

Grundlagen der Elektrotechnik



Dioden

TH-Köln 2020

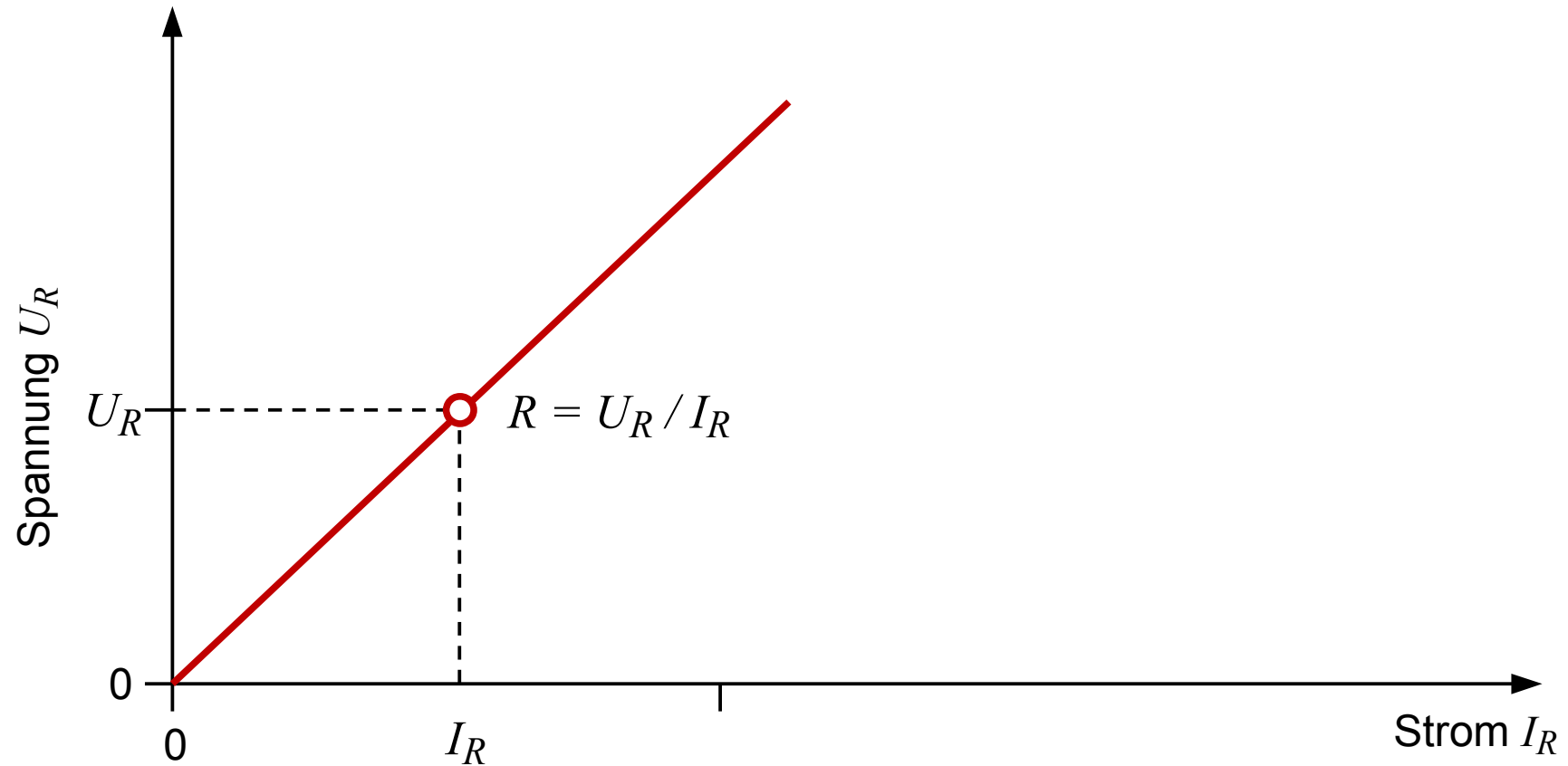
Prof. Dr. Eberhard Waffenschmidt

Dioden

- Kennlinien
- Diode
 - Funktionsweise
 - Kennlinien
 - Gleichrichtung
- Photodiode
- Leuchtdiode

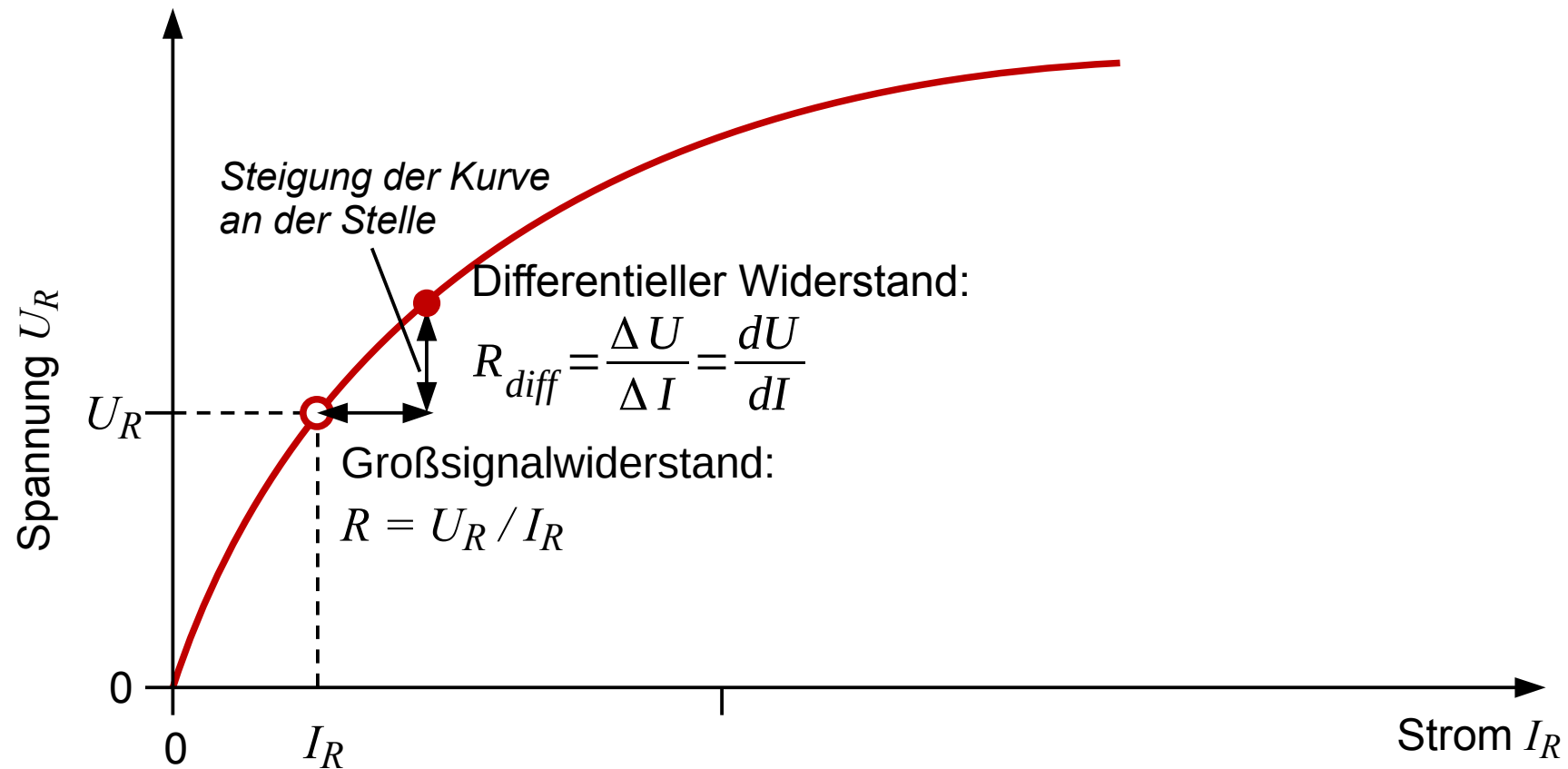
Widerstandskennlinie

Für linearen Widerstand



Widerstandskennlinie

Für *nichtlinearen* Widerstand

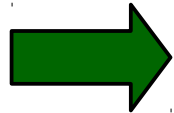


Diode

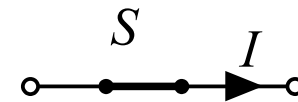
Halbleiter-Ventil:
Lässt Strom nur in eine Richtung durch



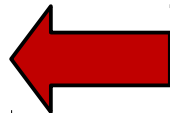
Durchlassrichtung



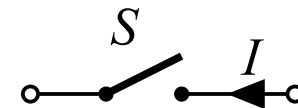
Strom kann fließen



Sperrrichtung



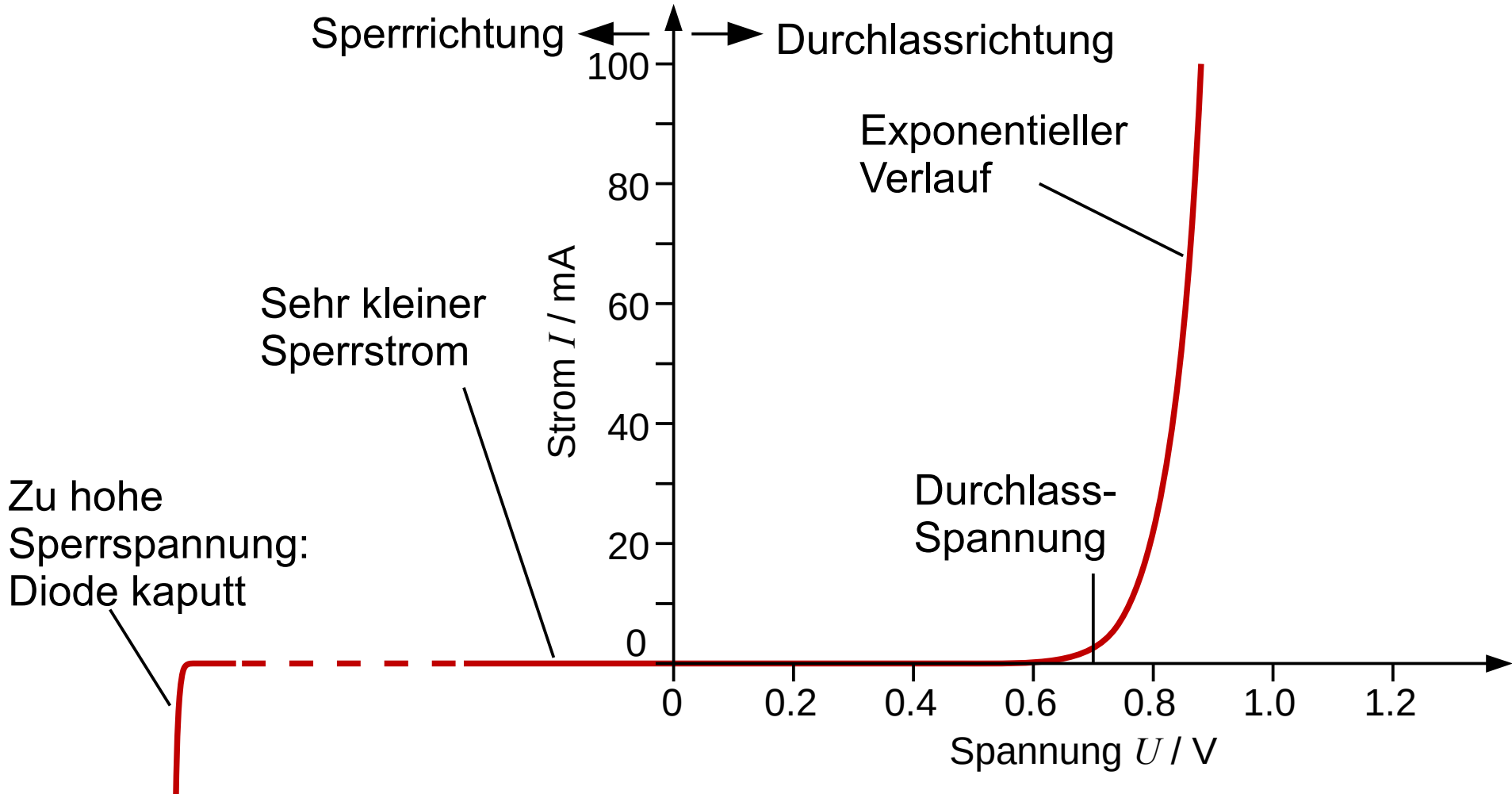
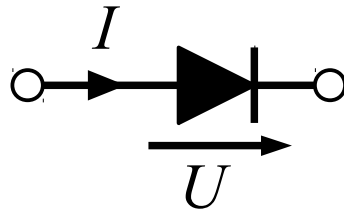
Strom kann nicht fließen



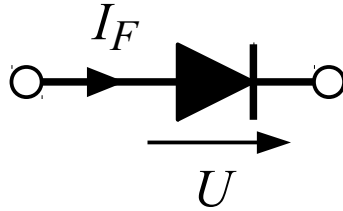
Diode-Typen

- **einfache Diode:**
meist aus Silizium oder Germanium,
lichtdicht gekapselt
- **Photodiode:**
häufig aus Silizium oder Gallium-Arsenid,
Strom ändert sich mit Lichtintensität
- **Solarzelle:**
meist aus Silizium,
Strom ändert sich mit Lichtintensität
- **Leuchtdiode:**
aus Verbindungshalbleitern, z. B. Galliumnitrid (blaues Licht),
leuchten bei Stromfluss in Durchlassrichtung
- **Zenerdiode:**
Silizium-Diode, die in Sperrrichtung betrieben werden darf und
zur Spannungsstabilisierung dient

Diodenkennlinie



Vereinfachte Kennlinien für Dioden

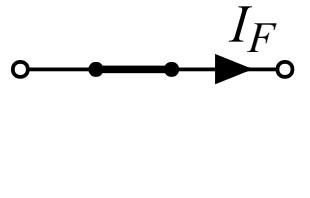
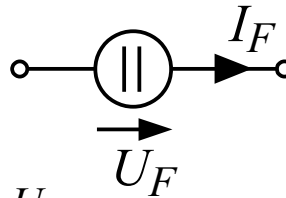
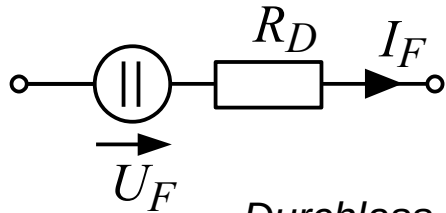


Ersatzschaltbild

In Sperr-
richtung

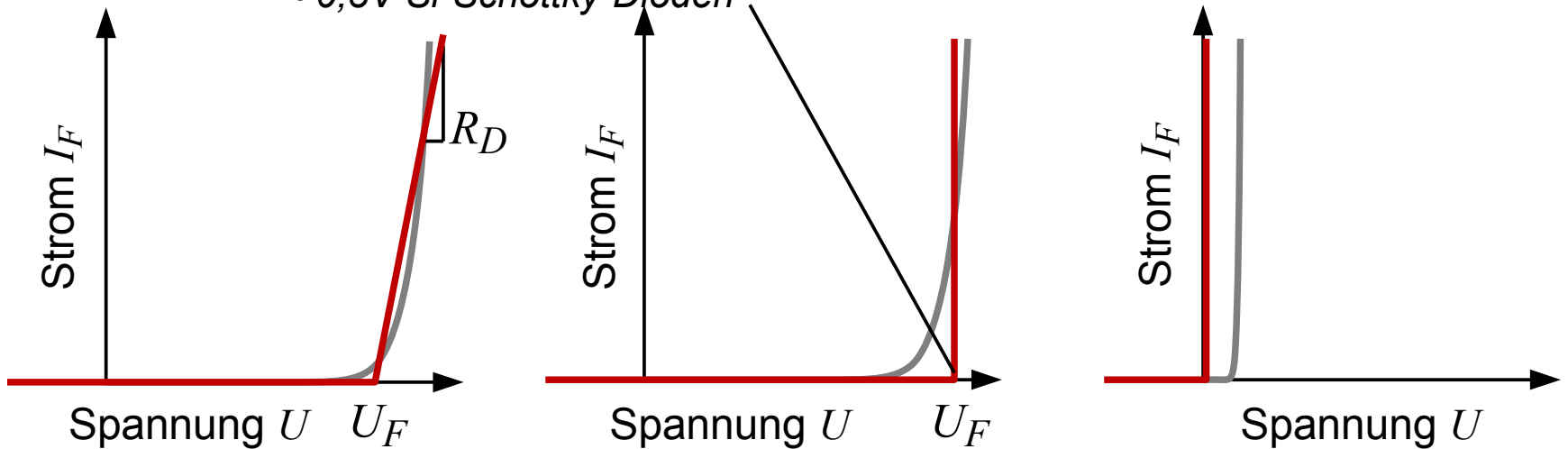


In Durchlass-
richtung



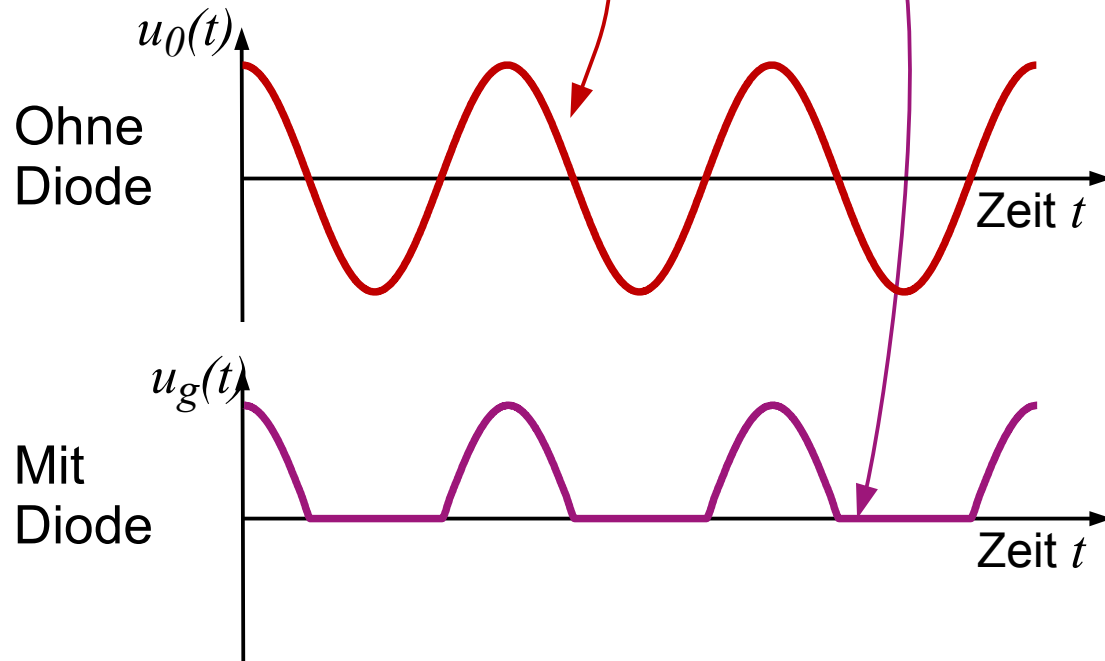
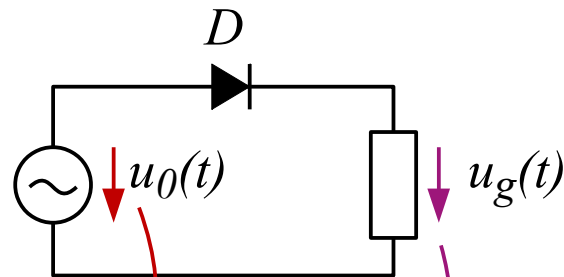
Durchlass-Spannung U_F
(Forward-Spannung, Flussrichtung)
 $\approx 0,7V$ Si-NPN-Dioden
 $\approx 0,3V$ Si-Schottky-Dioden

Kennlinie



Diode bei Wechselspannung

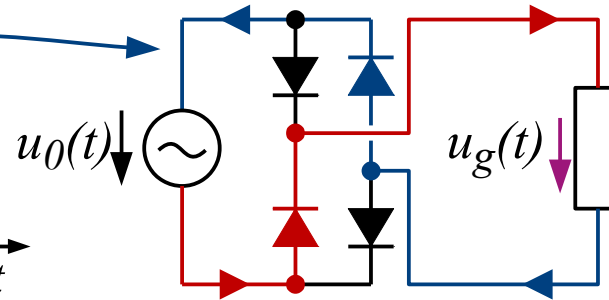
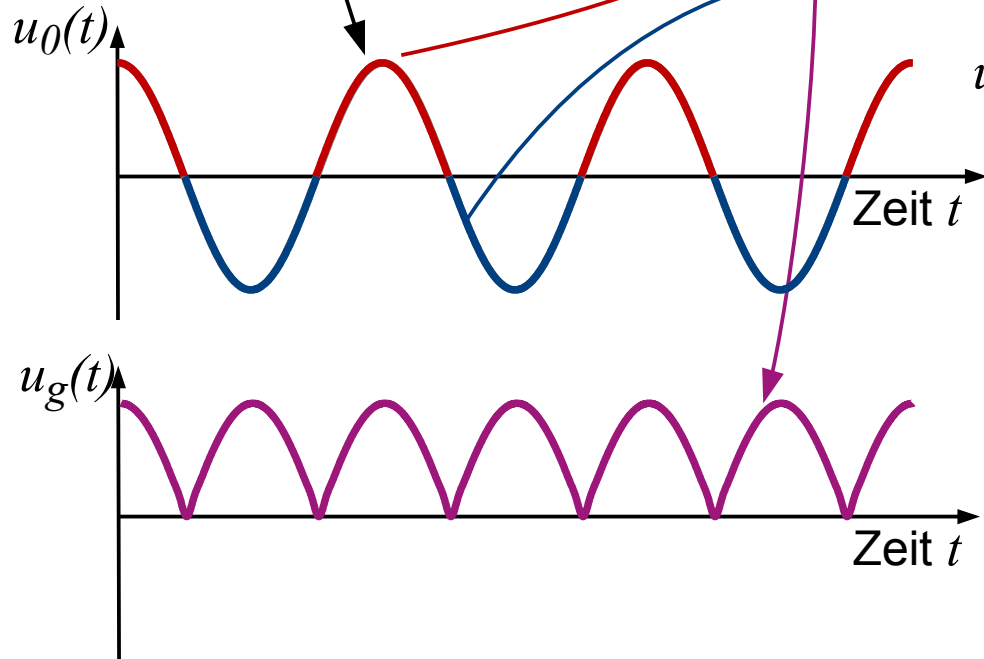
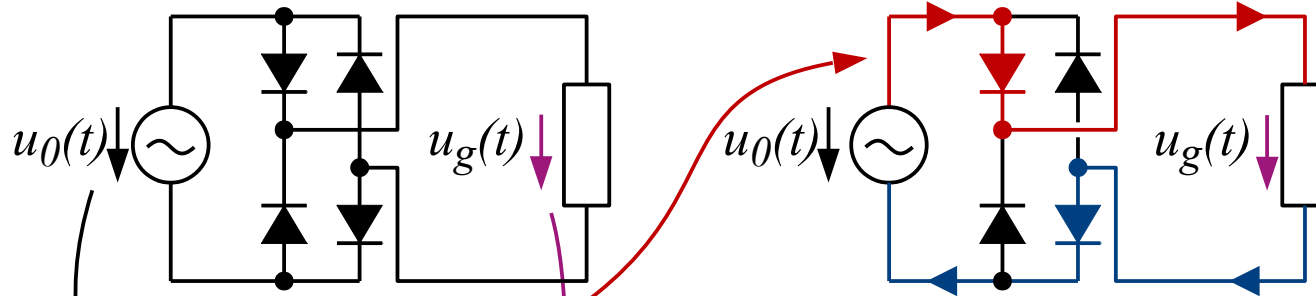
Einweg-Gleichrichtung



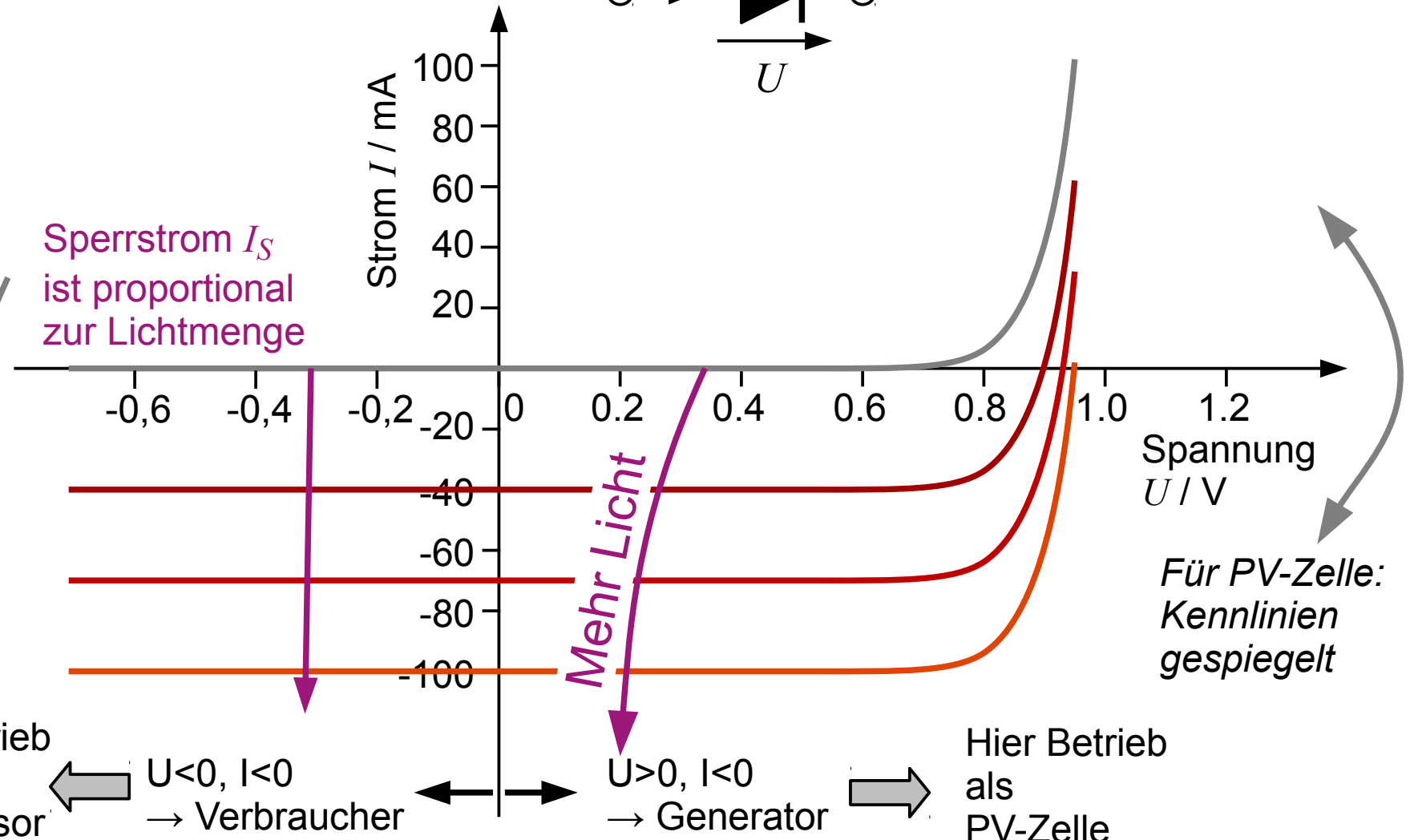
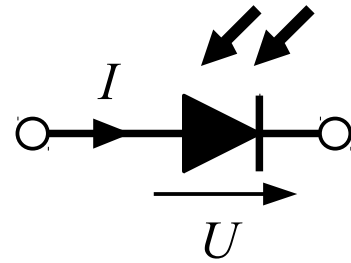
- Diode nur leitfähig für $u(t) > U_F$
- Negative Halbwelle wird abgeschnitten
- Konsequenz:
Leuchtdiode flackert mit 50 Hz

Brückengleichrichter

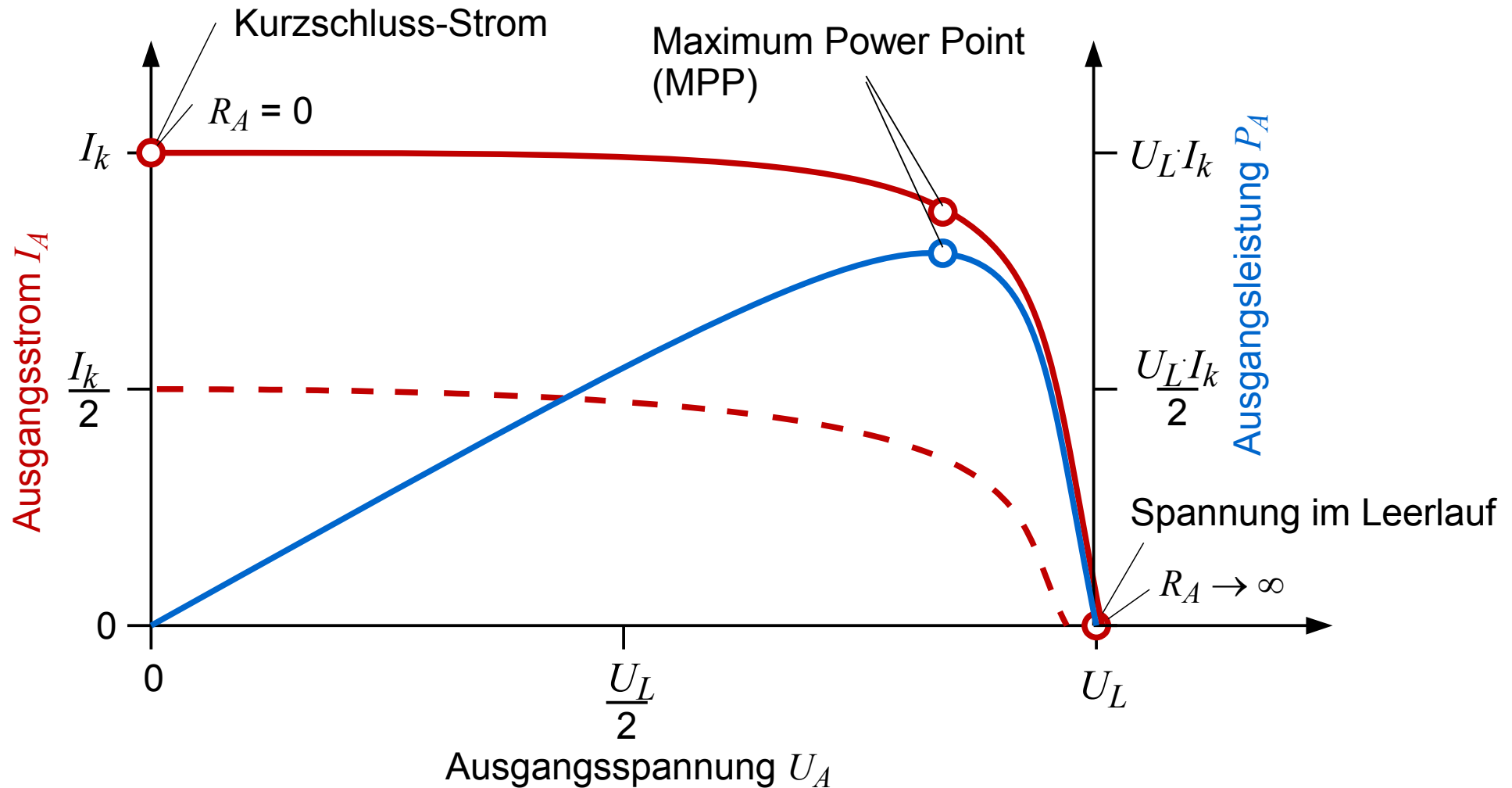
Brückengleichrichter



Photodiode und Photovoltaikzelle



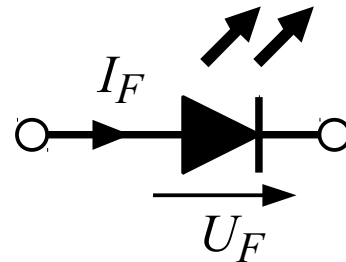
Photovoltaikzelle



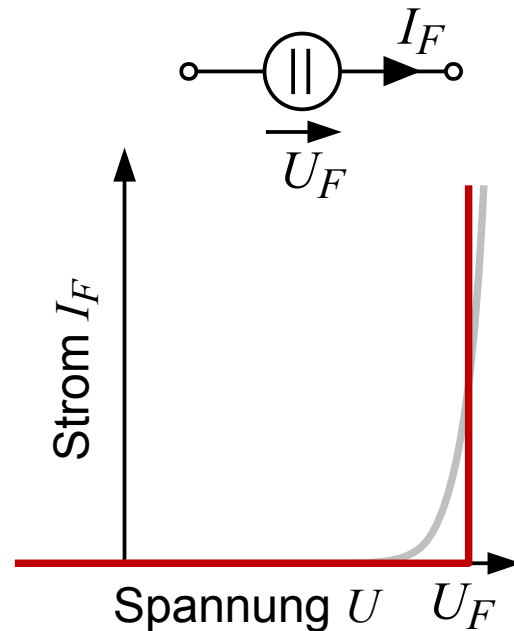
Leuchtdiode (LED)

Leuchtdioden oder LED
(Lichtemittierende Diode, light emitting diode)
leuchten, wenn sie in Durchlassrichtung betrieben werden

Schaltsymbol



Einfaches
Ersatzschaltbild
und
Kennlinie



Leuchtfarbe ist materialabhängig:

- Rot:
Galliumarsenidphosphid
 $U_F \approx 1,5 \text{ V}$
- Gelb, grün:
Galliumphosphid
 $U_F \approx 1,8 \text{ V}$
- Blau:
Galliumnitrid
 $U_F \approx 3 \text{ V}$
- Weiß:
Blau mit Phosphor
oder
RGB-LED

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

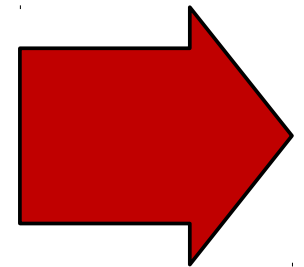
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

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

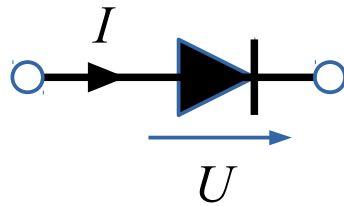
[personen/eberhard.waffenschmidt/](https://www.th-koeln.de/personen/eberhard.waffenschmidt/)



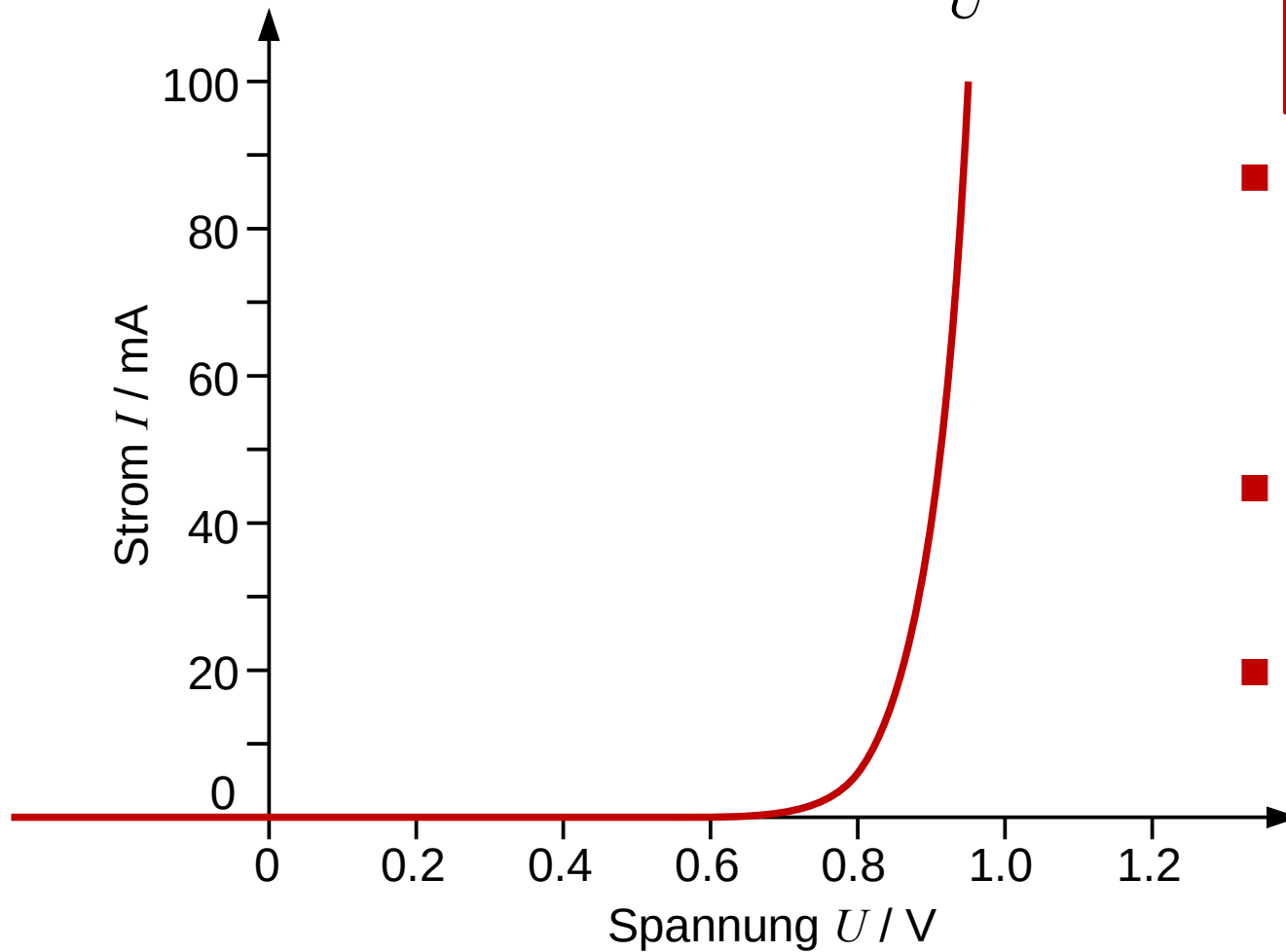
Anhang



Diodenkennlinie

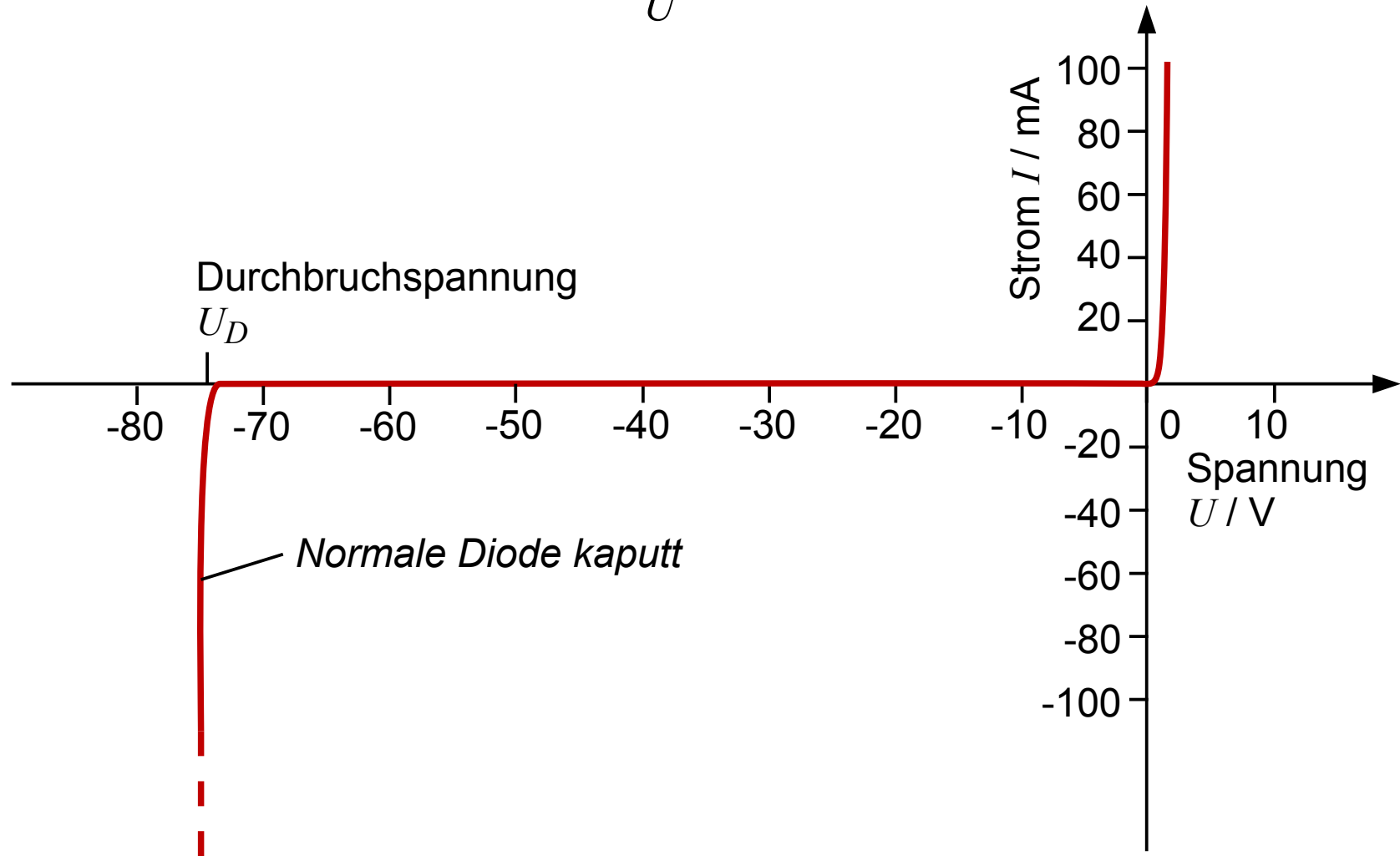
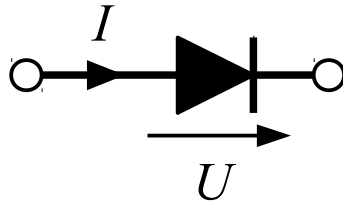


$$I = I_S \cdot \left(e^{\frac{U}{n \cdot U_T}} - 1 \right)$$

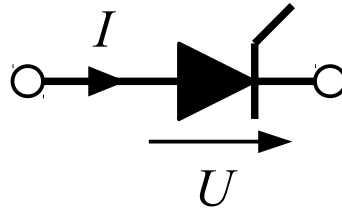


- I_S = Sättigungsstrom (saturation current), stark temperaturabhängig
= Sperrstrom für hohe Spannungen (sehr klein)
- n = Emissionskoeffizient (emission coefficient)
 $n \approx 1..2$
- U_T = Temperaturspannung
 $U_T = \frac{k \cdot T}{q_0} \approx 26 \text{ mV (bei 300 K)}$

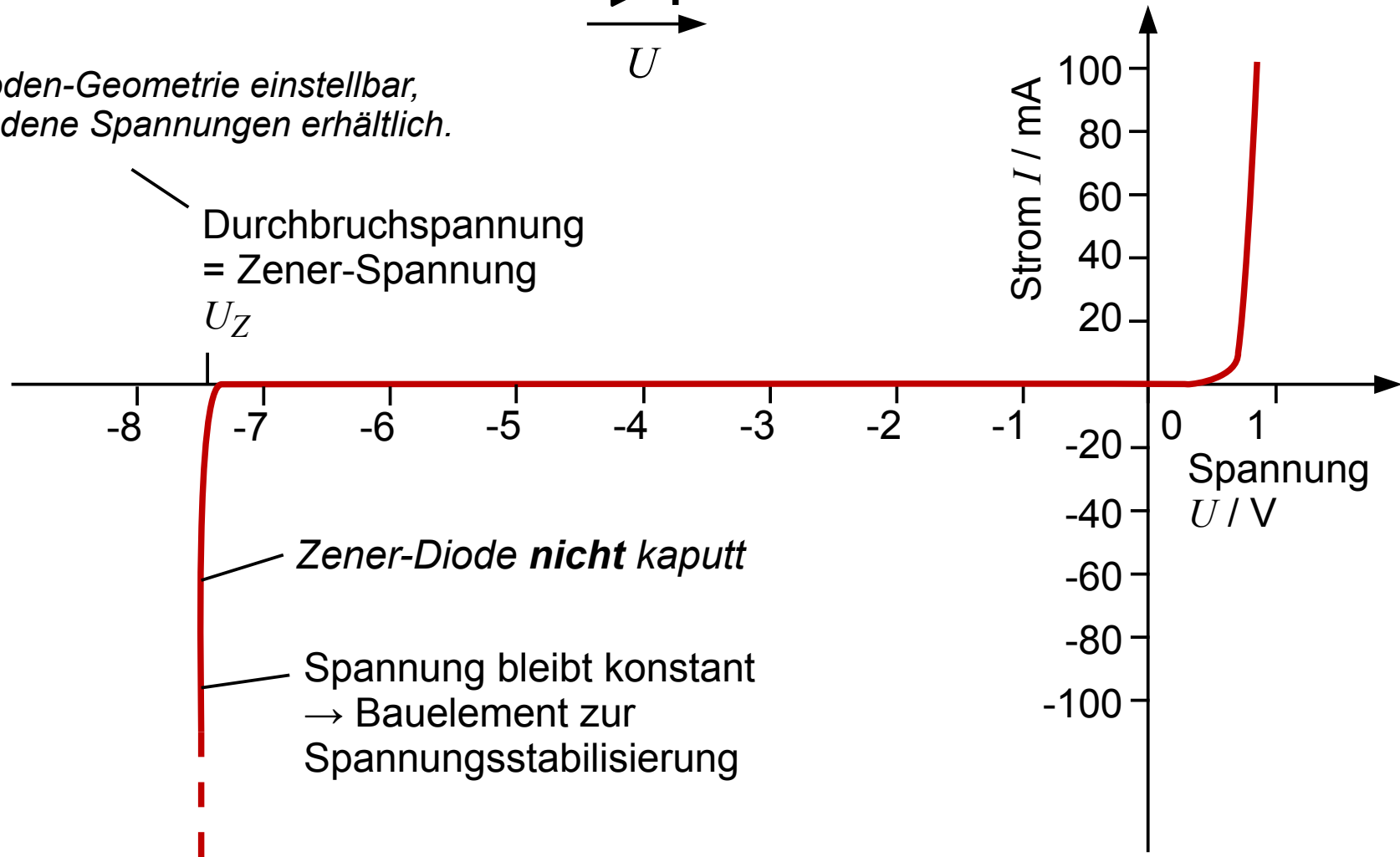
Diode in Sperrichtung



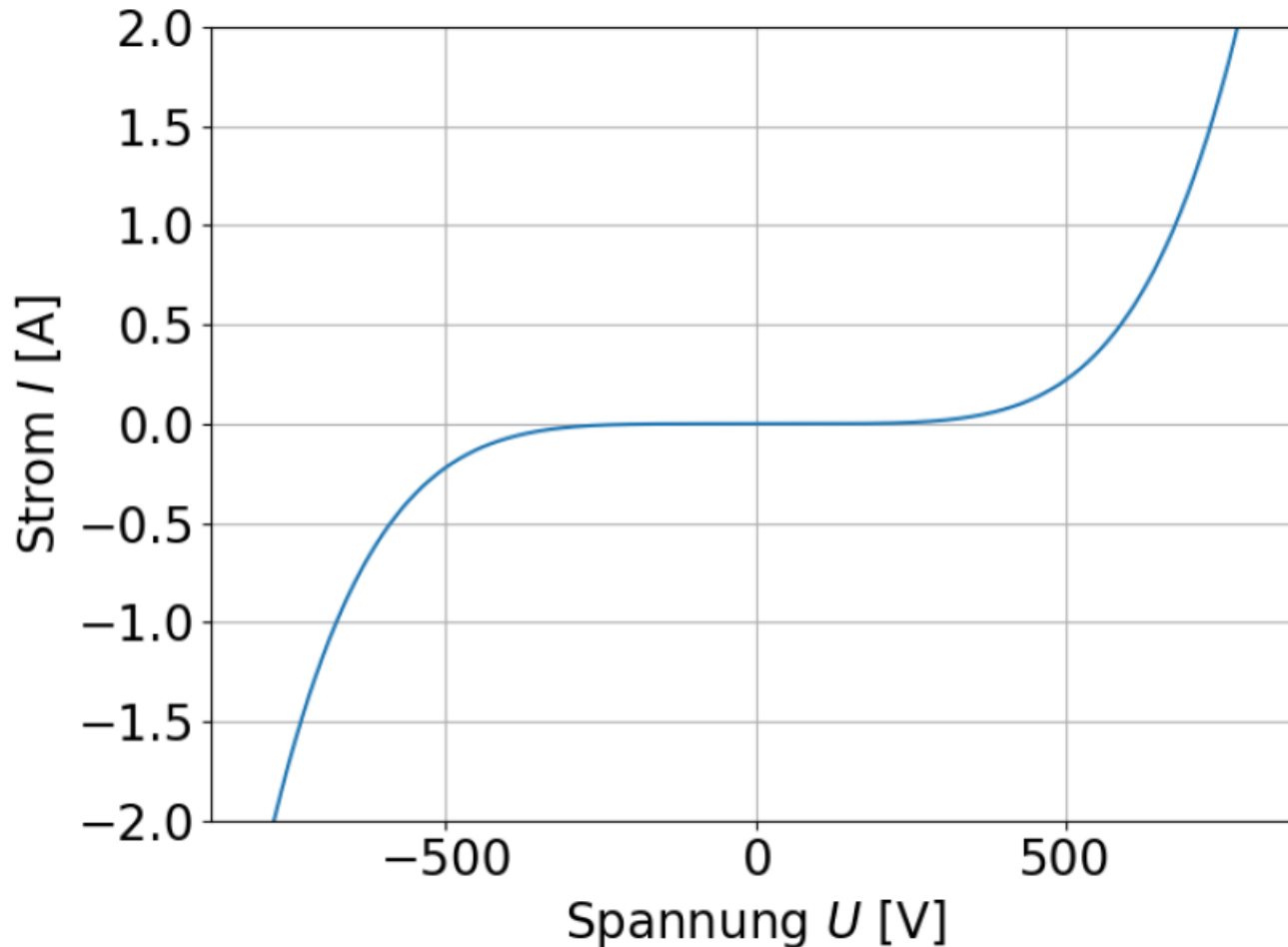
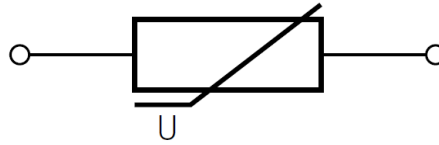
Zener-Diode



Über Dioden-Geometrie einstellbar,
Verschiedene Spannungen erhältlich.



Varistor



- Verwendung als Überspannungsschutz (z.B. Blitzschutz)
- Symmetrisches Bauteil *daher*
- Auch für Wechselspannung geeignet
- Sehr schnelle Reaktion: in 50 ns von $>1 \text{ M}\Omega$ auf wenige Ω .

Scheren von Kennlinien

