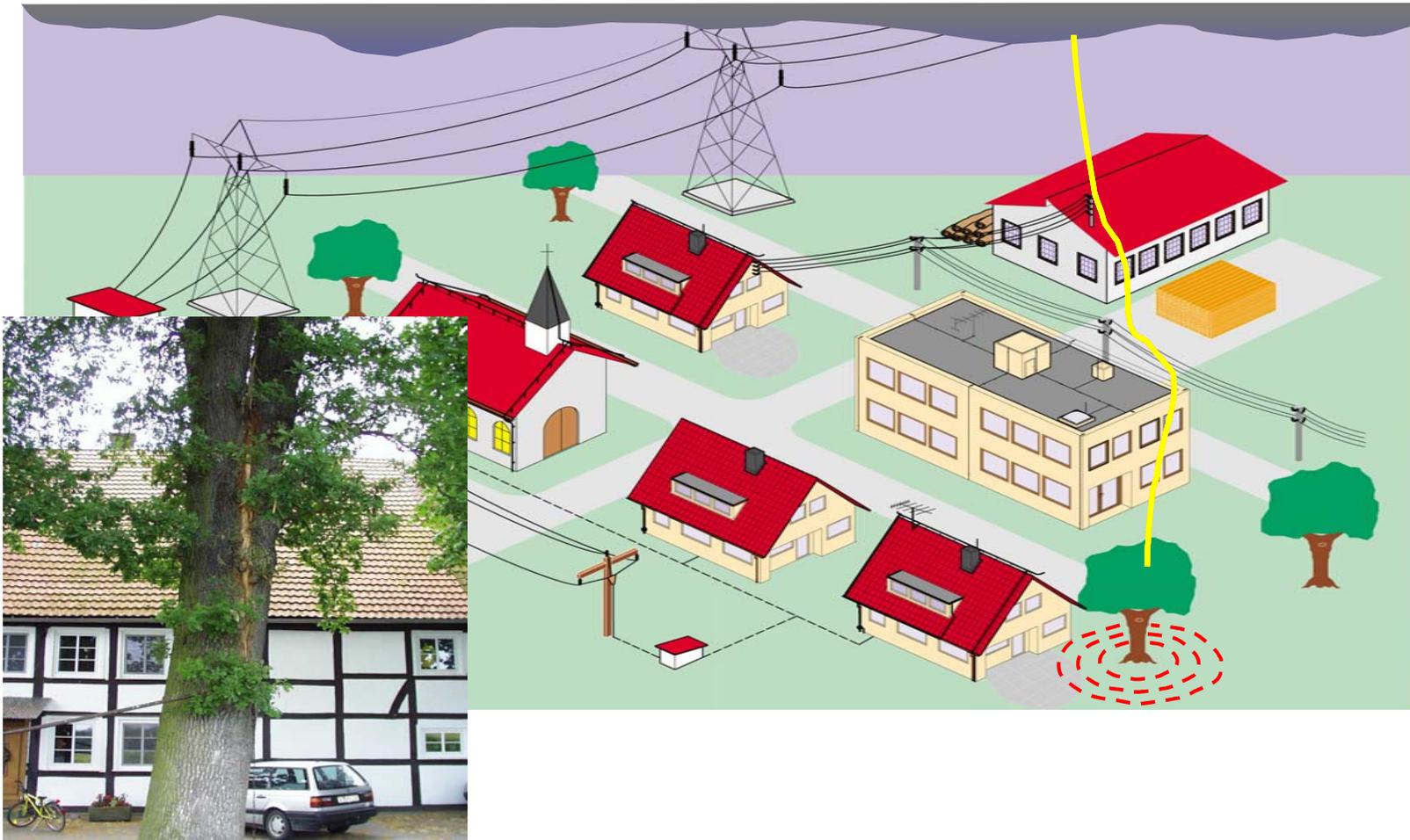
Direkteinschlag in eine Niederspannungs- Freileitung



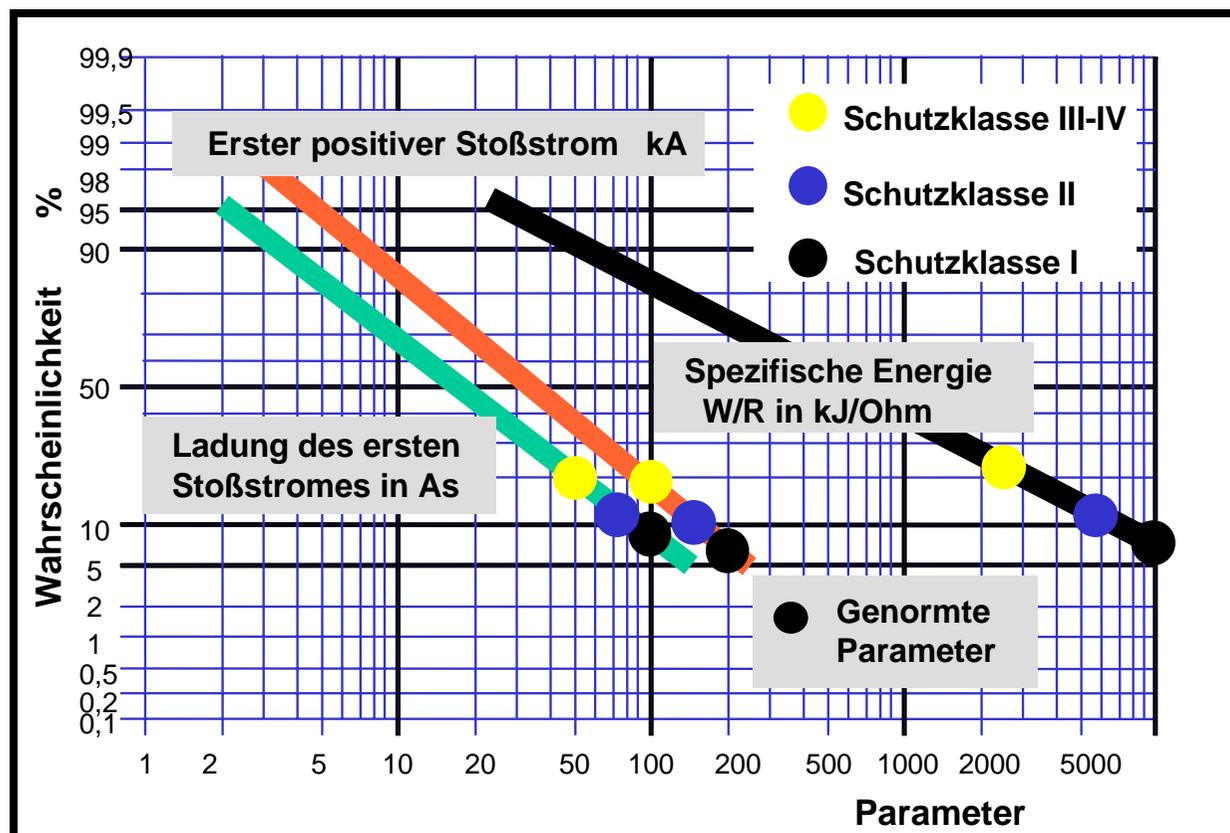
Direkteinschlag mit äußerer Blitzschutzanlage



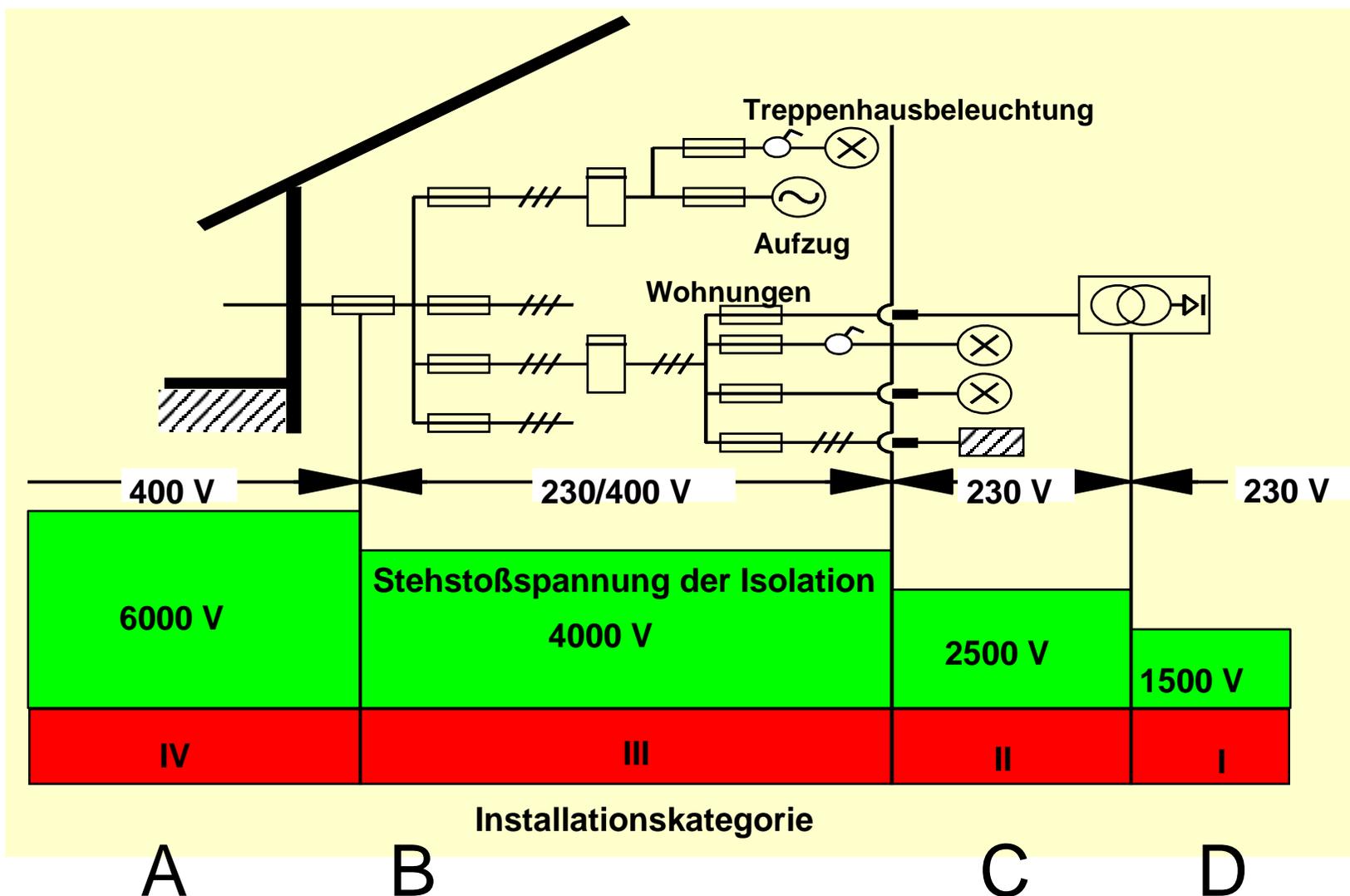
Indirekter Einschlag



Blitzstromparameter

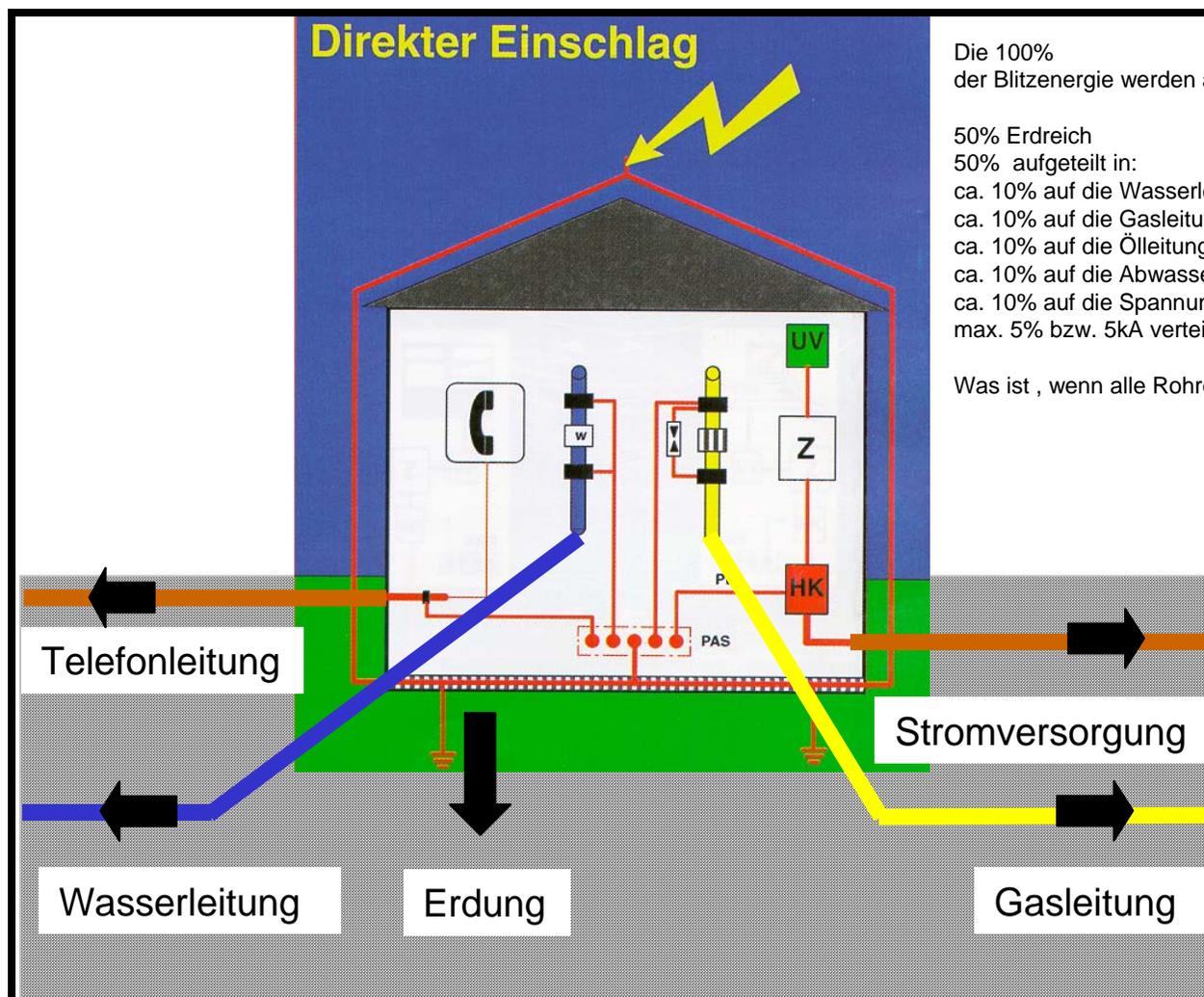


IEC-Report, Publikation 664 Isolationskoordination DIN VDE 0110
Teil 1 und 2 (01.89)



Blitzstromeinkopplung in das Netz

Gebäude mit äußerer Blitzschutzanlage

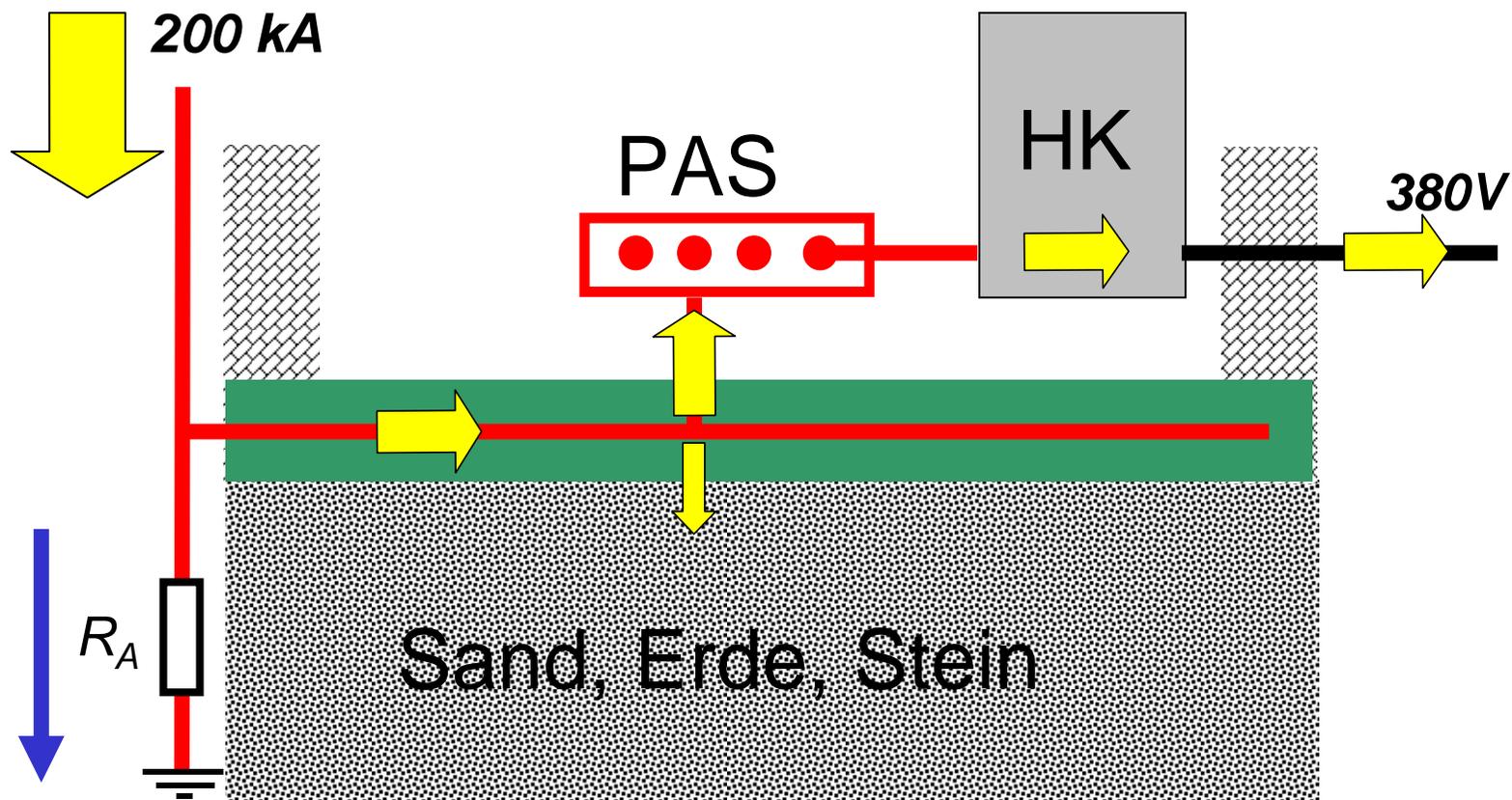


Die 100%
der Blitzenergie werden aufgeteilt in:

- 50% Erdreich
- 50% aufgeteilt in:
 - ca. 10% auf die Wasserleitung (Metall)
 - ca. 10% auf die Gasleitung (Metall)
 - ca. 10% auf die Ölleitung (Tank aus Metall)
 - ca. 10% auf die Abwasserleitung
 - ca. 10% auf die Spannungseinspeisung vom Energieversorger
 - max. 5% bzw. 5kA verteilt auf alle Datenleitungen

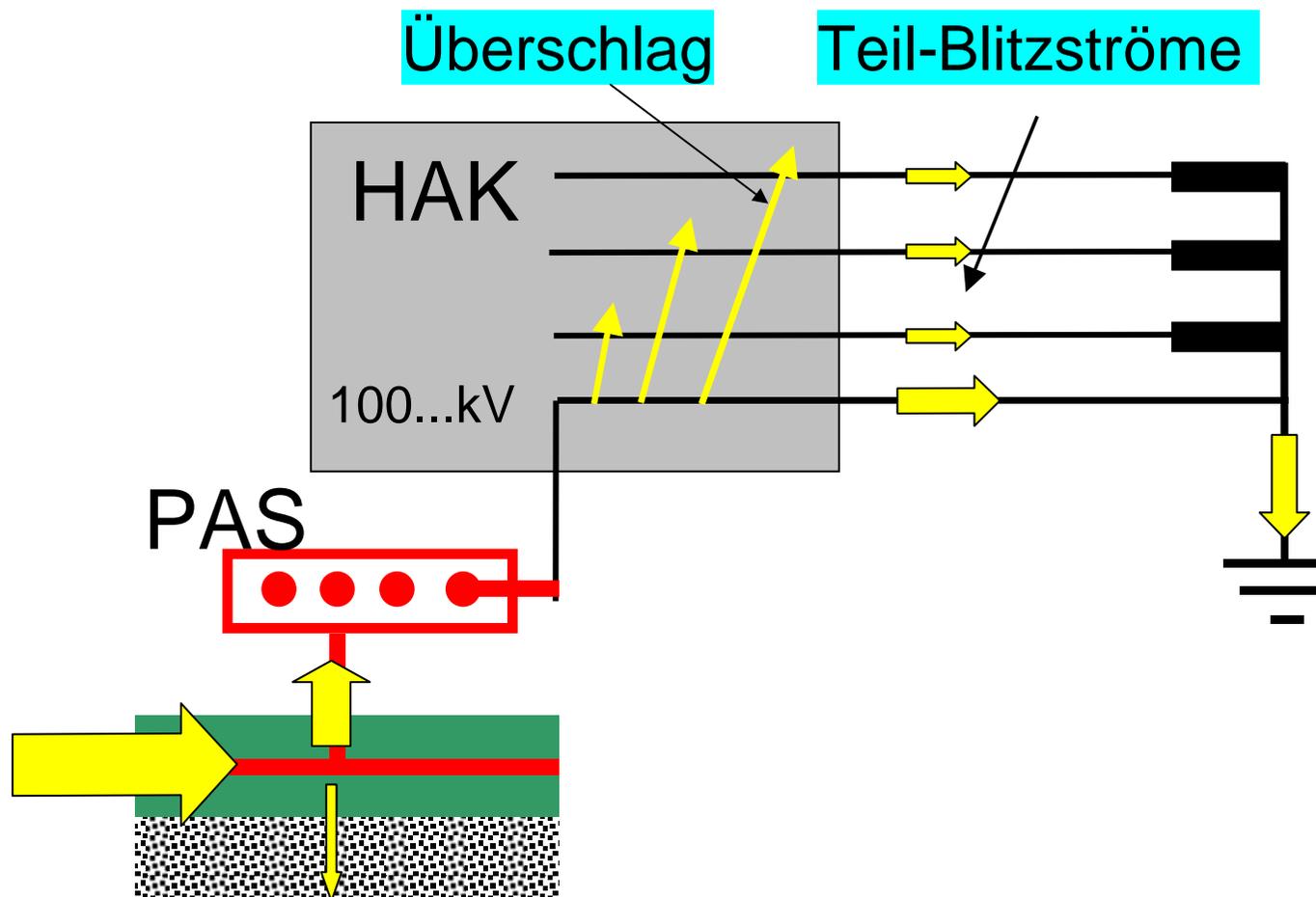
Was ist , wenn alle Rohre aus Kunststoff sind? 50 % in das Netz

Aufteilung des Blitzstromes



Potentialanhebung von einigen 100 kV

Überschläge PAS / Zuleitungen



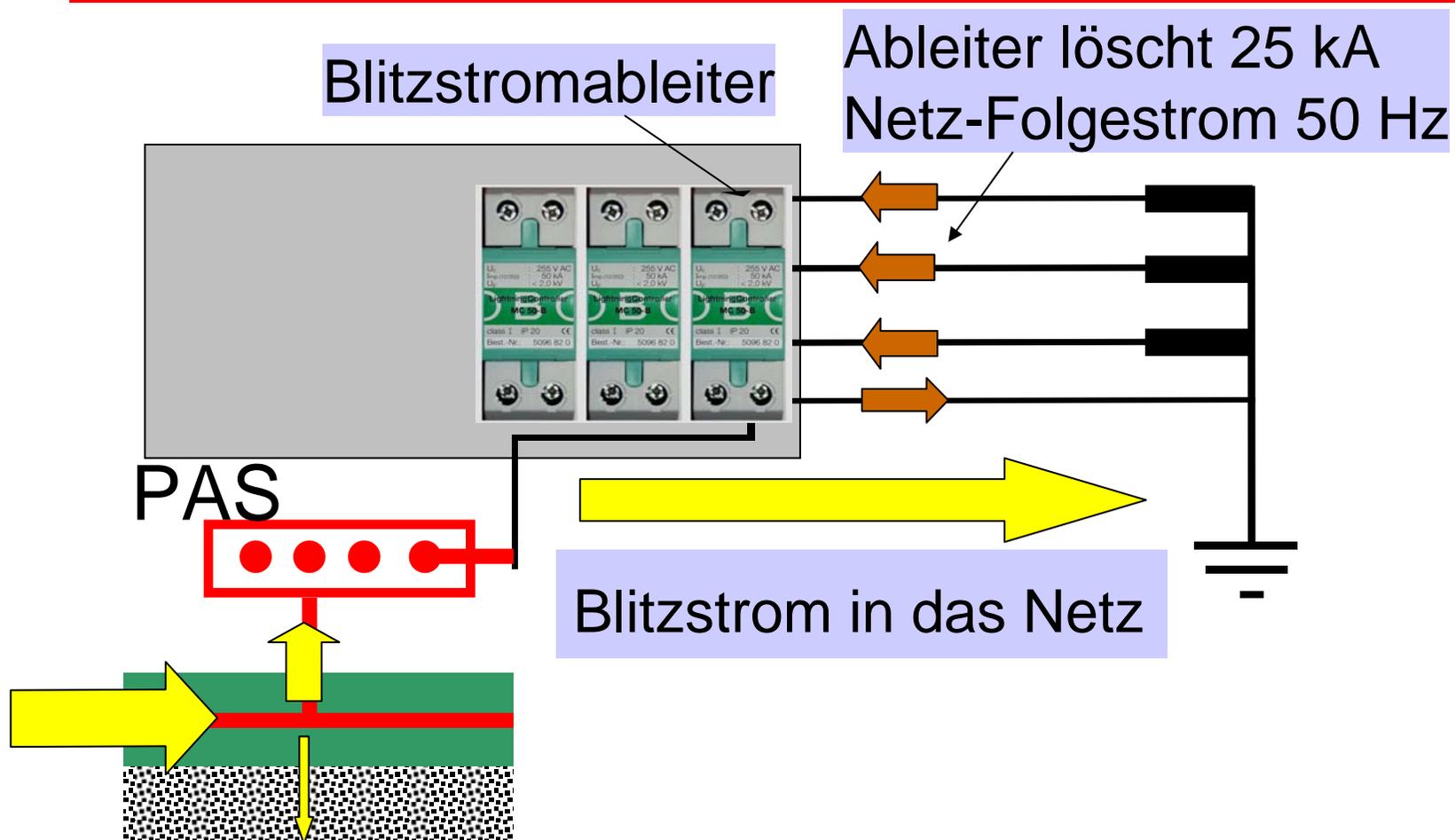
Konsequenzen

Der Blitzstrom muß seinen Weg ohne Überschlag in der Verteilung finden: Was müssen Sie beachten?

Blitzschutz-Potentialausgleich

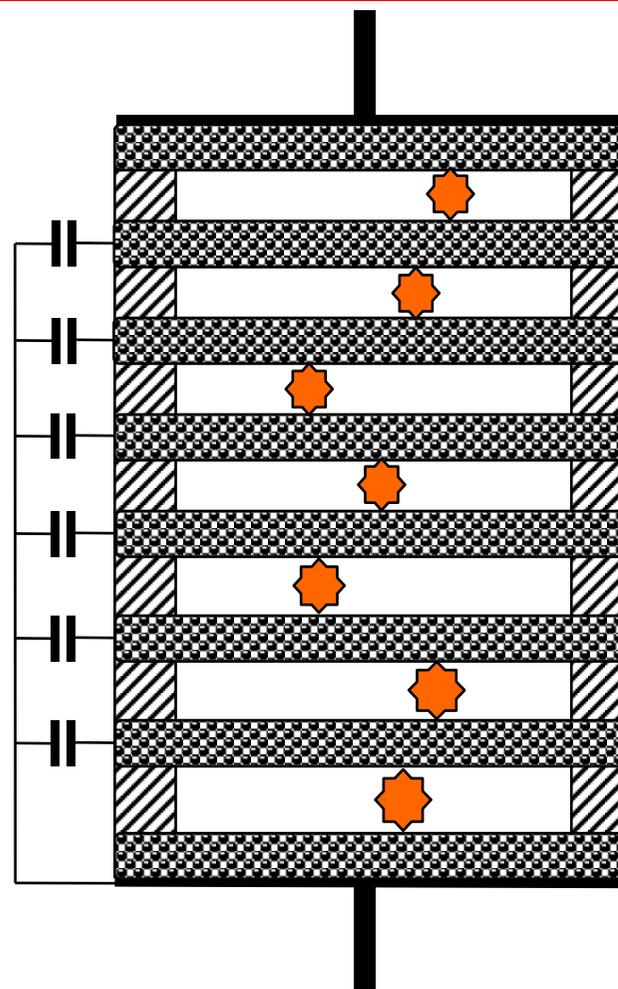
Überspannungsschutz

Blitzstromableiter MC 50-B



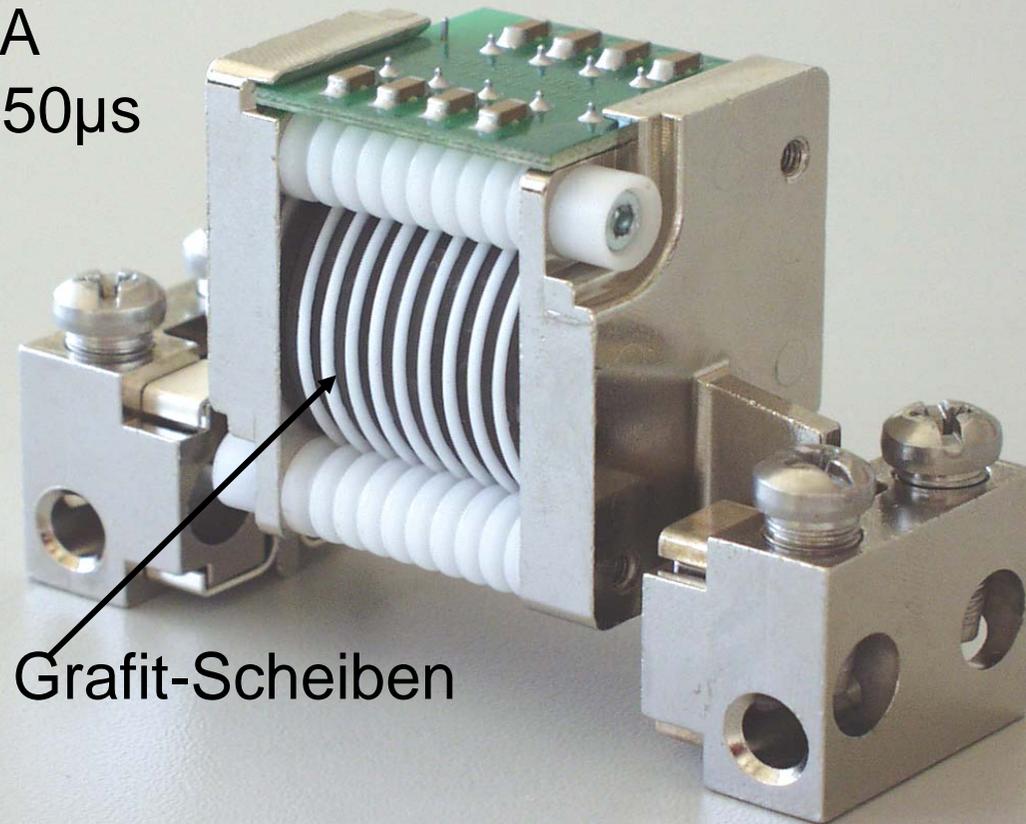
Schutzgeräte für Blitzschutzpotentialausgleich

Fortschritt durch neue Technologie



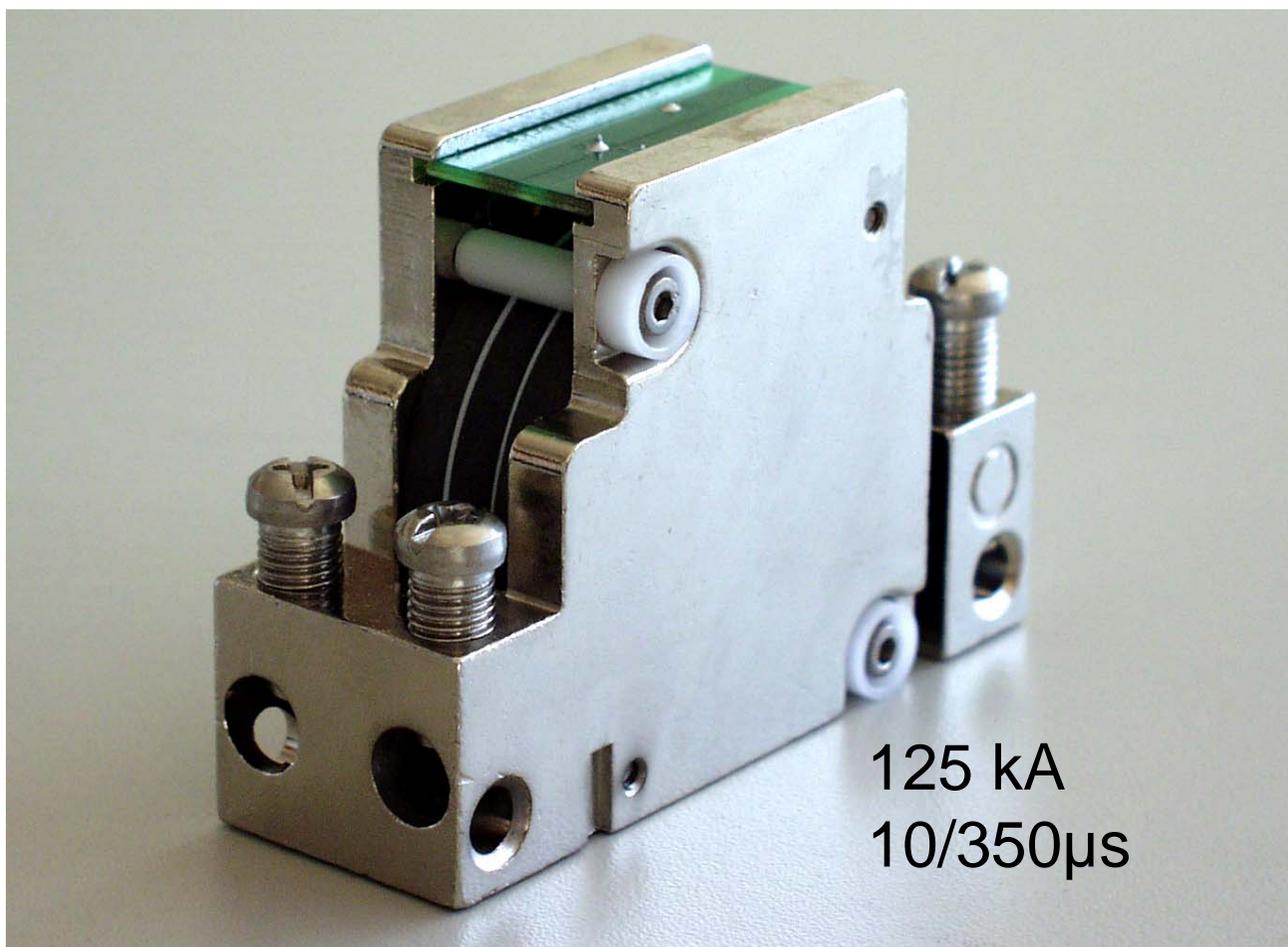
MC 50-B

50 kA
10/350 μ s



Grafit-Scheiben

MC 125B/NPE



Neue Ableiter

VDE

E VDE 0675

part 6 + A1 + A2

Kema

IEC 61643-1

ÖVE

IEC 61643-1

including

37A/95/CDV"



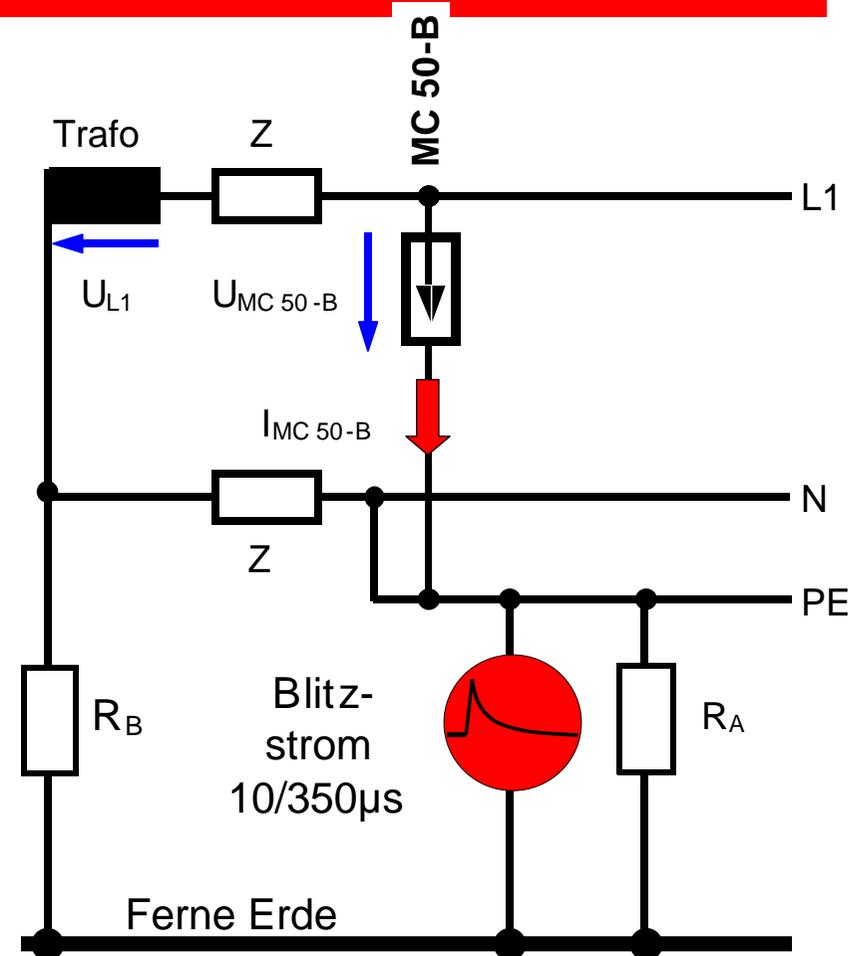
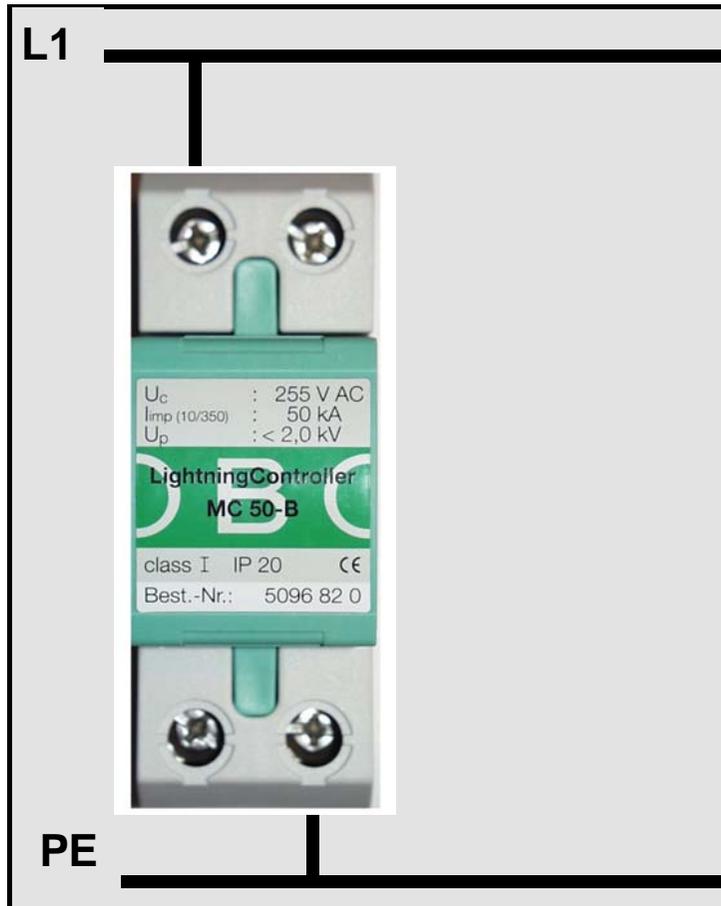
Fallstudie B und C-Schutz

B

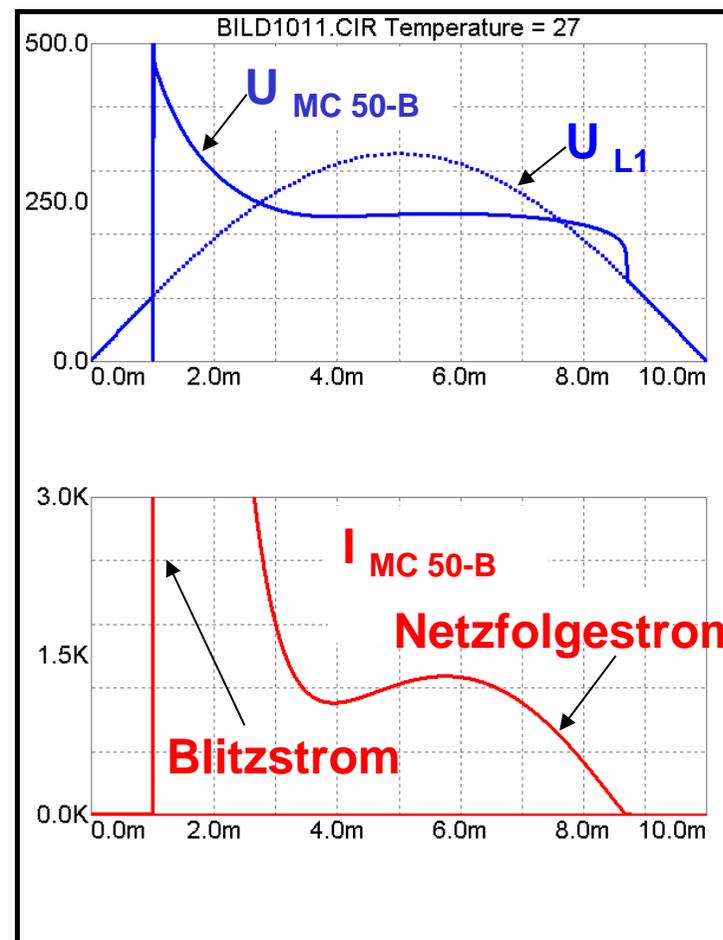
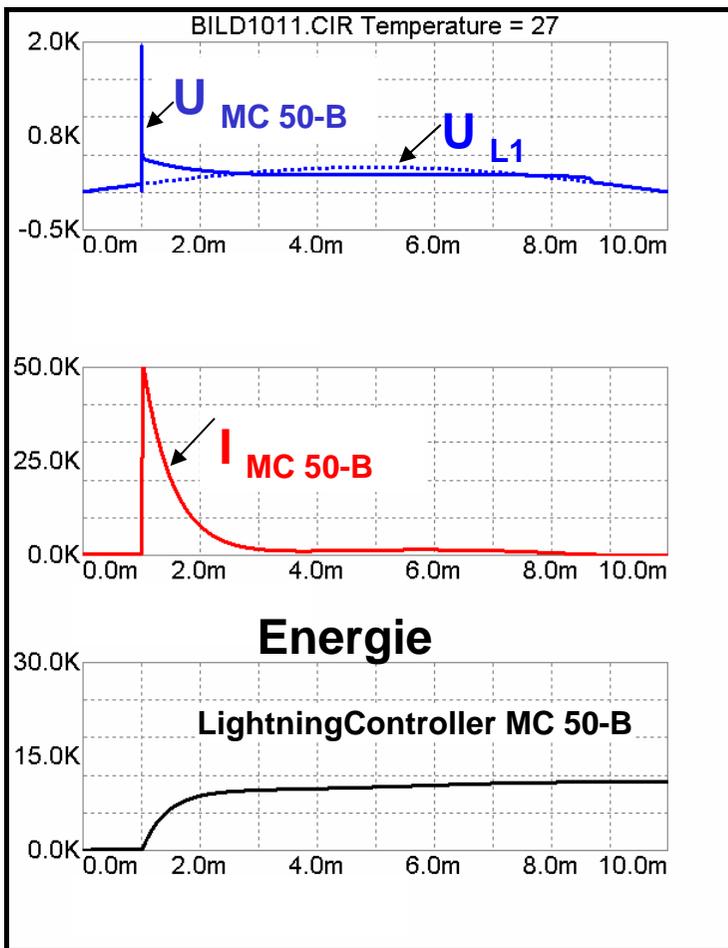
B und C ohne Entkopplung

B und C mit Entkopplung

Blitzstromableiter MC 50-B



Funktion MC 50-B



Konsequenzen

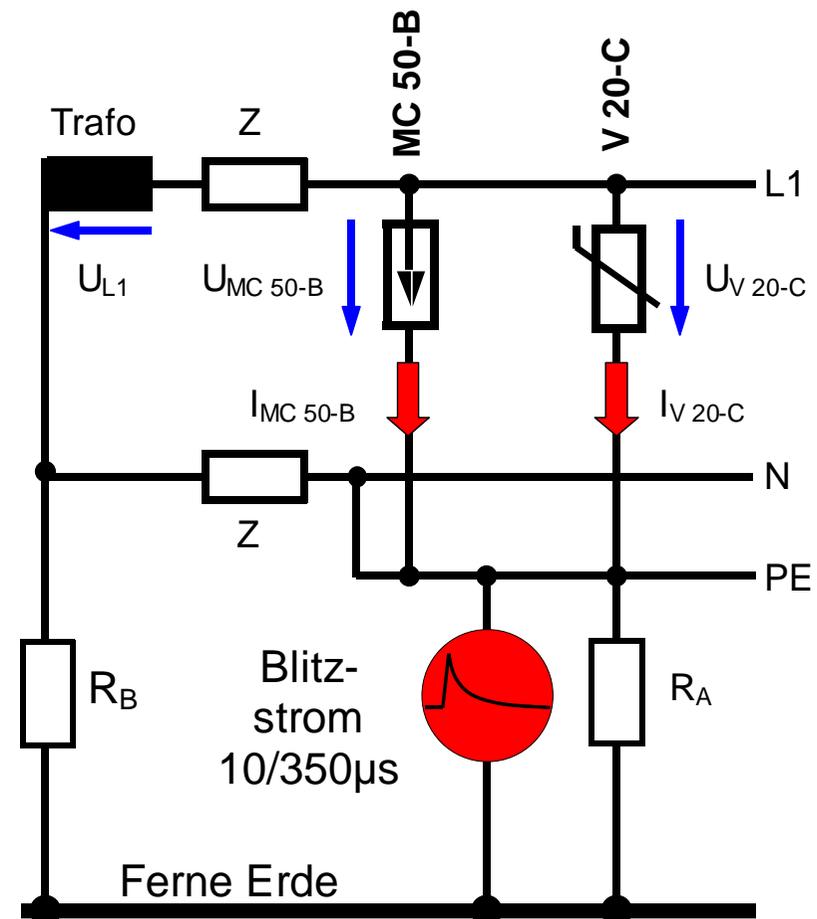
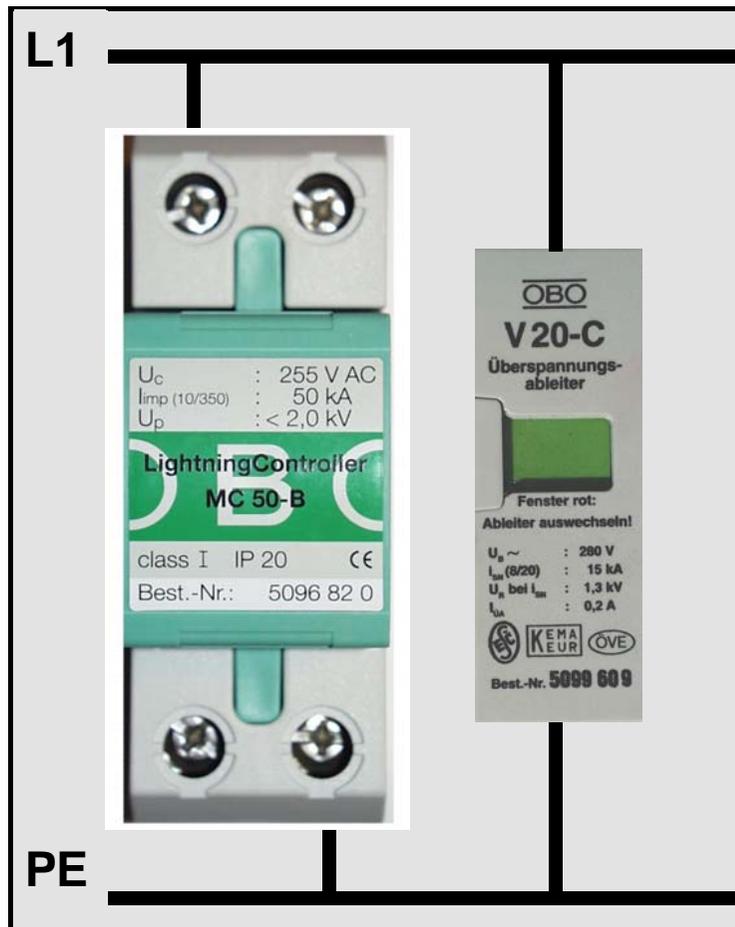
B-Ableiter MC 50-B zündet und führt den Blitzstrom in das Netz ab. Die Spannung überschreitet die Bemessungsstossspannung der Kategorie C und D. Daher weiterer Überspannungsschutz notwendig.

B-Ableiter MC 50-B führt und löscht den Netzfolgestrom

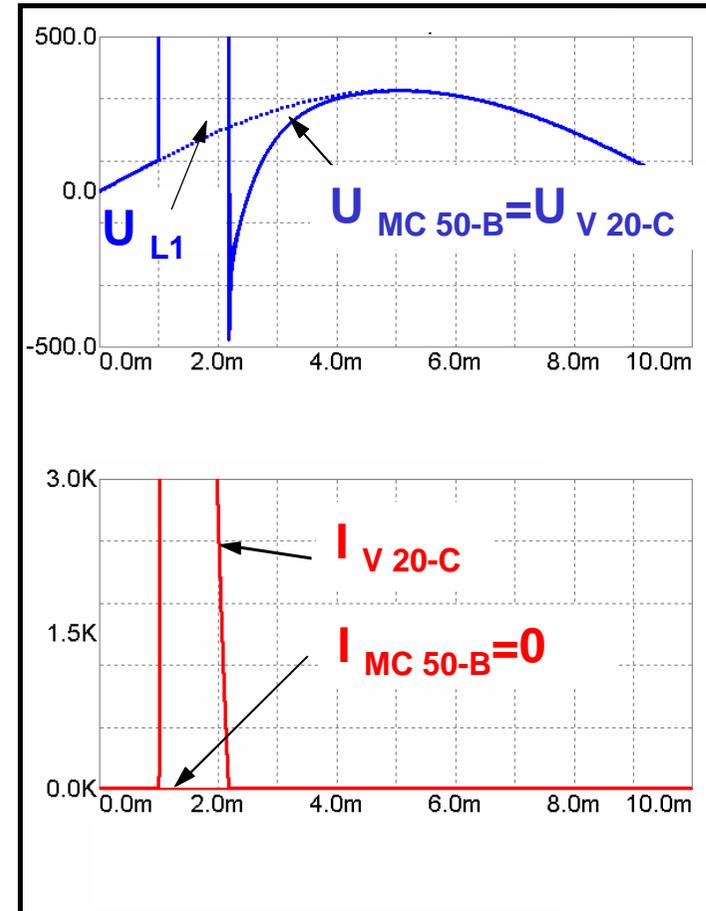
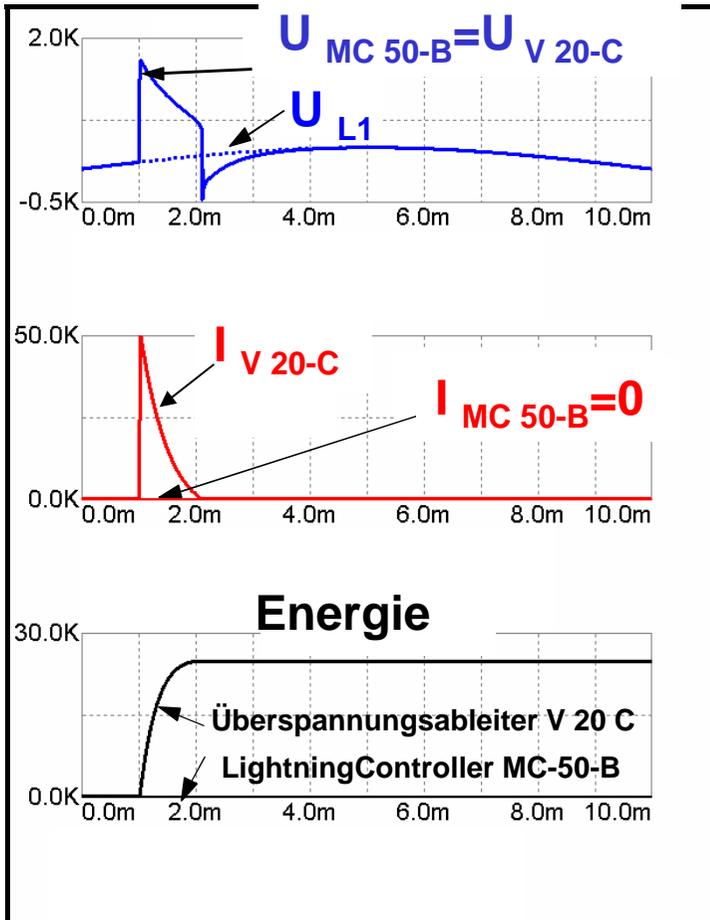
B-Ableiter MC 50-B isoliert wieder

Das Netz bleibt in Betrieb, wenn eine ausreichende Hauptsicherung eingebaut ist.

Blitzstromableiter MC-50-B und Varistor V20-C



Funktion MC-50-B und V20-C



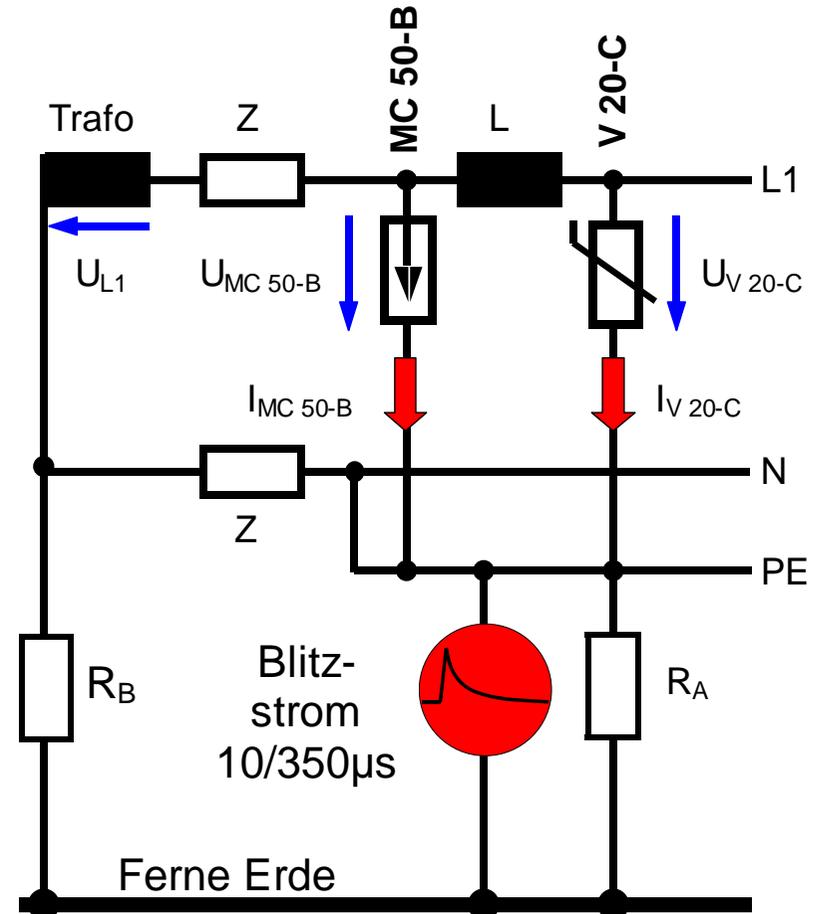
Konsequenzen

C-Ableiter wird zerstört, weil seine Restspannung geringer ist als die Zündspannung des B-Ableiters

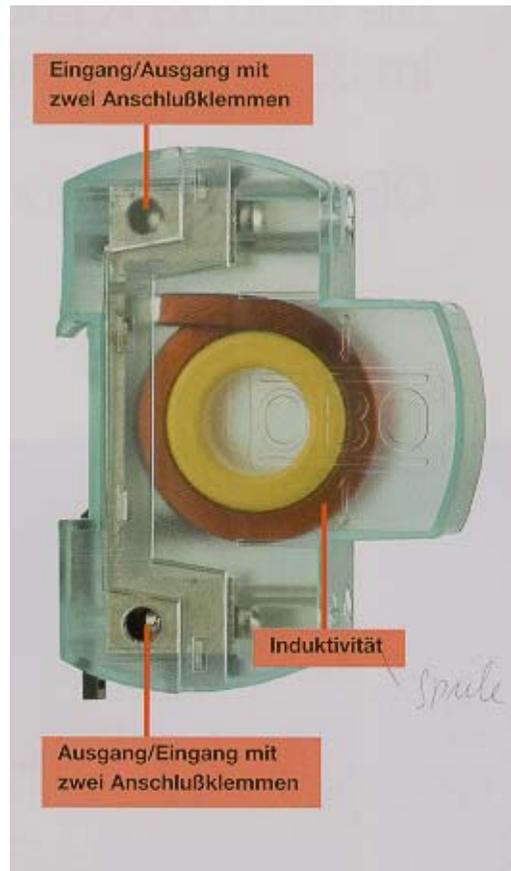
C-Ableiter dürfen nie ohne Entkopplung zu einem B-Ableiter parallel geschaltet werden

Beachten Sie hierzu die Einbauangaben der Hersteller

Blitzstromableiter MC-50-B und Varistor V20-C mit Entkopplungsspule LAI-35



Entkopplungsspule

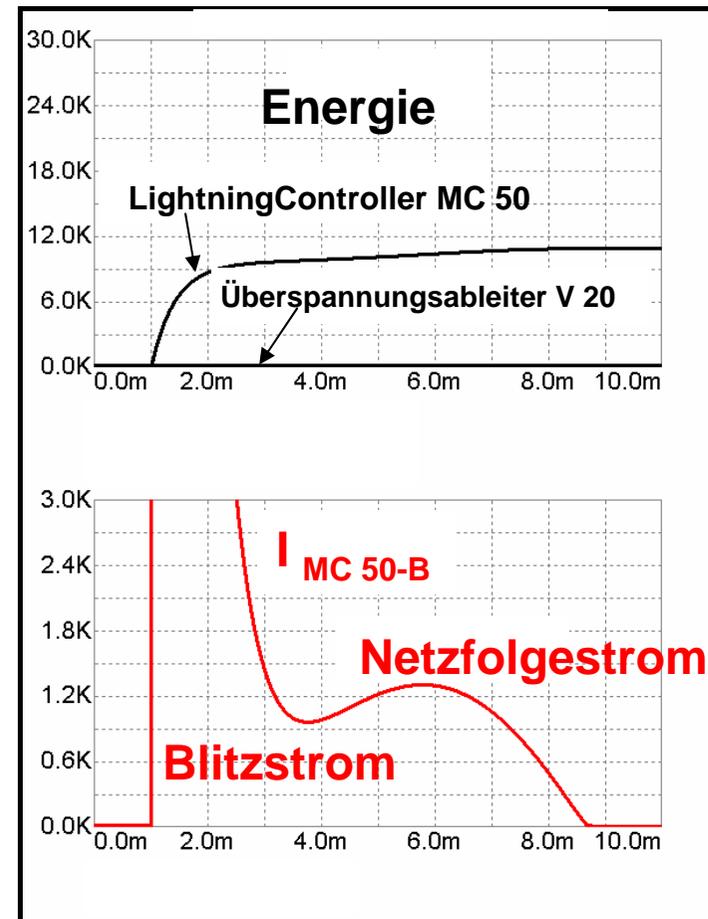
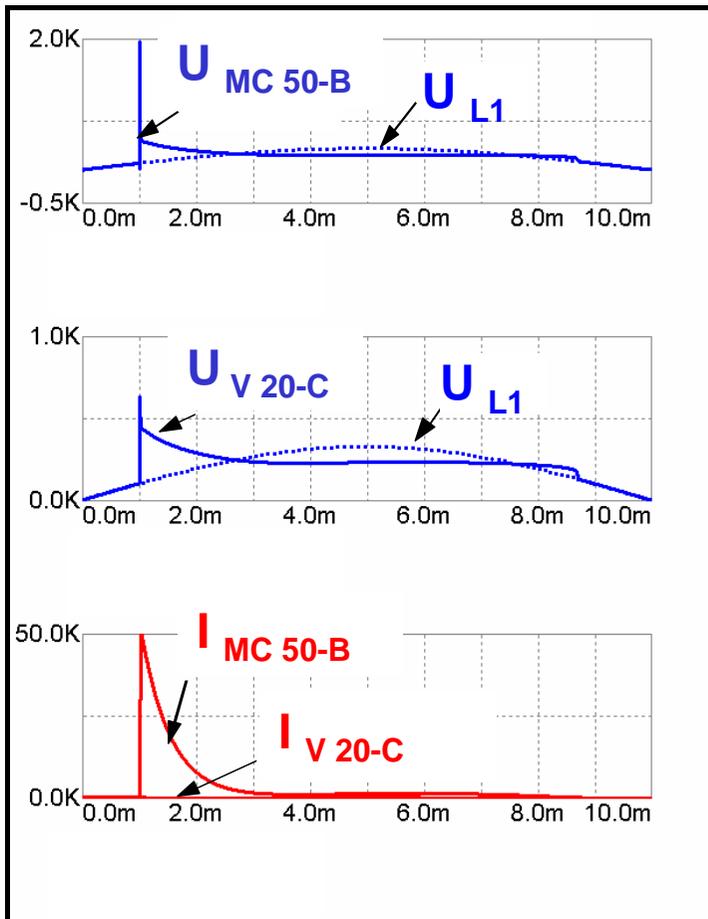


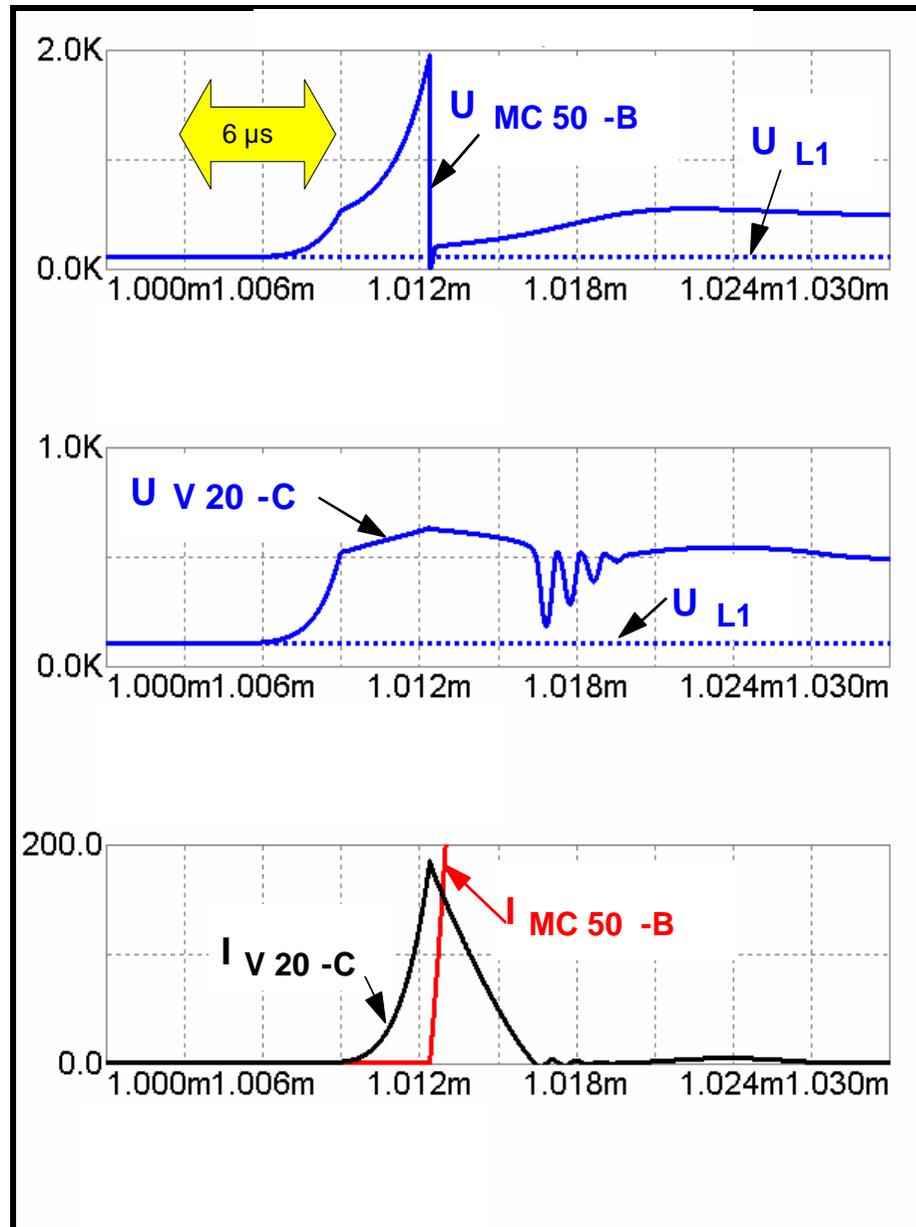


Installation B-Ableiter,
Entkopplung und C-
Ableiter



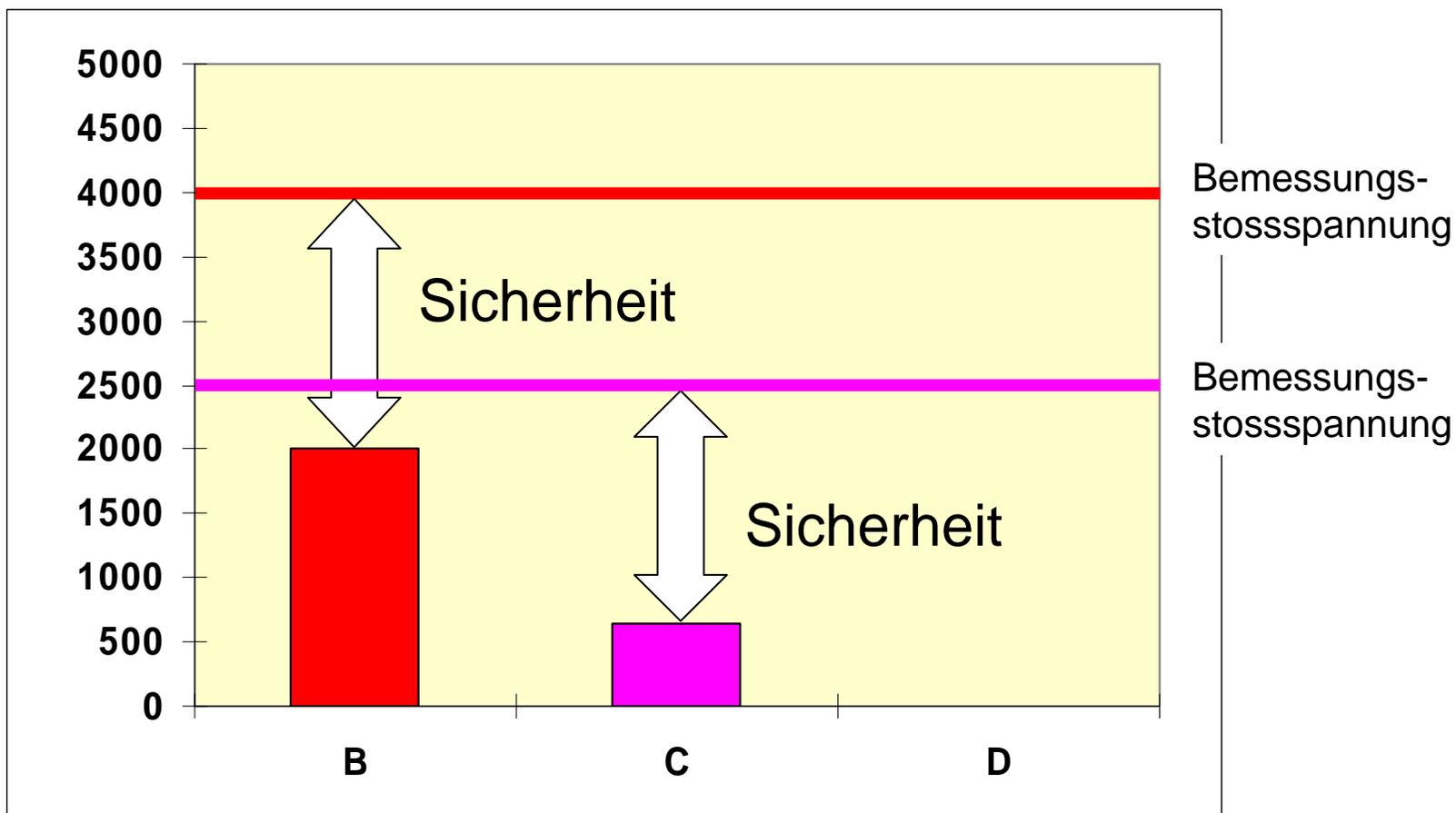
Funktion MC-50-B , V20-C mit Entkopplungsspule LAI-35





Kommutierung
C-Schutz auf B-
Schutz

Ergebnis der Fallstudie



Konsequenzen

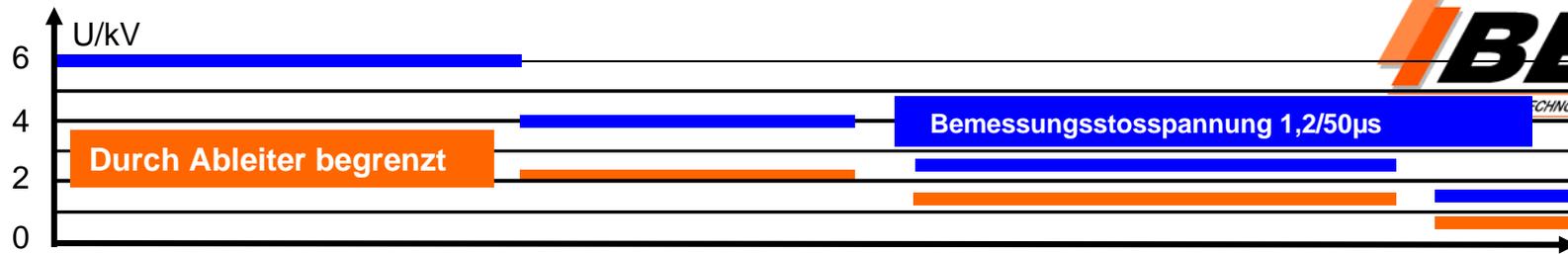
Alles funktioniert wie geplant

Der C-Ableiter leitet als erster einen Teilblitzstrom. Die Spannung im C-Bereich bleibt unterhalb der Bemessungsschlagspannung

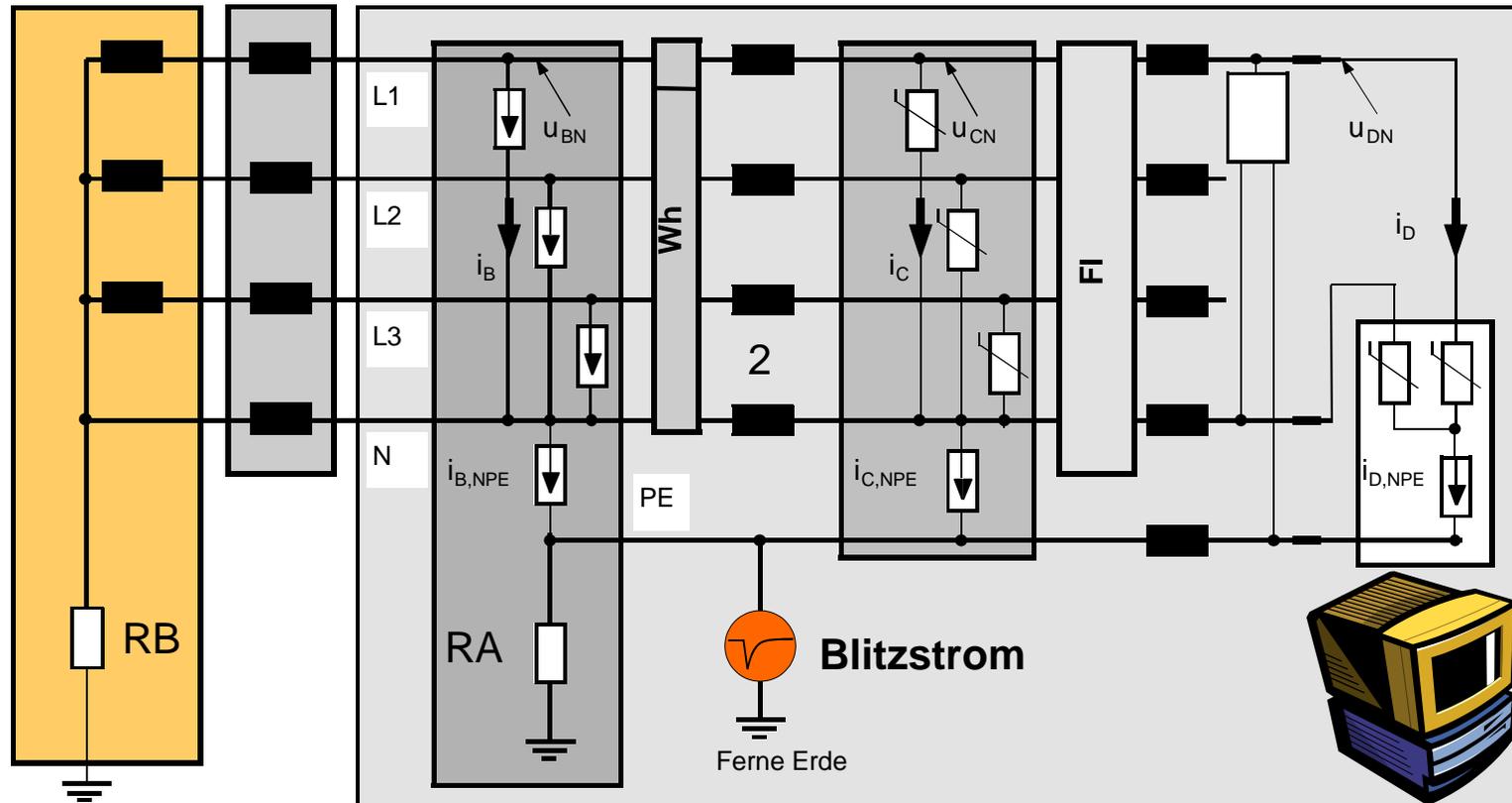
An der Entkopplungsspule fällt eine Spannung ab, die den B Ableiter mit seiner höheren Zündspannung durchschaltet.

Energetisch ist jeder Ableiter richtig dimensioniert.

Computersimulation eines TT- Netzes



Trafo



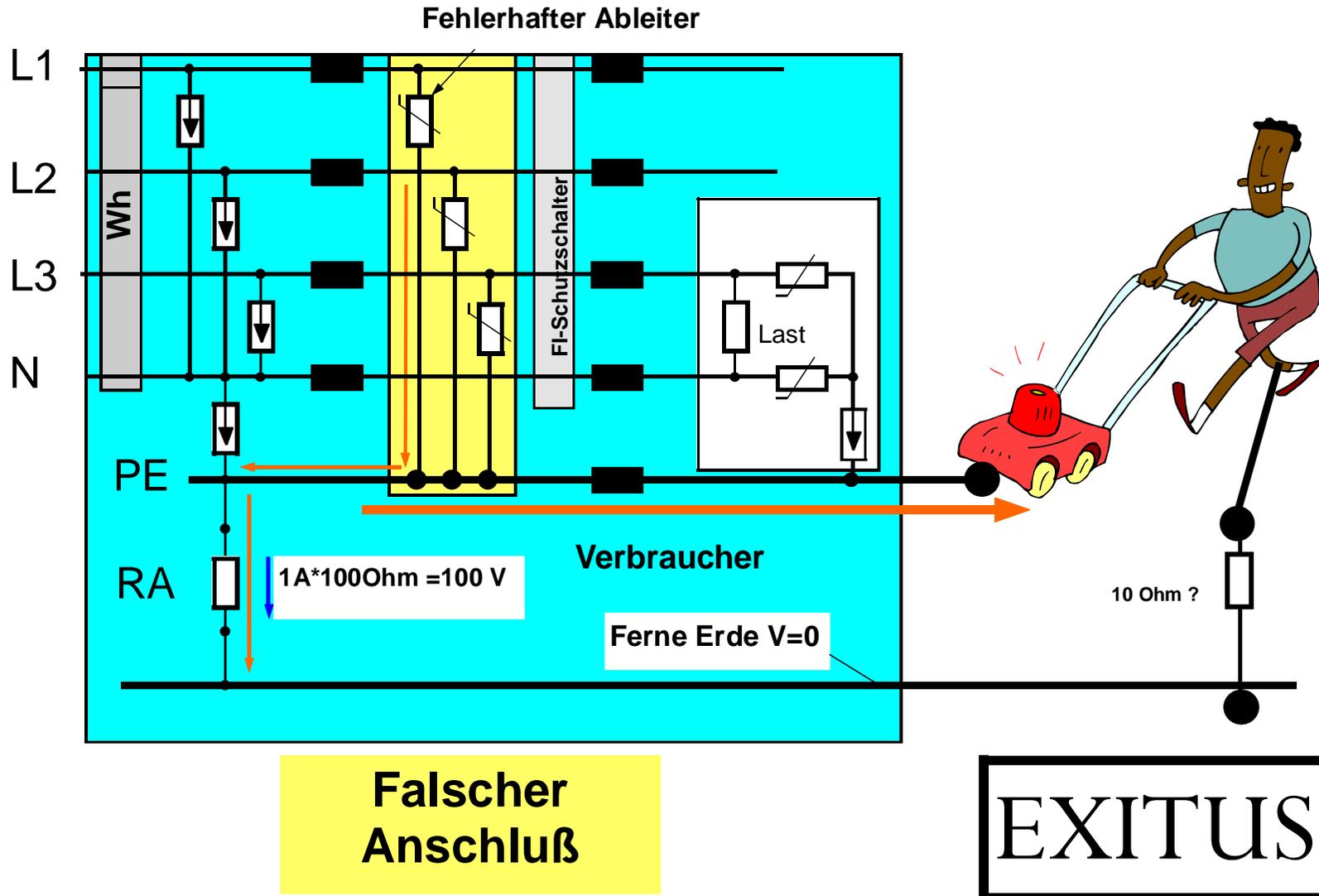
B-Schutz

C-Schutz

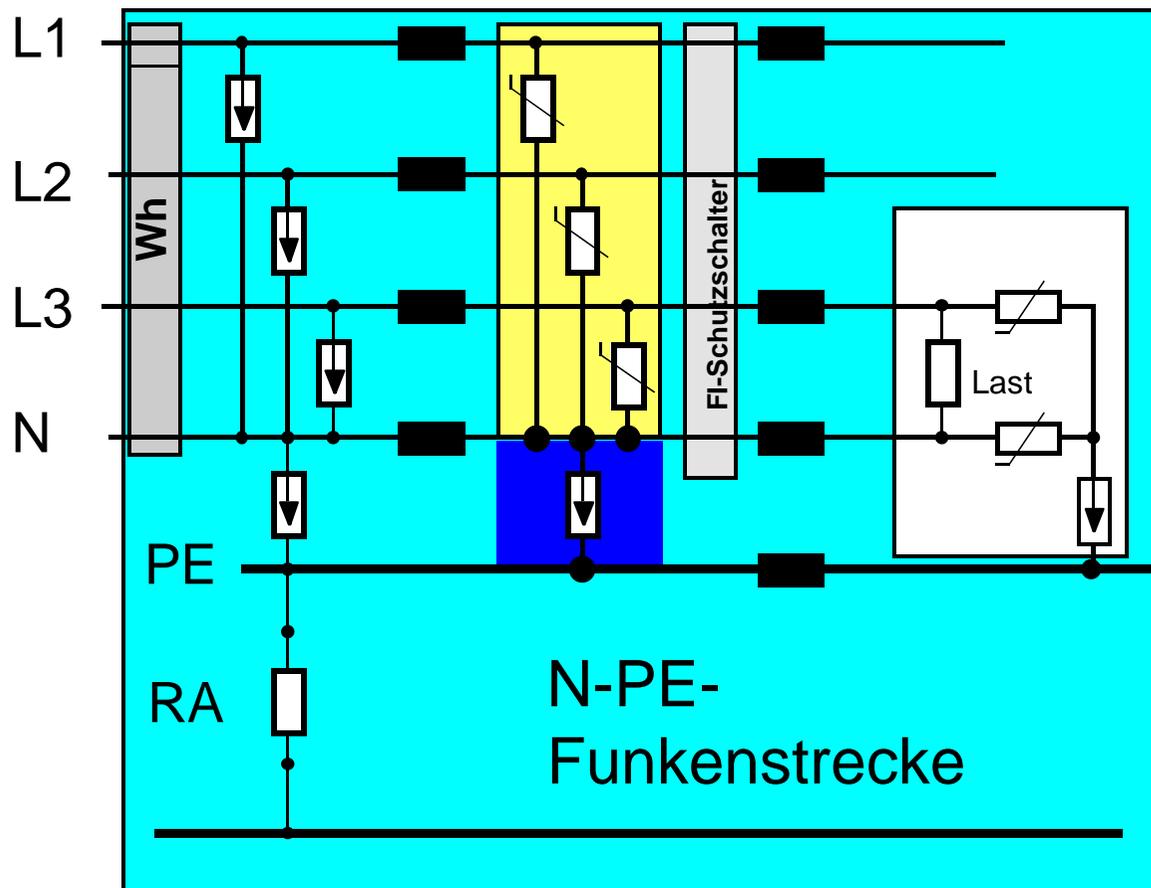
D-Schutz

Blitzstrom- und Überspannungsableiter in einem TT-Netz

Gefahren, die entstehen, wenn Ableiter in einem TT-Netz **falsch installiert** werden
und ein fehlerhafter Ableiter einen Ableitstrom gegen Erde führt



N-PE-Funkenstrecke für TT-Netz, 3+1 Schaltung



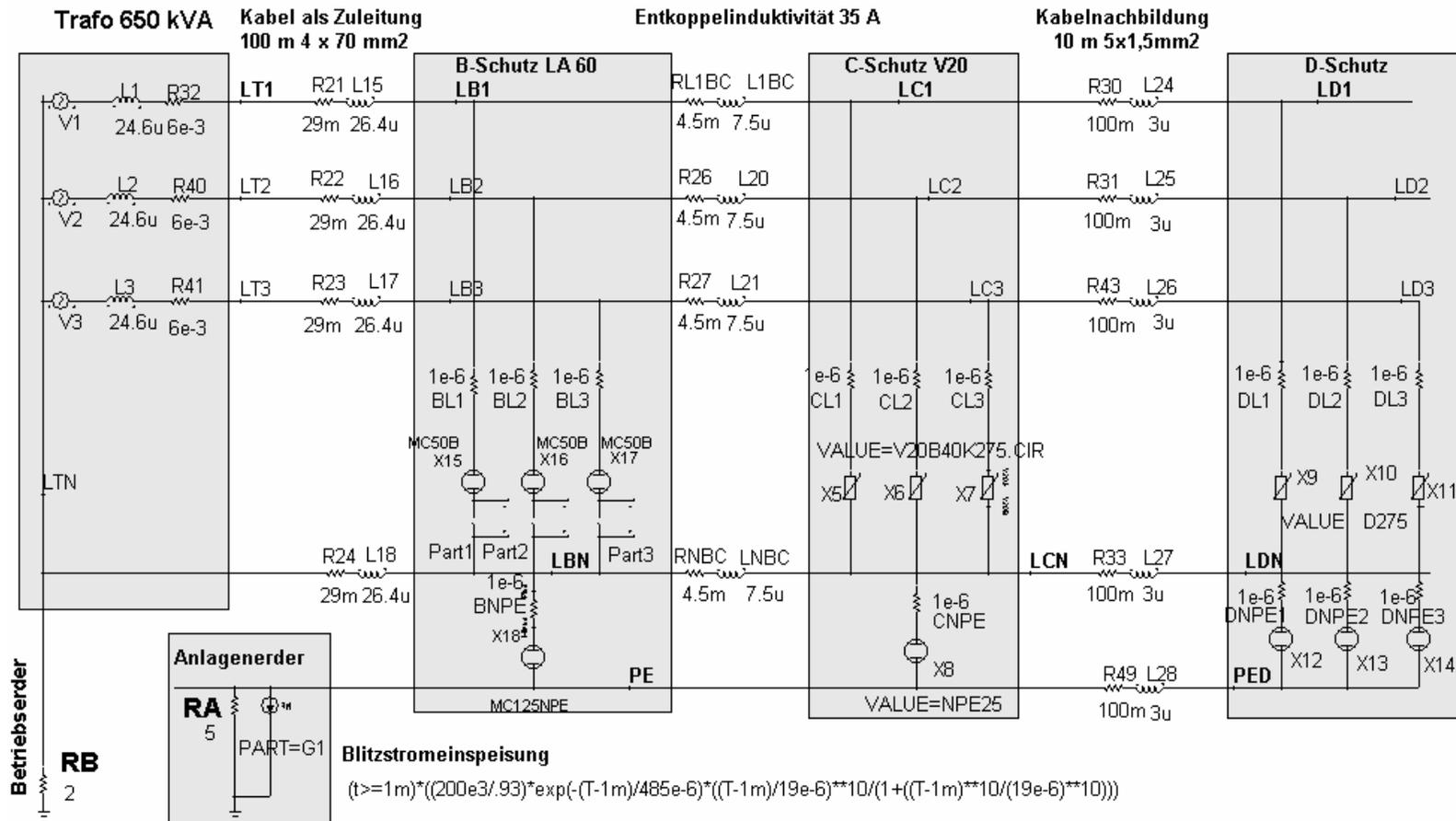
Computersimulation

TT-Netz mit B,C,D-Schutz

$R_a = 5 \text{ Ohm}$

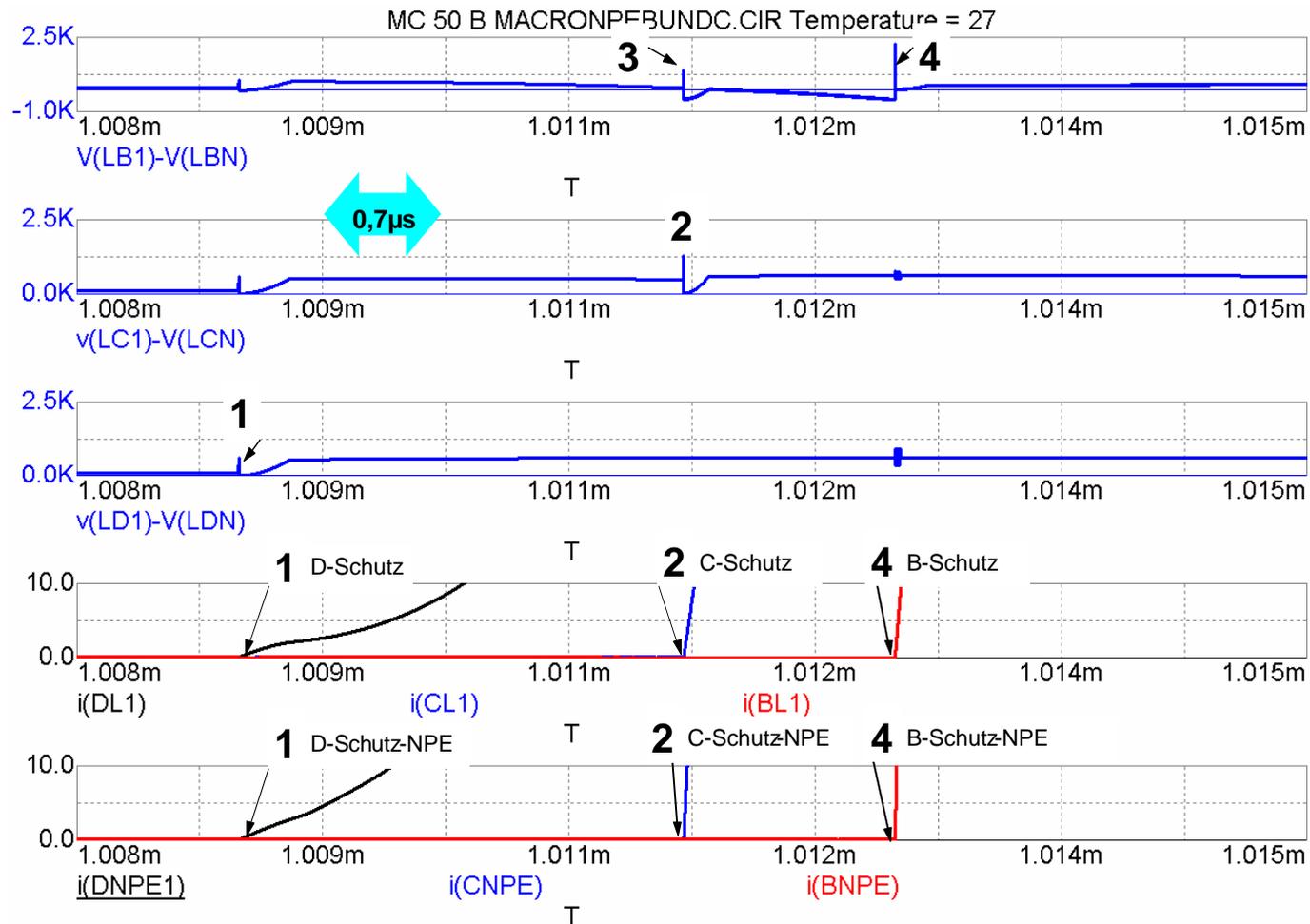
$R_b = 2 \text{ Ohm}$

Schaltung für die Computersimulation

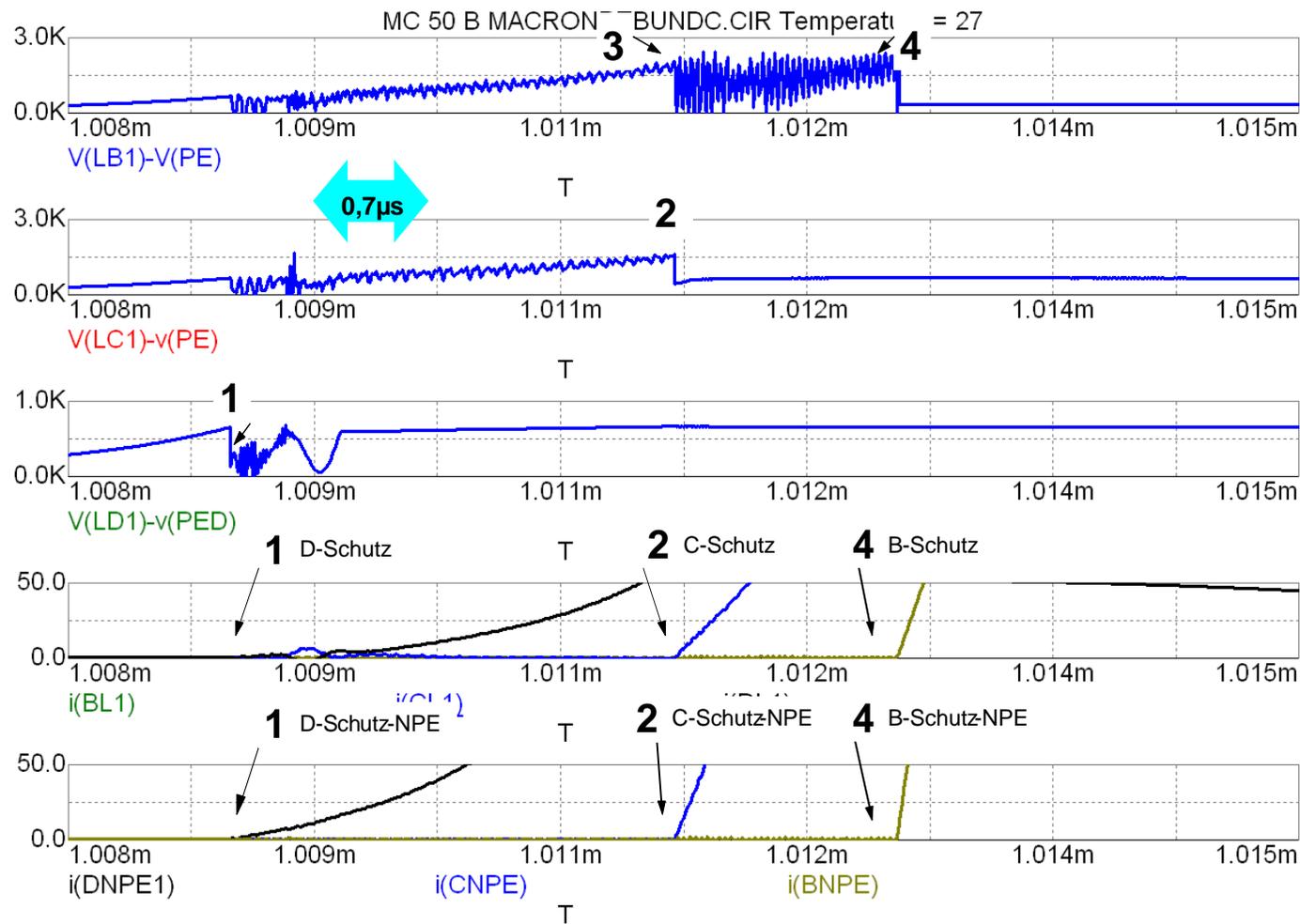


Anlagenerder 5 Ohm , Betriebserder 2 Ohm

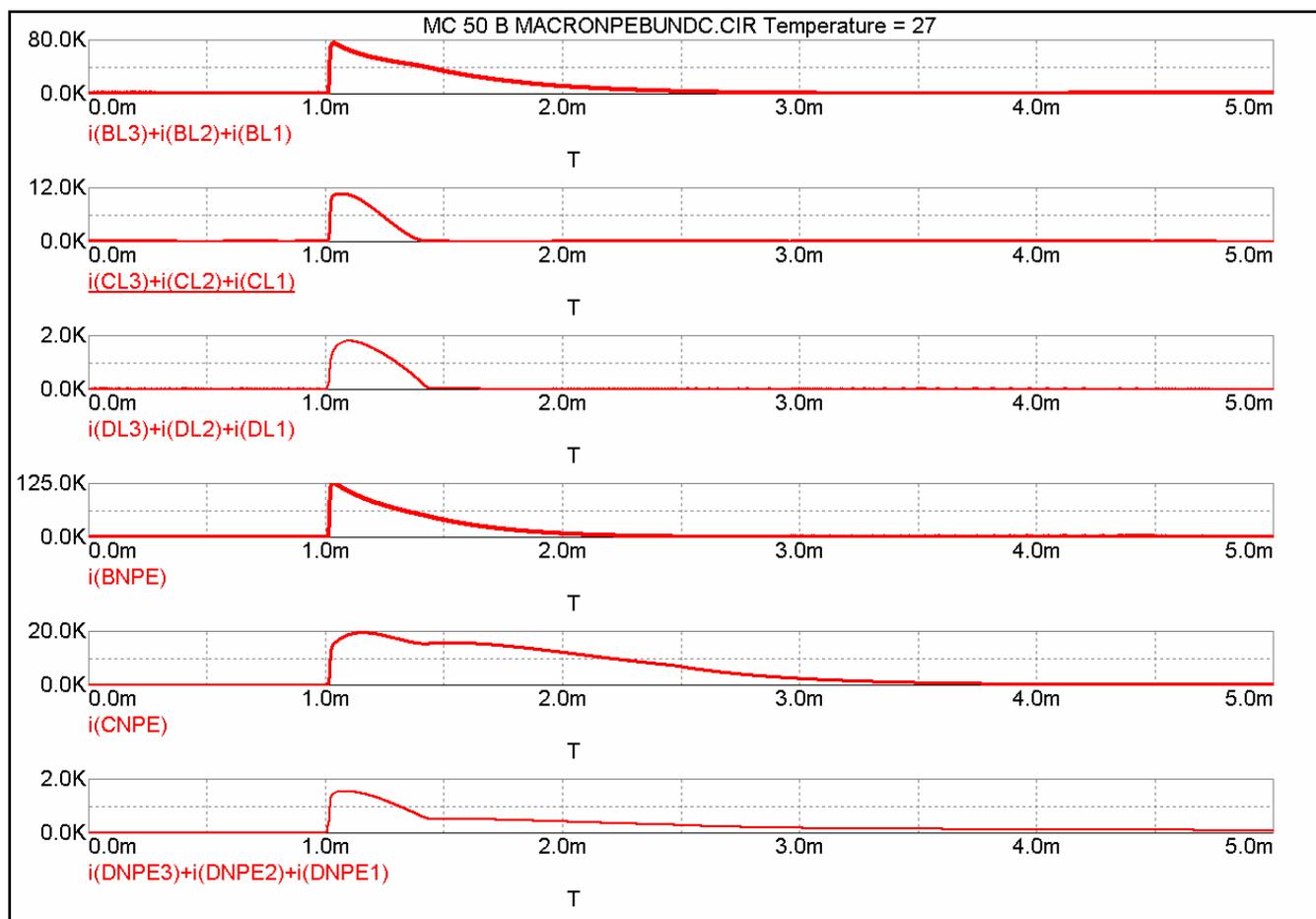
Kommütierung der Blitzstromableiter und Überspannungsableiter in der Reihenfolge D-C-B.



Spannungen Leiter gegen PE

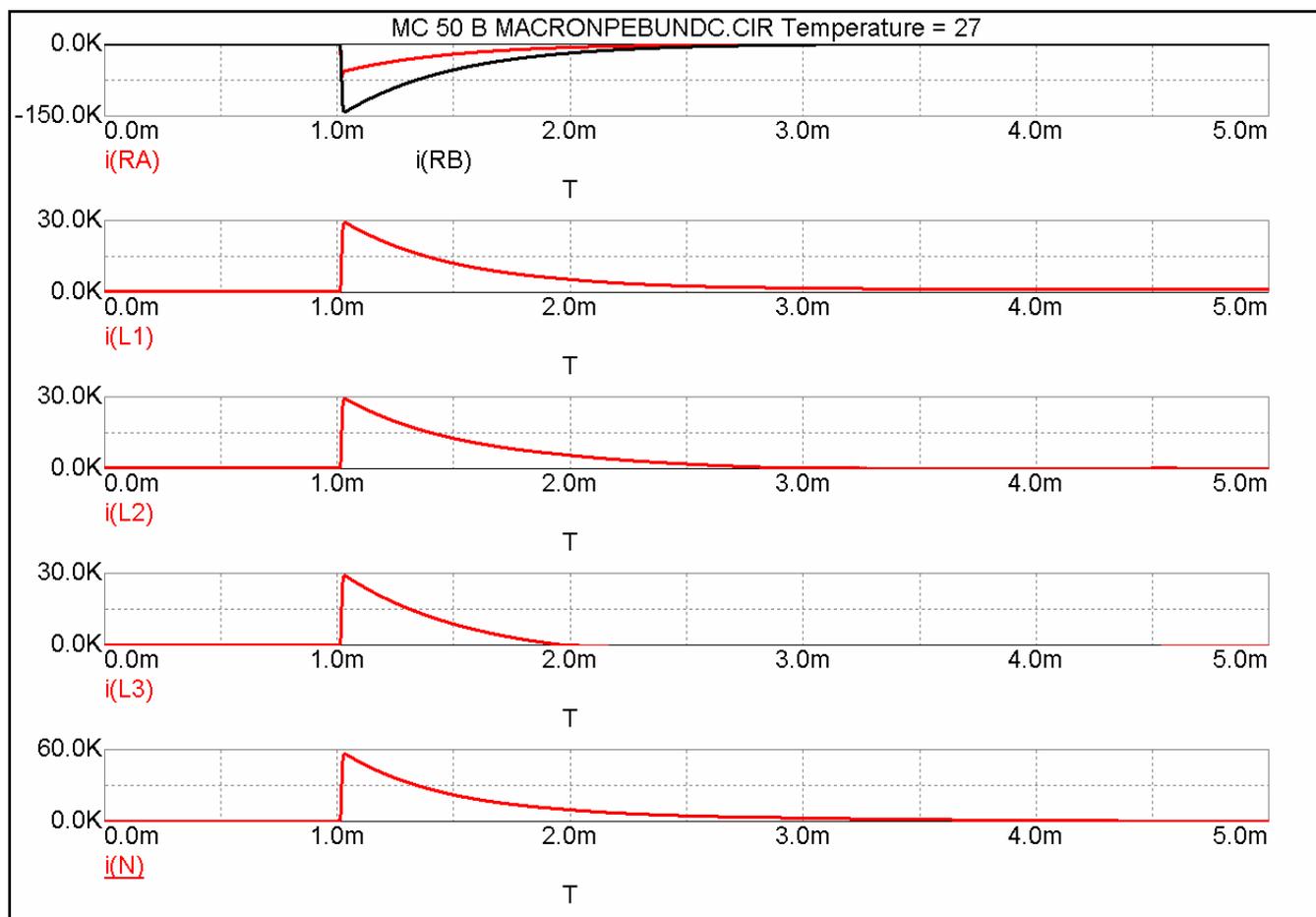


Stromverteilung in den einzelnen Blitzstrom- und Überspannungsableitern



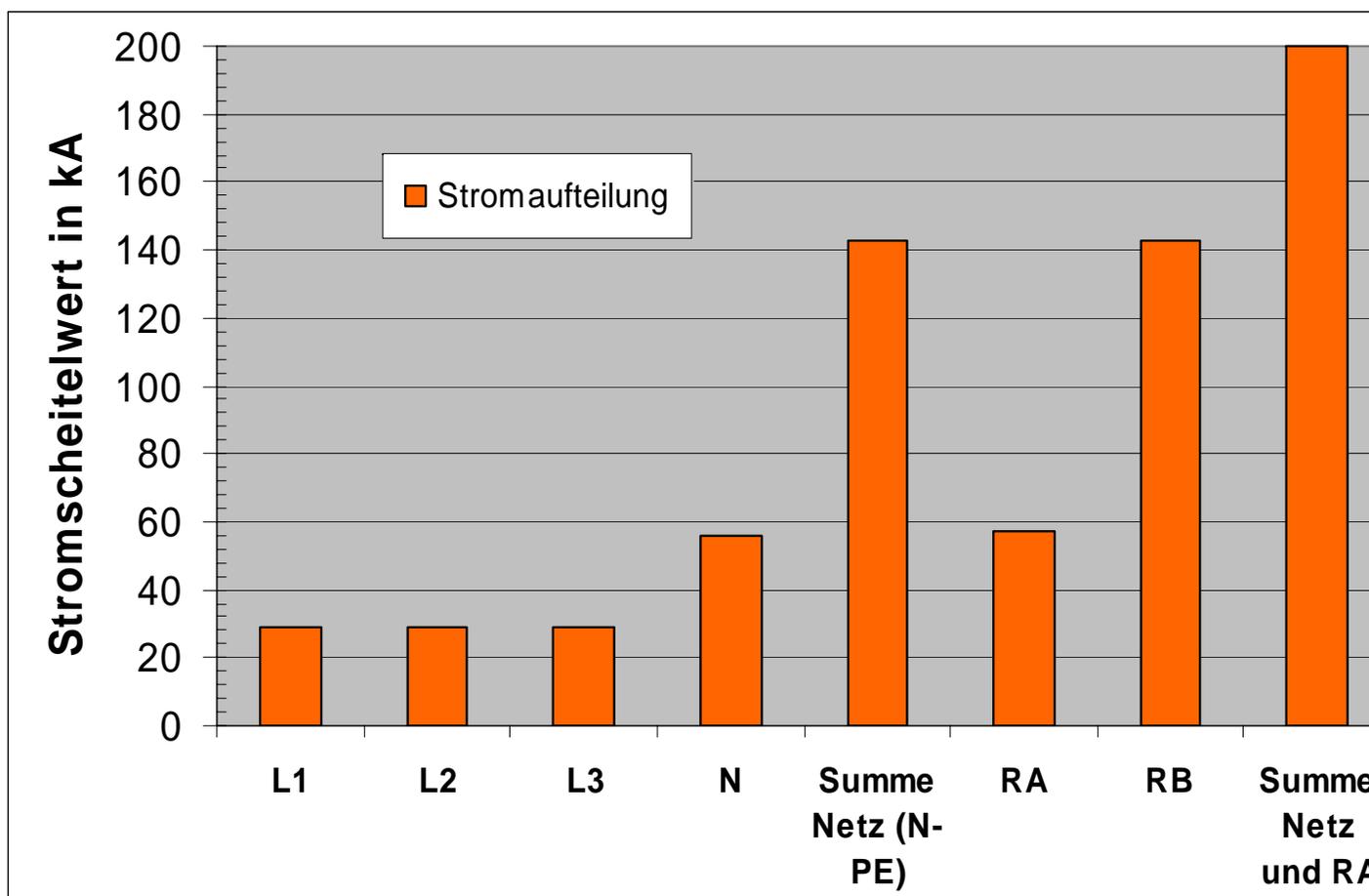
Anlagenerder 5 Ohm , Betriebserder 2 Ohm

Stromverteilung in den einzelnen Phasen und im Neutralleiter



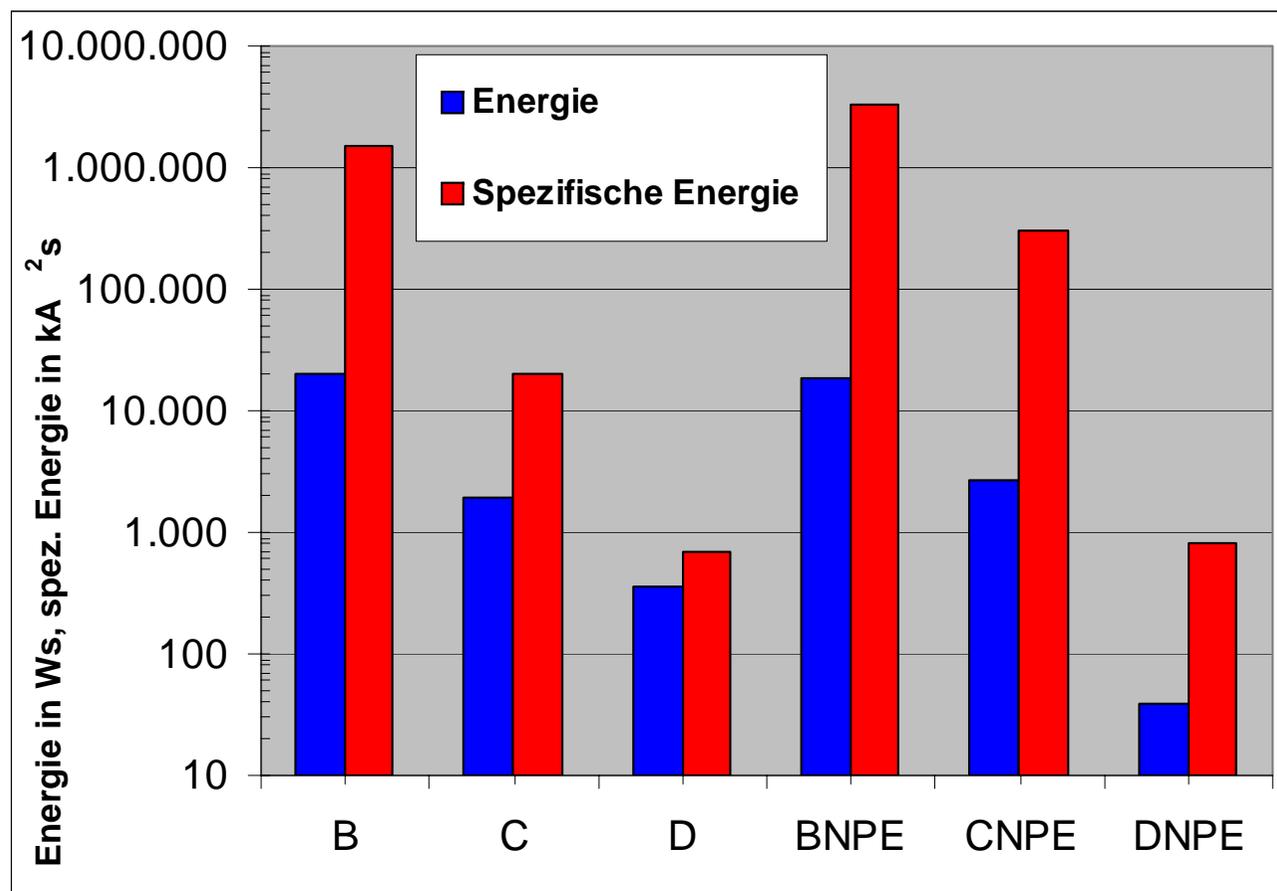
Anlagenerder 5 Ohm , Betriebserder 2 Ohm

Analyse der Stromanteile



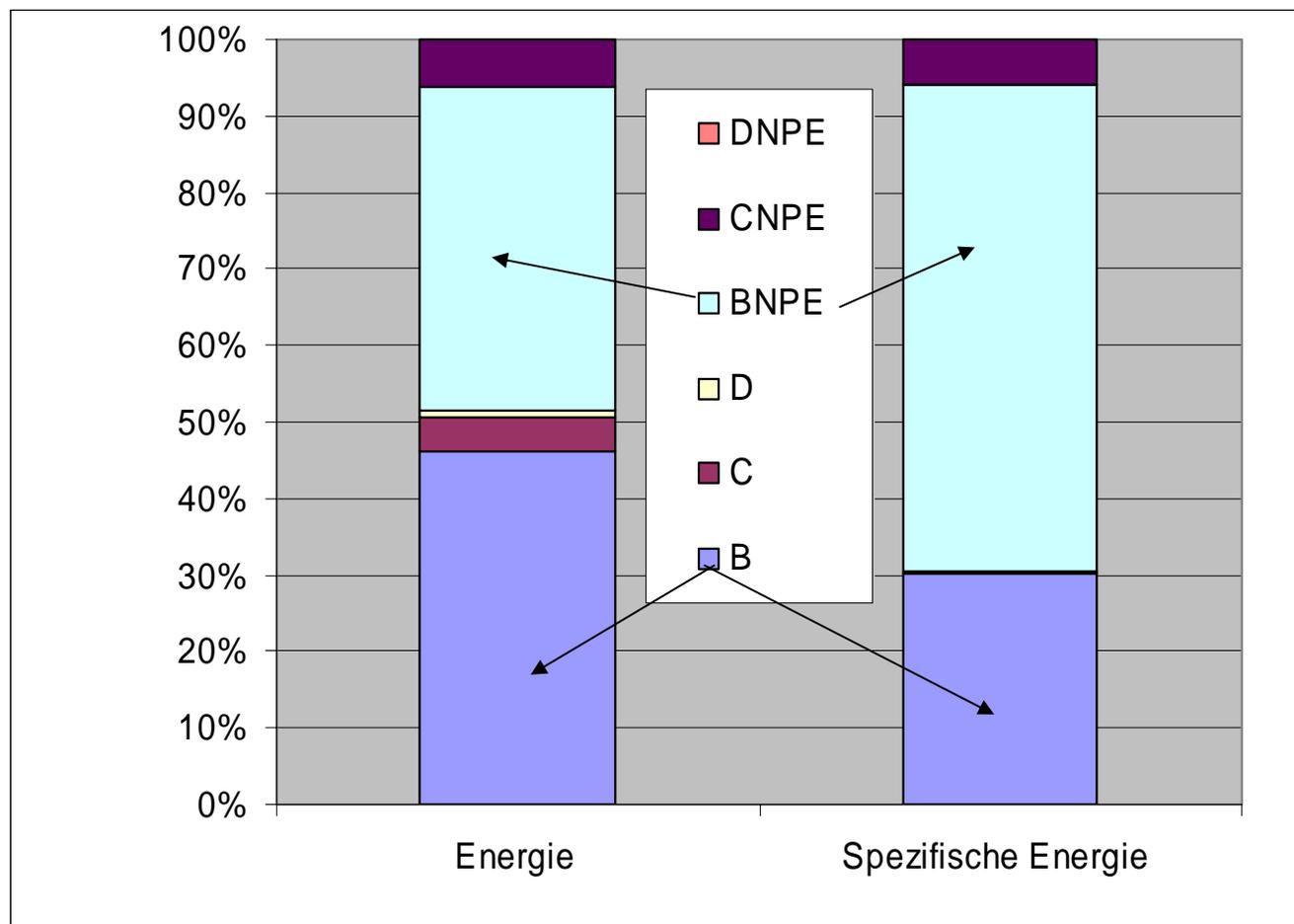
Anlagenerder 5 Ohm , Betriebserder 2 Ohm

Energetische Analyse der Energieaufnahme



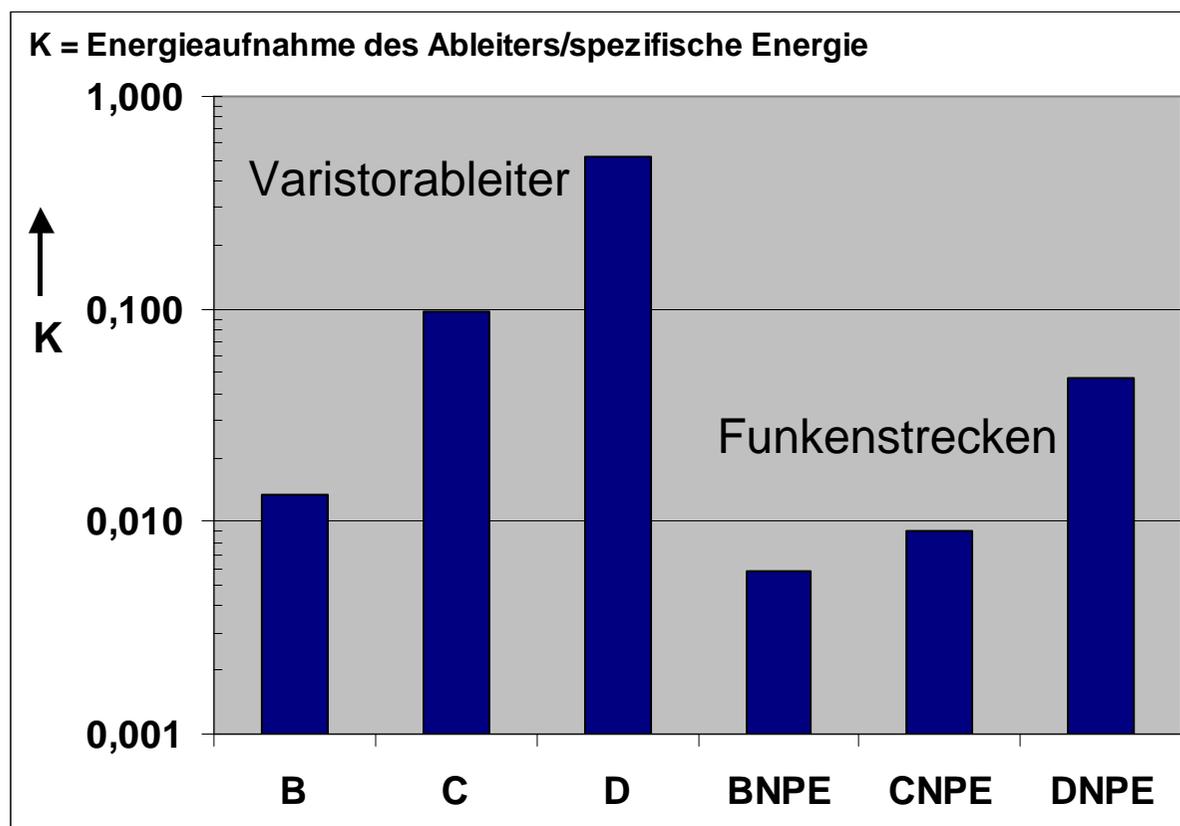
B: 3 Funkenstrecken MC 50–B im B-Bereich, **C:** 3 Varistoren V20-C, **D:** 3 D-Schutz Varistoren
BNPE: Eine NPE-Funkenstrecke MC 125 –B/NPE im B-Bereich, **CNPE:** Eine NPE-Funkenstrecke im C-Bereich
DNPE: Eine NPE-Funkenstrecke im D-Bereich

Relative Darstellung der Energieaufnahme



**B: 3 Funkenstrecken MC 50–B im B-Bereich, C: 3 Varistoren V20-C, D: 3 D-Schutz Varistoren
 BNPE: Eine NPE-Funkenstrecke MC 125 –B/NPE im B-Bereich, CNPE: Eine NPE-Funkenstrecke
 im C-Bereich DNPE: Eine NPE-Funkenstrecke im D-Bereich**

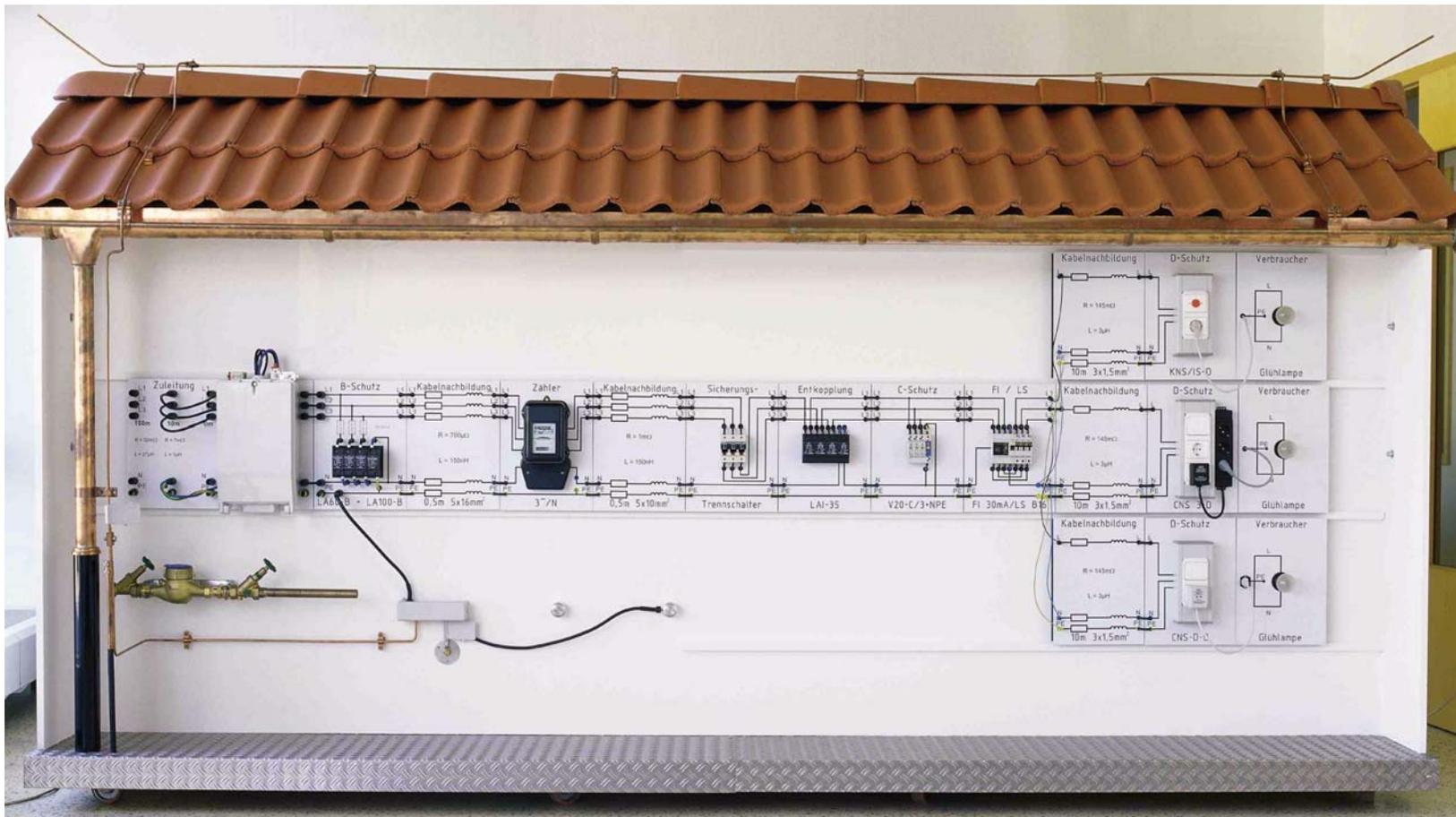
Energieaufnahme bezogen auf die vom Ableiter durchgelassene spezifische Energie



B: 3 Funkenstrecken MC 50-B im B-Bereich, **C:** 3 Varistoren V20-C, **D:** 3 D-Schutz Varistoren
BNPE: Eine NPE-Funkenstrecke MC 125 -B/NPE im B-Bereich, **CNPE:** Eine NPE-Funkenstrecke im C-Bereich
DNPE: Eine NPE-Funkenstrecke im D-Bereich

Blitzhaus als Trainingsmodell

Blitzhaus als Trainingsmodell

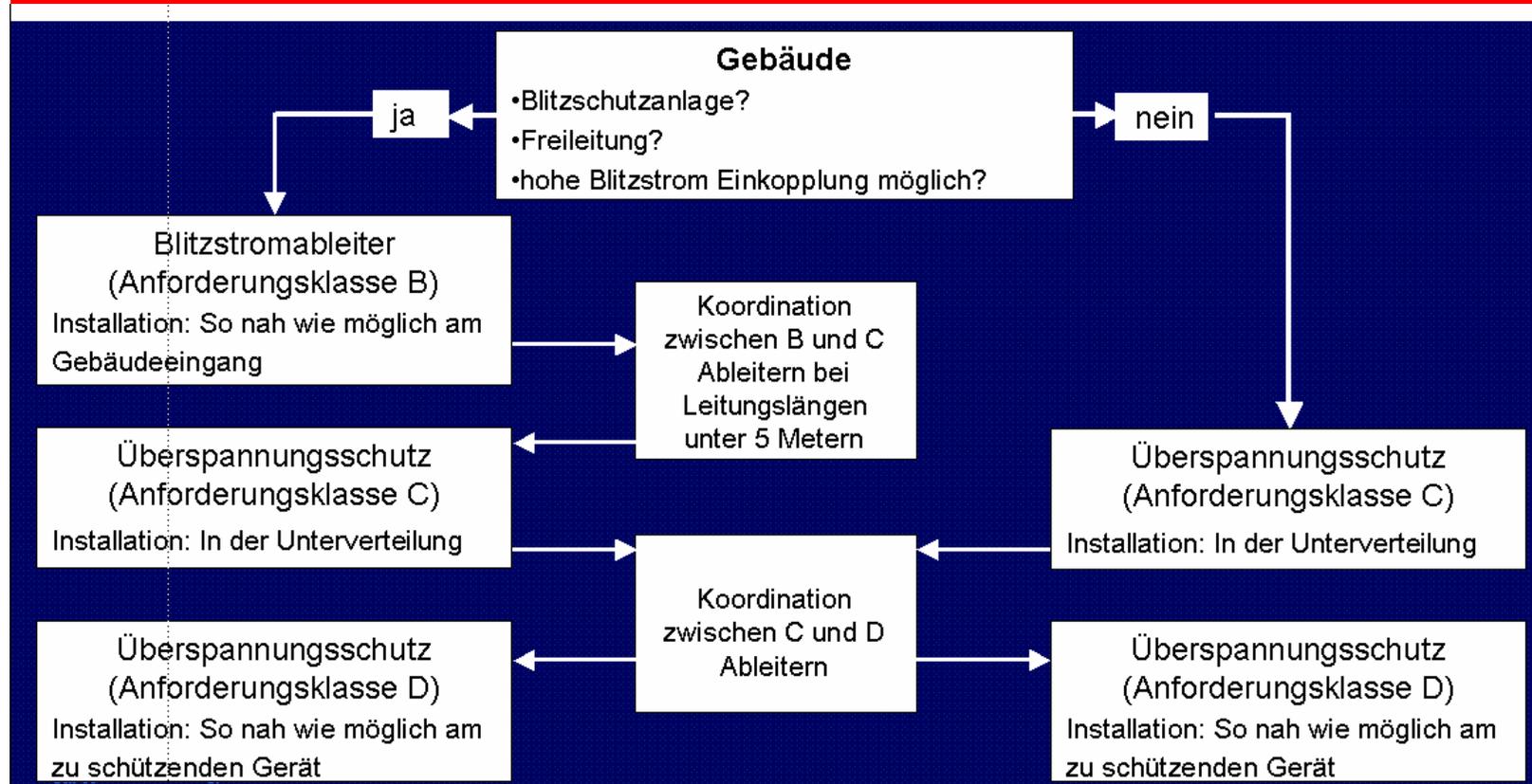


Generator zur Stromeinkopplung

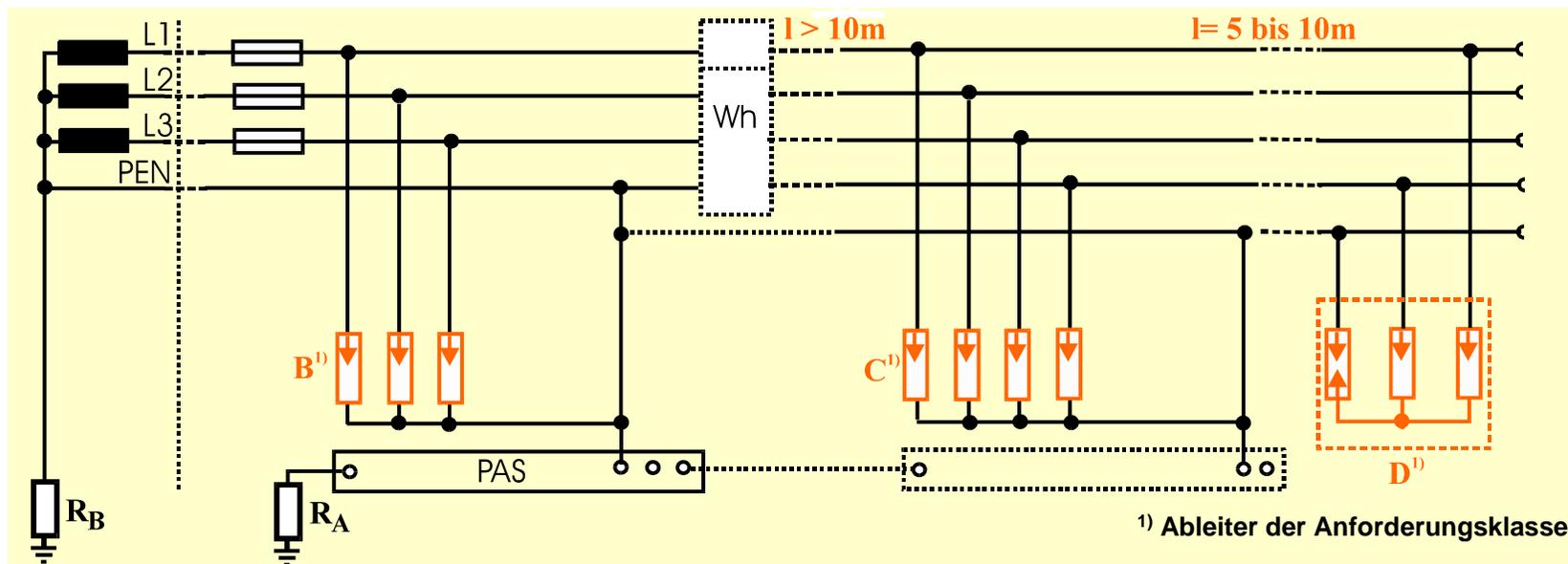


Installations-und Einbauvarianten

Auswahlverfahren von Überspannungsableitern



Installationshinweise- TN-C-S Netz



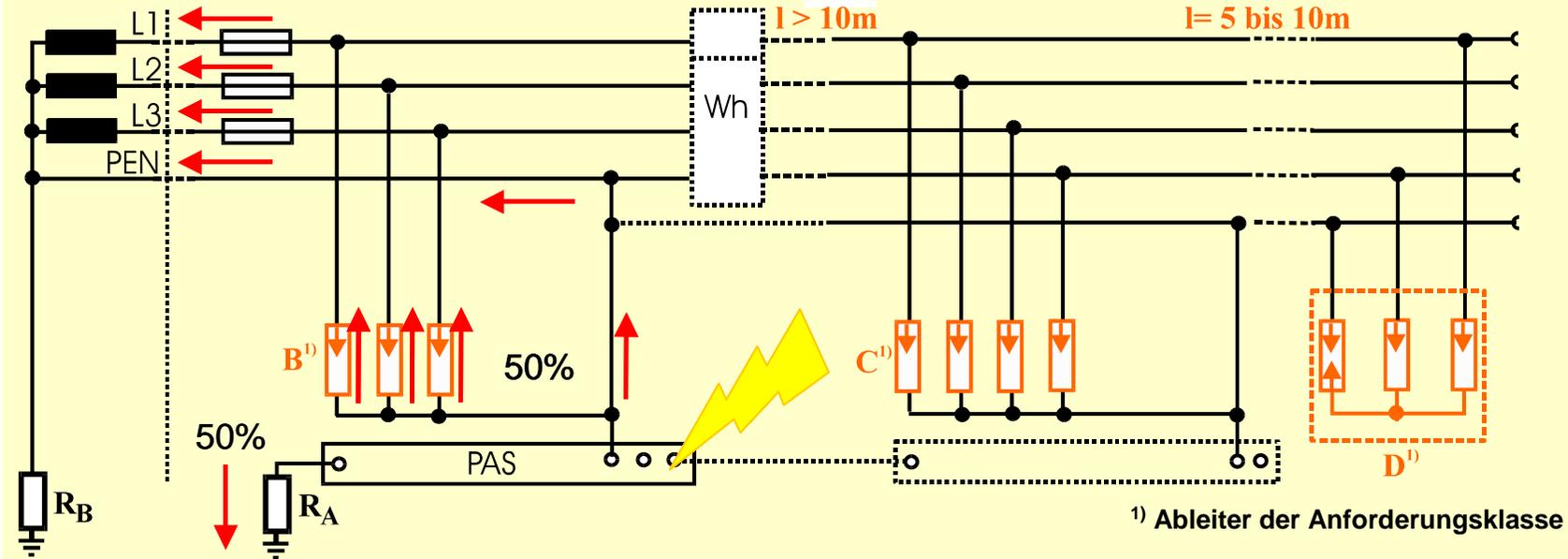
TN-C-S Netz Beispielinstallation

Betriebserdung R_B ist direkt geerdet.

Neutralleiter und Schutzleiter sind während der Einspeisung ins Gebäude in einem Leiter, dem PEN- Leiter, zusammengefasst. Im Gebäude wird der PEN in (N) und (PE) aufgesplittet.

Einsatzgebiet: Vorwiegend in Ballungsgebieten und Neuinstallationen

Installationshinweise- TN-C-S Netz

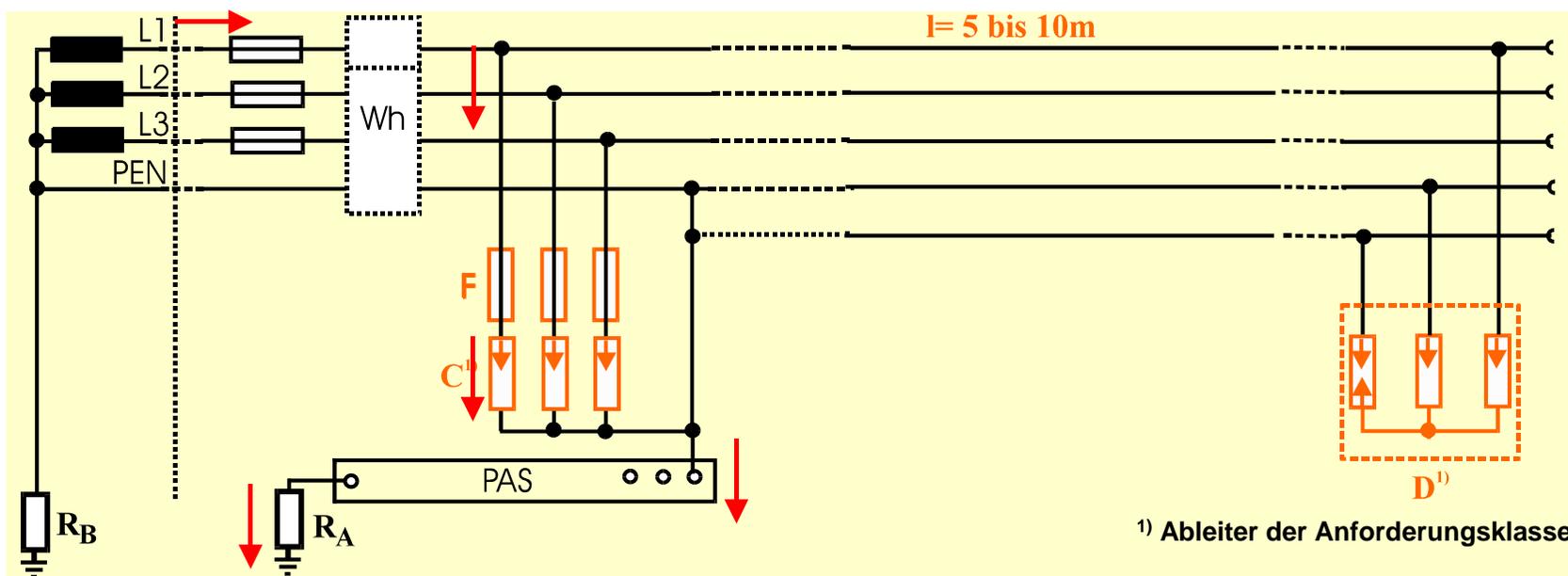


TN-C-S Netz Beispielinstallation mit äußerer Blitzschutzanlage

Beispiel 1: Blitzschutzklasse 1

200 kA
↗ 50% werden in die Erde abgeleitet
↘ 50% gehen Retour in das Haus, und teilen sich auf 4 Leiter auf (je 25kA)

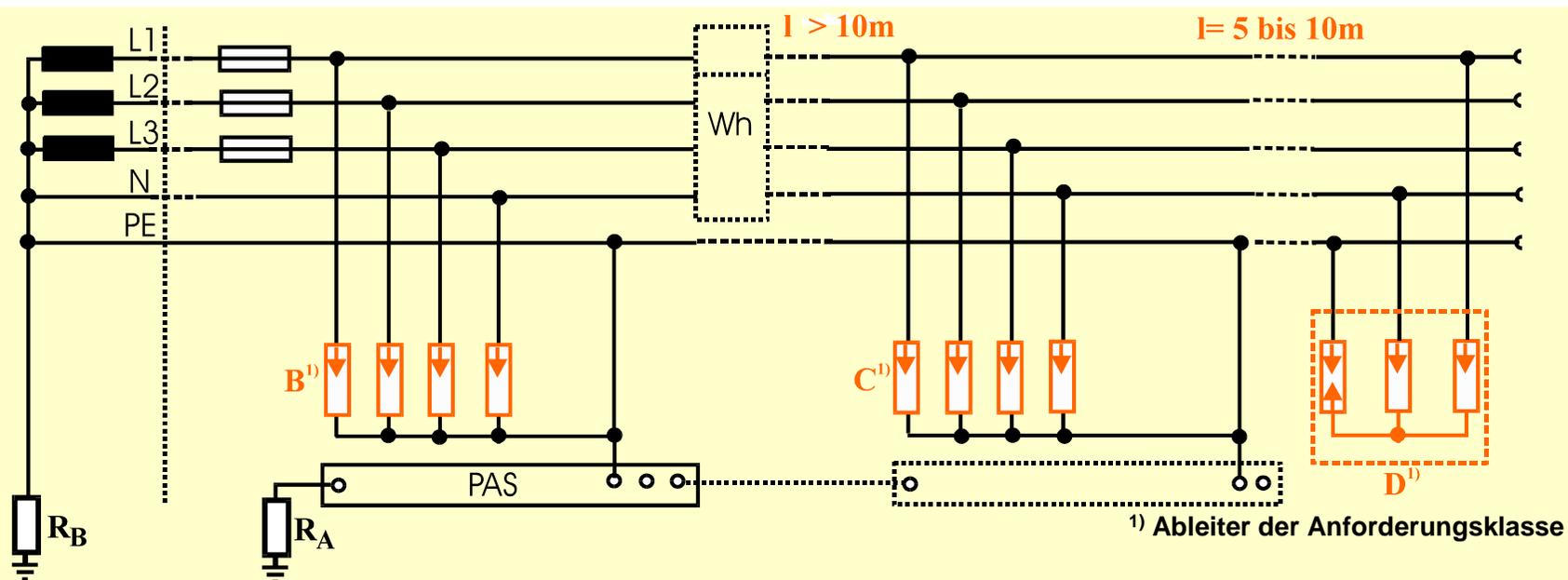
Installationshinweise- TN-C-S Netz



TN-C-S Netz Beispielinstallation ohne äußere Blitzschutzanlage

Beispiel: Überspannung aus dem Netz auf Leiter L1

Installationshinweise- TN- S Netz



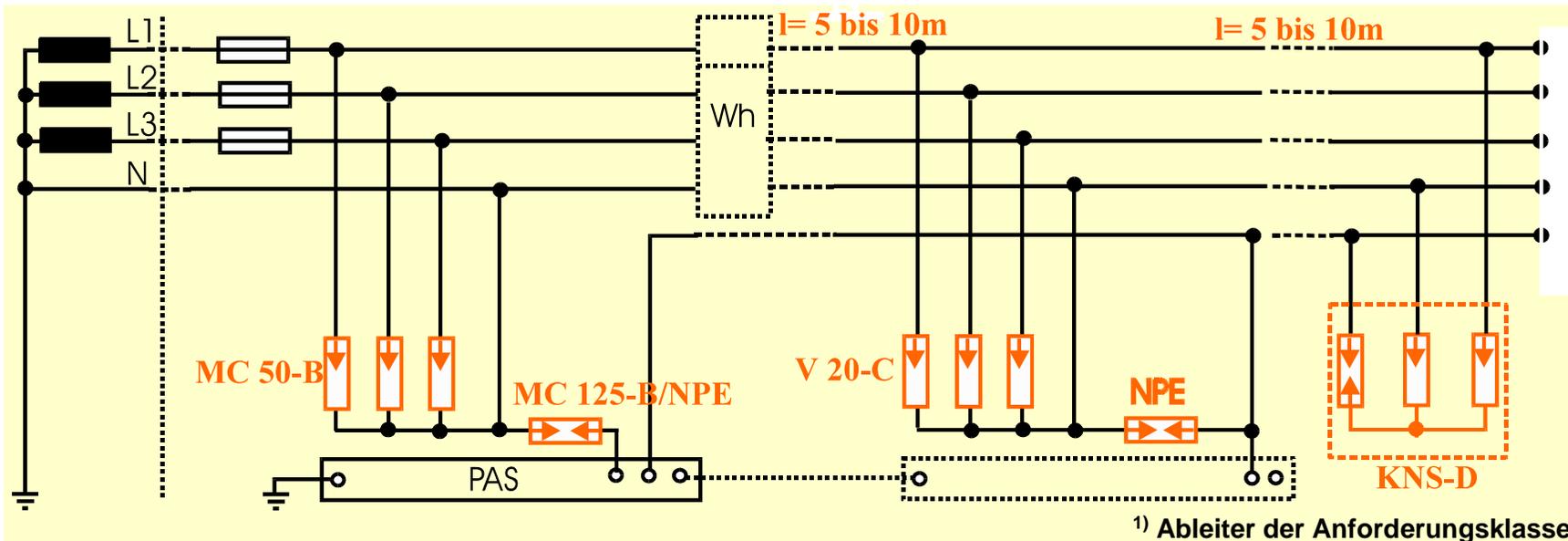
TN-S Netz Beispielinstallation

Betriebserdung R_B ist direkt geerdet

Die Körper der elektrischen Anlage sind über den Schutzleiter, der in einem separaten Leiter mit in das Gebäude geführt wird, geerdet (Ableitung über den 5. Leiter)

Einsatzgebiet: Vorwiegend in Industrieanlagen mit EMV Konzepten

Installationshinweise- TT Netz



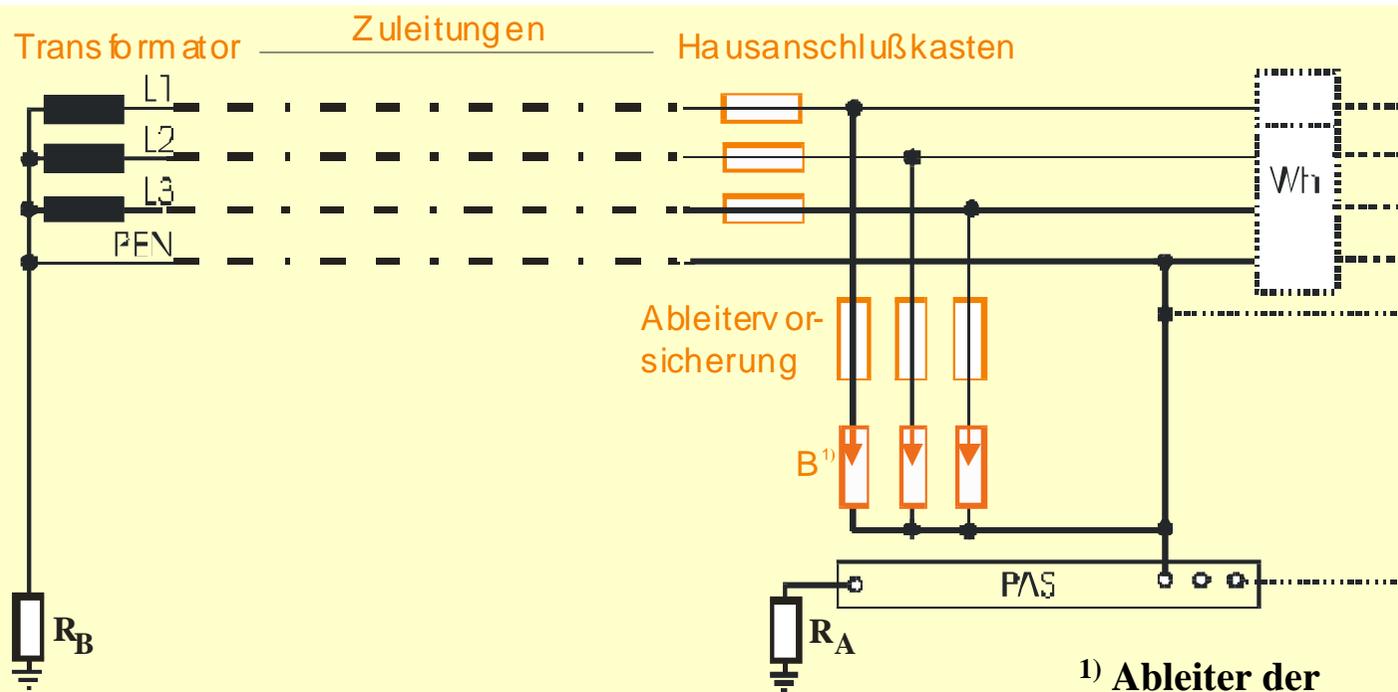
TT Netz Beispielinstallation

Betriebserdung R_B ist direkt geerdet

Die Körper der elektrischen Anlage, sind nicht direkt mit einem Kabel bzw.. einem Leiter am Betriebserder angeschlossen, dadurch kommt es auch zu höheren Erdwiderständen. Die Verbindung zwischen Anlagenerder und Betriebserder wird über das Erdreich hergestellt

Einsatzgebiet: Überwiegend in ländlichen Gebieten

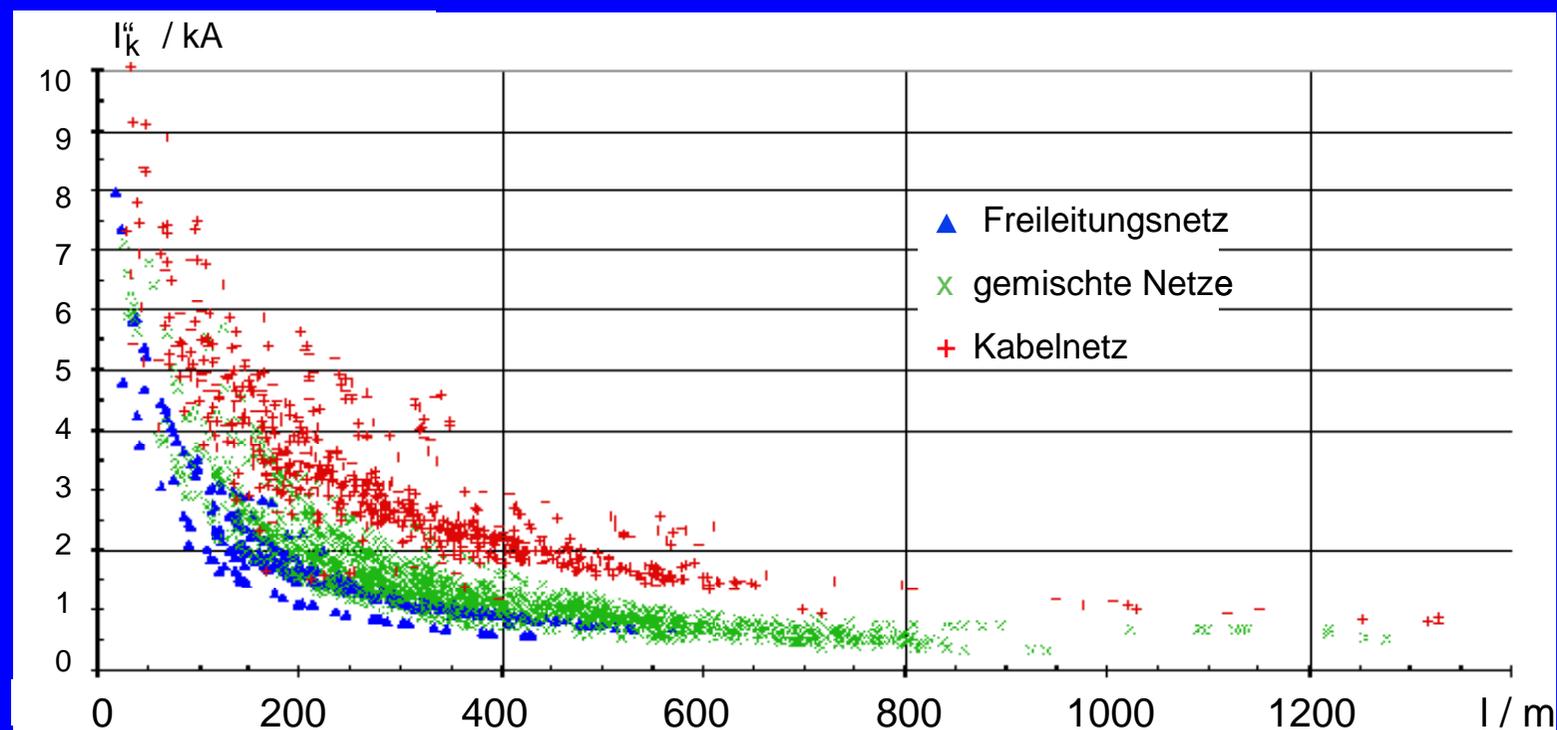
Installationshinweise- Netzfolgestrom



1) Ableiter der

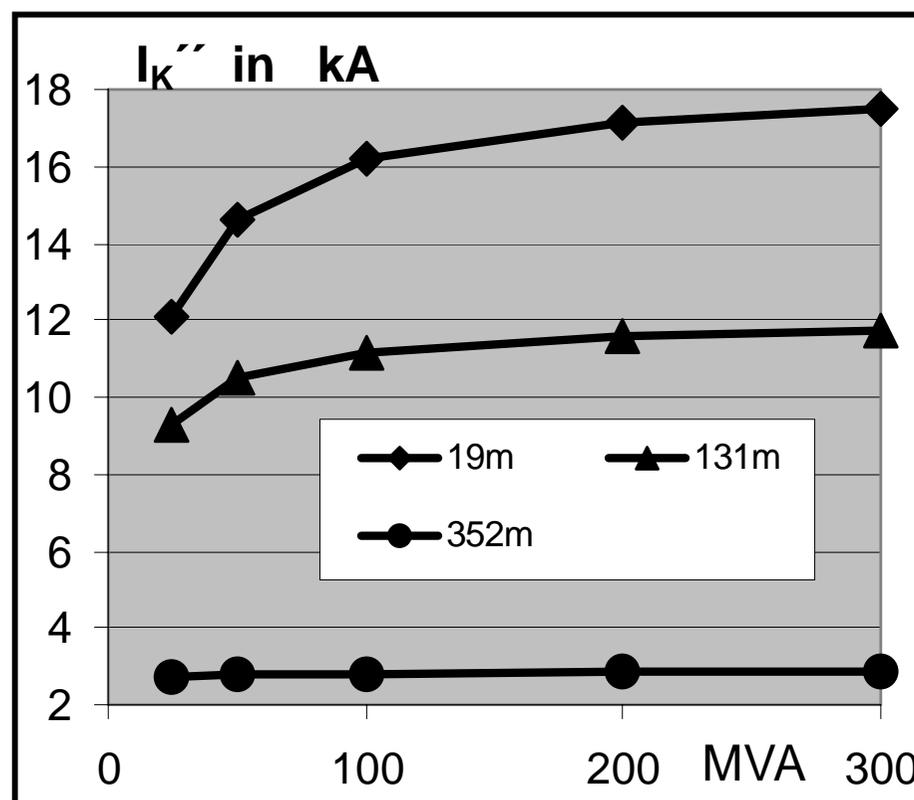
Netzfolgestrom: Der dem Ableiterstrom unter dem Einfluß der Betriebsspannung folgende Strom.

Welche Kurzschlussströme treten auf ?



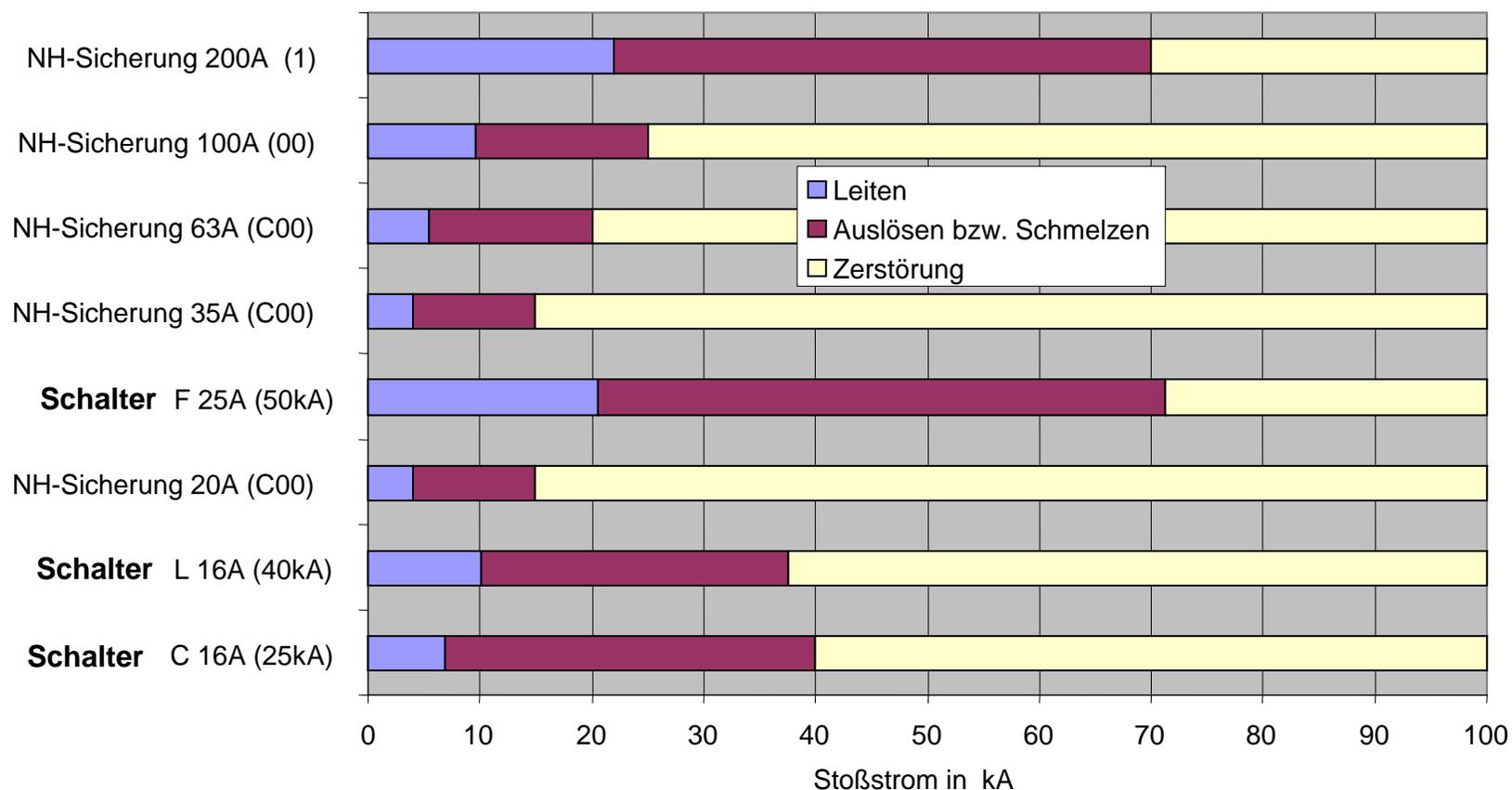
Dreipoliger Anfangskurzschlußstrom I_k'' abhängig von der Entfernung (Leitungslängen) der Hausanschlüsse von der Ortsnetzstation (29 Ortsnetze mit 2323 Datenpunkten) Angaben aus der Literatur

Welche Kurzschlussströme treten auf ?



Berechnungen für das Netz der Stadtwerke Soest
für 3 poligen Erd-Kurzschluß

Auslösen von Sicherungen und Schaltern bei Stoßstrombelastung

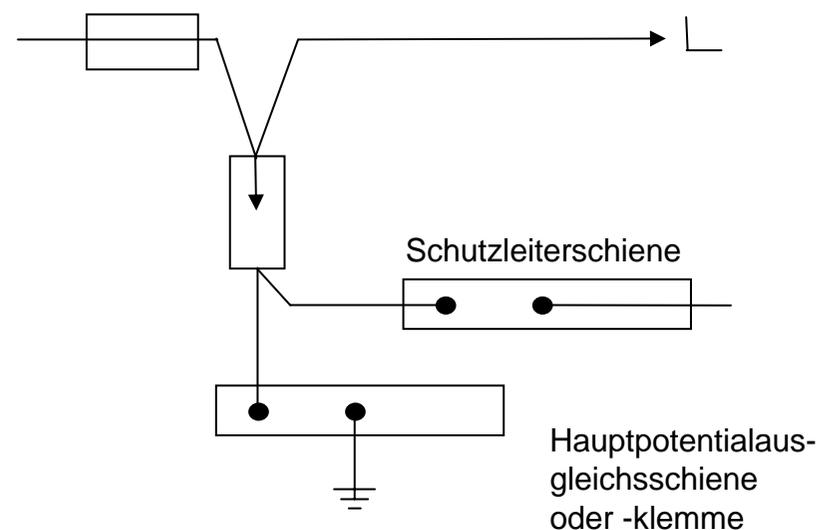
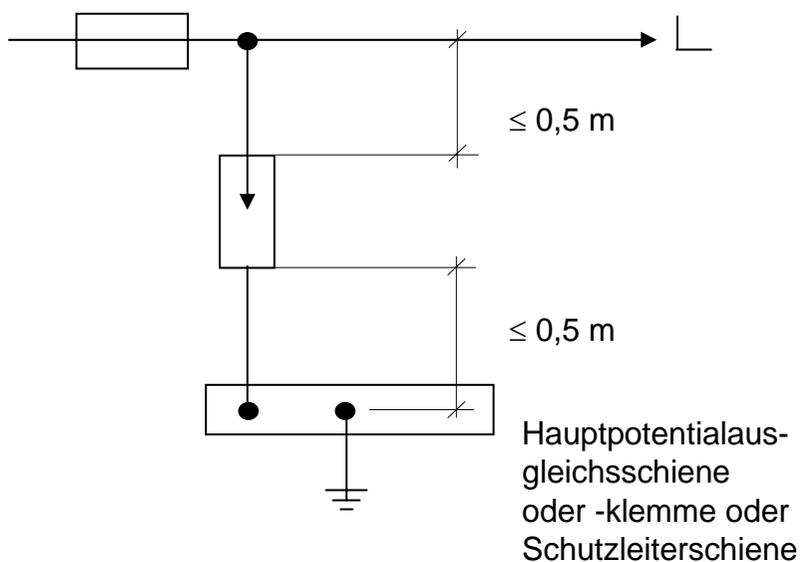


Angaben gelten für eine Phase des Schalterkontaktes und eine Phase der Sicherung
 Sicherungsdaten: Quelle . Prof Noack, Schalterdaten: Uni Paderborn

EMV-Aspekt

Kann die empfohlene Leitungslänge ($\leq 0,5\text{m}$) nicht eingehalten werden, so sollte der Anschluß der Überspannungs-Schutzeinrichtungen nicht mit einer Stichleitung, sondern V-förmig erfolgen.

Darauf ist zu achten, daß Hin- und Rückleitung mit möglichst großem Abstand verlegt werden



Training am Netzmodell

Wir laden sie ein zum weiteren
Gespräch und Training an unserem
Netzmodell

Zusammenfassung

- Übersicht der Beanspruchungen im Netz
- Blitzstromeinkopplung in das Netz
- Schutzgeräte
- Fallstudie BC-Schutz
- Computersimulation eines TT-Netzes
- Blitzhaus als Trainingsmodell
- Installations- und Einbauvarianten

Werte für R und X von Transformatoren in Abhängigkeit von der Nennleistung des Transformators.

