



SWITCH FOR EXPERTS

Technical Academy
Jost Schlamann, Field Application Engineer

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

WHAT IS A SWITCH?



Source: pixabay.com

WHAT IS A SWITCH?

an – aus – an....

und das ist alles ?



AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

- Wie den passenden Schalter auswählen?
- Mechanische Charakteristik von Tastern
- Prellen und Entprellen
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus?
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten
- IPxx-Klassifizierung
- Waschbarkeit



Wie den passenden Schalter auswählen?

Grundsätzliche Überlegungen

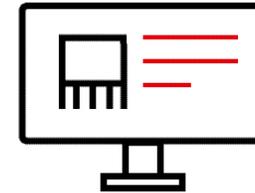
- Bestimmen Sie, was Sie brauchen
- Nutzen Sie Komponenten aus früheren Designs
- Vertrauenswürdige Quellen
- Beschaffung und Lieferzeiten
- Produktlebensdauer / EOL
- Verwenden Sie Standardkomponenten
- Kosten
- Muster und Verwendbarkeit



Wie den passenden Schalter auswählen?

Kriterien

- Technische Punkte



Wie den passenden Schalter auswählen?

Kriterien

- Technische Punkte
- Erscheinungsbild?



Source: pixabay.com



Source: Würth Elektronik

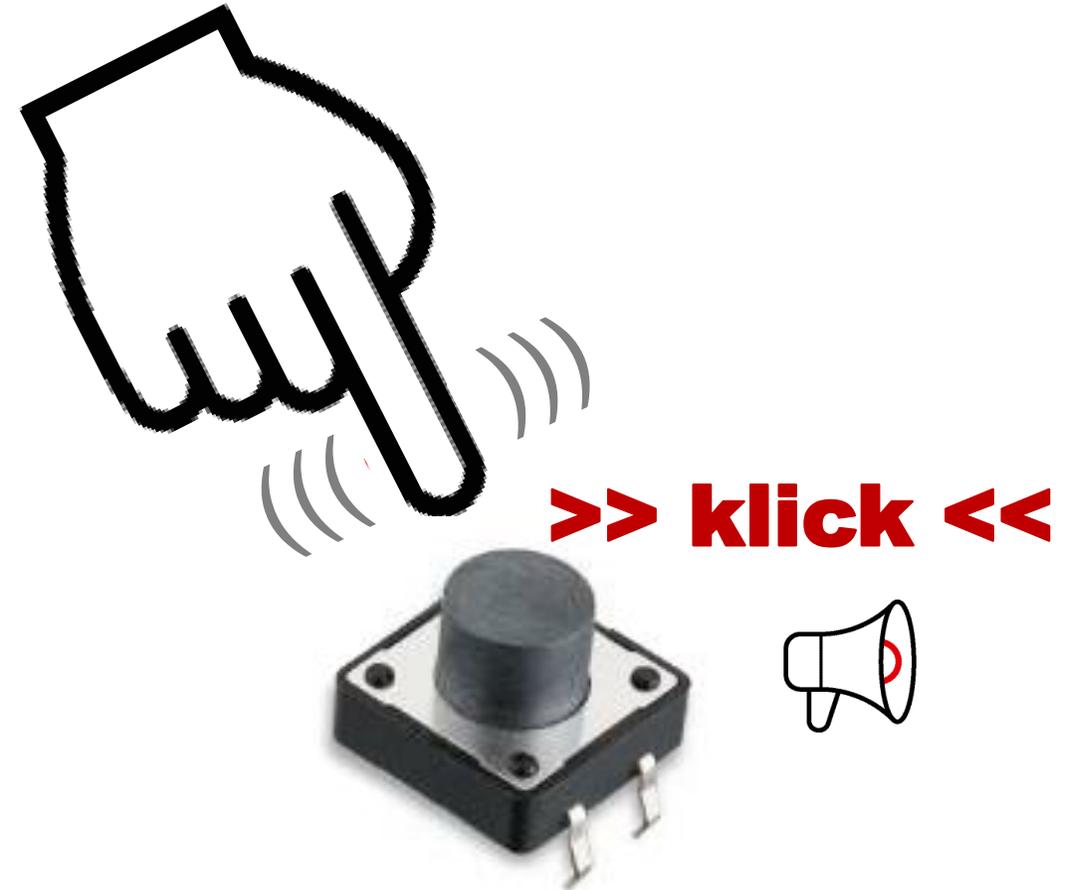


Source: WeberUltrasonics.com

Wie den passenden Schalter auswählen?

Betrachtungen

- Technische Punkte ✓
- Erscheinungsbild? ✓
- Bedienbarkeit? ✓
- Feedback an den Benutzer?



Wie den passenden Schalter auswählen?

Checkliste

- Grundlegende Überlegungen
- Allgemeine Details
- Technische Merkmale
- Einzuhaltende Werte
- Besondere technische Anforderungen
- Erscheinungsbild
- Benutzerfreundlichkeit
- Rückmeldung an den Benutzer

Checklist: SWITCH XY		
Project	1337	
Application	MultiMedia	✓
Type	Tact	✓
Poles	2	✓
Size	6x6mm	✓
Layout	Eagle	open
3D	STP	open



AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

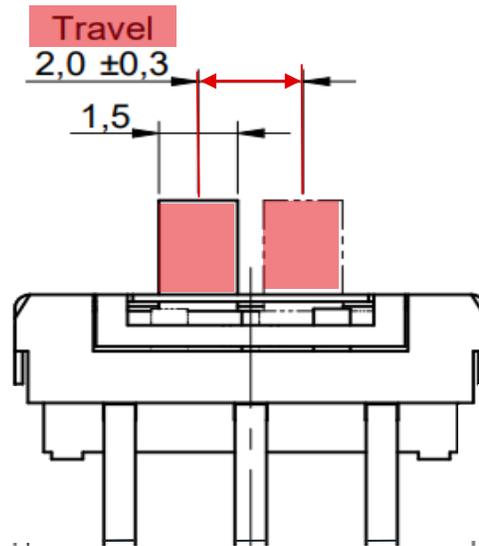
- Wie den passenden Schalter auswählen? 
- **Mechanische Charakteristik von Tastern**
- Prellen und Entprellen
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus?
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten
- IPxx-Klassifizierung
- Waschbarkeit



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

- Schalter/Taster = HMI (Human-Machine-Interface)
- Wählen Sie die Schalter passend aus
- Bedienkonzept – Handling – Ergonomie

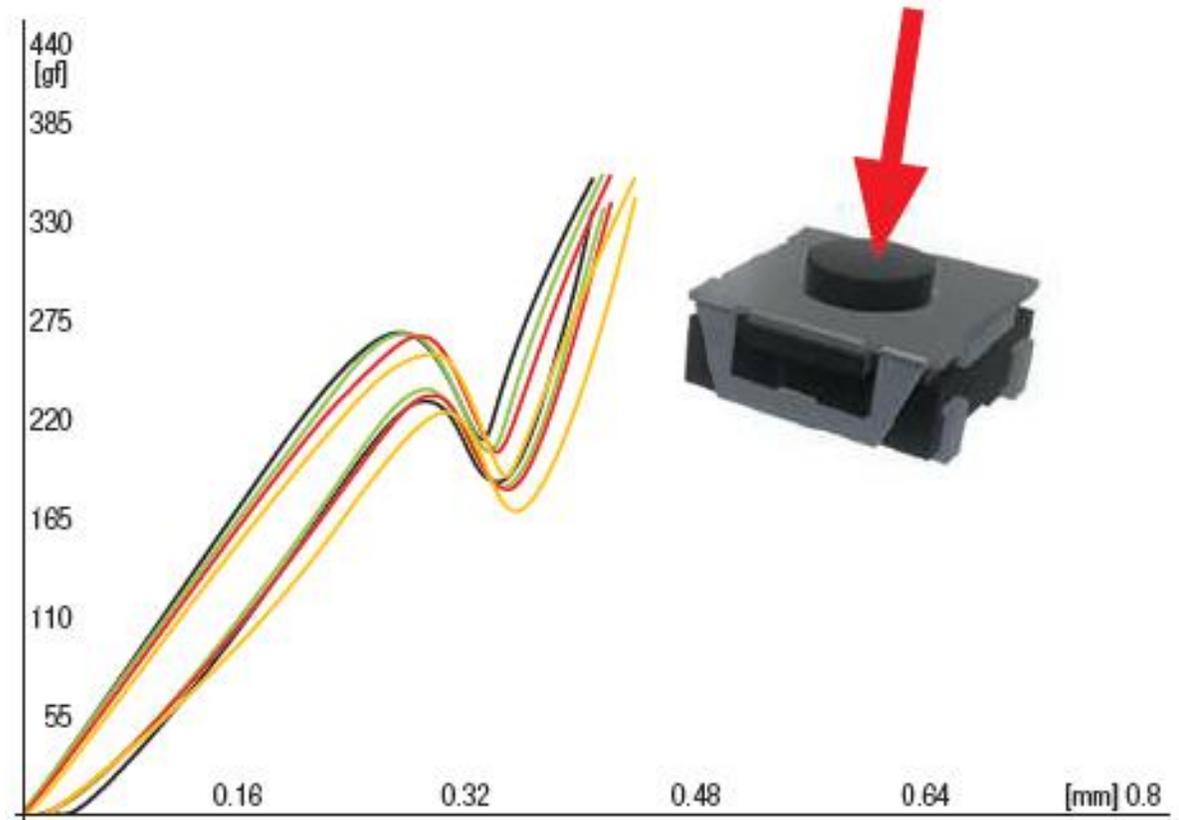
- Zwei wichtige Merkmale:
 - Betätigung / Betätigungskraft
 - Federweg / Hub (Weg)



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Wie kann man die Merkmale vergleichen?

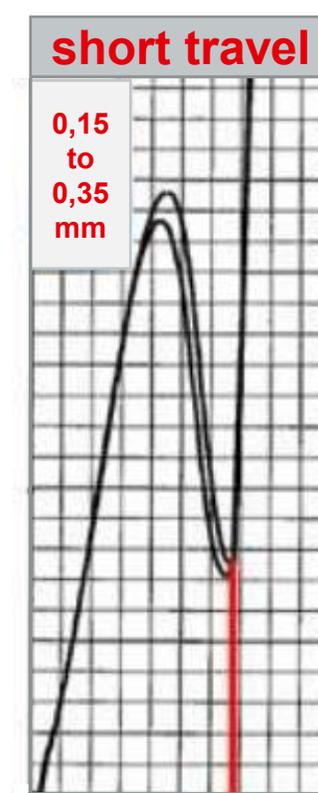
- Kraft-Wege-Diagramm =
Betätigungskennlinie



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Wie kann man die Merkmale vergleichen?

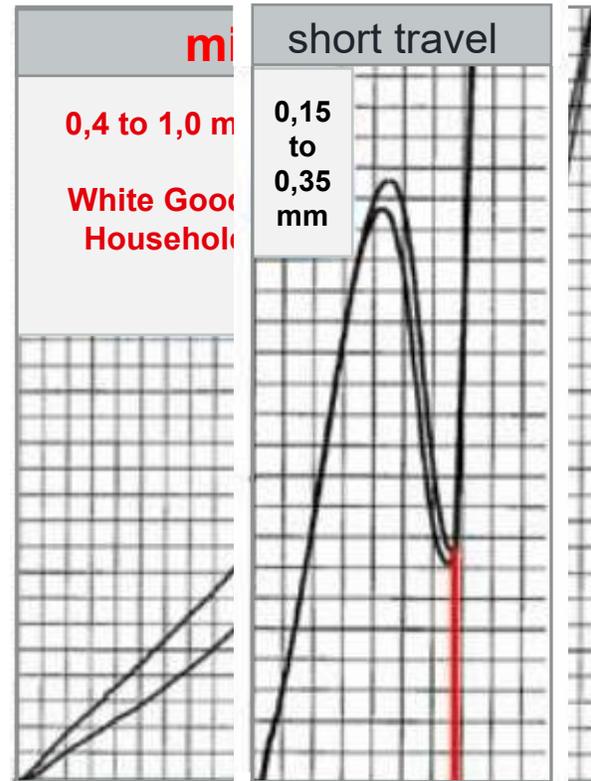
- Betätigungskennlinie
 - **Kurzhubaster**
 - kurzer Betätigungsweg
 - geringer Kraftaufwand
 - wird oft in Geräten der Unterhaltungselektronik oder für Bürogeräte verwendet



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Wie kann man die Merkmale vergleichen?

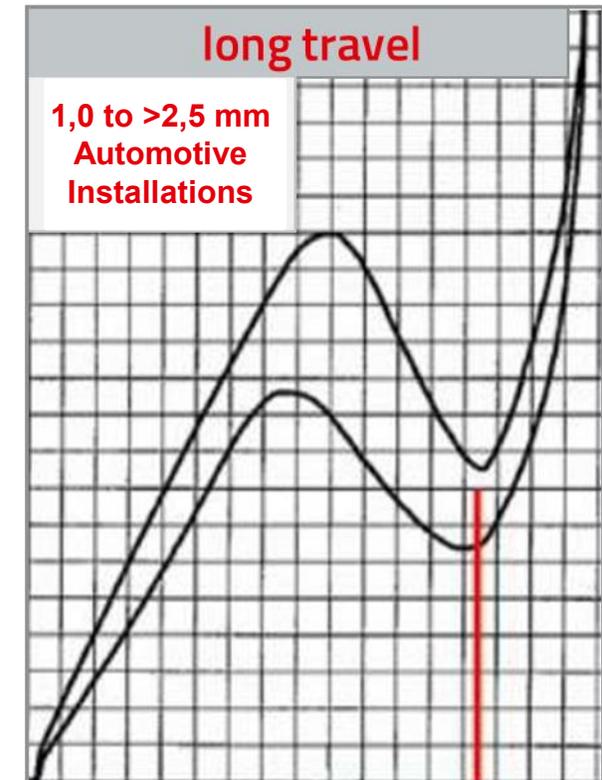
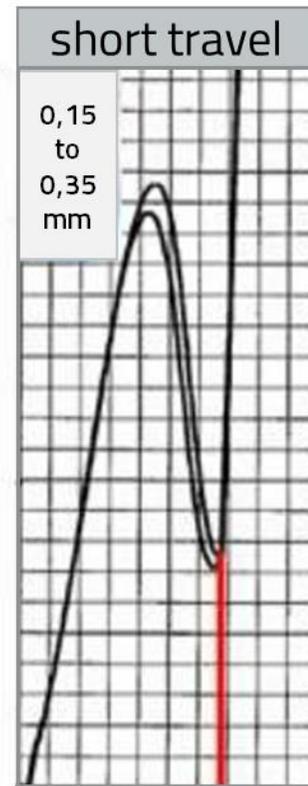
- Betätigungskennlinie
 - **Drucktaster**
 - mittlerer Betätigungsweg
 - höhere Kraft
 - Schnappfunktion gibt klares Feedback
 - Waschmaschinen Haushaltsgeräte u.ä.



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Wie kann man die Merkmale vergleichen?

- Betätigungskennlinie
 - **Langer Betätigungsweg**
 - hohe Kraft
 - deutliches Feedback
 - blind zu betätigen
 - verhindert ungewollte Betätigung



MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Wie kann man die Merkmale vergleichen?

- **Taktiler Feedback**

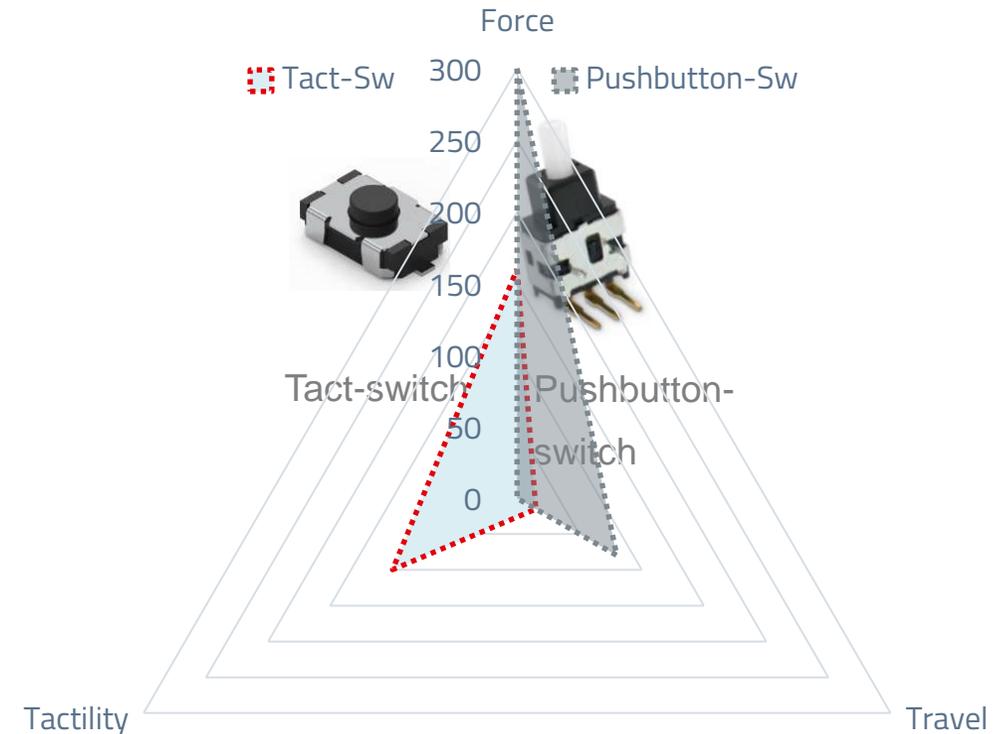


MECHANISCHE CHARAKTERISTIK VON TASTERN

Zusammenfassung

- **Schlüssel-Faktoren**
 - Betätigung / Betätigungskraft
 - Federweg / Hub
- Taktilität / Sound
 - mechanisch
 - simuliert

VISUALISIERUNGS-ANSATZ



AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

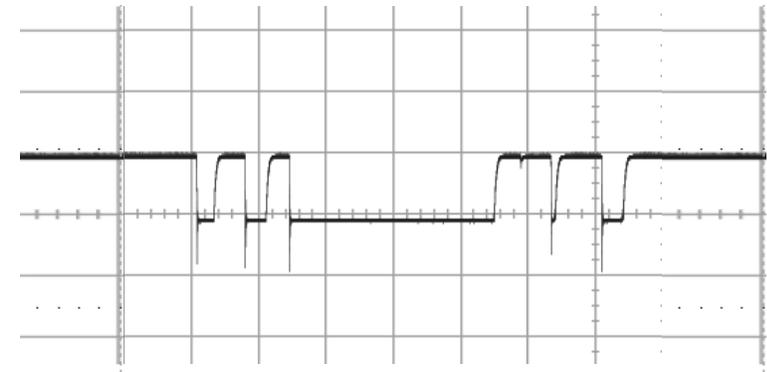
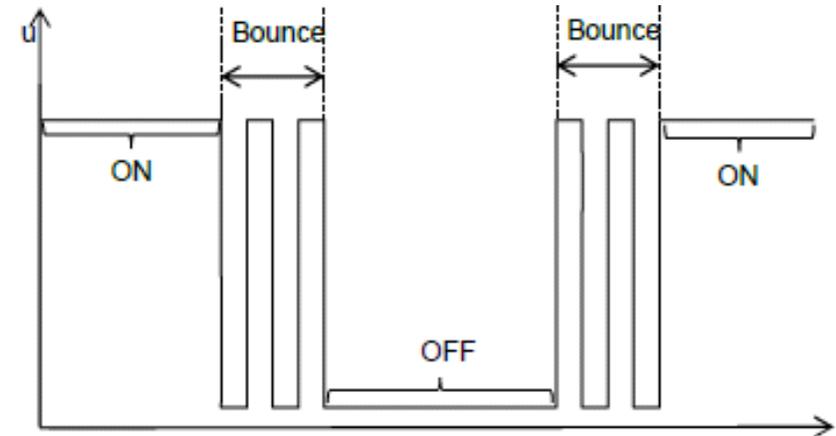
- Wie den passenden Schalter auswählen? ✓
- Mechanische Charakteristik von Tastern ✓
- Prellen und Entprellen
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus?
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten
- IPxx-Klassifizierung
- Waschbarkeit



BOUNCE/DEBOUNCE

Effekt und Situation

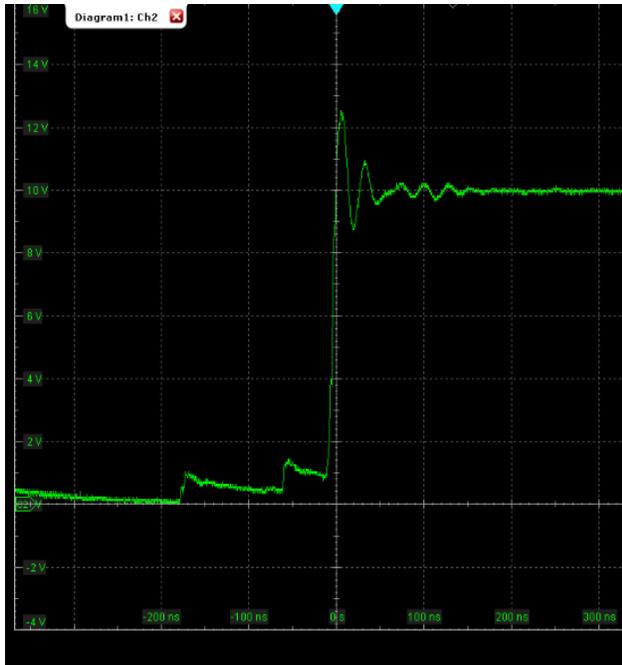
- Prellen ist ein unerwünschter Effekt!
- Prellen bestimmt die Zeit, bis die Schaltkontakte eines Schalters, nach der Betätigung in eine völlig stabile Position kommen
- Prellen betrifft ALLE Schalter und Taster
- Elektromagnetische Interferenz



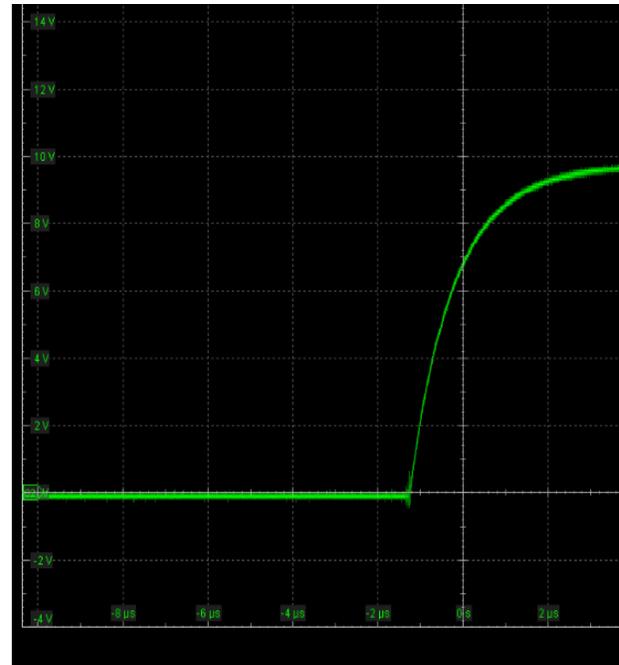
BOUNCE/DEBOUNCE

Lösungsansätze

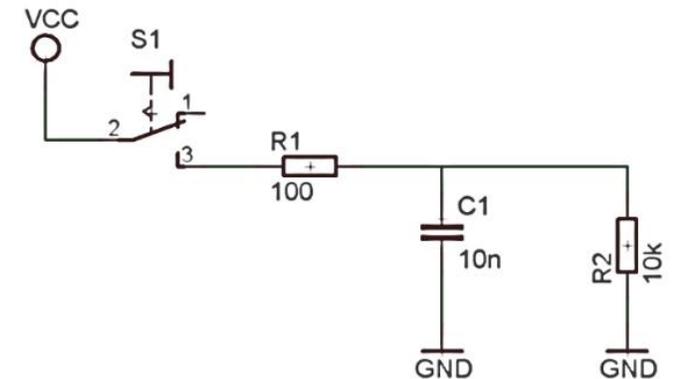
- Entprellen kann einfach umgesetzt werden



prellend



entprellt mit RC



Durch einfache RC-Schaltung

Beachten Sie auch unsere
Application-Note SN015 dazu.

AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

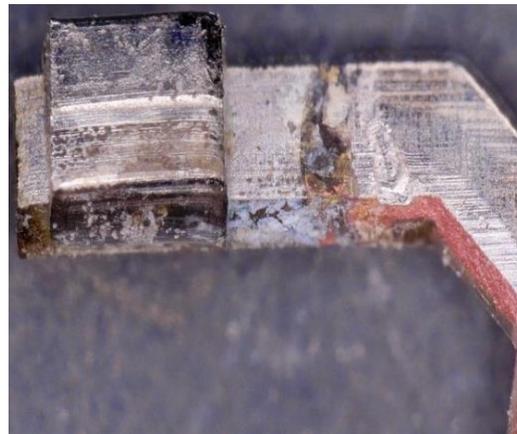
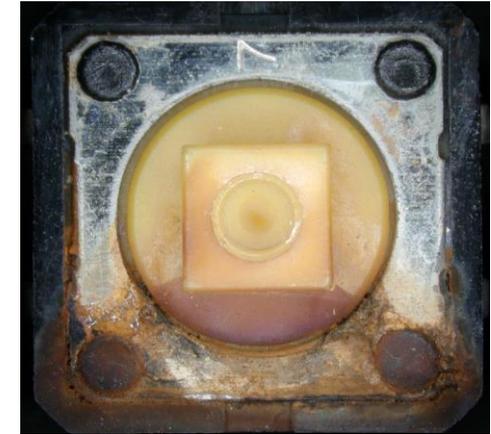
- Wie den passenden Schalter auswählen? ✓
- Mechanische Charakteristik von Tastern ✓
- Prellen und Entprellen ✓
- **Kontaktfläche - was macht Qualität aus?**
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten
- IPxx-Klassifizierung
- Waschbarkeit



KONTAKTOBERFLÄCHE – WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Korrosionsprobleme

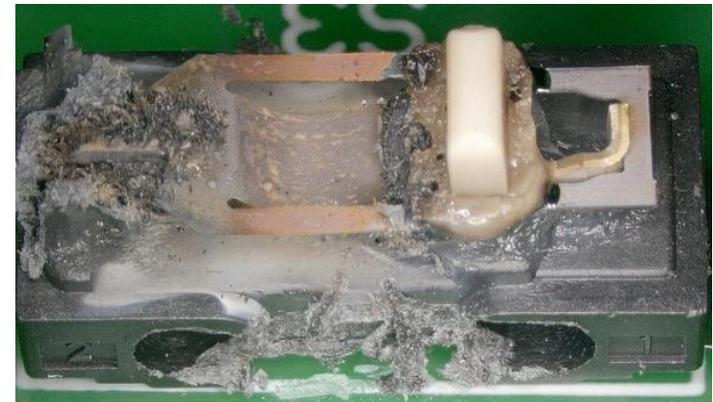
- Das würde man von einem Switch nicht erwarten
- Sichtbare Korrosion nach Salzsprühstest



KONTAKTOBERFLÄCHE – WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Fehlerbilder

- Korrosion führt zur Erhöhung des Kontaktwiderstandes
- Höherer Kontaktwiderstand führt zu:
 - Wärmeentwicklung
 - kein elektrischer Kontakt (Unterbrechung)



KONTAKTOBERFLÄCHE – WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Kontaktbeschichtung nach Einsatzzweck

- Verschiedene Kontaktbeschichtungen verfügbar – ausgewählt nach ihren Eigenschaften
- Um einen zuverlässigen Kontakt für einen dauerhaften, sicheren Betrieb zu erreichen
- Gesuchte Eigenschaften:
 - hohe Erosionsfestigkeit
 - hohe Resistenz gegen Verschweißen
 - geringer Kontaktwiderstand
 - Lichtbogenlöschverhalten



KONTAKTOBERFLÄCHE – WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Wichtigste Materialien für die Kontaktbeschichtung

■ **Gold (Au)**

- kleine Ströme/Spannungen
- geringer Kontaktwiderstand
- geringe Kontaktkraft erforderlich
- keine Korrosion
- erfordert eine Nickelunterschicht
- Teuer
- eingeschränkte Lötbarkeit



■ **Silver (Ag)**

- am weitesten verbreitet in vielen Arten von Schaltern
- bester elektrischer Leiter
- zahlreiche Legierungen auf AG-Basis erhältlich; z.B. AgSnO₂ mit Zinnoxid gegen Verschweißen
- Neigung zur Bildung eines Oxidationsfilms (Silbersulfid, H₂S), der zu FRITT führt



■ **Wolfram / Molybdän**

- speziell für hohe Ströme
- Wird in Automobil- und Hochleistungsschaltanlagen verwendet



WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Weitere Materialien in Switches

- Kunststoff-träger oder Abdeckungen
- Hebel und Betätiger
- Bewegliche- und feste Kontakte
- Federn und Knackscheiben
- Kontakte
- Isolation und Schutzfolien
- Gehäuse

Snap-Dome

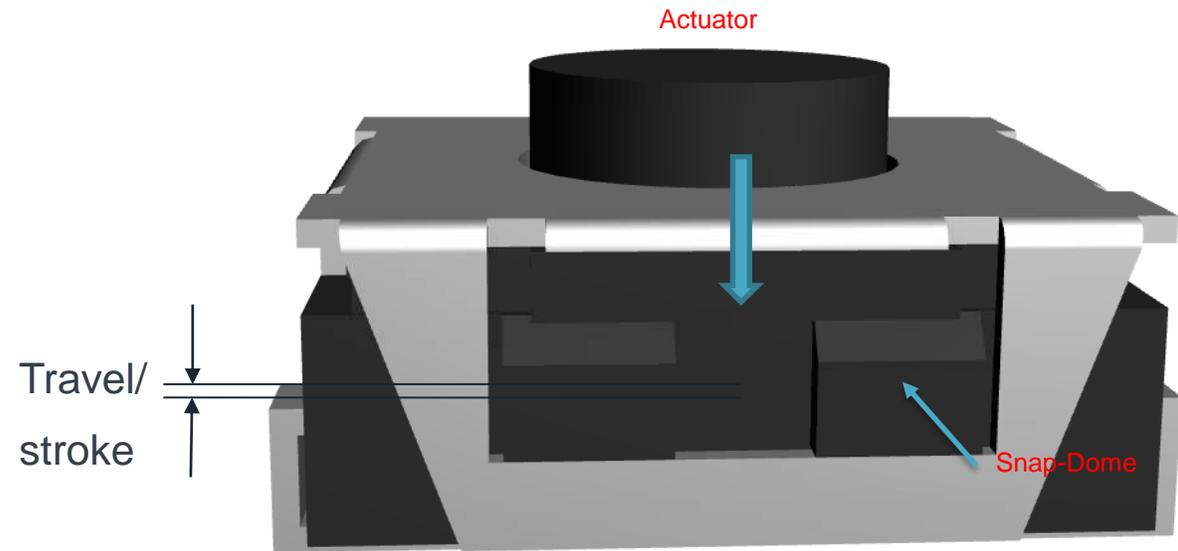


WAS MACHT QUALITÄT AUS?

Schnappscheibe in Kurzhubtastern

- Warum ist die Schnappscheibe so wichtig?
 - Zurück zur Ausgangsposition
 - Betätigungskraft
 - Mechanische Lebenserwartung
 - Elektrische Lebenserwartung
 - Taktiler feedback

- Bevorzugter Werkstoff:
 - **Edelstahl Schnappscheibe**
 - **Silber-Beschichtung**



AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

- Wie den passenden Schalter auswählen? ✓
- Mechanische Charakteristik von Tastern ✓
- Prellen und Entprellen ✓
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus? ✓
- **Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten**
- IPxx-Klassifizierung
- Waschbarkeit



SWITCHING AC- OR DC-LOAD

Warum unterschiedliche Werte für AC oder DC

- Unterschiedliche Stromwerte
- Was ist damit gemeint?

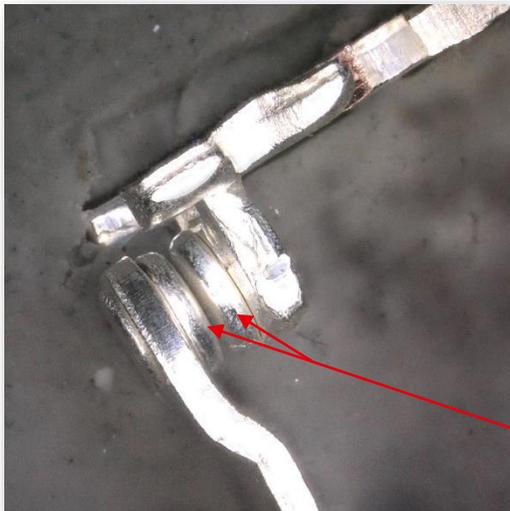
Electrical Properties:

Properties		Test conditions	Value	Unit	Tol.
Rated Current Resistive Load	I_R	250 V (AC)	16	A	
Rated Current Motor Load	I_R	250 V (AC)	4	A	
Inrush Current Motor Load		250 V (AC)	24	A	
Rated Current Resistive Load	I_R	12 V (DC)	16	A	
Rated Current Resistive Load	I_R	28 V (DC)	10	A	
Contact Resistance	R		50	mΩ	max.
Insulation Resistance	R_{ISO}	500 V (DC)	100	MΩ	min.
Withstanding Voltage Pin to Pin		1 min	1500	V (AC)	
Withstanding Voltage Pin to Frame		1 min	3000	V (AC)	

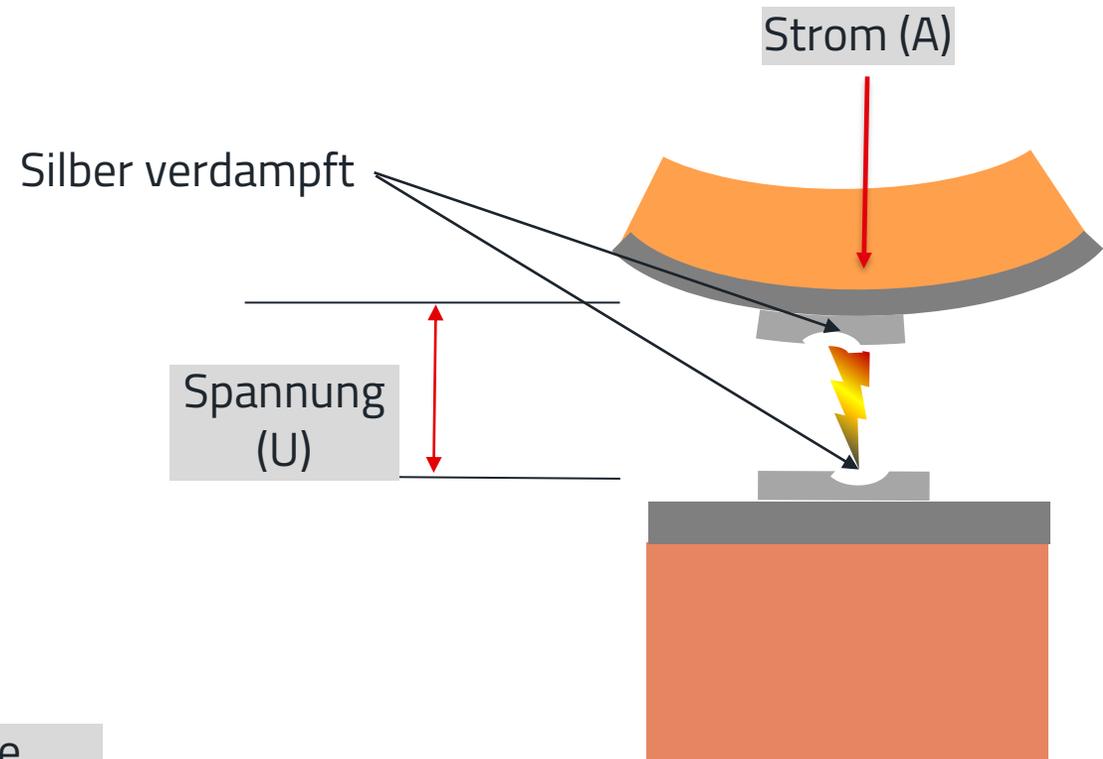


SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

- Kontakt „Pitting“
- Elektrische Funken und Lichtbögen



Silber-Pille
(Schaltkontakte)



SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
resistive	heaters, cookers, ovens; stovetop	

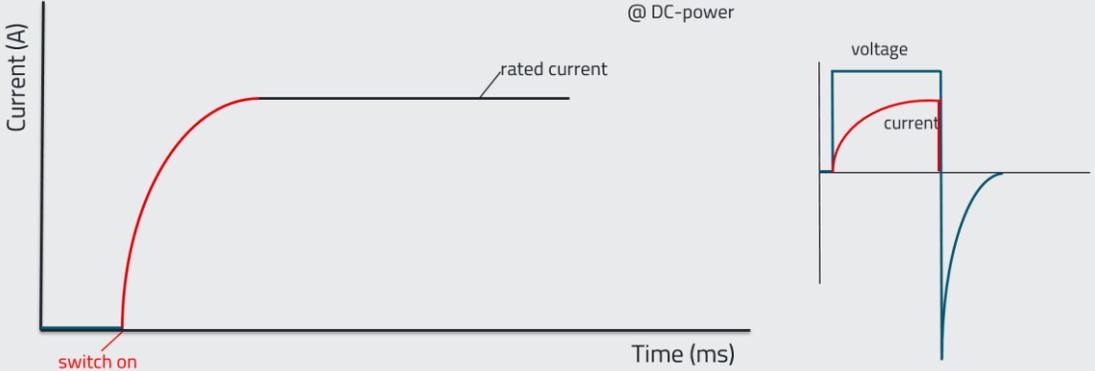
SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
resistive	heaters, cookers, ovens; stovetop	
resistive PTC (positive-temperature-coefficient)	traditional light bulbs, halogene-lamps; electron vacuum tubes	

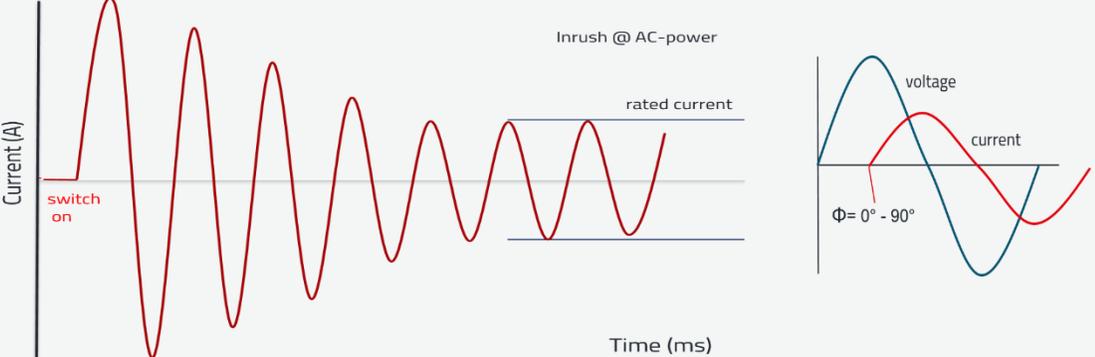
SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
inductive @DC	transformer, relays, coils, solenoids	 <p>The graph shows Current (A) on the y-axis and Time (ms) on the x-axis. A red curve starts at the origin and rises exponentially to a horizontal line labeled 'rated current'. A red arrow points to the start of the curve, labeled 'switch on'. The text '@ DC-power' is located in the upper right of the graph area. An inset graph shows a blue square wave for 'voltage' and a red curve for 'current' that decays exponentially from its peak value when the voltage drops to zero.</p>

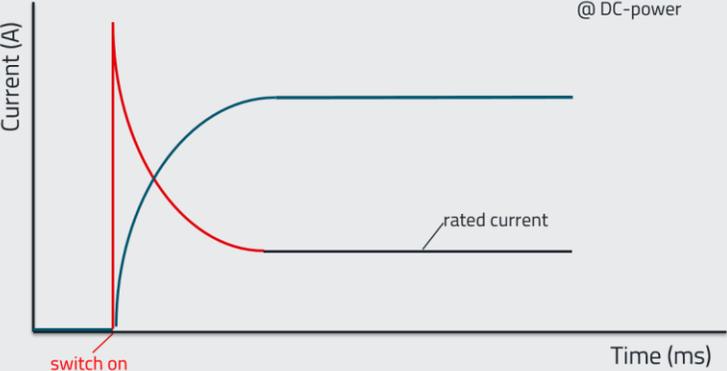
SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
inductive @DC	transformer, relays, coils, solenoids	 <p>@ DC-power</p>
inductive @AC	transformer, relays, coils, solenoids	 <p>Inrush @ AC-power</p>

SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
capacitive @DC	LED-driver, motor-starters, EMC-filters, DC/DC-converters, long cables, etc	

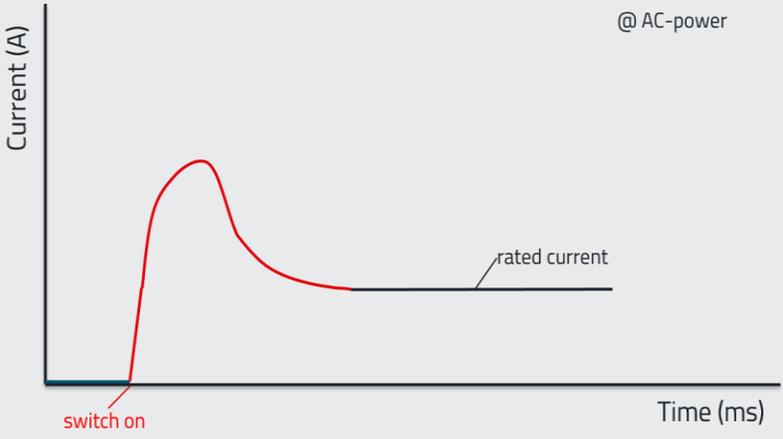
SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
capacitive @DC	LED-driver, motor-starters, EMC-filters, DC/DC-converters, long cables, etc	<p>@ DC-power</p>
capacitive @AC	capacitors for reactive current compensation, switching-power-supplies, AC/DC-converters	<p>Inrush @ AC-power</p>

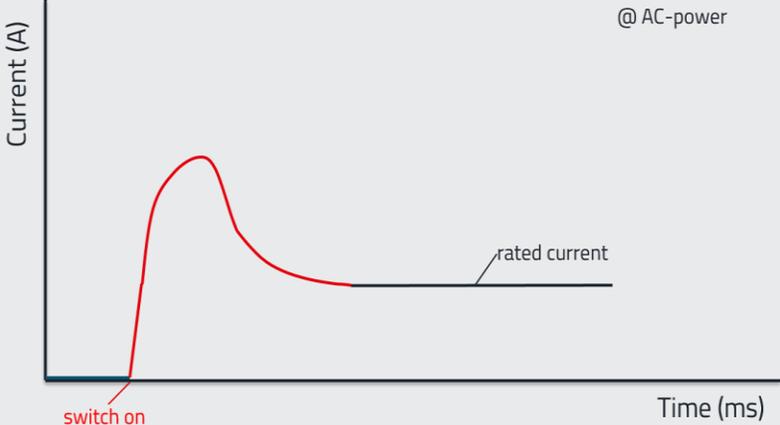
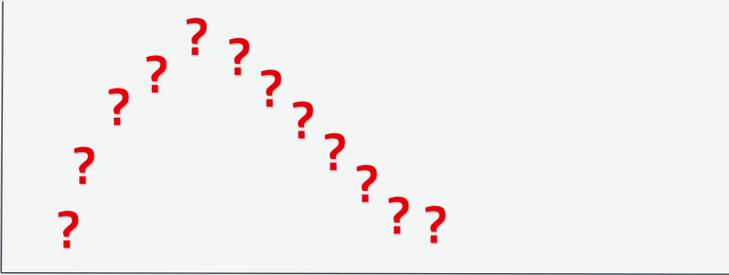
SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
motor	DC- or AC-drives	 <p>@ AC-power</p>

SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Lastarten

Load	Example	Current Waveform
motor	DC- or AC-drives	
combination of loads	resistive % Inductive % capacitive % (@Hz, @temperature)	

SCHALTEN VON AC vs DC-LASTEN

Why Different Values for AC or DC

- Conclusion
 - IEC/UL61058
 - Max 480V / 63A
 - Inrush 10-50ms
 - Inrush current factor limits



Electrical Properties:

Properties		Test conditions	Value	Unit	Tol.
Rated Current Resistive Load	I_R	250 V (AC)	16	A	
Rated Current Motor Load	I_R	250 V (AC)	4	A	
Inrush Current Motor Load		250 V (AC)	24	A	
Rated Current Resistive Load	I_R	12 V (DC)	16	A	
Rated Current Resistive Load	I_R	28 V (DC)	10	A	
Contact Resistance	R		50	mΩ	max.
Insulation Resistance	R_{ISO}	500 V (DC)	100	MΩ	min.
Withstanding Voltage Pin to Pin		1 min	1500	V (AC)	
Withstanding Voltage Pin to Frame		1 min	3000	V (AC)	

AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

- Wie den passenden Schalter auswählen? ✓
- Mechanische Charakteristik von Tastern ✓
- Prellen und Entprellen ✓
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus? ✓
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten ✓
- **IPxx-Klassifizierung**
- Waschbarkeit

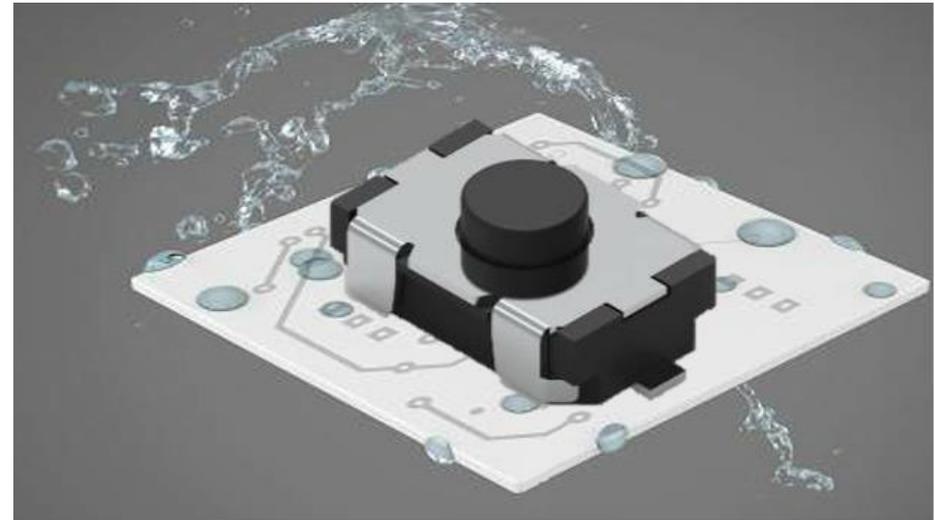


IPxx-KLASSIFIZIERUNG

INGRESS PROTECTION CLASS

- IP-Klasse: **Wasserdicht = Qualität ?**
 - Wer braucht IP67 wirklich ?
 - Kunden mit Wasch-Prozessen
 - Für Geräte in rauer Umgebung
 - Für zu vergießende Leiterplatten
 - Zum Löten in der Dampfphase
 - Gerätehersteller, die zusätzlichen Schutz fordern

IP67



Source Wurth Elektronik

IPxx-KLASSIFIZIERUNG

Der 2-stellige Code

Digit-1 Schutz gegen Eindringen von Festkörpern

- 0 no protection
- 1 objects > ø 50mm
- 2 objects > ø 12mm
- 3 objects > ø 2.5mm
- 4 objects > ø 1.0mm
- 5 dust protected
- 6 fully dust-tight

Supplementary Extension Letters

D: wire, F: oil resistant, H: high voltage

M: in motion, S: standing still, W: weather condition



Digit-2 Schutz gegen Eindringen von Flüssigkeiten oder Feuchtigkeit

- 0 no protection
- 1 dripping water
- 2 dripping water at 15° tilt
- 3 water spray
- 4 water splash
- 5 water jets
- 6 water jets from any direction
- 7 immersion 0.15-1m, for 30min
- 8 continous submersion > 1m
- 9K powerful high temperature water jets

IPxx-KLASSIFIZIERUNG

Welche Norm ?

■ IEC 60529

- „ Diese Norm beschreibt ein System zur Klassifizierung der Schutzarten, die das Gehäuse elektrischer Betriebsmittel bietet ...“
- „... Soll für die meisten Arten von Elektrogeräten verwendet werden....“
- Keine Relevanz für Einzelkomponenten auf einer Leiterplatte !



■ IEC 61058

- „... Dieser Teil von IEC61058 gilt für mechanische Schaltgeräte...“
- Dieselben Testbedingungen wie in IEC 60529 , angewendet auf die Schalterkomponente
- Digit-1:
Der Test ist zufriedenstellend, wenn nach dem Test keine Staubablagerung im Inneren des Schalters zu beobachten ist
- Digit-2
Der Schalter muss der Durchschlagsfestigkeit standhalten und darf keine Spuren von Wasser auf der Isolierung aufweisen

AGENDA

SWITCH FOR EXPERTS

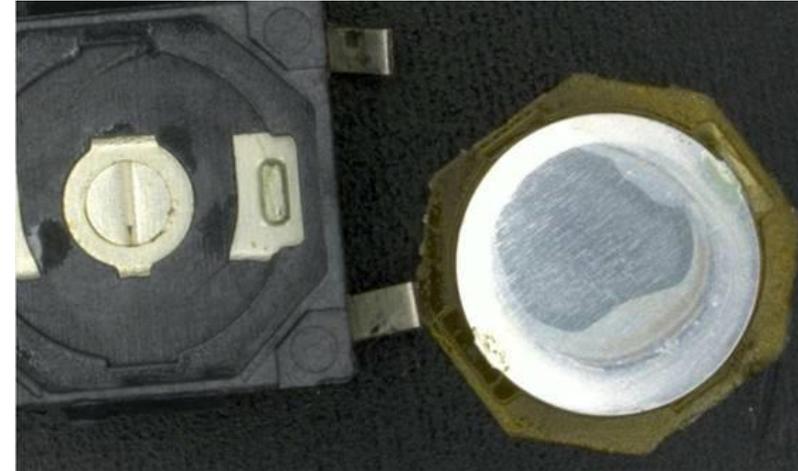
- Wie den passenden Schalter auswählen? ✓
- Mechanische Charakteristik von Tastern ✓
- Prellen und Entprellen ✓
- Kontaktoberfläche - was macht Qualität aus? ✓
- Schalten von Wechsel- oder Gleichstromlasten ✓
- IPxx-Klassifizierung ✓
- **Waschbarkeit**



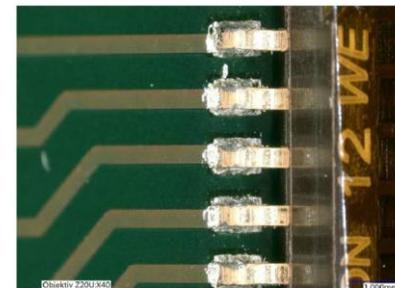
WASCHBARKEIT

Warum Leiterplatten waschen ??

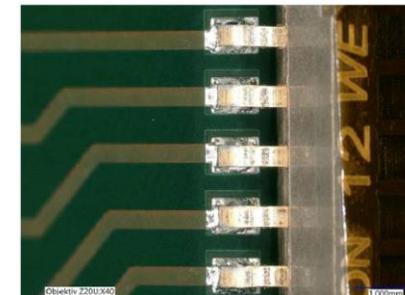
- Entfernung von Harz und Flussmitteln
- Unbehinderte Inspektion mittels AOI
- Qualitätskontrolle
- Leiterplatten mit Mikrostrukturen und sehr kleinen Komponenten wie QFN-, μ BGA-, CSP-Gehäuse
- Anwendungen, bei denen es auf absolute Sauberkeit ankommt
- Ästhetische Gründe
- Signifikanter Einfluss auf nachfolgende Prozessschritte



Before



After



WASCHBARKEIT

Problempunkte beim Waschen von Schaltern und Tastern

- Komponenten nicht zum Waschen geeignet
- Reduzierung der Lebensdauer
- Korrosion
- Farbe oder Markierungen ändern
- Die Waschbarkeit schließt das Untertauchen nicht ein
- **WASCHBARKEIT ist nicht gleich IP67!**

WASHABLE DEFINITION

Please do not submerge washable products into water or cleaning agents or put them in locations exposed to water or liquids completely. When cleaning by hand (brushing), please do not use excessive force on our switch to avoid malfunction afterwards, because you could deform function relevant areas or you could damage sealing functions. Do not clean washable series immediately after soldering. The cleaning agent may be absorbed into the switch through respiration while the switch cools.

Markierung nach dem Waschvorgang :

