

Jod Raman Laser

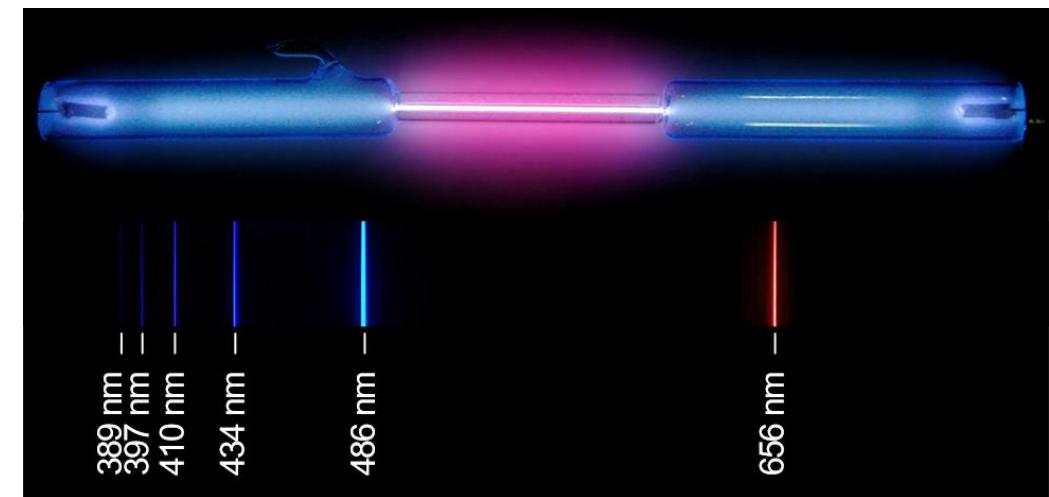
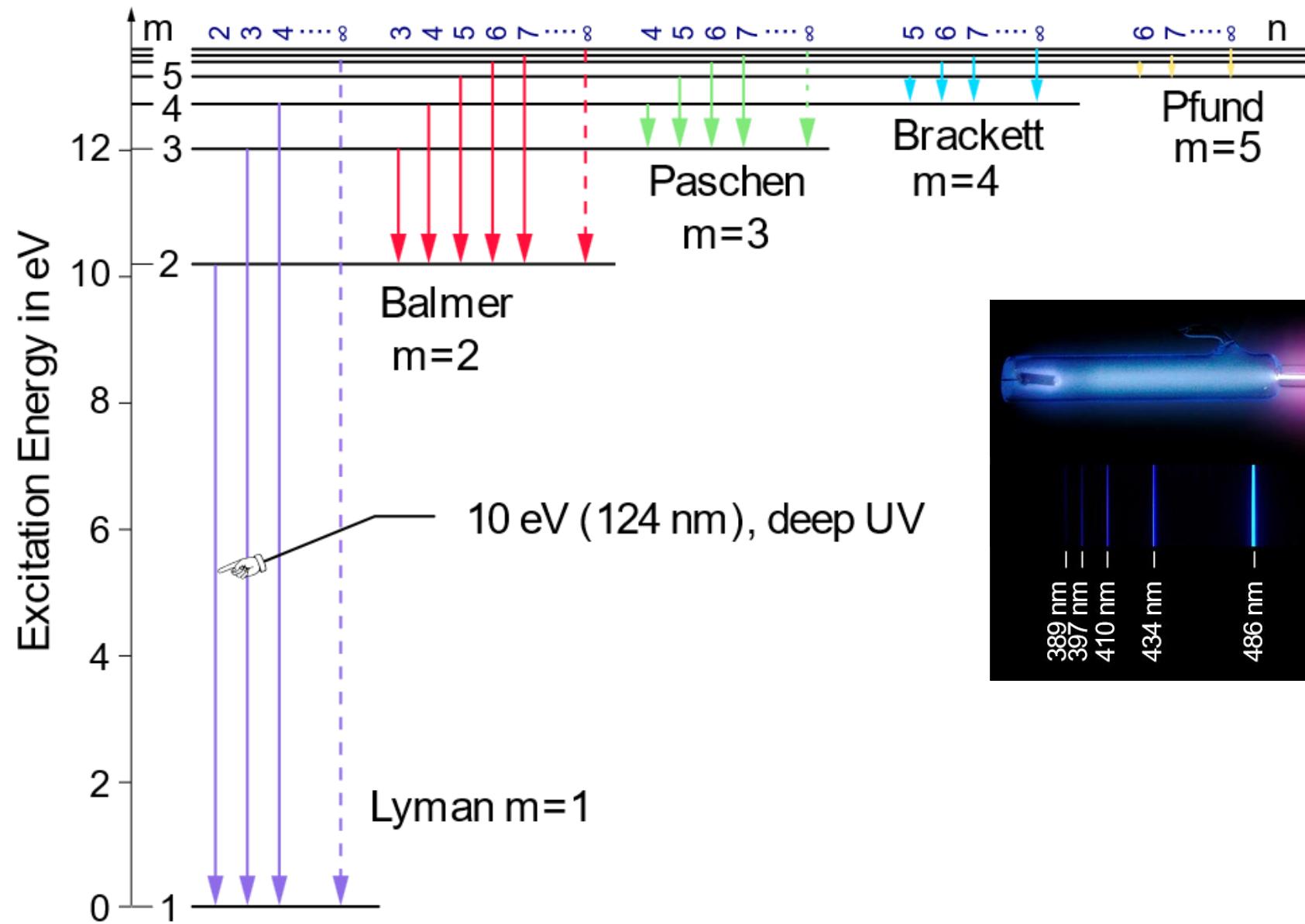
W. Luhs





Foto by Markus Pössel (User: Mapos) - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20386566>

„So gut wie alles, was wir über die Welt wissen, haben wir durch das Licht gelernt“, sagt der deutsche Nobelpreisträger Theodor Hänsch.



Elemente mit zweiatomigen Moleküllasern

Gepulste Dimeren Laser

kontinuierliche Dimeren Laser

¹ H	Na ₂ und J ₂ erste kontinuierliche Dimeren Laser 1977 Wellegehhausen et. al.																		² He				
³ Li	⁴ Be																	⁵ B	⁶ C	⁷ N	⁸ O	⁹ F	¹⁰ Ne
¹¹ Na	¹² Mg																¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar	
¹⁹ K	²⁰ Ca	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn	³¹ Ga	³² Ge	³³ As	³⁴ Se	³⁵ Br	³⁶ Kr						
³⁷ Rb	³⁸ Sr	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	⁴⁹ In	⁵⁰ Sn	⁵¹ Sb	⁵² Te	⁵³ I	⁵⁴ Xe						
⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba	57..71	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg	⁸¹ Tl	⁸² Pb	⁸³ Bi	⁸⁴ Po	⁸⁵ At	⁸⁶ Rn						
⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra	89..103	¹⁰⁴ Rf	¹⁰⁵ Db	¹⁰⁶ Sg	¹⁰⁷ Bh	¹⁰⁸ Hs	¹⁰⁹ Mt	¹¹⁰ Ds	¹¹¹ Rg	¹¹² Cn	¹¹³ Uut	¹¹⁴ Fl	¹¹⁵ Uup	¹¹⁶ Lv	¹¹⁷ Uus	¹¹⁹ Uuo						

Warum Jod?

- Gut verfügbar und gut in Glas oder Quarzzellen zu handhaben
- Hoher Dampfdruck (mBar, Sublimation) schon bei Raumtemperatur
- Dampf enthält nur Dimere (I_2)
- Hohe Liniendichte (Absorption/Emission) im Sichtbaren und nahen IR
- Schweres Molekül, daher geringe Dopplerlinienbreite (250 MHz)

Was können Studenten durch diesen Versuch lernen?

Spektroskopie und Quantenmechanik

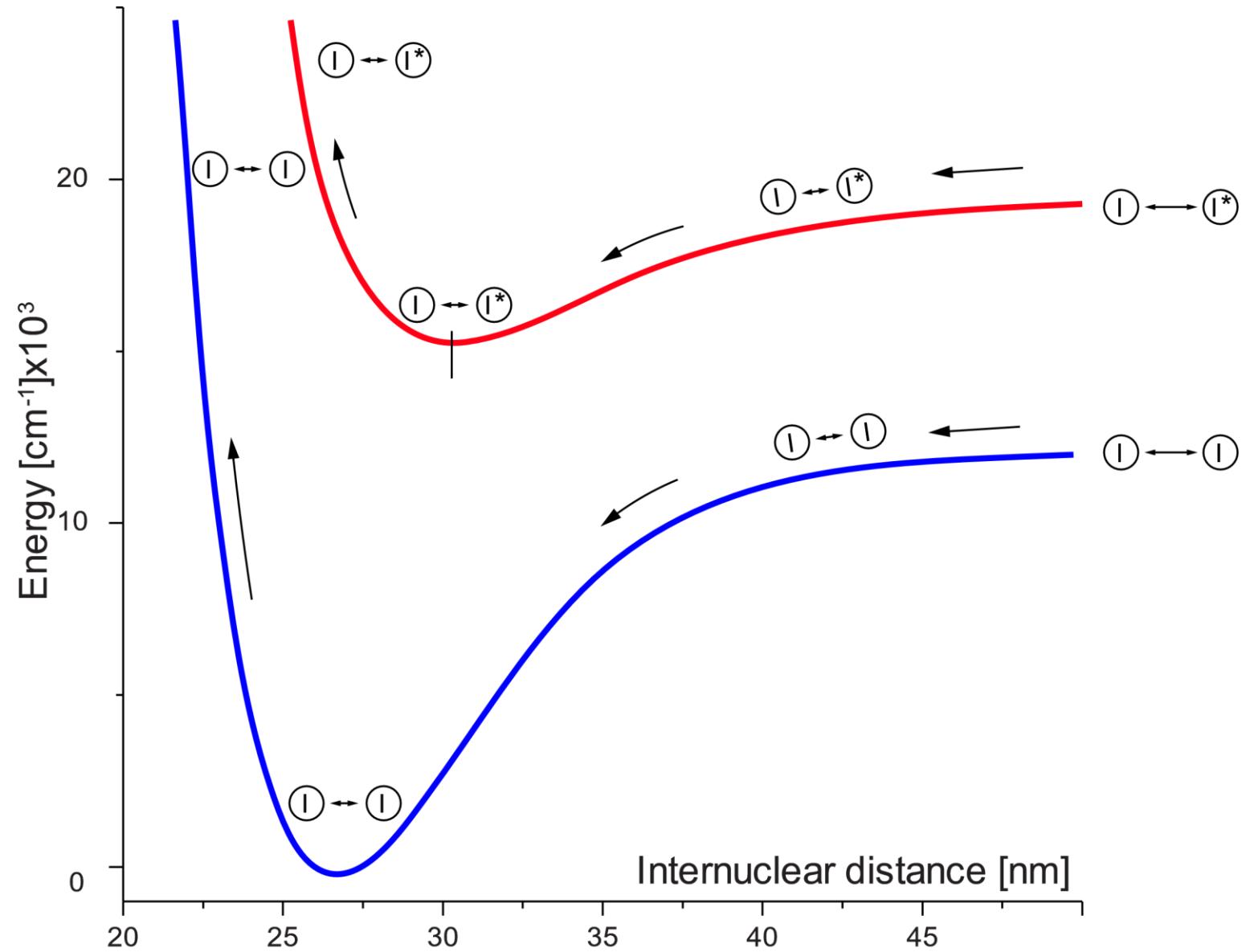
- Molekülspektren, Elektronische Niveaus, Vibrations- und Rotationsquantenzahlen
- Laser Induzierte Fluoreszenz
- Absorption und Dopplerverbreiterung
- Spektroskopie am Jod, Bestimmen des Pumpüberganges, Vibrationsquantenzahlen
- Umgang mit einem Spektrometer
- Abstimmbarer Laser, Single Mode, Linienbreite

Optisches Pumpen und Laseraktion des Jodmoleküls

- Grundzustand, Anregung in höheres Elektronisches Niveau
- Optischer Resonator
- Multi-Linien Laseremission
- Dreiniveau System mit Raman Verstärkung
- Einrichtungsbetrieb im Ring Resonator
- Laseroszillation auf Hyperfeinstrukturen

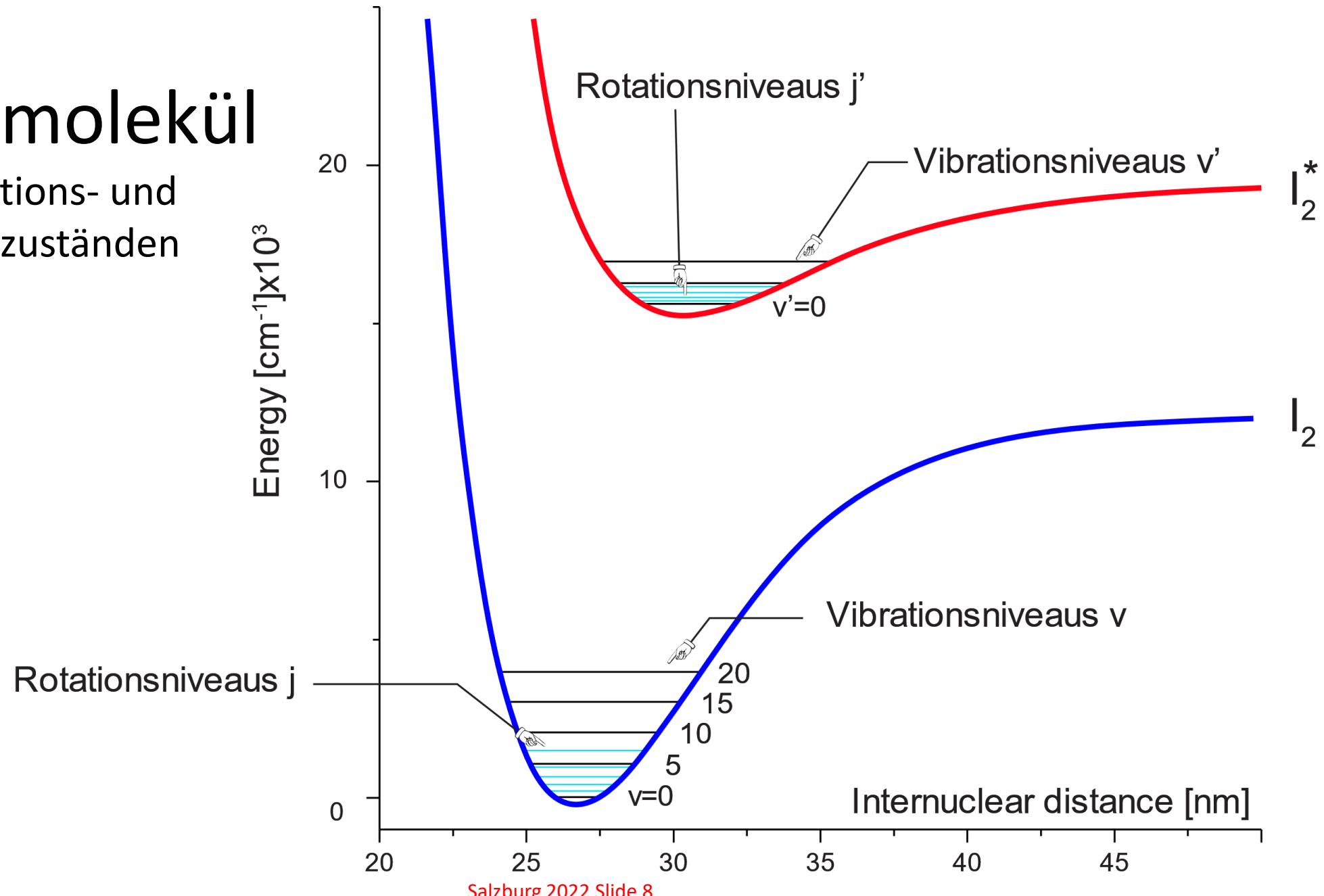
Das Jodmolekül

-elektronische Zustände -



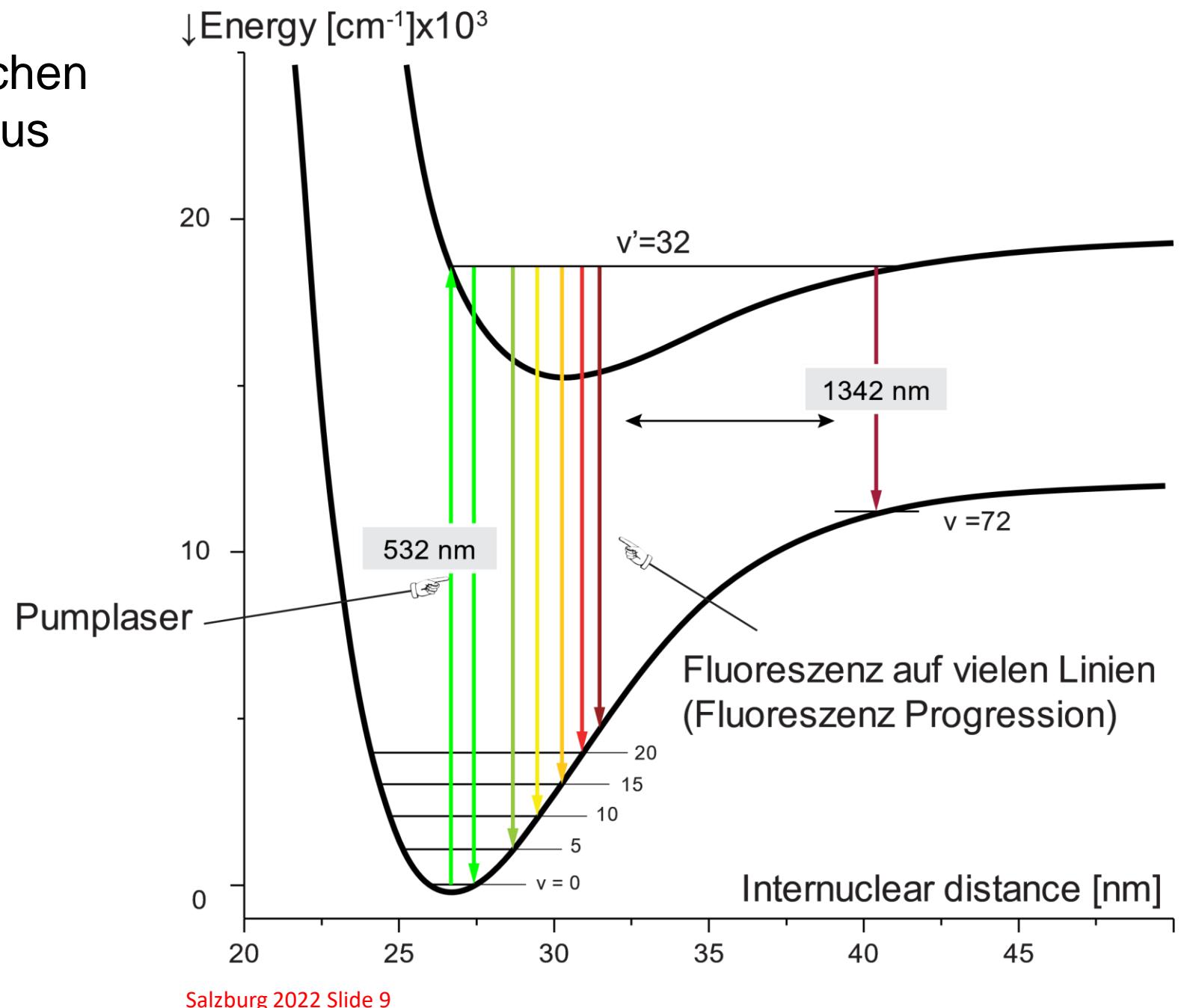
Das Jodmolekül

Mit Vibrations- und
Rotationszuständen

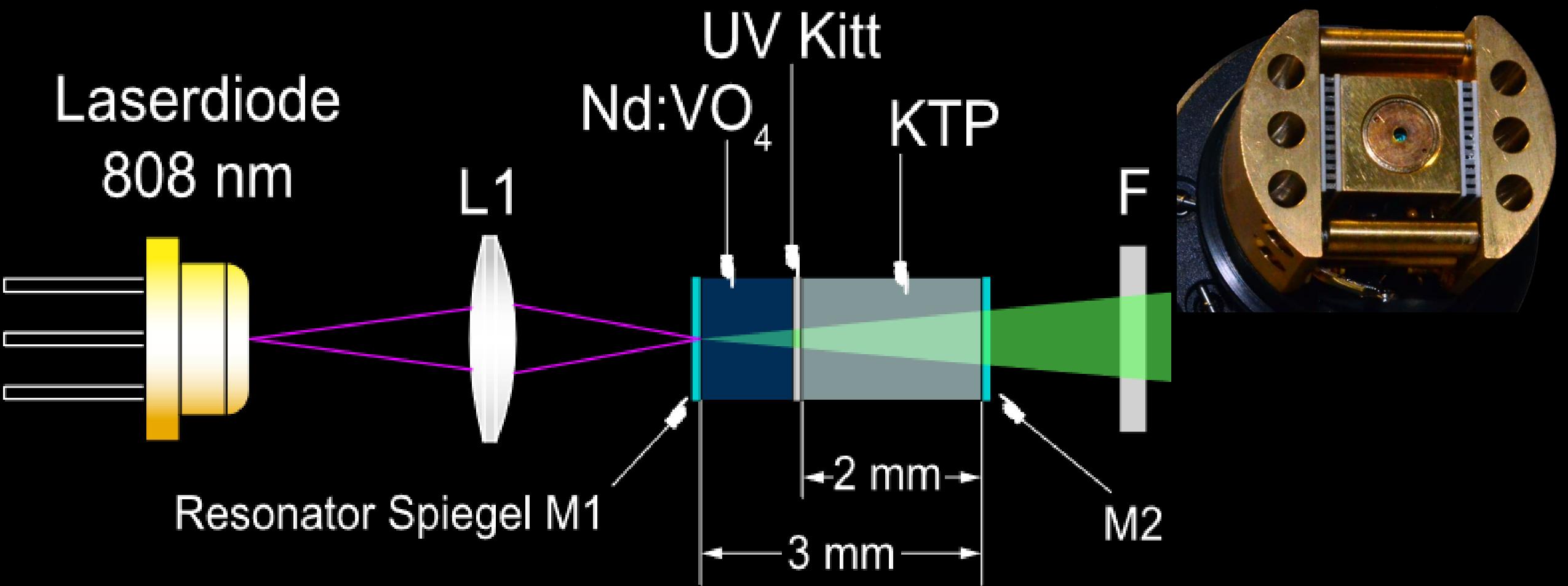


Absorption und Emission zwischen Rotations- und Vibrationsniveaus

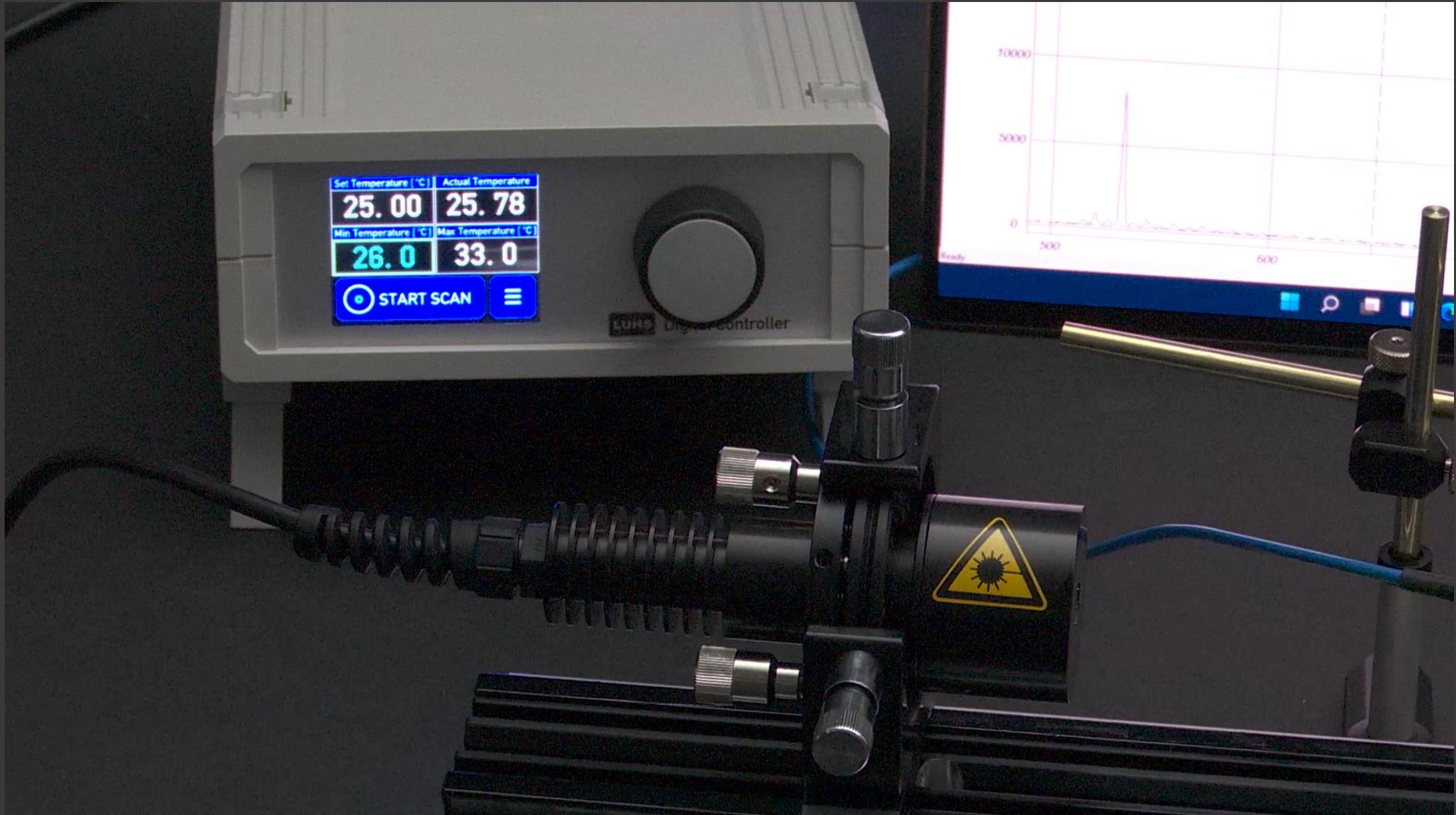
- Anregung erfordert schmalbandigen Pumplaser



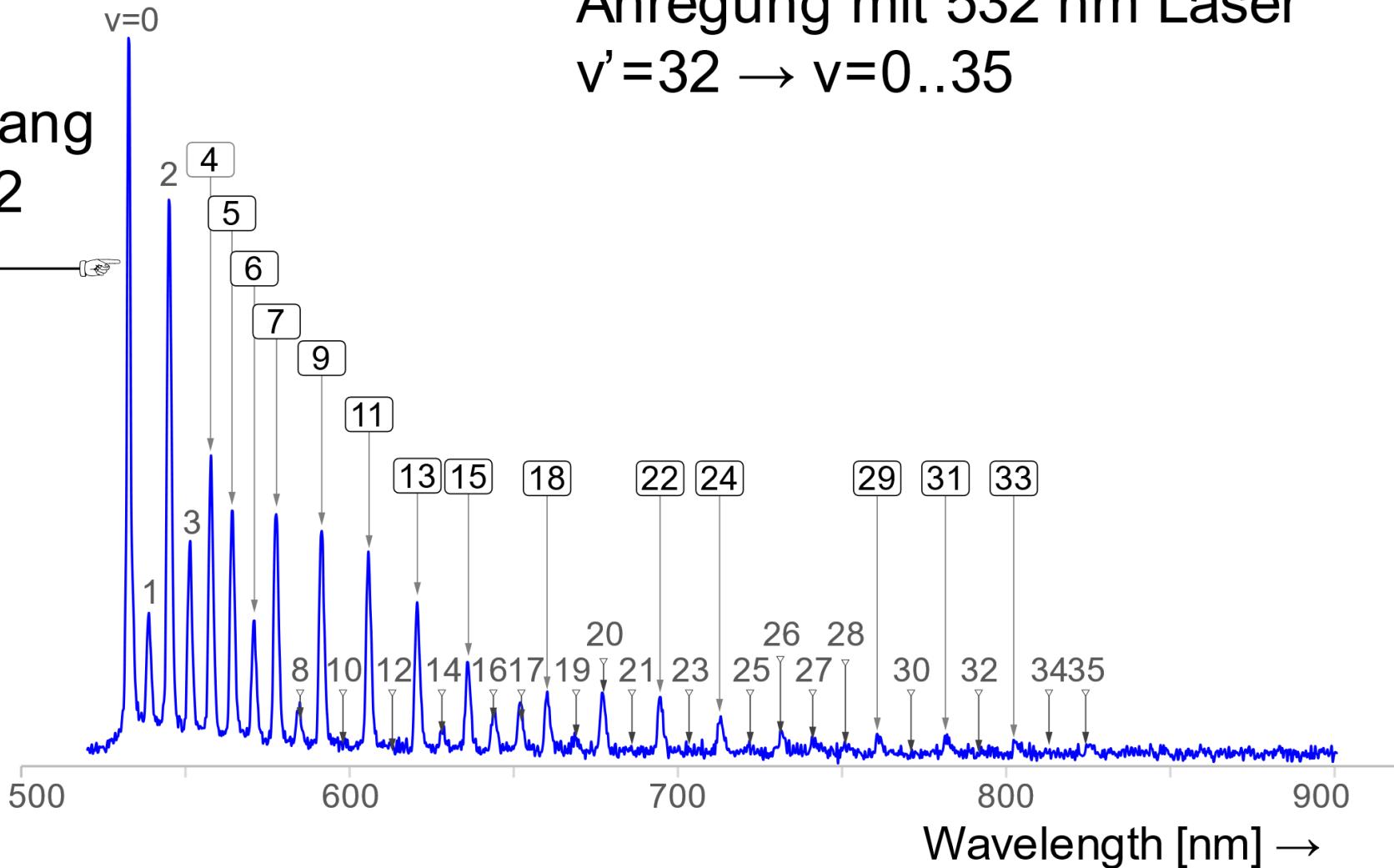
Laserdiode
808 nm



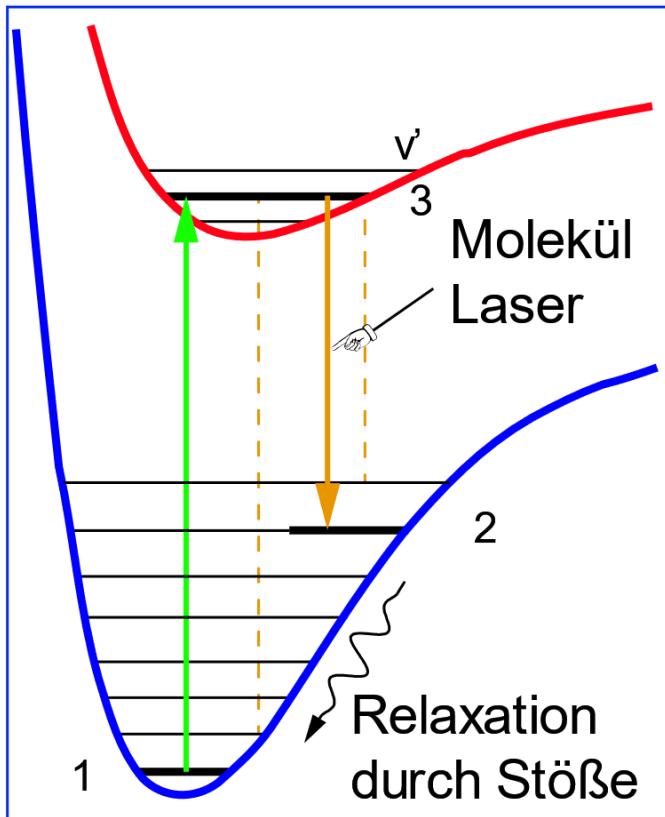
Pump Laser Verstimmung:
4.5 GHz/°C (45 MHz/0.01 °C)



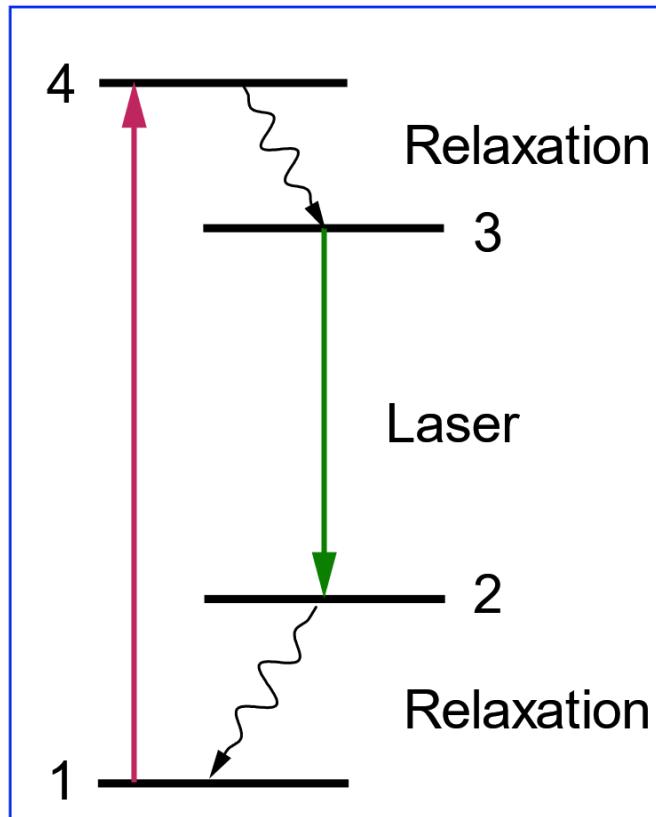
Pumpübergang
 $v=0 \rightarrow v'=32$
532 nm



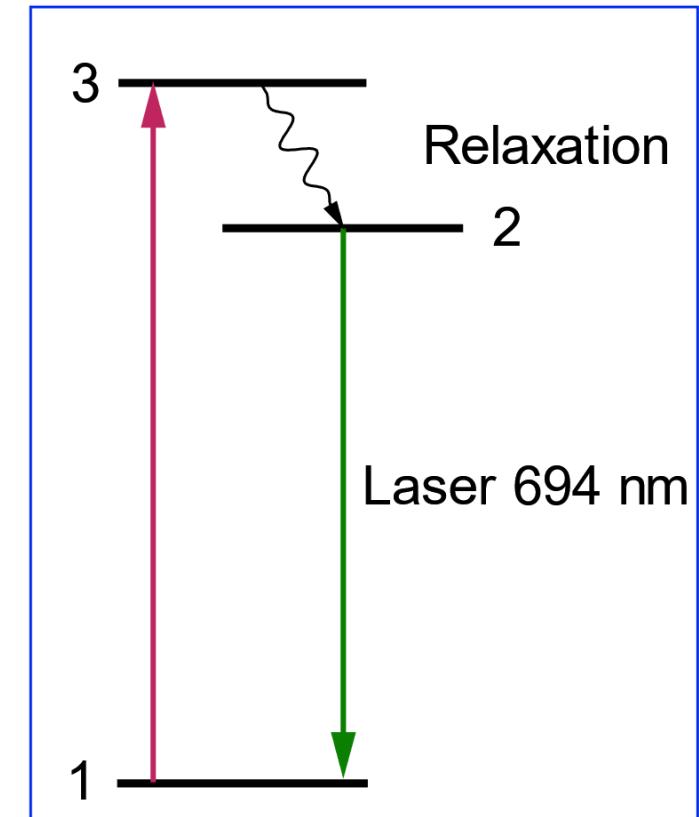
Dimeren Laser 3-Niveau Laser



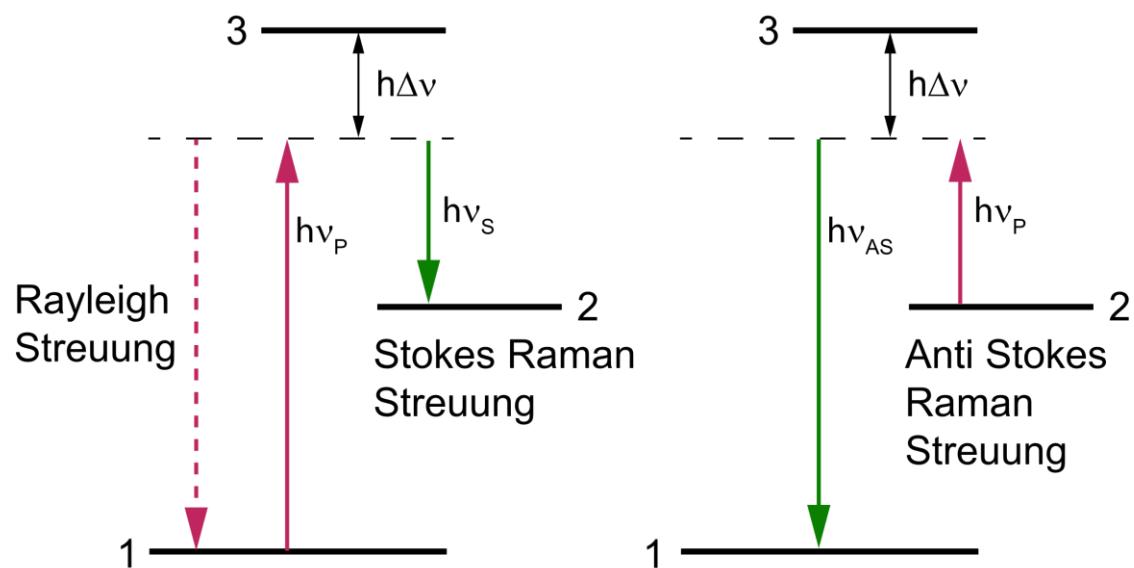
“normale” Laser 4-Niveau Laser



Rubinlaser 3-Niveau Laser



Der Raman Prozess

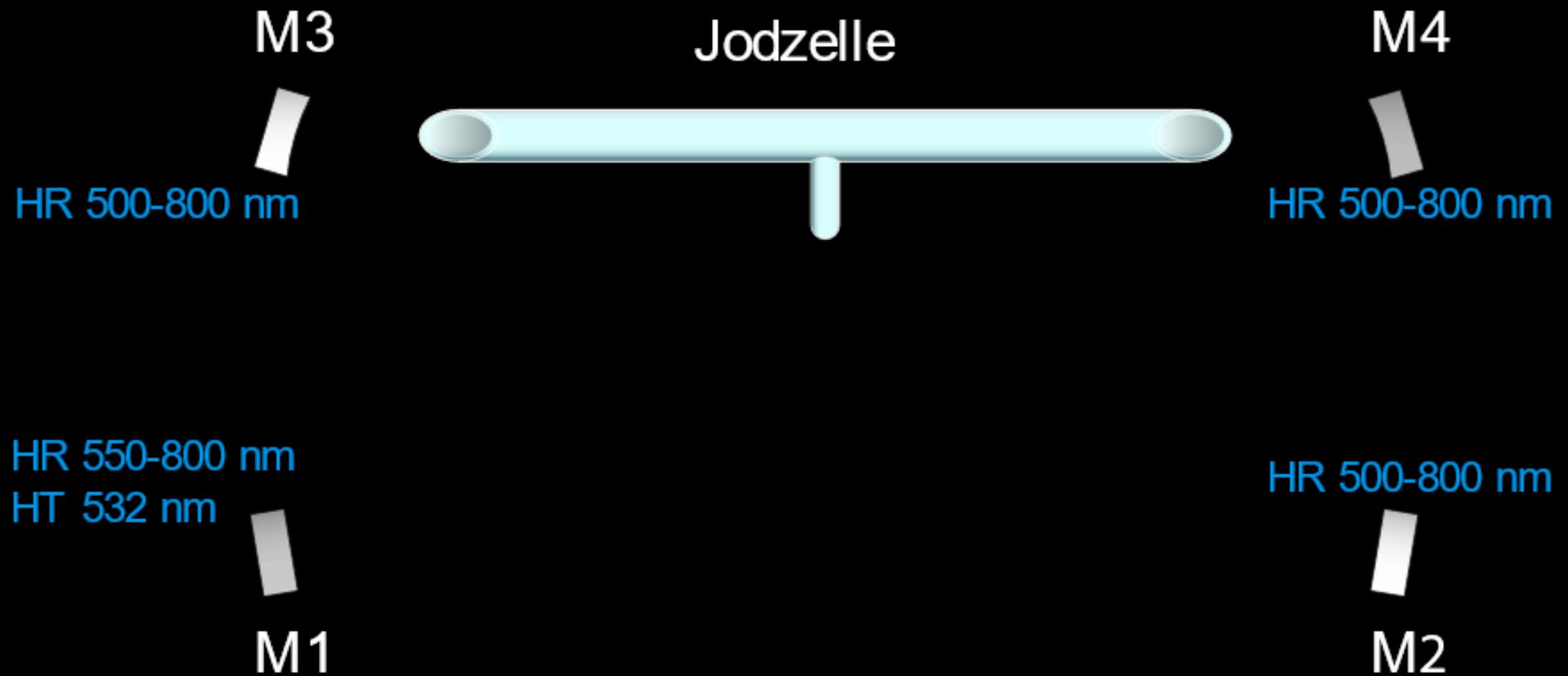


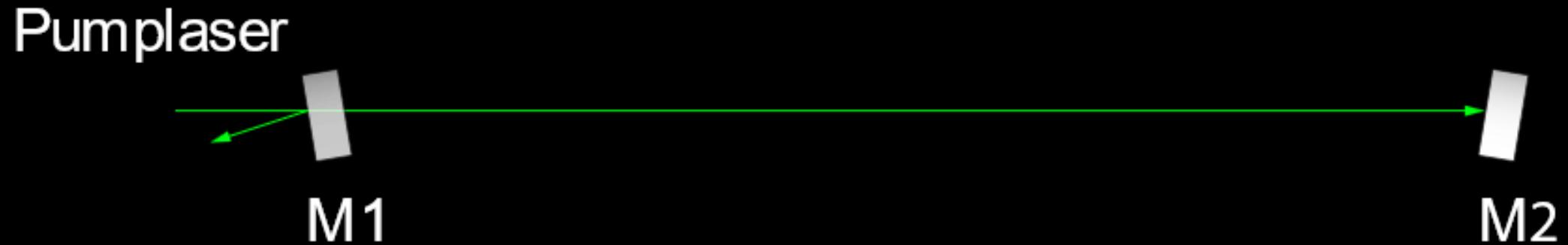
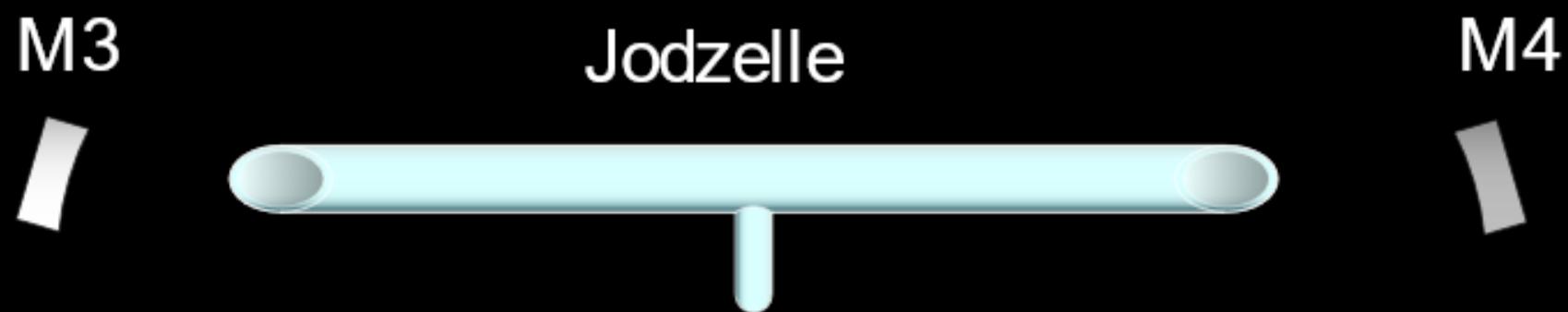
- Nichtlinearer Streuprozess
- Zweiphotonenprozess, simultane Absorption-Absorption
- Möglich in allen Medien
- Kein Laser erforderlich
- Kohärente Kopplung zweier Strahlungsfelder
- Mit Pumplaser kohärente Verstärkung ohne Inversion möglich
- Bedeutende Anwendungen in Spektroskopie, Stoffanalyse, Frequenzkonversion von Lasern

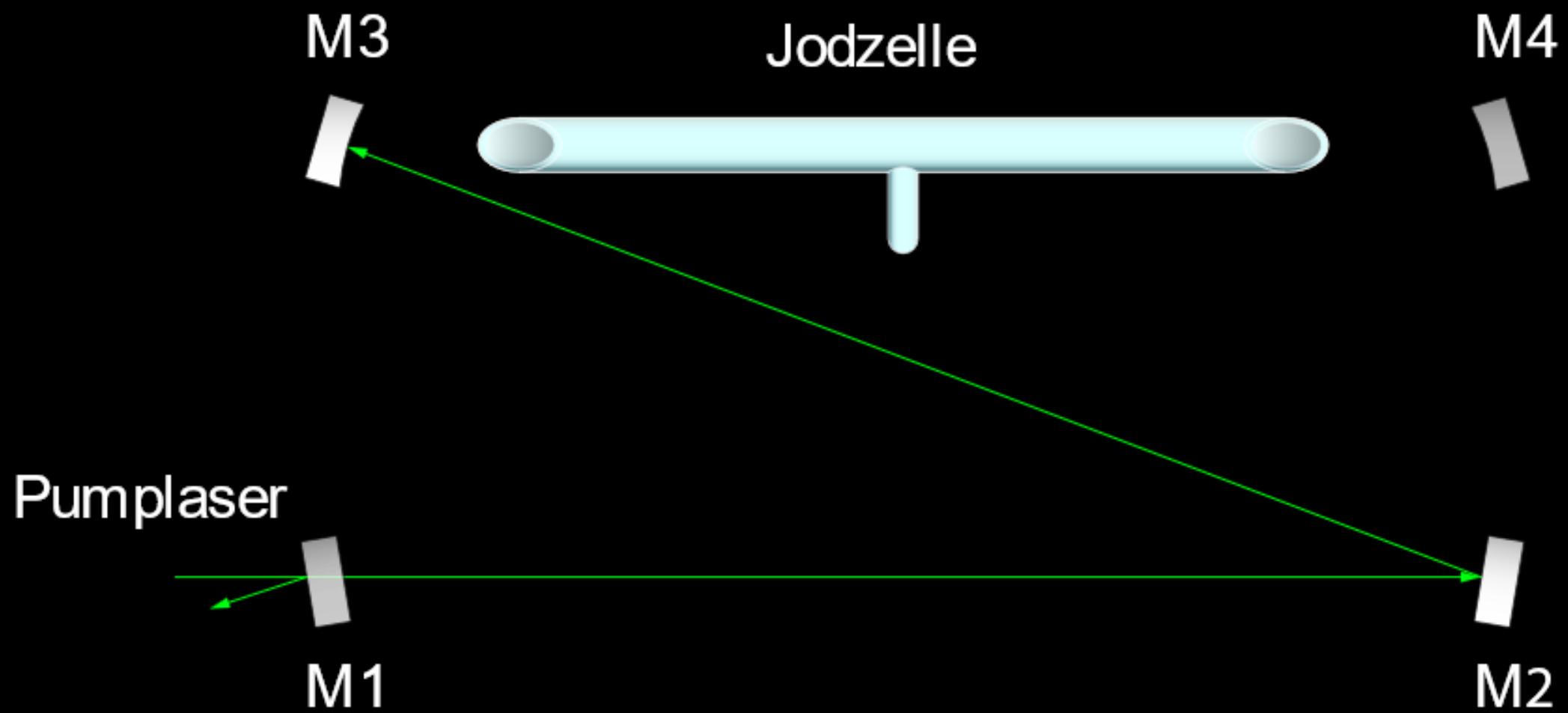
1928 in Flüssigkeiten entdeckt
1930 Nobelpreis für Physik

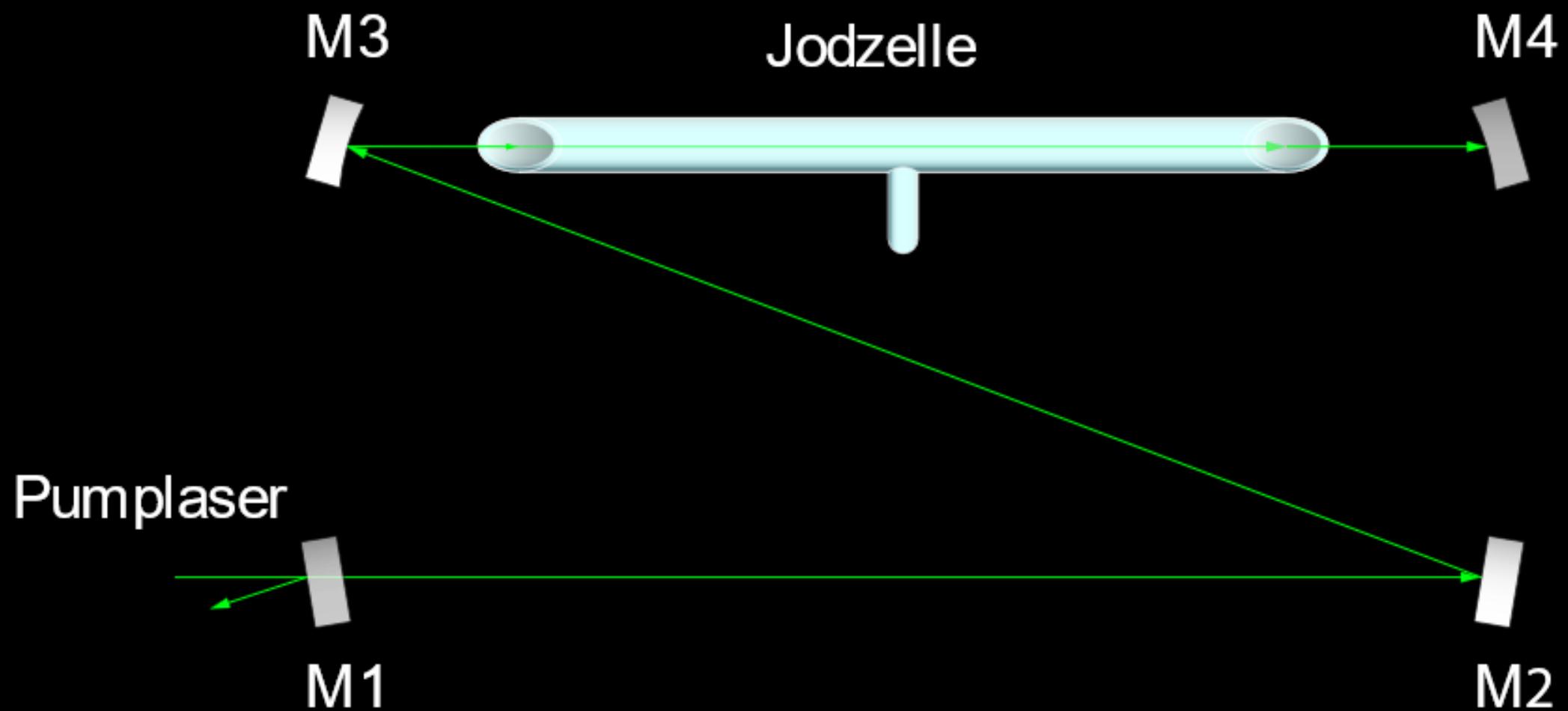


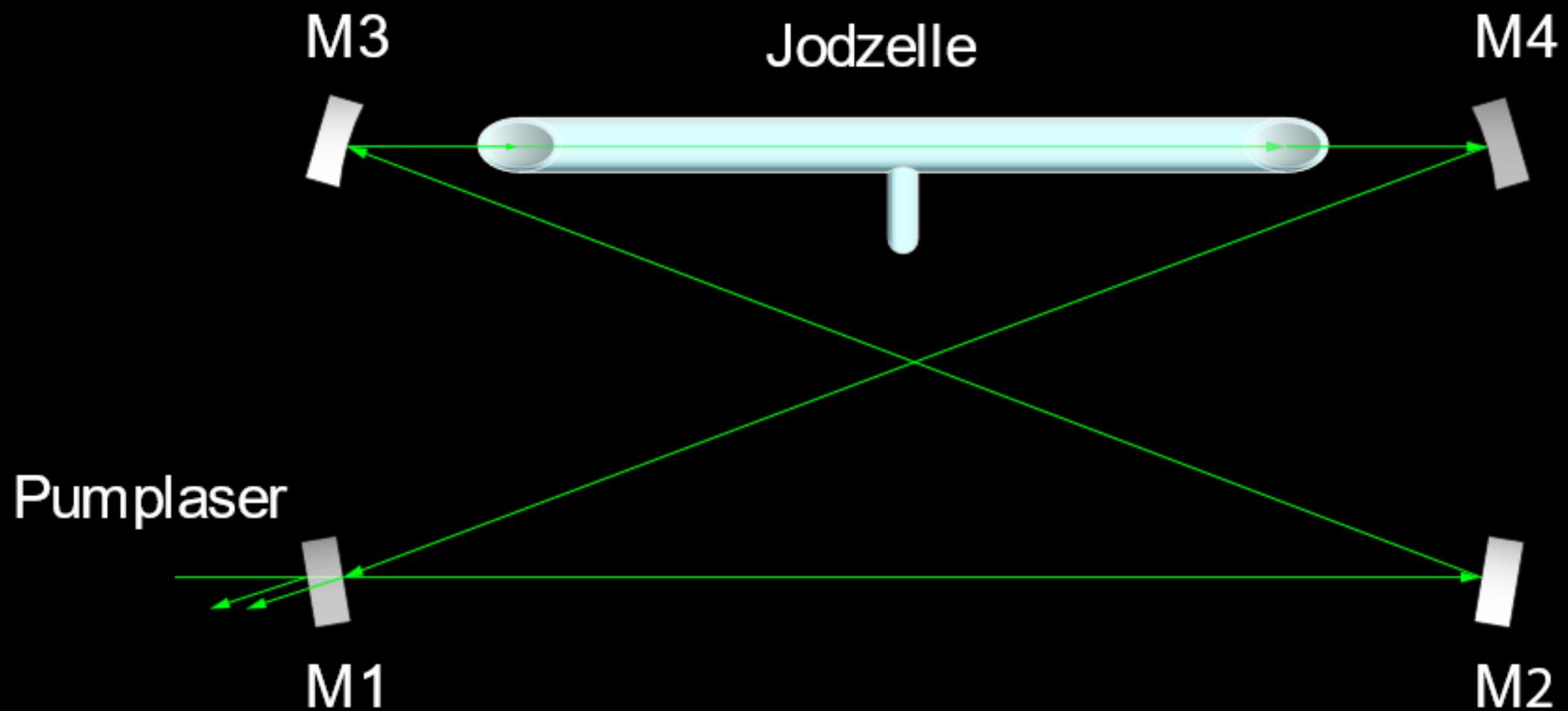
Sir Chandrasekhara
Venkata Raman

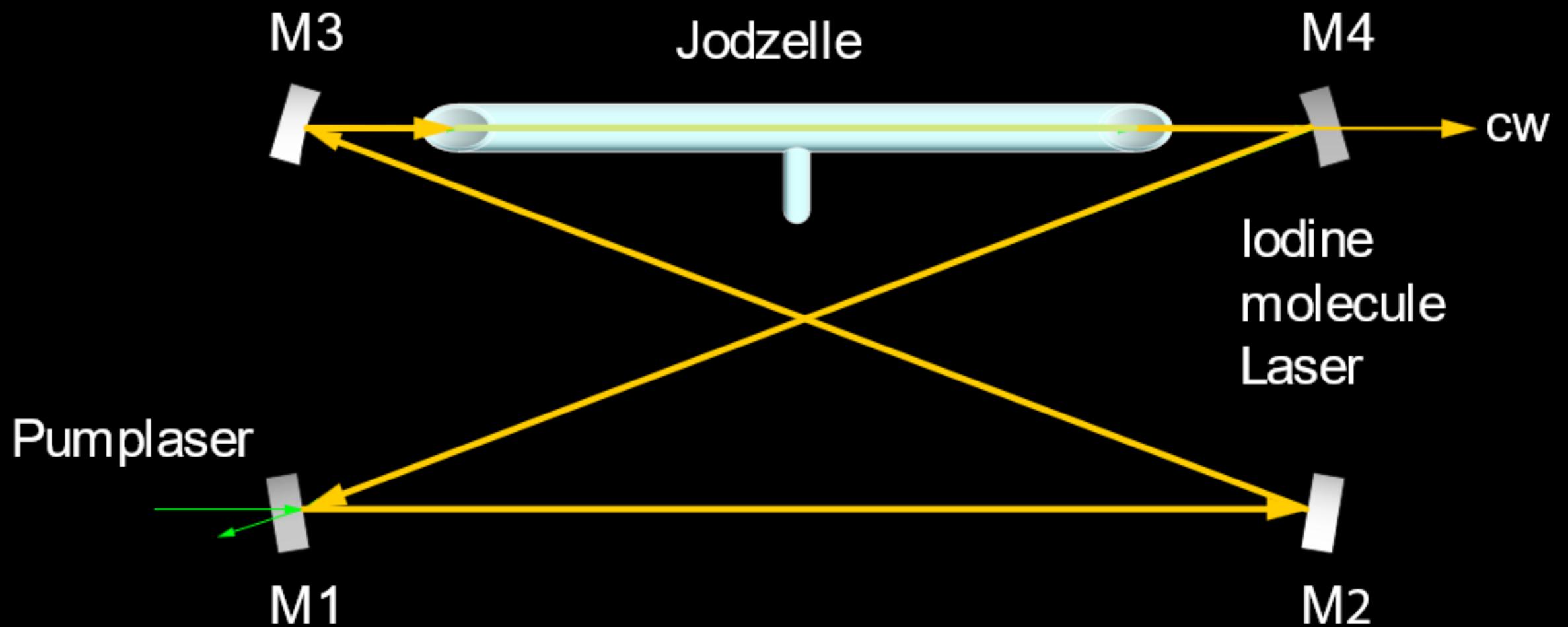












Lehrpreis 2022 der DPG-Arbeitsgemeinschaft Physikalische Praktika

Unser besonderer Dank geht an:

- Prof. Dr. Ilja Rückmann, Dr. Peter Schaller und den Mitgliedern der Lehrmittel Kommission:
Sie haben sehr früh das Potenzial dieses neuen Praktikumsversuches erkannt und gefördert.
- Dr. Thomas Franke und seiner Gruppe für die Evaluation und Gutachten des Jod Raman Lasers,
Insbesondere auch der Untersuchungen der Laseroszillation auf Hyperfeinstrukturen
- Der Gruppe von Prof. Dr. Dieter Meschede für deren Gutachten, auch im Hinblick auf die
Verwendung in der Vorlesung
- Weitere Jod Raman Laser sind im Einsatz an der TU Braunschweig und des Instituts für
Innovationen in Abu Dhabi
und:

Mit Freude erwähnen wir den Kommentar des Nobelpreisträgers Ted Hänsch:

„Lieber Herr Luhs,

*Inzwischen konnte ich selbst etwas mit dem neuen Jod-Spektroskopie Experiment arbeiten, und
ich bin davon begeistert Ich werde das Experiment gerne verschiedenen Kollegen empfehlen...*

Mit vielen Grüßen,

Ihr Theo Hänsch“