

3 Moiré – Ein phänomenologischer Zugang zu einem Interferenzaspekt

5 Der Behandlung von Interferenz kommt im naturwissenschaftlichen Unterricht eine hohe
 6 Bedeutung zu, sie ist die Grundlage für das Verständnis vieler optischer und akustischer
 7 Messtechniken, nur ein schulbekanntes Beispiel aus der Optik sei genannt, das Michelson-
 8 Interferometer. Auch in unsere Lebenswelt finden sich eine große Fülle an beobachtbaren
 9 Beispielen für geometrische Überlagerungsmuster. Überall dort, wo mindestens zwei
 10 ähnliche Gitter, Raster oder hinreichend parallele Linienreihen übereinanderliegend sehbar
 11 sind, kann es zu Überlagerungsmustern kommen. Wir haben auf der Tagung eine Fülle
 12 solcher Moiré-Muster aus dem Alltag vorgestellt; angefangen bei Kämmen, Sieben,
 13 Lautsprecherabdeckungen und Papierkörben aus dem häuslichen Umfeld, hin zu sich
 14 überlagernden Brückengeländern, Zäunen und Lawinenverbauungen, die Reihe ließe sich
 15 weiter fortsetzen. Ein leicht zu realisierendes Experiment zeigt Abb.1, ein Kamm mit
 16 eigenem Spiegelbild. Das wohl bekannteste Beispiel für Überlagerungsmuster in unserer
 17 Alltagswelt findet sich an unzähligen Brücken unserer Fernstraßen, s. Abb.2.
 18



19
20 **Abbildung 1** Freihandversuch mit Kamm. Interferenzstruktur von Kamm und Spiegelbild

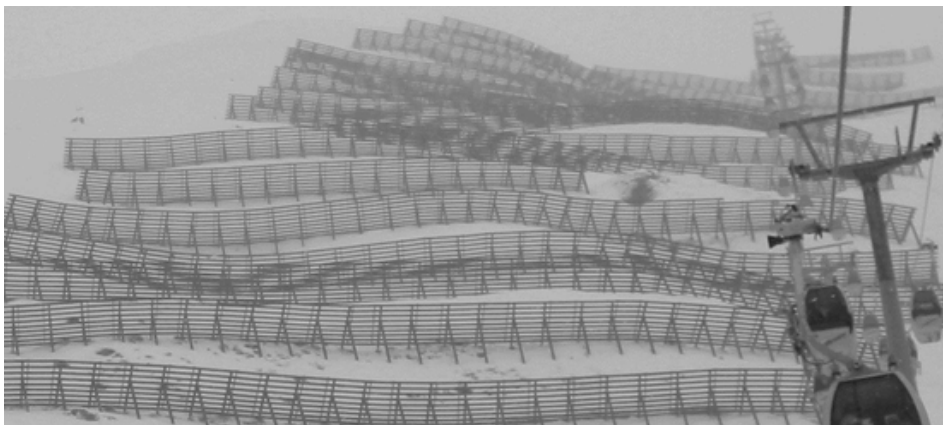
21 Es eröffnet sich hier die Möglichkeit, einen Aspekt des oft als trocken empfundenen
 22 Physikstoffes „Schwingungen und Wellen“ außerhalb des Unterricht im Alltag zu entdecken
 23 und seine physikalische Bedeutung zu begreifen. In Zeiten eines immer weiter
 24 schrumpfenden Physikanteiles in den Schulen sind m.E. Verknüpfungen dieser Art
 25 unverzichtbar. Dabei fordert der Umgang mit diesen Beispielen nur geringe Adaptionen
 26 physikalischer Begriffe und Eigenschaften des Interferenzprinzips. Der Wellenlänge in der
 27 klassischen Betrachtung entspricht der Gitter- oder Linienabstand d der Objekte. Ihre
 28 Superposition ist natürlich rein additiv, d.h. wir betrachten nur Intensitäten und keine
 29 Wellenamplituden, destruktive, auslöschende Interferenzaspekte treten nicht auf. Die exakte
 30 Kohärenz beider Linien oder Gittermuster ist ausdrücklich nicht gewünscht. Kleine
 31 Abweichungen Δd bedeuten superpositionierte Maxima mit großem Abstand. Diese
 32 Bedingung $\Delta d \neq 0$ ist in den Beispielen von Abb.1 und 2 durch die Perspektive des
 33 Beobachters (der Kamera) erfüllt, sowohl das Spiegelbild des Kammes als auch das zweite
 34 (als baugleich angenommene) Brückengeländer haben einen größeren Abstand zum
 35 Betrachter. In diesem Punkt zeigen Moiré-Muster ihre Verwandtschaft zu
 36

1 Schwebungseffekten in der Akustik, eine faszinierende Analogie. Wie auch bei Moiré führen
 2 gerade kleine Frequenzunterschiede zweier Sinustöne zu deutlich hörbaren Schwebungen.
 3



4
 5 **Abbildung 2** Autobahnbrückengeländer. Überlagerungsstruktur der beidseitigen Geländerstangen

6
 7 In Abb.3 sieht man waagrecht verankerte Eisenträger am Berghang, die dem Schutz vor
 8 Lawinen dienen. Da sich diese Schutzbauten natürlich an der Geländetopographie
 9 orientieren, liefert das Überlagerungsmuster Informationen zur Beschaffenheit des
 10 Bergrückens. Ein erster Hinweis auf den Bedeutung von Interferenz bei Messprozessen
 11 vieler Art. Für weitere Beispiele interferometrischer Messverfahren muss man den
 12 Alltagsbereich nicht verlassen, so prüft man die Qualität von Stoffgeweben u.a. durch
 13 Auflegen eines geometrischen Referenzgitters, Abweichungen und Fehler zeigen sich
 14 unmittelbar als superpositionierte Struktur. Auch das Stimmen von Instrumenten – wir
 15 bemühen nochmals die Analogie zur Akustik – wird mit einem zeitgleich angeschlagenen
 16 Referenzton einer Stimmgabel einfacher leistbar.
 17



18
 19 **Abbildung 3:** Lawinenverbauung mit Eisenträgern

Dass ein zweites Muster baulich nicht unbedingt vorhanden sein muss, verdeutlicht abschließend das Beispiel in Abb.4., es reicht auch eine Superposition des ersten Musters mit seinem Schatten, hier bei einem (Sonnen-)Lichteinfall in Achse des Beobachters.

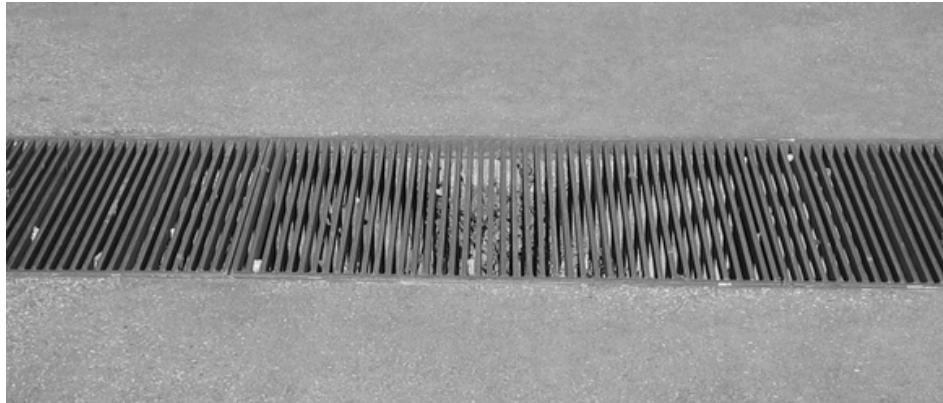


Abbildung 4: Regenrinnenrost, Moiré-Struktur von Rost und Schatten

Auch unsere visuellen Medien, wie Fernsehen, Monitor, Drucker oder Druckerzeugnisse können – wenn auch unbeabsichtigt – Moiré-Strukturen zeigen. Jede Form der Bildwiedergabe erfolgt in den Auflösungsgrenzen des Mediums, beispielsweise der Lochmaske beim Fernsehschirm, der Druckauflösung etc. und bildet so die zweite überlagerte, periodische Struktur. Aufgrund der hohen Wiedergabequalität der Medien tritt eine übergeordnete Struktur nur bei sehr feinen darzustellenden Mustern auf, man denke an feinkarierte Textilien im Fernsehbild.

Literatur

BÄRNIGHAUSEN, ECKEHARD (2000): Newton'sche Ringe im Küchensieb. PdN-Ph 6/49. S. 43-47.

Mathematisch-geometrische Betrachtungen zu Moire durch Küchensieb und seinen Schatten.

BERNERO, BRUCE (1989): The Moiré Effect in Physics Teaching. The Physics Teacher, Nr. 11, S.602-608.

Zahlreiche Freihandexperimente an Liniengitterfolien.

CREATH, K; WYANT, J.C. (1992): Moire and Fringe Projektion Techniques. In: Malacara, Daniel (Hg.): Optical Shop Testing. 2. Aufl., John Wiley & Sons., 1992. S. 653-685.