

Grundlagen der Elektrotechnik



Grundbegriffe

TH-Köln 2020

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Inhalt der heutigen Veranstaltung

- Elektrische Ladung und Strom
- Elektrische Spannung und Potential
- Wie sieht ein Schaltplan aus

Was ist elektrischer Strom?

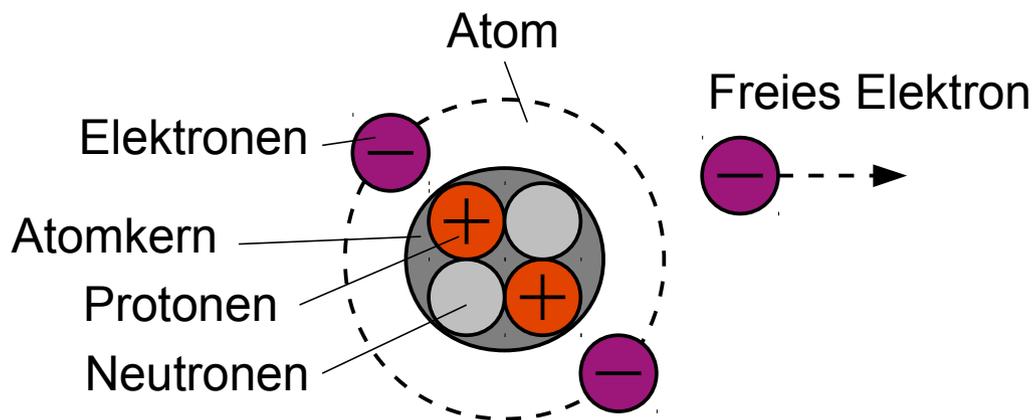
Wir beobachten ihn indirekt durch seine **Wirkung**:

- **Wärme** erzeugen
- **Licht** erzeugen
- **Kraft** ausüben
 - Elektrisch
 - Magnetisch
- **Chemische** Wirkung

Welche Beispiele kennen Sie?

Elektrische Ladung

- Elektrizität beruht auf der Wirkung von **elektrischer Ladung**
- Es gibt **positive** und **negative** elektrische Ladung
- Elektrische Ladung kann transportiert werden durch **Ladungsträger**
- **Elementarteilchen** sind Ladungsträger
- Freie Elektronen sind bewegliche Ladungsträger



Formelsymbol: q, (e)

Physikalische Einheit:

C = Coulomb

oder

As = Amperesekunden

Elementarladung:

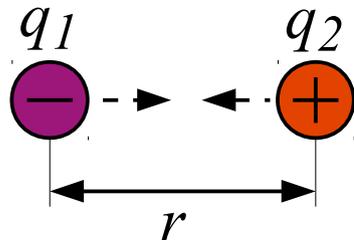
$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Kraftwirkung der elektrischen Ladung

- Es gibt **positive** und **negative** elektrische Ladung
- Gleichnamige Ladungen stoßen sich ab



- Gegensätzliche Ladungen ziehen sich an:



Kraft F zwischen zwei Ladungen:

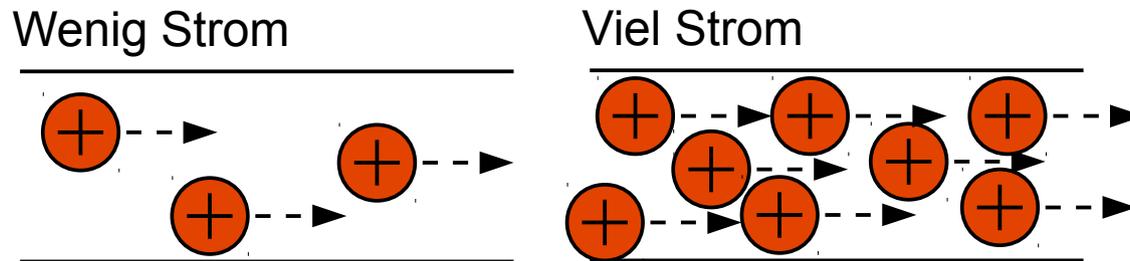
$$F = \frac{1}{4\pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Naturkonstante

$$\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ As/Vm}$$

Elektrischer Strom

- Bewegte Ladungsträger ergeben einen **elektrischen Strom**
- Elektrischer Strom ist definiert durch die **Anzahl an Ladungsträger pro Zeit**



Vergleiche mit Wassermenge in Wasserleitung!

$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

oder für einen konstanten Strom:

$$I = \frac{q}{t}$$

Formelsymbol:

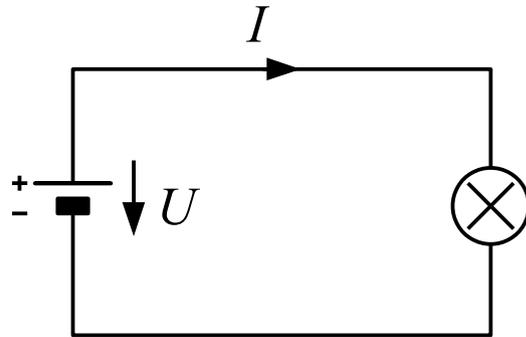
I für zeitunabhängigen Strom,

i für zeitabhängigen Strom

Physikalische Einheit:

A = Ampere

Ein einfacher Strom-Kreis



Batterie-Zelle



Glühlampe



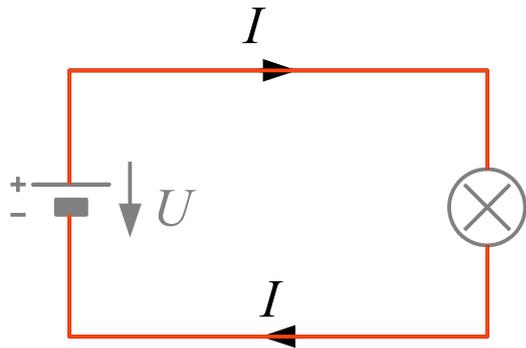
U_I Spannungspfeil



I Strompfeil

Elektrischer Strom

- Strom fließt immer im Kreis!



- Beispiele:
 - Fahrrad
 - Digitalschaltung
 - FI-Schalter

Stromrichtung

Physikalische Stromrichtung

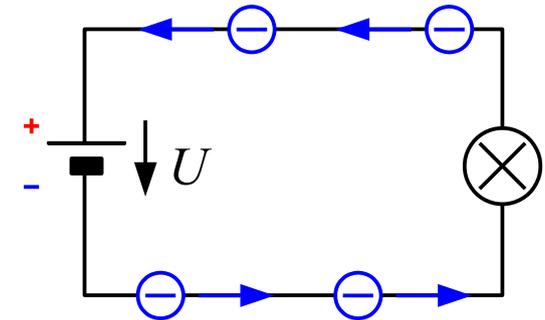
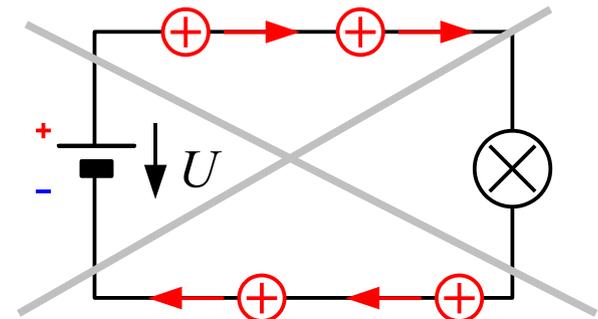
Definition:

Positive Ladungsträger bewegen sich vom positiven zum negativen Potential

Aber:

Ladungsträger in Leitern sind Elektronen und *negativ* geladen

→ **Physikalische Stromrichtung** der Elektronen: vom negativen zum positiven Potential

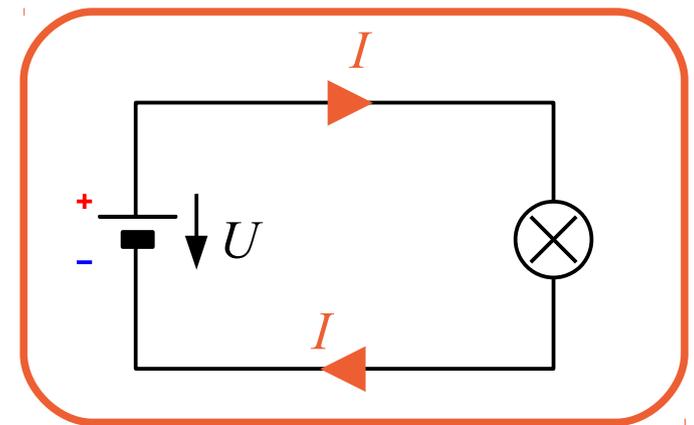


Technische Stromrichtung

Definiert:

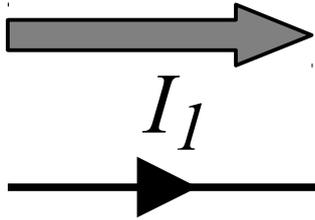
In Richtung des Leistungsfluss

→ vom positiven zum negativen Potential



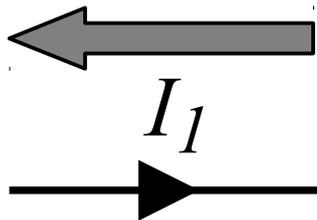
Stromflussrichtung

Strompfeile zeigen die **mathematisch positive** Richtung an.



Strom fließt tatsächlich in Pfeilrichtung:

Positiver Strom $I_1 > 0$, z.B. $I_1 = +5A$

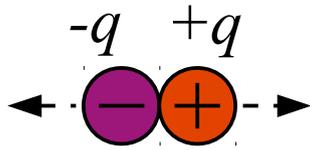


Strom fließt tatsächlich gegen Pfeilrichtung

Negativer Strom $I_1 < 0$, z.B. $I_1 = -5A$

Definition elektrische Spannung

Elektrische Spannung beschreibt die **Arbeit W um Ladungen q zu trennen**



Geringe Spannung



Große Spannung

$$U = \frac{W}{q}$$

Formelsymbol:

U für zeitunabhängige Spannung

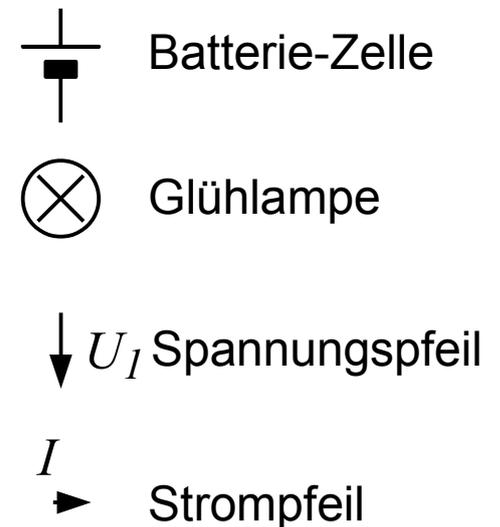
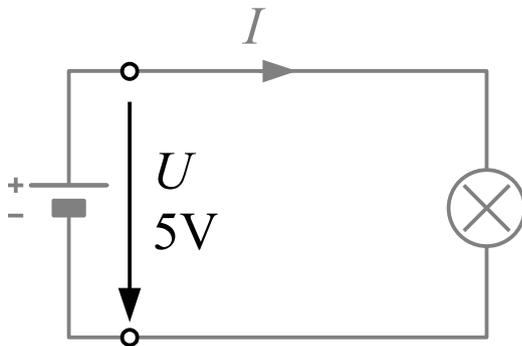
u für zeitabhängige Spannung

Physikalische Einheit:

V = Volt

Elektrische Spannung

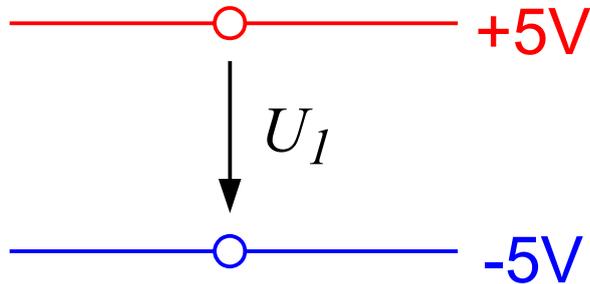
- Meist die „treibende Kraft“ im Stromkreis
- Vergleiche mit Druck einer Wasserleitung
- Symbol: U
- Einheit: $V = \text{Volt}$



- Immer zwischen zwei Punkten!

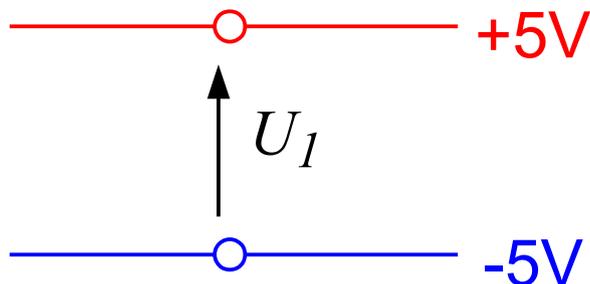
Spannungspfeile

Spannungspfeile zeigen die **mathematisch positive** Richtung an



Pfeil zeigt vom höheren zum niedrigeren Potential:

Positive Spannung $U_1 > 0$, z.B. $U_1 = +10V$

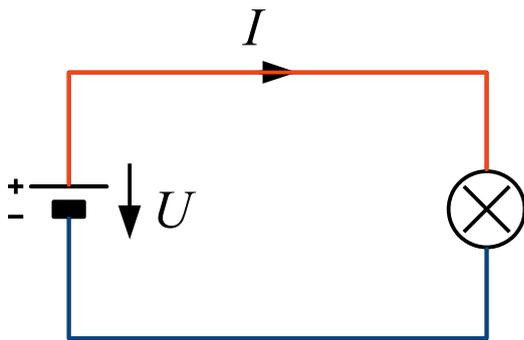


Pfeil zeigt vom niedrigen zum höheren Potential:

Negative Spannung $U_1 < 0$, z.B. $U_1 = -10V$

Elektrisches Potential

- Ähnlich wie Spannung:
Spannung = Differenz von Potentialen
- An einem Knoten konstant
- Ein „Knoten“ kann sehr ausgedehnt sein!



Batterie-Zelle



Glühlampe

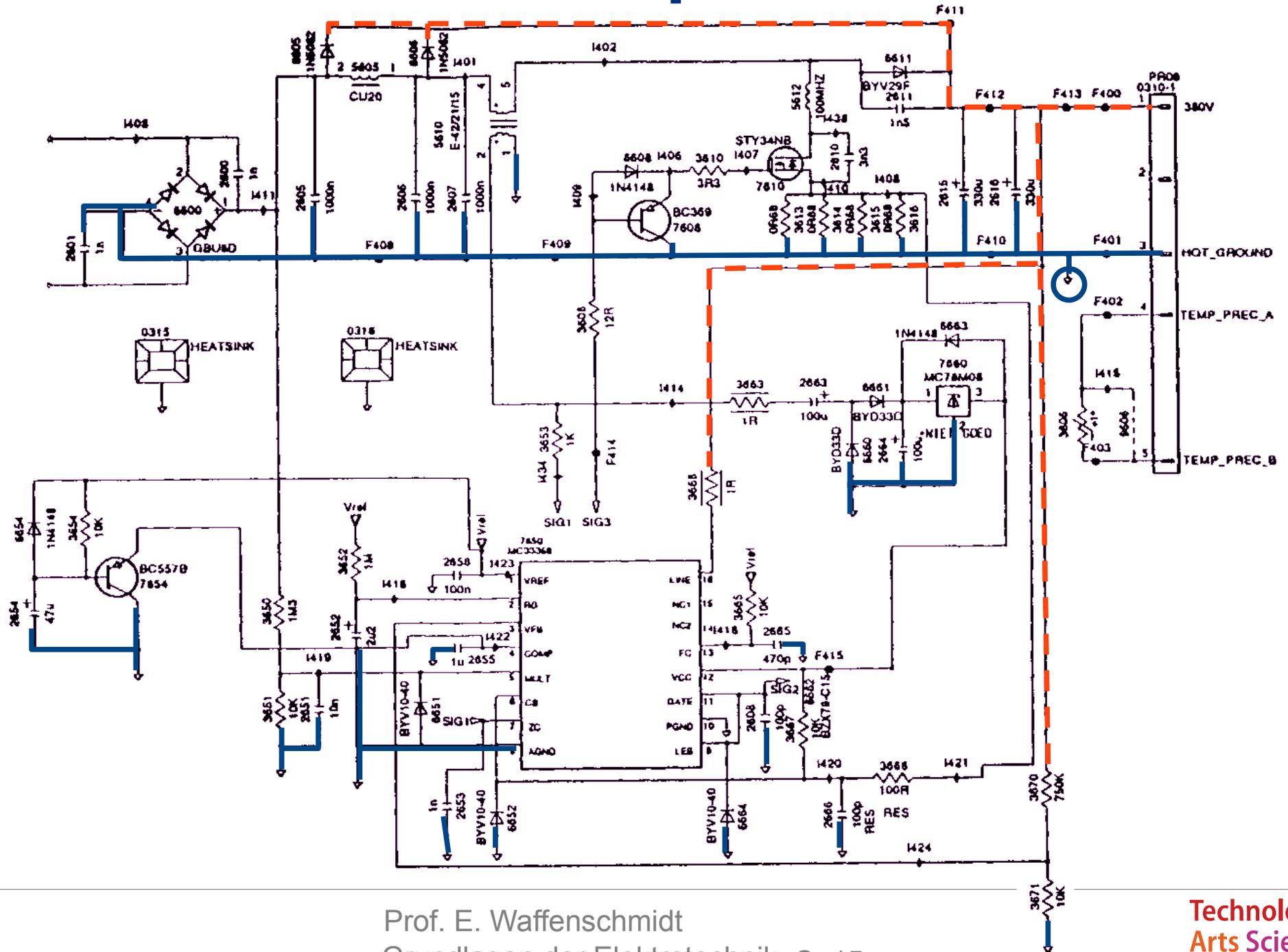


U_I Spannungspfeil



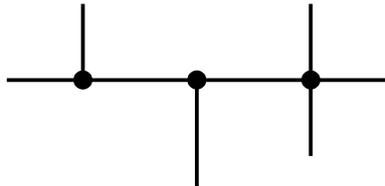
I Strompfeil

Schaltplan

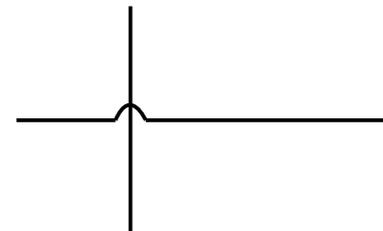
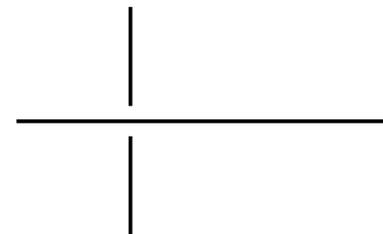
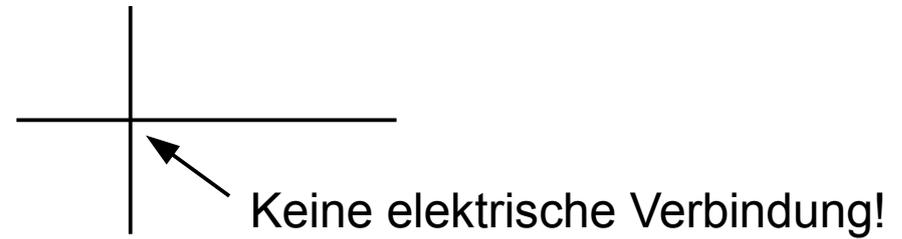


Schaltplan

Verbindungen:



Kreuzungen:



Kontakt

Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Professur Elektrische Netze

Institut für Elektrische Energietechnik,
Fakultät für Informations-, Medien- und
Elektrotechnik (F07)

Technische Hochschule Köln

Betzdorferstraße 2, Raum ZO 9-19

50679 Köln, Deutschland

Tel. +49 221 8275 2020

eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

<https://www.th-koeln.de/>

[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)

