

Erdung, Bezugspotential

Allgemeines

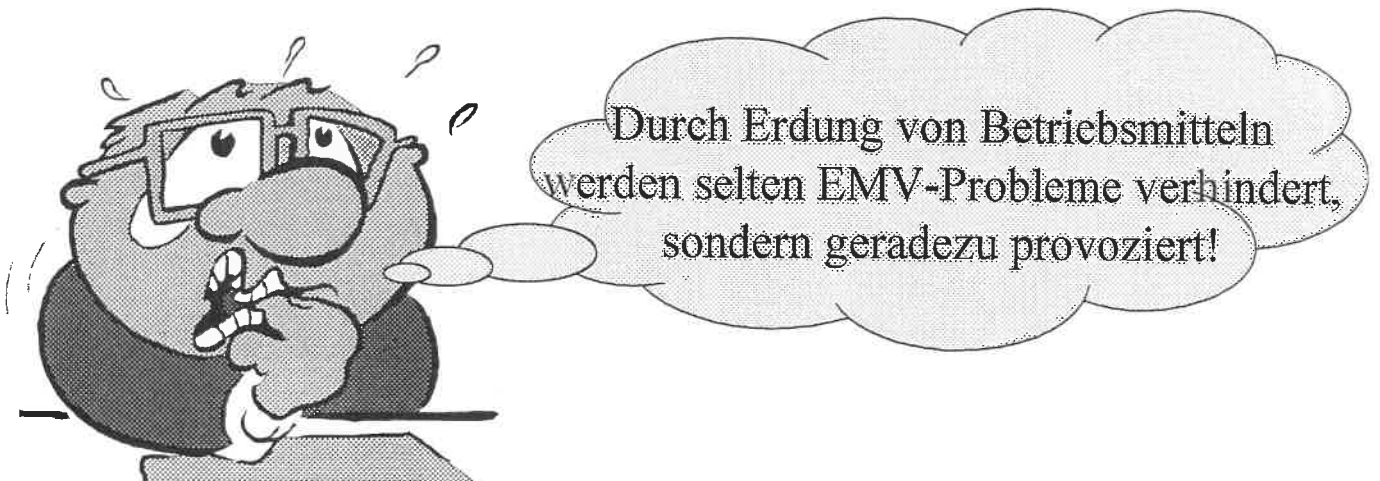
Betriebsmittel werden aus Sicherheitsgründen geerdet (Berührungsschutz) und **nicht** aus **EMV-Gründen!**

Durch Erdung werden

- Potentialunterschiede (auch bedingt durch Blitzströme) abgebaut
- Abschaltbedingungen herbeigeführt
- die Wege der Fehlerströme (Kurzschlußströme) definiert
- Streukapazitäten unwirksam gemacht

Achtung

Ströme fließen immer in geschlossenen Stromkreisen. Daher versickern die Ströme nicht in der Erde, sondern fließen irgendwo wieder zur Quelle zurück!



Erdung, Bezugspotential



Flugzeuge, Satelliten, Handy's, Armbanduhren, etc. funktionieren einwandfrei **ohne Erdverbindung**

Der Begriff **Erdung** sollte immer im Zusammenhang von **Sicherheit** von Personen, Geräte und Anlagen stehen

Ansonsten

sollte man den Begriff "**Bezugspotential**" verwenden

Synonyme in Englisch

für

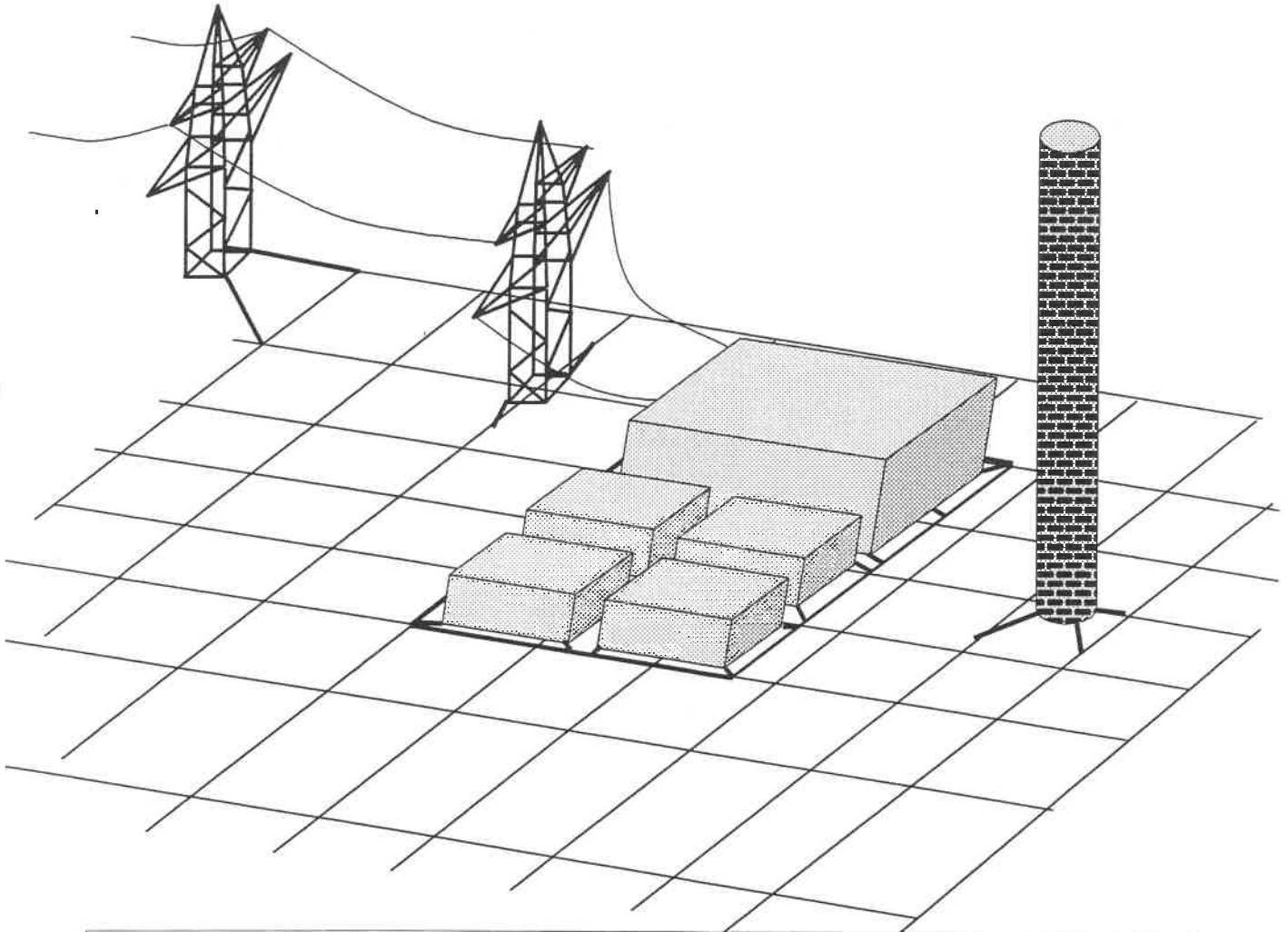
Erdung

Bezugspotential

earthing
protective earth
safety ground

signal ground
electronic reference
grounding

Erdung, Bezugspotential - Äußeres Erdungssystem -

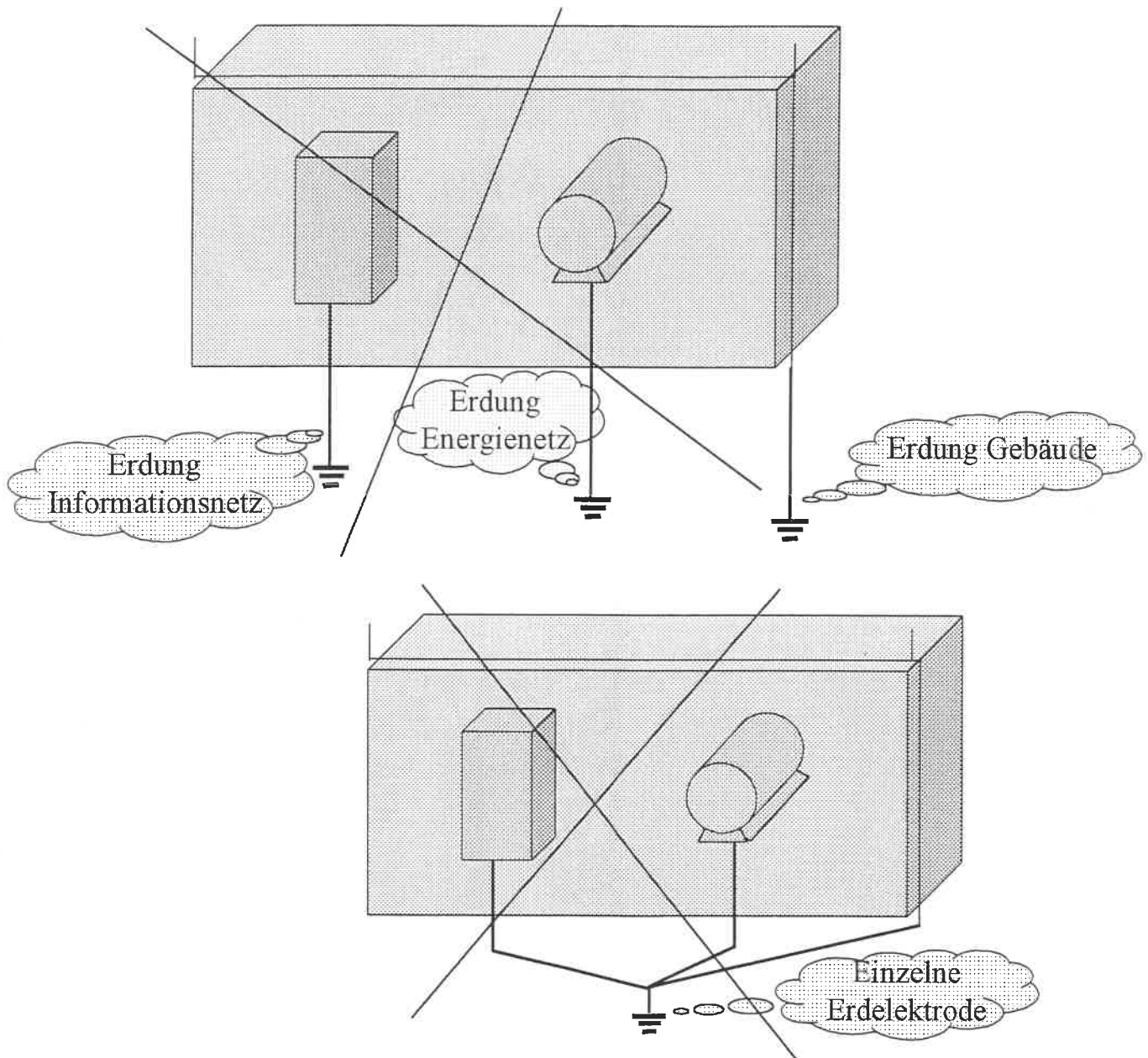


Die Maschenweite (15 -50) m nimmt nach außen hin ab

Der innere Potentialausgleich und der äußere Blitzschutz
werden an das äußere Erdungssystem angeschlossen

Hier ist noch nicht festgelegt, wie die Elektronikkomponenten,
Schaltschränke, Schirme geerdet werden!

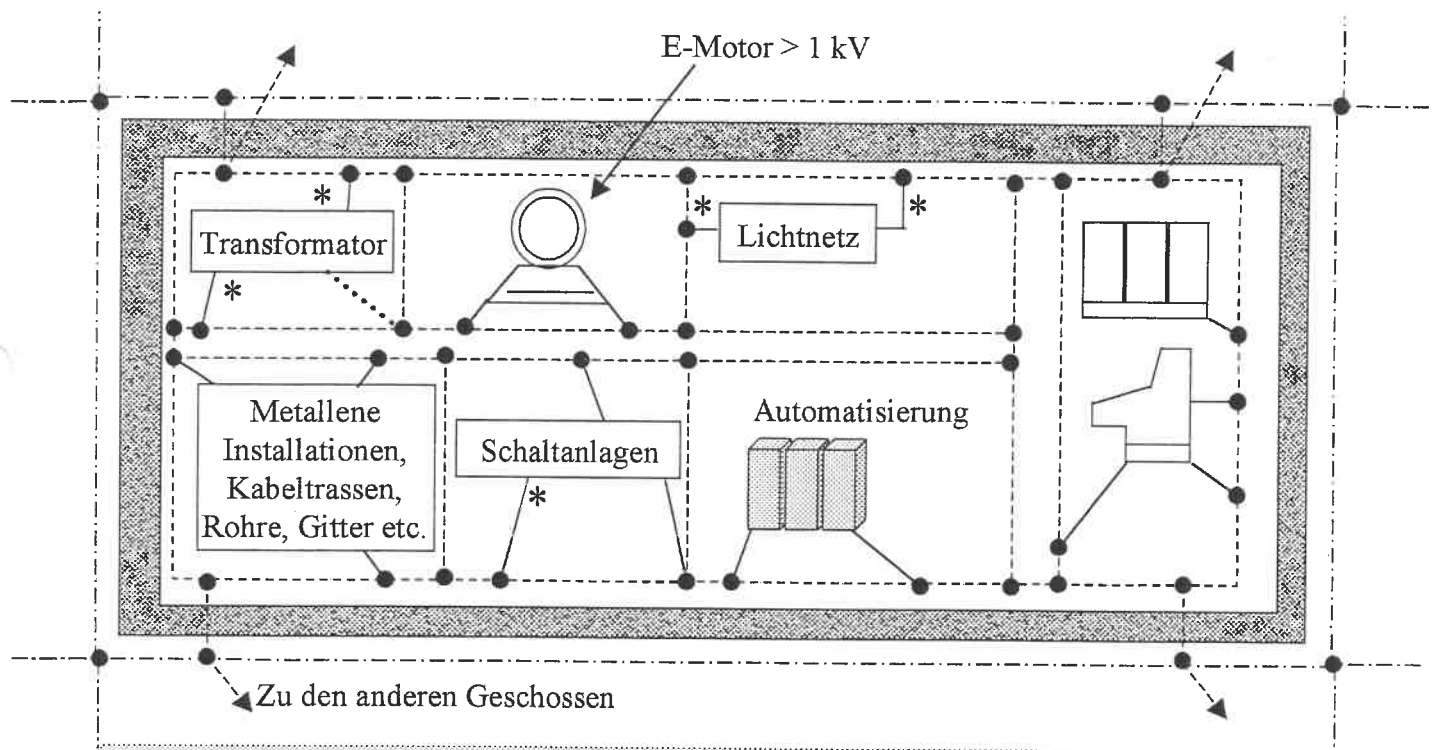
Erdung, Bezugspotential - Erdungssysteme -



Beide Konfigurationen sind wegen den parasitären Kapazitäten,
Gegeninduktivitäten nicht zu empfehlen!

Erdung, Bezugspotential

- Erdung der inaktiven Teile -



----- Außenerdung z. B. Ringleitung, Maschenerdung oder Fundamenterder

----- Erdungssammelleitung (verzinkter Bundstahl $\geq 3,5 \times 30$ mm oder Cu-Seil 70 mm^2)

— Erdungsleitung (verzinkter Bundstahl $\geq 3,5 \times 30$ mm oder Cu-Seil 70 mm^2)

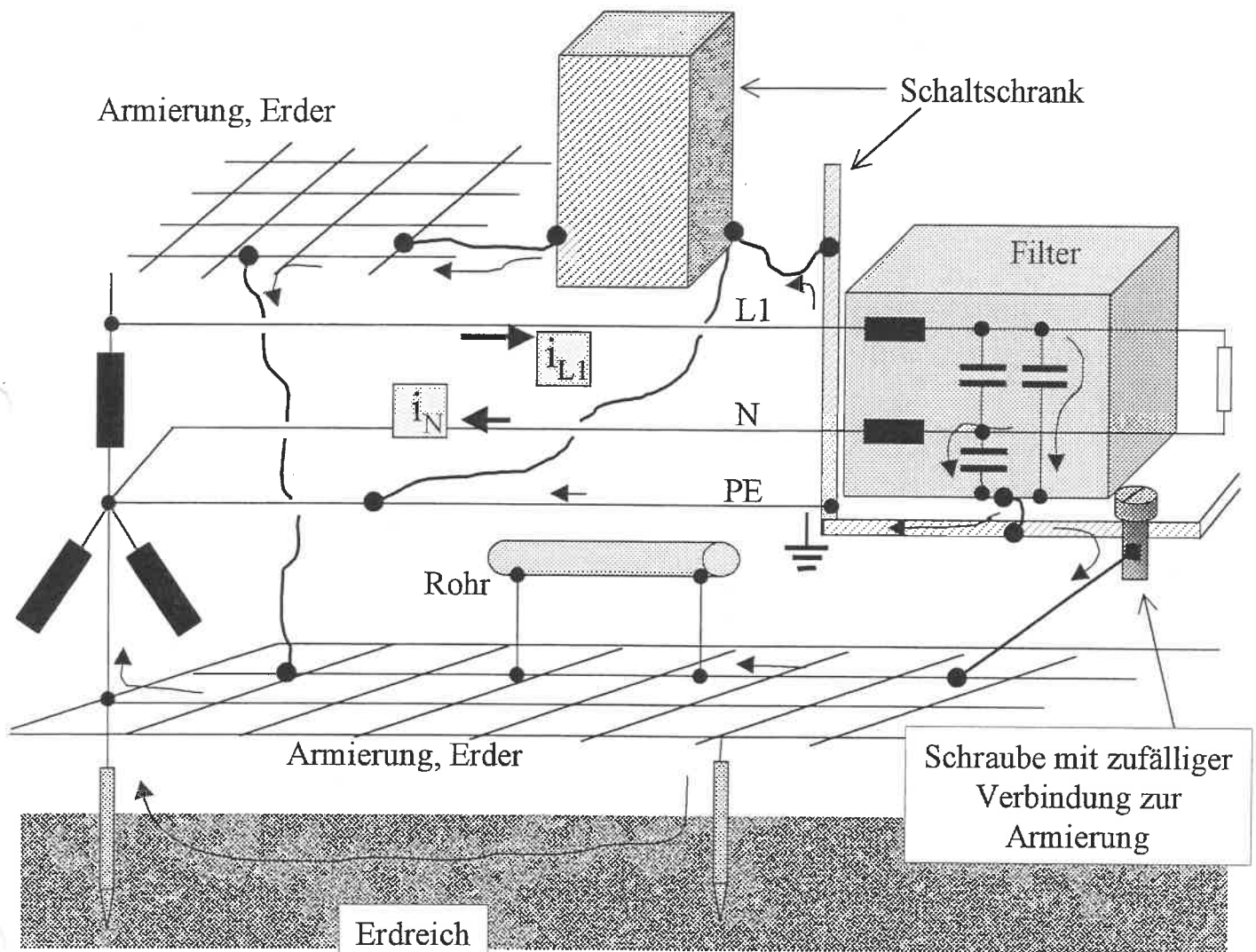
..... Null-Leiter

* Querschnitt wird anlagenbezogen geplant

Maschenweite (10 bis 15) m

Elektro- und Elektronikkomponenten nicht an der gleichen Masche anschließen!

Erdung, Bezugspotential



Hier wird deutlich, daß Filterströme (hier 50 Hz) über zahlreiche Wege zur Quelle zurückfließen und an den einzelnen Impedanzen (auch Erdreich) Spannungsabfälle erzeugen können

Erdung, Bezugspotential

Im Beispiel ist

$$i_{L1} + i_N + i_{PE} \neq 0$$

daraus folgt,

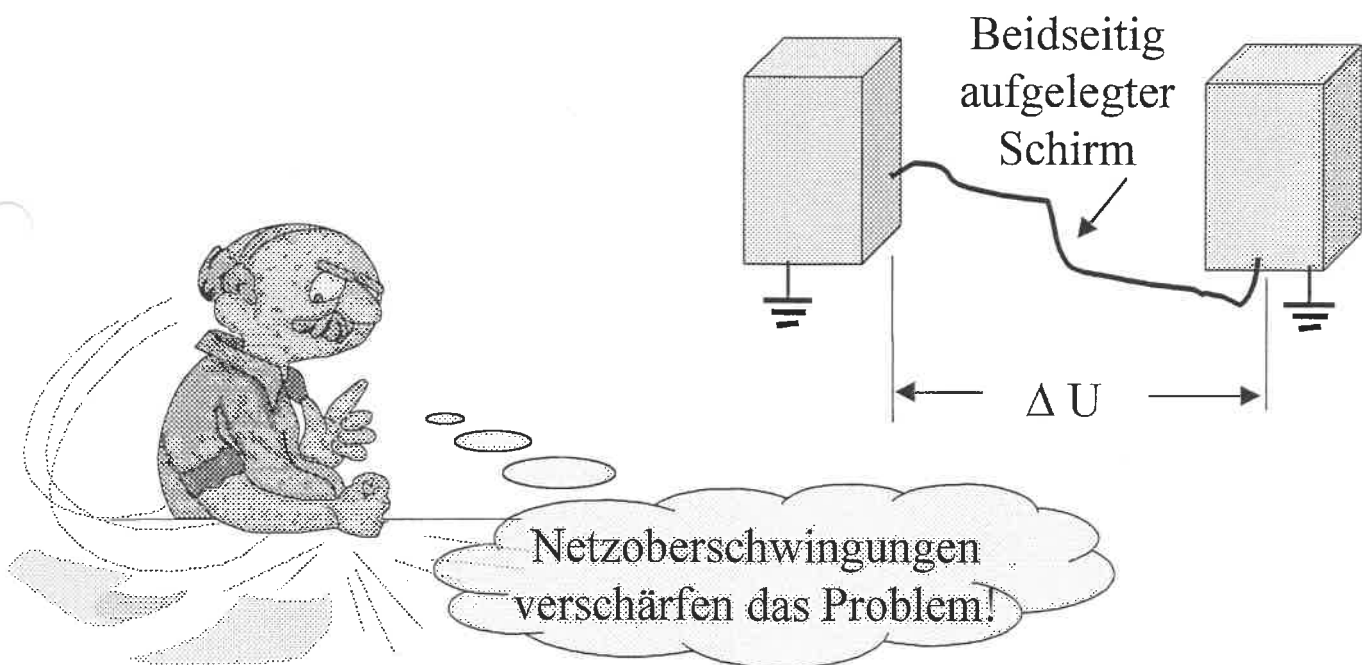
nur teilweise Kompensation magnetischer Felder

die vagabundierenden Ströme erzeugen ebenfalls Felder

Folge

Die Felder induzieren in benachbarte Kabel, Strukturen etc. Spannungen, die ihrerseits Ströme generieren

Schirmströme fließen, die über den Kopplungswiderstand im Inneren des Systems Spannungsabfälle (Störungen) erzeugen.

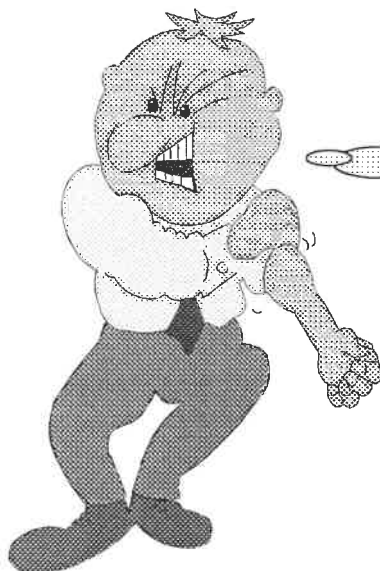


Erdung, Bezugspotential

- nichtlineare Störströme -

Die Oberwellenströme der nichtlinearen Verbraucher (getaktete Netzteile, elektr. Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen, Energiesparlampen, Frequenzumrichter etc.) addieren sich auch bei symmetrischer Belastung nicht mehr zu Null, sondern zu Strömen mit bis zum nahezu doppelten Wert der Außenleiterströme und überwiegend der 3-fachen und 5-fachen Netzfrequenz.

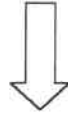
Das Ergebnis sind hohe nicht-lineare (verzernte) Ströme auf dem N-Leiter. Wird ein PEN-Leiter verwendet, fließen diese Ströme zwangsläufig auf alle Metallstrukturen, Schirme, Schränke.



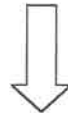
Bei Neuanlagen auf den **PEN-Leiter verzichten**. Nur 5-Leiter-Systeme installieren!

Erdung, Bezugspotential

Bei **reiner niederfrequente Signalverarbeitung** keine Erdschleifen zulassen, so daß die Strompfade definiert sind



Zentraler Erdungspunkt (ZEP)



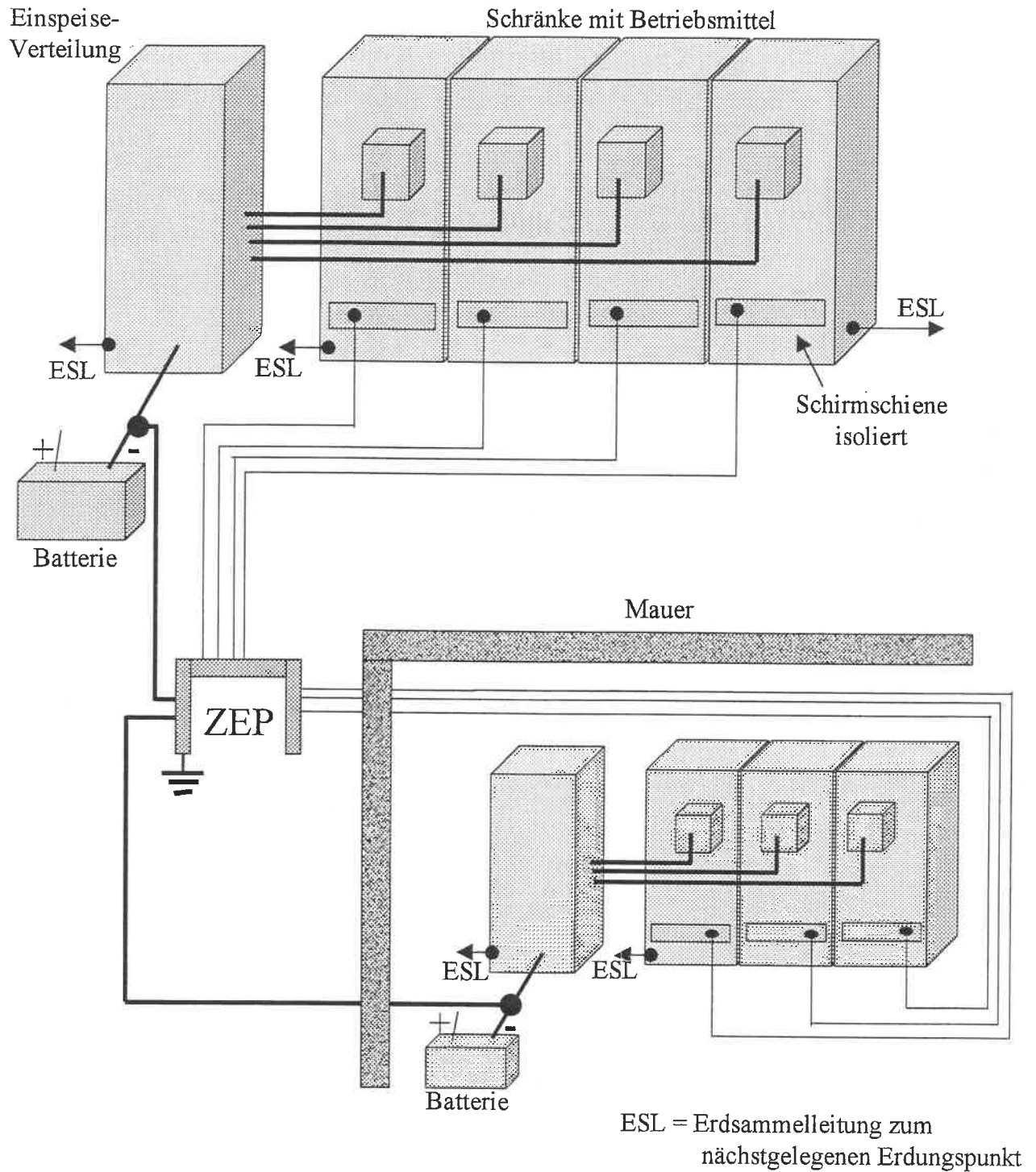
- Alle Schirme werden einseitig aufgelegt
- Schirmschienen sind zunächst vom Schrankgehäuse isoliert, sie sind einzeln mit dem ZEP verbunden
- Batterien (L minus bzw. Mittelpunktsleiter werden ebenfalls nur an einem Punkt (ZEP) geerdet

Es entstehen keine

Gleichstromschleifen, die
eventuell zu Korrosion führen
könnten!

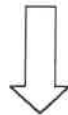
niederfrequente Brummschleifen, die
die analoge Meßtechnik stören könnten

Erdung, Bezugspotential - ZEP -

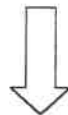


Erdung, Bezugspotential

Viele Erdschleifen zulassen



Flächige Erdung



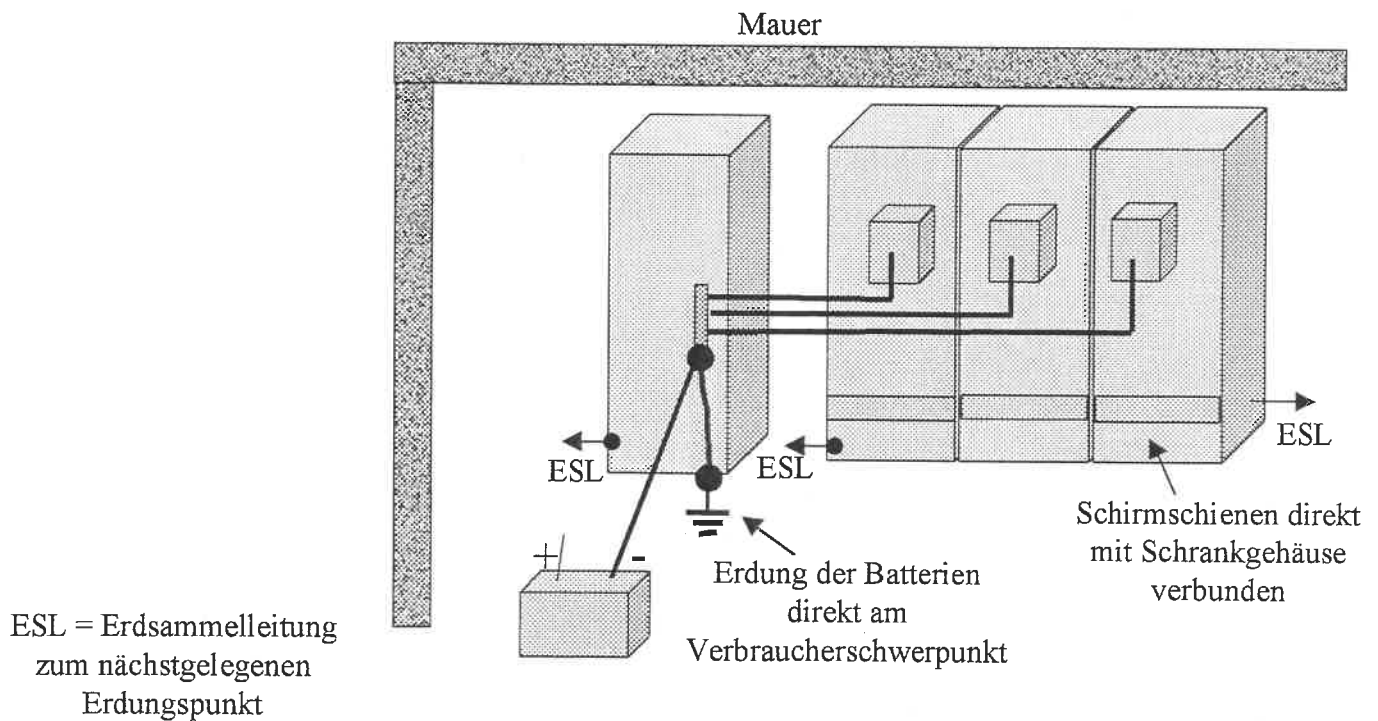
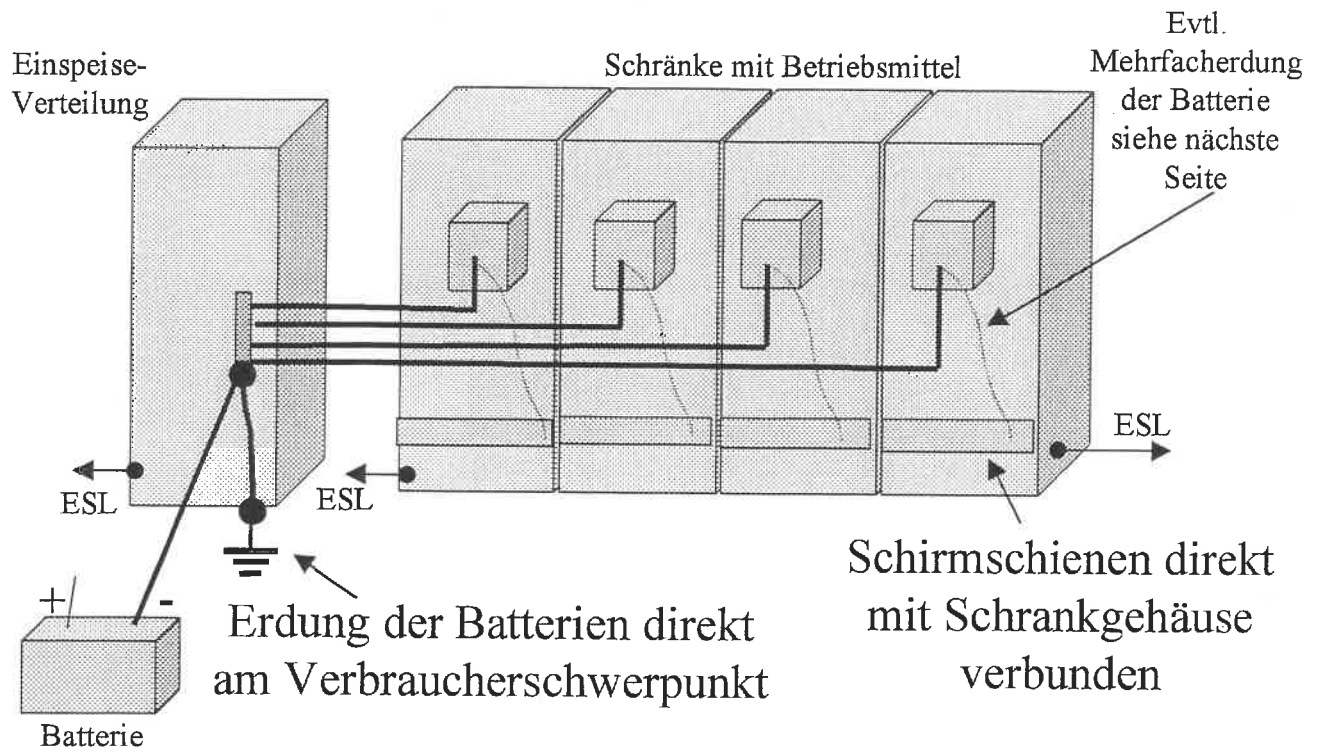
- Schirme werden einseitig oder beidseitig je nach Applikation aufgelegt
- Schirmschienen sind direkt Schrankgehäuse verbunden
- Batterien L minus bzw. Mittelpunktsleiter werden am Verbraucherschwerpunkt geredet
- ZEP entfällt

Vorteile

Schutz gegen transiente
Impulse inkl. Blitz

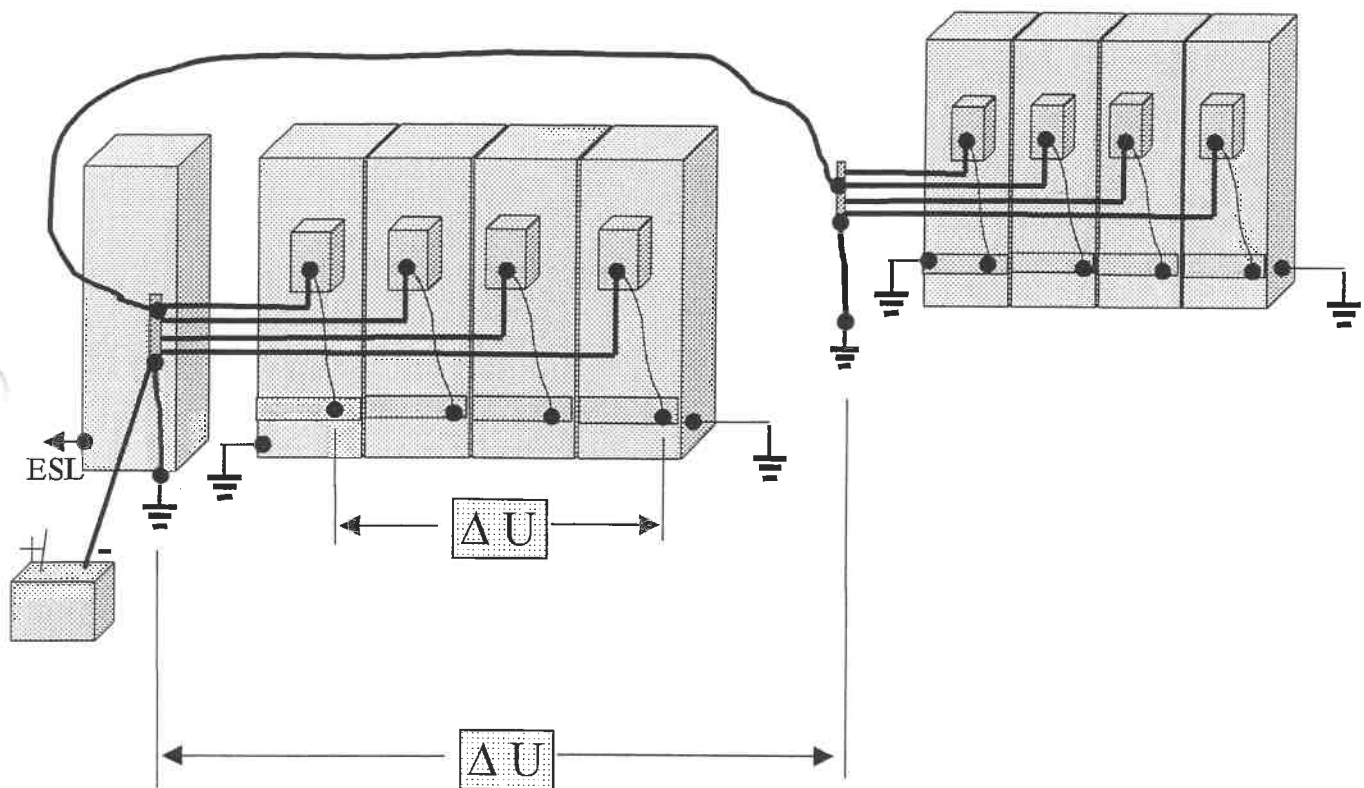
Erdschleifen bilden
Reduktionsschleifen, Streukapazitäten
werden definiert

Erdung, Bezugspotential - vermaschtes Erdungssystem -



ESL = Erdsammelleitung
zum nächstgelegenen
Erdungspunkt

Erdung, Bezugspotential - vermaschtes Erdungssystem -



Obwohl aus Sicht der EMV Mehrfacherdung des L minus bzw. Mittelpunktleiters günstiger ist, müssen die einzelnen Erdungspunkten so gewählt werden, daß zwischen ihnen keine Gleichspannungsdifferenz $\Delta U > 1$ Volt auftritt. Ansonsten Korrosionsgefahr!

Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkte -

Bezugspunkt ist der Punkt auf den die Spannungen bezogen sind. Er wird vom Baugruppen- bzw. Systementwickler festgelegt. Ein Bezugspunkt kann auch eine Leitung sein (z. B. Schutzleiter).

Zur Erinnerung:

Erdung hat zunächst nichts mit EMV sondern nur mit Berührungsschutz zu tun. Allerdings bei Netzgleichtaktstörungen dient der Schutzleiter als Rückleiter und ist auch aus EMV-Gründen notwendig. Er dient als Bezugsleiter!

Zu beachten ist:

Der Bezugspunkt, speziell der Systembezugspunkt, verbindet viele Schaltkreise in und außerhalb der Baugruppen, dabei zirkulieren viele Stör- und Nutzsignale. Deshalb muß er mit bedacht gewählt werden.



Die Impedanzen können sich im höherfrequenten Bereich ständig verändern, im gleichem Maße ändern sich die zirkulierenden Ströme.

Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkte -

Geräte, Systeme sind applikationsbedingt sehr unterschiedlich aufgebaut. Daher gibt es nicht den "Bezugspunkt". Er kann nur dann optimal gewählt werden, wenn das System bekannt ist. Es ist immer zu kontrollieren, wie die Ströme fließen.

Oberster Grundsatz bei der Auswahl des Bezugspunktes:

Biete eventuelle Störsignale möglichst kleine Stromkreise an, in denen sie machen können, was sie wollen!

Gemeinsame Pfade (Impedanzen) niederinduktiv auslegen

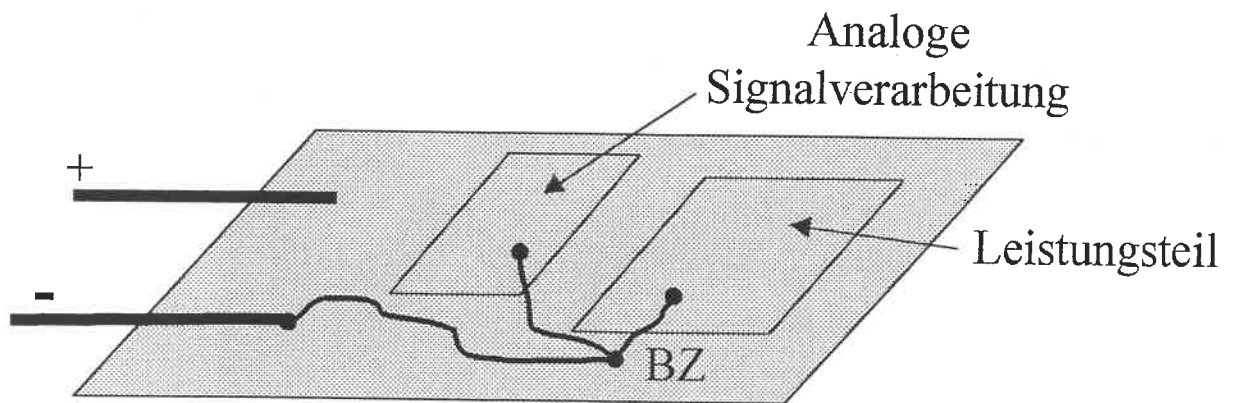
Stromkreise (auch Filterableitströme) größerer Verbraucher (Leistung) müssen von den Stromkreise kleinerer Verbraucher getrennt werden, also keine gemeinsame Impedanzen!

In der Regel ist es vorteilhaft den Systembezugspunkt mit Metallgehäuse zu verbinden.

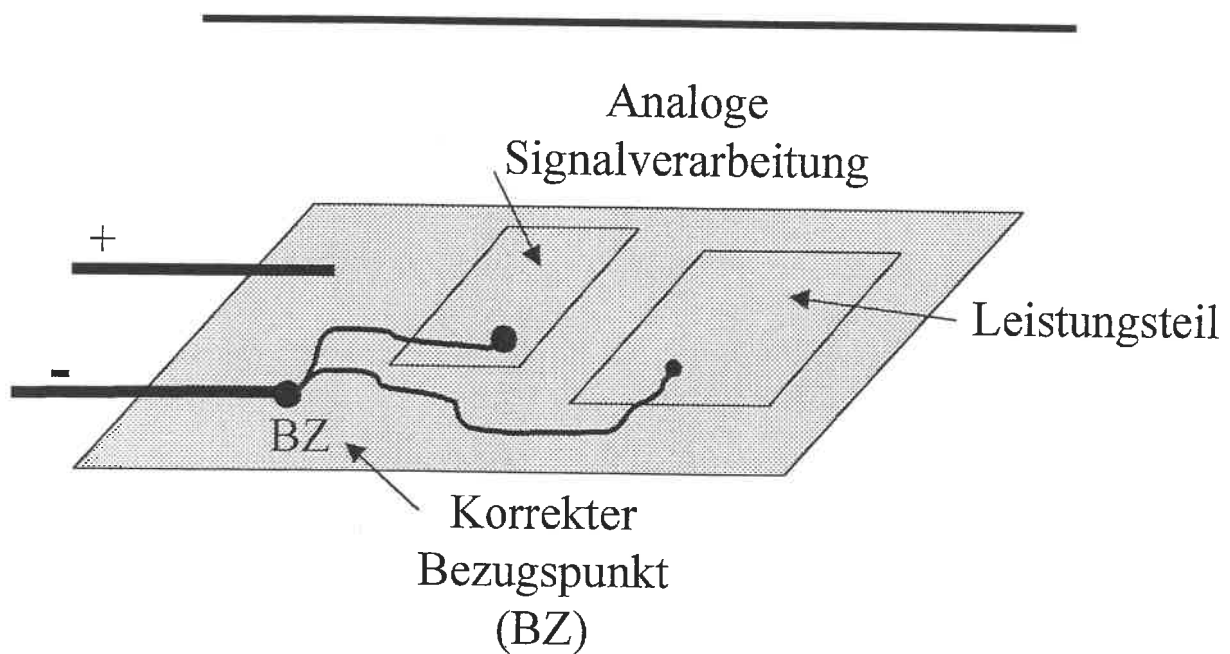


Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkte -

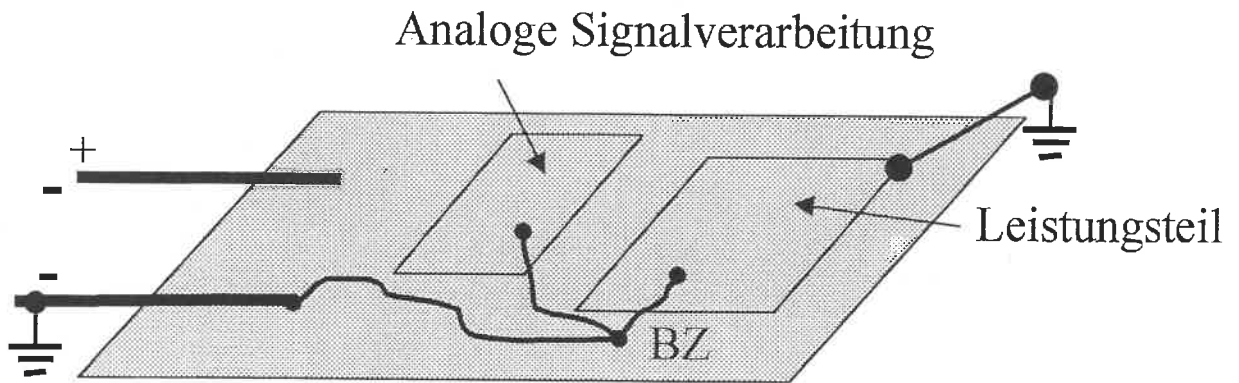


Falscher Bezugspunkt (BZ), da Spannungsabfall (verursacht vom Leistungsteil) über Zuleitungsinduktivität

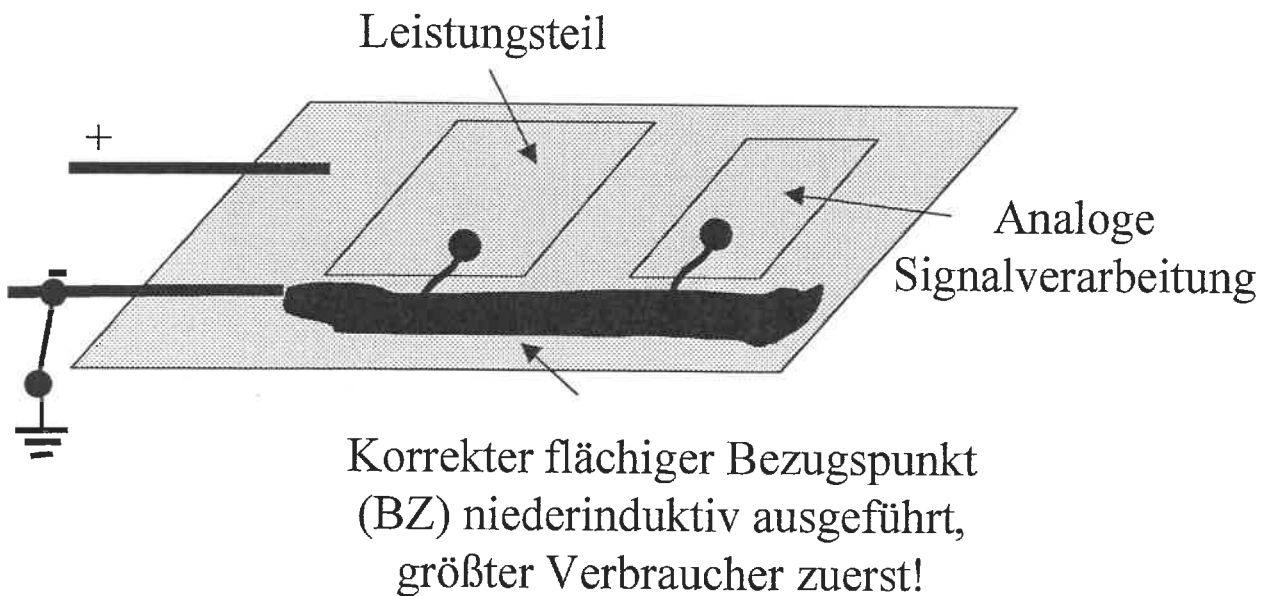


Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkte -



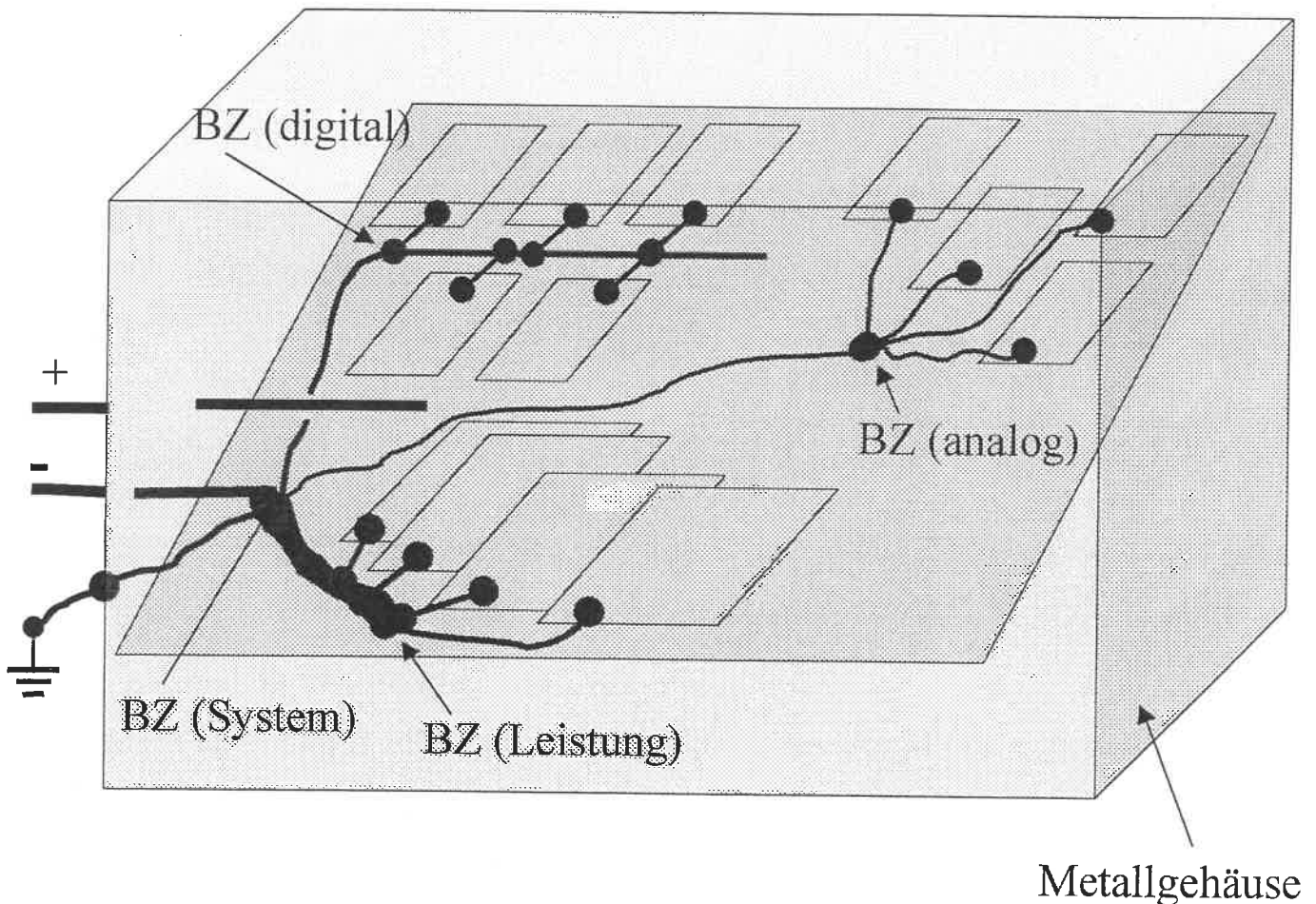
Falscher Bezugspunkt (BZ), da Spannungsabfall (verursacht vom Leistungsteil) über Zuleitungsinduktivität, zusätzlich zwei Erdungspunkte!



Korrekt flächiger Bezugspunkt (BZ) niederinduktiv ausgeführt, größter Verbraucher zuerst!

Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkte -



Hier werden zunächst getrennt für die einzelnen Techniken (analog, digital, Leistung) Bezugspunkte festgelegt, die dann mit einem Systembezugspunkt verbunden werden.

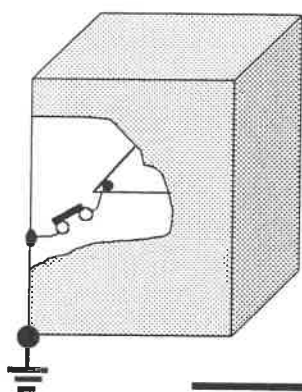
Ein eventuell vorhandenes Metallgehäuse wird mit dem Systembezugspunkt verbunden (Resonanzen, Antenneneffekte werden reduziert).

Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkt -

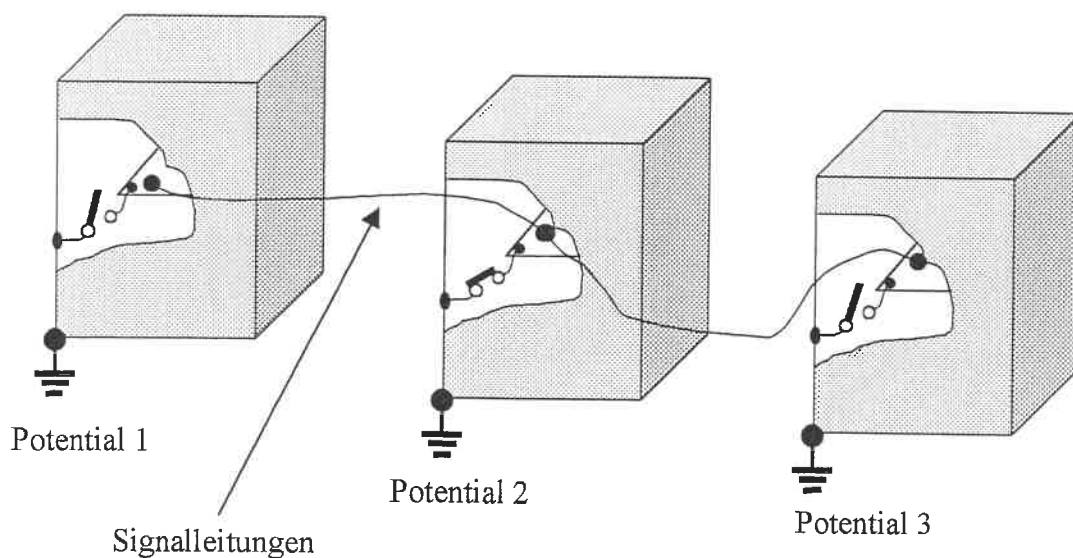
Wie werden Geräte behandelt, bei denen die Verbindung Bezugspunkt - Metallgehäuse unterbrochen werden kann?

Auslieferungszustand in aller Regel:
BZ mit Metallgehäuse verbunden!



Singulärer Betrieb: Verbindung BZ wird mit Metallgehäuse.

Um Brummschleifen zu verhindern, sollte die Verbindung BZ mit Metallgehäuse nur an **einer Stelle** erfolgen. Bei gutem Potentialausgleich dürfen alle Verbindungen geschlossen sein.



Erdung, Bezugspotential

- Bezugspunkt -

Streukapazitäten sind oft die Ursachen für Instabilitäten unter dem Motto: "Bei mir schwingt alles, nur nicht der Oszillator"!

