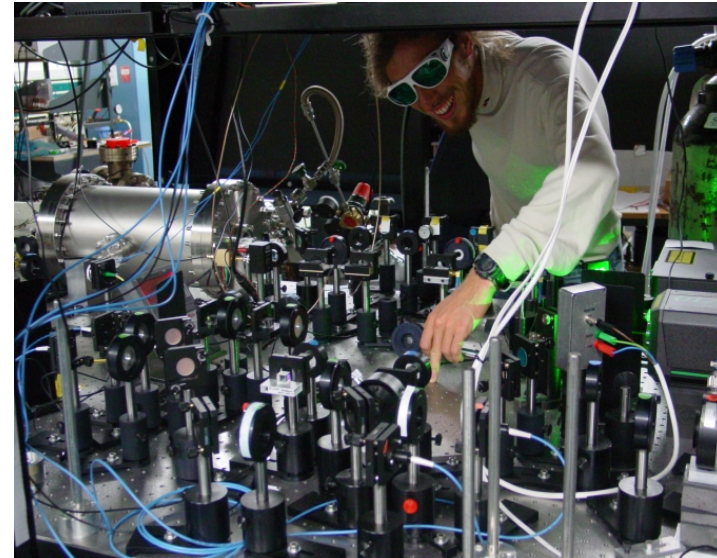
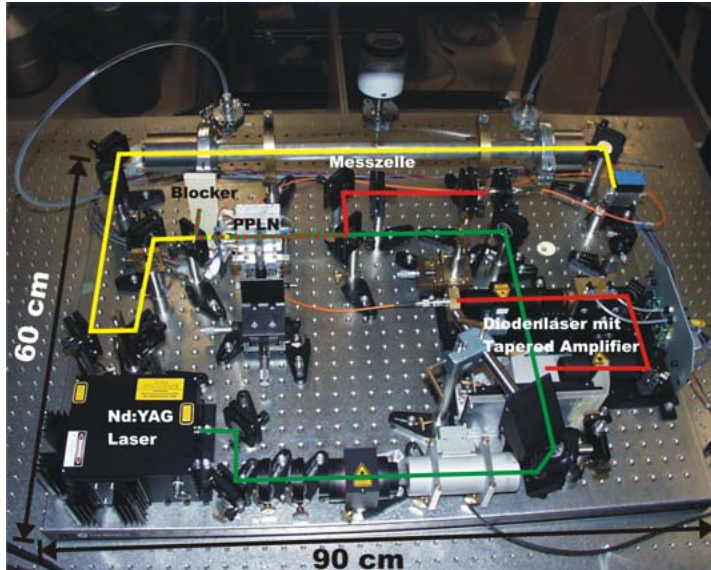


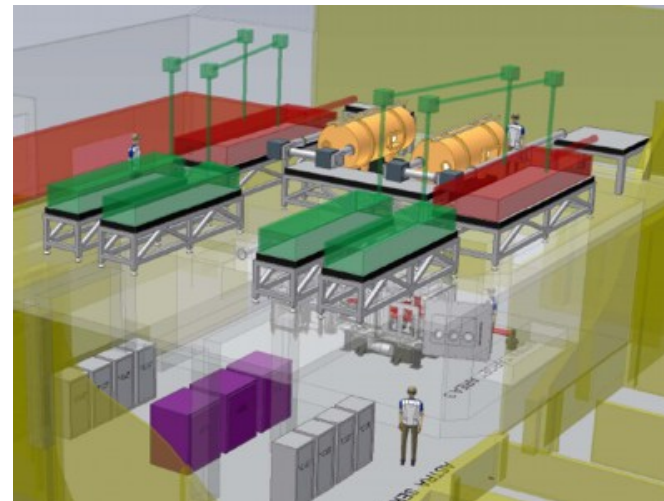
Laser am Limit: Materie in ultrastarken Laserfeldern



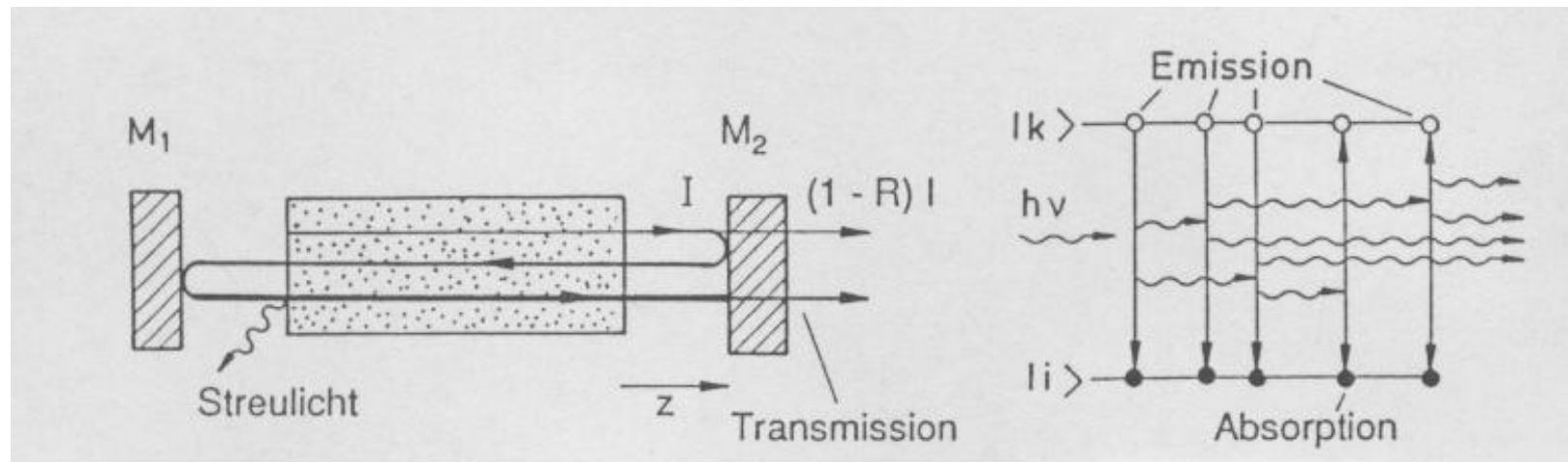
Laser im Leben der Physiker



... und nicht nur die Theoretiker träumen von immer intensiveren Lasern mit kürzeren Pulsen



Laser: Light Amplification by stimulated Emission of Radiation

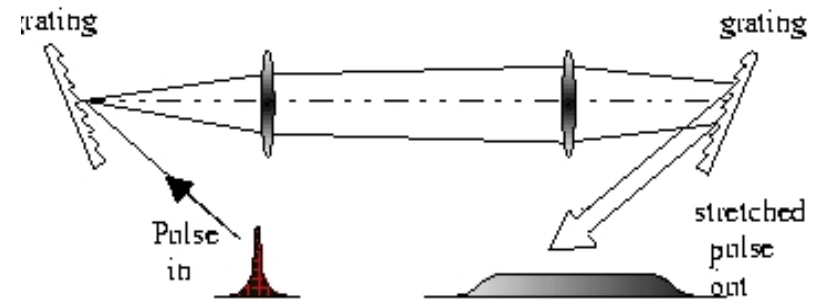


Schwache und starke Lichtfelder

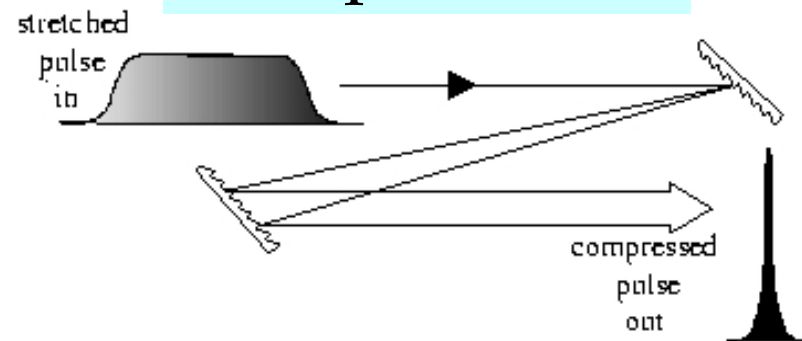
Quelle	λ	Intensität	Photonendichte
	[μm]	[W cm^{-2}]	[cm^{-3}]
Glühbirne	0.58	10^{-3}	10^5
Sonne	0.1-1	10^{-1}	10^7
cw CO_2 -Laser	10	10^{10}	10^{19}
Ti-Saphir-Laser	0.8	10^{18}	10^{26}
Petawatt Livermore	1.06	10^{21}	10^{29}

Derzeit bis ca.
 10^{22} Watt / cm^2

Energie pro Zeit wie Stromverbrauch
in ganz Deutschland ... wenn auch
nur für Femtosekunden!
Weitere Petawatt Lasersysteme
im Bau in Deutschland
an der GSI, MPQ und in Jena

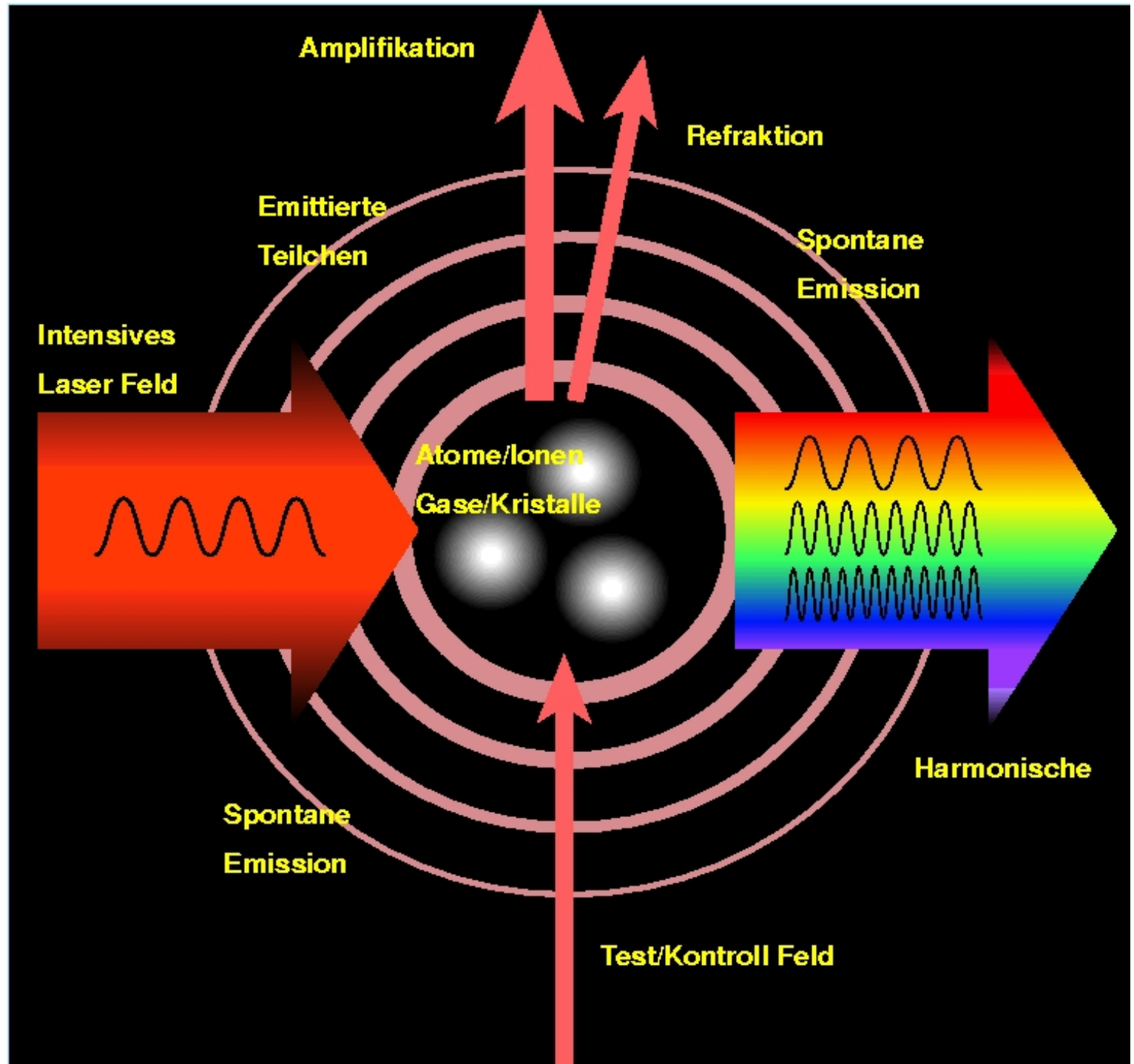


Strecken,
Verstärken,
Komprimieren



Strickland & Mourou 1979

Wechselwirkung von Materie mit starken Laser Feldern



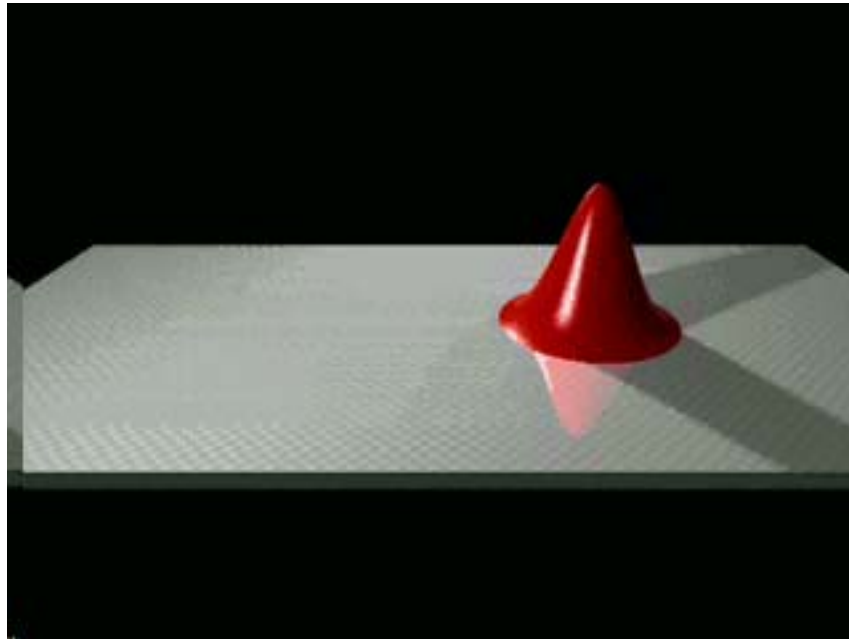
Materie in intensiven Laserfeldern: von der Quantenoptik in Richtung Hochenergiephysik



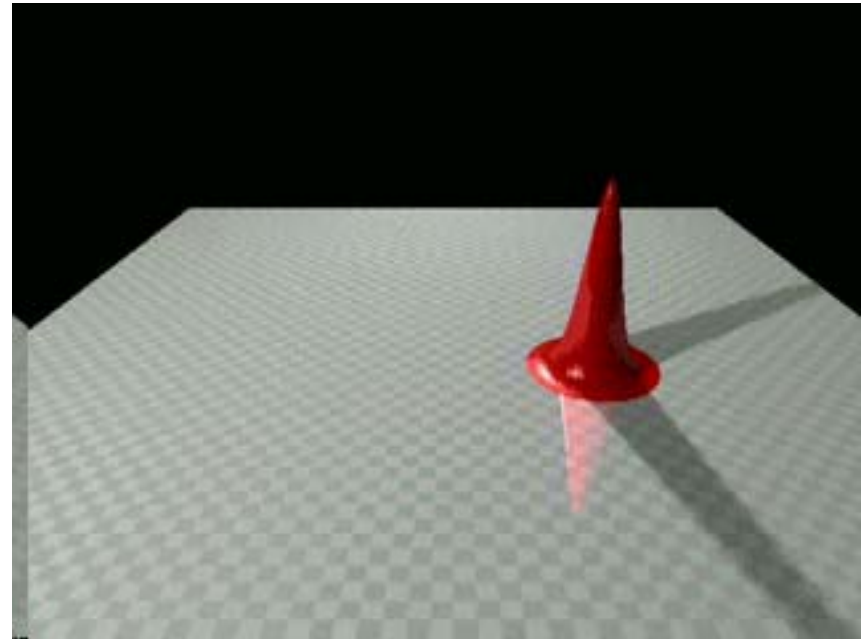
Ansteigende Laser Intensität



Quantensysteme in solchen Feldern: Elektron im starken Laser Feld

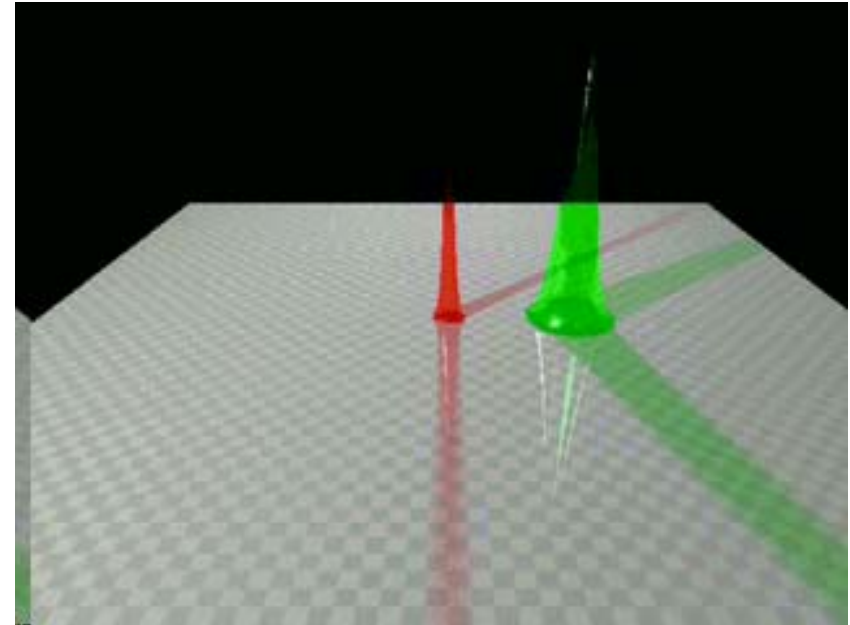
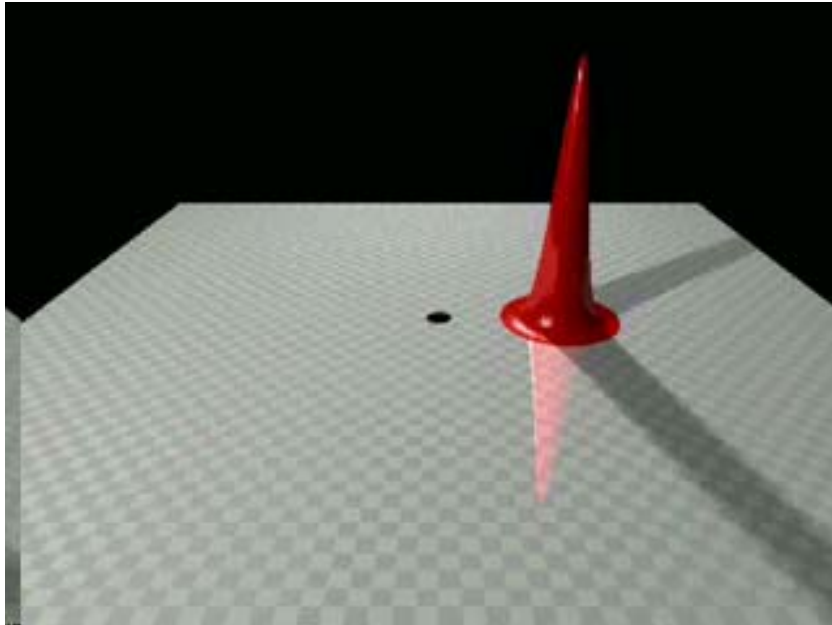


Schwächeres Feld

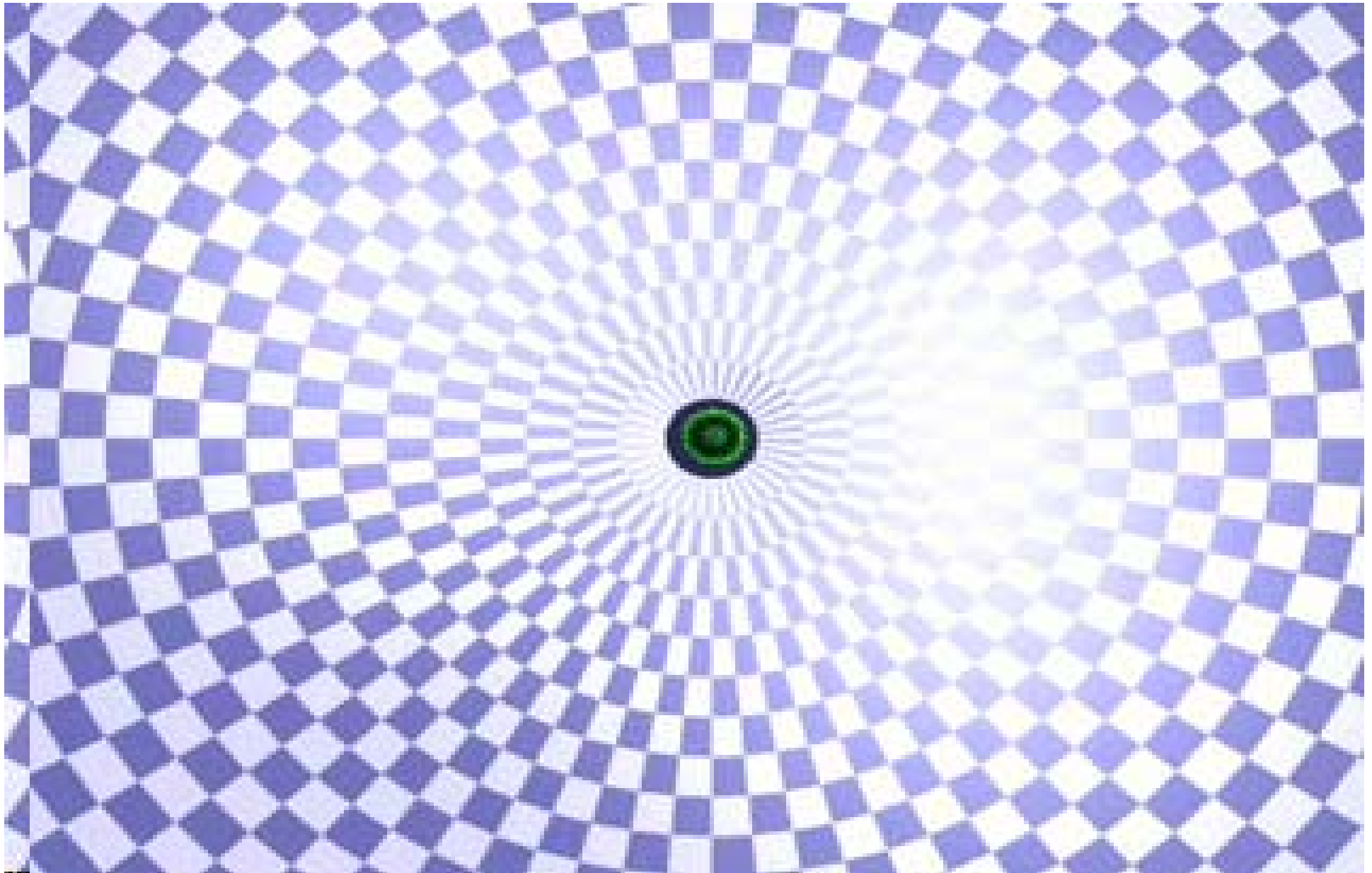


Sehr starkes Feld mit
deutlichem Einfluss der
Magnetfeldkomponente

Auch interessant: Rolle des Kerns und anderer Elektronen

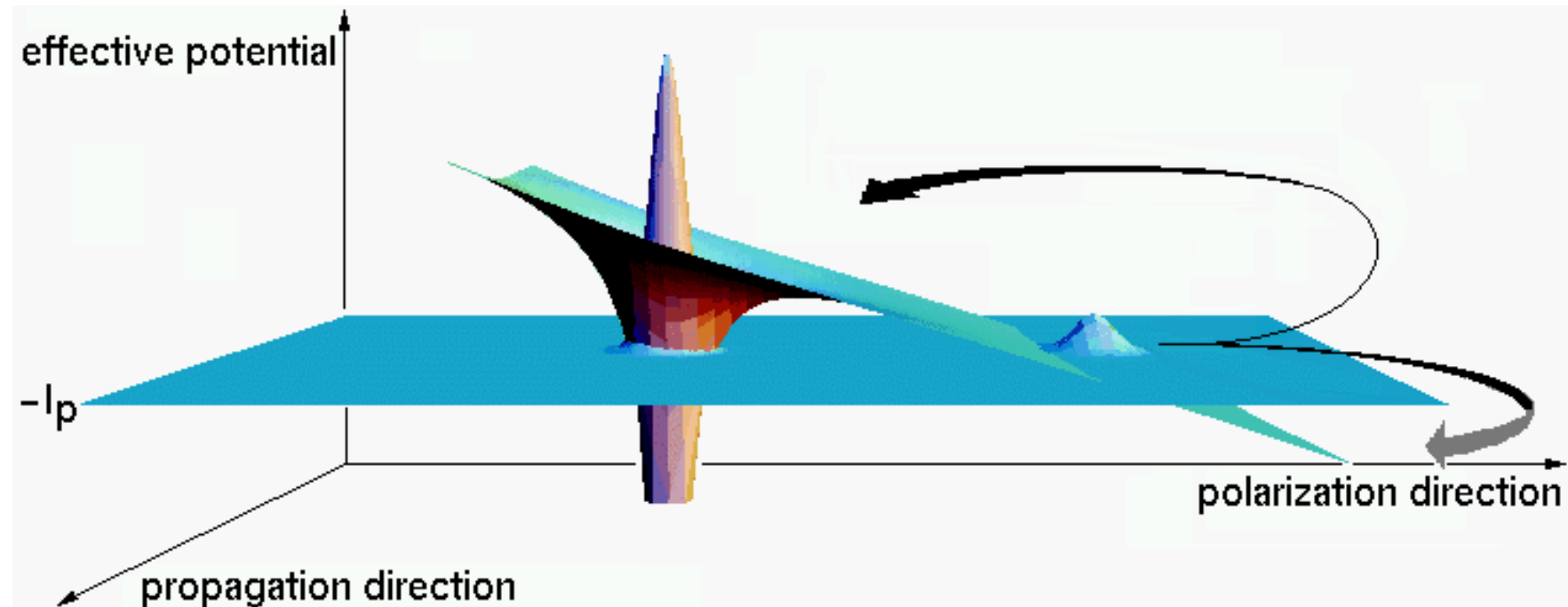


Zwei-Elektronen Atom: Laser-induzierte Doppel Ionization



Rot: Äußeres Elektron; Grün: Inneres Elektron

Tunneln und Rekollisionen bei Ionen in super intensen Laserfeldern



Korrelierte Doppelionisation & Hochfrequenzlicht

Relativistische Quantendynamik

Dirac Gleichung

$$i\hbar\partial_t\Psi = \left\{ c\boldsymbol{\alpha} \cdot \left[\mathbf{p} + \frac{e}{c}\mathbf{A} \right] + \beta mc^2 + V \right\} \Psi$$

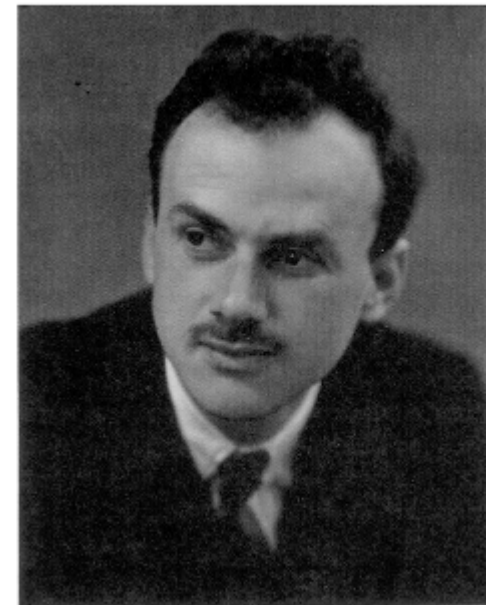
Relativistische Theorie:

- Teilchen nicht schneller als Lichtgeschwindigkeit
- Licht gleich schnell in allen Bezugssystemen
- Wellenfunktion mit 4 Komponenten - Spin Quanteneigenschaft und die Möglichkeit von Antimaterie

"A theory with mathematical beauty is more likely to be correct than an ugly one that fits some experimental data."

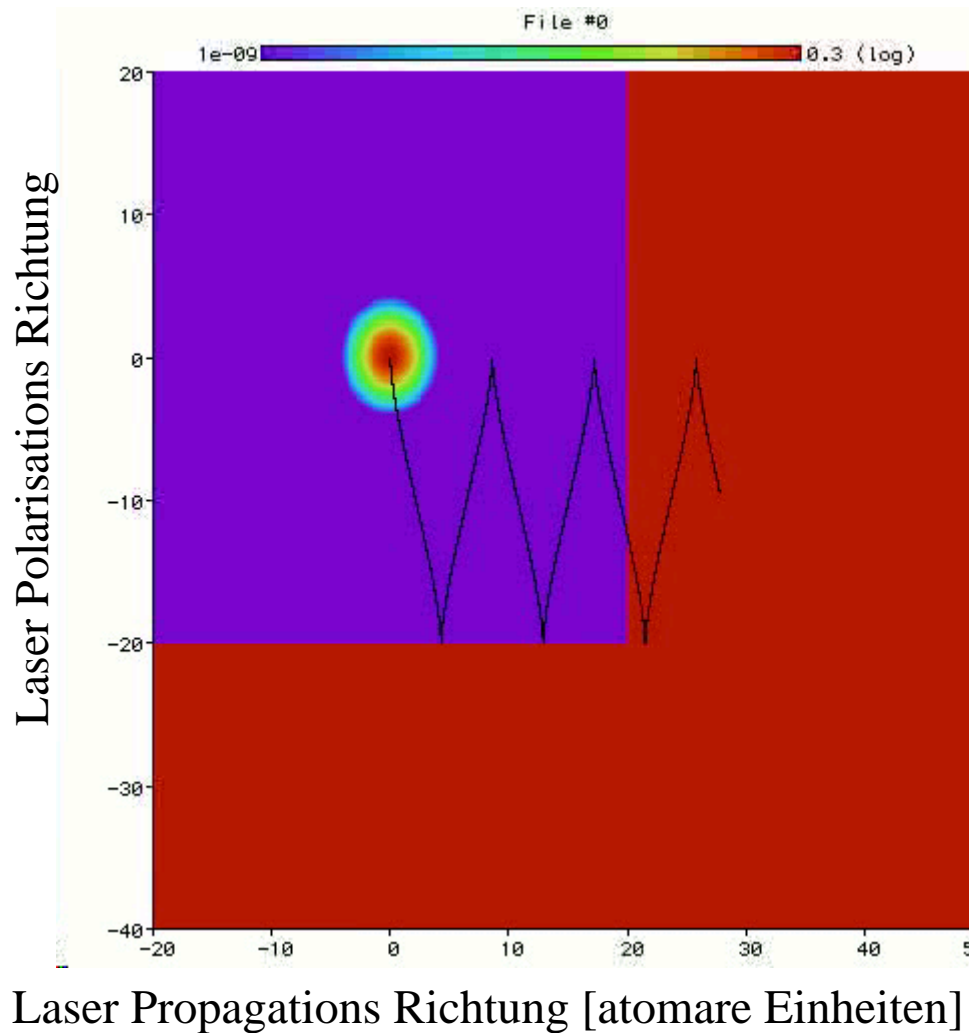
Paul A.M. Dirac (1902-1984)

Dirac gave general formulation of quantum mechanics, and his relativistic equation for the electron had profound and long-lasting consequences. (Photo Ramsey & Muspratt, 1934.)

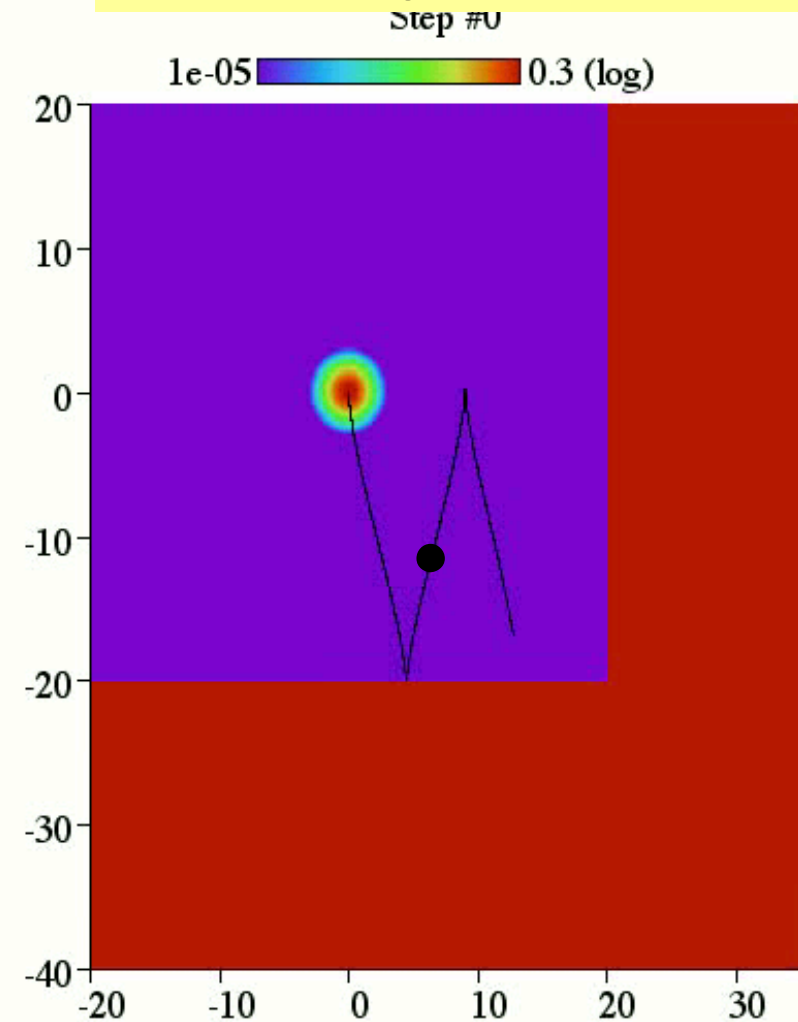


Dirac Dynamik in starken Laserfeldern

Freies Elektron

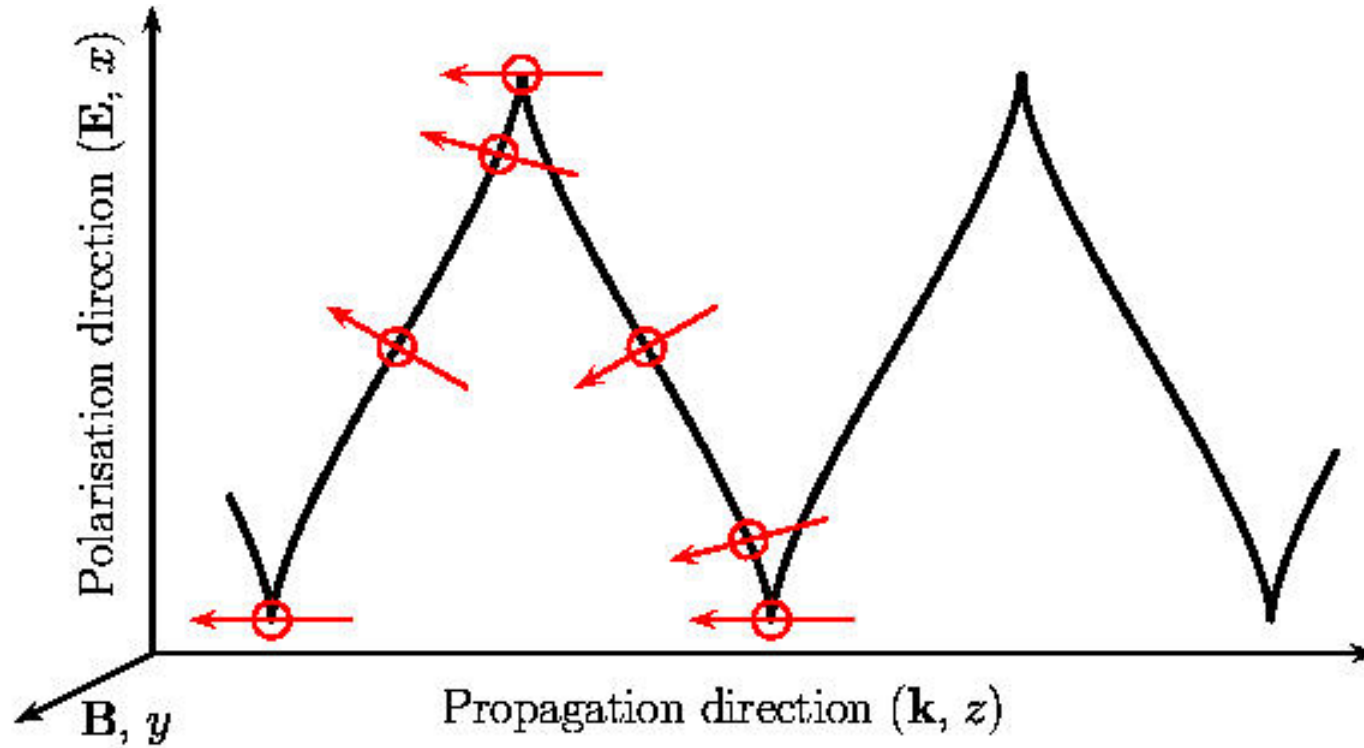


Mott Streuung an nacktem Uran

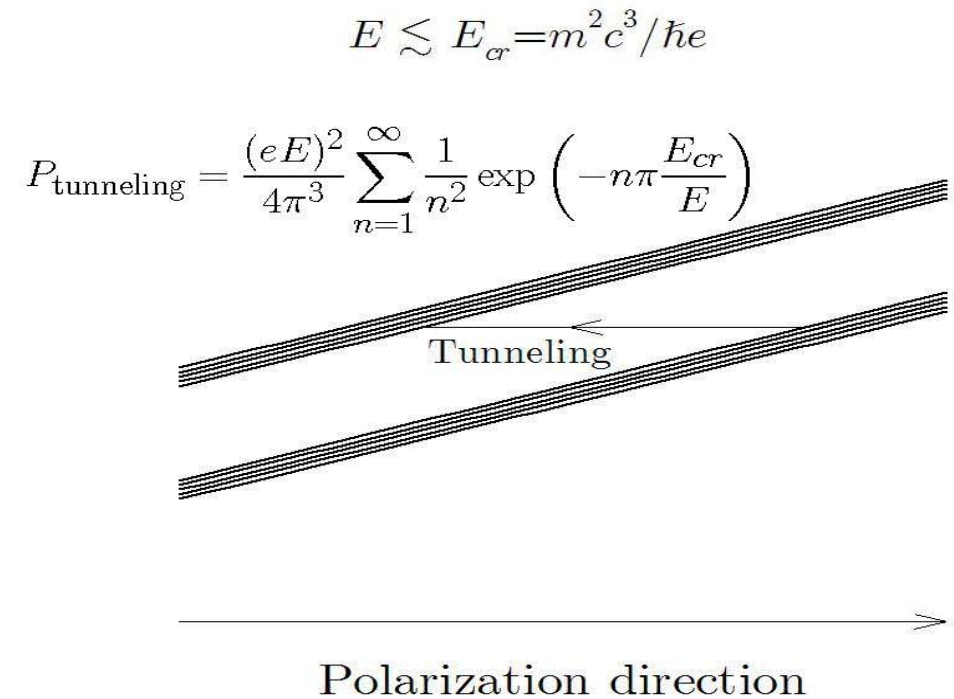
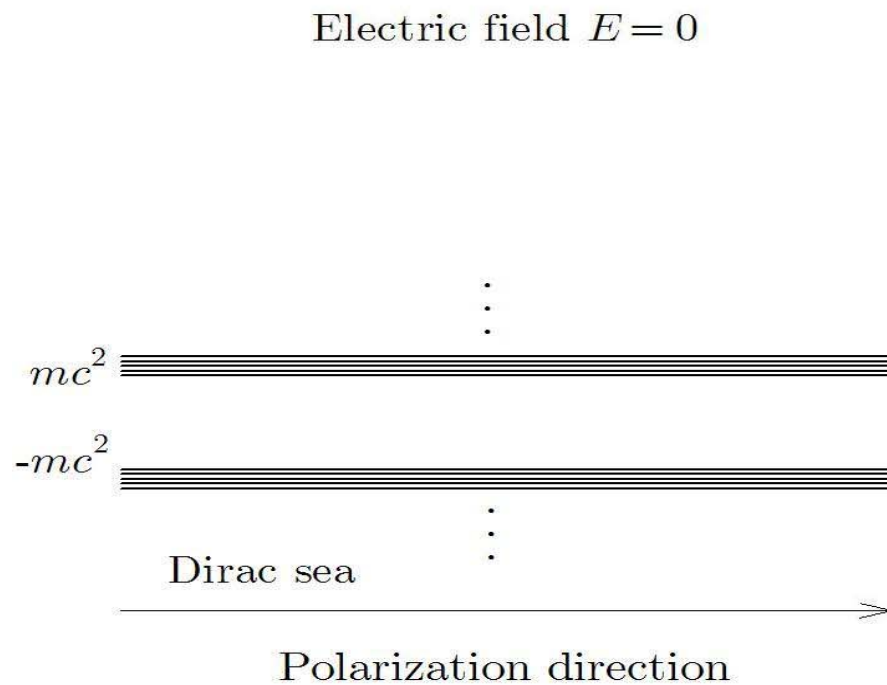


$E = 640$ a.u., $w = 8$ a.u., kin. Energie ca. 40 keV

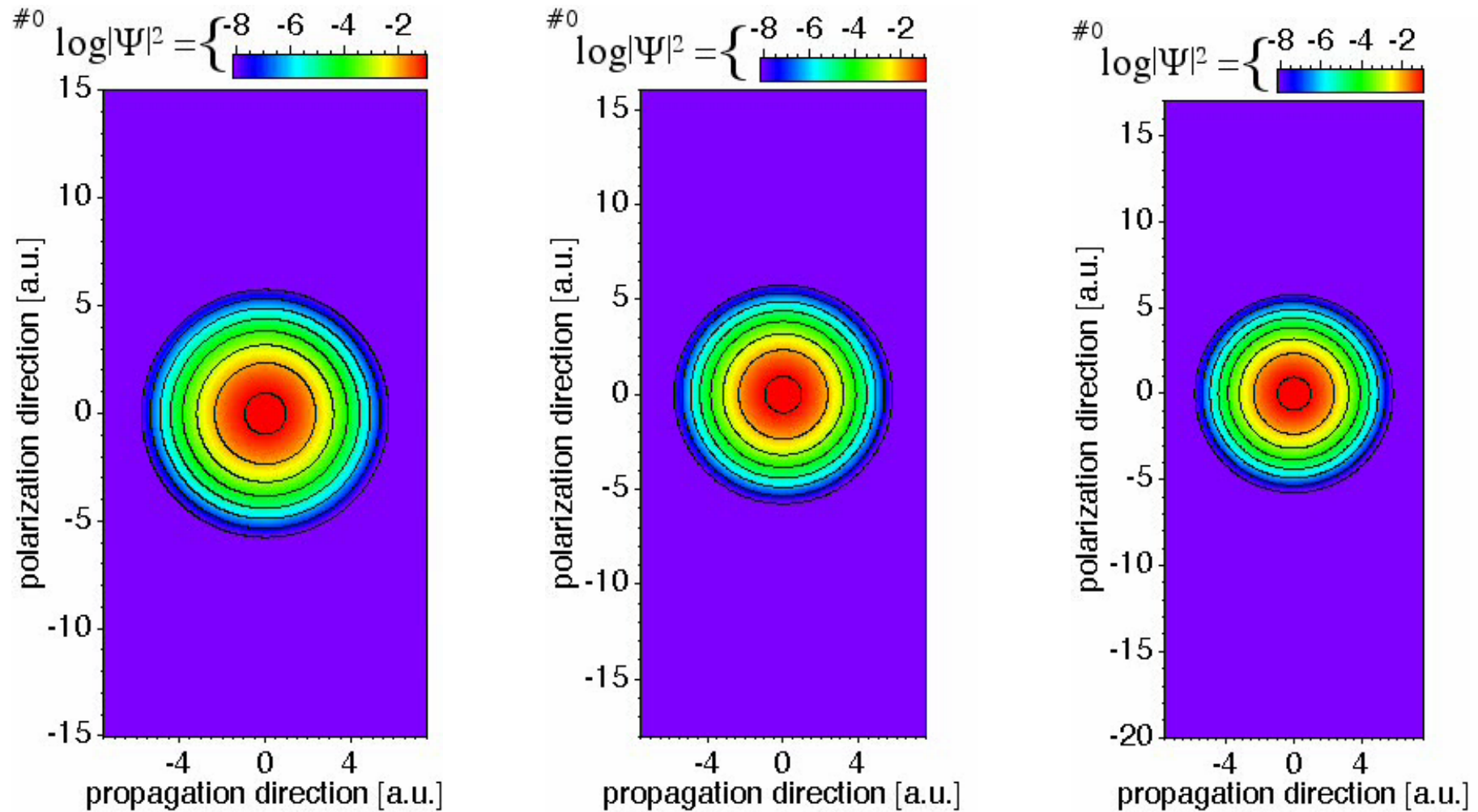
Spin Dynamik



Antimaterie durch starke Laserfelder

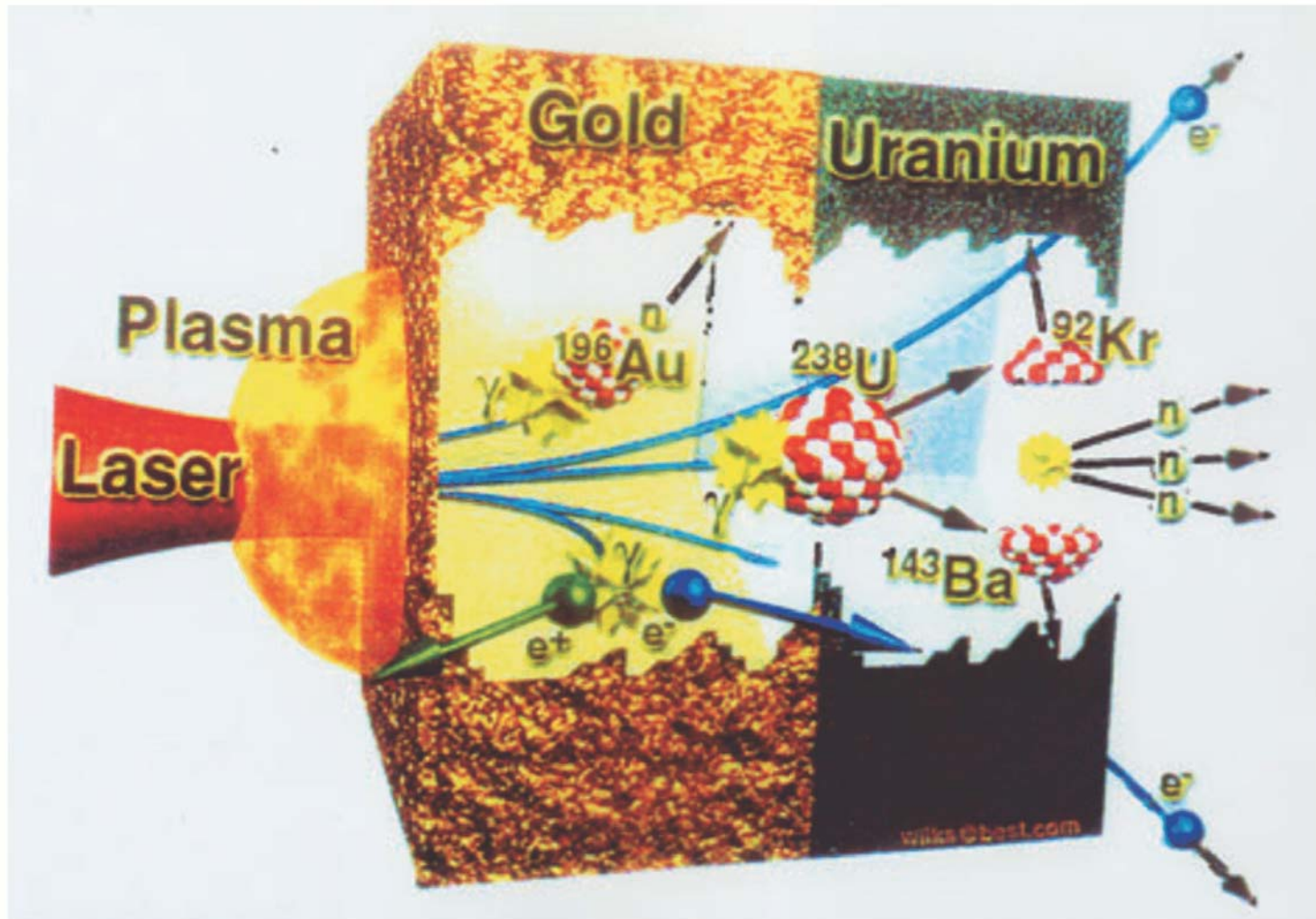


Elektron-Positron Dynamik im Laserfeld

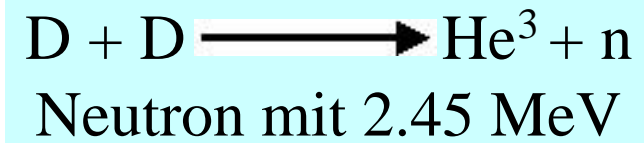
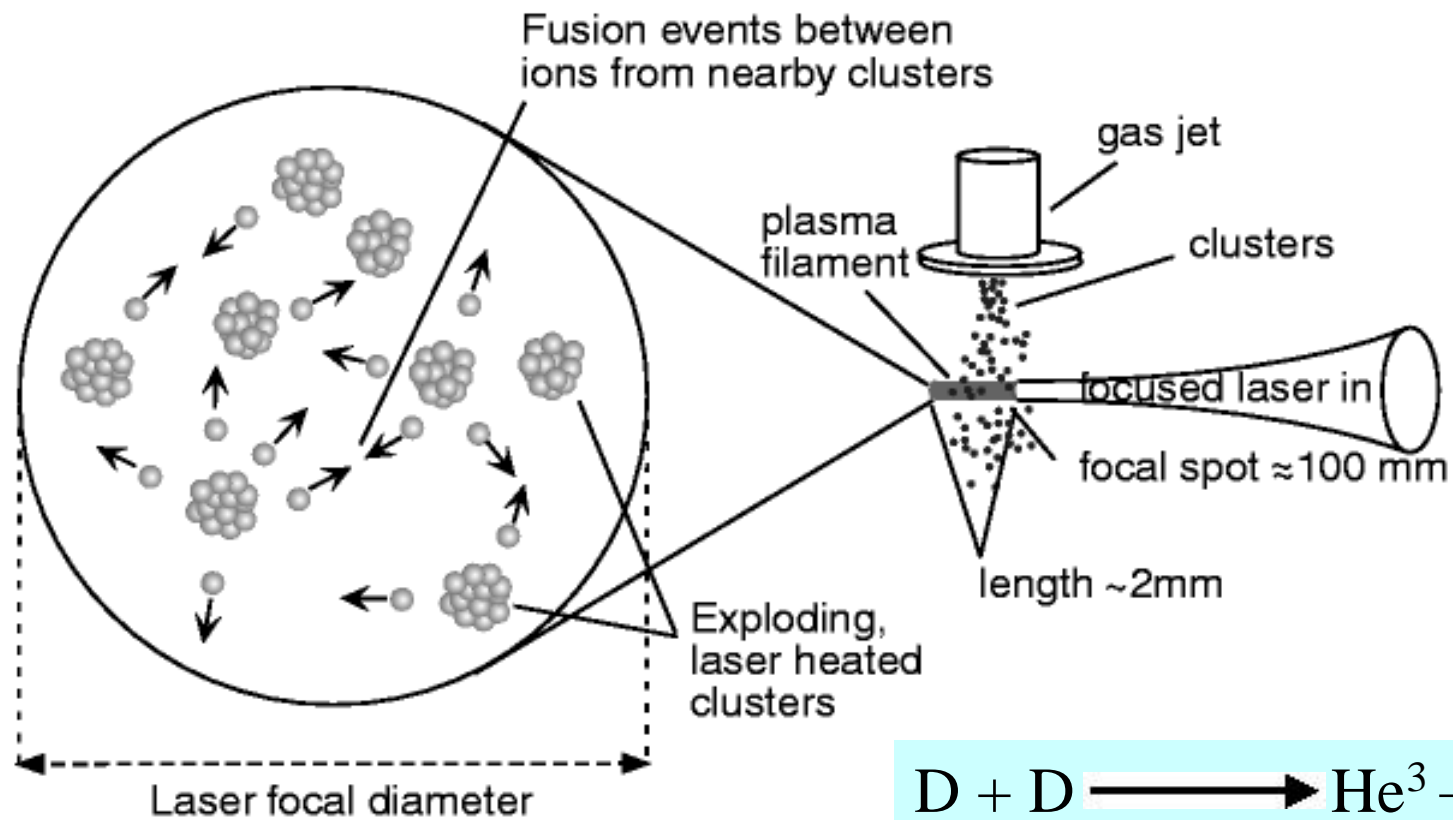


Auf dem Weg zur Schwinger Feldstärke

Kernphysik mit Laser-Plasma Wechselwirkung

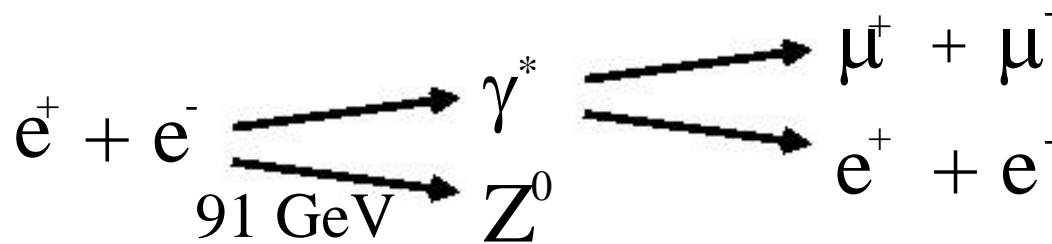
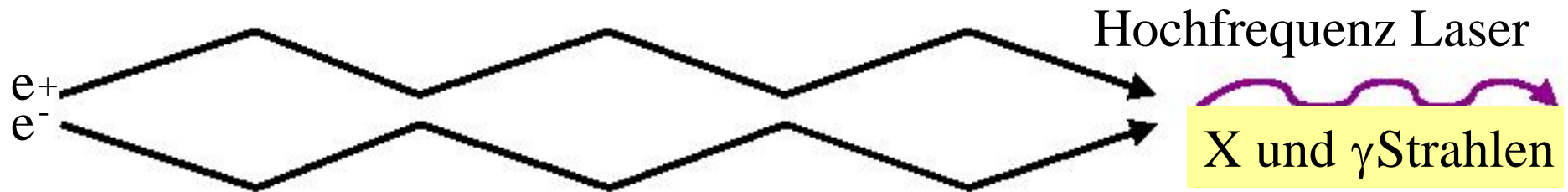


Kernfusion mit Lasern



Teilchenphysik mit hochintensiven Laserpulsen

Beispiel Positronium in Hochintensitätslaserpulsen



Z-Boson Erzeugung



Suche nach Resonanzen und Struktur im Zerfall von Elektronen

