

# 2.1.5 Ansdialtverzögerung

(Fortsetzung)

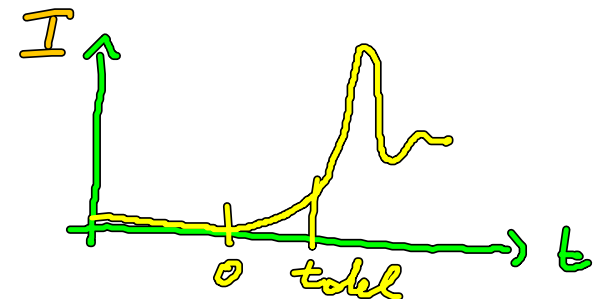
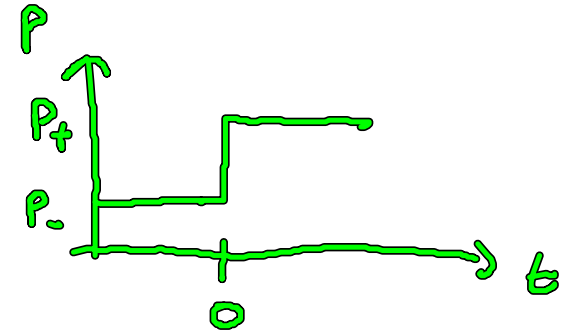
• Voraussetzung:  $I$  klein

$$\rightarrow \dot{I} = I (\tilde{D} - 1)$$
$$\dot{\tilde{D}} = \gamma (P_+ - \tilde{D}) - \cancel{DI}$$

Dimensionslose gl.  $t = 2\kappa t^{\text{alt}}$

Lösung:

$$I = I_0 e^{\frac{1}{\gamma} \underbrace{[(P_+ - 1)\gamma t - (P_- - P_+) [e^{-\gamma t} - 1]]}_{F(\gamma t)}}$$



• Vorzeichenwechsel von  $F(yt)$  liefert einen Wechsel der Größenordnung von  $I$

$$F < 0 \rightarrow I \text{ von } O(e^{-\frac{1}{y}})$$

$$F > 0 \rightarrow I \text{ von } O(e^{\frac{1}{y}})$$

$\Rightarrow t_{del}$  definiert durch  $F(yt) = 0$

• mögliche Näherung für  $y t_{del}$  groß, also

$$2k \frac{t_{del}^{all} \cdot 1}{T 2k} \gg 1$$

$$t_{del}^{all} \gg T$$

$$\Rightarrow F(yt) \approx (P_+ - 1)t_{del} + \frac{1}{y} (P_- - P_+) = 0$$

$$\rightarrow t_{del} \approx \frac{P_+ - P_-}{y(P_+ - 1)}$$

• falls  $P_+ - 1$  klein (nahe der Schwelle)

$$P_+ \approx 1$$

$$P_+ > 1$$

$$\text{und } P_- = 0$$

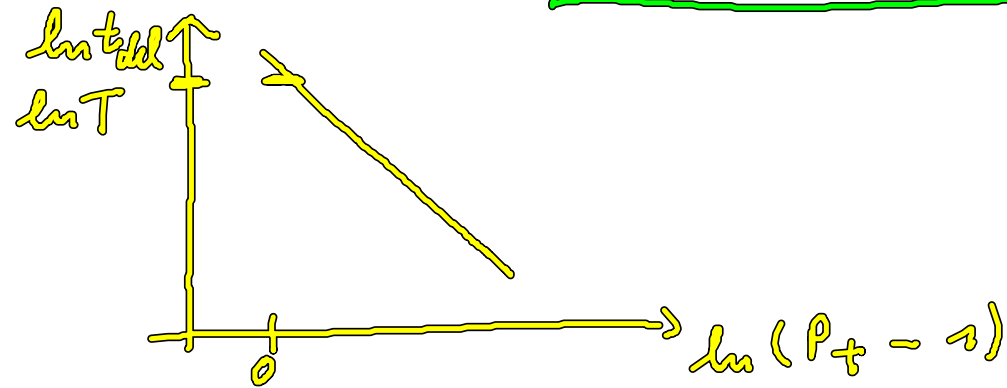
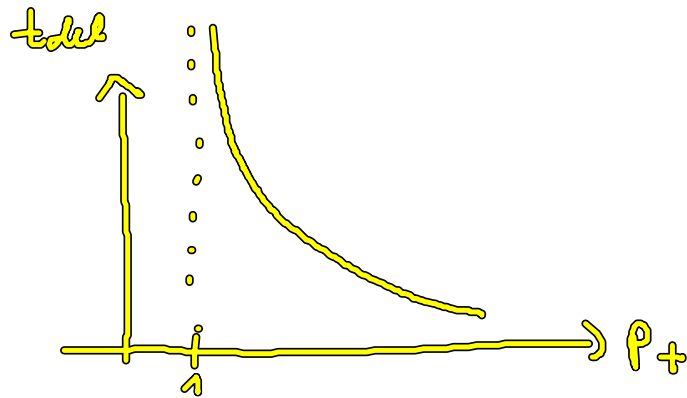
$$\rightarrow t_{del} \approx \frac{1}{\mu} \frac{1}{P_+ - 1}$$

$\Rightarrow$

Dimensionen

$$\boxed{T \frac{1}{P_+ - 1} = t_{del}^{alt}}$$

⊗



- Bestimmung von  $T$  experimentell möglich

• Zeitkostas gegeben durch Lebensdauer der Invasion

Vorsicht ⊗ ist nur eine Näherungslösung

# 2.2. Güte + Gewinngeschaltete Laser

## 2.2.1 Gütegeschalteter Laser

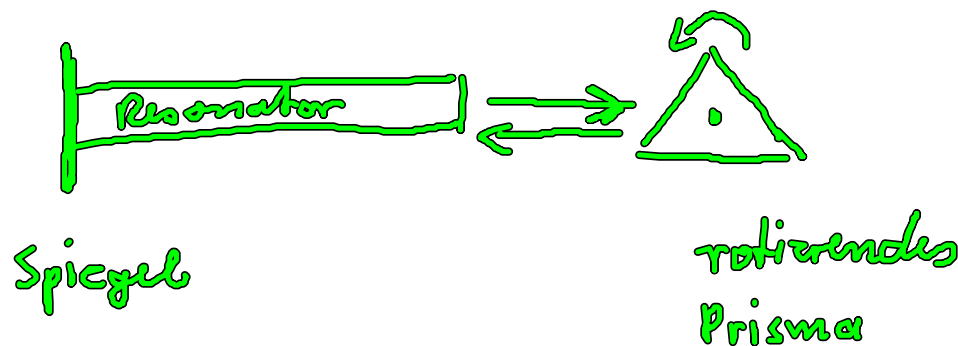
Q switched

---

### Aktives Q-switching

- zeitveränderliches  $R(t)$  (Photonenlebensdauer  $\tau_{ph} = \frac{1}{2k}$ )

Bsp.

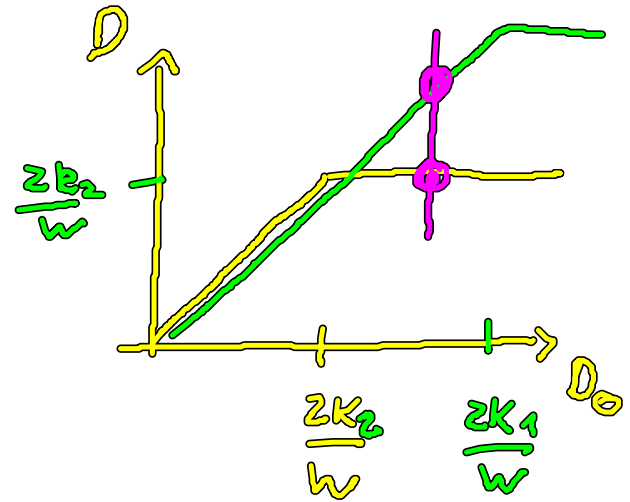


→ verändertes Reflexionsvermögen

(1) Prisma reflektiert nicht in Resonator

→  $(ZK)^{-1}$  sehr klein

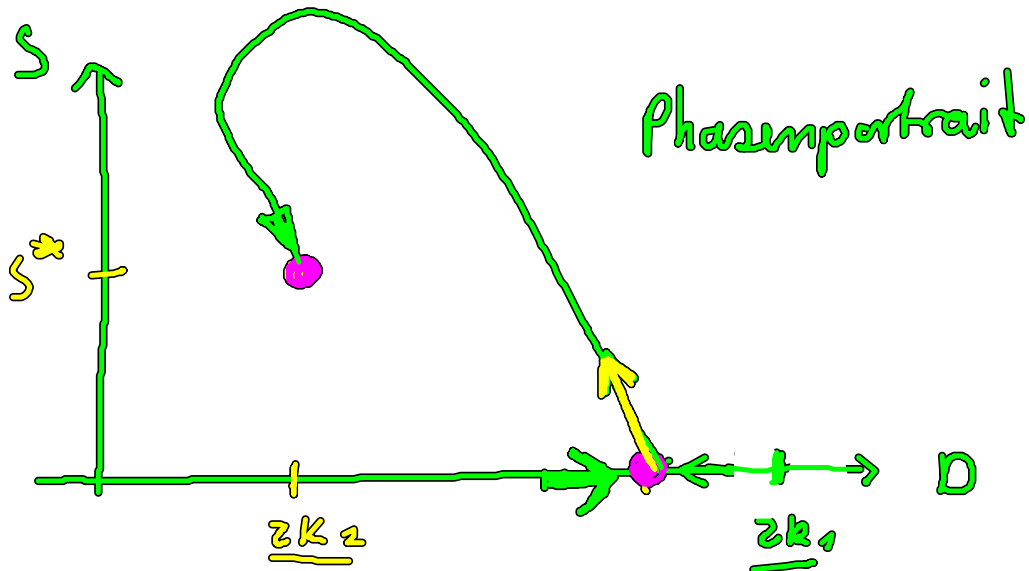
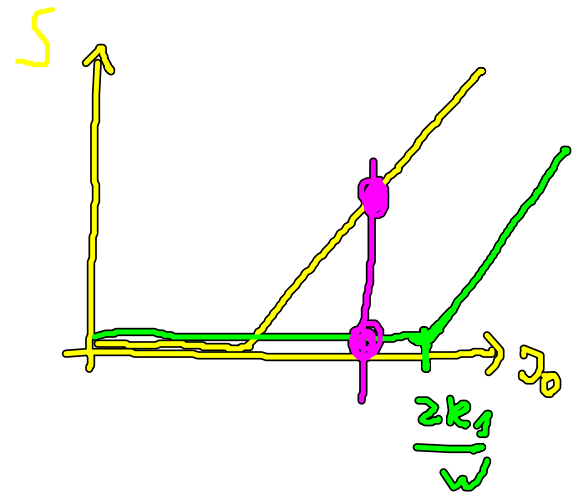
Laserschwelle  $D_0 = \frac{ZK}{\omega}$  hoch



(2) Prisma reflektiert in den Resonator

→  $(ZK)^{-1}$  groß

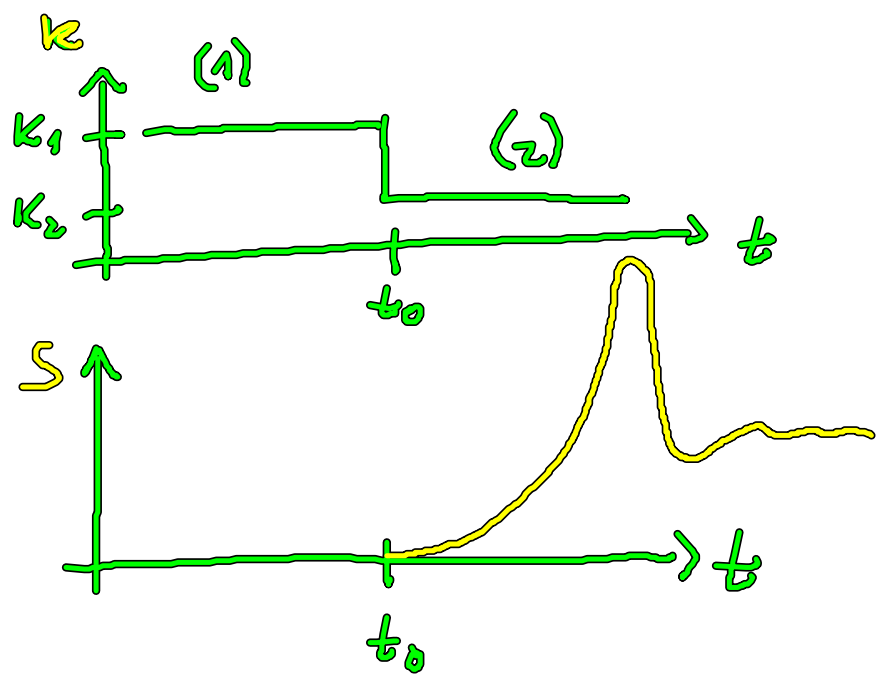
Laserschwelle klein



w

w

Zeitserien

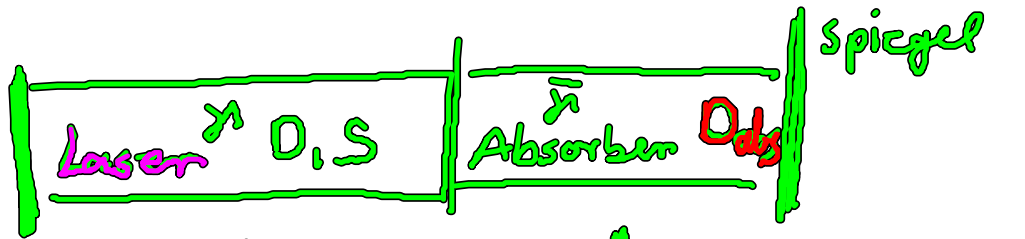


- Trajektorie entfernt sich entlang der instabilen Richtung, die gegeben ist durch Eigenvektor

$$\begin{aligned}
 \text{EW: } & \lambda_1 = (P_2 - 1) 2k_2 \\
 & \lambda_2 = -\gamma 2k_2 = -w \\
 \text{Eigenvektoren} & \eta_1 = \begin{pmatrix} -\mu + P - 1 \\ \gamma P \end{pmatrix} \\
 & \eta_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

dimensionslos

## 2.2.2, Passives Q-switching



Laser + sättigbarer Absorber  
(gleiches optisches Material)

↑  
gepumpt  
über der Schwelle

↑  
unter der Schwelle

### möglicher Zeitverlauf

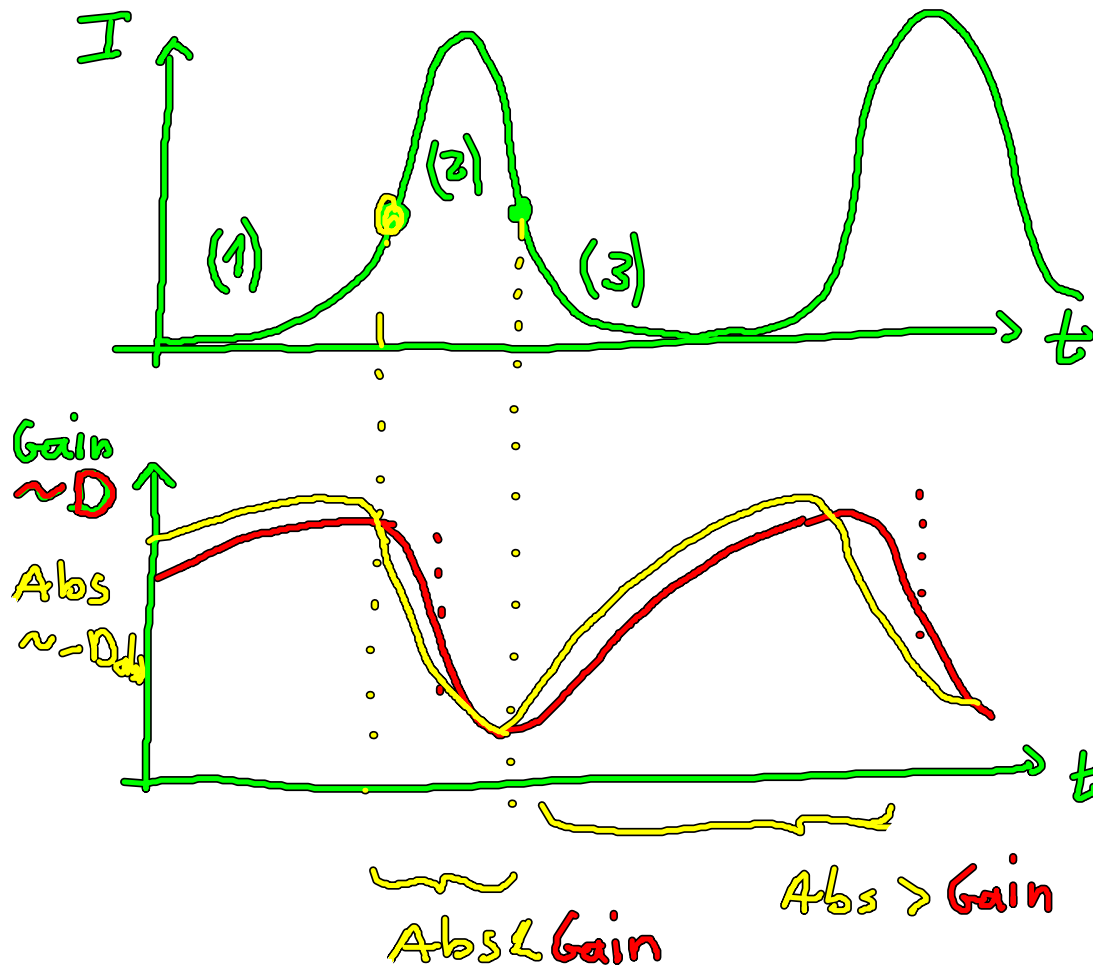
(1) Licht wird im Absorber absorbiert  $\tau_{ph} = (2K_a)^{-1}$  ist klein

- Absorber baut Inversion auf

(2) Inversion im Absorber ist so hoch, dass Licht verstärkt wird  $(2K_e)^{-1}$  ist groß

- Inversion im Absorber wird abgebaut

### (3) erneut Absorption



• mögliche einfache dynamische Gleichungen

mit Dimensionen

$$\dot{D} = \frac{D_0 - D}{T} - 2W D S V$$



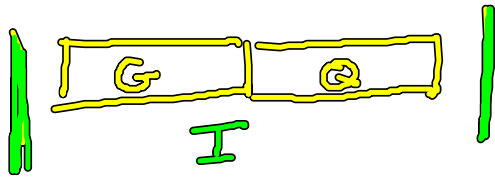
$$\dot{D}_{abs} = \frac{D_0^{abs} - D_{abs}}{T_{abs}} - 2W^a D_{abs} S V$$

$$\dot{S} = -2k S + [W D + W^a D_{abs}] S$$

↑  
konstant

S: Photonendichte  
im gesamten  
Resonator

Dimensionslose Gl.:



$$\dot{G} = \gamma (P_G - G - GI) \quad (\text{I})$$

$$\dot{Q} = \tilde{\gamma} (P_{abs} - Q - \alpha QI) \quad (\text{II})$$

$$\dot{I} = (G + Q - 1) I \quad (\text{III})$$

Neue Variablen:

$$t = 2k t^{abs}$$

$$P_{abs} = \frac{W_{abs}}{2k} D_0^{abs}$$

$$P_G = \frac{W}{2k} D_0$$

$$\alpha = \frac{W^{abs} T_{abs}}{W T}$$

$$G = \frac{W}{2k} D$$

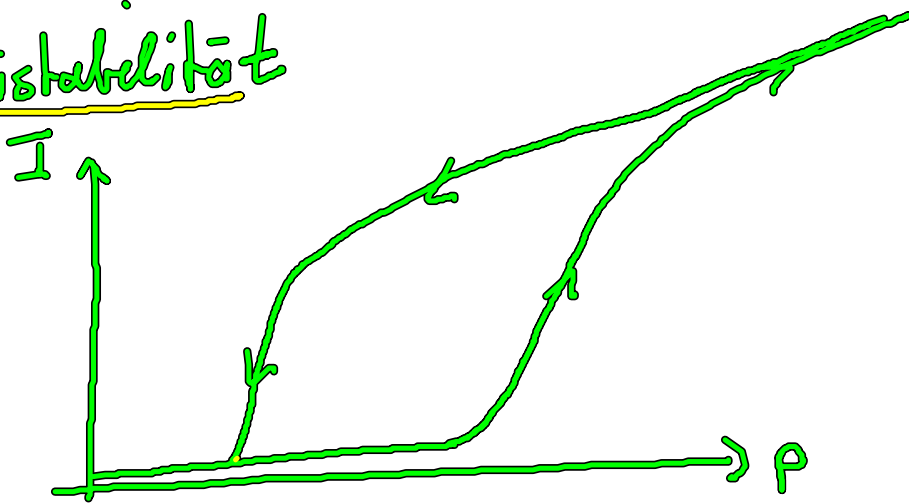
$$Q = \frac{W_{abs}}{2k} D^{abs}$$

$$I = S \cdot 2TWV$$

Bem:  $Q$  Unterschied in der Stärke der  
Licht Materie WW in beiden Sektionen

$Q$  ist meist negativ da Absorber ungepumpt

Exp: Bistabilität



mehrere stabile  
Lasenzustände  
möglich