



Teilchen fangen mit Licht

Die Optische Pinzette

Optische Pinzetten werden zur Anordnung einer Struktur benutzt



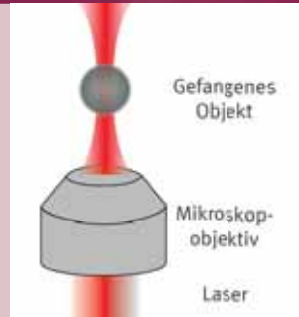
▲ Die Optische Pinzette lässt uns kleinste Zylinder so anordnen, dass wir eine 61 schreiben können, die kleiner als ein menschliches Haar ist.

Die Optische Pinzette

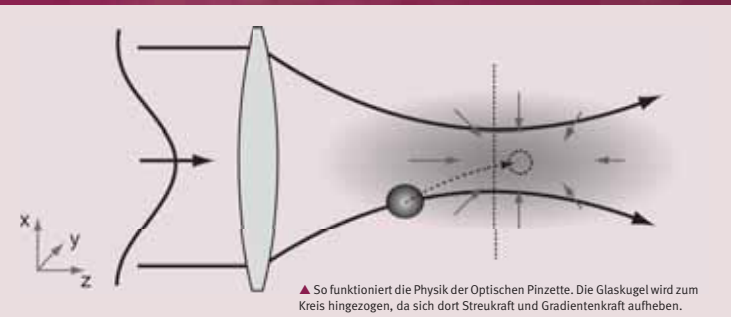
Ein fokussierter Laserstrahl ist in der Lage kleinste Objekte festhalten und präzise bewegen zu können. Diese Laserstrahlen nennt man dann Optische Pinzetten. Optische Pinzetten sind in der Lage transparente Objekte, wie es Glaskugeln oder lebende Zellen häufig sind, zu halten.

Kleine Objekte wie lebende Zellen benötigen eine behutsame Methode der Kontrolle, damit sie dabei nicht zerquetscht werden. Optische Pinzetten bieten den Vorteil, dass die Manipulation ohne direkten Kontakt mit der Probe geschieht. Dadurch können automatisch Verunreinigungen der biologischen Proben verhindert und eine sterile Arbeitsweise ermöglicht werden.

Die Möglichkeit, Materie im Bereich von Mikro- oder Nanometern mit der optischen Pinzette zu kontrollieren, d.h. festzuhalten, zu bewegen, zu strukturieren und zu ordnen ist entscheidend für ein tiefgehendes Verständnis der physikalischen Besonderheiten in der Biologie, Medizin sowie Mikro- und Nanotechnologie.



▲ Skizze der Optischen Pinzette. Mehr als einen Laser und ein besonderes Mikroskopobjektiv braucht es nicht, um eine Mikroglasskugel zu fangen.



▲ So funktioniert die Physik der Optischen Pinzette. Die Glaskugel wird zum Kreis hingezogen, da sich dort Streukraft und Gradientenkraft aufheben.

Licht bewirkt kleine Kräfte in Partikeln

Das Licht einer Optischen Pinzette bewirkt Kräfte auf Objekte und fängt sie damit. Auf der einen Seite werden Objekte zum Zentrum des Strahls gezogen, wo die Strahlhelligkeit am höchsten ist. Physiker und Physikerinnen bezeichnen dieses Phänomen als Gradientenkraft. Auf der anderen Seite besteht Licht aus Partikeln, sogenannten Photonen, welche mit Objekten in der Falle stoßen, so wie Kugeln beim Billard. Als Ergebnis dieser Stöße wirkt eine Streukraft auf die Objekte und drückt sie in Richtung der Lichtausbreitung. Bei Optischen Pinzetten wirken Gradientenkraft und Streukraft zusammen und ziehen Objekte in den Laserstrahl hinein.

Sind die Objekte reflektierend oder absorbierend wie z.B. Metallkügelchen oder Farbtropfen, so werden sie aufgrund der Streukraft hinweggedrückt und können nicht gefangen werden. Sind sie hingegen transparent so überwiegt die Gradientenkraft und sie werden gefangen. Da aber die Streukraft nach wie vor wirkt, werden die Objekte nicht direkt im Fokus sondern leicht dahinter in einem Gleichgewichtspunkt gefangen.



▲ Die Physik der Optischen Pinzette beruht auf dem Impulsübertrag, so wie Billard. Die weiße Kugel stößt gegen die rote Kugel, überträgt einen Teil des Impulses. Danach bewegen sich beide Kugeln fort.

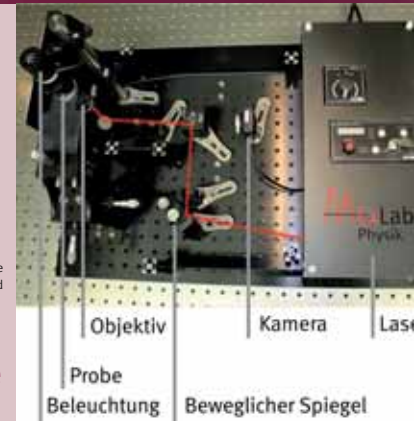
Die optische Pinzette zum Greifen nahe

Für quantitative Untersuchungen ist es von unschätzbarem Wert, dass kleinste Kräfte im Bereich von Nano- und Pikonewton gezielt ausgeübt und gemessen werden können.

Ein Pikonewton ist ein Millionstel Millionstel Newton und damit ungefähr die Kraft, die ein Molekül in einer Zelle benutzt um sich einen Schritt weiter zu bewegen. Damit sind Optische Pinzetten genau im richtigen Kraftbereich für Zellexperimente. Die Optische Pinzette fängt Objekte und durch die Bewegung der Objekte in dieser optischen Falle vermessen wir die Kraft die es braucht eine Zelle zu verformen. Daraus leiten wir ab, wie steif eine Zelle ist.

Anhand einfacher Modellversuche können Gäste hier optische Kräfte selbst erleben und verwenden. Mittels Laserstrahlen sowie Glasslinsen und -zylinder wird die Änderung des Lichtweges sichtbar. Jeder kann verschiedenste Varianten ausprobieren und selbst erlernen wie sich das Licht ändert.

Hier können Sie desweiteren selbst an einer Optischen Pinzette Hand anlegen und kleinste Glaskugeln fangen und frei herumbewegen. So sehen Sie selbst wie leicht und schnell optische Pinzetten benutzbar sind.



► Mit dieser Optischen Pinzette dürfen Sie selbst spielen. Alle wichtigen Bauteile sind eingezeichnet. Können Sie diese finden?

