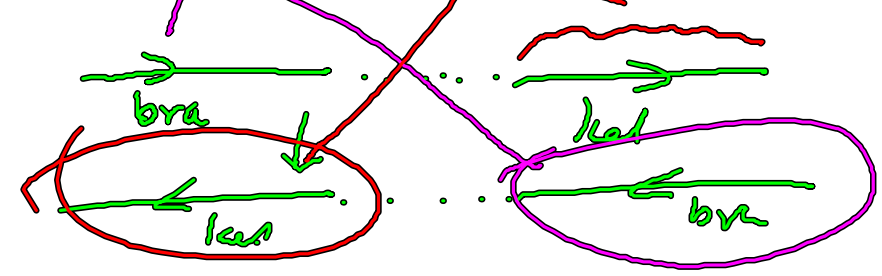
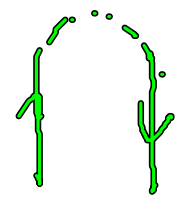
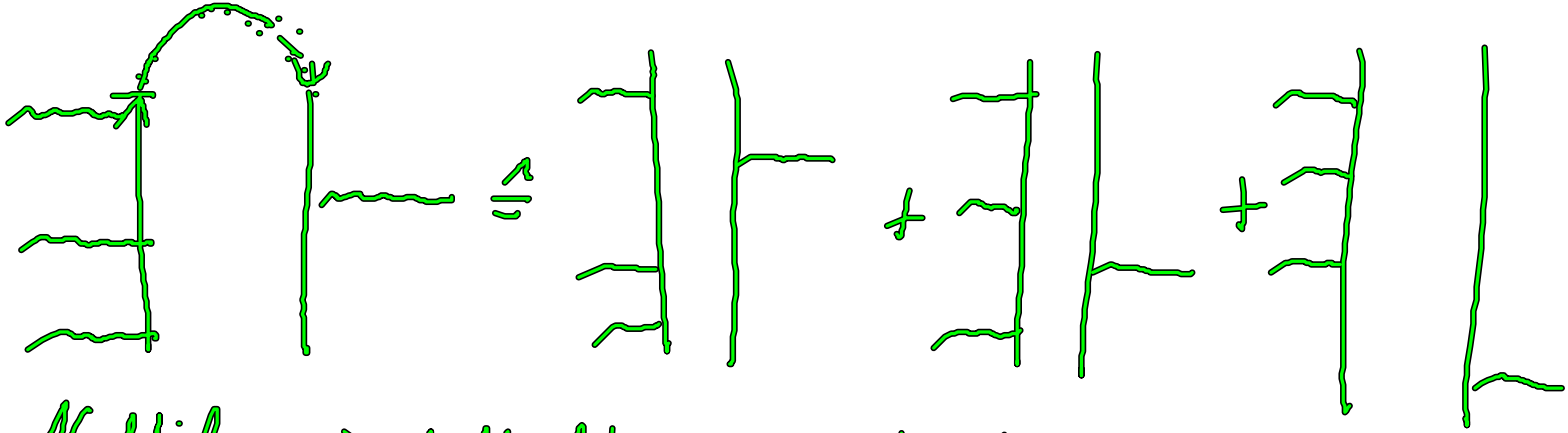


$$-\frac{i}{\hbar} \text{tr} \left(\int_{t_0}^t dt_2 \int_{t_0}^{t_2} dt_1 \int_{t_0}^t dt_3 H_1(t_2) U(t_2, t_1) H_2(t_1) U(t_1, t_0) H_1(t_3) U(t_3, t_0) \right)$$

(Note: The diagram includes annotations such as $U(t_1, t_2)$ and $U(t_0, t_3)$ pointing to parts of the equation.)



Vorteil
 Weniger Diagramme!



- Nachteil:
- 1) Nicht bekannte Zeitordnung von links und rechter Seite erlaubt keine Identifikation von Dichtern.
Daher ist es nicht so leicht möglich Relaxation zu beschreiben
 - 2) Relaxation sollte bei Problemen die mit Loop-Strukturen untersucht werden vernachlässigbar sein
 - 3) Pure Deplasing ist ein Problem

Bemerkungen: Die Propagatoren auf der linken Seite erfolgt mit der rektor dichten Grenzfeld in Hilbertraum

$$G_0^-(t, t_1) = \Theta(t - t_1) U_0(t, t_1)$$

auf der rechten Seite „formal“ mit der erwartete Grenzfeld

$$G_0^+(t_1, t_2) = \Theta(t - t_1) U_0(t_1, t)$$

Daher ergibt sich die folgende Darstellung der Grenzfeld in Form - Rumi:

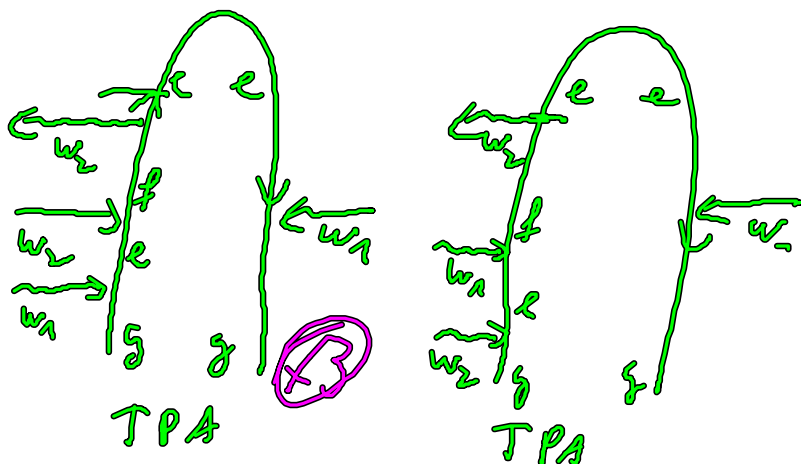
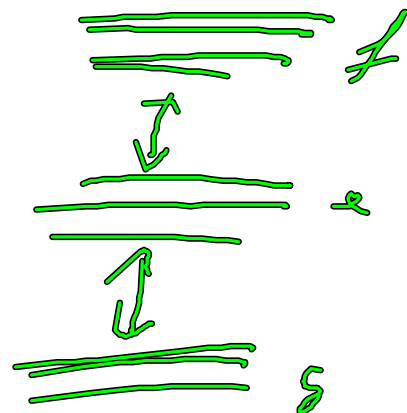
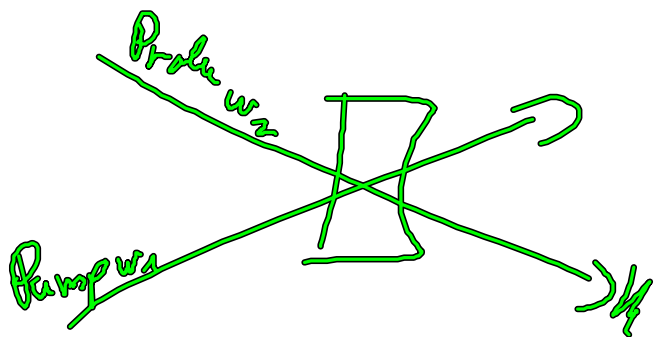
$$f_a(\omega) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\omega - \epsilon_a + i\eta}$$

$$f_b^+(\omega) = \frac{1}{2\pi} \frac{1}{\omega - \epsilon_b - i\eta}$$

Regel im Formalismus

- 1) Linke Seite retardiert Greenfkt (also $+i\eta$)
- 2) Rechte Seite avanciert Greenfkt (also $-i\eta$)
- 3) Die Frequenzen addieren sich kumulativ, das heißt sie werden entlang der Schleife addiert. Zusätzlich wird die Frequenz des Grundzustand hinzugefügt.
- 4) Es werden die Greenfkt zwischen den Wk aufgeschrieben

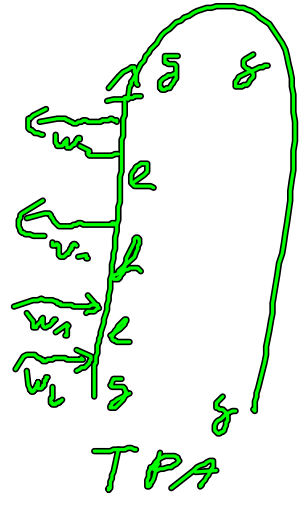
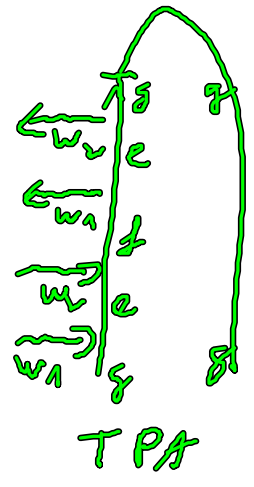
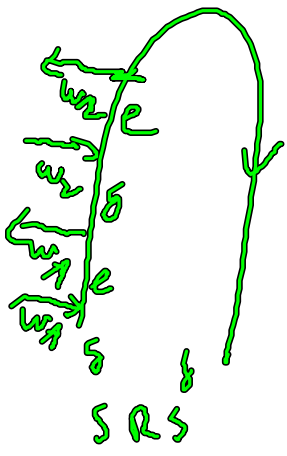
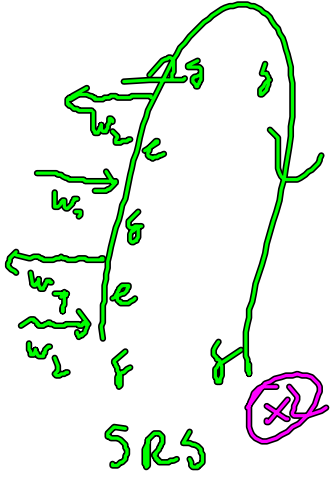
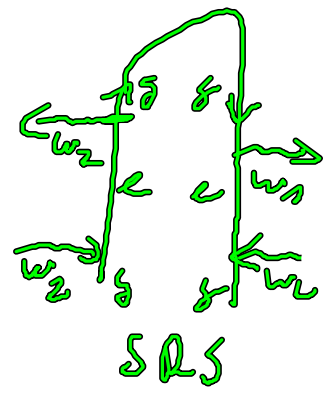
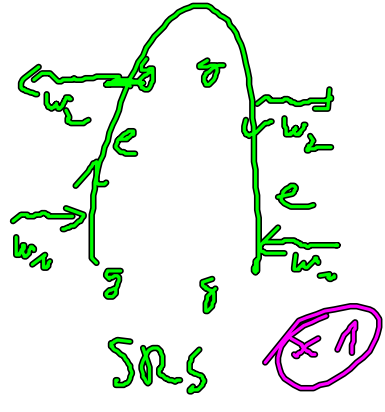
Beispiel Puro Probe (Vgl. Rytov, Makoul, Adv. Physics)



Two photon Absorption
 \rightarrow , \leftarrow , \leftarrow
 entlang der Schleife

Stimulated Raman
 Scattering

↔ ↔ ↔
 out by double



Zwei Typen Typen TPA und SRS!

Es tragen 8 Schichtdünne bei! Zum Vergleich mit 16 doppelseitigen Feinstruktur

3 Beispiele für Beträge:

$$1. \textcircled{x1} + N_{e1} N_{e2} N_{e3} N_{e4} N_{e5} \frac{1}{\text{LITTS}} \frac{|E_1|^2 |E_2|^2}{\omega_1 - \omega_2 + \omega_3 - \omega_4 + i\eta} \frac{1}{\omega_1 - \omega_2 + \omega_3 + i\eta} \frac{1}{\omega_1 + \omega_2 - \omega_3 + i\eta}$$

Raman Resonanz

Sine muss über alle bitt. addieren
 ↑ zerteilt
 ↑ reduziert

$$\textcircled{x2} + N_{e1} N_{e2} N_{e3} N_{e4} N_{e5} \frac{|E_1|^2 |E_2|^2}{\omega_2 - \omega_1 + \omega_3 - \omega_4 + i\eta} \frac{1}{\omega_2 - \omega_1 + \omega_3 + i\eta} \frac{1}{\omega_2 + \omega_3 - \omega_4 + i\eta}$$

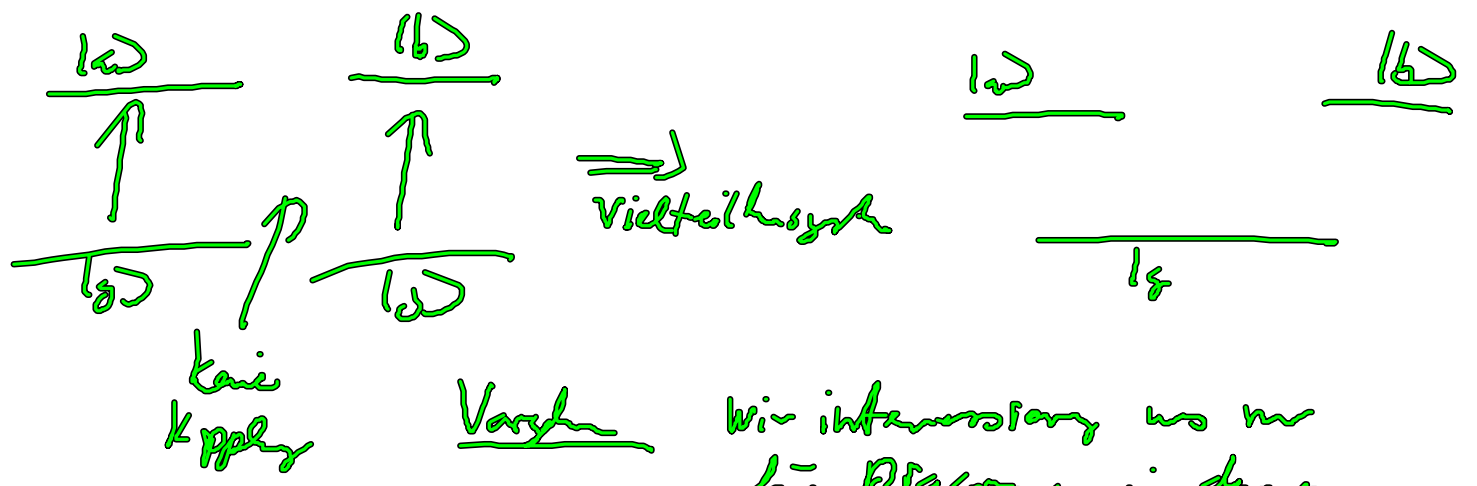
$\mu_{2y} / \mu_{1y} \mu_{2z} / \mu_{1z}$ $\frac{|E_1|^2 |E_2|^2}{\omega_1 \omega_2 - \omega_3 \omega_4 + i\gamma}$ $\frac{1}{\omega_1 + \omega_2 + \omega_3 - \omega_4 + i\gamma}$ $\frac{1}{\omega_1 + \omega_3 - \omega_2 + i\gamma}$

Rem Rems

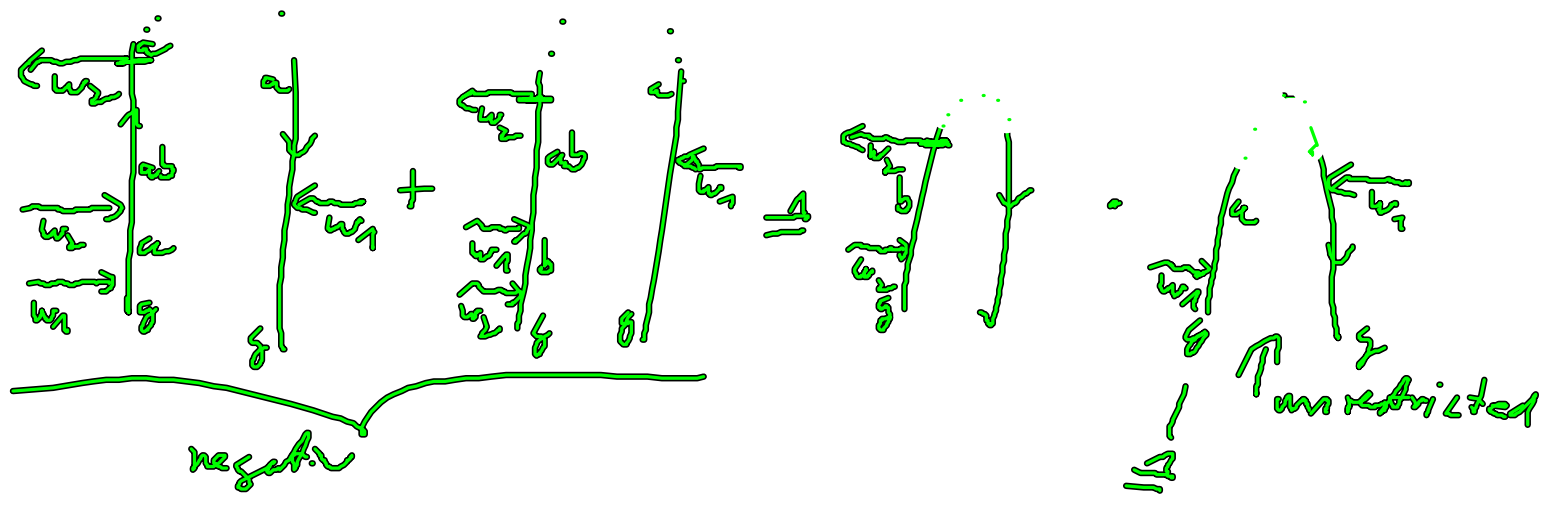
Two photon Resonance TPA

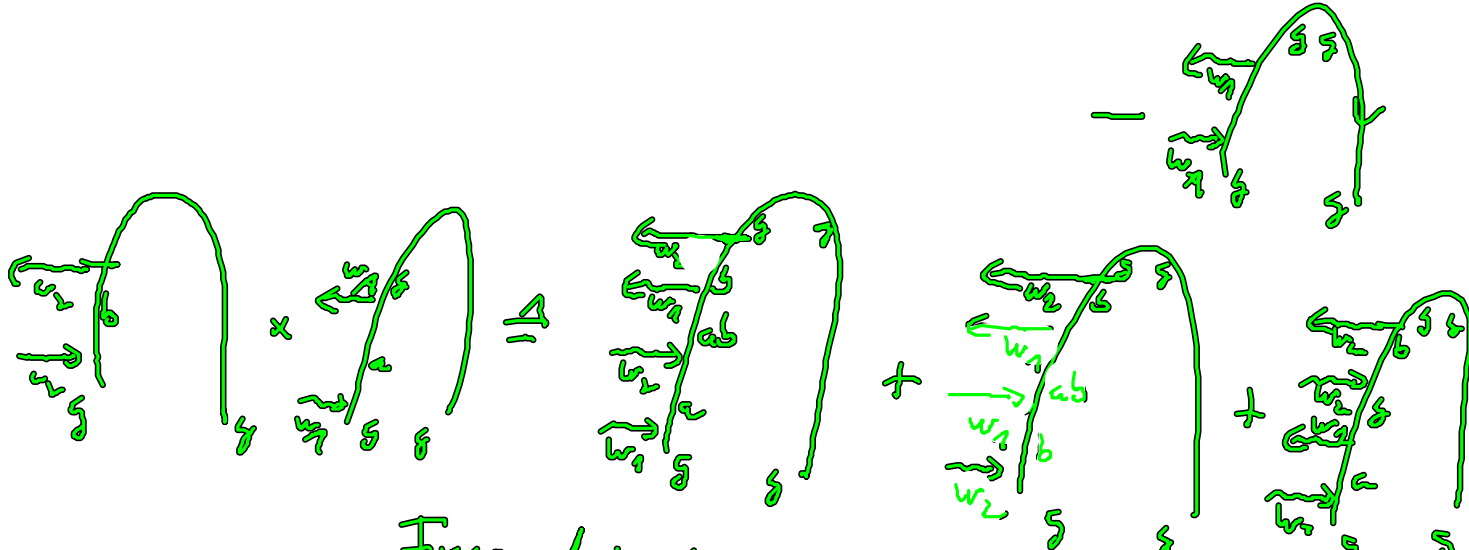
Reprise

Warum sieht es bei zwei-Photon Resonanz bei ungekoppelten Systemen (a,b)



Wie interpretieren wir die Diagramme in denen (a) und (b) vorkommen.
 (Diagramme nur mit (a) oder nur mit (b) sind die Antworten der Einzelsysteme)





Ergebnis dieser beiden Beiträge lösbar sich aus,
 Part adds another!

Bemerkung: Änderung der Anordnung der
 Felder führt zu QED-WLW zu radiation coupling
 (Stichwort Superradiance)

Streng genommen sieht es keine ungekoppelte Systeme!

IV.3 Quantenoptik

Modifizierte Hamilton operatoren:

$$H_1 = V^\dagger E + E^\dagger V$$

$$V^\dagger = \sum_{k,j} \mu_{ij} |D\rangle\langle j|$$

\uparrow Frequ
 \uparrow Dipolmoment

$$E = \sum_{s,r} \epsilon_{rs} a_{rs}$$

$$[E^\dagger, E]_- \neq 0$$

$$[a_{rs}, a_{rs}^\dagger]_- = \delta_{rs} \delta_{rs}$$

$$[a_{rs}, a_{rs}]_- = 0 \Rightarrow [E, E]_- = 0$$

Zusätzlich zur Erwartungswert des abstrakten Systems
 kommt noch der Erwartungswert des photonischen Systems!

Besonders wichtig, Reihenfolge der Operatoren!
Zur Erinnerung! Die Operatoren werden abhängig
der Schik \leftarrow kodiert

