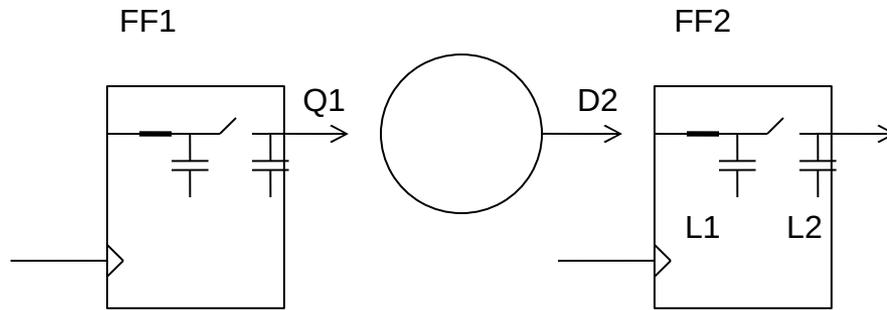


# Vorlesung 6

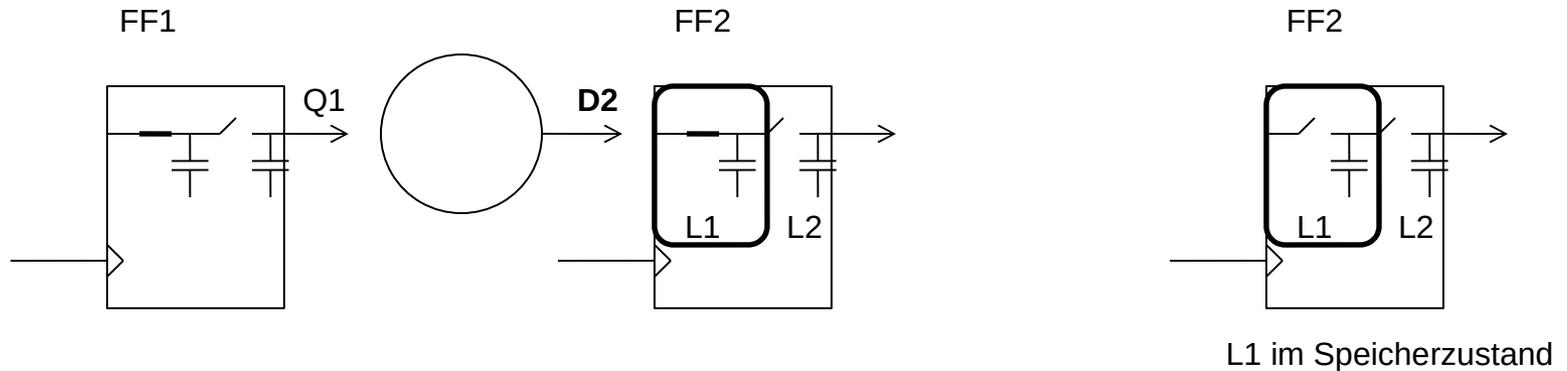
## Setup und Hold Zeit

...

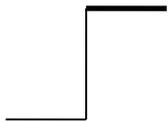
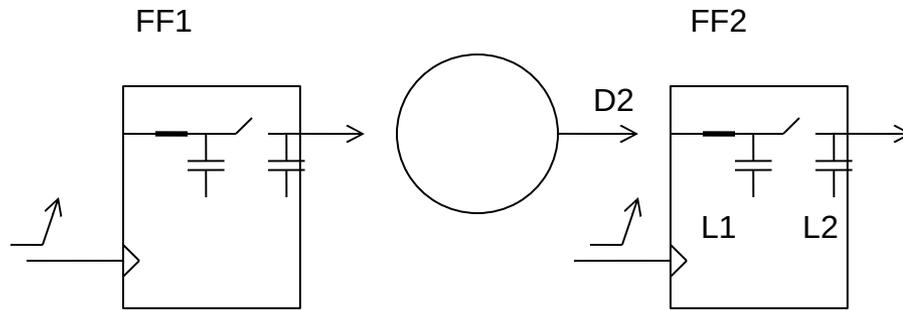
- Zwei Flipflops und die kombinatorische Logik dazwischen



- Hold Fall: wir betrachten gleiche Taktflanke für FF1 und FF2
- Hold-Regel: Die Änderung am D2 darf nicht passieren bevor das Latch 1/Flipflop 2 in Speichermodus kommt.

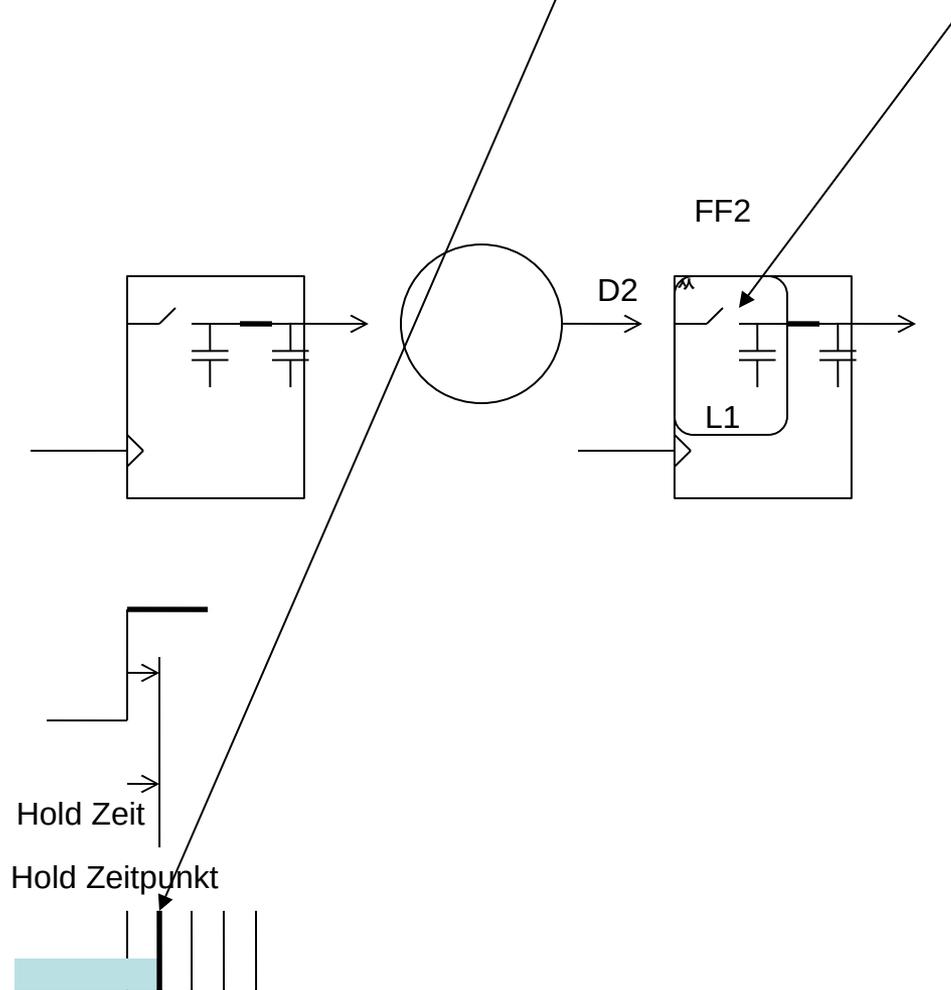


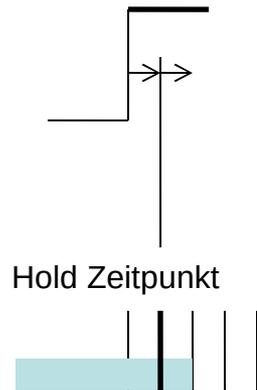
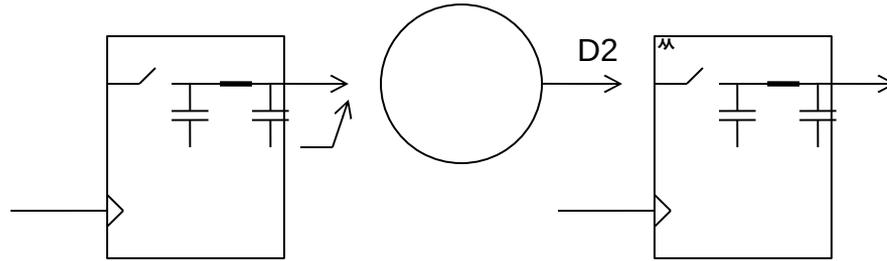
- Zeitlicher Ablauf von Signalen...



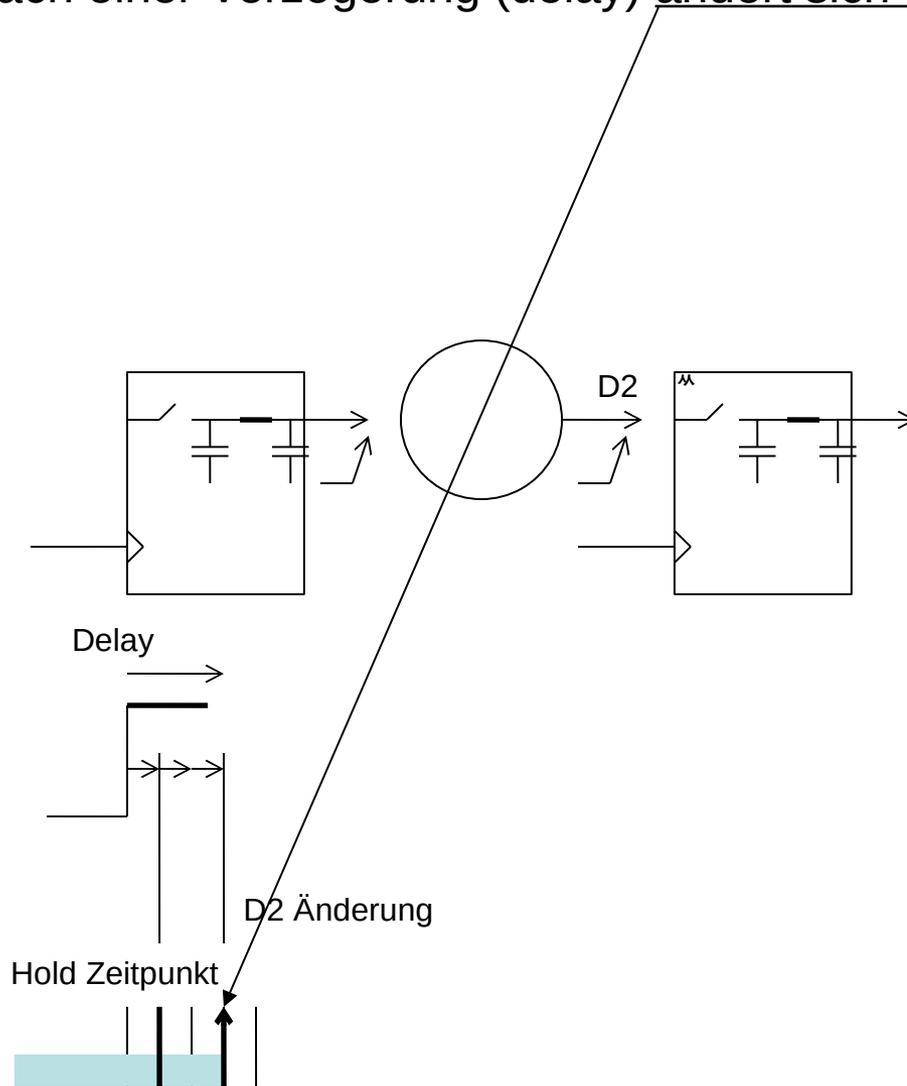
Zeitskala | | | | |

- Wir definieren Hold Zeitpunkt als Moment wo D2 – Schalter geöffnet wird und Latch 1/Flipflop 2 in Speichermodus kommt.

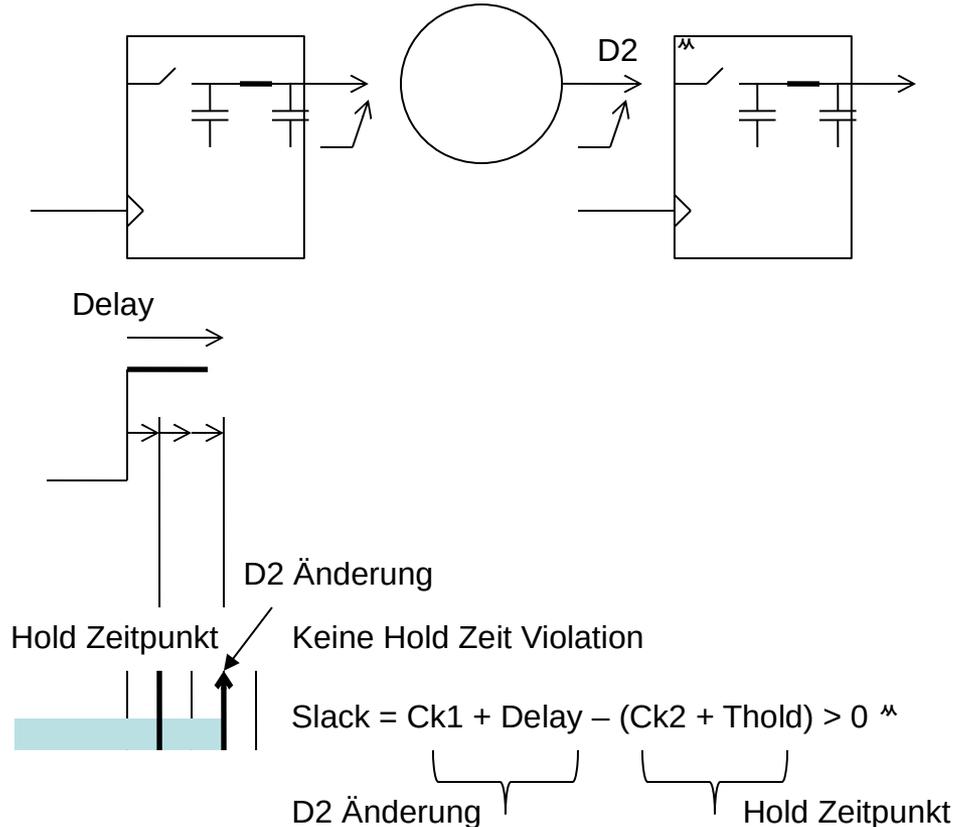




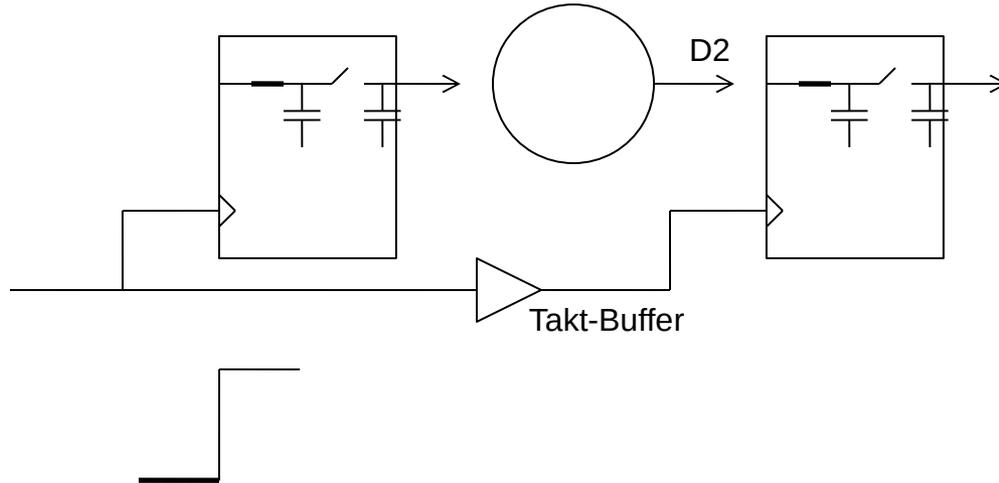
- Nach einer Verzögerung (delay) ändert sich D2



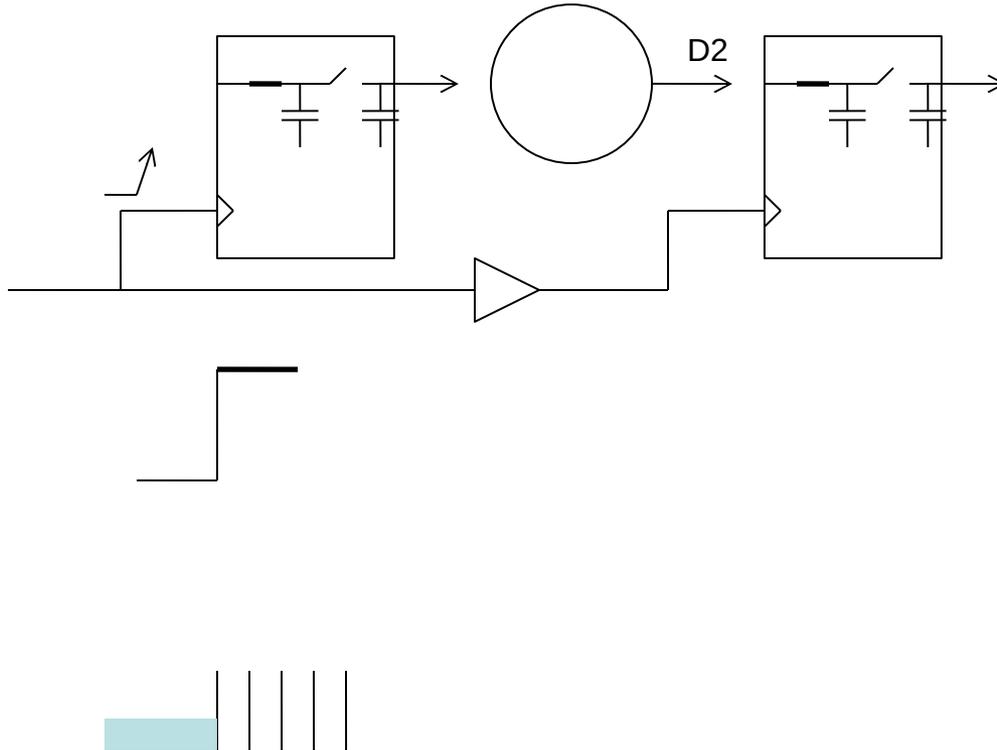
- Wir definieren Hold-Slack als Differenz zwischen der D2 Änderung und dem Hold Zeitpunkt
- Positiver Slack zeigt ob es in Ordnung ist (Slack > 0)



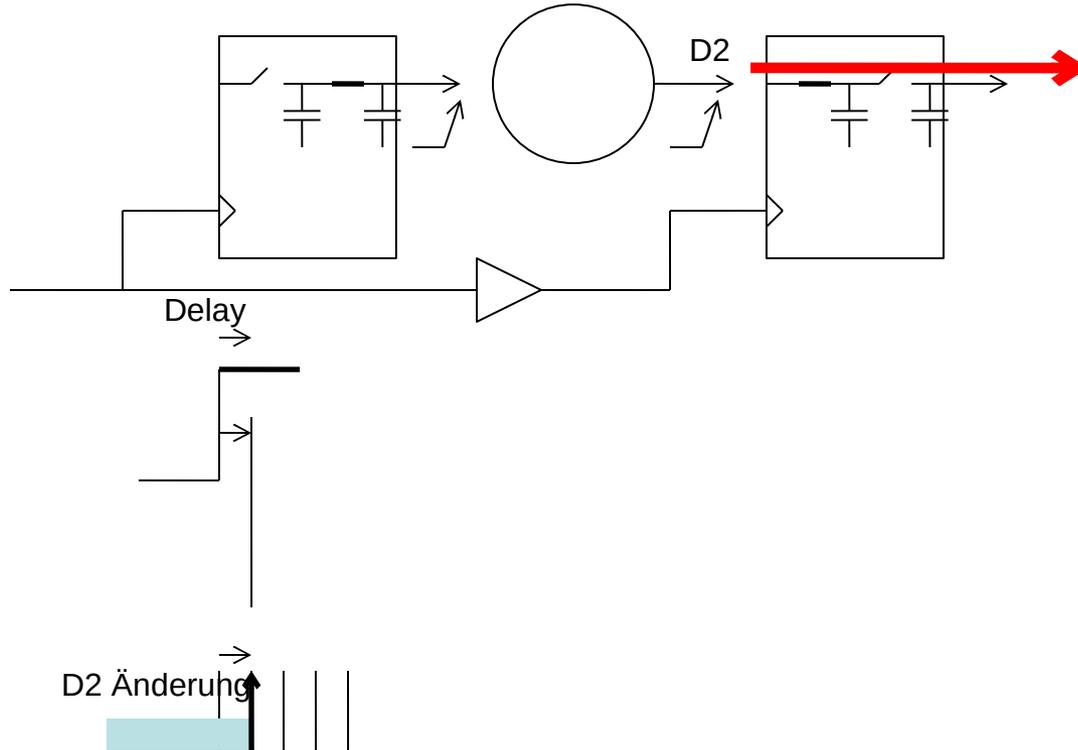
- Hold Time Verletzung / zeitlicher Ablauf



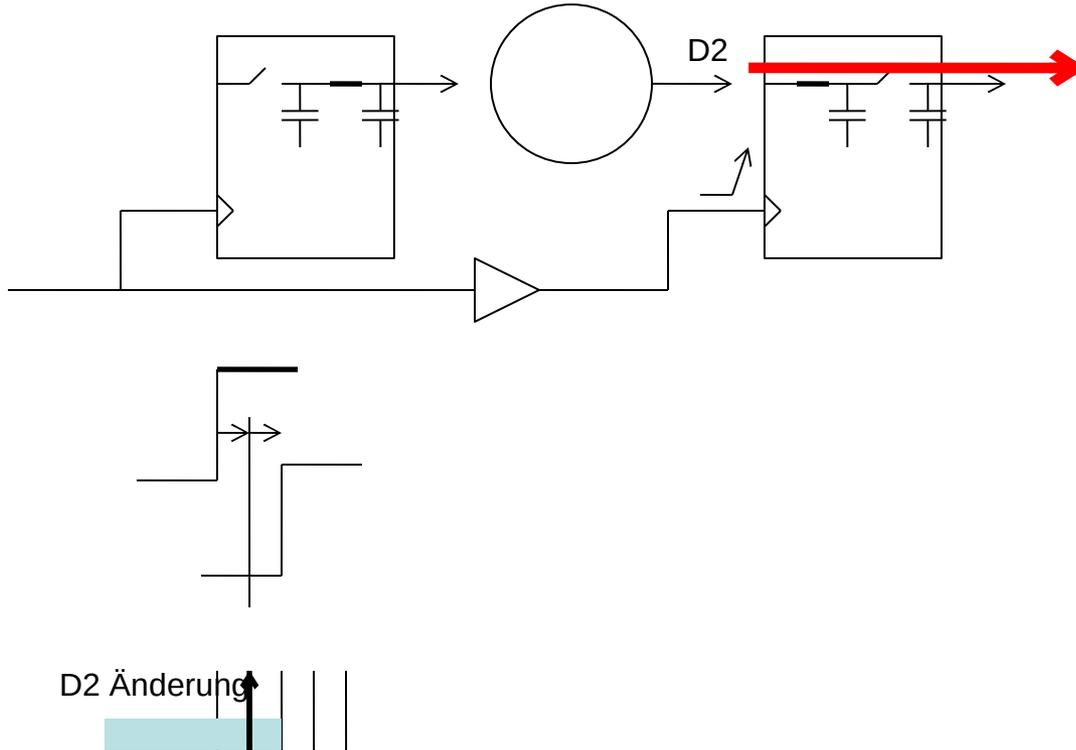
- Hold Time Verletzung



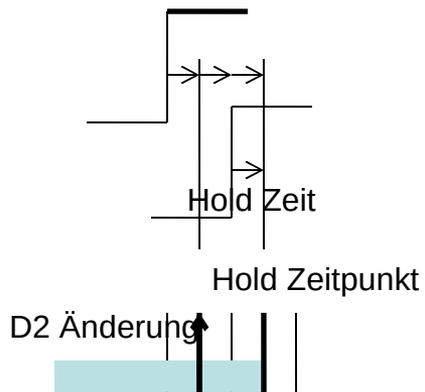
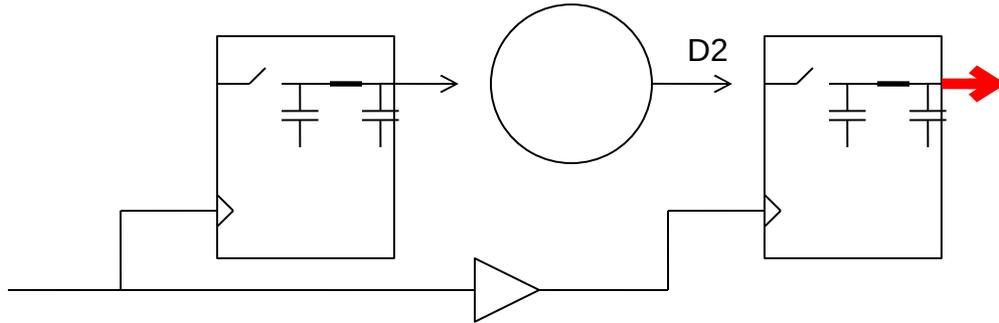
- Hold Time Verletzung
- D2 Änderung



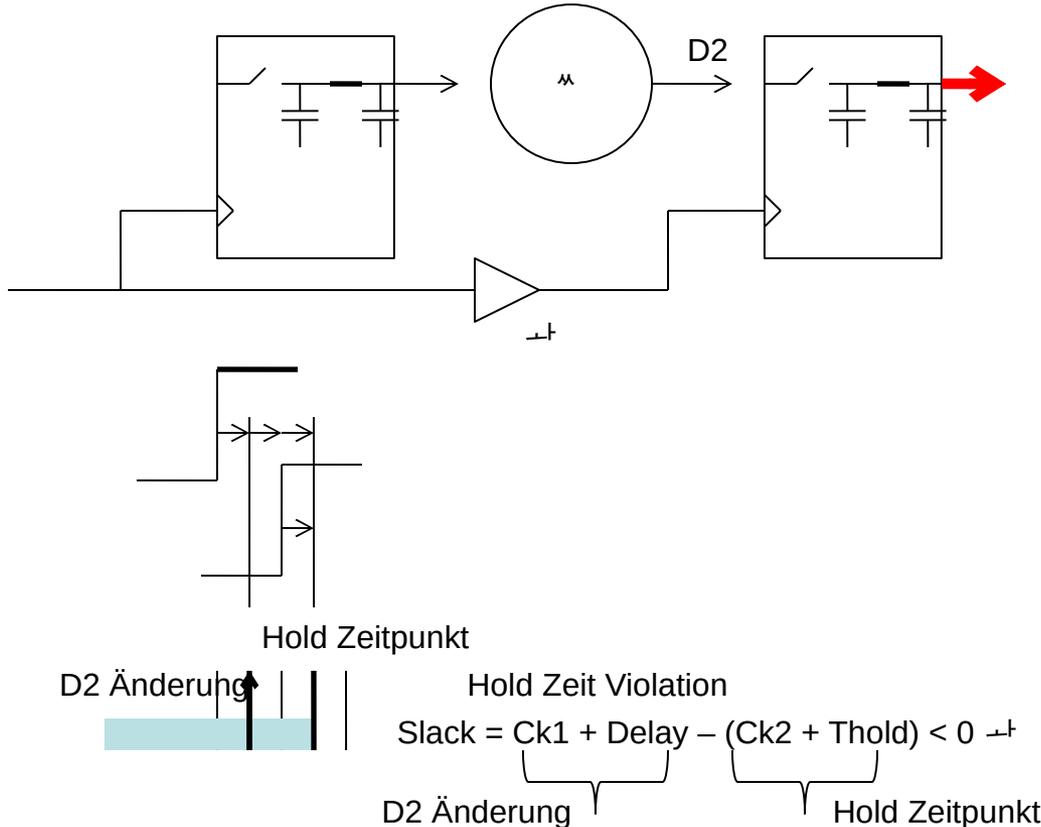
- Hold Time Verletzung



- Hold Time Verletzung
- Hold Zeitpunkt



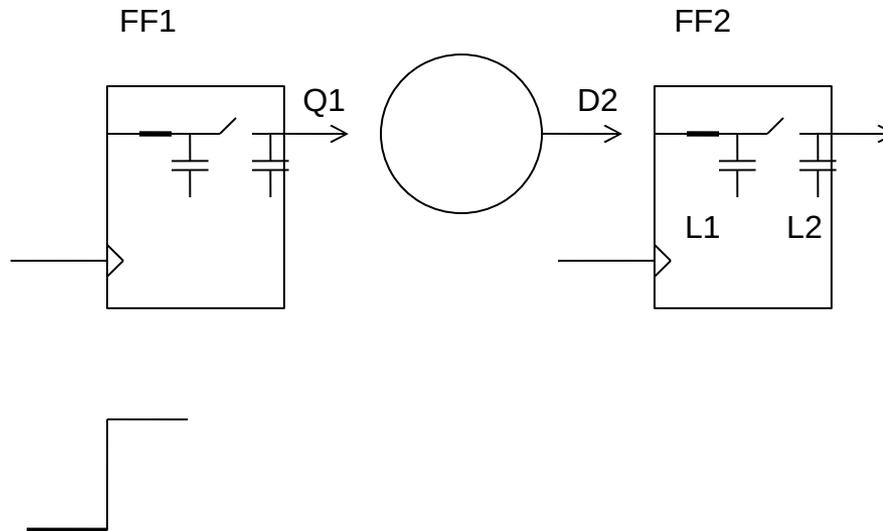
- Hold Time Verletzung passiert wenn sich Niveau am Eingang D2 zu schnell ändert. Die Ursache könnte ein schlechtes Design des Flipflops sein oder, dass der Takt Ck2 später ankommt als Ck1. Das letzte könnte bei einem nichtoptimalen Taktbaum passieren. Verzögerung in der kombinatorischen Logik zwischen den Flipflops hilft.

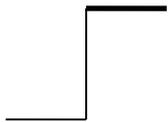
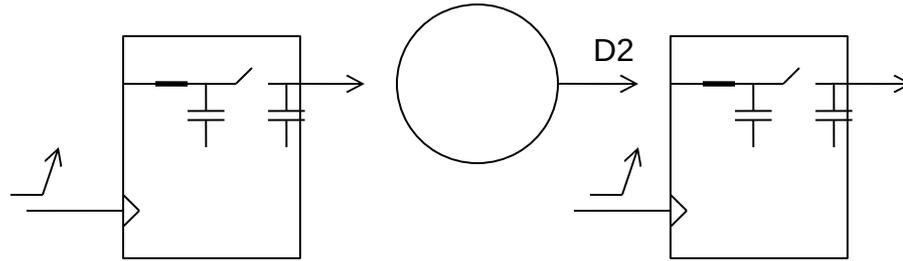


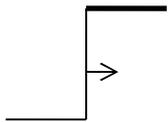
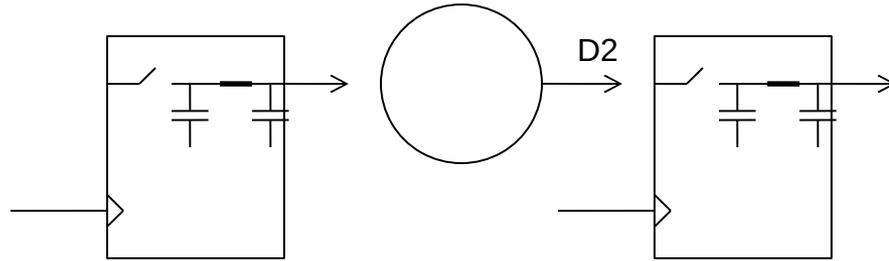


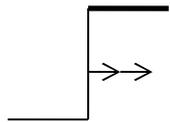
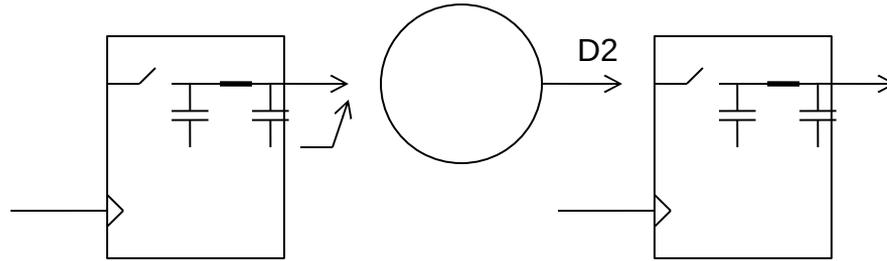


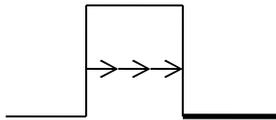
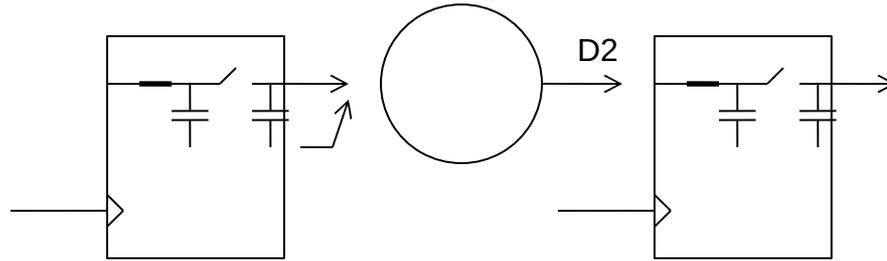
- Setup Fall: wir betrachten Taktflanke i für FF1 und i+1 FF2
- Setup-Regel: Änderung am D2 darf nicht zu spät passieren
- ... oder die Änderung am D2 soll geschehen bevor das Latch 1/FF2 den transparenten Modus verlässt



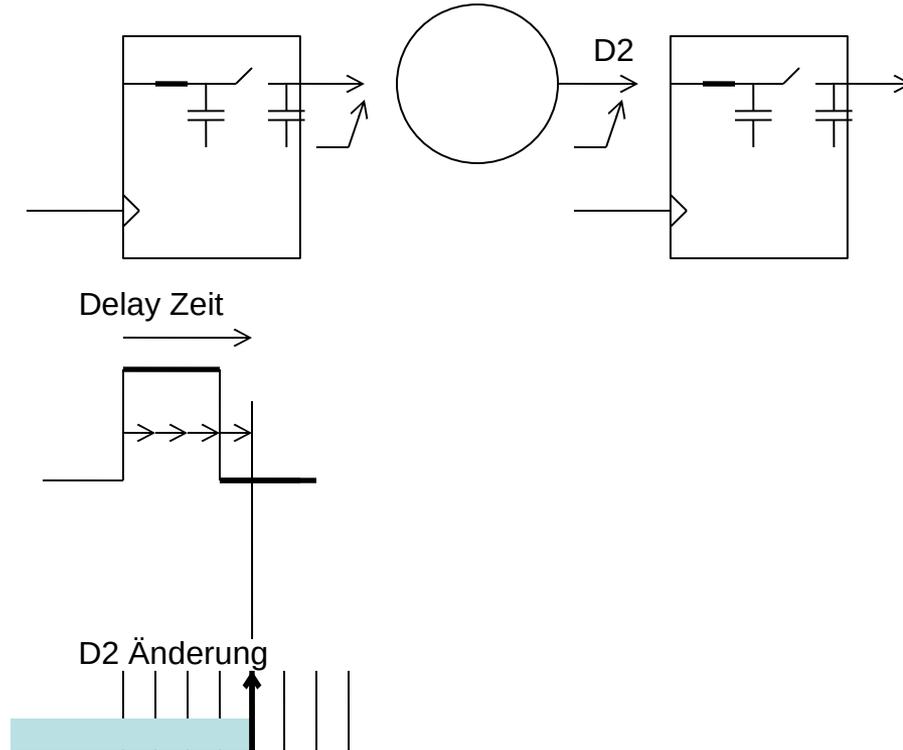


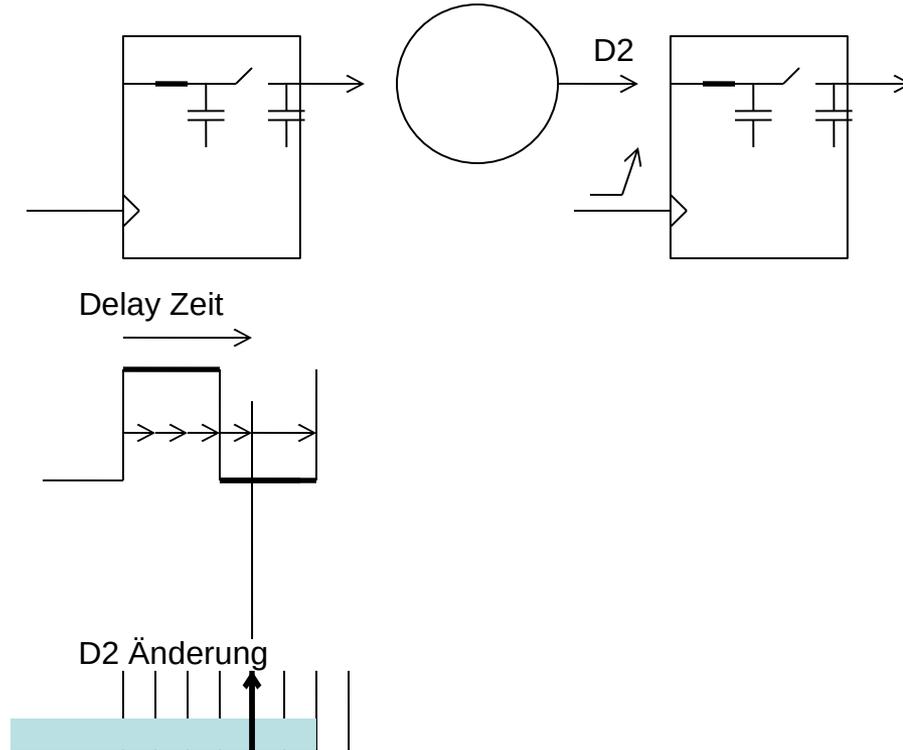




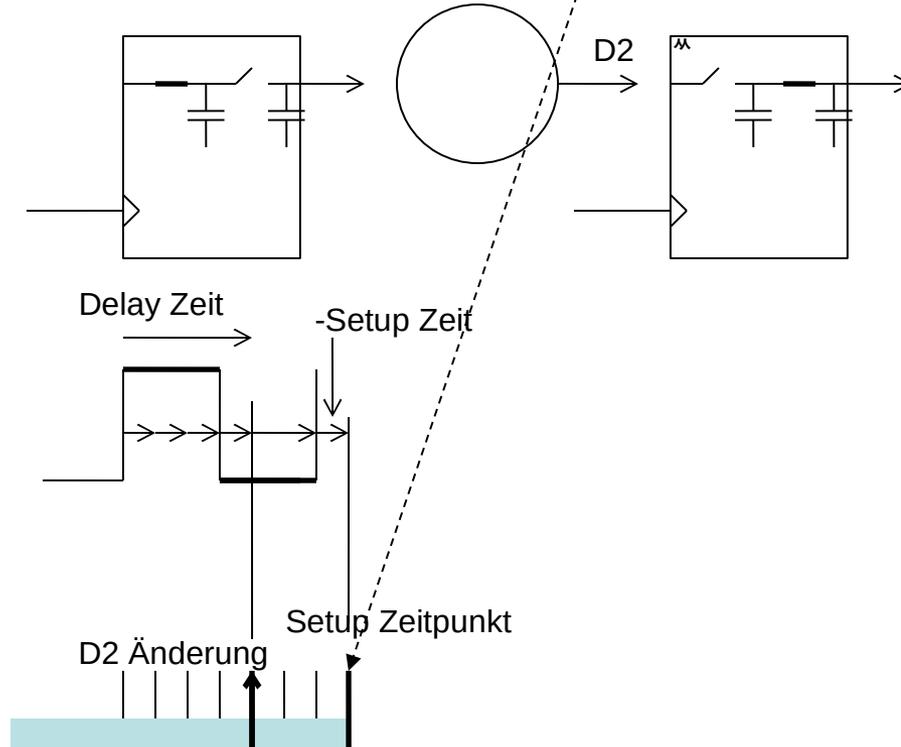


- Nach einer Verzögerung (delay) ändert sich D2

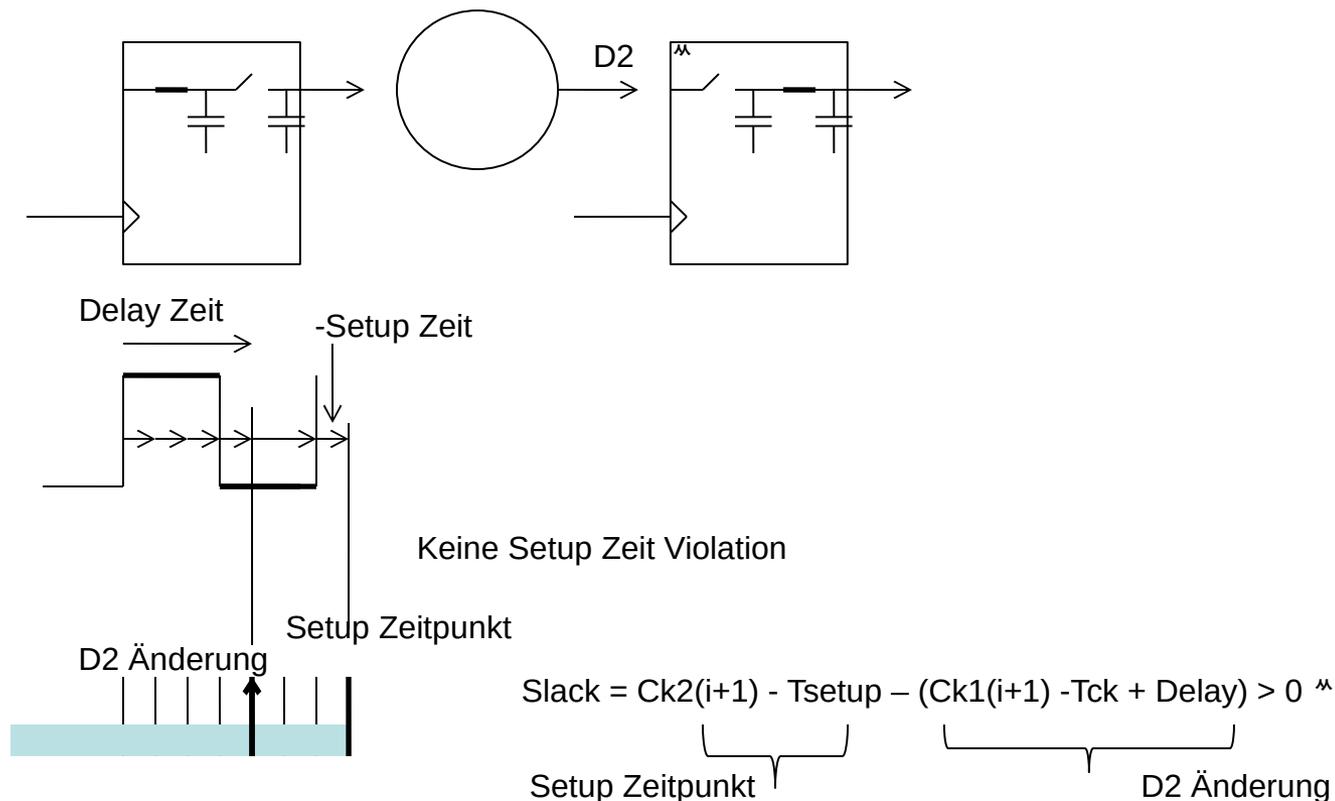




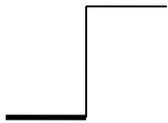
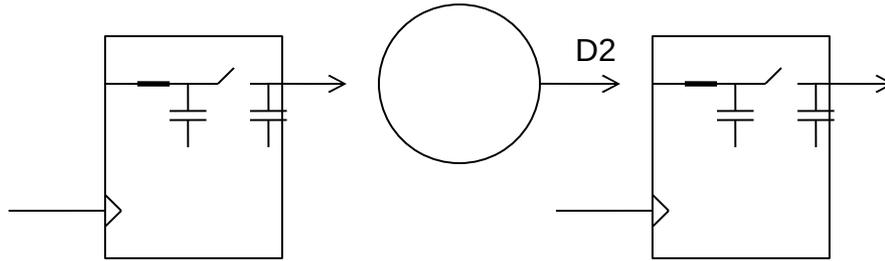
- Wir definieren die Setup-Zeitpunkt als den letzten Zeitpunkt bevor das Latch 1/FF2 den transparenten Modus verlässt
- Als den letzten Moment wo sich D noch ändern muss so dass die Änderung sicher gespeichert wird



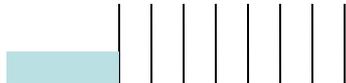
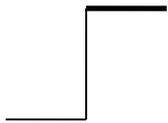
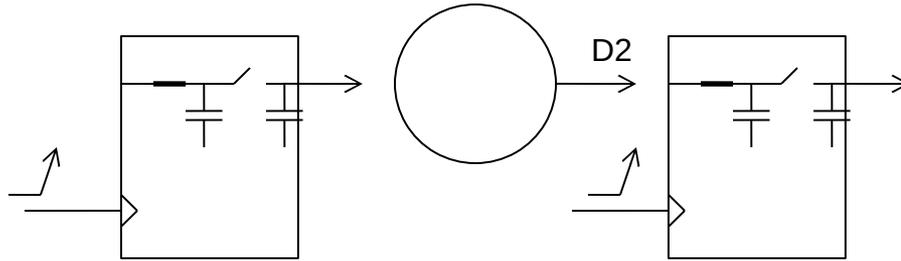
- Wir definieren Slack als Differenz zwischen dem Setup Zeitpunkt und der D2 Änderung
- Positiver Slack zeigt dass es in Ordnung ist (Slack>0)



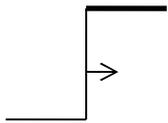
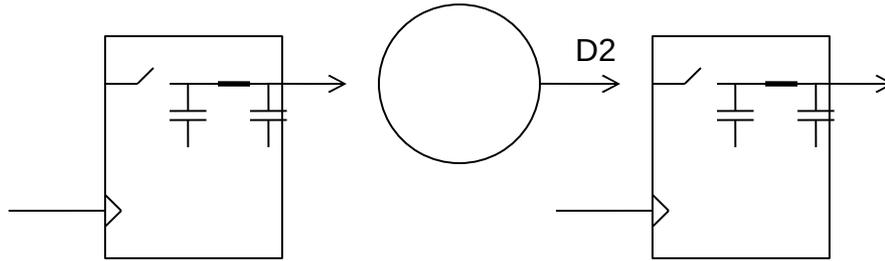
- Setup Zeit Verletzung



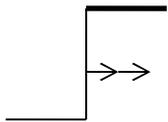
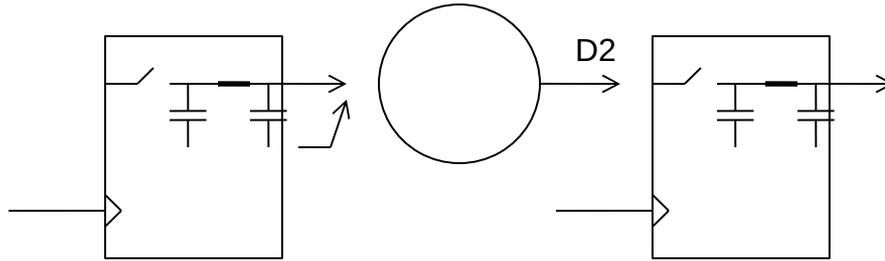
- Setup Zeit Verletzung



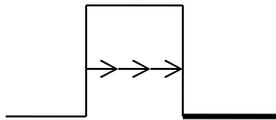
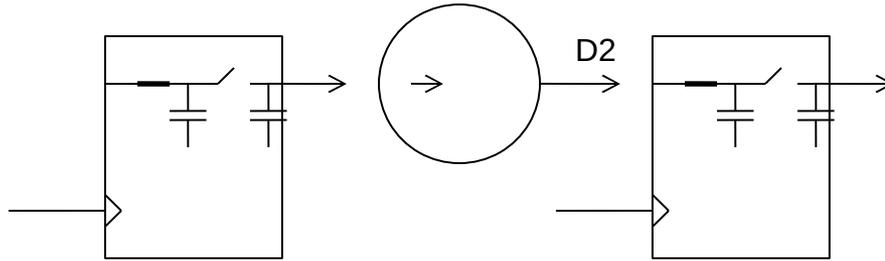
- Setup Zeit Verletzung



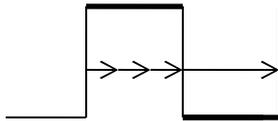
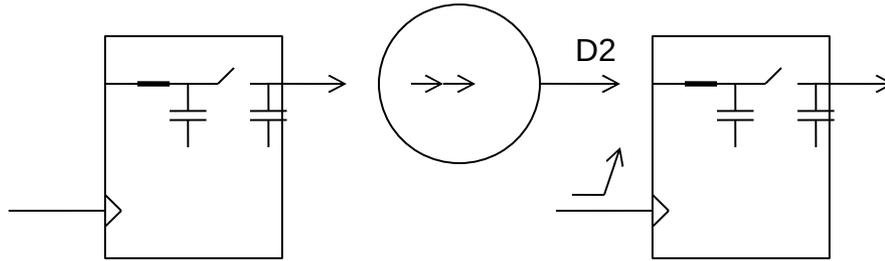
- Setup Zeit Verletzung



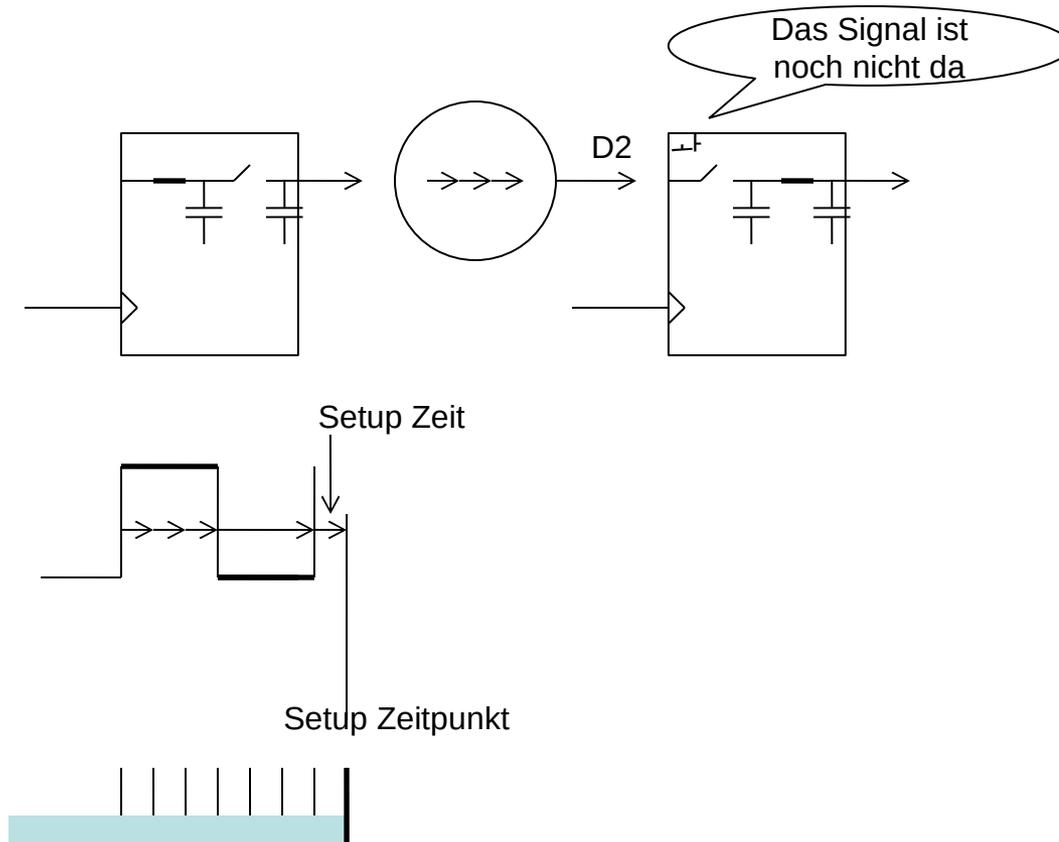
- Setup Zeit Verletzung



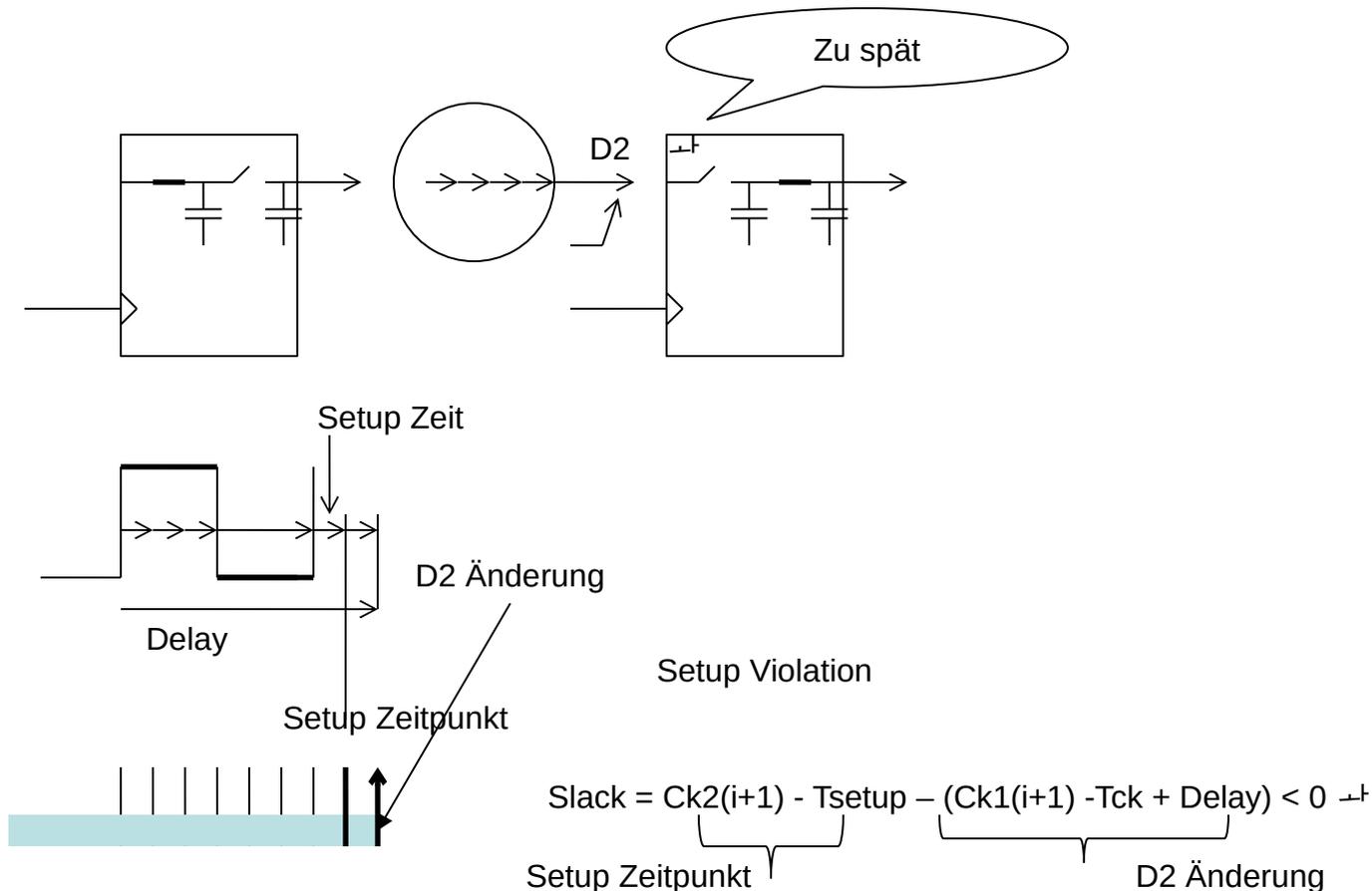
- Setup Zeit Verletzung



- Setup Zeit Verletzung



- Setup Zeit Verletzung
- Setupzeit Verletzung passiert wenn sich Niveau am Eingang D2 zu langsam ändert. Das passiert am meistens wenn die Taktfrequenz zu hoch ist oder die kombinatorische Logik zu langsam.



- Setup-Zeit Verletzungen kann man durch langsamere Taktfrequenz verhindern.
- Hold-Zeit Verletzungen kann man, wenn sie vorhanden sind, nicht mehr entfernen.
- Wenn eine Schaltung Hold-Zeit Probleme hat, kann man sie in der Regel nicht verwenden.
- *Hold-Zeit Probleme verhindert man im Design durch eine scheinbare Taktverlangsamung am Empfänger Flipflop. Diese nennt man Clock Uncertainty.*
- *Bedingung wird Hold Slack  $> T_{unc}$*
- *Auf diese Weise wird Synthese Tool gezwungen D2 in Bezug auf Ck-Eingang am FF2 zu verlangsamen. Das erreicht das Tool z.B. durch Einfügen von Invertern im Datenpfad.*

- Änderung am D2 darf nicht zu früh und nicht zu spät passieren

