

Charakterisierung schmalbandiger Quellen mittels selbstheterodyner Detektion

Auswärtsseminar Schilbach

von André Turetschek

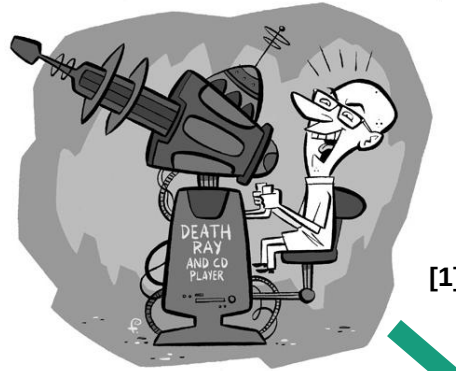


Gliederung

- Motivation
- Grundlagen
- Aufbau des Messplatzes
- Ausblick
- Zusammenfassung

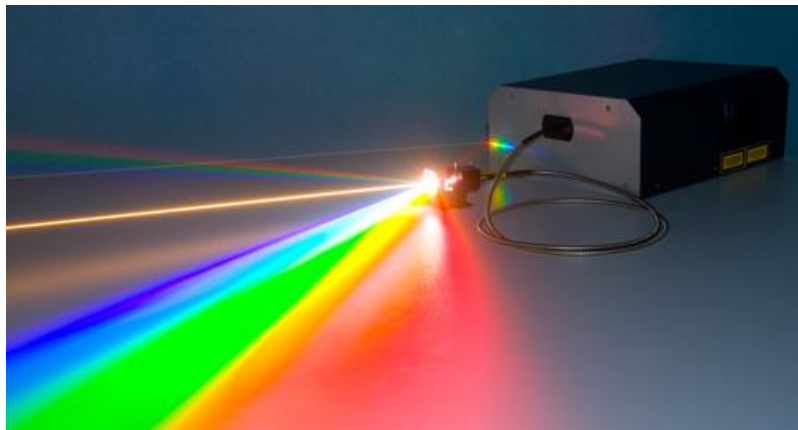
Motivation

Entwicklung der Laser:



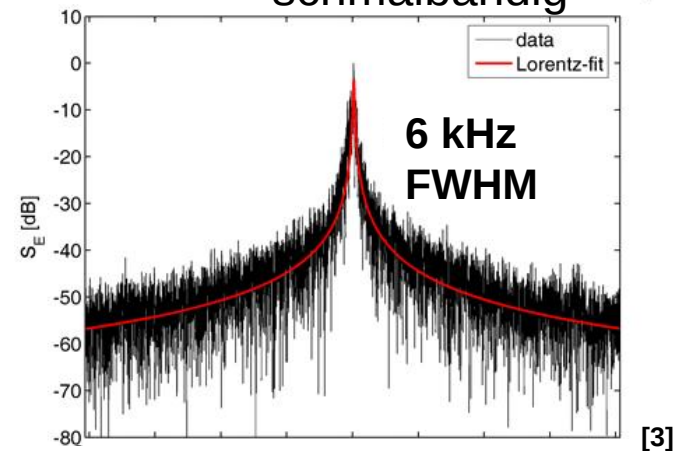
[1]

breitbandig



[2]

schmalbandig



[3]

Motivation

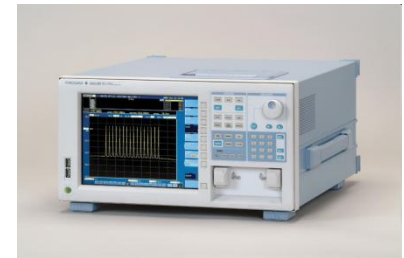
Problem: Auflösungsvermögen anderer Messtechniken zu gering

- Gitterspektrometer: ~ 20 pm (5 GHz) bei $\lambda=1 \mu\text{m}$

$$\frac{\lambda}{\delta\lambda} = 50'000 = n \cdot N$$

N...Anzahl ausgeleuchteter Linien

n...Ordnungszahl



[4]

Motivation

Problem: Auflösungsvermögen anderer Messtechniken zu gering

■ Gitterspektrometer: $\sim 20 \text{ pm}$ (5 GHz) bei $\lambda=1\mu\text{m}$

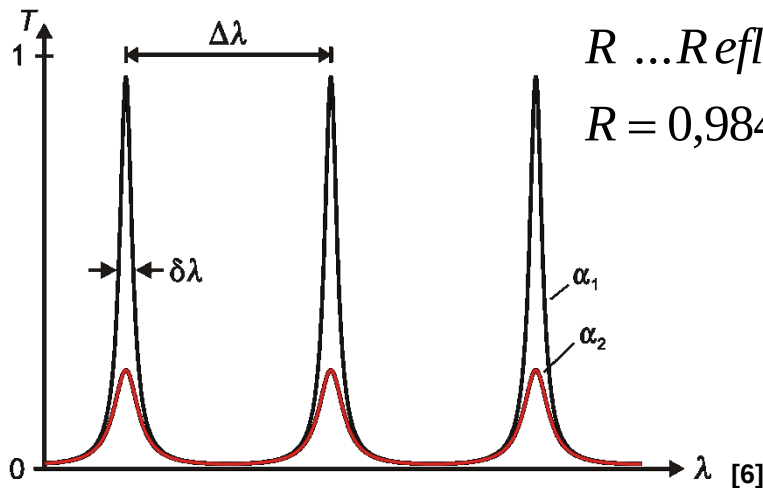
■ Fabry-Perot: $\sim 7,5 \text{ MHz}$

$$F = 200 = \frac{\pi \cdot \sqrt{R}}{1 - R} = \frac{1,5\text{GHz}}{7,5\text{MHz}} = \frac{\Delta\lambda}{\delta\lambda}$$

$F \dots$ Finesse

$R \dots$ Reflektivität der Spiegel

$$R = 0,984$$



[5]

Motivation

Problem: Auflösungsvermögen anderer Messtechniken zu gering

- Gitterspektrometer: ~ 20 pm (5GHz) bei $\lambda=1 \mu\text{m}$

$$\frac{\lambda}{\delta\lambda} = n \cdot N$$

- Fabry-Perot: ~7,5 MHz

$$F = \frac{\pi \cdot \sqrt{R}}{1 - R} = \frac{\Delta\lambda}{\delta\lambda}$$



[4]



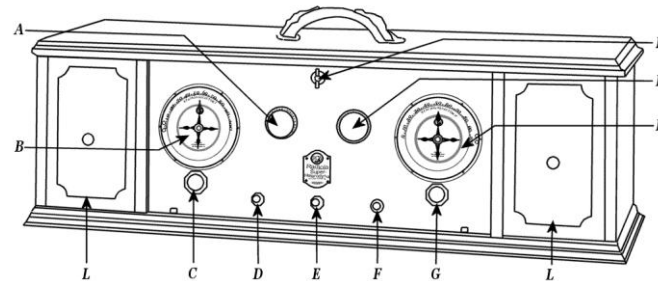
[5]

**Wie können Laser mit kHz-Bandbreiten
vermessen werden?**

Grundlagen

- *hetero* = „verschieden“ , *dynamis* = „Kraft“
- Erfindung während 1. Weltkrieg: Verbesserung der Funktechnik

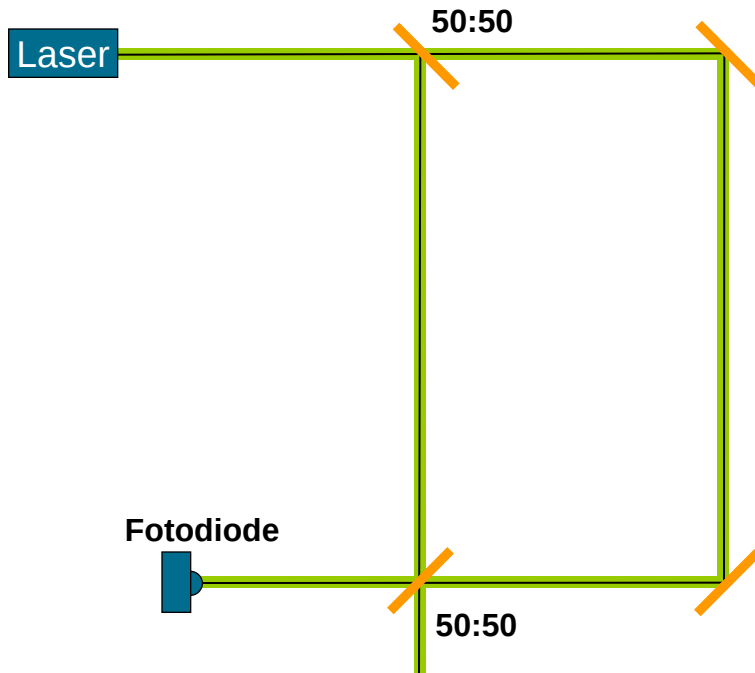
Radiola AR-812



[7]

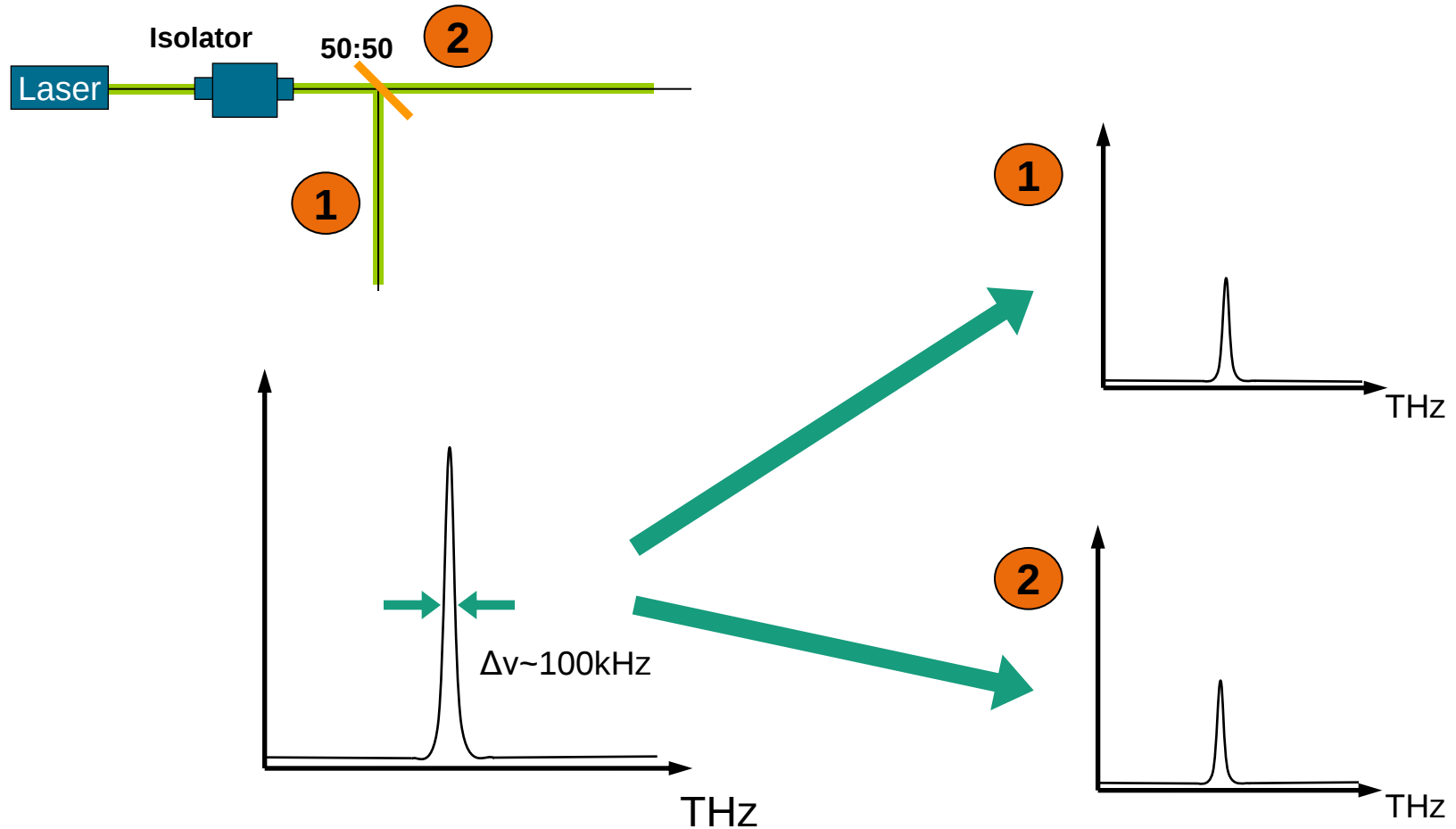
- 1980 erste Veröffentlichung im Zusammenhang mit Laser:
 - *Novel method for high resolution measurement of Laser output spectrum*, Electronics Letter, 1980

Grundlagen

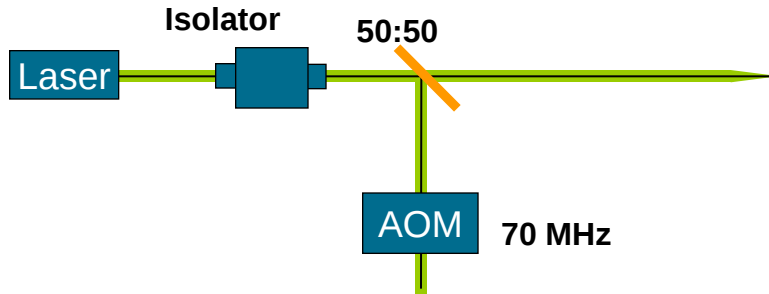


- Modifiziertes Mach-Zehnder-Interferometer
- Mischung zweier Signale mit unterschiedlicher Laufzeit

Aufbau

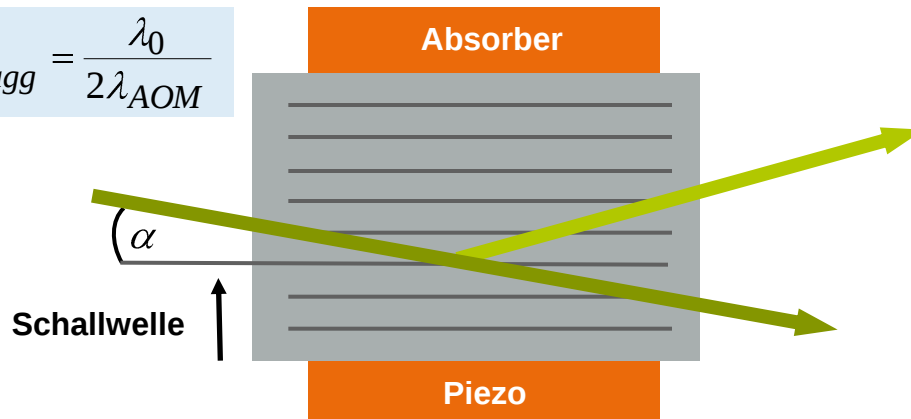


Aufbau



- Dopplerverschiebung durch Wechselwirkung an bewegtem Gitter

$$\sin \alpha_{\text{Bragg}} = \frac{\lambda_0}{2\lambda_{\text{AOM}}}$$

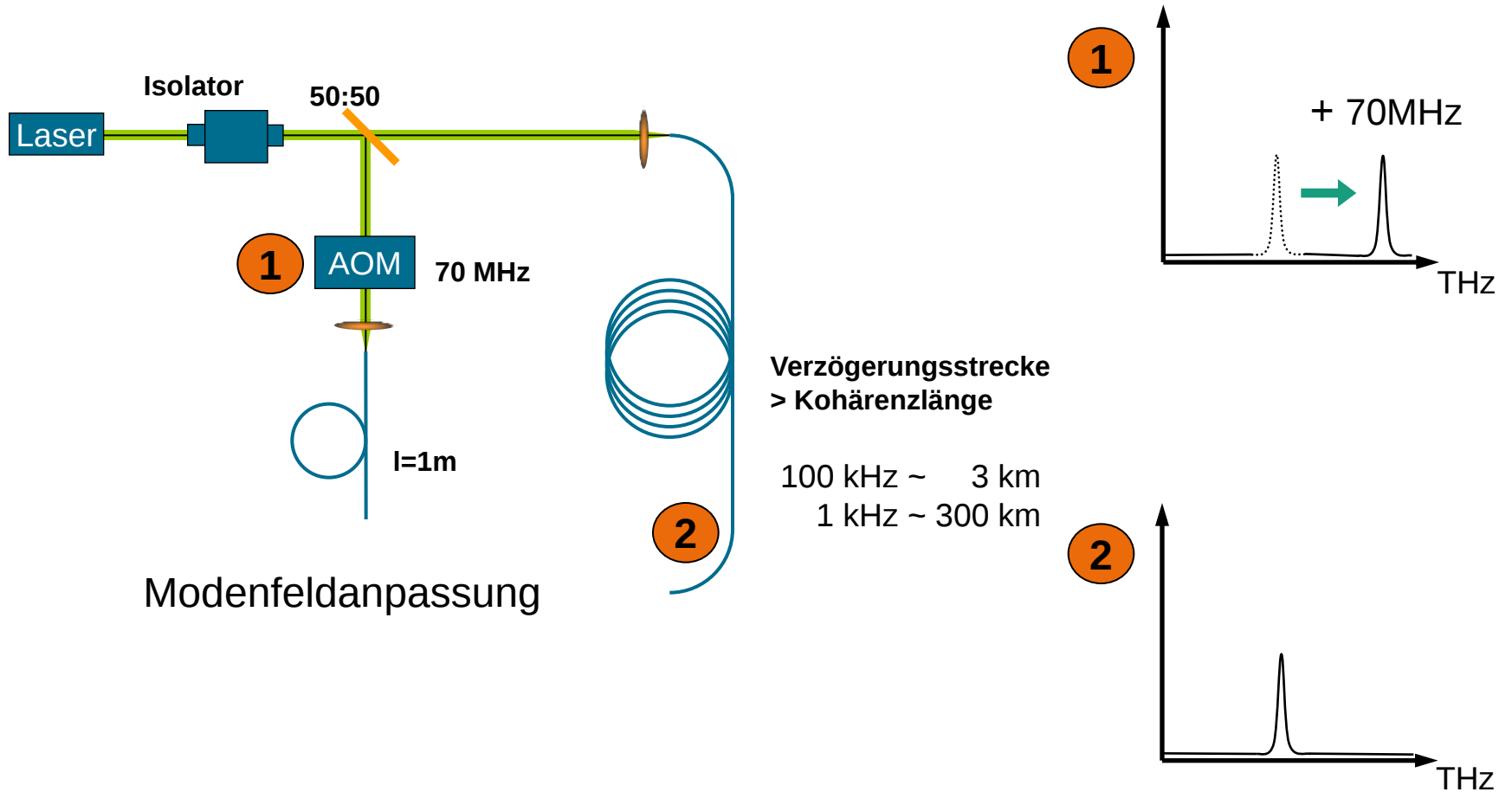


$$\hbar\omega_{O,\text{vorher}} + \hbar\omega_{\text{AOM}} = \hbar\omega_{O,\text{nachher}}$$

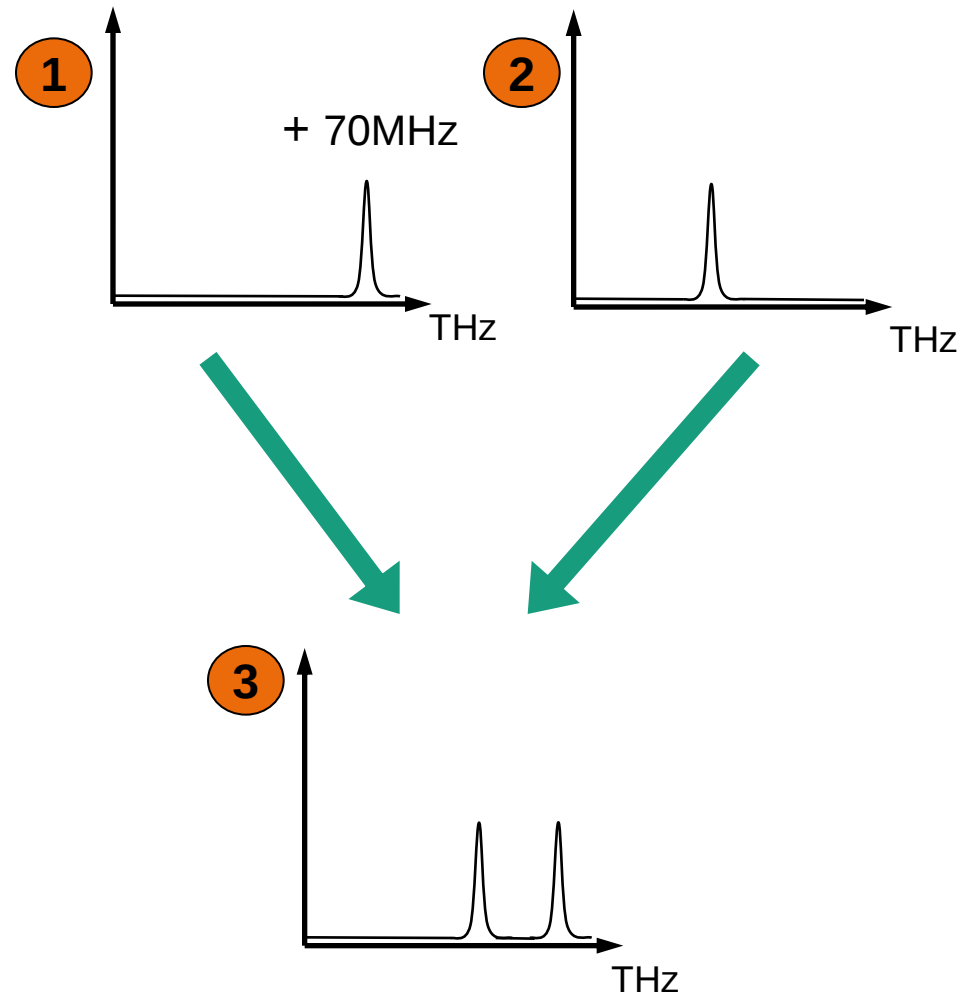
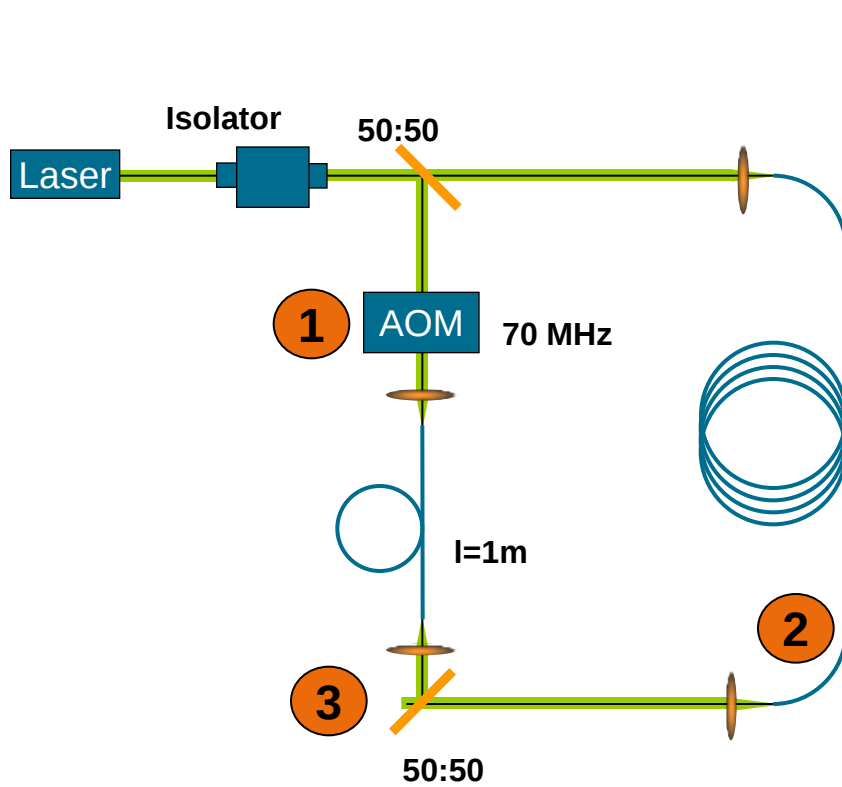
$$\omega_0 + \omega_{\text{AOM}}$$

$$\omega_0$$

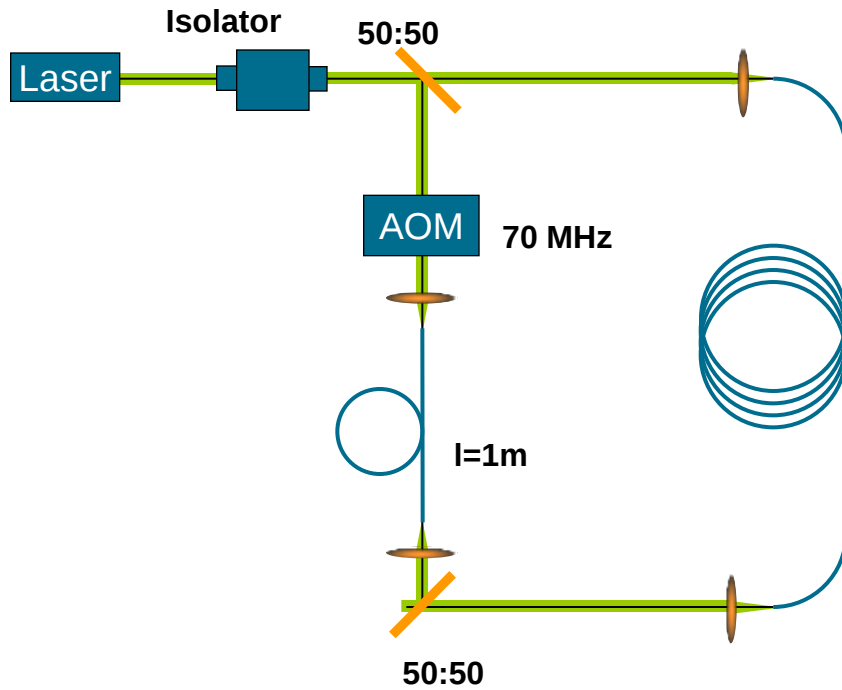
Aufbau



Aufbau

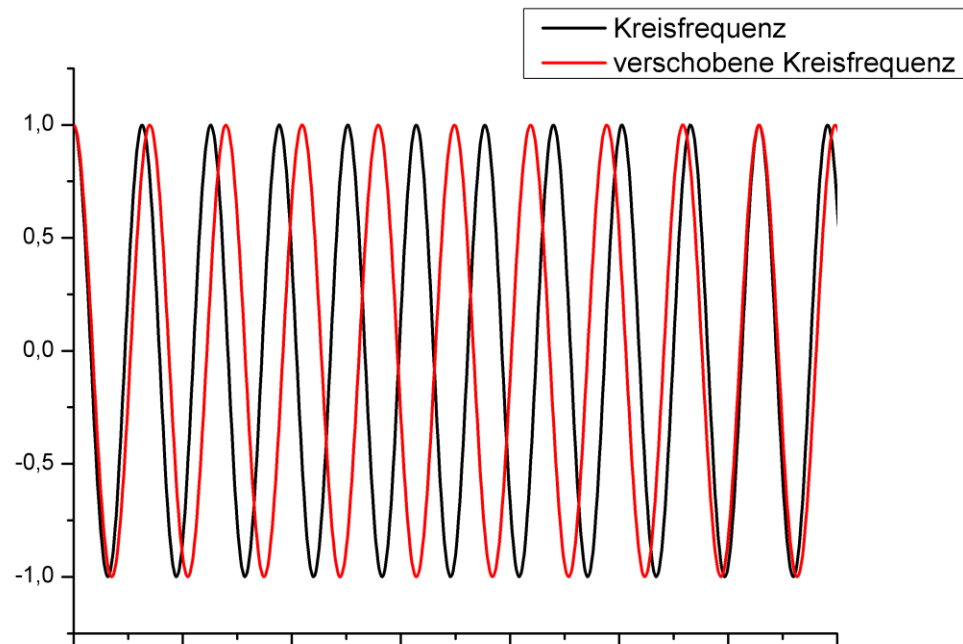


Aufbau

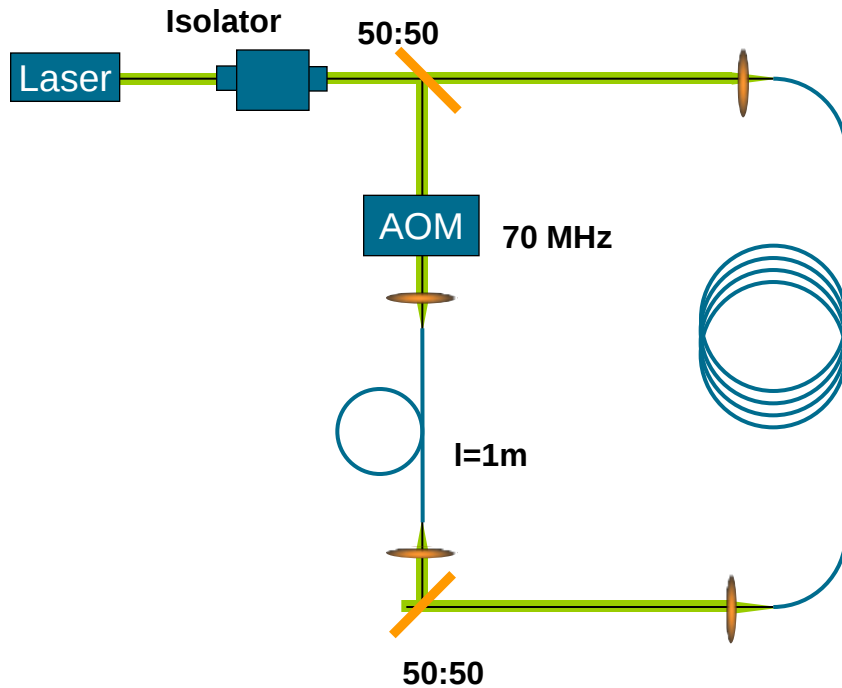


$$I_1(t) = P_0 \cos[\omega_0 t]$$

$$I_2(t) = P_0 \cos[(\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})t]$$



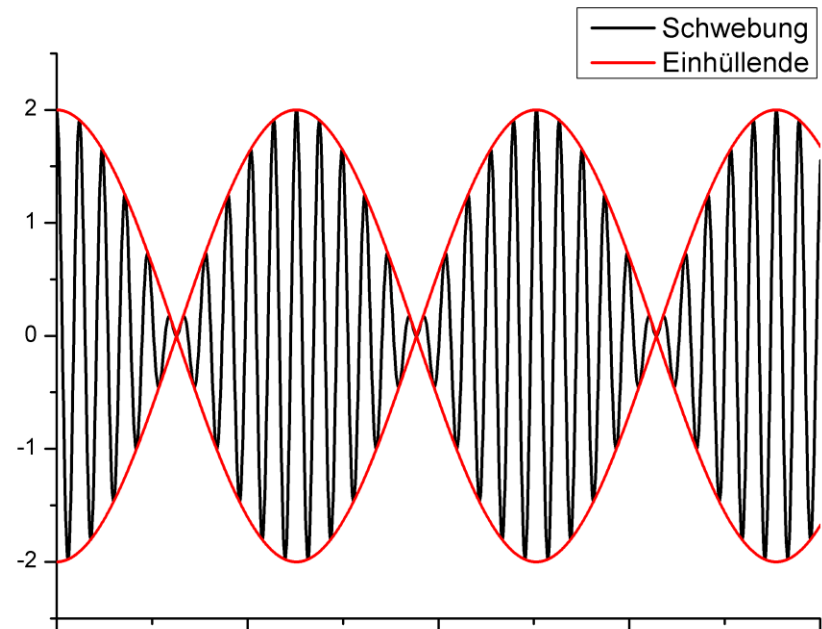
Aufbau



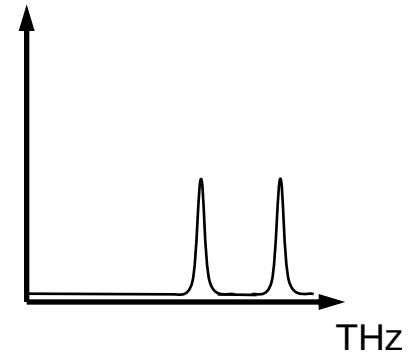
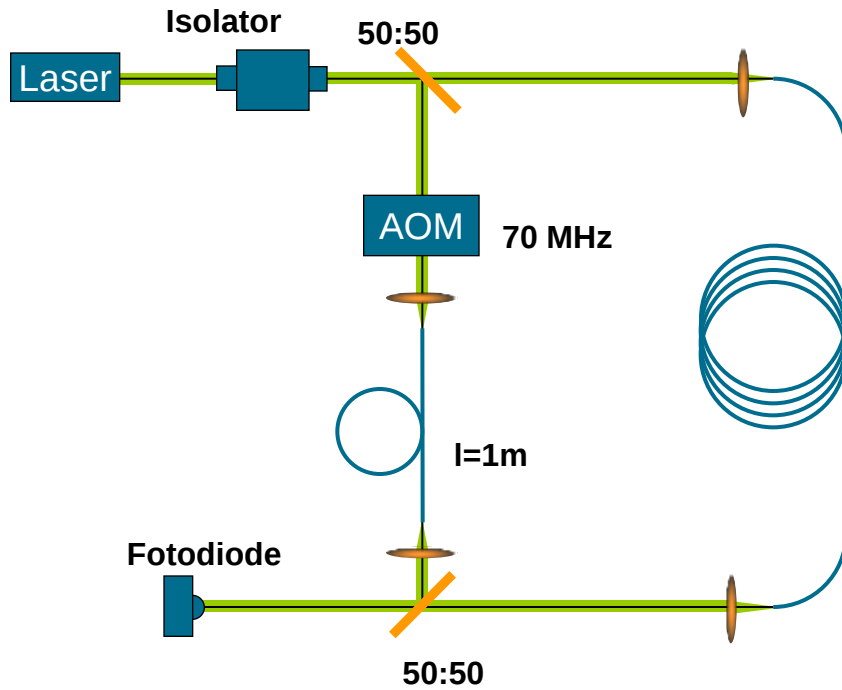
$$I_1(t) = P_0 \cos[\omega_0 t]$$

$$I_2(t) = P_0 \cos[(\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})t]$$

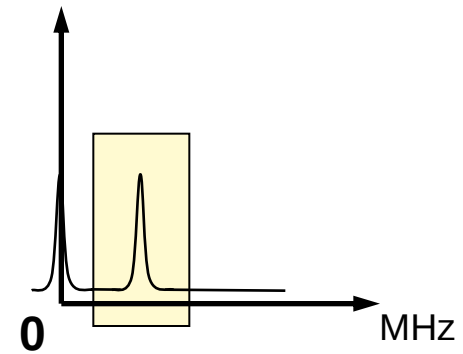
$$I_{1+2}(t) = P_0 \cos(\omega_0 t) + P_0 \cos(\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})t$$



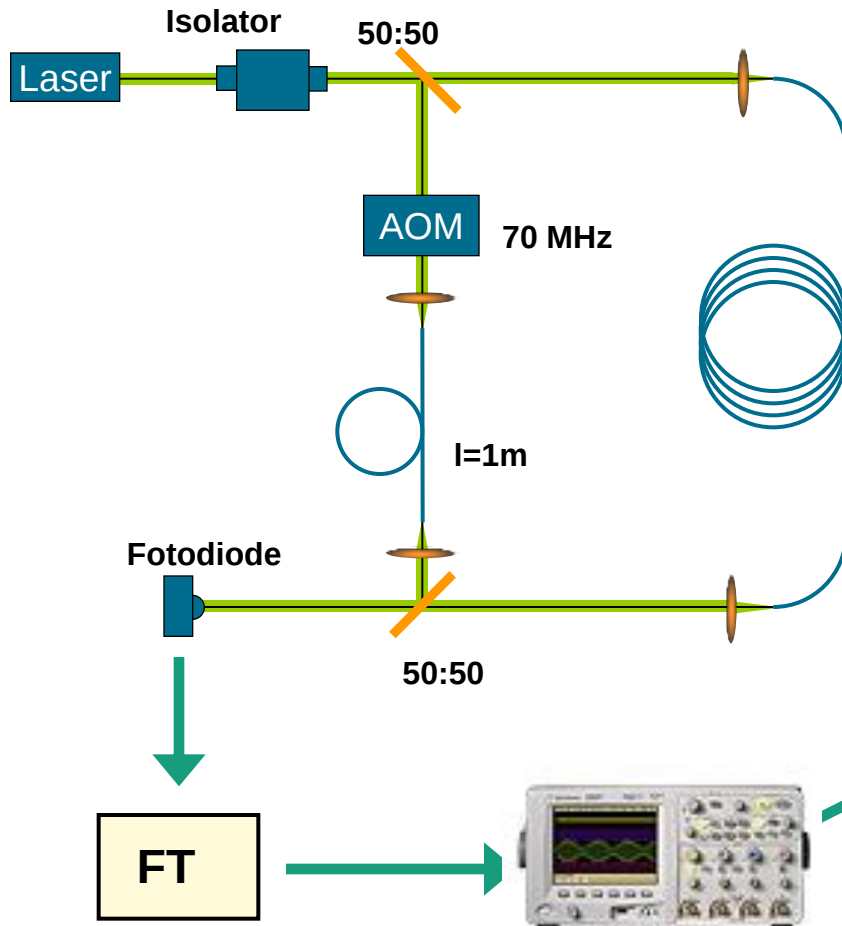
Aufbau



➔ Fotodiode als Tiefpass



Aufbau

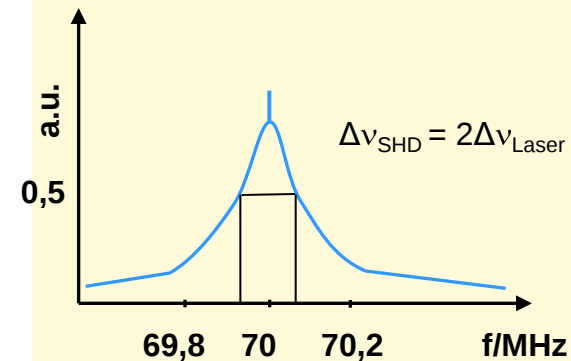


$$I_1(t) = P_0 \cos[\omega_0 t]$$

$$I_2(t) = P_0 \cos[(\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})t]$$

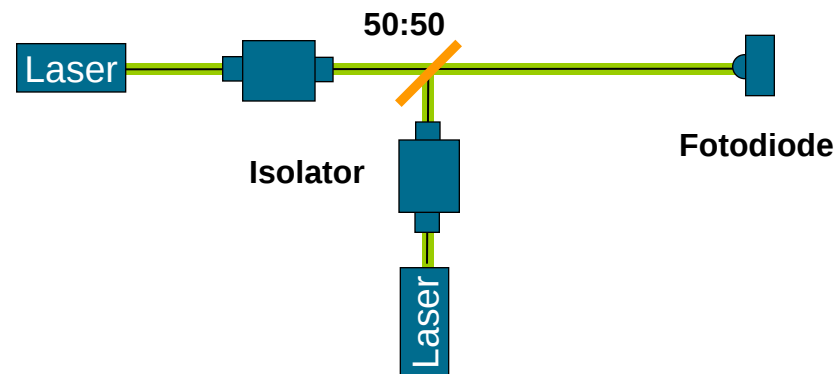
$$I_{1+2}(t) = P_0 \cos[\omega_0 t] + P_0 \cos[(\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})t]$$

$$I_{1+2}(t) = P_0 + P_0 \cos\left(\omega_{\text{AOM}} t + (\omega_0 + \omega_{\text{AOM}})\tau + \phi(t) - \phi(t - \tau)\right)$$



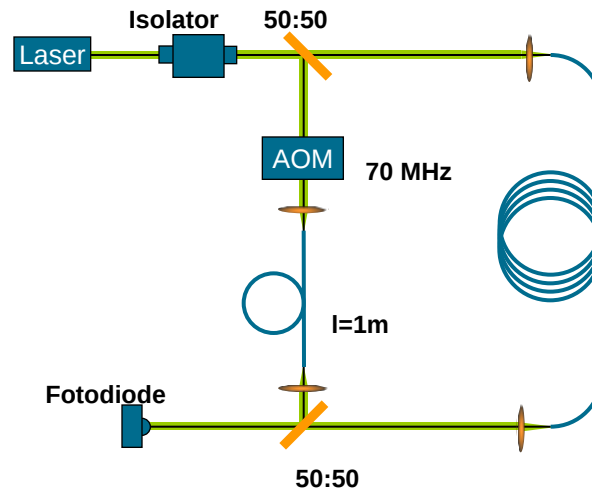
Ausblick

- Vermessung vorhandener SF-Laser → selbstheterodyn
- Verstärkungsverhalten
- Vermessung mit Referenzlaser → heterodyn



Zusammenfassung

- Möglichkeit der Vermessung extrem schmalbandiger Laserquellen
- Diode wirkt aufgrund ihrer Trägheit (Sperrschichtkapazität) als Tiefpass
- Auflösungsvermögen abhängig von der Länge der Verzögerungsstrecke



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Quellenangabe

- [1] http://7deadlysinner.typepad.com/.../dotcom_laser_2.jpg
- [2] <http://www.fianium.com/images/splash/splash-sc.jpg>
- [3] <http://www.ptb.de/de/org/4/nachrichten4/2008/Bilder/grund16-spectrum.jpg>
- [4] http://tmi.yokogawa.com/images/uploaded/AQ6370B_L_Lg_1.jpg
- [5] http://www.thorlabs.us/images/GuideImages/2431_SA200_SGL.jpg
- [6] <http://upload.wikimedia.org/.../2000px- Fabry Perot Resonanzen.svg.png>
- [7] http://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/0/0d/Radiola_AR-812_Skizze.png

