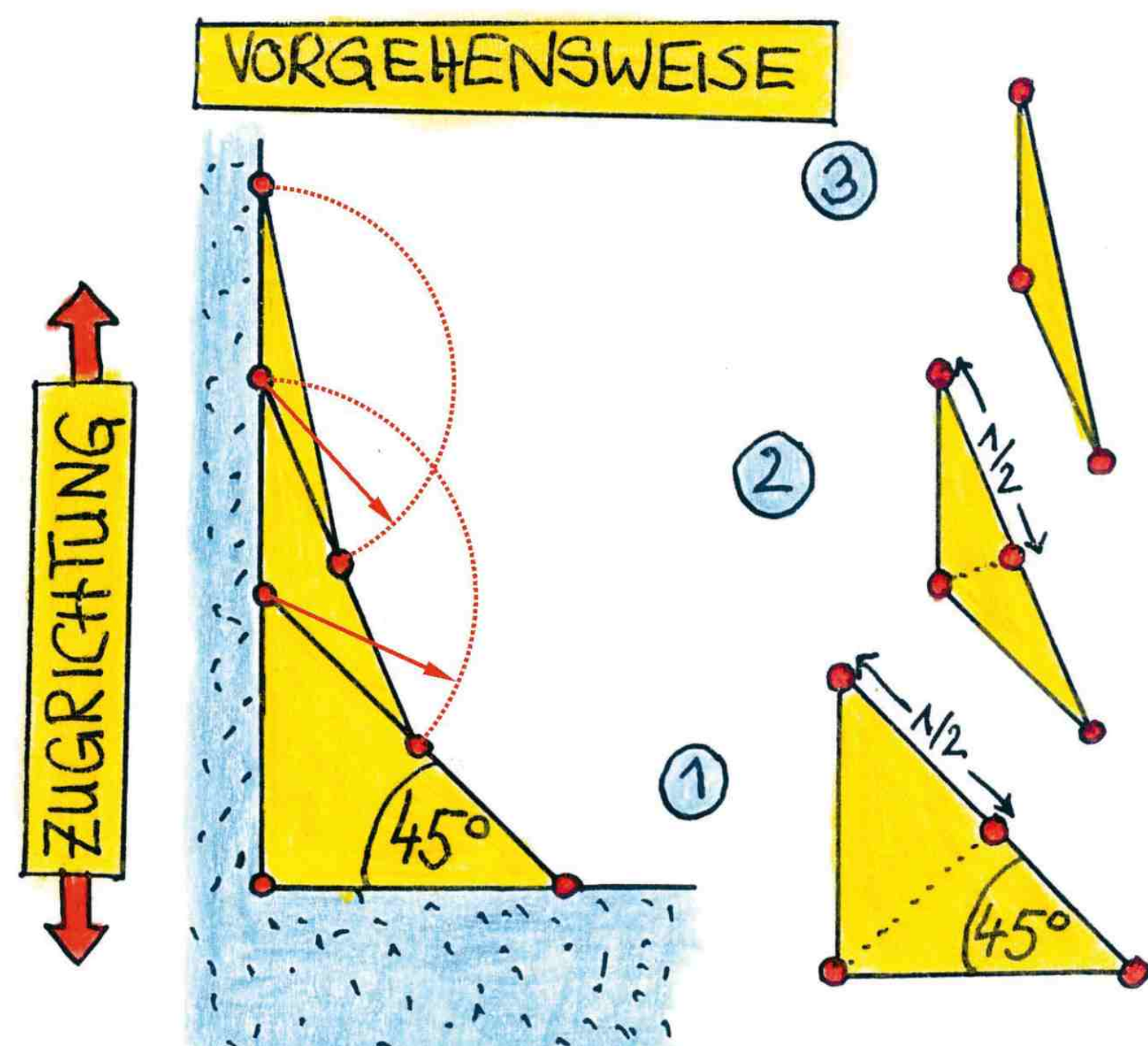


## Die Methode der Zugdreiecke im Vergleich mit anderen Kerbformen

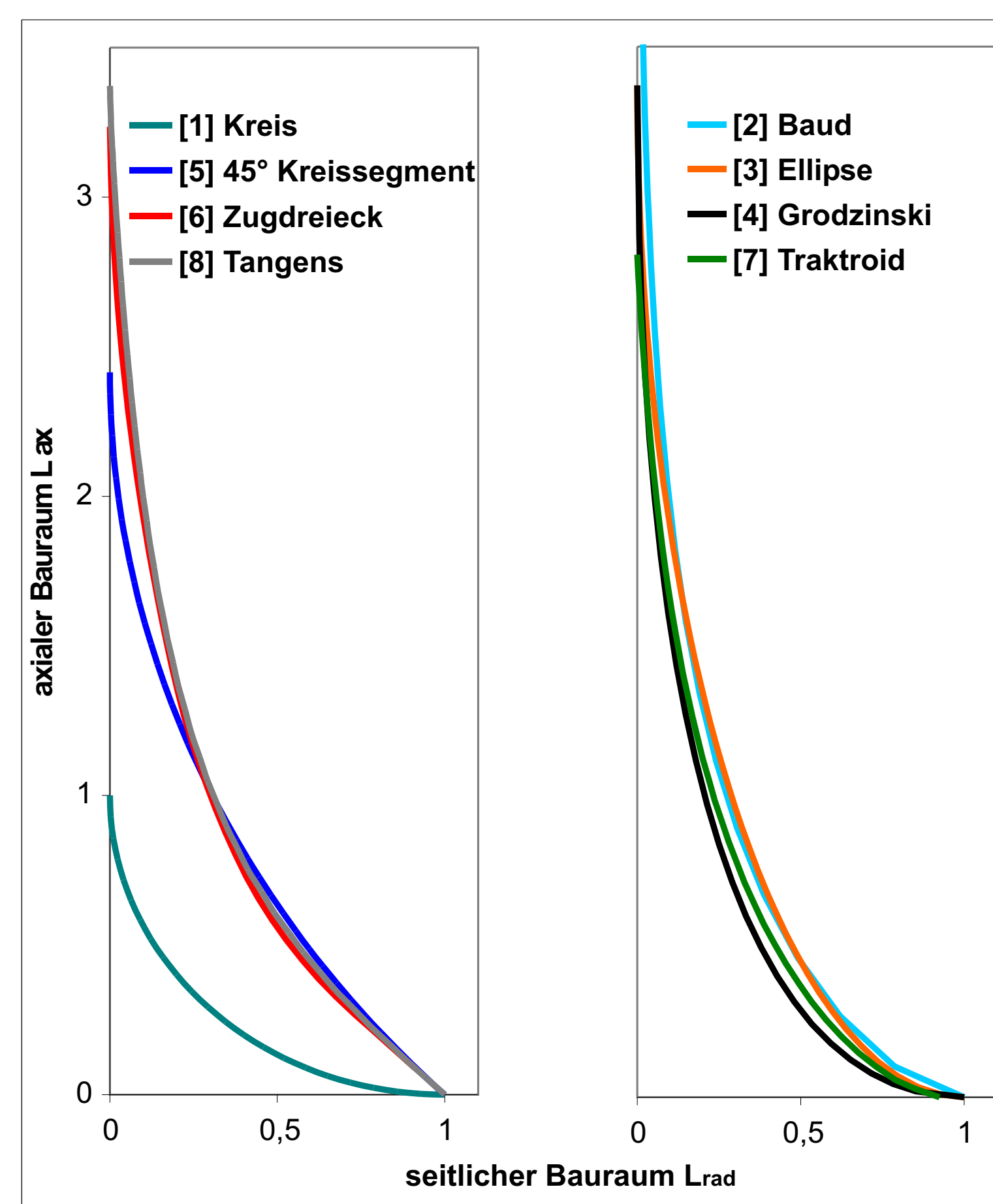
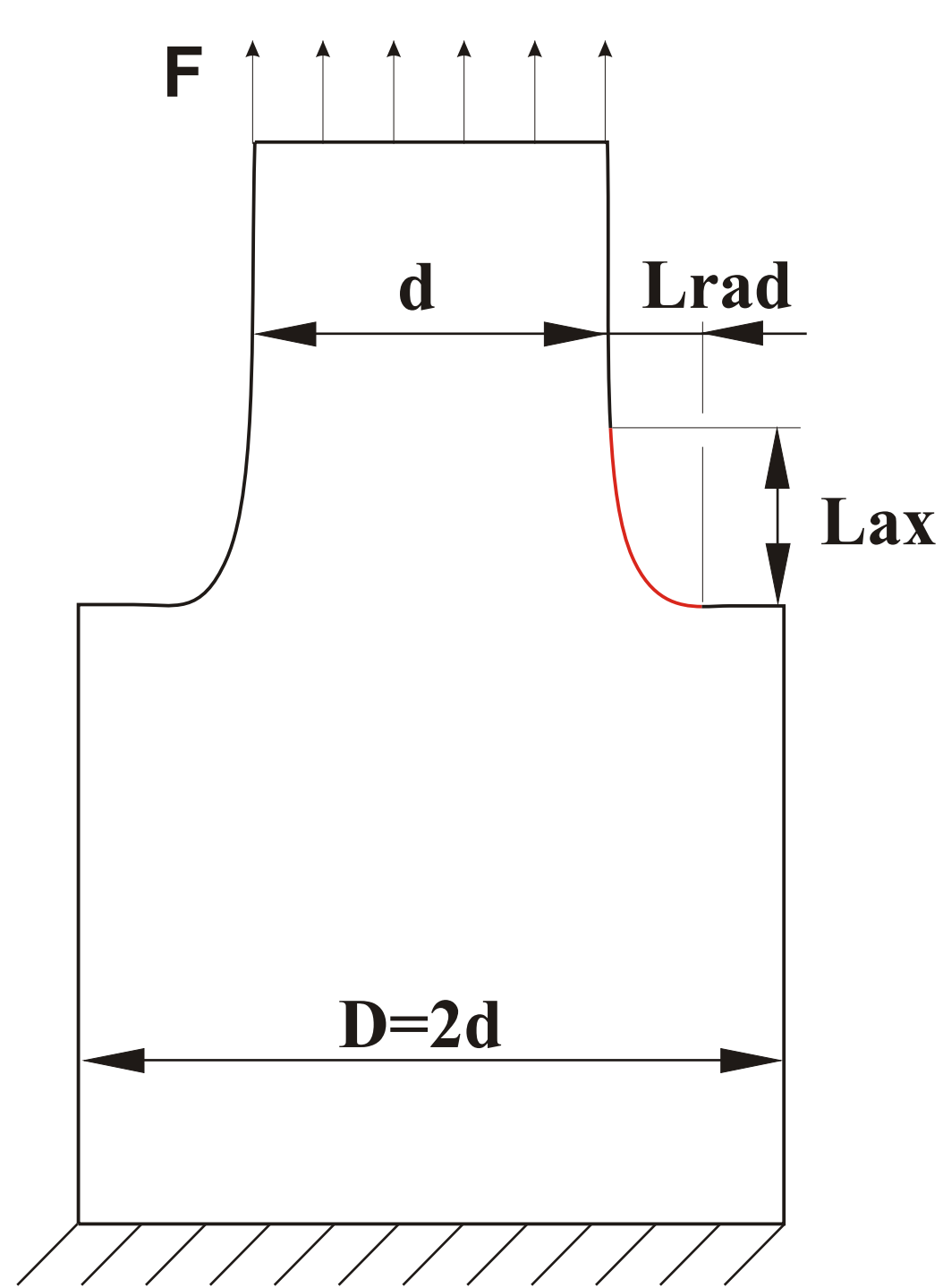
### Konstruktion der Zugdreiecke



Kerben sind Bauteilkiller! Sie erhöhen lokal die Spannung im Bauteil, initiieren Risse und leiten so letztlich Versagen ein. Die Höhe der Spannungskonzentration hängt maßgeblich von der Kerbform ab. Ein Baumstamm überbrückt und entschärft die scharfeckige Kerbe, die er mit der Erdoberfläche bildet durch den Wurzelauftrieb, der meist windseitig am stärksten ausgeprägt ist und der wie ein Zugdreieck wirkt!

Mit der Methode der Zugdreiecke kann man Bauteile nach dem Vorbild der Natur leichter und langlebiger gestalten. Die äußerst einfache Vorgehensweise ist im Buch "Verborgene Gestaltgesetze der Natur" beschrieben (Bezug siehe: [www.mattheck.de](http://www.mattheck.de)).

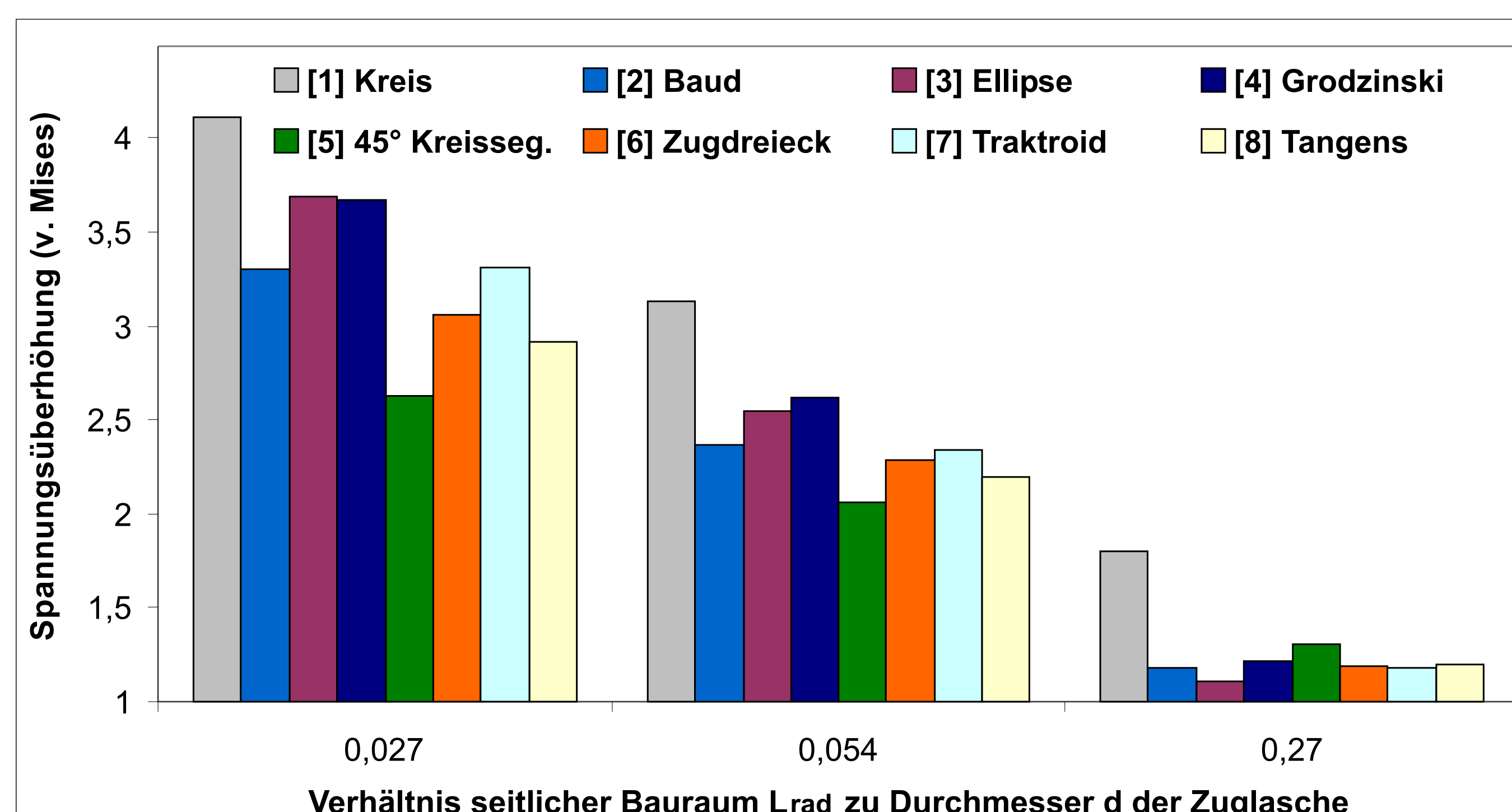
### Kerbformen



Seit über 70 Jahren werden zur Minderung der Spannungskonzentration an Kerben neben der Kreisverrundung verschiedene Formen vorgeschlagen. An Zuglaschen wurden 8 Kerbformen mit gleichem seitlichen Bauraum modelliert. Baudkurve, Traktroid und Viertelellipse bilden fast eine identische Kurvenschar. Zugdreiecke und Tangens im Bereich von 0 bis 1,32 sind nahezu deckungsgleich und schließen wie das etwas kürzere Kreissegment mit 45° an die Verbreiterung an.

	Lax/ Lrad	Herleitung	Quelle
[1] Viertelkreis	1	Empirisch	
[2] Baud	5,0	Empirisch, durch Bearbeitung spannungsoptischer Proben	Baud 1934
[3] Ellipse	3,4	Theoretisch, spannungsoptische Proben	Deutler, Harvers 1937; Berkey 1943
[4] Grodzinski	3,4	Empirisch	Grodzinski 1941
[5] 45° Kreissegm.	2,4	Empirisch	Mattheck 2003
[6] Zugdreieck	3,3	Aus Methode der Schubvierecke	Mattheck 2006
[7] Traktroid (Treidelkurve)	3,4	Nicht bekannt	Melcher, Baumbach 2007
[8] Tangens	3,4	Vergleich mit Zugdreieckskontur	Mattheck 2008

### Resultierende Spannungskonzentrationen



Mit der Methode der Finiten Elemente wurde an Zuglaschen in drei Bauraumvarianten der Einfluss der 8 verschiedenen Kerbformen auf die Spannungskonzentration untersucht. Der scharfe 45-Grad-Anschluss des Kreissegmentes, des Tangens und der Zugdreieckskurve führt rechnerisch zu einer kleinen Spannungsspitze, die nicht berücksichtigt wurde, da sie allein schon fertigungsbedingt so nicht auftritt. Die Methode der Zugdreiecke liegt im Bereich geringer Kerbzahlen. Sie besticht auch mit ihrer Einfachheit, ihrer Nähe zur Natur und ihren Kombinationsmöglichkeiten bei komplexeren Belastungen sowie ihrer Eignung zur Beseitigung von minderbelasteten Bereichen.

Ausführliche Publikation: Konstruktionspraxis 5/2008