



3 Experimenteller Aufbau zur Streuung von weißem Licht an suspendierten mikroskopischen Milchtropfchen in einem Wasserbecken. Die wellenlängenabhängige Streukraft führt zu einer Rotfärbung des transmittierten Lichts.

aufzuspalten, sondern man kann die Variation der Intensität bei dieser einen Farbe verwenden, um die Absorption durch Na-Dampf nachzuweisen. Nicht nur die Absorption und Emission elektromagnetischer Strahlung durch Atome und Moleküle führt zu einer Änderung des Spektrums von Sternen. Auch die Streuung, insbesondere durch kleine Staubteilchen, führt zu einer Abschwächung (Extinktion) des Sternenlichts. Dies kann in einem weiteren einfachen Experiment demonstriert werden. Die spektralen Signaturen der Streuung sind zwar nicht scharf wie etwa bei den Fraunhofer'schen Linien oder molekularen Absorptionen. Dennoch ist die Streuung stark von der Wellenlänge des Lichts, der Größe der Staubteilchen und vom Brechungsindex des jeweiligen Materials abhängig. Daher kann man grundsätzlich aus der Wellenlängenabhängigkeit der interstellaren Extinktion auf die Größenverteilung und Stoffzusammensetzung des Staubes schließen.

Die wellenlängenabhängige Streukraft kleiner Teilchen wird in einem Experiment, das in **Bild 3** dargestellt ist, vorgeführt. Links im Bild steht eine Kohlenbogenlampe, die über eine Kollimatorlinse einen intensiven weißen Lichtstrahl in ein Wasserbecken lenkt. Das Licht durchdringt das Becken und trifft rechts im Bild auf einen Schirm. Ist das Becken lediglich mit reinem Wasser gefüllt, erscheint ein heller Fleck auf dem Schirm. Im vorliegenden Fall haben wir etwas Kondensmilch in Wasser aufgelöst und in sehr niedriger Verdünnung in das Wasserbecken eingebracht. Man erkennt eine leichte Trübung des Wassers. Die Milch bildet im Wasser kleine Fetttropfen mit typischen Durchmessern im  $\mu\text{m}$ -Bereich.

Als Resultat der Streuung ist eine starke Abschwächung des weißen Lichtstrahls innerhalb des Beckens zu beobachten, und vor allem hat der verbleibende Strahl auf dem Schirm eine rot-orange Färbung. Offensichtlich wird das blaue Licht durch die Tröpfchen stärker gestreut als das rote, sodass mehr Rotanteil im Strahl verbleibt. Diese Farbercheinung ist uns allen vom Abendrot bekannt, denn der Staub und die Moleküle in der Luft streuen das blaue Licht der Sonne stärker, sodass uns die Sonne am Horizont rot erscheint.

Im vorliegenden Experiment mischen sich Fett und Wasser nicht. Stattdessen entstehen die kleinen Fetttropfen im Wasser. Sie stehen einer Beobachtung praktisch unbegrenzt zur Verfügung, da sie durch den geringen Unterschied in der Massendichte von Fett und Wasser nicht sedimentieren. Für die Streuung spielt das Wasser allein keine Rolle, der Brechungsindex des Wassers geht allerdings an der Grenzschicht zwischen Tropfen und Wasser in die Streukraft der Tropfen ein. Phänomenologisch ist das Laborexperiment also eine gute Annäherung an den Staub in der Erdatmosphäre oder auch im interstellaren Raum.

### Labor und Weltall

Mit beiden einfachen Experimenten werden ganz grundlegende optische Phänomene in Labor und astronomischer Beobachtung in Beziehung gebracht. Wesentlich für diesen Bezug ist der vergleichbare Aufbau der „Experimente“ im Labor und im Weltall. In **Bild 4** ist dies schematisch für ein Absorptionsexperiment dargestellt. Im unteren Abschnitt wird als Beispiel ei-

Spektralbereich	Wellenlänge	Frequenz / THz	Art der Anregung	Identifikation
ultraviolett – sichtbar	100–1000 nm	3000–300	Elektronen	Elektronische Struktur von Atomen und Molekülen
Infrarot – Fernes Infrarot	2–200 $\mu\text{m}$	150–1,5	Schwingung der Atommrümpfe im Molekül	Bindungsstärken in Molekülen (gasförmig oder fest), atomare Ionen
mm-Wellen	~ 1 mm	0,3	Rotation leichter Moleküle	Molekülstruktur, Bindungslängen
cm-Wellen	~ 1 cm	0,03	Rotation schwerer Moleküle	Molekülstruktur, Bindungslängen

Tabelle 1: Grobe Klassifizierung der Spektralbereiche, in denen Atome oder Moleküle durch charakteristische Absorptionen oder Emissionen identifiziert werden. Der Spektralbereich wird über die Wellenlänge ( $\lambda$ ) charakterisiert. Die Photonenenergie ist proportional zur Frequenz ( $\nu = c/\lambda$ , Lichtgeschwindigkeit  $c$ ), die hier in Terahertz (1 THz = 10<sup>12</sup> Hz) angegeben wird. In den verschiedenen Energiebereichen werden unterschiedliche interne Bewegungen der Atome und Moleküle angeregt, die ganz charakteristisch für ein Atom oder Molekül sind.