

2
3 **Moiré – Ein phänomenologischer Zugang zu einem Interferenzaspekt**

4
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 sehar
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

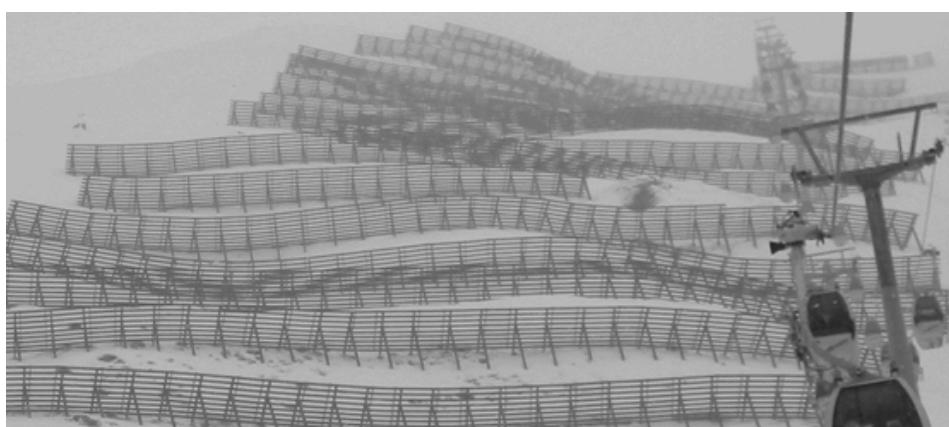
21
22 Es eröffnet sich hier die Möglichkeit, einen Aspekt des oft als trocken empfundenen
23 Physikstoffes „Schwingungen und Wellen“ außerhalb des Unterricht im Alltag zu entdecken
24 und seine physikalische Bedeutung zu begreifen. In Zeiten eines immer weiter
25 schrumpfenden Physikanteiles in den Schulen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

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



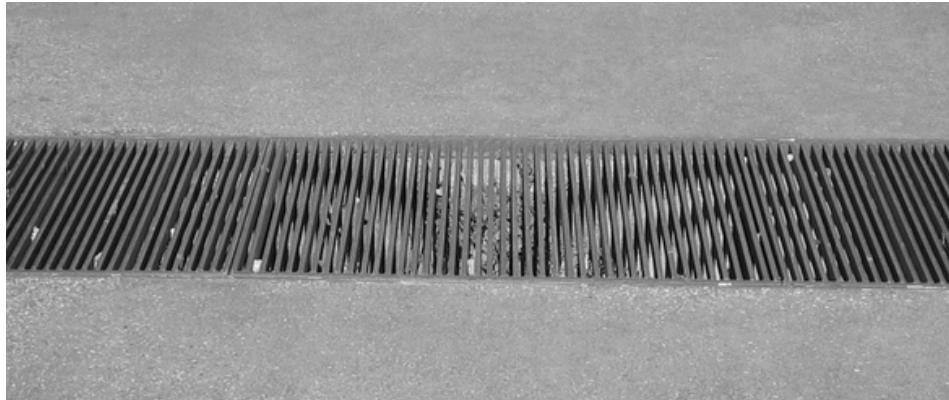
4
 5 **Abbildung 2** Autobahnbrückengeländer. Überlagerungsstruktur der beidseitigen Geländerstangen

6
 7 In Abb.3 sieht man waagerecht 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 Berggründens. 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

1
2 Dass ein zweites Muster baulich nicht unbedingt vorhanden sein muss, verdeutlicht
3 abschließend das Beispiel in Abb.4., es reicht auch eine Superposition des ersten Musters
4 mit seinem Schatten, hier bei einem (Sonnen-)Lichteinfall in Achse des Beobachters.
5



6
7

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

8
9 Auch unsere visuellen Medien, wie Fernsehen, Monitor, Drucker oder Druckerzeugnisse
10 können – wenn auch unbeabsichtigt – Moiré-Strukturen zeigen. Jede Form der
11 Bildwiedergabe erfolgt in den Auflösungsgrenzen des Mediums, beispielsweise der
12 Lochmaske beim Fernsehschirm, der Druckauflösung etc. und bildet so die zweite
13 überlagerte, periodische Struktur. Aufgrund der hohen Wiedergabequalität der Medien tritt
14 eine übergeordnete Struktur nur bei sehr feinen darzustellenden Mustern auf, man denke an
15 feinkarierte Textilien im Fernsehbild.

16
17 **Literatur**
18 BÄRNIGHAUSEN, ECKEHARD (2000): Newton'sche Ringe im Küchensieb. PdN-Ph 6/49. S. 43-47.
19 Mathematisch-geometrische Betrachtungen zu Moiré durch Küchensieb und seinen Schatten.
20 BERNERO, BRUCE (1989): The Moiré Effect in Physics Teaching. The Physics Teacher, Nr. 11, S.602-608.
21 Zahlreiche Freihandexperimente an Liniengitterfolien.
22 CREATHE, K; WYANT, J.C. (1992): Moire and Fringe Projektion Techniques. In: Malacara, Daniel (Hg.):
23 Optical Shop Testing. 2. Aufl., John Wiley & Sons., 1992. S. 653-685.