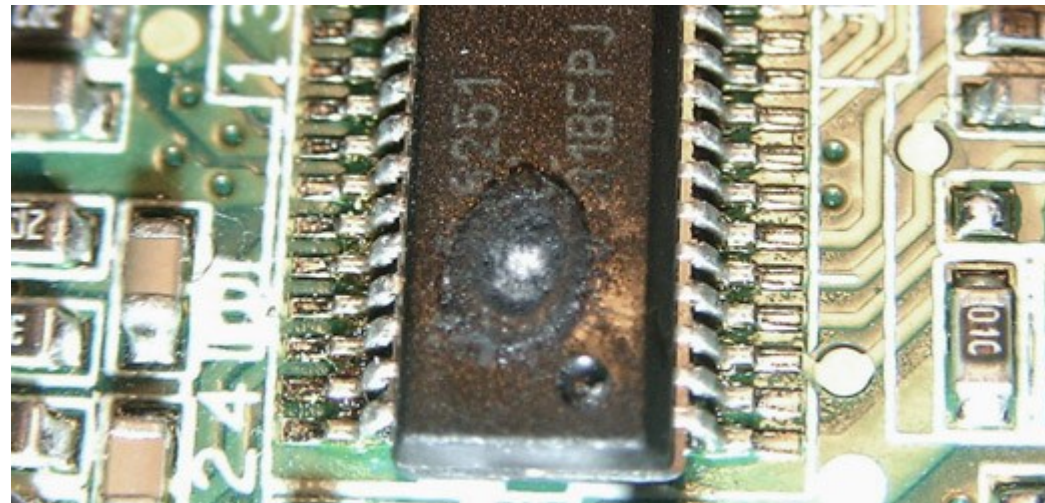


# 43. Elektronik-Stammtisch

**Expect the unexpected!**

Schutz von Anschlüssen vor Störungen und  
falschen Verbindungen

Axel Theilmann // [axel@nomaden.org](mailto:axel@nomaden.org)  
Attraktor e.V.



# Probleme und Überraschungen

- Fehler passieren...
  - Wie war die Anschluss-Polung noch?
  - Huch, wo kommt das Kabel her?
  - Das hier ist das richtige Netzteil, oder?
  - Was zuviel ist, ist zuviel...
- und das Leben ist hart.....
  - Was hat die Katze mit der Bernsteinkette mit meiner Platine vor?
  - Die Nachbarn sind schon wieder so laut..

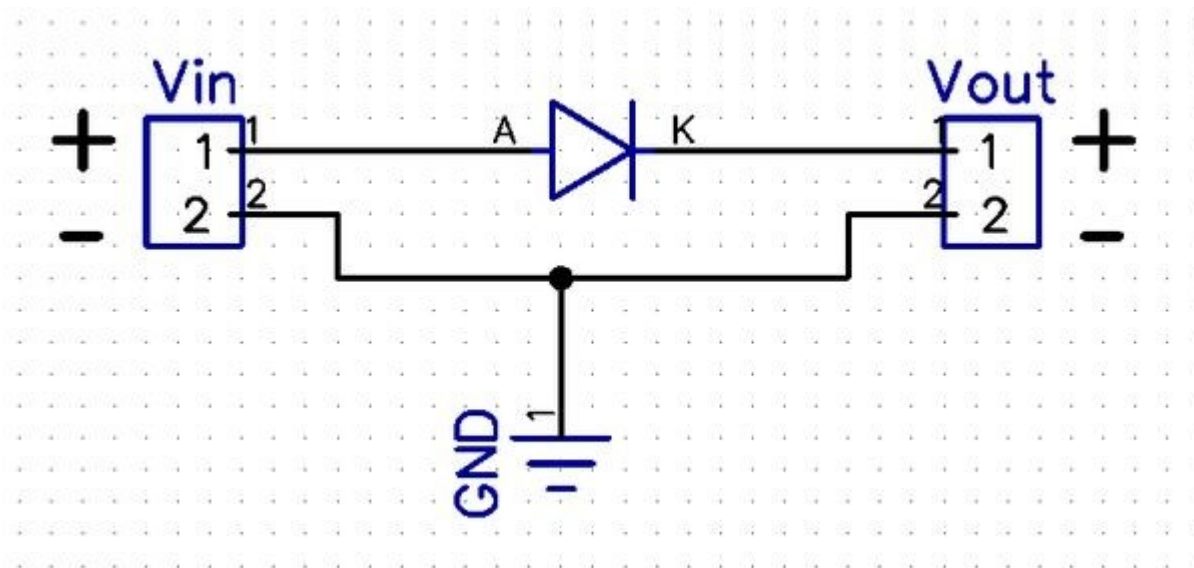
# Worum geht es?

Wir betrachten hier nur Niederspannung und „geringe Ströme!

Keine Netzspannung, keine Leistungselektronik..

# Verpolungsschutz

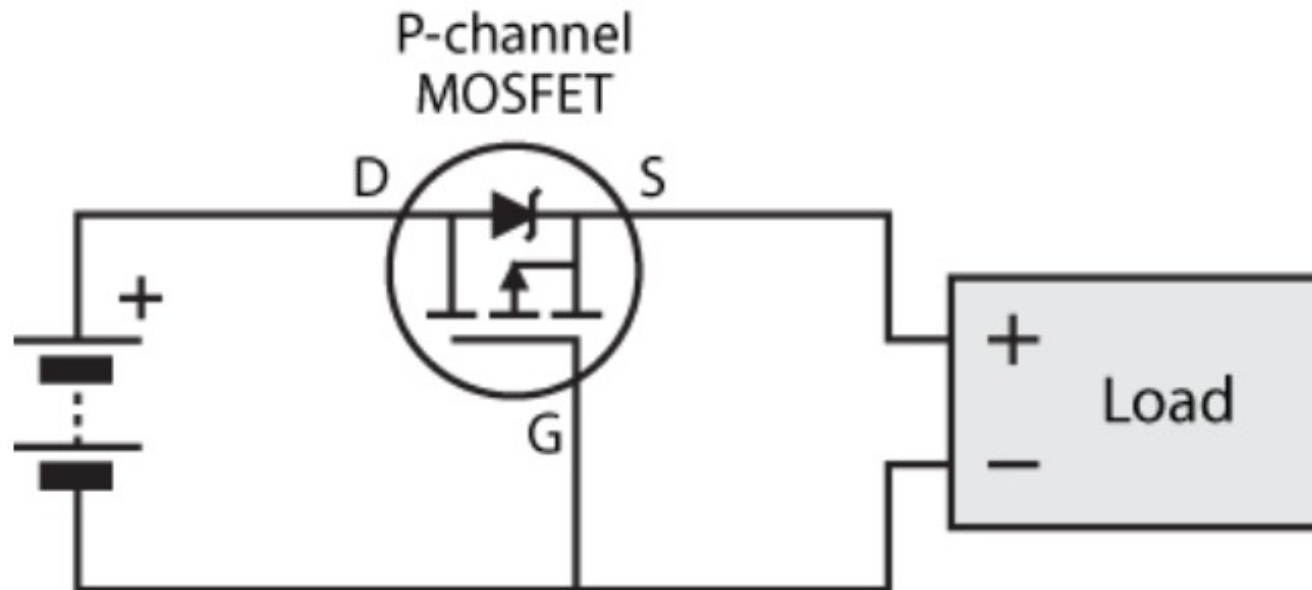
Eigentlich ganz einfach..



... aber Anforderungen an Spannung & Stromverbrauch sind auch wichtig:  
Spannungsabfall und Verlustleistung bedenken!

# Verpolungsschutz mit MOSFET

Zum Beispiel als High-Side switch mit P-Channel MOSFET:



Korrekt: Body-Diode bringt Source auf Spannung,  $V_{gs}$

Schwelle erreicht, MOSFET geht an.

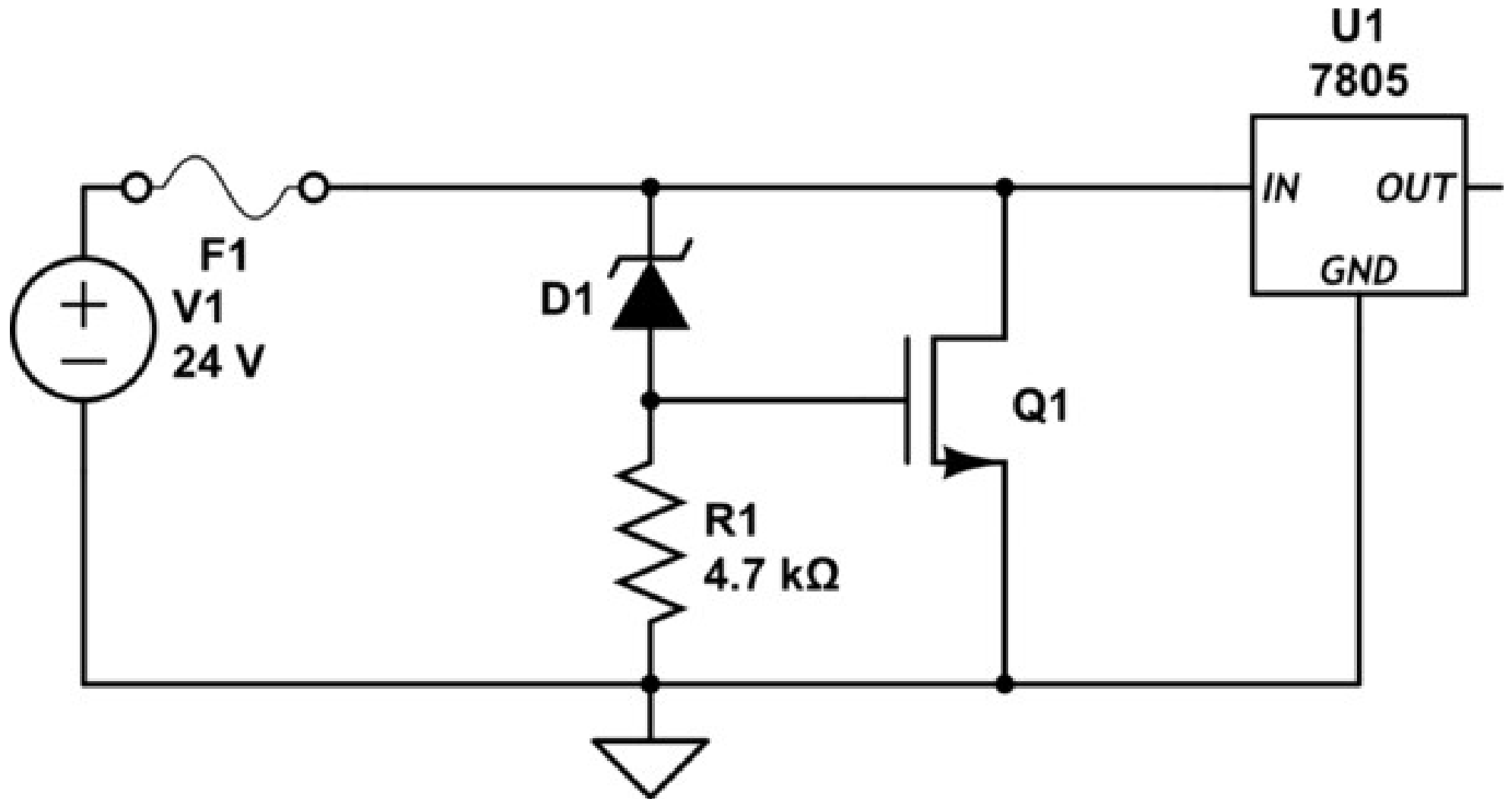
Verpolt: Body-Diode sperrt.

Beachten: max  $V_{gs}$  bzgl.  $V_{in}$ ,  $V_{GS(th)}$  und  $R_{DS(ON)}$

# Überspannungsschutz

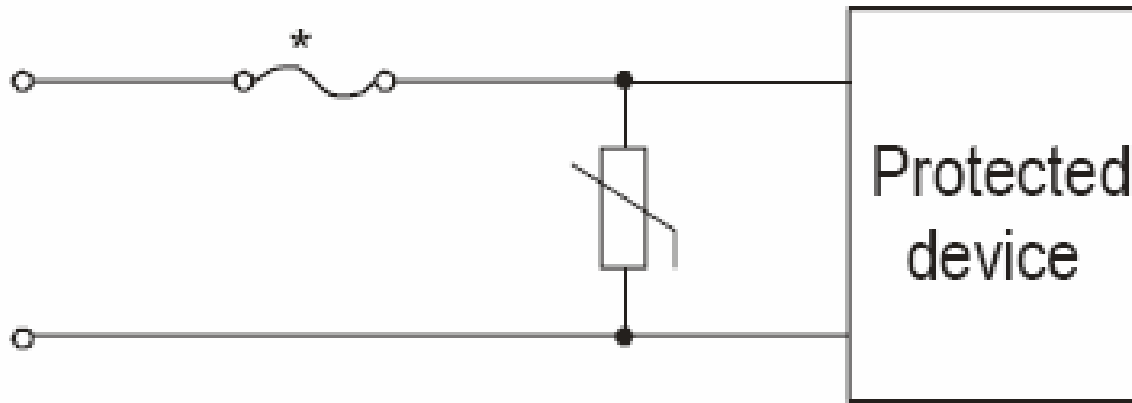
- Kurze Impulse („Transient“) oder permanent?
- Weitbereichs-Eingang bei der Last/Stromversorgung, aber danach?
- Wo hin mit der Energie?
- „Verbrauchen“? Hitze!
- Kurzschließen? Was sagt die Quelle?
- Besser Unterbrechen...ist ja ein Fehlerfall!

# Überspannungsschutz



Zener-Diode und Sicherung

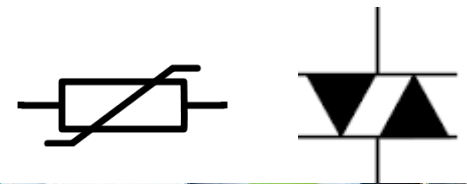
# Überspannungsschutz mit MOVs



- „Dioden-Gemisch“
- Geht für Wechselspannung
- Kann hohe Spannungen ab
- Begrenzte Lebensdauer
- Eher für Netzspannung relevant...
- Verwendung mit Sicherung

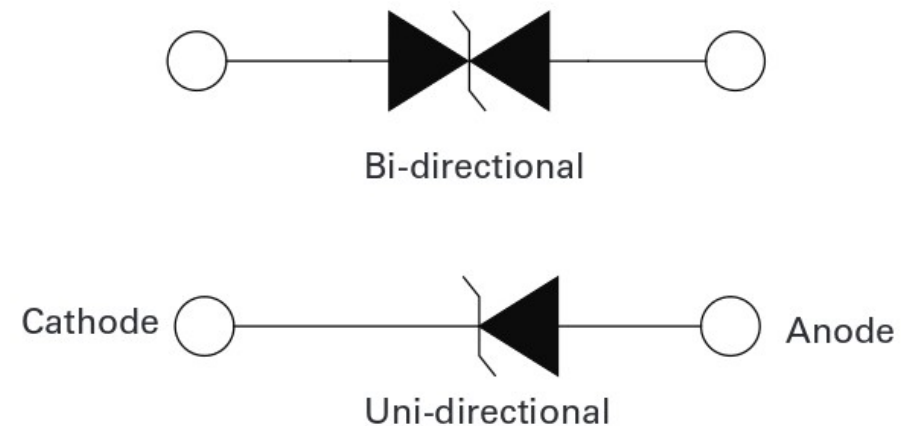
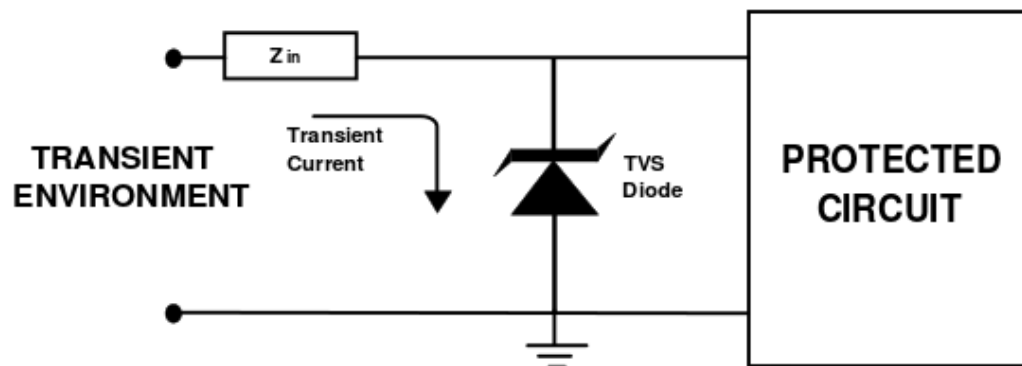


Symbol:



# Kurze Überspannung: TVS Dioden

- TVS: Transient Voltage Suppressor
- Fängt kurze Spitzen ab: statische Entladung, Störungen auf dem Kabel
- reagiert sehr schnell (picosekunden)
- TVS-Dioden: unidirektional oder bidirektional
- sehr ähnlich Zener-Dioden



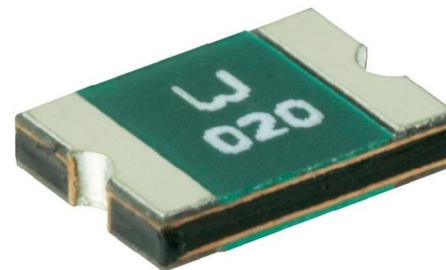
# Wenn es wirklich reicht...

- Sicherungen
- Selbstrückstellende PTC oder echte Sicherung?
- Hängt vom Grund des Auslösens ab...
- Sicherungen sind sicherer :-)



# PTC Rückstellsicherungen

- Positive Temperature Coefficient (Polyfuse, Polyswitch)
- Bei Erwärmung zerstört Ausdehnung ein Kristallgitter
- Auslösung: Zehntel-Sekunden bis Sekunden
- Geringer Strom fließt weiter
- Zum Rückstellen vom Strom trennen
- Widerstand bleibt leicht erhöht
- $I_{\text{hold}}$  vs.  $I_{\text{hold}}$  kann groß sein
- Sicherheit oder Bequemlichkeit?





LTC4361-1/LTC4361-2

## Overvoltage/Overcurrent Protection Controller

### FEATURES

- 2.5V to 5.5V Operation
- Overvoltage Protection Up to 80V
- No Input Capacitor or TVS Required for Most Applications
- 2% Accurate 5.8V Overvoltage Threshold
- 10% Accurate 50mV Overcurrent Circuit Breaker
- <1 $\mu$ s Overvoltage Turn-Off, Gentle Shutdown
- Controls N-Channel MOSFET
- Adjustable Power-Up dV/dt Limits Inrush Current
- Reverse Voltage Protection
- Power Good Output
- Low Current Shutdown
- Latchoff (LTC4361-1) or Auto-Retry (LTC4361-2) After Overcurrent
- Available in 8-Lead ThinSOT™ and 8-Lead (2mm  $\times$  2mm) DFN Packages

### APPLICATIONS

- USB Protection
- Handheld Computers
- Cell/Smart Phones
- MP3/MP4 Players
- Digital Cameras

### DESCRIPTION

The LTC®4361 overvoltage/overcurrent protection controller safeguards 2.5V to 5.5V systems from input supply overvoltage. It is designed for portable devices with multiple power supply options including wall adaptors, car battery adaptors and USB ports.

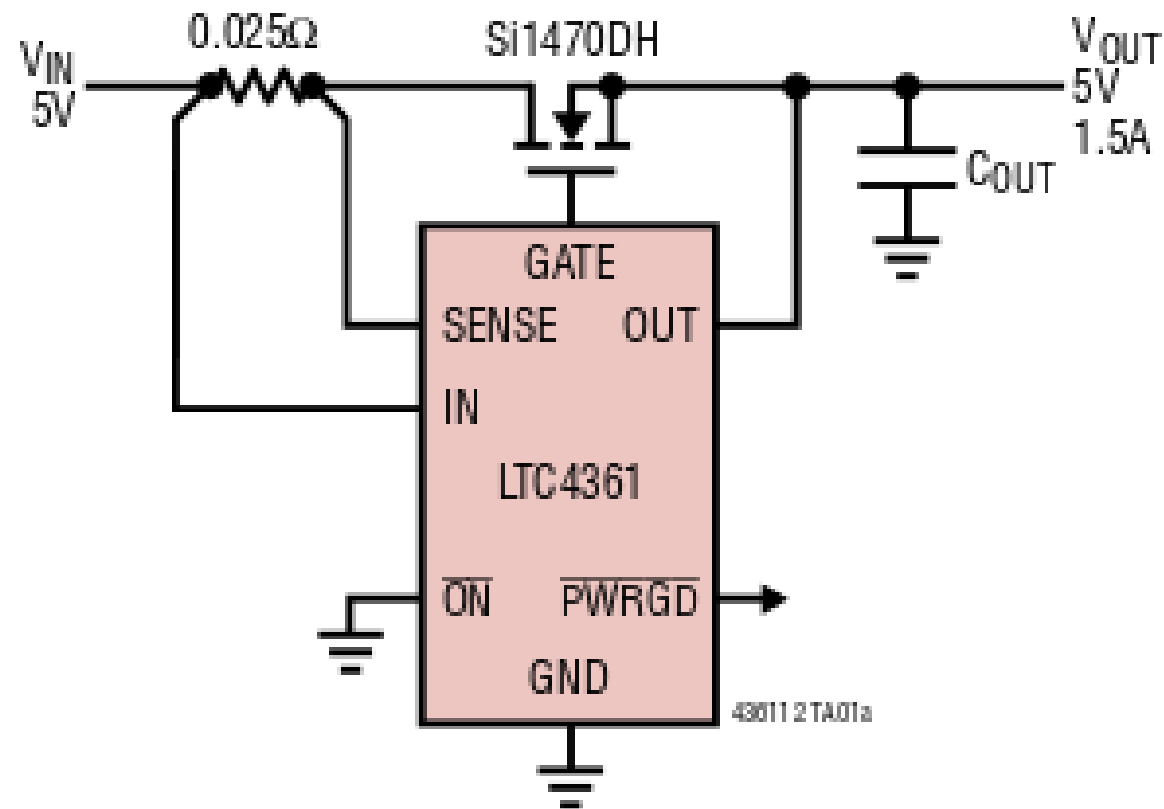
The LTC4361 controls an external N-channel MOSFET in series with the input power supply. During overvoltage transients, the LTC4361 turns off the MOSFET within 1 $\mu$ s, isolating downstream components from the input supply. Inductive cable transients are absorbed by the MOSFET and load capacitance. In most applications, the LTC4361 provides protection from transients up to 80V without requiring transient voltage suppressors or other external components.

The LTC4361 has a delayed start-up and adjustable dV/dt ramp-up for inrush current limiting. A PWRGD pin provides power good monitoring for  $V_{IN}$ . The LTC4361 features a soft shutdown controlled by the  $\overline{ON}$  pin and drives an optional external P-channel MOSFET for negative voltage protection. Following an overvoltage condition, the LTC4361 automatically restarts with a start-up delay. After an overcurrent fault, the LTC4361-1 remains off while the LTC4361-2 automatically restarts after a 130ms start-up delay.

LT, LT, LTC, LTM, Linear Technology and the Linear logo are registered trademarks and ThinSOT, Hot Swap, No R<sub>SENSE</sub> and PowerPath are trademarks of Linear Technology Corporation. All other trademarks are the property of their respective owners.

# TYPICAL APPLICATION

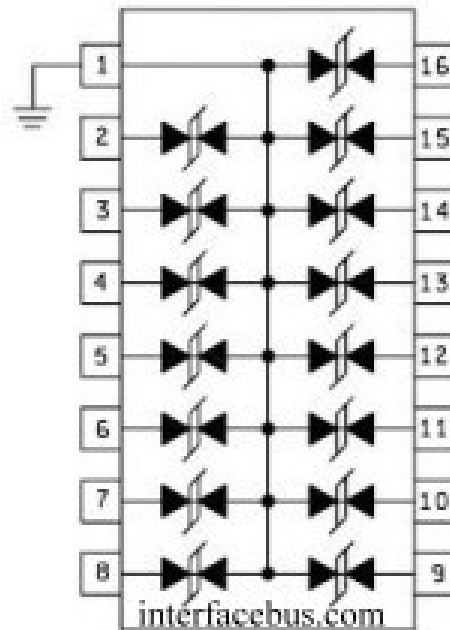
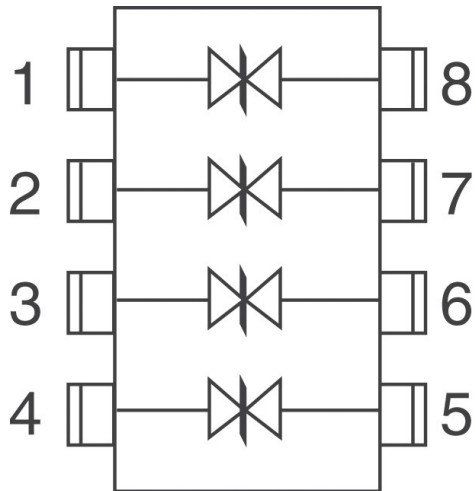
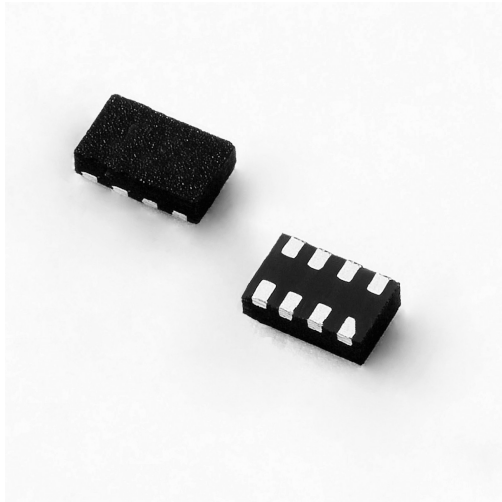
## Protection from Overvoltage and Overcurrent



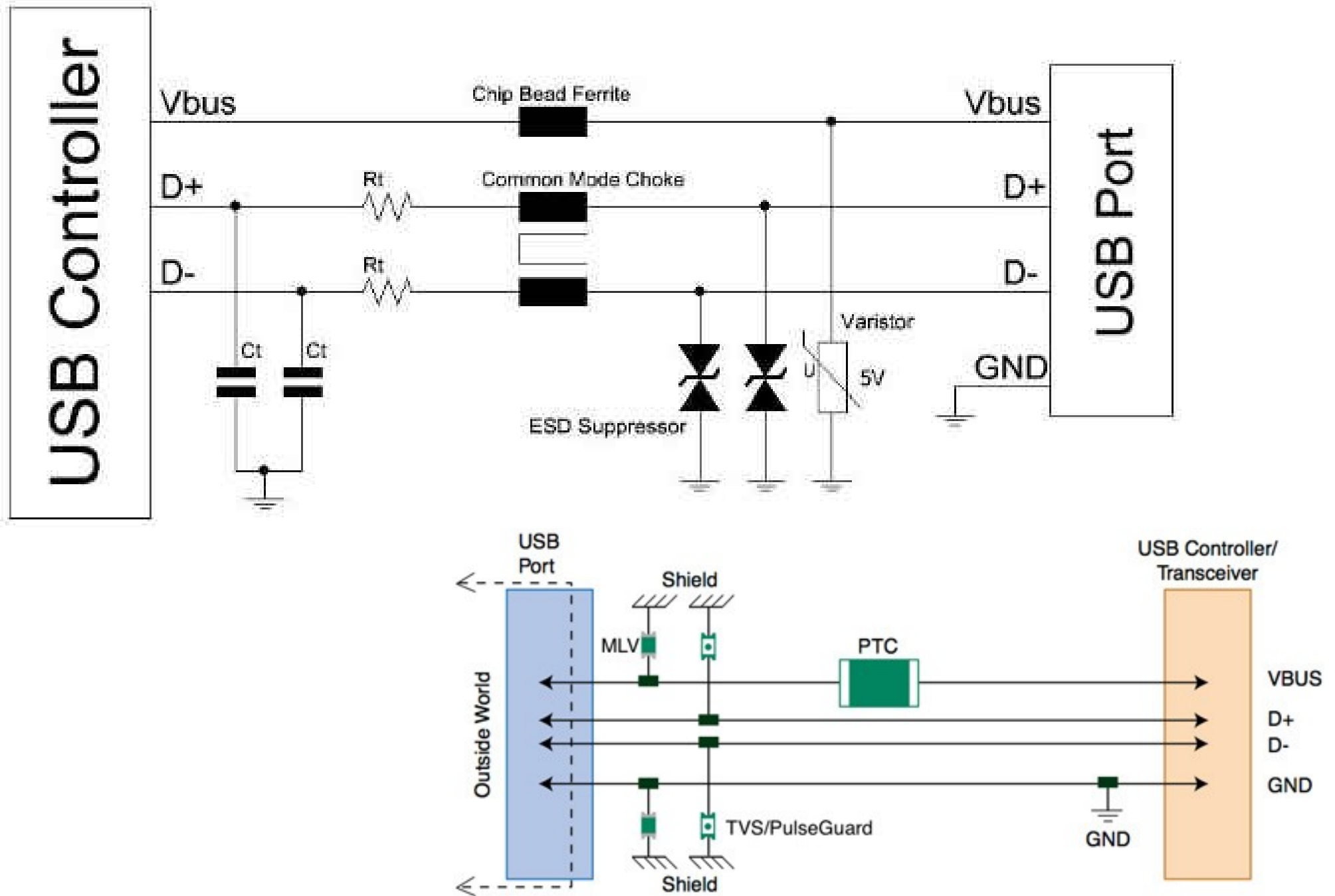
# Schutz von Anschlüssen

- Anschlüsse müssen geschützt werden! (USB, HDMI, Netzwerk, SIM-Slots usw.)
- Kein gemeinsamer GND
- Kabel nehmen Störungen auf
- Gegenseite kann Defekte haben!
- Vor
  - Statischen Entladungen
  - Überlast
- Oft gibt es abgestimmte Spezial-Bauteile
- Ausserdem wichtig (aber nicht betrachtet):
  - EMI/EMC

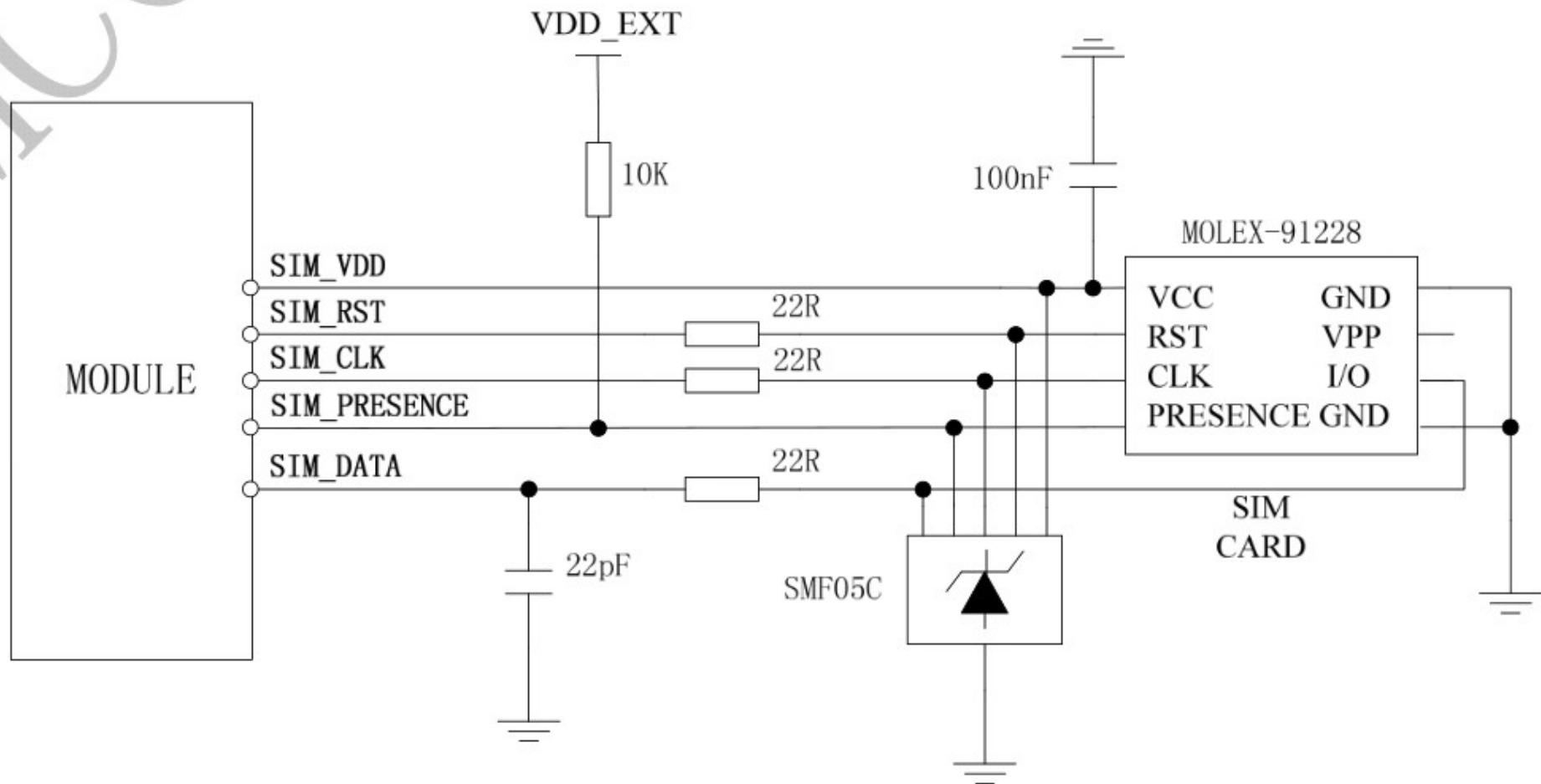
# Integration von Schutz-ICs



# Beispiel: USB

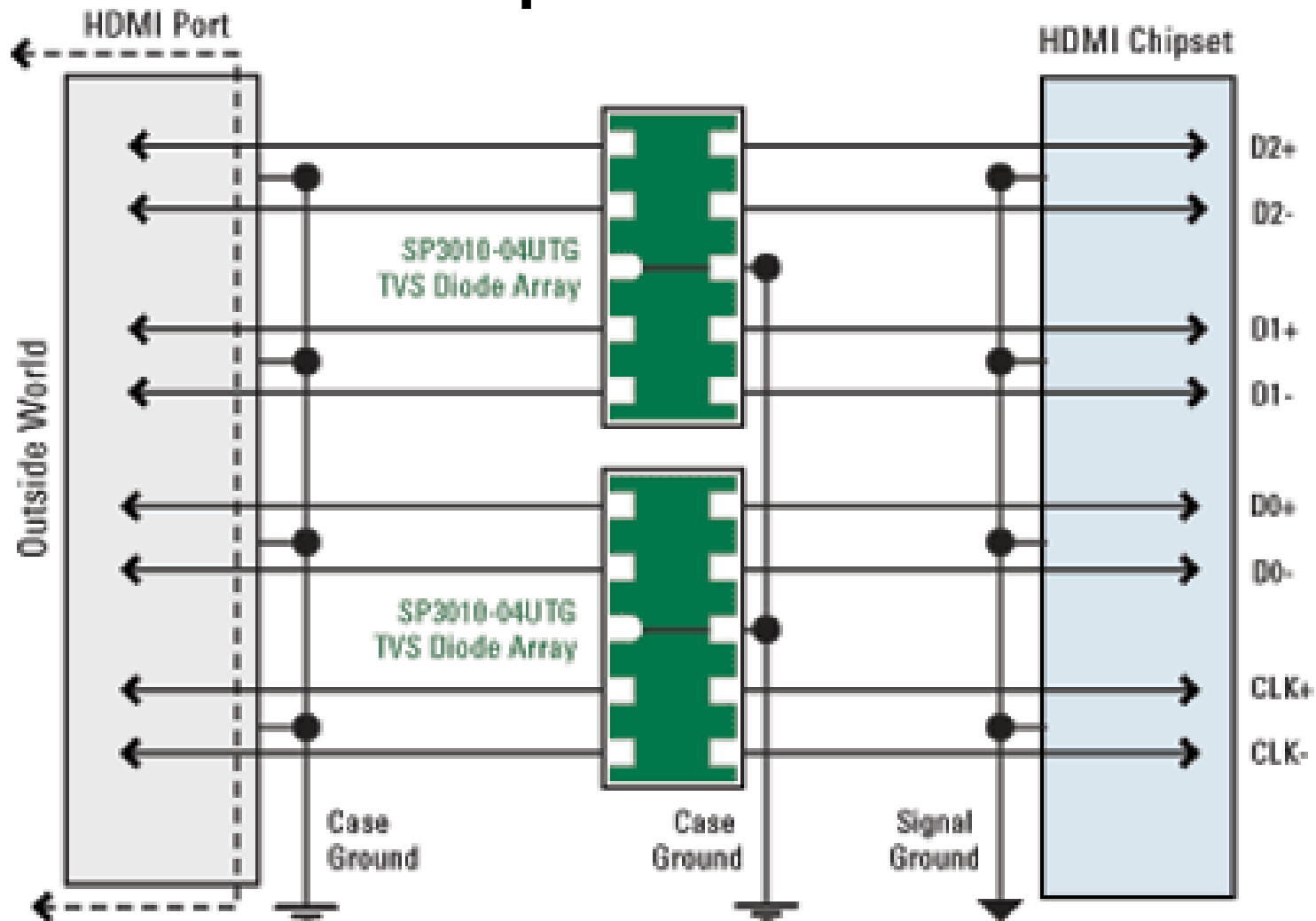


# Beispiel: SIM-Halter



**Figure 28: Reference circuit of the 8-pin SIM card holder**

# Beispiel: HDMI

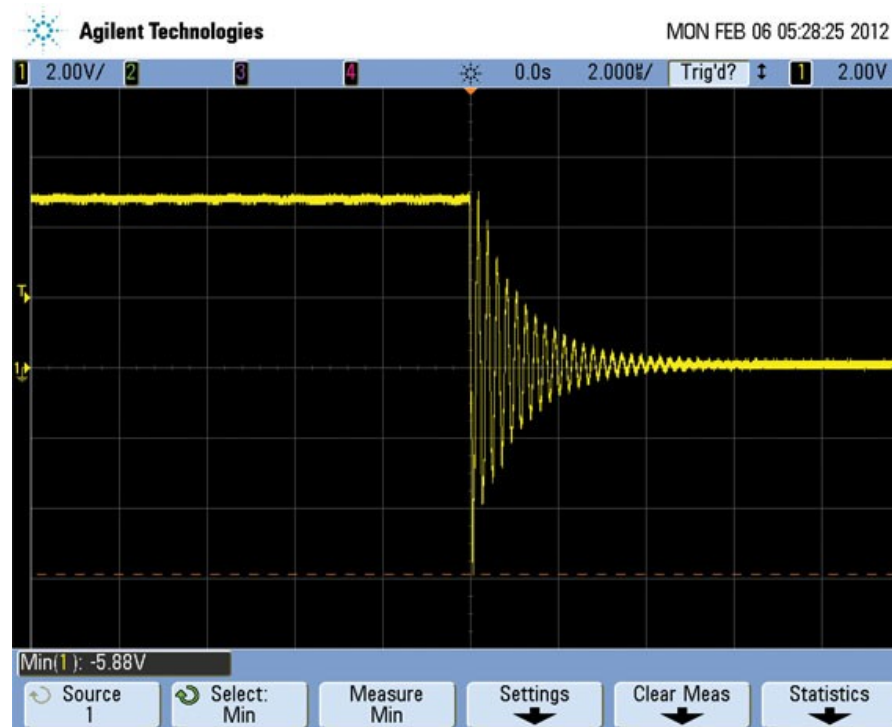
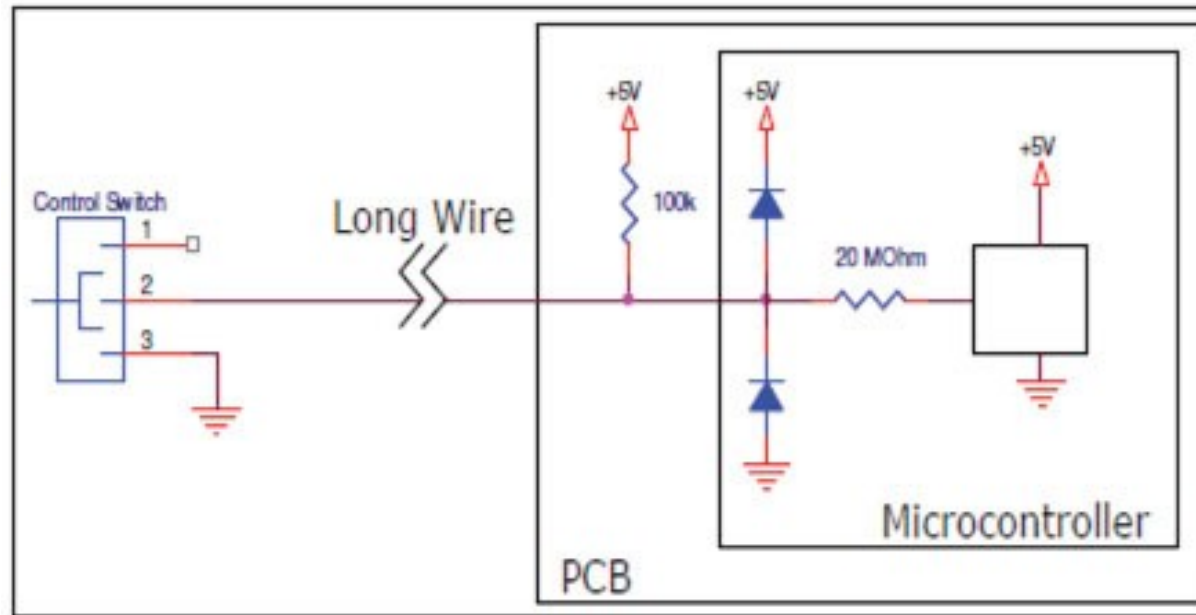


Immer das gleiche: Man kommt mit wenigen Bauteilen schon sehr weit!

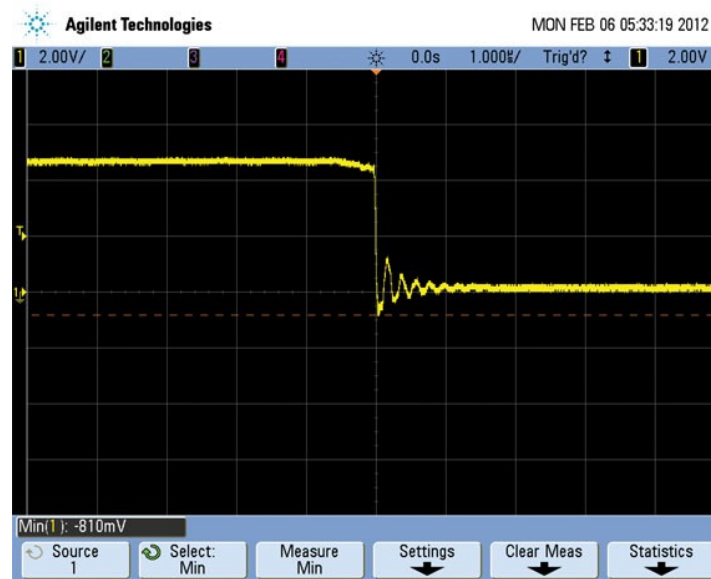
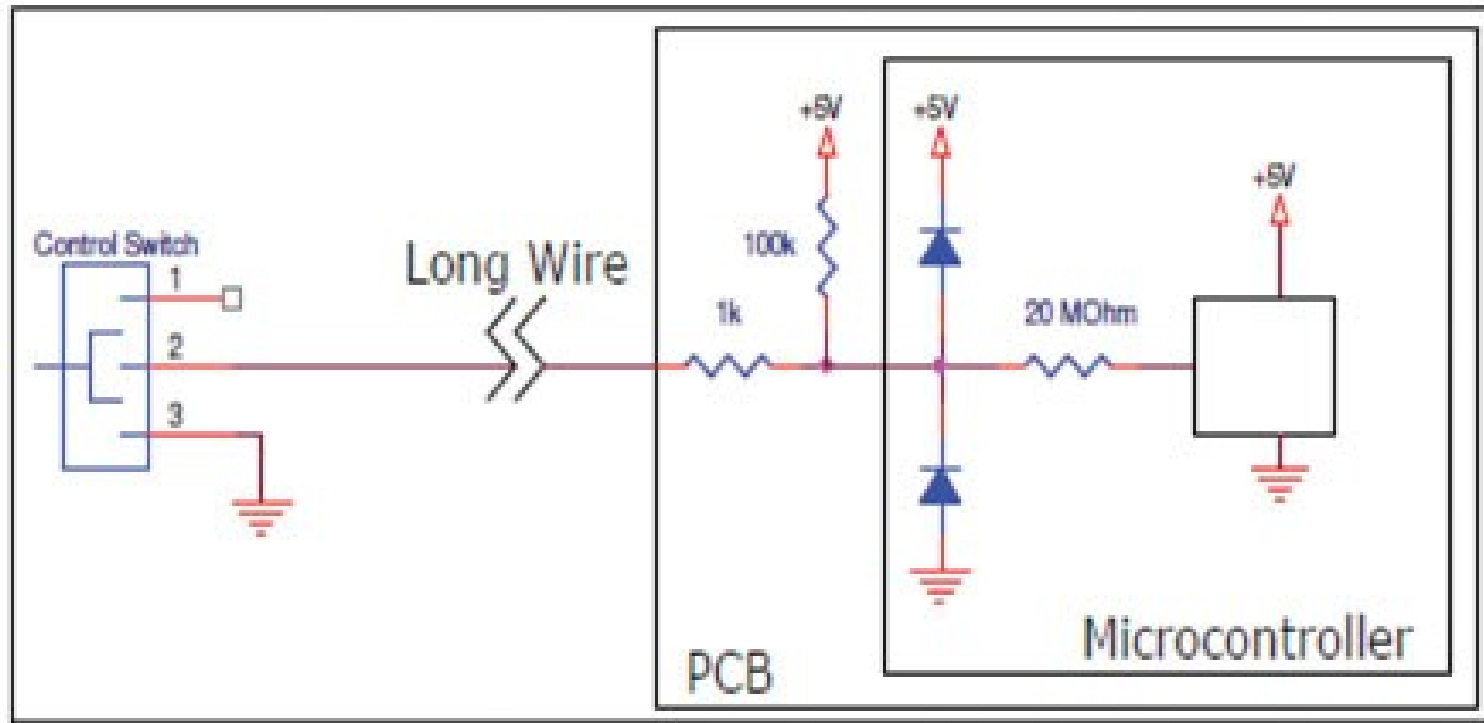
# Schutz digitaler Eingänge

- Digitale Eingänge von Mikrocontrollern haben einen zulässigen Spannungsbereich. Meist 0V bis VCC zzgl. kleinem Intervall ( $\sim 0.7V$ )
- Bei Kabelverbindungen zu anderen Geräten ist Schutz notwendig.
- Er kann aber auch auf dem PCB hilfreich sein, gerade um Fehler einzudämmen.

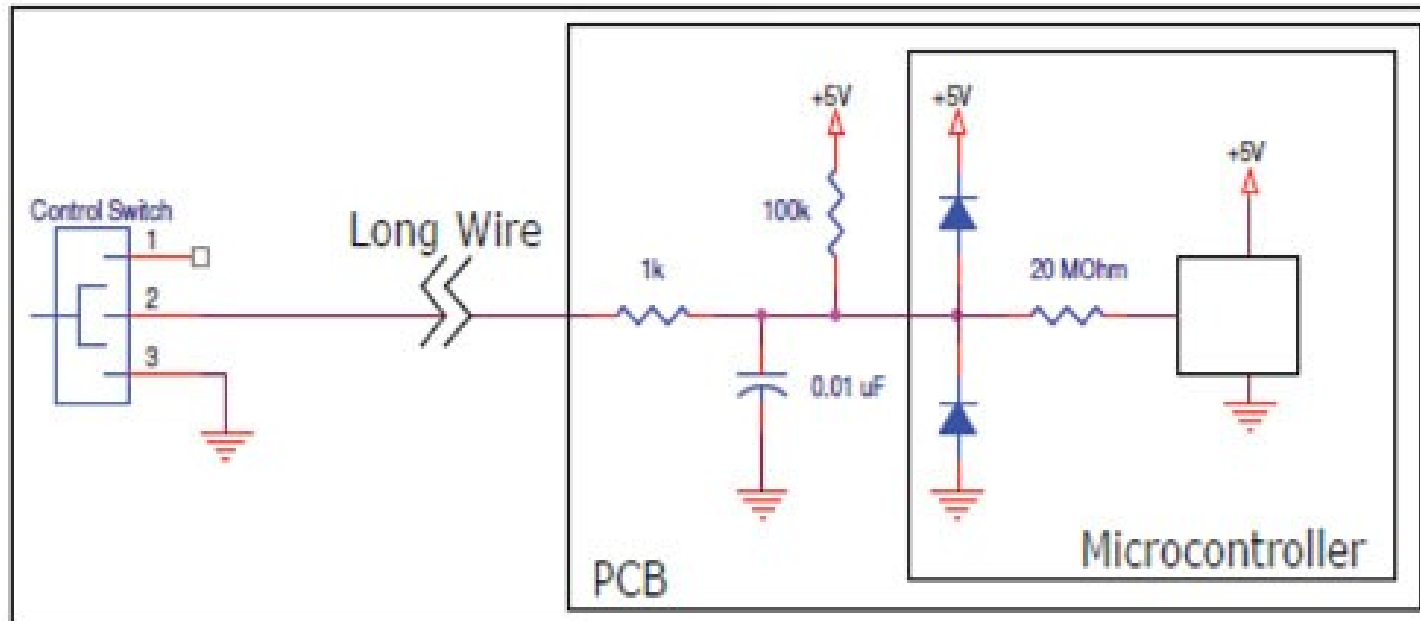
# Schutz digitaler Eingänge



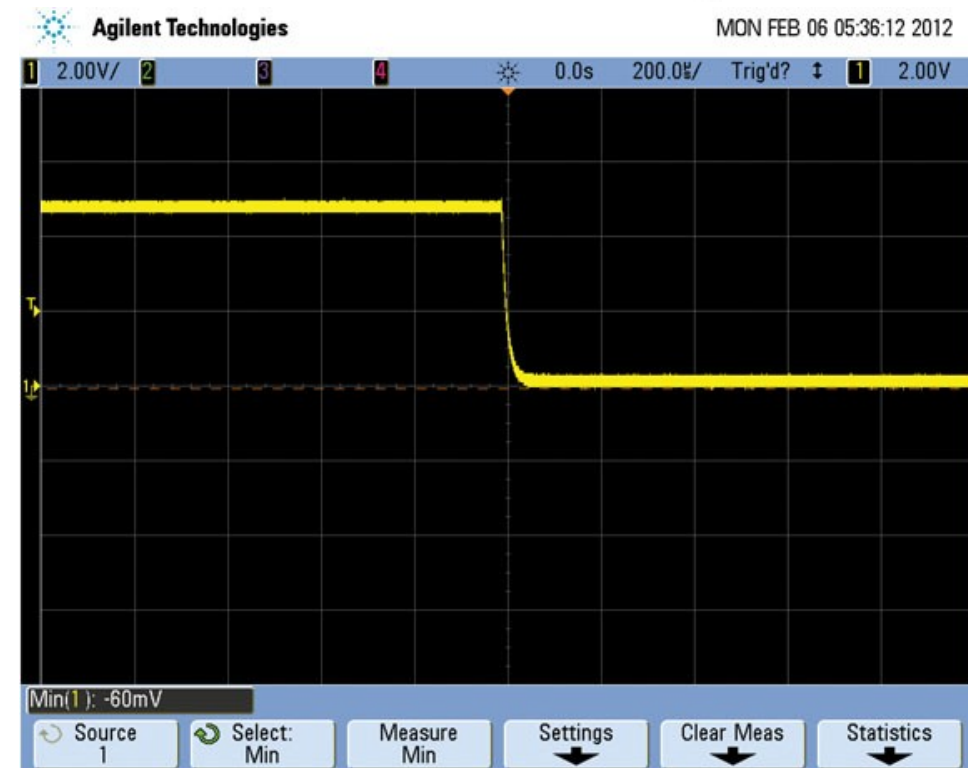
# Schutz durch Strom-Begrenzung



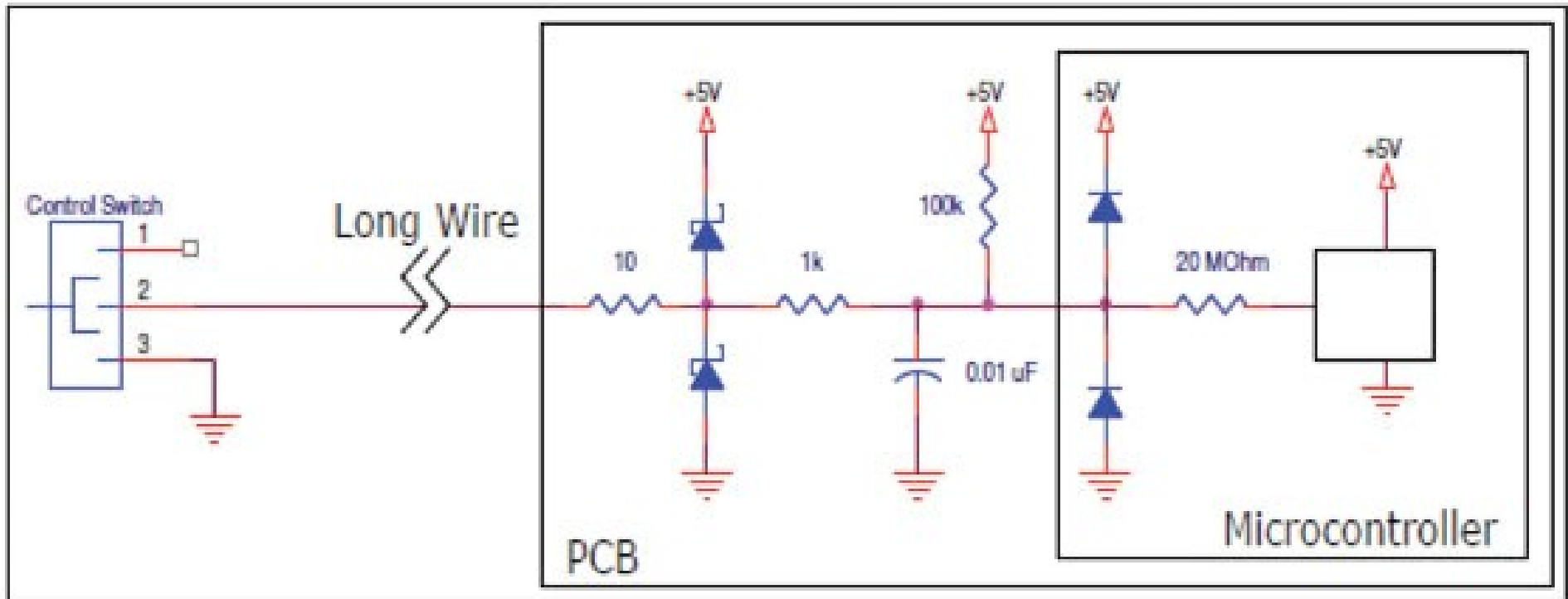
# Tiefpass-Filter



- Tiefpass-Filter aus Widerstand und Kondensator (RC).
- Bauteil-Werte hängen vom Protokoll ab (Frequenz bzw. Steilheit/Ansteigezeit der Flanken).



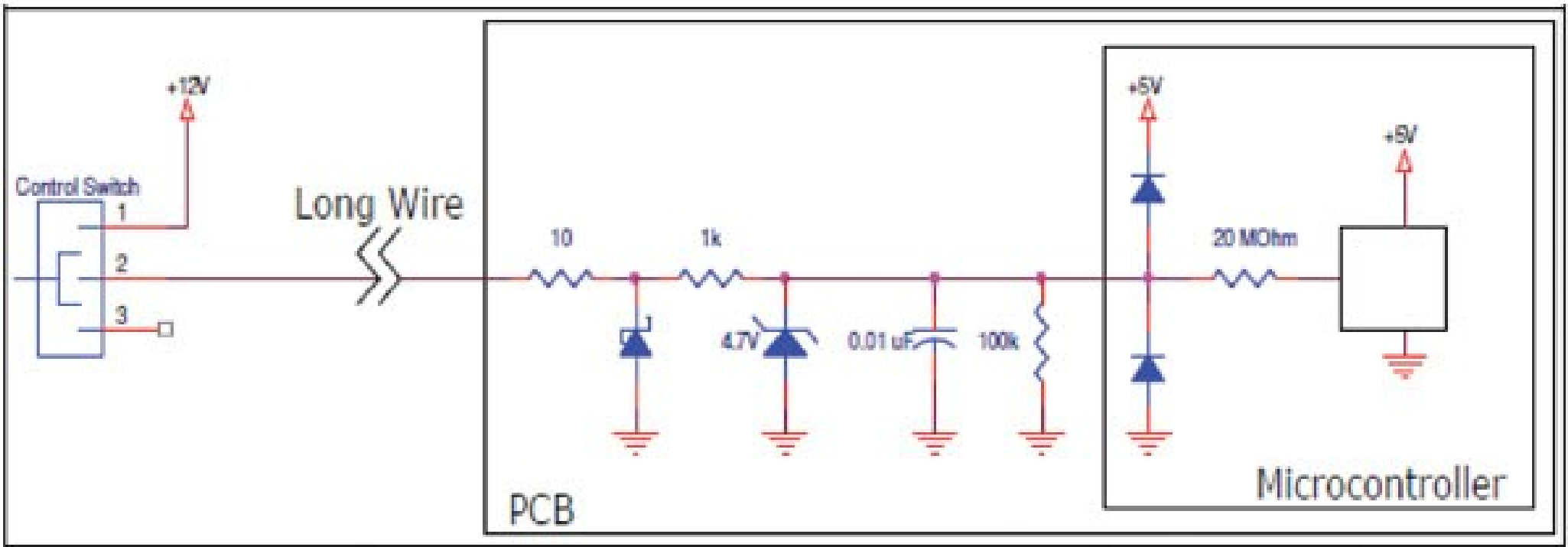
# Externe Schutz-Dioden



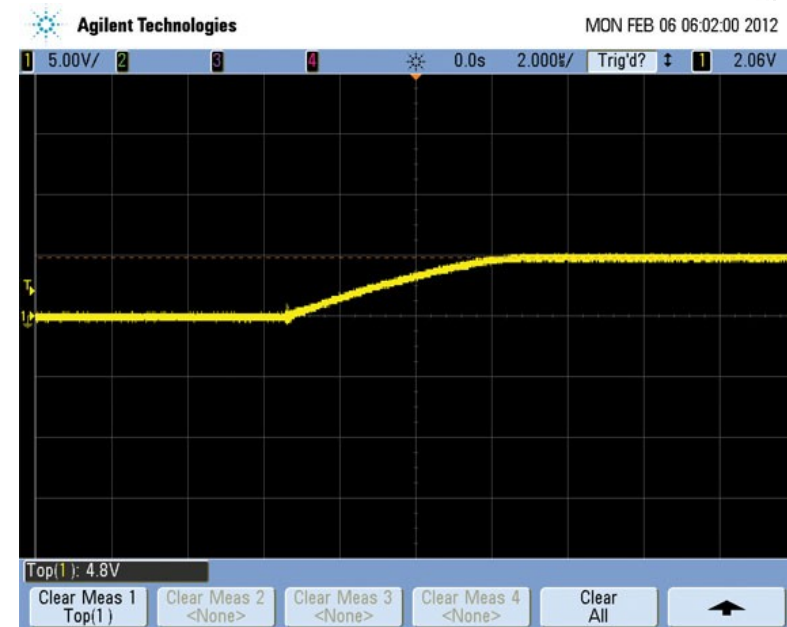
- Schottky-Dioden wegen geringerem Spannungs-Abfall
- Schützt bzw. „deaktiviert“ die internen Dioden des Mikrocontrollers



# Erkennen höherer Spannungen

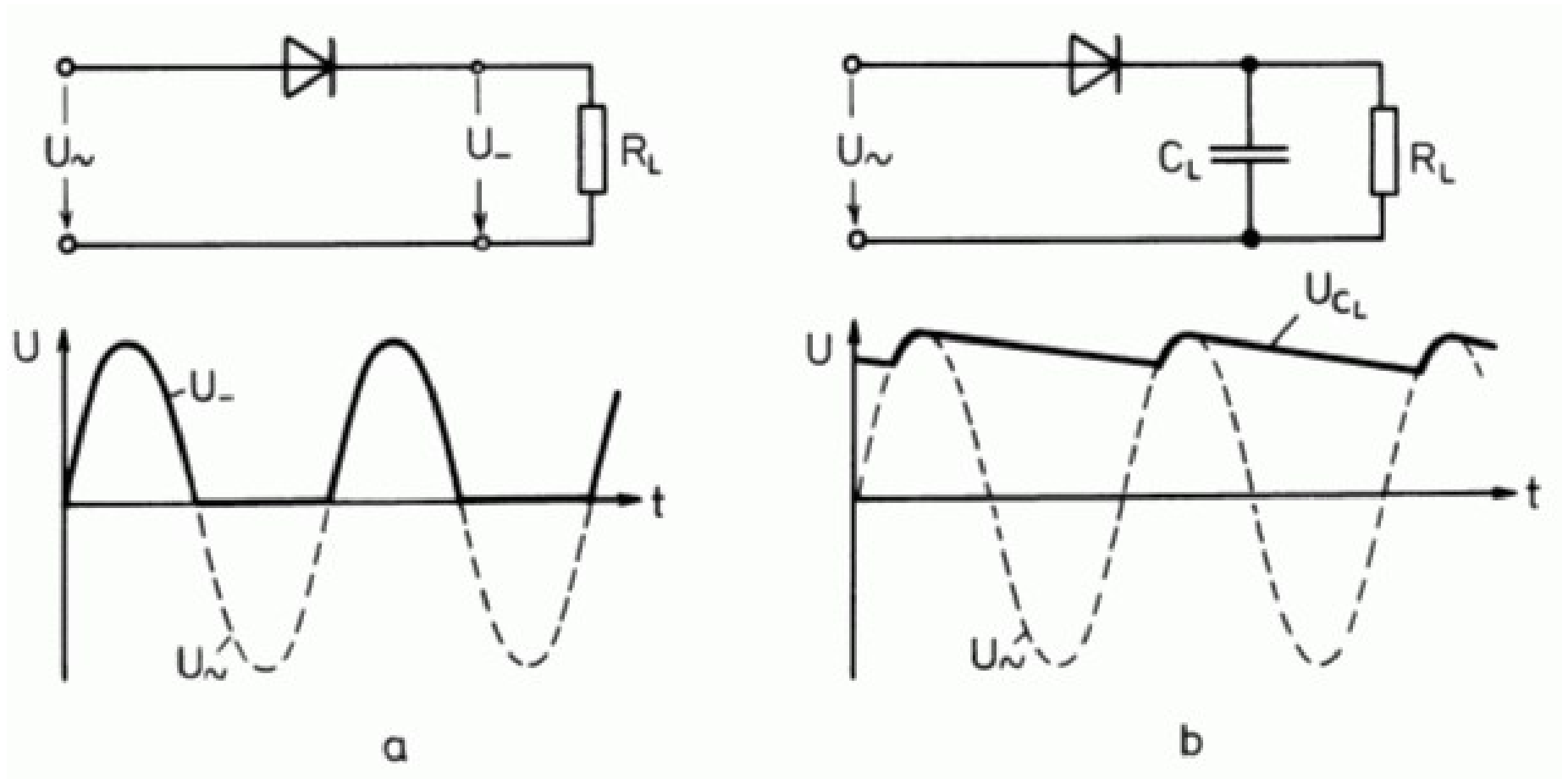


- Absenken der Spannung mittels Zener-Diode
- Schaltung ist relativ unabhängig von der Eingangs-Spannung. Es ist aber wichtig, die Spannungs-Abfälle und max. Leistung im Blick zu behalten.



# Erkennen von Wechselspannung

- Gleichrichten durch Diode und Glättungskondensator
- danach ggf. Spannung senken



# Das war's!

- Schutz von Eingängen ist relativ einfach
- Man muss aber wissen, wogegen man schützt und was „gute“ (sichere) Reaktionen sind
- Perfekten Überspannungsschutz gibt es nicht
- Es ist wichtig, Leistung und maximale Spannungen von Komponenten zu beachten