

Laserbasierte Beschleuniger

Zusammenfassung

Als Hochintensitätslaser bezeichnet man Laser, die Brennpunktenergien von bis zu $10^{21} \frac{W}{cm^2}$ erreichen. Man kann zwei Typen unterscheiden. Zum ersten Typ gehören die konventionellen Hochleistungslaser, die aus dem Umfeld der Laserfusionsforschung kommen und mit ihren Ausmaßen große Hallen füllen. In den letzten 10 Jahren wurde der zweite Typ entwickelt, die Ultrakurzpulslaser. Sie passen auf wenige Tische in einem Labor (table top) und liefern eine Strahlqualität vergleichbar mit der der Hochleistungslaser.

Mit modengekoppelten Laserresonatoren werden kurze Laserpulse mit moderater Energie erzeugt, die mit der „chirped pulse amplification“-Technik soweit verstärkt werden, sodass ultrakurze Pulse mit hoher Energie entstehen. Die intensiven Laserpulse werden auf ein Gas gefeuert, sodass dieses vollständig ionisiert wird und ein Plasma entsteht. Ein durch ein Plasma propagierender Laserpuls erzeugt dann eine Plasmawelle und durch die ponderomotorische Kraft entsteht ein elektrisches Feld entlang der Ausbreitungsrichtung des Laserpulses. Dieses Feld zieht wiederum die Elektronen hinter sich her, sodass diese beschleunigt werden. Die Elektronen „surfen“ so zu sagen auf der Plasmawelle. Die elektrischen Felder in den Plasmen sind so groß, dass die Teilchen innerhalb der kurzen Wechselwirkungsstrecke einen gewaltigen Energiegewinn von über $100 \frac{GeV}{m}$ erfahren, für die man mit konventionellen Beschleunigern Kilometer an Platz bräuchte.

Literatur

- Heinrich Schwoerer, Surfen auf dem Laserstrahl, Physik Journal 5 (2006) Nr.10
- Kaluza *et al*, Phys. Rev. Lett. 105, 115002 (2010)
- Tajima *et al*, Phys. Rev. Lett. Volume 43, Number 4 (1979)
- M. C. Kaluza, Optik & Photonik No. 2 56-59 (2010)
- Springer Handbook of Lasers and Optics, Frank Träger (Ed.), Springer (2007)
- Fuchs *et al*, Phys. Unserer Zeit 1/2010 (41) 11
- Krushelnick *et al*, Laser & Photon. Rev. 4, No. 1, 42-52 (2010)