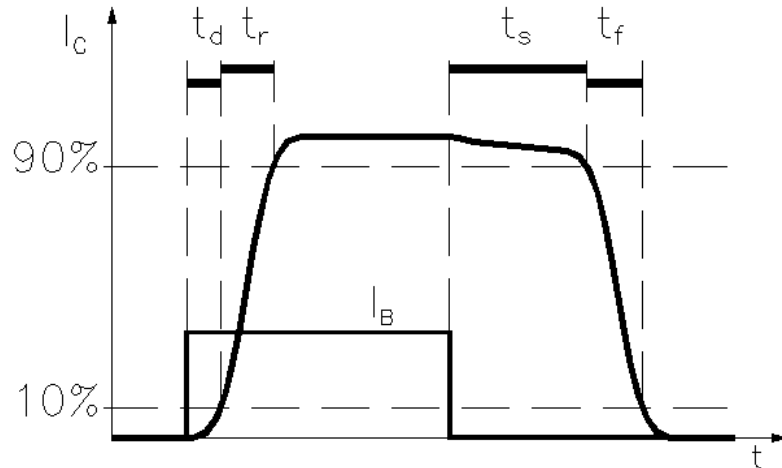


### Sättigung und zweiter Durchbruch bei bipolaren Schaltern

Sättigung:

Wenn man einem Transistor mehr Basisstrom zuführt, als dieser für den augenblicklichen Kollektorstrom braucht, so gerät dieser in Sättigung. Die Kollektor-Emitter-Spannung sinkt bis auf die relativ kleine Sättigungsspannung  $U_{CEsat}$  ab und die Basis-Emitter-Spannung steigt auf die Sättigungsspannung  $U_{BEsat}$  an. So



wünschenswert eine kleine Spannung am Transistor für kleine Verluste ist, so führt die Sättigung zu einer starken Verlangsamung beim Abschalten des Kollektorstroms. Im Bild sieht man, wie erst nach dem Abbau der in der Basiszone gespeicherten Ladungsträger der Abfall von  $I_c$  beginnt. Entsprechend verlängert sich die Speicherzeit.

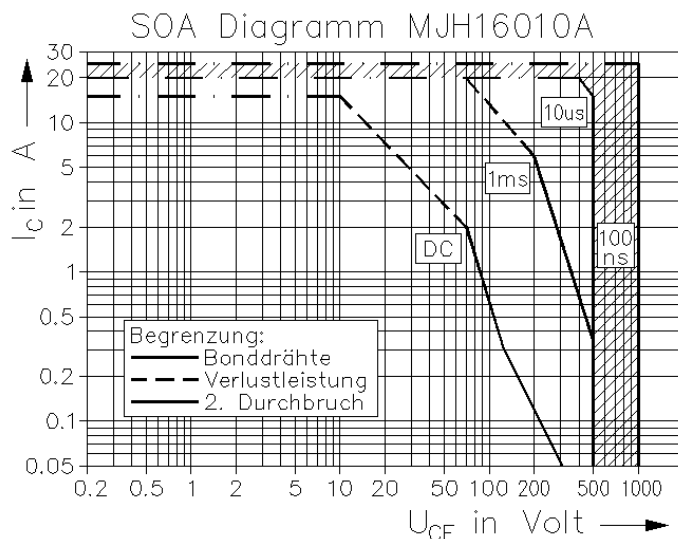
Das Diagramm zeigt die Definition der Schaltzeiten des Kollektorstroms:

Symbol	Benennung		Zeit bis % des Stromendwerts
$t_d$	delaytime	Verzögerungszeit	Anstieg auf 10%
$t_r$	risetime	Anstiegszeit	Anstieg auf 90%
$t_s$	storage time	Speicherzeit	Absinken auf 90%
$t_f$	falltime	Abfallzeit	Absinken auf 10%

Der zweite Durchbruch:

Beim Abschalten induktiver Lasten steigt zuerst bei vollem Strom die Spannung an, bis die Freilaufdioden zu leiten anfangen. Das führt zu einer kurzzeitigen, enorm hohen Verlustleistungsspitze.

Dabei besteht die Gefahr der Stromeinschnürung: Eine lokale Erwärmung erhöht den Stromfluß, was die Erwärmung weiter steigert. Bei extrem hoher Leistungsdichte führt diese Rückkopplung bis zur lokalen Überhitzung und Zerstörung des Bauelements. Dieser Effekt wird als zweiter Durchbruch bezeichnet.



Zur Vermeidung darf der Verlauf des Abschaltstroms nur innerhalb der markierten Bereiche liegen. Man kann das durch Entlastungsnetzwerke erreichen, im einfachsten Fall RC-Glieder. Diese übernehmen beim raschen Spannungsanstieg einen Teil des Stroms, allerdings auf Kosten einer erhöhten Verlustleistung. Es gibt aber auch aufwendige, verlustleistungslose Entlastungsnetzwerke.