

Berechnungswerzeuge

Table of Contents

Einführung	1
Werkzeuge	2
Spannungsregler	2
RF-Dämpfungsglieder	3
E-Serie	4
Farbcode	5
Übertragungsleitungen	6
Via-Größe	7
Leiterbahnbreite	8
Elektrische Abstände	9
Platinenklassen	10

KiCad Nightly Referenzhandbuch

Copyright

Dieses Dokument unterliegt dem Copyright © 2019-2025 der unten aufgeführten Mitwirkenden. Sie dürfen es unter den Bedingungen der GNU General Public License (<http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>), Version 3 oder höher, oder der Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), Version 3.0 oder höher, verbreiten und/oder verändern.

Mitwirkende

Heitor de Bittencourt, Mathias Neumann

Feedback

Das KiCad-Projekt freut sich über Rückmeldungen, Fehlerberichte und Vorschläge in Bezug auf die Software oder ihre Dokumentation. Weitere Informationen zum Einreichen von Feedback oder zum Melden eines Problems finden Sie in den Anweisungen unter <https://www.kicad.org/help/report-an-issue/>

Version der Software und Dokumentation

Dieses Benutzerhandbuch basiert auf KiCad 9.99. Funktionalität und Aussehen können sich in anderen Versionen von KiCad unterscheiden.

Revision der Dokumentation: cf75b5bf .

Einführung

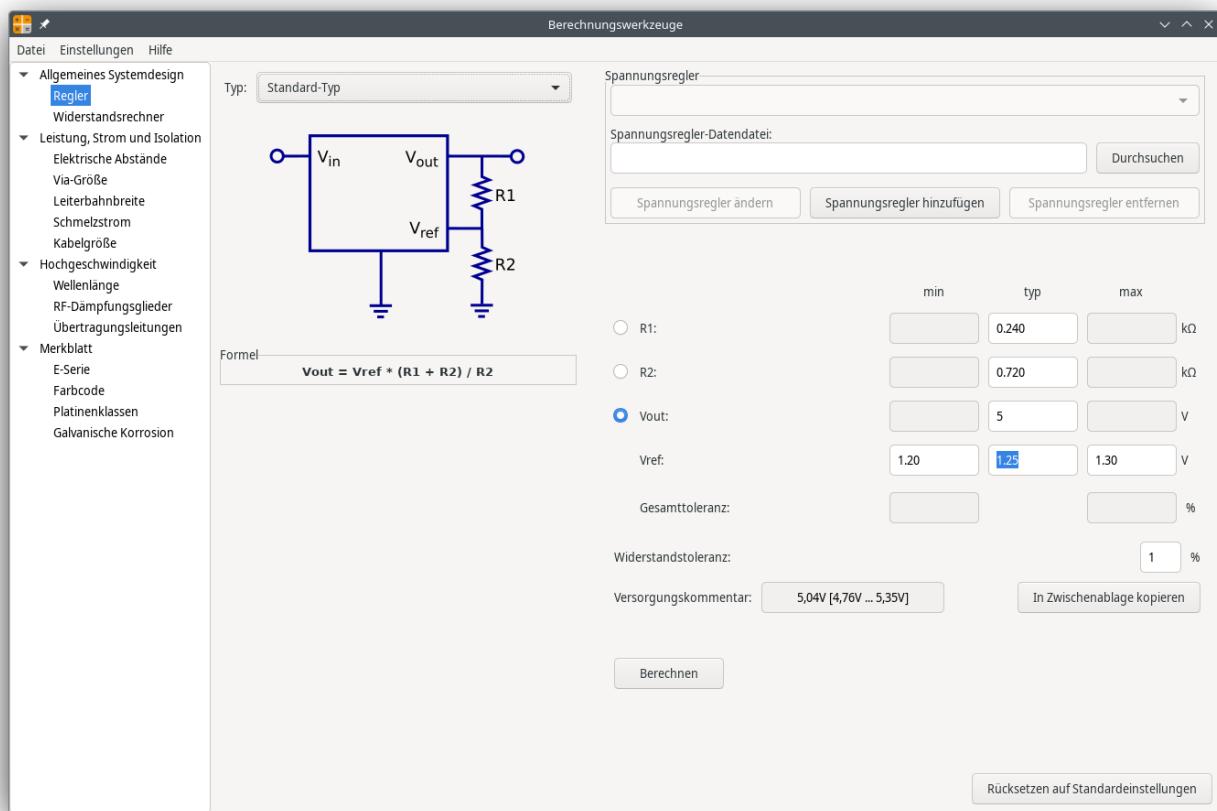
Die KiCad Berechnungswerzeuge sind eine Reihe von Dienstprogrammen, mit denen Sie die Werte von Bauteilen oder andere Parameter eines Layouts ermitteln können. Die Berechnung umfasst die folgenden Tools:

- Spannungsregler
- Leiterbahnbreite
- Elektrische Abstände
- Übertragungsleitungen
- RF-Dämpfungsglieder
- Farbcode
- Platinenklassen

Werkzeuge

Spannungsregler

Dieser Rechner hilft bei der Ermittlung der Werte der Widerstände, die für lineare Spannungsregler und für solche mit geringem Spannungsabfall benötigt werden.



Für den *Standardtyp* ergibt sich die Ausgangsspannung V_{out} als Funktion der Referenzspannung V_{ref} und der Widerstände R_1 und R_2 wie folgt:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

Für den *Typ mit 3 Anschlüssen* gibt es einen Korrekturfaktor aufgrund des Ruhestroms I_{adj} , der vom ADJ-Pin fließt:

$$V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \cdot \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} \right) + I_{\text{adj}} \cdot R_2$$

Dieser Strom liegt in der Regel unter $100 \mu\text{A}$ und kann mit Vorsicht vernachlässigt werden.

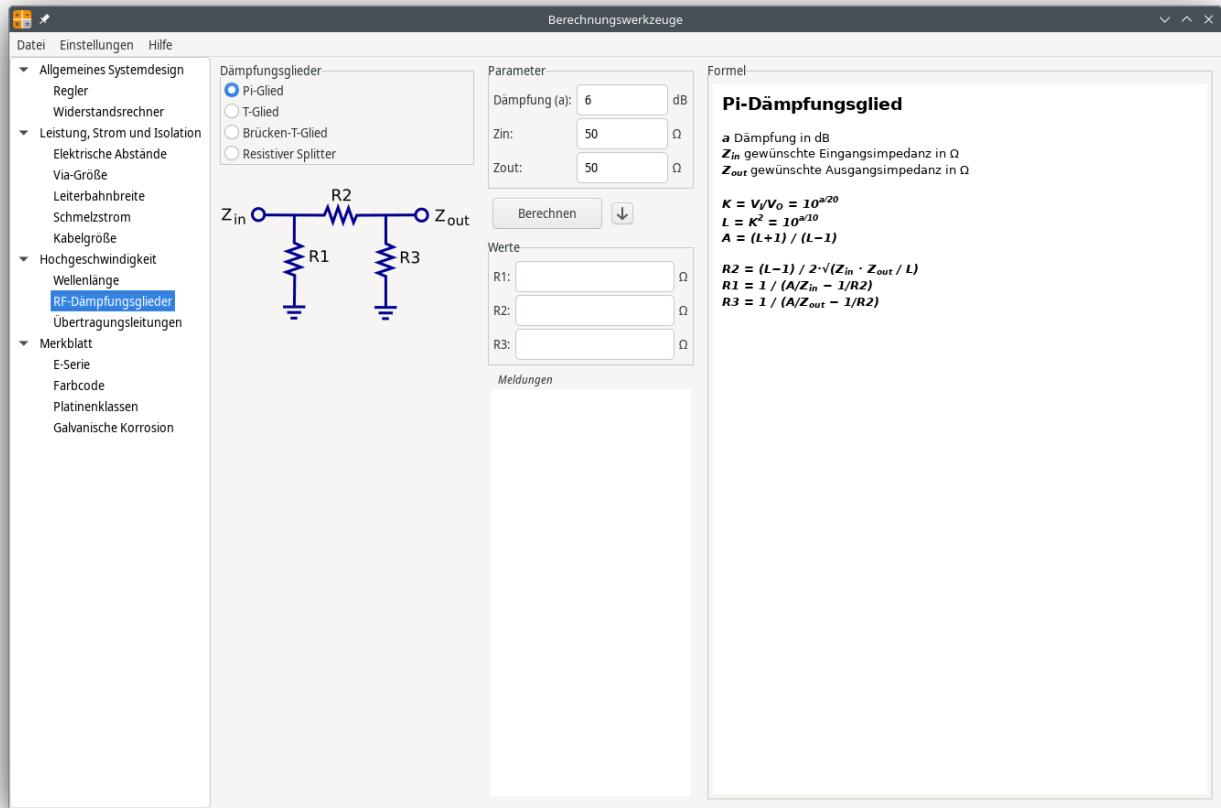
Um diesen Rechner zu verwenden, geben Sie die Parameter des Reglers *Typ*, *Vref* und, falls erforderlich, *Iadj* ein, wählen Sie das Feld aus, das Sie berechnen möchten, entweder einen der Widerstände oder die Ausgangsspannung, und geben Sie hierfür die beiden anderen Werte ein.

RF-Dämpfungsglieder

Mit dem Rechner für RF-Dämpfungsglieder können Sie die Werte der Widerstände berechnen, die für verschiedene Arten von Dämpfungsgliedern benötigt werden:

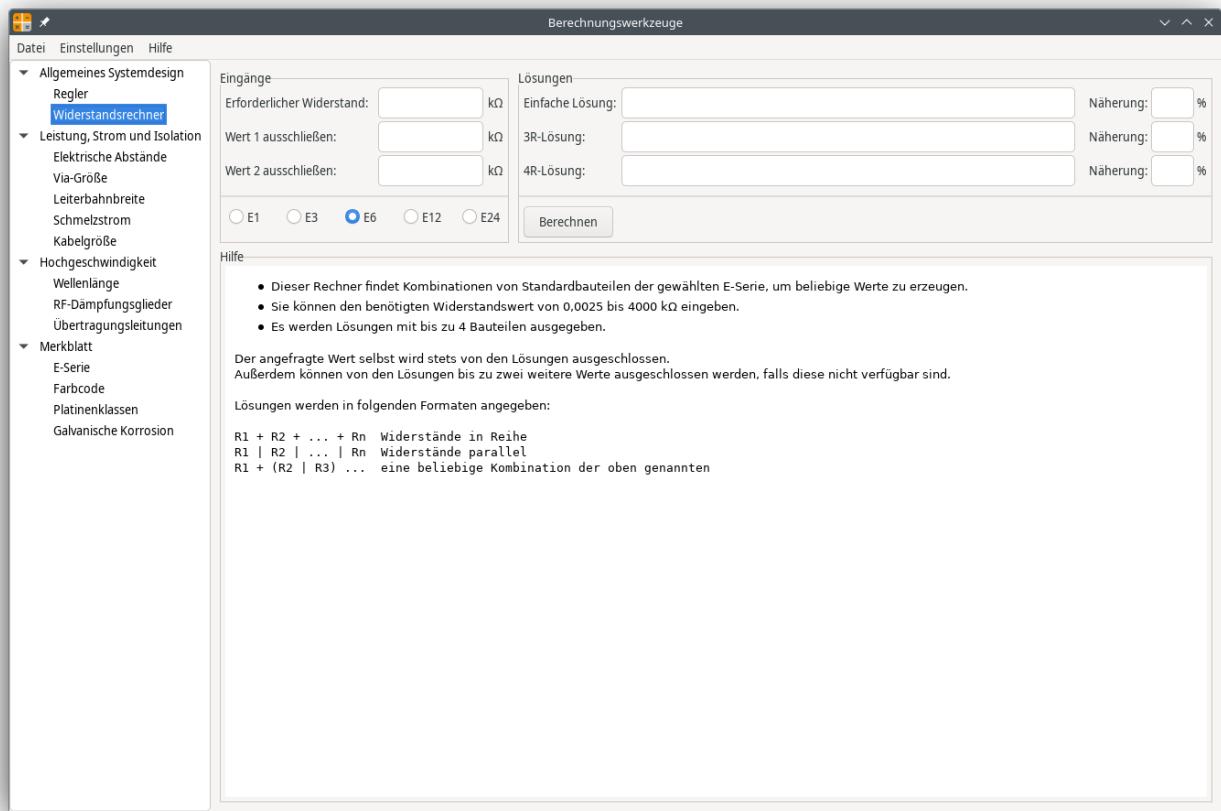
- PI-Glied
- T-Glied
- Brücken-T-Glied
- Resistiver Splitter

Um dieses Tool zu verwenden, wählen Sie zunächst den gewünschten Dämpfungsgliedtyp aus und geben Sie dann die gewünschte Dämpfung (in dB) und die Eingangs-/Ausgangsimpedanzen (in Ohm) ein.



E-Serie

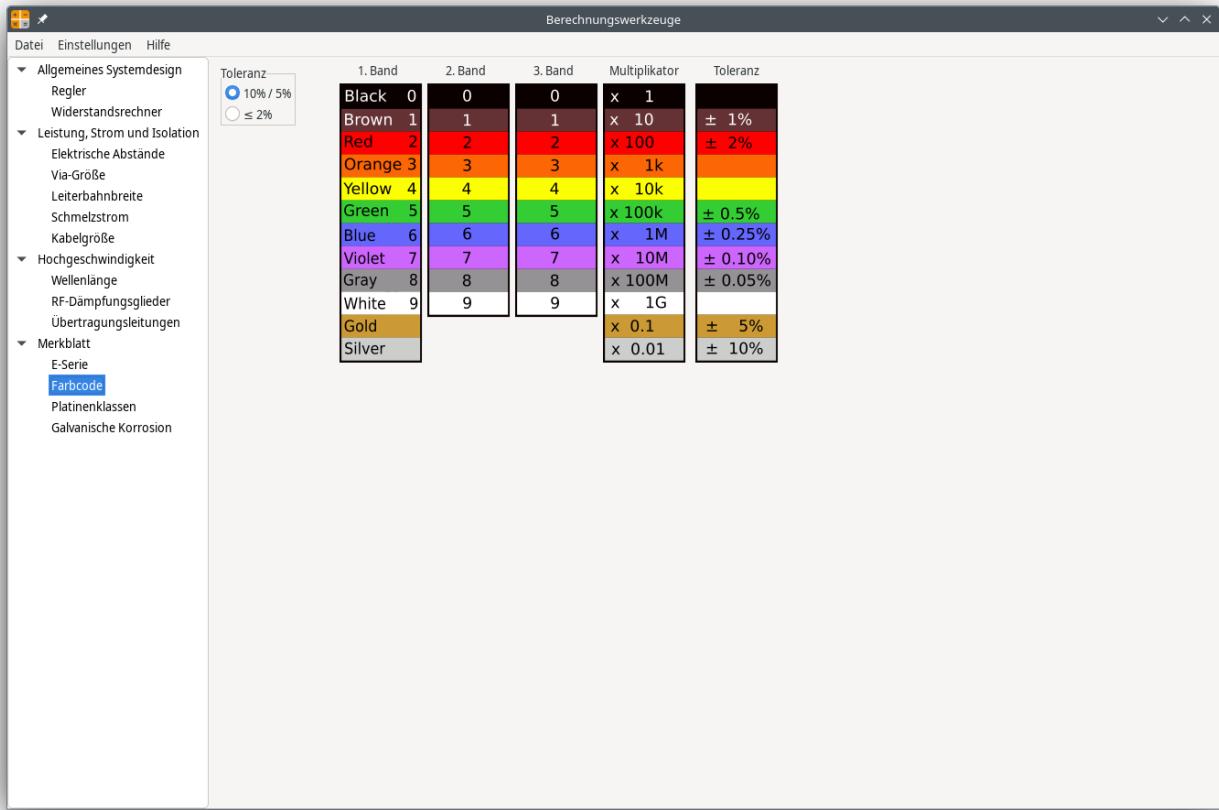
Dieser Rechner hilft dabei, Kombinationen von Standardwiderständen der E-Serie zu ermitteln, die einen erforderlichen Widerstand erfüllen, wobei optional mehrere nicht verfügbare Widerstandswerte ausgeschlossen werden können.



Farbcode

Dieser Rechner hilft Ihnen dabei, die Farbringe auf dem Widerstand in dessen Wert umzurechnen. Wählen Sie dazu zunächst die *Toleranz* des Widerstands aus: 10 %, 5 % oder gleich oder kleiner als 2 %. Beispiel:

- Yellow Violet Red Gold: 4 7 x100 $\pm 5\%$ = 4700 Ohm, 5% tolerance
- 1 kOhm, 1 % Toleranz: Braun Schwarz Schwarz Braun Braun



Übertragungsleitungen

Die Theorie der Übertragungsleitungen ist ein wesentlicher Bestandteil der Lehre im Bereich der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.

Im Rechner können Sie verschiedene Arten von Linientypen und deren spezielle Parameter auswählen. Die implementierten Modelle sind frequenzabhängig, sodass sie bei *ausreichend* hohen Frequenzen von einfacheren Modellen abweichen.

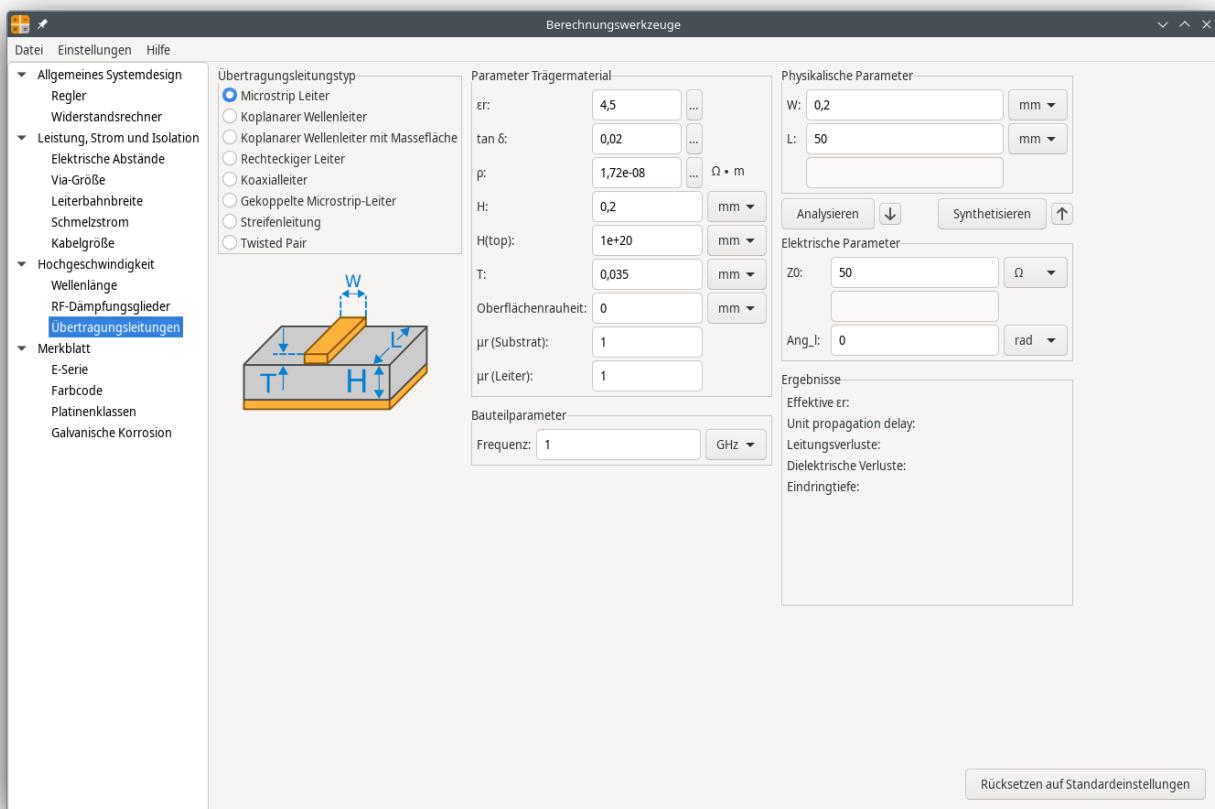
Dieser Rechner basiert weitgehend auf [Transcalc](#).

Die Arten von Übertragungsleitungen und die Referenz ihrer mathematischen Modelle sind nachfolgend aufgeführt:

- Mikrostreifenleitung:
 - H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", *Microwave Journal*, pp. 109-115, November 1989.
- Koplanarer Wellenleiter.
- Koplanarer Wellenleiter mit Massefläche.
- Rechteckiger Wellenleiter:
 - S. Ramo, J. R. Whinnery and T. van Duzer, "Fields and Waves in Communication Electronics", Wiley-India, 2008, ISBN: 9788126515257.
- Koaxialleiter.

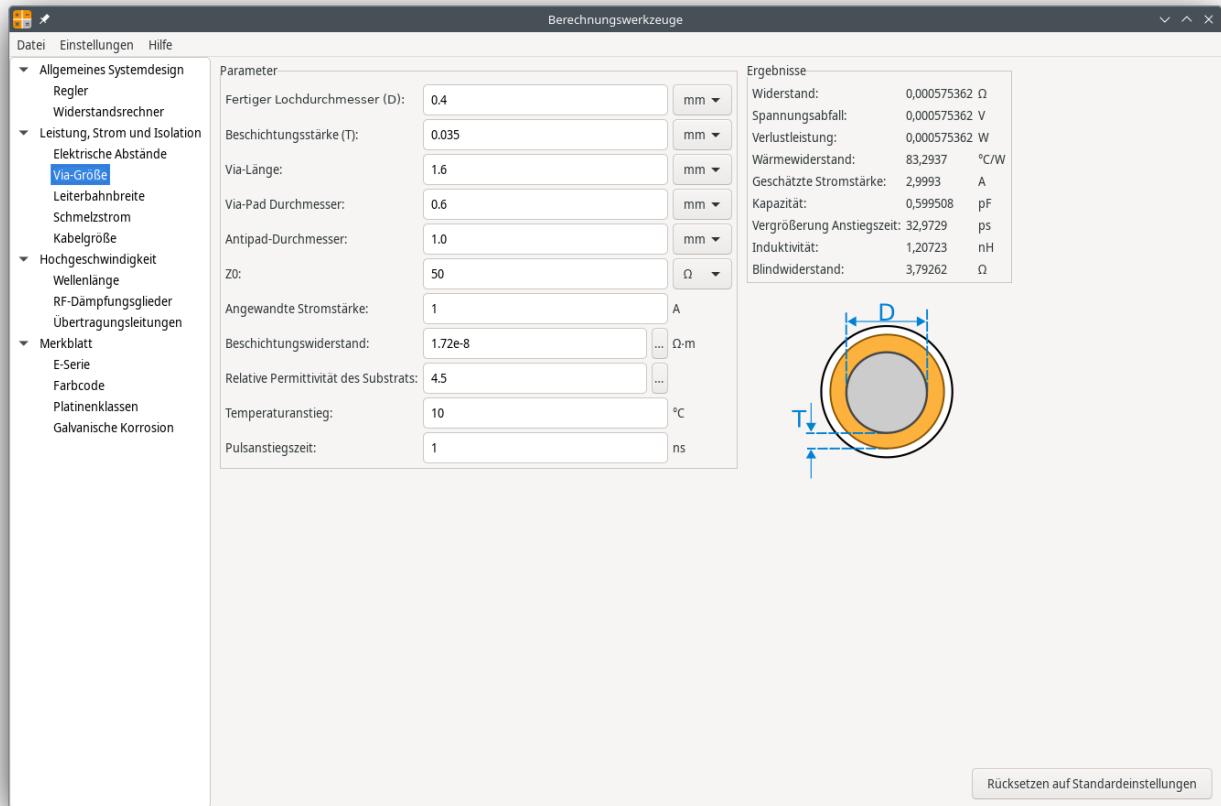
Gekoppelte Mikrostreifenleiter:

- H. A. Atwater, "Simplified Design Equations for Microstrip Line Parameters", *Microwave Journal*, pp. 109-115, November 1989.
- M. Kirschning and R. H. Jansen, "Accurate Wide-Range Design Equations for the Frequency-Dependent Characteristic of Parallel Coupled Microstrip Lines," in *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, vol. 32, no. 1, pp. 83-90, Jan. 1984. doi: 10.1109/TMTT.1984.1132616.
- Rolf Jansen, "High-Speed Computation of Single and Coupled Microstrip Parameters Including Dispersion, High-Order Modes, Loss and Finite Strip Thickness", *IEEE Trans. MTT*, vol. 26, no. 2, pp. 75-82, Feb. 1978.
- S. March, "Microstrip Packaging: Watch the Last Step", *Microwaves*, vol. 20, no. 13, pp. 83.94, Dec. 1981.
- Streifenleitung.
- Twisted pair.



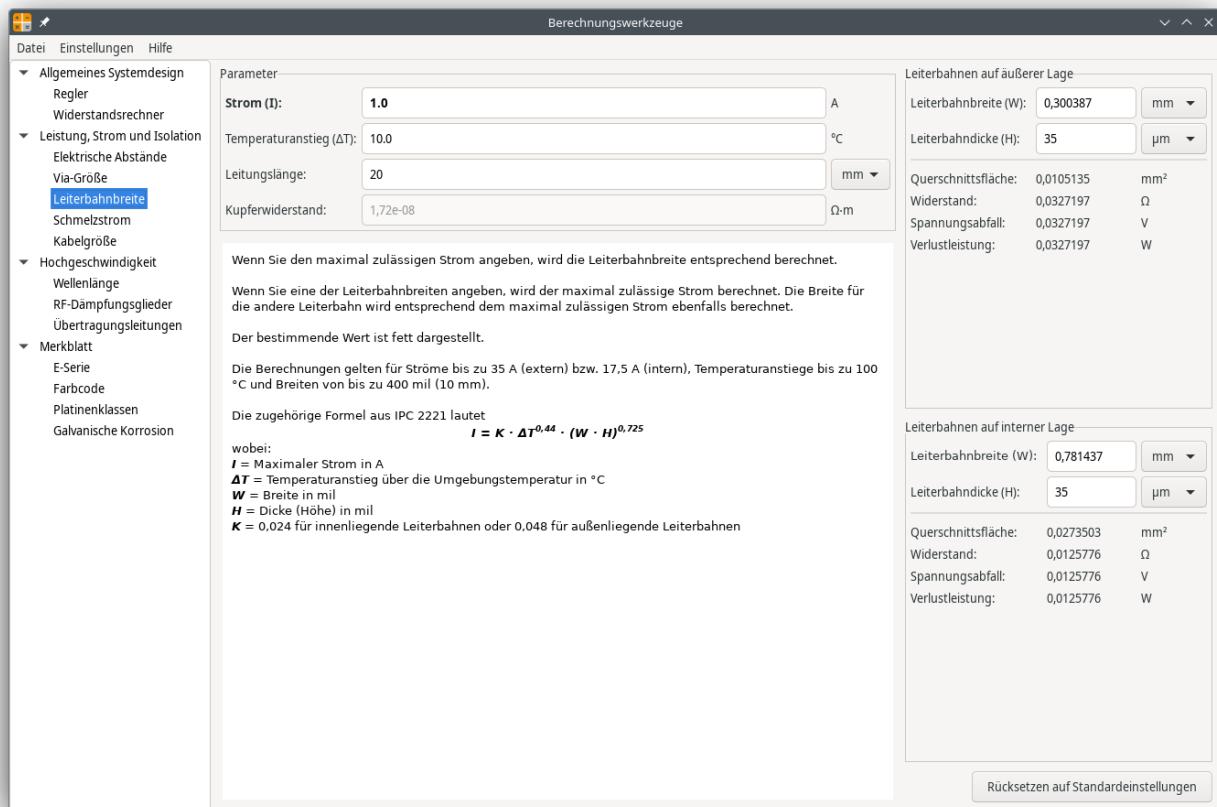
Via-Größe

Das Tool für Via-Größen berechnet die elektrischen und thermischen Eigenschaften eines bestimmten beschichteten Durchkontaktierungspads oder eines Vias.



Leiterbahnbreite

Das Werkzeug „Leiterbahnbreite“ berechnet die Breite für Leiterbahnen auf Leiterplatten für einen bestimmten Strom und Temperaturanstieg. Es verwendet Formeln aus IPC-2221 (ehemals IPC-D-275).



Elektrische Abstände

Diese Tabelle dient zur Ermittlung des Mindestabstands zwischen Leitern.

Jede Zeile der Tabelle enthält den empfohlenen Mindestabstand zwischen den Leitern für einen bestimmten Spannungsbereich (Gleichstrom- oder Wechselstromspitzen). Wenn Sie Werte für Spannungen über 500 V benötigen, geben Sie den Wert in das Feld in der linken Ecke ein und klicken Sie auf *Werte aktualisieren*.

Berechnungswerkzeuge

IPC 2221 IEC 60664

Einheit: mm

Spannung > 500V: 500

Werte aktualisieren

Hinweis: Werte sind Mindestwerte (aus IPC 2221)

	B1	B2	B3	B4	A5	A6	A7
0 ... 15V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,13	0,13
16 ... 30V	0,05	0,1	0,1	0,05	0,13	0,25	0,13
31 ... 50V	0,1	0,6	0,6	0,13	0,13	0,4	0,13
51 ... 100V	0,1	0,6	1,5	0,13	0,13	0,5	0,13
101 ... 150V	0,2	0,6	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4
151 ... 170V	0,2	1,25	3,2	0,4	0,4	0,8	0,4
171 ... 250V	0,2	1,25	6,4	0,4	0,4	0,8	0,4
251 ... 300V	0,2	1,25	12,5	0,4	0,4	0,8	0,8
301 ... 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8
> 500V	0,25	2,5	12,5	0,8	0,8	1,5	0,8

* B1 - Innenleiter
* B2 - Außenleiter, unisoliert, bis 3050 m über Meereshöhe
* B3 - Außenleiter, unisoliert, über 3050 m
* B4 - Außenleiter, mit Schutzschicht (jede Höhe)
* A5 - Außenleiter, mit Schutzlack über Montage (jede Höhe)
* A6 - externe Komponente Leitungsanschluss, unisoliert
* A7 - externe Komponente Leitungsanschluss, mit Schutzlack (jede Höhe)

Platinenklassen

Leistungsklassen

In IPC-6011 wurden drei Leistungsklassen festgelegt

- Klasse 1 – Allgemeine Elektronikprodukte:** Umfasst Konsumartikel, bestimmte Computer und Computerperipheriegeräte, die für Anwendungen geeignet sind, bei denen kosmetische Mängel keine Rolle spielen und die Funktion der fertigen Leiterplatte im Vordergrund steht.
- Klasse 2 – Elektronische Produkte für spezielle Anwendungen:** Umfasst Kommunikationsgeräte, hochentwickelte Business-Maschinen, Instrumente, bei denen hohe Leistung und lange Lebensdauer erforderlich sind und für die ein unterbrechungsfreier Betrieb wünschenswert, aber nicht kritisch ist. Bestimmte kosmetische Mängel sind zulässig.
- Klasse 3 – Elektronische Produkte mit hoher Zuverlässigkeit:** Umfasst Geräte und Produkte, bei denen eine kontinuierliche Leistung oder Leistung im Bedarfsfall von entscheidender Bedeutung ist. Ausfallzeiten der Geräte sind nicht tolerierbar, und sie müssen bei Bedarf funktionieren, z. B. bei lebenserhaltenden Geräten oder Flugsteuerungssystemen. Leiterplatten dieser Klasse eignen sich für Anwendungen, bei denen ein hohes Maß an Sicherheit erforderlich ist und der Betrieb unerlässlich ist.

Leiterplattentypen

In IPC-6012B sind außerdem 6 Arten von Leiterplatten definiert:

- Leiterplatten ohne durchkontakteierte Löcher (1)
 - 1 Einseitige Leiterplatte

Leiterplatten mit durchkontaktierten Löchern (2-6)

- 2 Zweiseitige Leiterplatte
- 3 Mehrlagige Leiterplatte ohne Blind- oder Buried Vias
- 4 Mehrlagige Leiterplatte mit Blind- und/oder Buried Vias
- 5 Mehrlagige Metallkernplatine ohne Blind- oder Buried Vias
- 6 Mehrlagige Metallkernplatine mit Blind- und/oder Buried Vias

Berechnungswerkzeuge

mm ▾

Hinweis: Werte sind Mindestwerte

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6
Linienbreite	0,8	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Mindestfreiraum	0,68	0,5	0,31	0,21	0,15	0,12
Via: (Durchmesser - Bohrung)	--	--	0,45	0,34	0,24	0,2
Metallisiertes Pad: (Durchmesser - Bohrung)	1,19	0,78	0,6	0,49	0,39	0,35
Nicht-metallisiertes Pad: (Durchmesser - Bohrung)	1,57	1,13	0,9	--	--	--

Datei Einstellungen Hilfe

▼ Allgemeines Systemdesign

- Regler
- Widerstandsrechner

▼ Leistung, Strom und Isolation

- Elektrische Abstände
- Via-Große
- Leiterbahnbreite
- Schmelzstrom
- Kabelgröße

▼ Hochgeschwindigkeit

- Wellenlänge
- RF-Dämpfungsglieder
- Übertragungsleitungen

▼ Merkblatt

- E-Serie
- Farbcode
- Platinenklassen**
- Galvanische Korrosion