

D₂O-BAUKASTEN für dispersive und diffraktive Optik

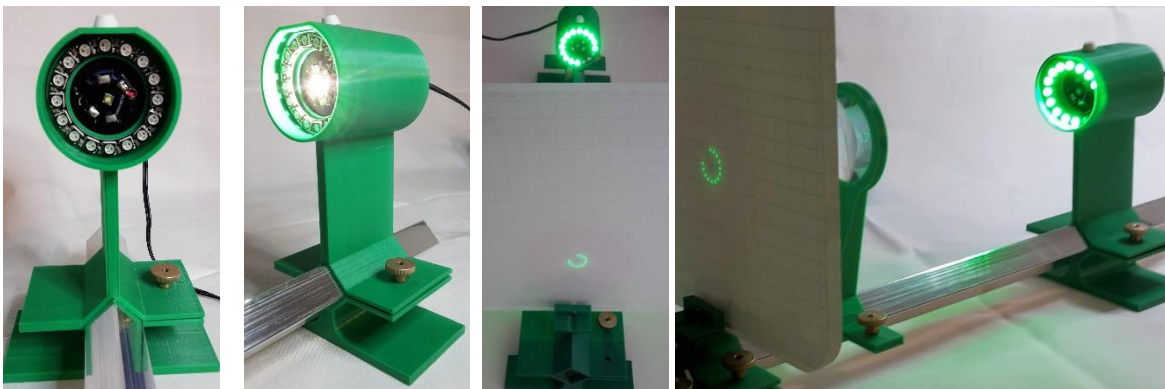


Mit Hilfe unseres Baukastens können eine Vielzahl von Grundlagen der Optik trainiert werden. Der Baukasten ist für seine Möglichkeiten recht preiswert, da fast alle mechanischen Komponenten im 3D-Druck entstanden sind.

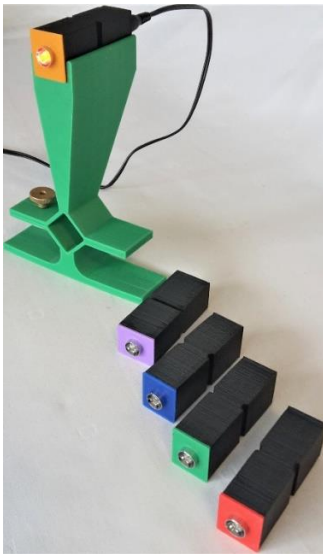
Komponenten:

zum Baukasten gehören folgende Teile:

- **Moderne LED-Optikleuchte** (Arduino gesteuert und umschaltbar zwischen weißer Punktlichtquelle und einem unsymmetrischen LED-Ring (umschaltbar zwischen rot, grün, blau oder weiß) als selbstleuchtender Gegenstand / Steckernetzteil / Leuchte kann sowohl separat betrieben oder auf die optische Bank aufgesteckt werden



- Fünf separate **LED- Lichtquellen** (z.B. 405 nm, 460 nm, 520 nm, 600 nm, 630 nm) / Steckernetzteil / gemeinsamer Halter aufsteckbar auf optische Bank für schnellen **Farbwechsel ohne Neujustierung** (siehe Bilder unten links)



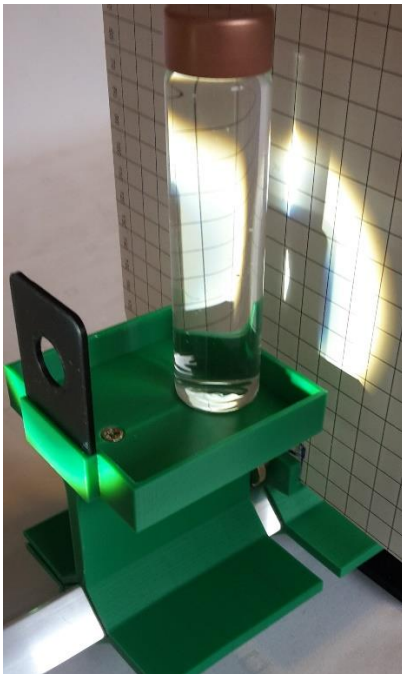
- **HL-Laser (polarisationsstabil)** 630 nm (Laserklasse 1) / Steckernetzteil / sowohl separat verwendbar als auch aufsteckbar auf optische Bank (Bild oben rechts)
- optische Bank inkl. 2 FüÙe für die Bank
- 2 Stück Sammellinsen (Glas, $f= 50$ mm) jeweils im Halter / aufsteckbar auf optische Bank
- 2 Stück Halter aufsteckbar auf optische Bank zur Halterung von Filtern, Dias, abzubildenden Motiven (beiliegend Ampelmann und Ampelfrau), Gitter, Festblenden, feststehende Polfilter
- Schirm (20 cm x 20 cm, Raster 1 cm x 1cm), aufsteckbar auf Bank
- **Drehbarer Polarisationsfilter** (Analysator), aufsteckbar auf Bank
- **Detektor** (Si-detektor 2 mm x 2 mm mit integriertem OPV) / integrierte langlebende und wechselbare Batterie / Schalter und BNC-Buchse / aufsteckbar auf Bank



- Runder Halter für transparente CD und Schlitzblende / verschiedene ringförmige Bereiche der CD werden als **Fresnelsche Zonenplatten** verwendet für **diffraktive Optik**
- Runder Halter für Ringblende (Anordnung hinter der CD zur Unterdrückung der nullten Beugungsordnung)



- transparente CD – Ringförmige Bereiche simulieren Außenbereiche einer Fresnel Zonenplatte
- 2 Stück Schlitzblenden und 2 Stück Ringblenden mit jeweils verschiedenen Radien
- Tisch, aufsteckbar auf Bank, für z.B. Spule, Prisma, Glasküvette,
- runde Glasküvette als Zylinderlinse zur **Brechzahlbestimmung von Flüssigkeiten** (z.B. Wasser, Speiseöl, ...)



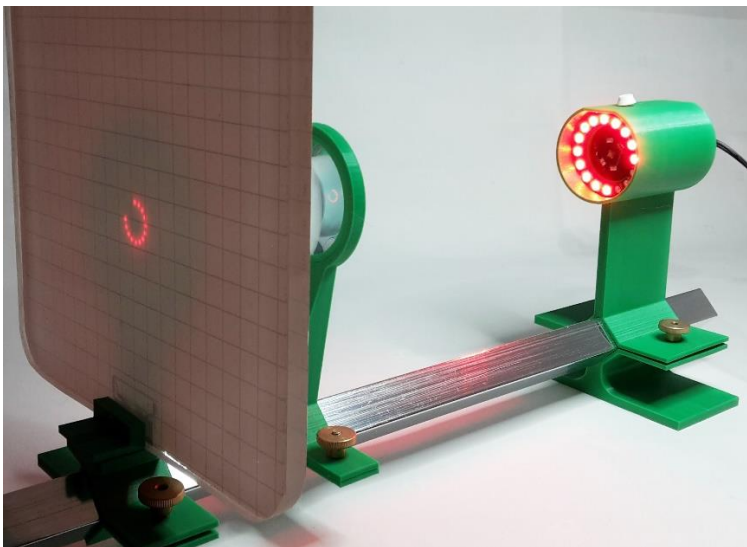
Links: Experimentiertisch mit aufsteckbarer Blende und mit Glasküvette mit Wasser als Zylinderlinse im parallelen Licht

Rechts: Parallelstrahl erzeugt mit LED-Optikleuchte (Option Punktlichtquelle), Linse, Tisch, Schirm.

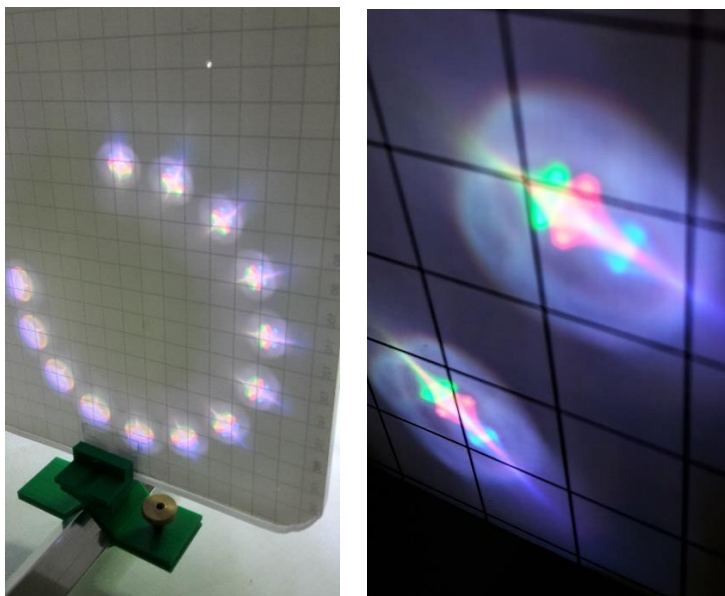
Mögliche Experimente:

Mit dem Baukasten können z.B. folgende physikalischen Zusammenhänge und Gesetze experimentell untersucht werden:

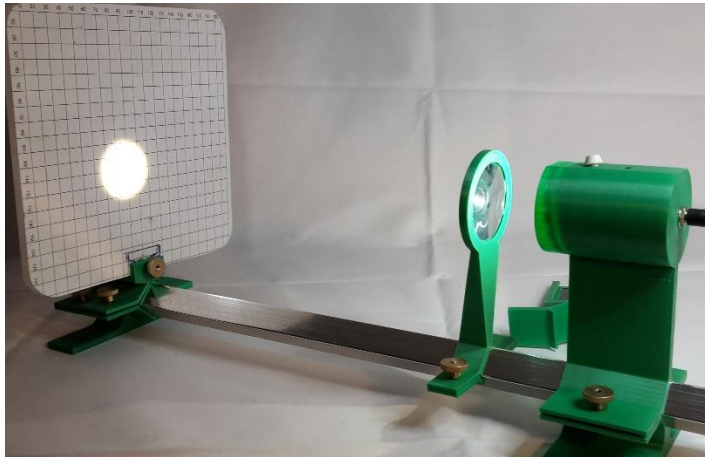
- geometrische Optik, Realisierung von Abbildungen mit der Optikleuchte als selbstleuchtender unsymmetrischer Gegenstand, Rot, Grün, Blau oder Weiß wählbar (LED-Ring vergrößert, verkleinert, 1:1-Abbildungen), z.B. Prinzip eines Fotoapparate, ...



- der weiß leuchtende CD-Ring der Optikleuchte lässt bei vergrößerter Abbildung den Aufbau der einzelnen weißen LED aus R, G, B- Dioden gut erkennen (Zusammensetzung zu weißem Licht)



- Erzeugung von Parallelstrahl mit Punktlichtquelle und Linse und Abbildung eines beleuchteten Objekts mit zweiter Linse, z.B. Prinzip eines Projektors



- **Brennweitenbestimmung mit verschiedenen Methoden** z.B. (1) f nach Linsenformel aus g - und b -Messung (Gegenstands- und Bildweite); (2) Vergrößerungsmessung $M=B/G$ und Bestimmung der Brennweit f aus dem Anstieg der linearen Auftragung $g=f(1+1/M)$; (3) Brennweitenbestimmung mit der Besselmethode; (4) Brennpunktbestimmung mit Hilfe der Sonne / Abschätzung mit Deckenlampe / Brennfleck mit Parallelstrahl auf optischer Bank
- Erzeugung einer **Zylinderlinse** mit Hilfe der runden Glasküvette
- **Brechzahlbestimmung von Öl und Wasser** (Abstand der Brennlinie vom Mittelpunkt der Linse)
- Überprüfung des Abstandsgesetzes (Detektor) und des Lambert-Beer Gesetzes (rechteckige Küvette auf Tisch, zweite Linse, Detektor)
- Beugung (Laserlicht) am Gitter, Beobachtung von Beugungsordnungen, Wellenlängenbestimmung aus Beugungsbild
- Beugung an der transparenten CD, Bestimmung des Rillenabstandes einer CD, Abschätzung der Speicherdichte einer CD
- Babinetsches Theorem, Bestimmung der Dicke eines Haares
- Demonstration der Lichtzerlegung an einem Prisma

- Polarisationsoptik: Quantitative Überprüfung des Malus-Gesetzes, Beobachtung der Spannungsdoppelbrechung, ...
- **diffraktive Optik mit Zonenplatte** (Nutzung verschiedener Ringbereiche der transparenten CD als Außenbereiche einer Zonenplatte), Bestimmung der Brennweiten 1. Ordnung für verschiedene Farben (R,G, B – Halbwertsbreiten der Farben ca. 15 bis 25 nm), Realisierung der Funktion einer Sammellinse mit diffraktiver Optik (Abbildung verschiedenfarbiger selbstleuchtender Objekte realisiert mit der unsymmetrischen R,G,B - LED-Ring Lichtquelle
- Beobachtung von Axicons (Strahlenkränze im Schatten)

Durch Zukauf eines Generators/Verstärker-Steuergeräts, einer Magnetspule und eines Glasblocks sind mit dem Baukasten weitere, auch komplexere optische Experimente bis in den Bereich zur Atomphysik (Messung von e/m) möglich:

- magnetfeldinduzierte Doppelbrechung in Glas, Drehung der Polarisationssebene von Licht durch Faraday Rotation, Zeeman-Effekt, Erbringung des Nachweises, dass Elektronen die optischen Eigenschaften der Materie, hier von Glas, bestimmen
- Messung der spezifischen Elektronenladung,
- Übertragung von Informationen (z.B. Musik) über einen Laserstrahl durch Polarisationsmodulation

Durch Zukauf gepulster LEDs, eines Rubinkristalls und eines Spektrometers ist der Quantenoptik-Schülerversuch „Rubin“ mit den vorhandenen Teilen Realisierbar.

Für **weitere und sehr grundlegende optische Experimente** (wie z.B. Transmission, Reflexion, Brechung / Strahlengänge durch eine planparalleler Platte / Totalreflexion / Bestimmung des Brewsterwinkels / Strahlengang am Prisma / Beugung am Gitter bei verschiedenen Wellenlängen, etc.) empfehlen wir den **Laser-Optik-Kit „Snellius“ der Firma Schaller-Lehrmittel** (<https://snellius-lehrmittel.de>).