

2.1.5 Ansdialtverzögerung

(Fortsetzung)

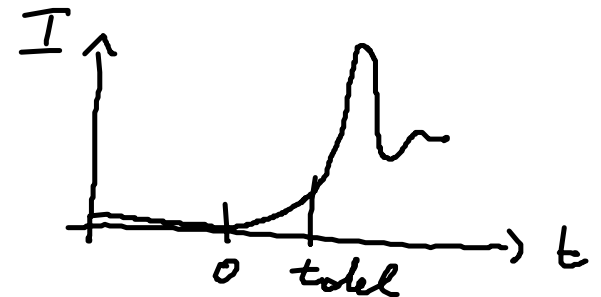
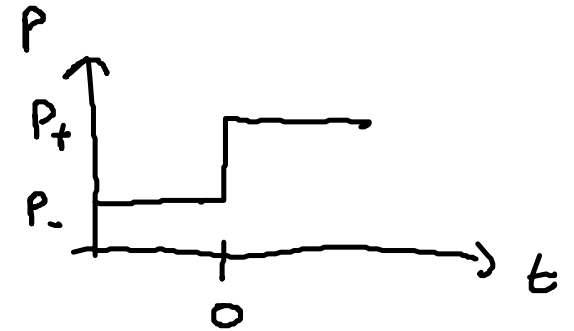
• Voraussetzung: I klein

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

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

$$2\kappa \frac{t_{del}^{all}}{T} \frac{1}{zR} \gg 1$$

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

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

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

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

$$P_+ \approx 1$$

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

$$P_+ > 1$$

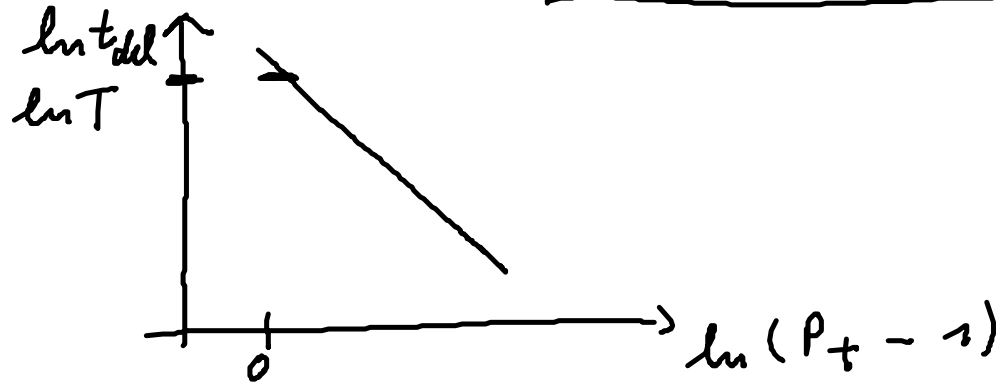
$$\rightarrow t_{del} \approx \frac{1}{\gamma} \frac{1}{P_+ - 1}$$

\Rightarrow

Dimensionen

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

⊗



- Bestimmung von T experimentell möglich

• Zeitskala gegeben durch Lebensdauer der Inversion

Vorsicht ⊗ ist nur eine Näherungslösung

2.2. Güte + gewinngeschaltete Laser

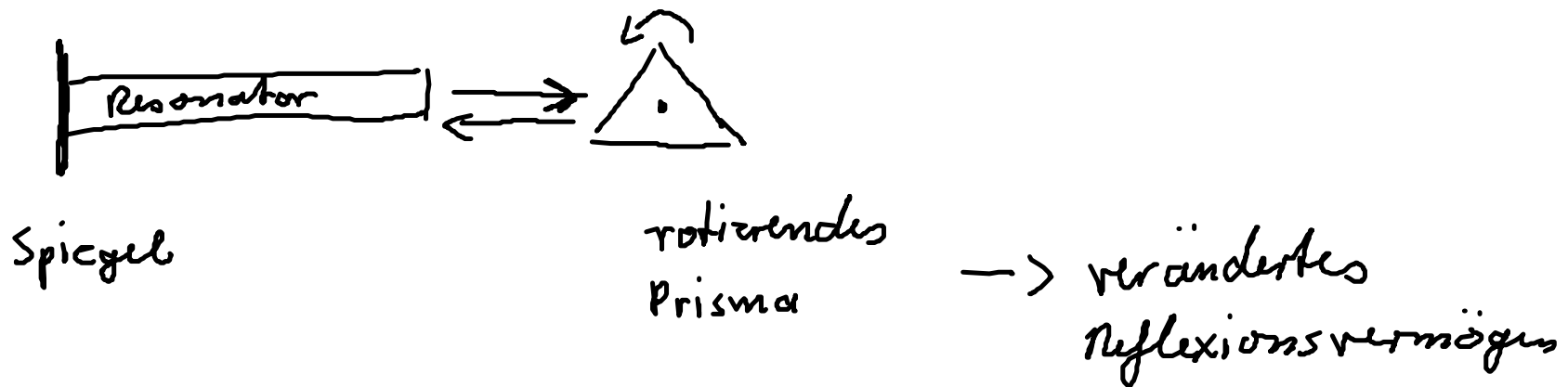
2.2.1 Gütegeschalteter Laser

Q switched

Aktives Q-switching

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

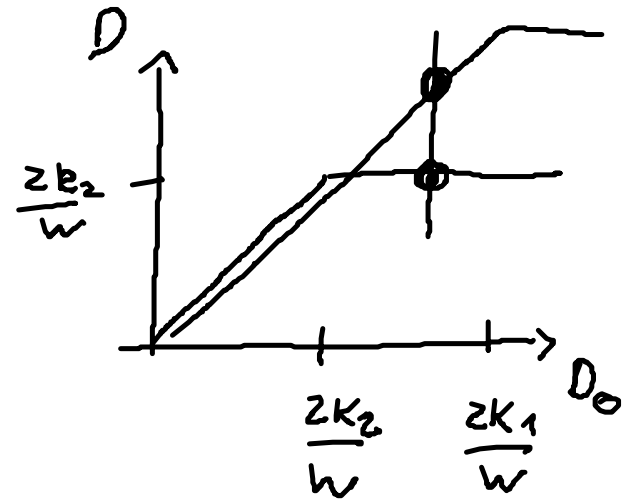
Bsp.



(1) Prisma reflektiert nicht in Resonator

→ $(ZK)^{-1}$ sehr klein

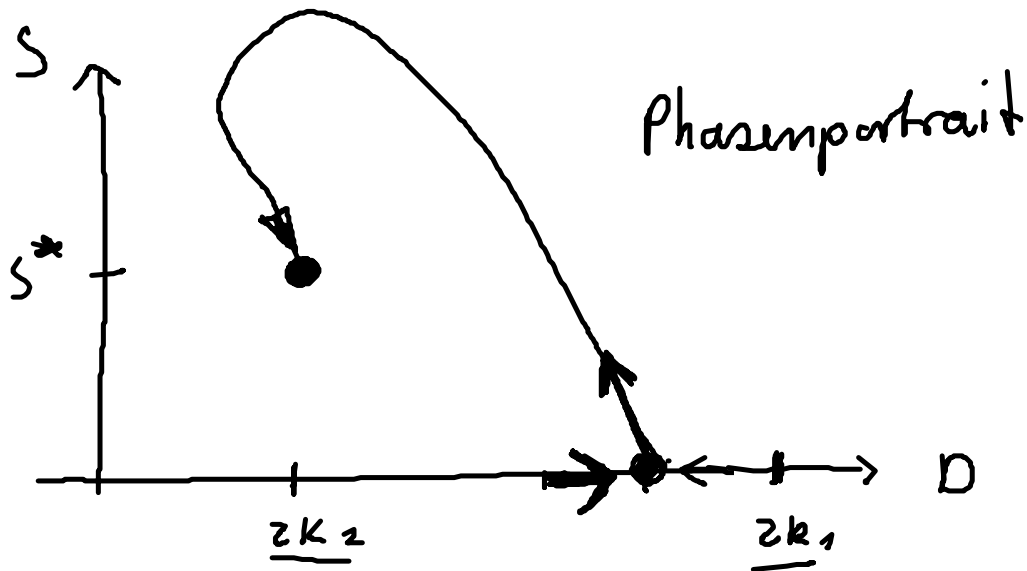
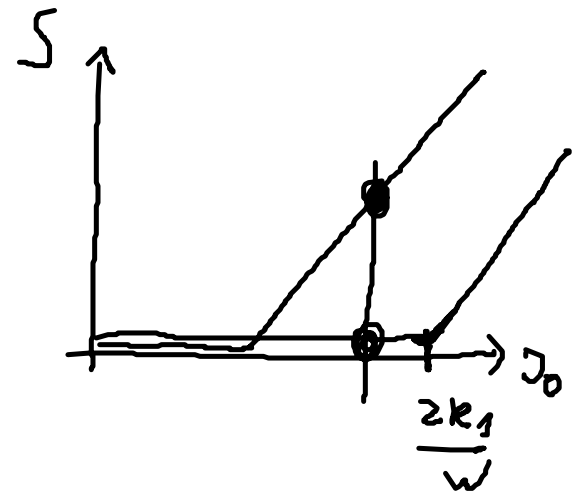
Laserschwelle $D_0 = \frac{ZK}{\omega}$ hoch



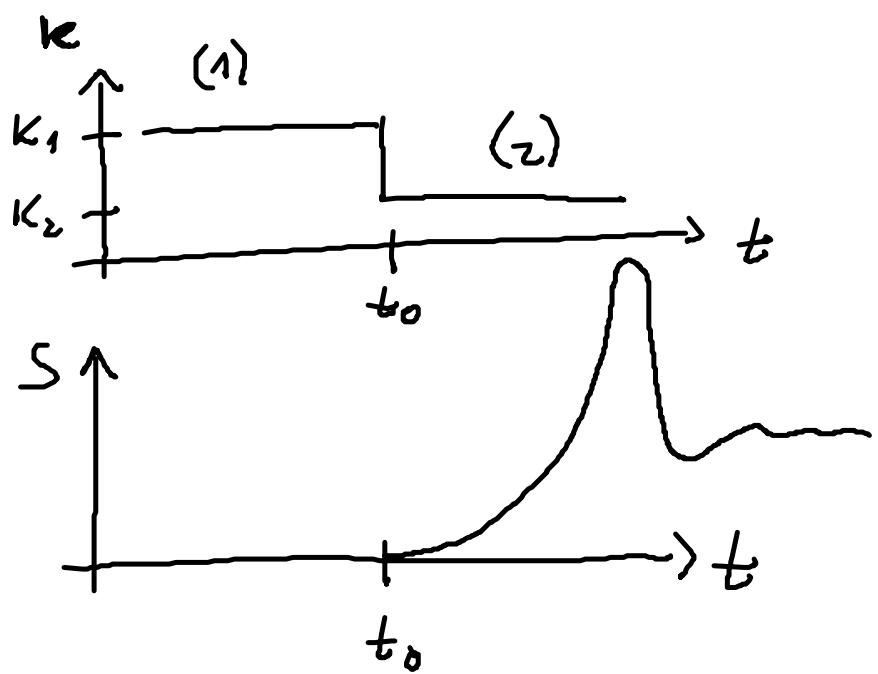
(2) Prisma reflektiert in den Resonator

→ $(ZK)^{-1}$ groß

Laserschwelle klein



Zeitserien



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

$$EW: \quad \lambda_1 = (P_2 - 1) 2K_2$$

$$\lambda_2 = -\gamma 2K_2 = -W$$

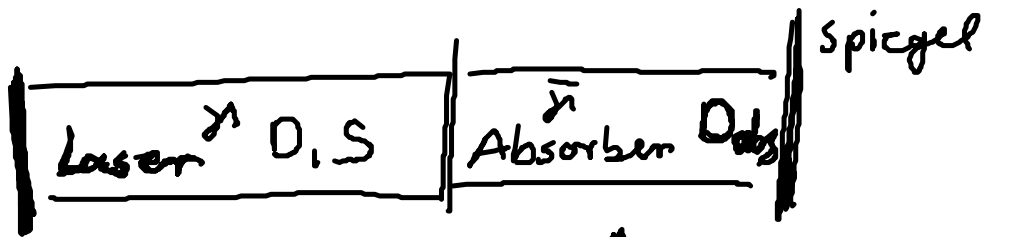
$$\text{Eigenvektoren} \quad \eta_1 = \begin{pmatrix} -\gamma + P - 1 \\ \gamma P \end{pmatrix}$$

$$\eta_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

dimensionlos

2.2.2, Passives Q-switching

Lasur + "sättigbarer Absorber
(gleiches aktives
Material)



↑
gepumpt
über der Schwelle

↑
unter der Schwelle

möglicher Zeitverlauf

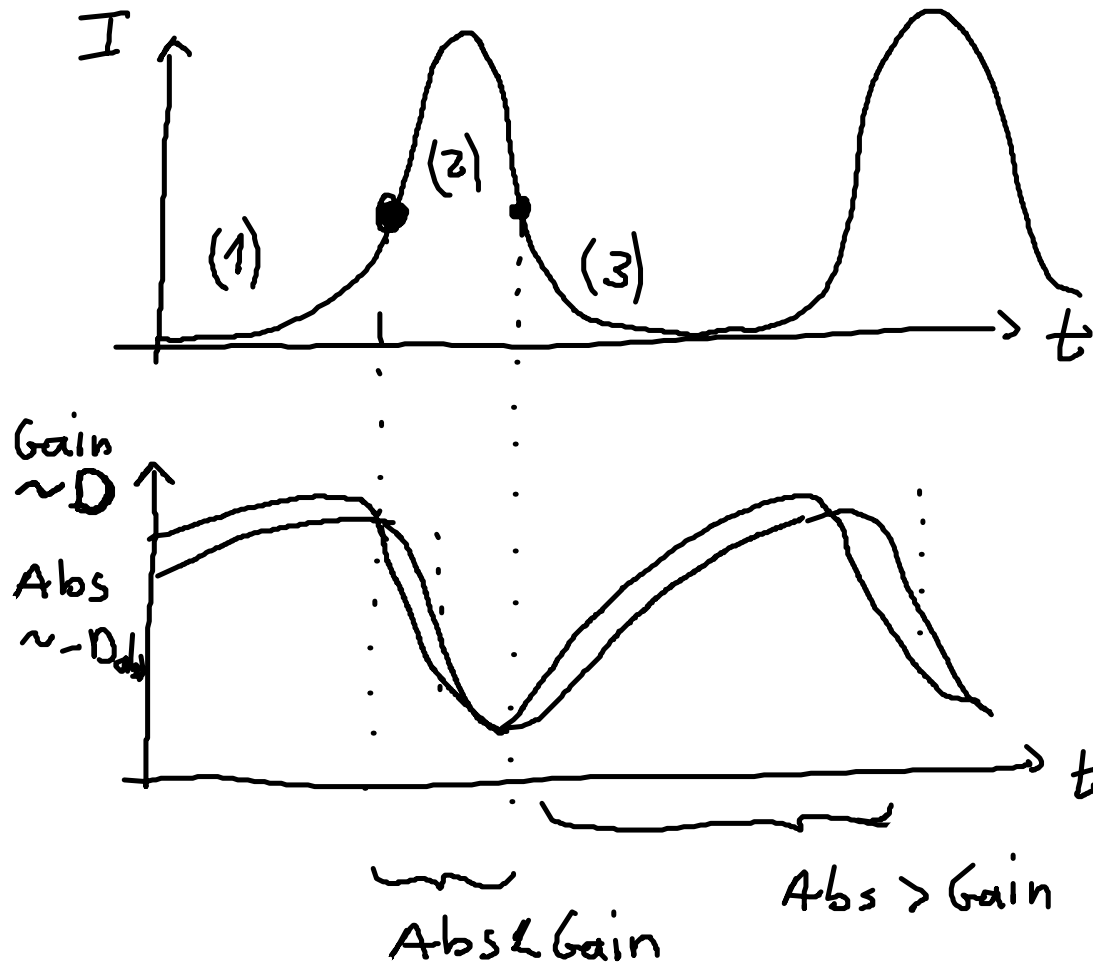
(1) Licht wird im Absorber absorbiert $\tau_{ph} = (2K_1)^{-1}$ ist klein

- Absorber baut Inversion auf

(2) Inversion im Absorber ist so hoch, dass Licht verstärkt wird $(2K_2)^{-1}$ ist groß

- Inversion im Absorber wird abgebaut

(3) erneut Absorption



• mögliche einfache dynamische Gleichungen

mit Dimensionen

$$\dot{D} = \frac{D_0 - D}{T} - 2WDSV$$

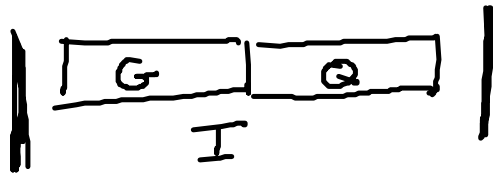
$$\dot{D}_{abs} = \frac{D_0^{abs} - D_{abs}}{T_{abs}} - 2W^a D_{abs} S V$$

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

↑
konstant

S: Photonendichte
im geschlossenen
Resonator

Dimensionslose Gl.:



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

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

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

Neue Variablen:

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

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

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

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

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

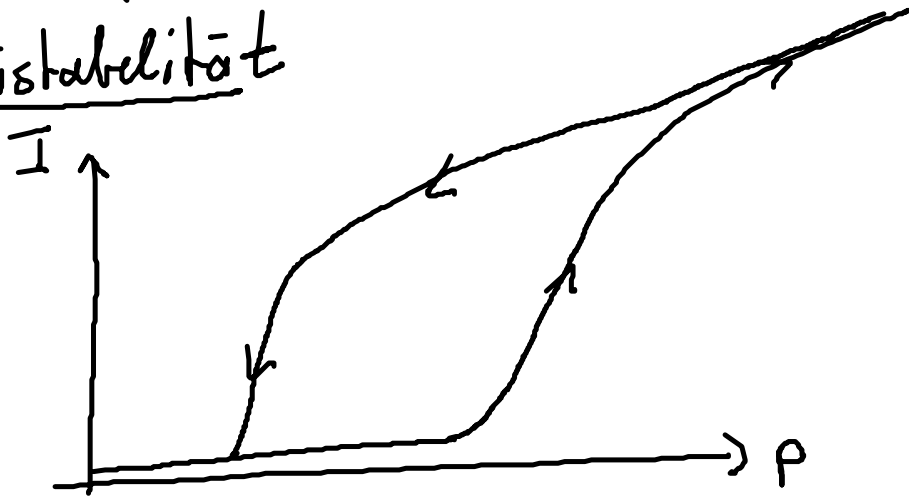
$$Q = \frac{W^{abs}}{2k} D^{abs}$$

$$I = S \cdot 2TWV$$

Bem: α Unterschied in der Stärke der
Licht Materie WW in beiden Sektionen

Q ist meist negativ da Absorber ungepumpt

Exp: Bistabilität



mehrere stabile
lasende Zustände
möglich