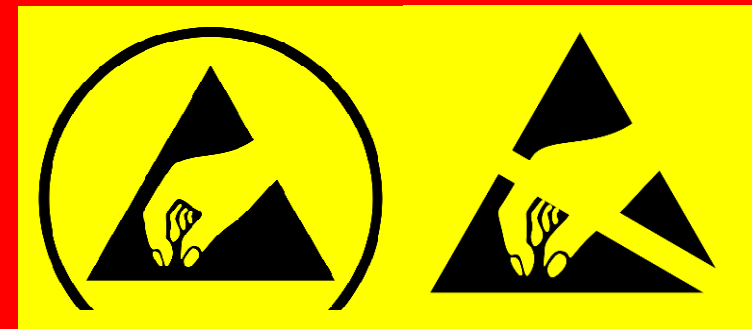


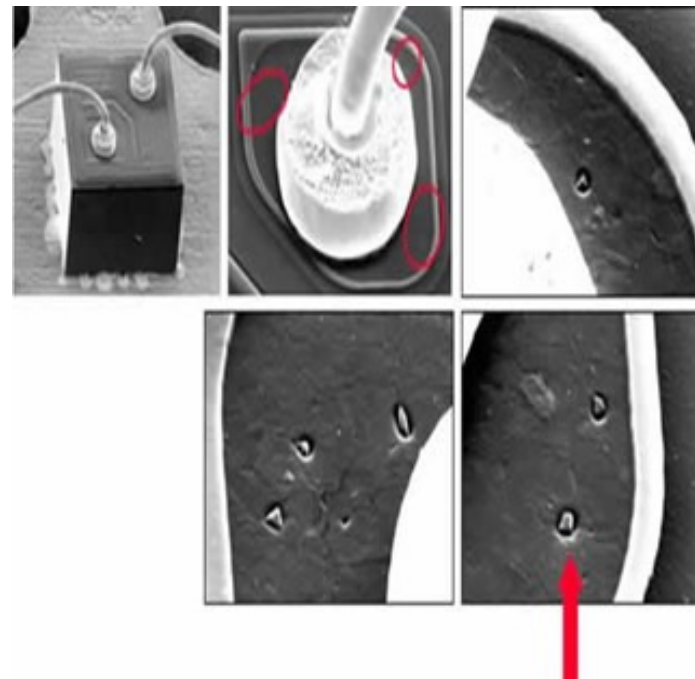
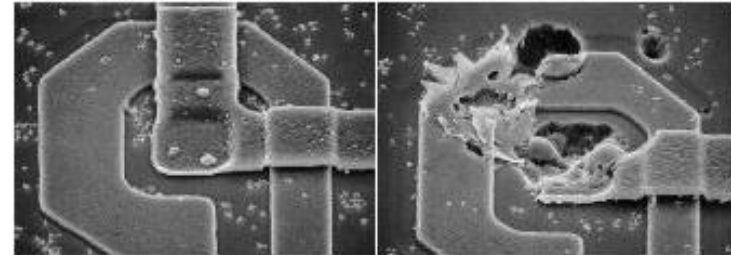
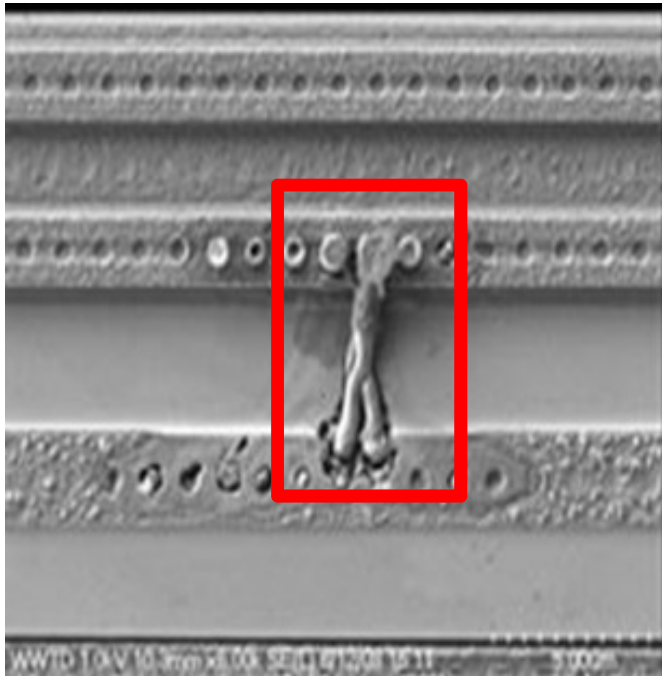
Effektiver ESD-Schutz mit TVS-Dioden



Dipl. Ing. (FH) Robert Demharter



ESD / Transientenschutz: Beschädigte Schaltkreise





ESD / Transientenschutz: Quellen von ESD

Typische Werte elektrostatische Spannungen vom Triboelektrischen Effekt:

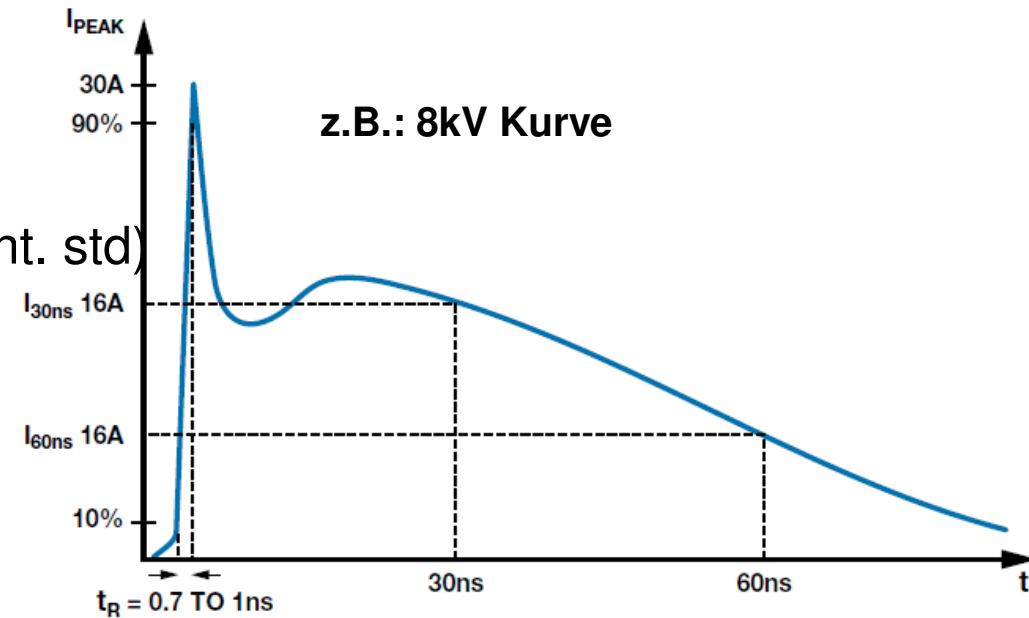
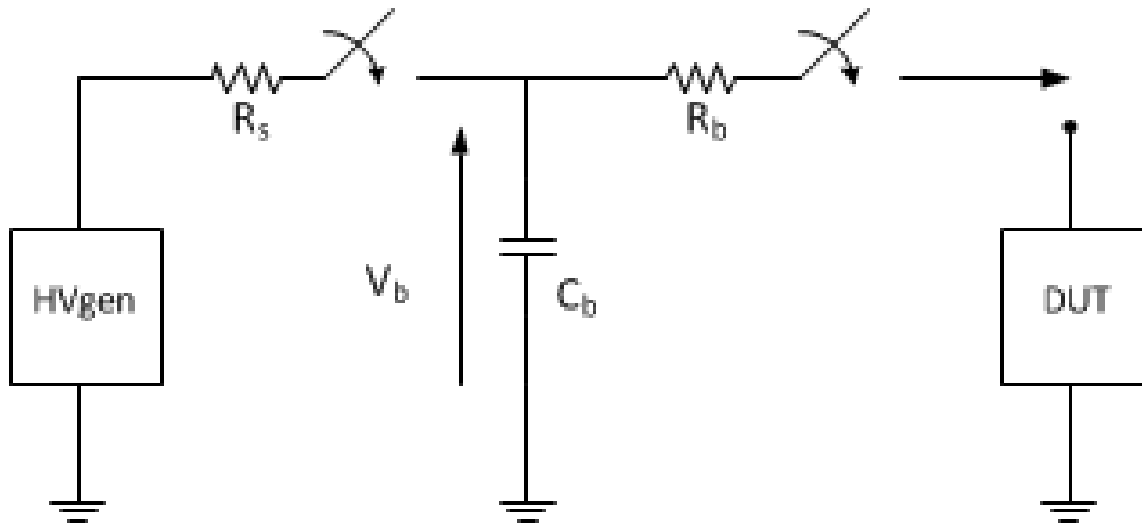
ESD Quelle	ESD Spannung 10% to 20% RH	ESD Spannung 60% to 90% RH
Laufen über einen Teppich	35 kV	1500 V
Laufen über einen Vinylboden	12 kV	250 V
Hin und herbewegen auf einer Bank	6 kV	100 V
Öffnen eines Vinylumschlags	7 kV	600 V
Aufheben eines Kunststofftasche	20 kV	1200 V
Sitzen auf einem Stuhl mit gepolsterteren Kunststoffschaum	18 kV	1500 V

ESD / Transientenschutz: Testimpuls Konfiguration

■ ESD Testgenerator:

- Kontaktentladung/Luftentladung
- 10 positive und 10 negative Entladungen (int. std)
Beginnend beim niedrigsten Impulslevel.

■ Die Kurve entsteht durch den HBM Kreis:

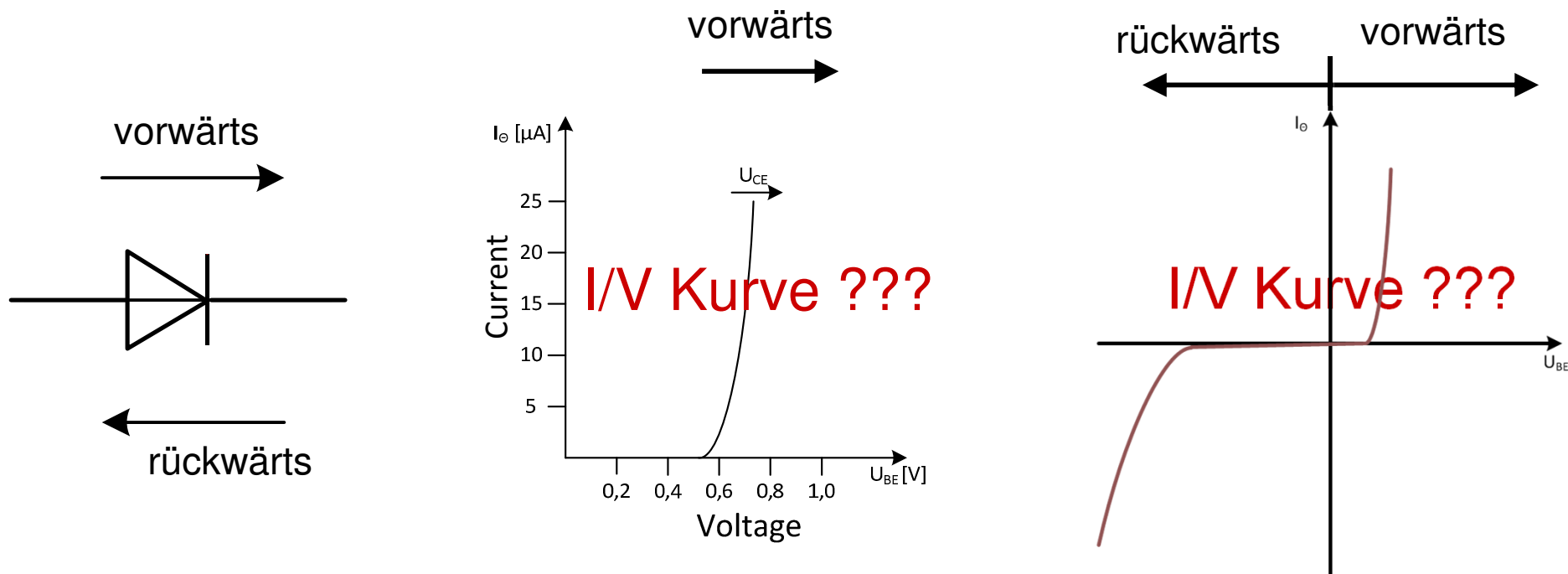


Mit den Werten von EN 61000-4-2 => $R_s=50-100M\Omega$, $C_b=150pF$, $R_b=330\Omega$, $R_{DUT}=2\Omega$

ESD / Transientenschutz: Dioden und Zenerdioden

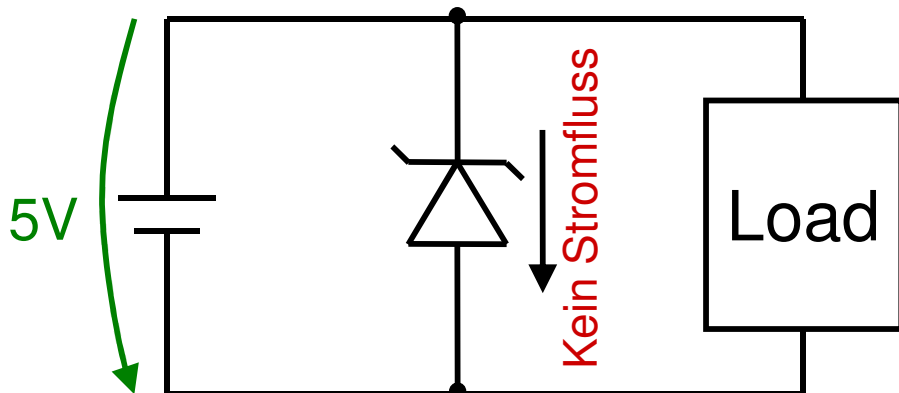
Eine **Diode** ist ein elektrisches Bauteil, **welches Strom nur in eine Richtung durchlässt** und blockt Strom in die Rückwärtsrichtung.

Z-Dioden haben dasselbe Verhalten in Vorwärtsrichtung, jedoch **in Rückwärtsrichtung werden Sie leitend bei einer definierten Spannung**.

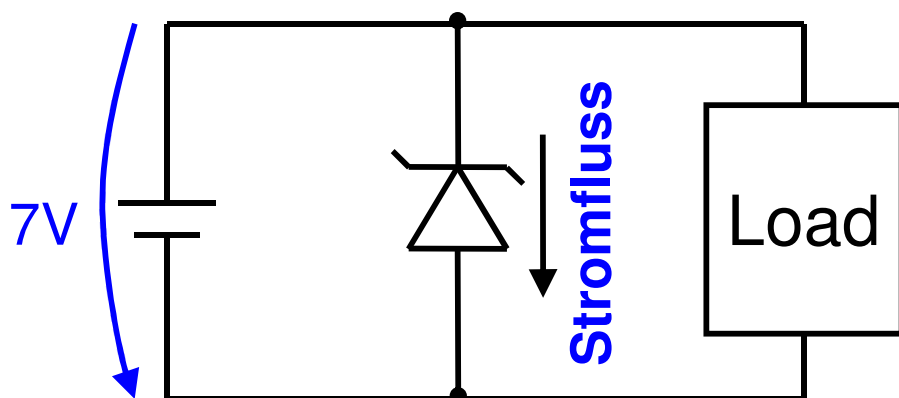


ESD / Transientenschutz: Dioden und Zenerdioden

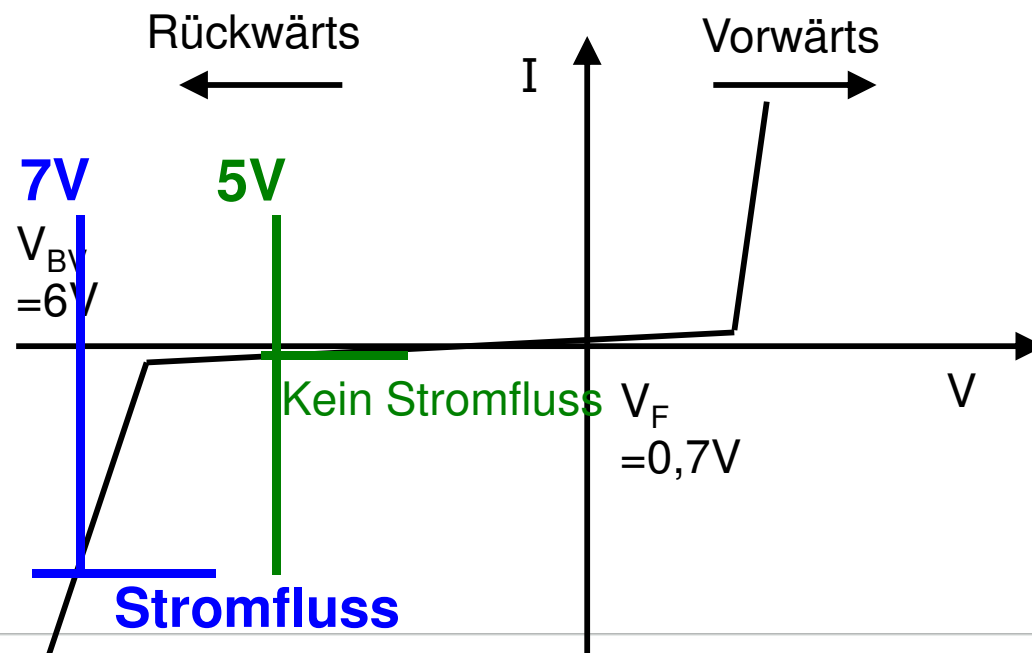
Zenerdioden oder TVS Dioden werden in Rückwärtsrichtung betrieben



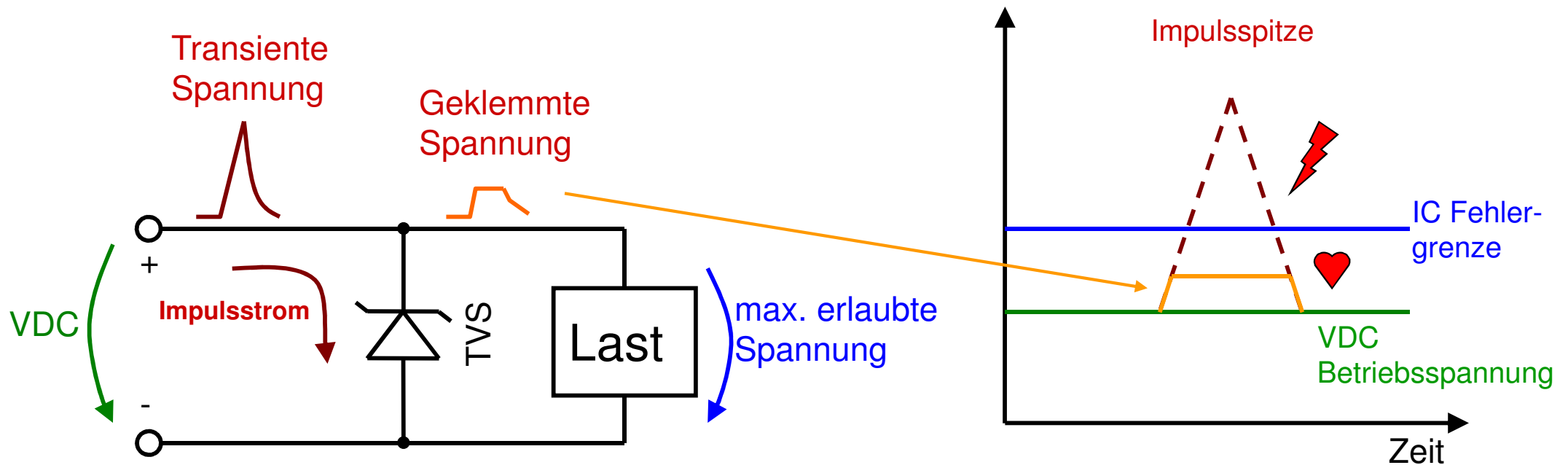
Es fließt kein Strom durch die Diode, da die Durchbruchspannung nicht erreicht ist.



Wenn die Spannung größer ist als die Durchbruchspannung, fließt ein Strom durch die Diode.



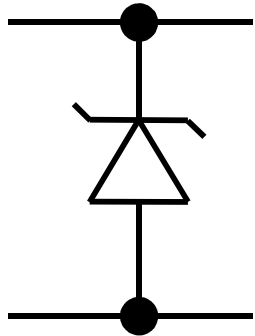
ESD / Transientenschutz: Szenario



ESD / Transientenschutz: Topologien

Uni-polar

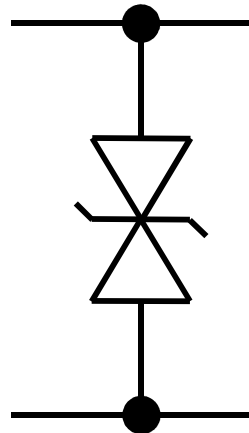
I/O



GND

Bi-polar

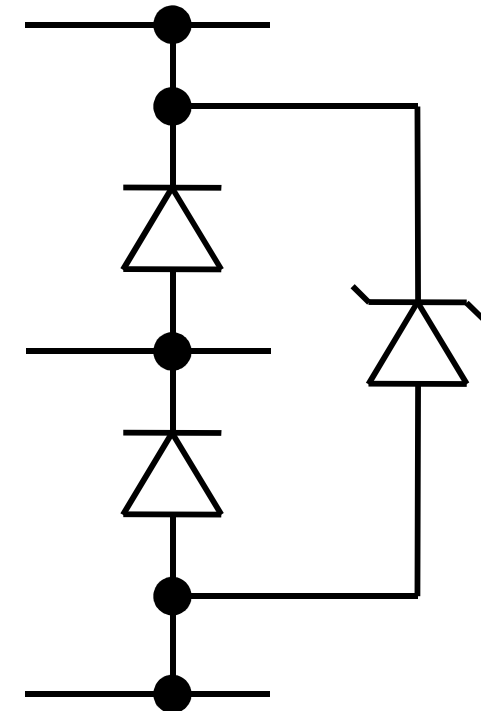
I/O



GND

Rail-to-Rail

VCC



GND

ESD / Transientenschutz: Topologie Unterschied

Uni- / Bi-direktionaler Schutz 824 02x 824 04x	Rail-to-Rail Schutz 824 00x 824 01x
Sehr gute ESD Schutz Fähigkeit	Sehr gute ESD Schutz Fähigkeit
Gute Surge Schutz Fähigkeit	Geringe Surge Schutz Fähigkeit
Medium- und High-Speed Datenleitungen	Ultra-High-Speed Datenleitungen
Nur eine Referenzspannung wird benötigt	Zwei Referenzspannungen werden benötigt
Geringer Preis pro geschützte Leitung	Hoher Preis pro geschützte Leitung



Typische Anwendungen: Interfaceschutz

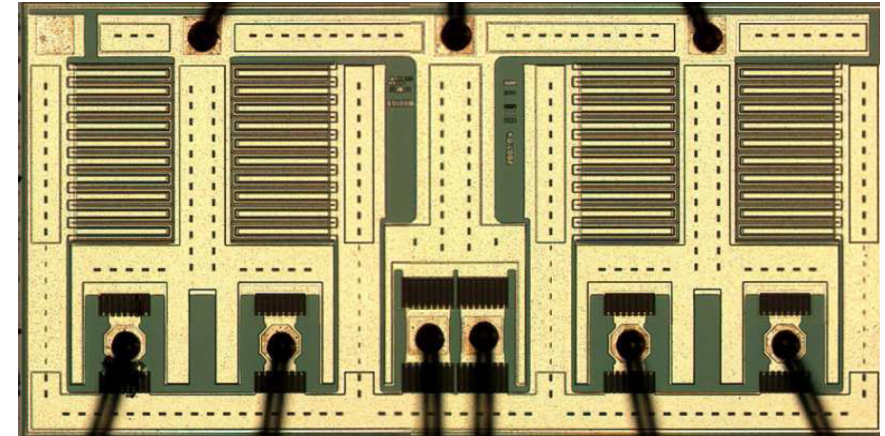
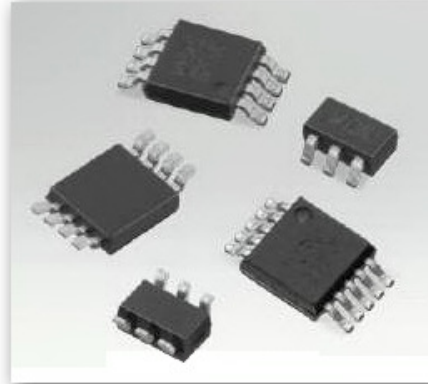
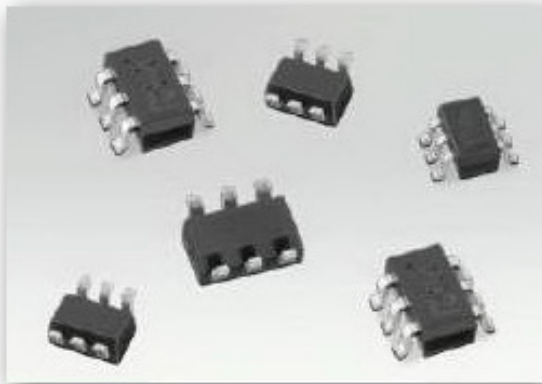
- **USB 1.0 / 2.0 / 3.1**
- **Ethernet**
- **RS-232 / RS-485**
- **CAN**
- **PROFIBUS**
- **Serial ATA**
- **FireWire**
- **DVI**
- **HDMI**
- **...**

ESD / Transientenschutz: WE Produkte

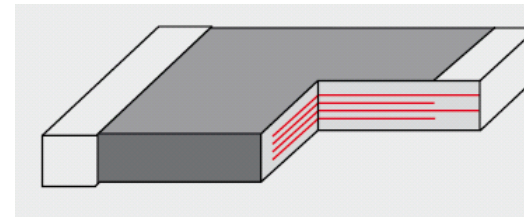
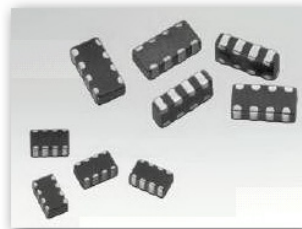


WE-TVS

(Standard Series / High Speed / Super Speed)



WE-VS / WE-VE(ULC)/ WE-VEA(ULC)



ESD / Transientenschutz: Auswahlprozess

ESD-Suppressoren unterscheiden sich von SMD-Varistoren durch ihre niedrigere und spezifizierte Kapazität.

- 1. Bestimme die Betriebsspannung**
Überprüfe die typischen Applikationen
- 2. Auswahl des passenden Kapazitätswertes**
- 3. Überprüfung der maximalen Klemmspannung**



Der Auswahlprozess einer TVS Diode ist der gleiche wie oben erwähnt, mit den folgenden Zusätzen:

- 1.** TVS können uni oder bi-direktional sein
- 2.** V_{DD} Pin muss in manchen Fällen verbunden werden



ESD / Transientenschutz: Auswahlprozess

1. Bestimme die Betriebsspannung Überprüfe die typischen Applikationen

Ist es möglich, ein Bauteil mit einer höheren zulässigen Betriebsspannung zu wählen?
Der Ableitstrom ist geringer, die Klemmspannung höher.

Die Prüfung der Anwendungen, wird die Wahl vereinfachen.

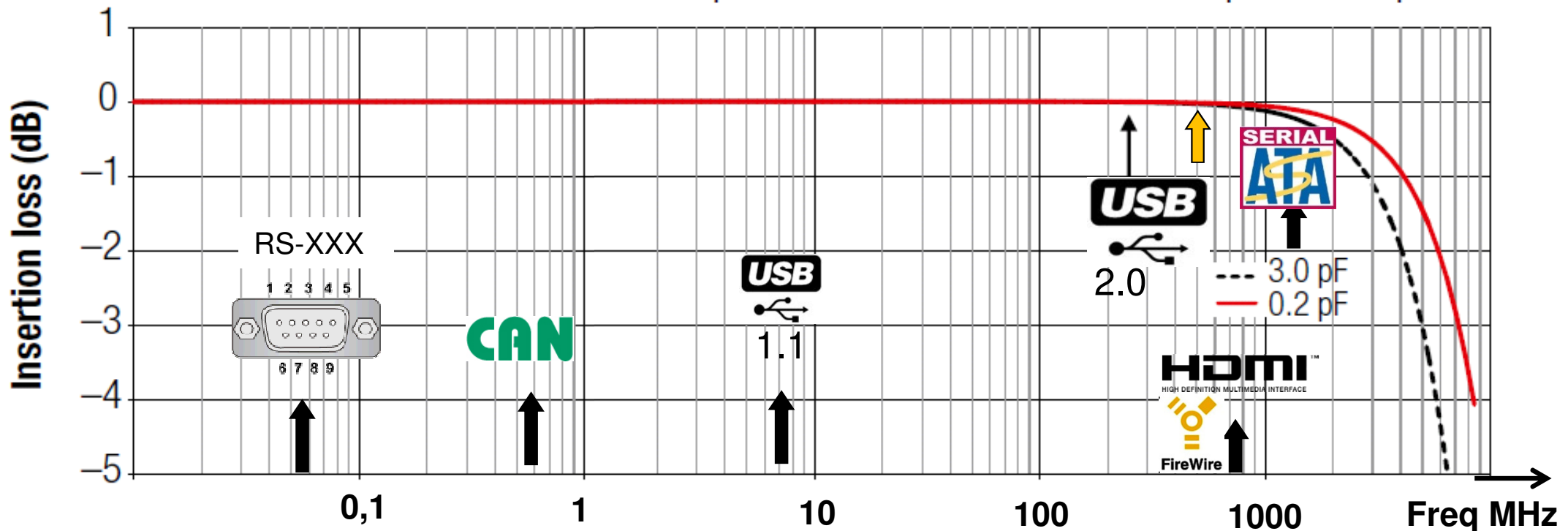
Electrical properties: Size 0402							
Order Code	V _{DC} (V)	C (pF)	V _C (V)	I _{Leak} (μA)	R (MΩ)	Typical Applications	Qty.
823 57 050 100	5	10	60	1	10	USB 1.1/RS-232/LAN 10 Mbit	10000
823 57 050 220	5	22	55			CAN Bus	
823 57 050 330	5	33	55			RS-422	
823 57 050 560	5	56	55			RS-422 & IrDA 1.0	
823 57 120 050	12	5	80			USB 1.1/USB 2.0	
823 57 120 100	12	10	60			USB 1.1/RS-232/LAN 10 Mbit	
823 57 120 220	12	22	55				
823 57 240 010	24	1	200				
823 57 240 030	24	3	180			USB 2.0/LAN 100 Mbit	

ESD / Transientenschutz: Auswahlprozess

2. Auswahl des passenden Kapazitätswertes

Für die Signalintegrität ist es wichtig, eine Kapazität zu wählen, die der Datenrate entspricht.

Comparison of the insertion loss of 0.2 pF and 3.0 pF



ESD / Transientenschutz: Auswahlprozess

3. Überprüfung der maximalen Klemmspannung

Die Klemmspannung ist eine Maß des Schutz eines ESD-Suppressors.

Diese sollte niedriger sein als die Spannungstabilität des zu schützenden Stromkreises.

Electrical properties: Size 0402							
Order Code	V _{DC} (V)	C (pF)	V _C (V)	I _{Leak} (μA)	R (MΩ)	Typical Applications	Qty.
823 57 050 100	5	10	60	1	10	USB 1.1/RS-232/LAN 10 Mbit	10000
823 57 050 220	5	22	55			CAN Bus	
823 57 050 330	5	33	55			RS-422	
823 57 050 560	5	56	55			RS-422 & IrDA 1.0	
823 57 120 050	12	5	80			USB 1.1/USB 2.0	
823 57 120 100	12	10	60			USB 1.1/RS-232/LAN 10 Mbit	
823 57 120 220	12	22	55				
823 57 240 010	24	1	200				
823 57 240 030	24	3	180			USB 2.0/LAN 100 Mbit	

ESD / Transientenschutz: TVS Auswahlprozess



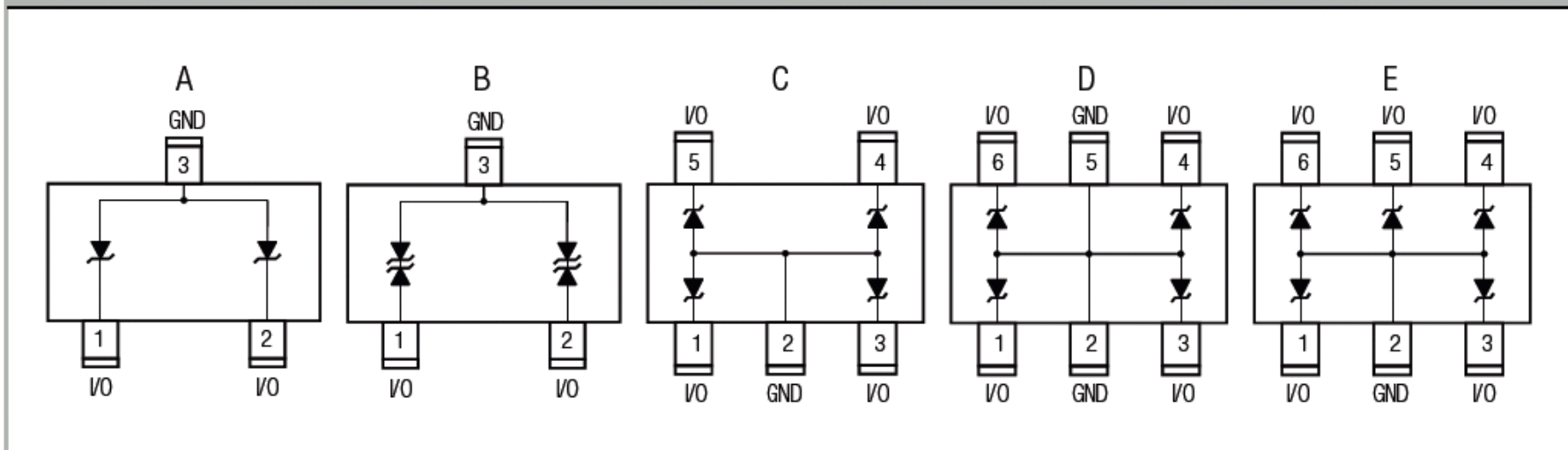
Electrical properties (3.3 V Operating Systems)

Die Auswahl kann auch für uni- oder bidirektionales Verhalten erfolgen.

Schaltbild A für unidirektional

Schaltbild B-C-D-E for bidirektional

Schematics



824 001	SOT23-6L		6.2	1.0	5	2	9.0	14	15/8
---------	----------	--	-----	-----	---	---	-----	----	------

ESD Air/Contact (kV)

30/24

ESD Air/Contact (kV)

20/12

20/12

16/12

ESD Air/Contact (kV)

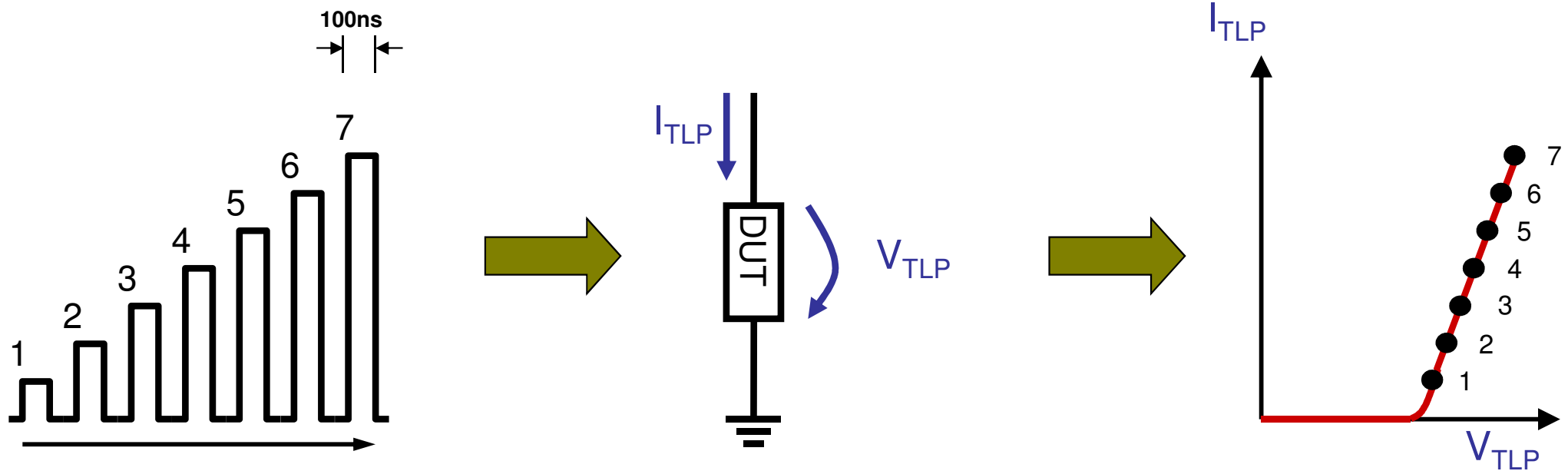
15/8

p ESD V Air/Contact (kV)

.5 16/12

3 20/12

TLP – Transmission Line Pulsing

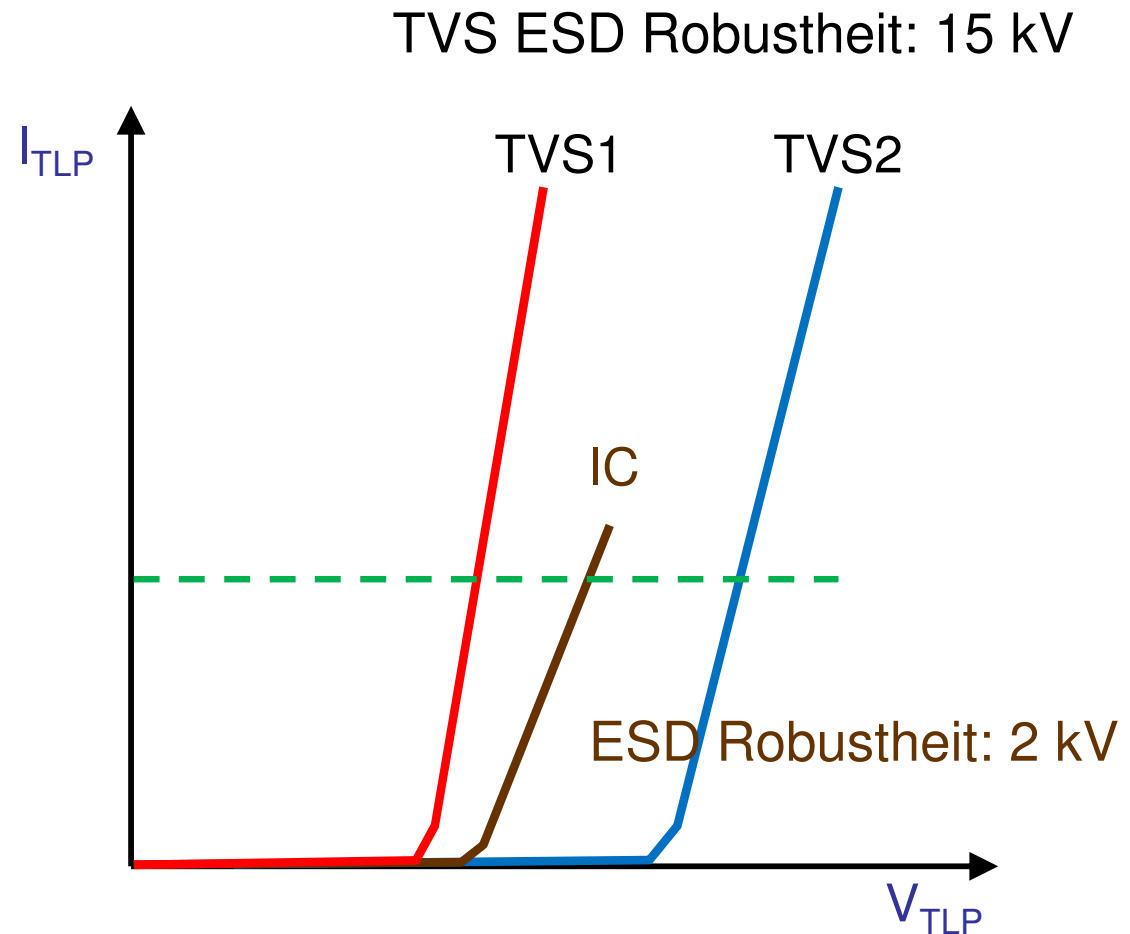


TVS vs IC: Verbesserung ESD Robustheit

Theorie vs. Realität

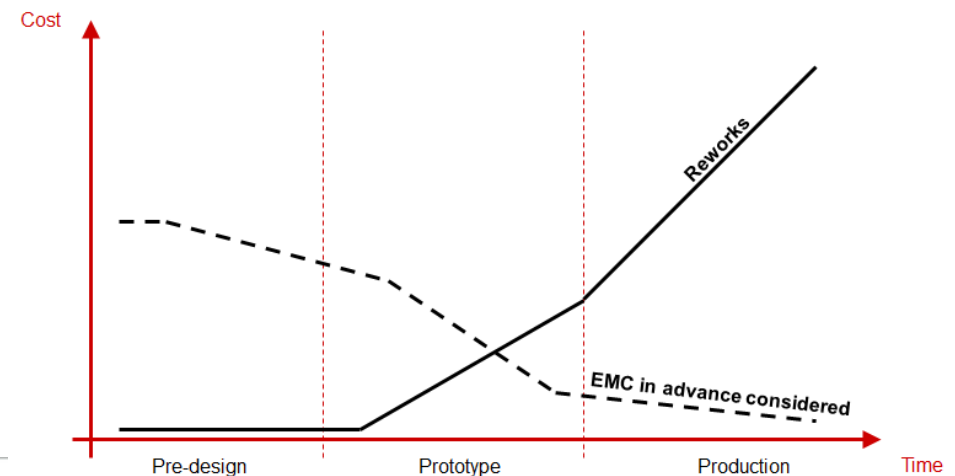


Wer schützt wen?



ESD / Transientenschutz: Gründe

- Der ESD-Schutz sollte Teil des ursprünglichen Systemdesigns sein
- ESD-Abhärtung eines Systems umfasst die elektrischen und mechanischen Teil
- Digitale Schaltungen reagieren empfindlicher auf ESD-Störungen als analoge Schaltungen
- ESD hat ein Spektralgehalt von bis zu 4 GHz
- Flachbandkabel sind besonders anfällig für ESD (WE-TS kann Abhilfe schaffen)
- Alle Schleifen auf der Leiterplatte sollten so klein wie möglich gehalten werden
- Ferrite könne ESD Ströme wirksam begrenzen



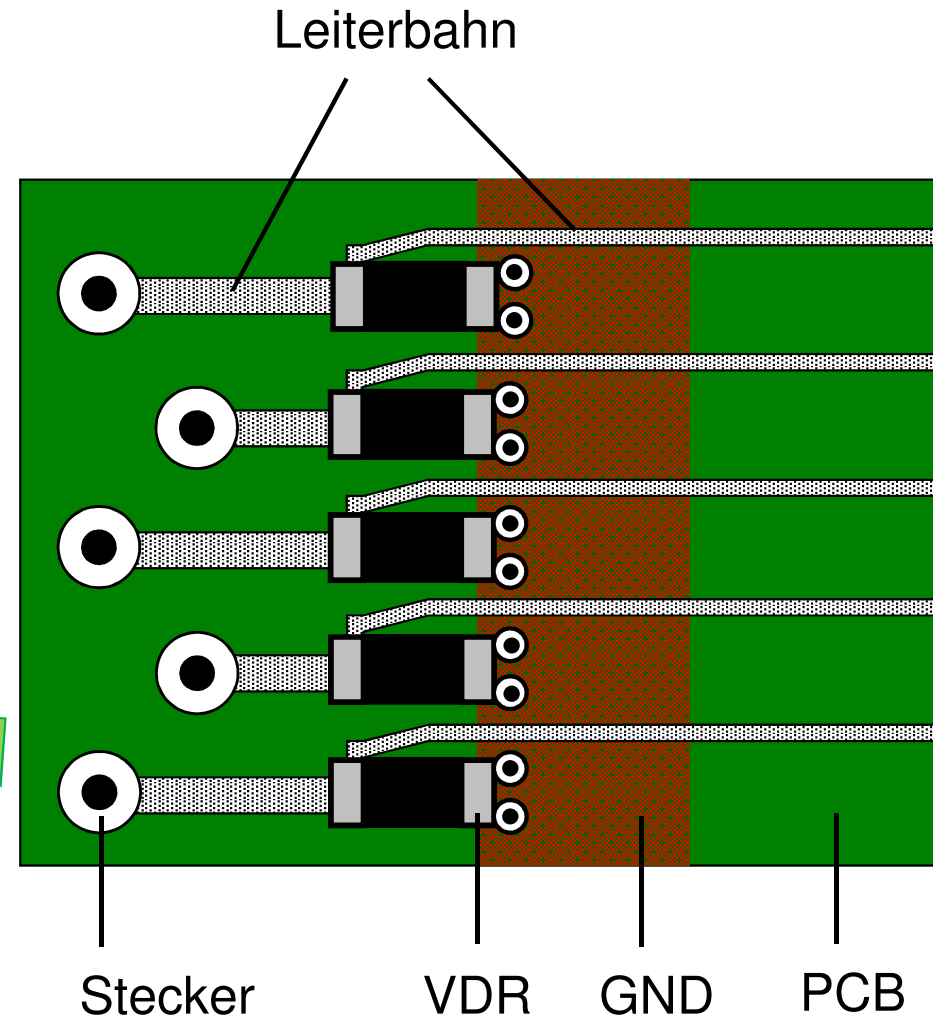


ESD PCB LAYOUT EMPFEHLUNGEN

PCB Layout Empfehlung: Platzierung

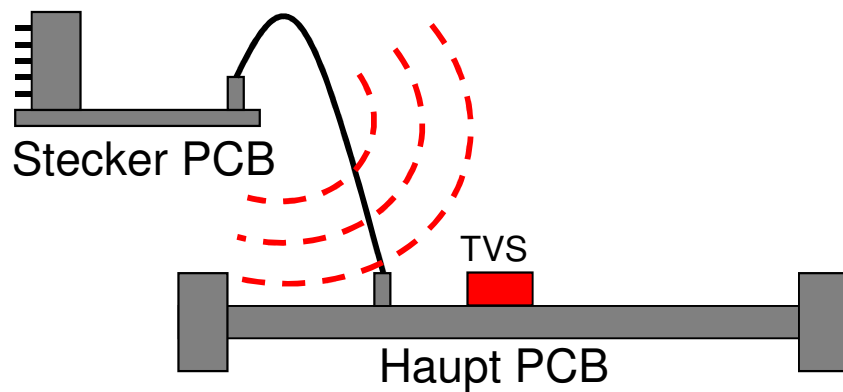
- Die Leiterbahnen vom Stecker zum ESD-Suppressor sind kurz und breit, wenn möglich => geringe Induktivität
- ESD-Suppressor ist mit dem anderen Pin auf einer großen Massefläche verbunden, um einwandfrei zu funktionieren
- Es darf keine andere Leiterbahn Stecker und ESD-Suppressor kreuzen => kein überlagerter ESD-Impuls wird übertragen und kann sich auf der Leiterplatte ausbreiten

D-SUB Stecker

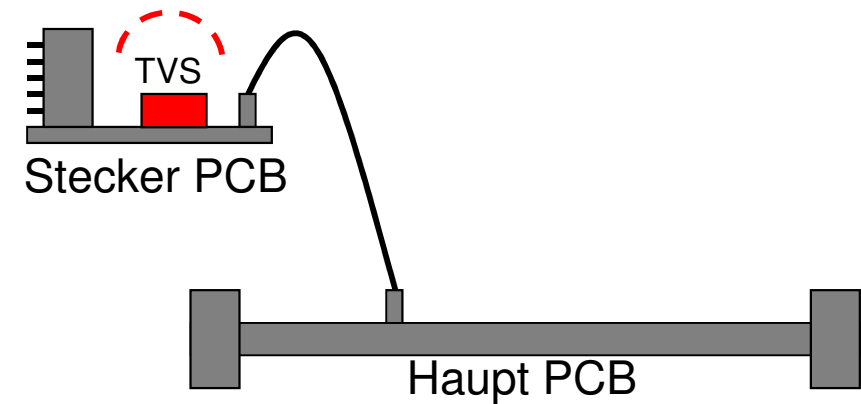


PCB Layout Empfehlung: Platzierung

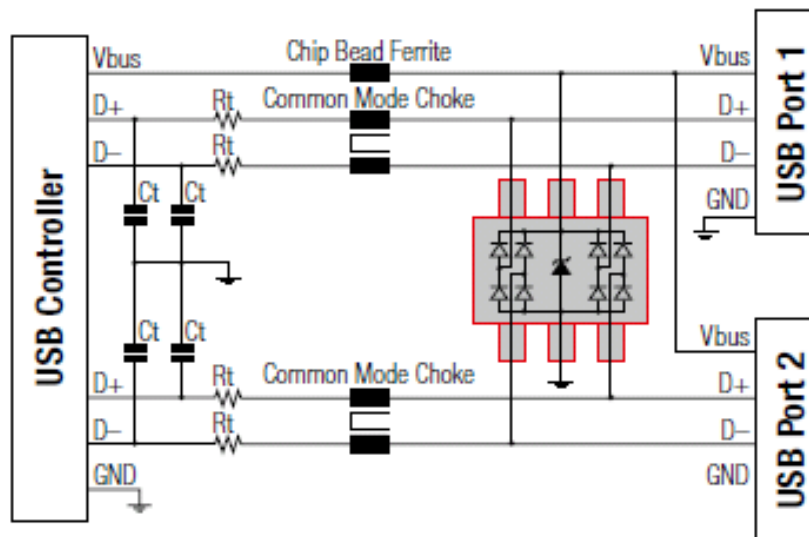
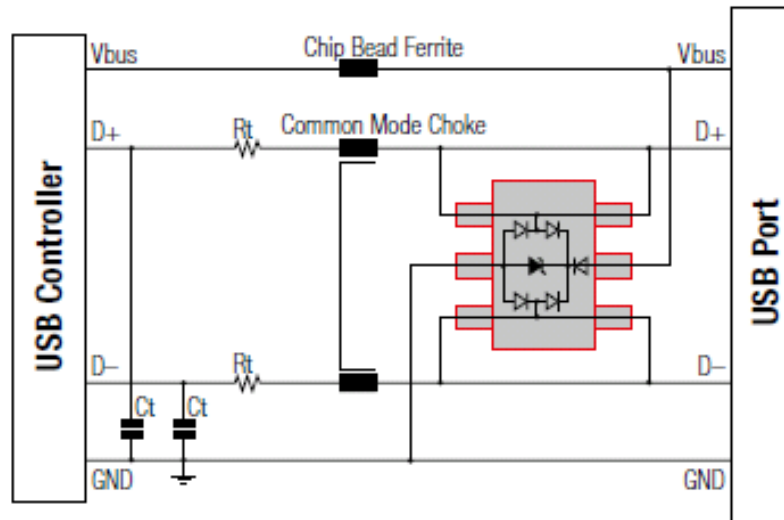
Nicht Gut



Gut

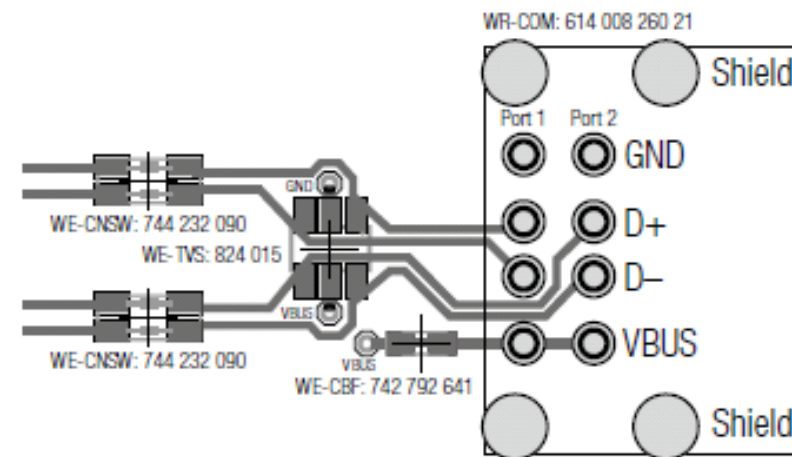
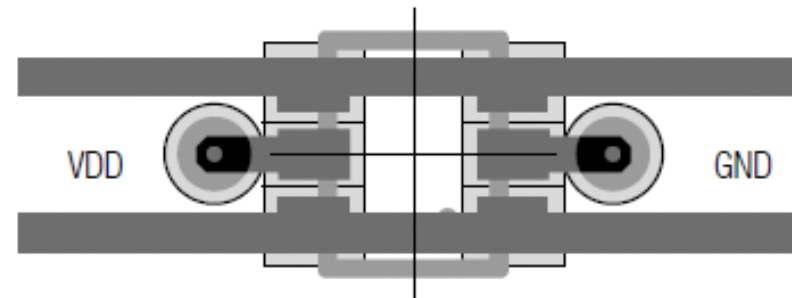


USB 2.0 : Mit TVS

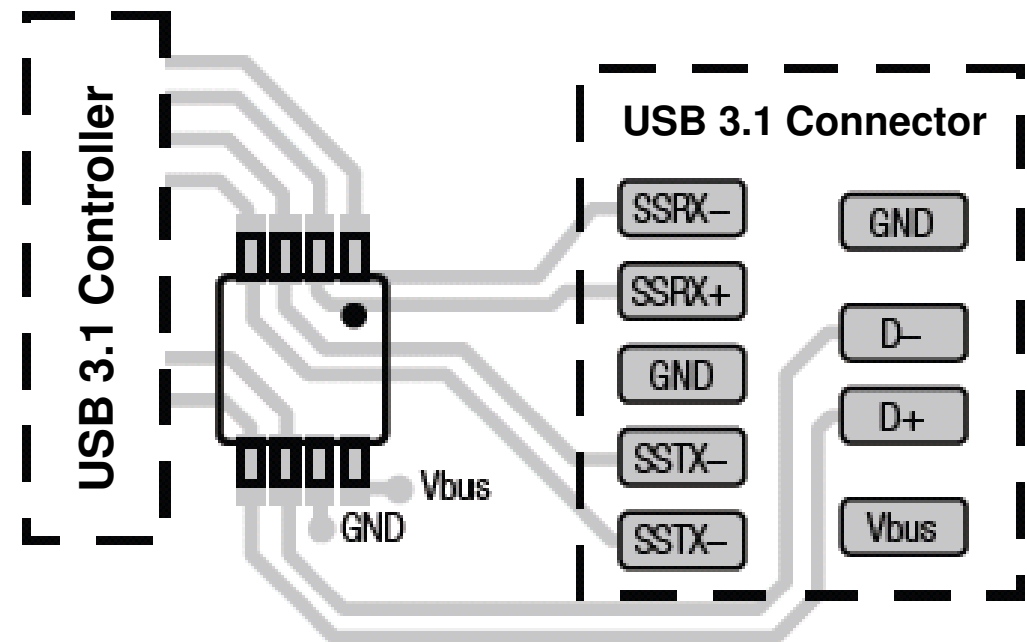
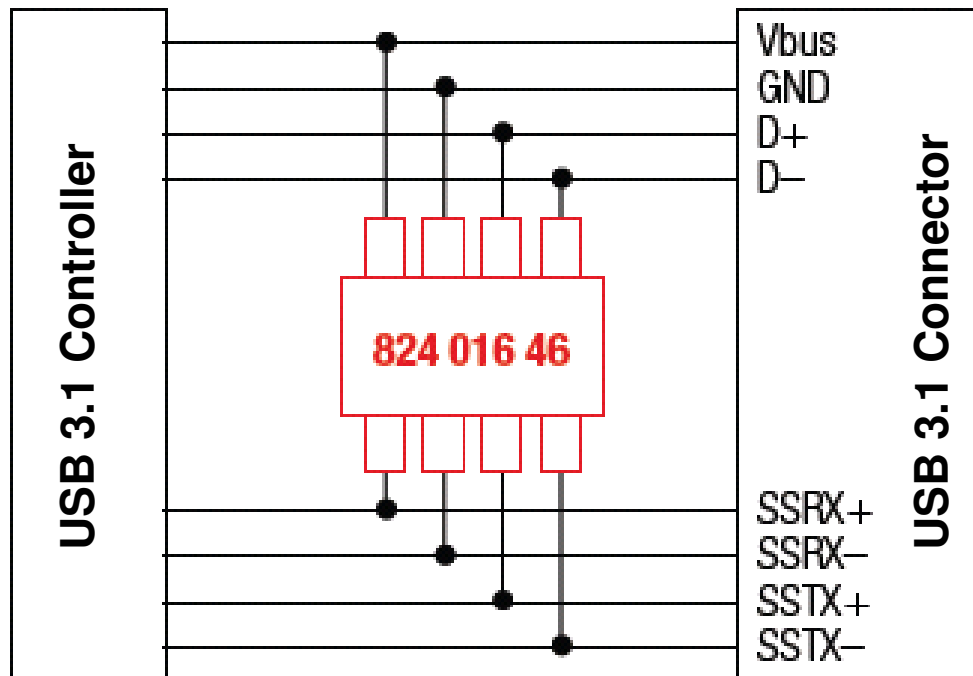


Flow Thru Design

WE-TVS: 824 001x

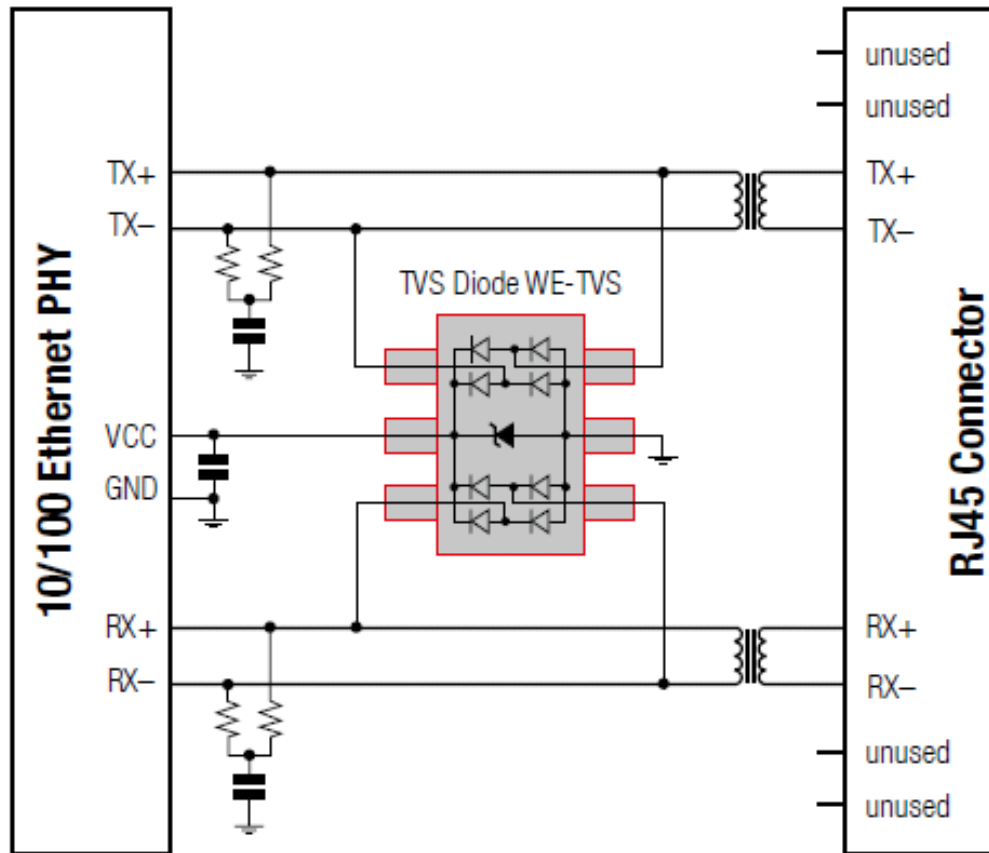


USB 3.1 : Mit TVS

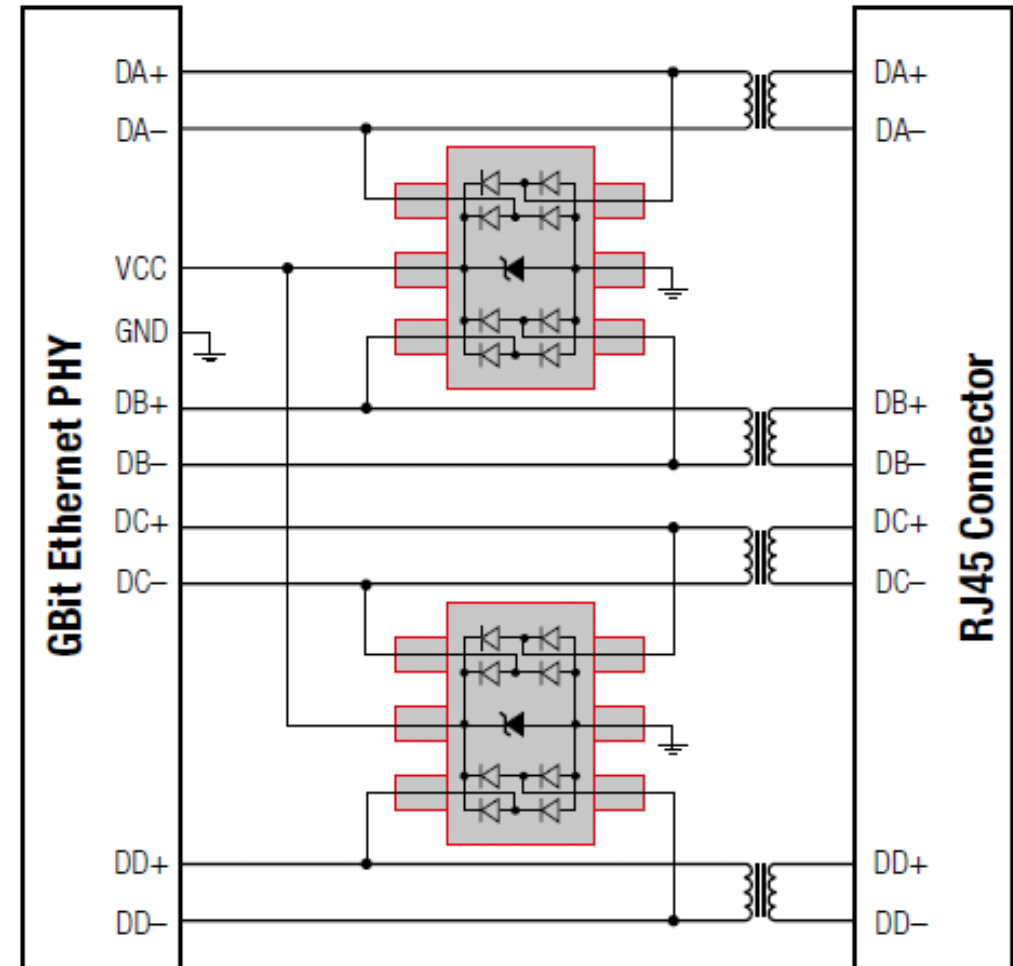


Ethernet: Mit TVS

10/100BaseT



1000BaseT





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen?



Bibliography

- **1)Protek Device website** (http://www.protekdevices.com/Knowledge_Base/technical_articles.php)
- **2)EMC Engineering - Henry W. Ott** (Chapter #15)
- **3)EMC Engineering - Henry W. Ott** (Chapter #14.3 - Transient Immunity pag557-575)
- **4)Trilogy of Magnetics** (from page 311 up to 349)
- **5)(only Images) Analog Devices - Safeguard Your RS-485 Communication Networks from Harmful EMC Events**(http://www.analog.com/library/analogdialogue/archives/47-05/rs485_emc.pdf)
- **6) Glen Wallis - EMC presentation november 2010**
- **7) Designers Maximize TVS Diode Performance - Jim Lepkowski**
(<http://powerelectronics.com/site-files/powerelectronics.com/files/archive/powerelectronics.com/mag/603PET25.pdf>)
- **8)(only Images) <http://www.scantech7.com/esd-electrostatic-discharge-testing-sensitive-equipment-electronics/>** (transistor damage)
- **9)(only Images)<http://slideplayer.com/slide/6051683/>**