

## Forschung in Lehrveranstaltungen integrieren – Forschendes Lernen initiieren

Dagmar Rokita<sup>1</sup>, Friedrich Ueberle<sup>2</sup>, Sebastian Mellert<sup>3</sup>

<sup>1</sup> HAW Hamburg, 21033 Hamburg, E-Mail: [Dagmar.Rokita@HAW-Hamburg.de](mailto:Dagmar.Rokita@HAW-Hamburg.de)

<sup>2</sup> HAW Hamburg, 21033 Hamburg, E-Mail: [Friedrich.Ueberle@HAW-Hamburg.de](mailto:Friedrich.Ueberle@HAW-Hamburg.de)

<sup>3</sup> HAW Hamburg, 21033 Hamburg, E-Mail: [Sebastian.Mellert@HAW-Hamburg.de](mailto:Sebastian.Mellert@HAW-Hamburg.de)

### Motivation

In einer klassischen Vorlesung befinden sich Studierende häufig in einer Konsumentenhaltung. Mit dem Konzept Teile der Forschungsprojekte in die Vorlesung zu integrieren sollte die Neugier der Studierenden geweckt werden. Gleichzeitig sollten Studierende selbst Teil der Forschung sein.

### Ausgangslage

An der HAW Hamburg, Fakultät Life Sciences, ist im Bachelorstudiengang Umwelttechnik während des 2. Semesters im Modul „Umwelttechnische Grundlagen“ eine Lehrveranstaltung „Lärmanalyse und Lärmbekämpfung“ vorgesehen [1]. Diese Veranstaltung findet jedes Semester statt und wird von 35 – 45 Teilnehmern besucht. Bis vor 3 Jahren handelte es sich um eine klassische Vorlesung, bei der die Teilnehmerzahlen im Laufe des Semesters teilweise dramatisch abgenommen haben.

Im Rahmen einer von der Arbeitsstelle Studium und Didaktik der HAW Hamburg angebotenen Fortbildung zum Thema „Den Forschungsbezug in der Lehre stärken“ entstand die Idee die genannte Vorlesung umzugestalten. Es entstand ein Konzept, in dem nur noch ein Teil der Veranstaltung aus klassischen Vorlesungsteilen besteht und durch Online Angebote zur Überprüfung des Wissens und drei Exkursionen ergänzt wird.



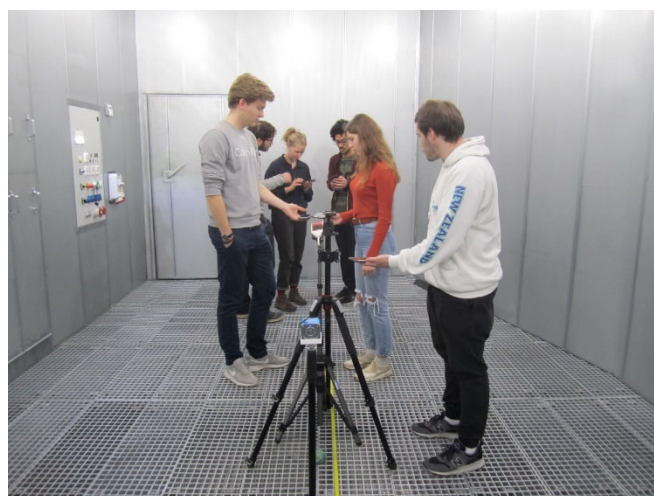
**Abbildung 1:** Forschungskreis. Entwickelt in einem Workshop „Den Forschungsbezug in der Lehre stärken“ in Anlehnung an [2].

Die Prüfungsleistung wurde dem neuen Konzept angepasst und besteht nun aus einem Portfolio, das die Studierenden im Laufe des Semesters parallel zur Lehrveranstaltung anfertigen sollen. In der ersten Vorlesungseinheit werden die Studierenden mit dem Forschungskreis (Abbildung 1) und dem Anfertigen eines Portfolios vertraut gemacht. Im Laufe der Veranstaltung sollen die Studierenden (fast) den gesamten Forschungskreis durchlaufen. Dabei wird geklärt, dass es häufig notwendig ist Schleifen zu durchlaufen, wenn sich z.B. herausstellt, dass der geplante Versuchsaufbau so nicht realisierbar ist, oder die Messdaten nicht den Erwartungen entsprechen.

### Akustik Zentrum der HAW Hamburg

Die erste Exkursion führt an das Akustik Zentrum der HAW Hamburg. Hier stehen ein Hallraum und mehrere Freifeldräume für verschiedene Messaufgaben zur Verfügung. Die Studierenden erleben beide Räume mit ihren Gegensätzen. Zuerst werden die studentischen Smartphones mit der App PhyPhox der RWTH Aachen [3] in Kleingruppen kalibriert, so dass sie später als Schallpegel-Messgerät genutzt werden können.

Im Anschluss werden mit diesen kalibrierten Smartphones Messungen (Abb. 2) in verschiedenen Abständen (1 m, 2 m und 4 m) zur Schallquelle vorgenommen sowie rund um die Schallquelle im Abstand von 1 m.



**Abbildung 2:** Schallpegel Messungen mit kalibrierten Smartphones in verschiedenen Abständen (1 m, 2 m, und 4 m) im Freifeldraum des Akustik Zentrums der HAW Hamburg

Während der Exkursion ins Akustik Zentrum durchlaufen die Studierenden die folgenden Teile des Forschungszyklus:

- Hypothese: Bei Verdoppelung des Abstandes zur Schallquelle nimmt der Schallpegel quadratisch ab und im gleichen Abstand (kugelförmig) um die Quelle ist der Schallpegel identisch.
- Versuchsdurchführung: Kalibrieren der Smartphones, Abstandsmessungen im Freifeldraum, Nachhallmessungen im Hallraum
- Beobachtung: Was nehme ich im Hall- und Freifeldraum wahr? Passt das individuelle Empfinden zu den Messwerten?

**Tabelle 1:** Messwerte der einzelnen Gruppen, Schallquelle MusikMan, 440 Hz sin. Der Messwert des Klasse 1 Referenzmessgeräts Cirrus 171C betrug im leeren Raum 74 dB. Die Werte des Referenzmessgerätes während der Messung mit 7 Personen im Raum sind grau hinterlegt.

Schallpegel in dB	Abstand zur Schallquelle in m					
	1,0		2,0		4,0	
Gruppe A1	72,6	74,0	70,1	72,3	62,0	66,7
Gruppe A2	74,0	72,4	65,0	66,0	63,0	65,0
Gruppe A3	75,5	74,3	70,9	66,4	62,0	54,0
Gruppe A4	73,0	74,2	69,0	72,2	63,5	51,0
Gruppe B1	74,2	70,0	64,0		62,0	62,8
Gruppe B2	69,5	72,2	65,0		65,0	59,0

In der nächsten Vorlesung werden die Messwerte (Tab. 1) aller Gruppen besprochen und in Beziehung zu den bekannten Abstandsgesetzen (Hypothese) gesetzt. Weiterhin werden die Messdaten für die Lerneinheit zur Schalleistung verwendet.

### Energie Campus der HAW Hamburg

Die zweite Exkursion führt an den Energie Campus der HAW Hamburg. An diesem Standort sind das Windlabor, das Smart Grid Labor, diverse Forschungsprojekte (Nordeutsche Energie Wende NEW 4.0, Innovationszentrum für Windenergie, Systemintegration und Speicher X-Energy und das Center for Demand Side Integration) sowie eine Ausgründung untergebracht.

Auf dem Dach des Gebäudes befinden sich vier verschiedene PV Anlagen (CIS, Si-Poly, HIT und CdTd). Der mittlere Jahresertrag beträgt ca. 9.500 kWh. Darüber hinaus gibt es ein BKHW und eine Biogasanlage. Außerdem verfügt der Standort über ein eAuto, acht eBikes und ein eLastenrad. Während der Exkursion bekommen die Studierenden einen guten Einblick in die diversen zukunftsorientierten Forschungsprojekte am Standort.

Der Windpark der HAW Hamburg mit fünf Nordex N117 Windrädern (Gesamtleistung 12,6 MW) sowie der Batteriespeicher (Leistung 720 kW, Speicherkapazität 762 kWh) befinden sich in Sichtweite auf der anderen Seite der Autobahn A 25. Im Windpark befindet sich auch ein 120 m hoher Windmessmast mit Messgeräten zur Erfassung von Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Temperatur, Luftdruck und Feuchtigkeit in verschiedenen Höhen.

Während dieser Exkursion stehen die folgenden Punkte des Forschungszyklus für die Studierenden im Vordergrund:

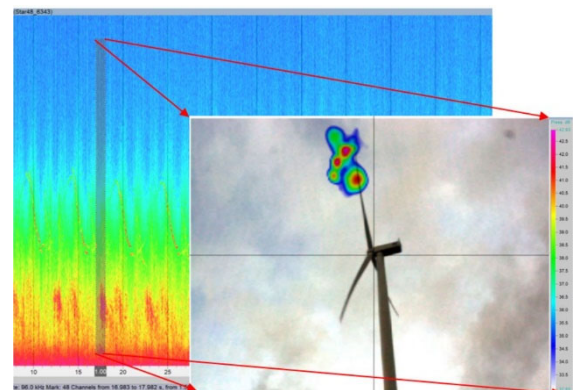
- Versuchsdurchführung: Messungen mit der Akustischen Kamera. Was ist zu beachten? Wie werden die Daten erfasst?
- Beobachtung: Welche Geräuschquellen gibt es? Wie laut sind die einzelnen Quellen ungefähr?
- Dokumentation: Welche Daten müssen notiert werden, wo können zusätzliche Daten wie Windgeschwindigkeit und Windrichtung abgefragt werden.

Die Studierenden erhalten durch Doktoranden aus den hier angesiedelten Forschungsprojekten eine Führung durchs Haus. Nach einer kurzen Einführung in die Funktionsweise einer Akustischen Kamera werden in Kleingruppen Messungen durchgeführt. Diese Messungen (Abb. 3) werden an einem separaten Termin unter Anleitung eines Doktoranden ausgewertet (Abb. 4).



**Abbildung 3:** Diskussion mit Studierenden an der Akustischen Kamera

Die Studierende sind sehr interessiert an den verschiedenen Forschungsprojekten, die sie beim Rundgang am Energie Campus der HAW Hamburg kennenlernen. Außerdem nutzen sie die Gespräche mit den Doktoranden und studentischen Hilfskräften, die dort arbeiten. Es haben sich hieraus schon einige weiterführende Arbeiten ergeben.



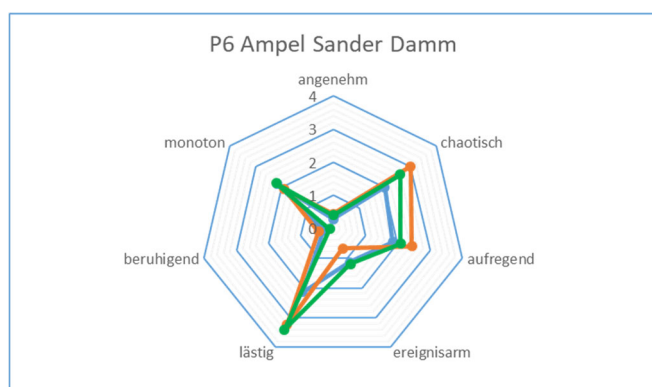
**Abbildung 4:** Beispiel einer Lokalisation von Schallquellen aus einer Messungen mit der Akustischen Kamera

## Soundwalk rund um den Campus Bergedorf

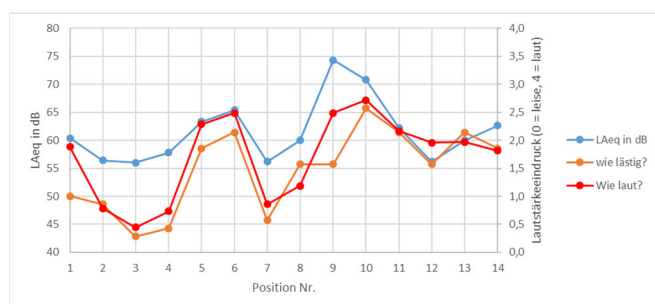
Die dritte Exkursion besteht in einem Soundwalk, der vom Campus Bergedorf der HAW Hamburg in die Bergedorfer City führt. Die meisten Studierenden kennen den Großteil dieses Soundwalks aus ihrem Alltag. Allerdings wird die Umgebung auf dem bekannten Weg selten bewusst wahrgenommen. Der verwendete Fragebogen zur Durchführung des Soundwalks ist in Anlehnung an die Schulungsunterlagen des DEGA-Akademiekurs „Psychoakustik – Grundlagen und Anwendungen“ entstanden [4].

Die Studierenden bekommen vor Beginn eine kurze Einführung und werden in 3 Gruppen eingeteilt. Zwei der Gruppen starten im Abstand von ca. 10 Minuten am Campus und eine Gruppe startet am letzten Punkt in der Bergedorfer City. So können Richtungseffekte beobachtet und ausgewertet werden. Der Leiter jeder Gruppe trägt zur Aufzeichnung des LAeq ein Lärmdosimeter vom Typ doseBadge der Firma Cirrus [5].

Nach Abschluss des Soundwalks werden die Fragebögen eingesammelt und zentral ausgewertet. Die Auswertungen werden den Studierenden in Form von verschiedenen Diagrammen (Abb. 5 und 6) zur Verfügung gestellt. Die Daten der einzelnen Soundwalks werden über die Semester gesammelt und im größeren Maßstab ausgewertet. Damit fließen die Beobachtungen der Studierenden direkt in die Forschungsarbeit dieser Arbeitsgruppe.



**Abbildung 5:** Auswertung der akustischen Eigenschaften am Punkt 6 der drei Teilnehmergruppen im Wintersemester 2019/2020. Gruppe rot, grün Start am Campus, Gruppe blau Start an Punkt 14 in der Bergedorfer City.



**Abbildung 6:** subjektiver Höreindruck (wie lästig, wie laut) vs. gemessene Lautstärke (LAeq in dB) an den 14 Stationen des Soundwalks im Wintersemester 2019/2020, Gruppe blau.

Während dieser Exkursion stehen die folgenden Punkte des Forschungszyklus für die Studierenden im Vordergrund:

- Hypothese: Welche Stationen des Soundwalks sind besonders ruhig/laut?
- Versuchsdurchführung: bewusstes Hören an den einzelnen Stationen
- Beobachtung: Identifikation der verschiedenen Geräuschquellen sowie des subjektiven Empfindens an der jeweiligen Position
- Dokumentation: Dokumentation der Beobachtungen im Fragebogen



**Abbildung 7:** Studierende beim Notieren ihrer Höreindrücke an Position 2 des Soundwalks auf der Mensaterrasse der HAW Hamburg

## Prüfungsleistung

Die Prüfungsleistung für die Lehrveranstaltung als Teil des Moduls ist unbenotet und besteht nicht aus einer Klausur, sondern aus einem Portfolio. Das verunsichert Studierenden zu Beginn des Semesters erst einmal. Wahrscheinlich weil sie diese Art der Prüfung nicht so gut kennen wie die klassische Klausur.

Die Idee ein Portfolio als Prüfungsleistung einzusetzen bestand darin, dass die Studierenden ihren Lernprozess kontinuierlich dokumentieren und reflektieren sollen. Das hat sich leider so nicht bewahrheitet. Da die Abgabefrist auf Wunsch der Studierenden zwei Wochen nach Ende der Klausurzeit liegt, fängt die überwiegende Anzahl der Studierenden erst nach der Klausurphase mit der Anfertigung des Portfolios an.

Auf der anderen Seite gibt es eine Gruppe von Studierende die sich eine eigene Forschungsfrage gestellt haben (Punkt 1 des Forschungszyklus in Abb. 1). Sie haben z.B. mit den in der Lehrveranstaltung kalibrierten Smartphones Messungen in ihrer Wohn- und Arbeitsumgebung durchführt, um ruhige oder besonders lärmbelastete Gebiete zu entdecken. Andere Studierende haben die Methode des Soundwalks auf ihr Lebensumfeld angewendet und dort Untersuchungen durchgeführt. Auch hier wurde teilweise gezielt nach ruhigen oder besonders lauten Stellen gesucht. Einige Studierende

waren überrascht wie laut es an Stellen ist, an denen sie täglich vorbeikommen.

Besonders interessant war es wenn Studierende sich „gefühlte“ ruhige Plätze wie einen Park als Beispiel für ihre Untersuchungen vorgenommen haben. Bei Messungen des Schalldrucks haben sie dann festgestellt, dass es auch hier teilweise objektiv laut ist, es aber nicht so empfunden wird.

Für die Auswertung der Portfolios wurde im Rahmen einer Fortbildung zur Kompetenzorientierung ein Bewertungsschema entwickelt, welches mit vertretbarem Zeitaufwand eine nachvollziehbar dokumentierte und als Feedback kommunizierbare strukturierte Bewertung der Portfolios erlaubt.

## Fazit

Ziel der Umstellung der Lehrveranstaltung war es Studierenden zu motivieren und ihnen Forschungsthemen näherzubringen. Ganz allgemein ist es gelungen Studierende für Akustikthemen zu begeistern und ein Bewusstsein für ruhige sowie lärmbelastete Gebiete zu schaffen.

Die Studierenden durchlaufen im Laufe eines Semesters mit Ausnahme des Punkts Fragestellung den gesamten Forschungskreis. Diejenigen der Studierenden, die sich im Rahmen der Portfolioerstellung eine eigene Forschungsfrage stellen durchlaufen sogar diesen im allgemeinen fehlenden Punkt des Forschungskreises.

Während der ersten Exkursion in das Akustikzentrum der HAW Hamburg werden Smartphones kalibriert und stehen anschließend als vollwertige Messgeräte zur Verfügung. Studierende erleben das Smartphone also nicht nur als Konsument, sondern setzen es in unterschiedlichen Situationen bewusster als Messinstrument ein.

Bei den Messungen mit der Akustischen Kamera haben die Studierenden ein sehr spezielles Messgerät kennengelernt und selbst eingesetzt. Bei der anschließenden Auswertung der eigenen Messungen haben im ersten Durchgang einige Gruppen bemerkt, dass ihnen wichtige Informationen wie z.B. die Temperatur fehlen. Deshalb wurden die Messprotokolle angepasst.

Das Thema Soundwalk ist Teil der Forschungsaktivitäten unserer Arbeitsgruppe, so dass die Daten, die die Studierenden jedes Semester generieren Teil unserer Forschung sind. Das motiviert Studierenden und spornt sie an beim Soundwalk wirklich die Ohren aufzusperren.

Durch die statistischen Auswertungen des Soundwalks entstehen neue Fragen, die sich z.B. im Design der Fragebögen niederschlagen. So erleben die Studierenden, dass auch die Arbeitsgruppe Akustik den Forschungskreis durchläuft.

Was die Studierenden als besonders positiv zurückgemeldet habe ist der Einblick in laufenden Forschungsprojekte bei den Exkursionen zum Akustikzentrum und an den Energie Campus der HAW Hamburg.

## Literaturverzeichnis

- [1] Modulhandbuch Umwelttechnik, [https://www.haw-hamburg.de/fileadmin/user\\_upload/FakLS/04Studiengang/BA\\_Umwelttechnik/Modulhandbuch\\_BSc-Umwelttechnik-HAW\\_Hamburg.pdf](https://www.haw-hamburg.de/fileadmin/user_upload/FakLS/04Studiengang/BA_Umwelttechnik/Modulhandbuch_BSc-Umwelttechnik-HAW_Hamburg.pdf)
- [2] Forschendes Lernen, Impulse für die Praxis, Nexus, Ausgabe 8, Nov. 2025
- [3] Smartphone App der RWTH Aachen, <https://phyphox.org/de/home-de/>
- [4] Schulte-Fortkamp, B., Genuit, K. und Fiebing, A., Schulungsunterlagen zum DEGA-Akademiekurs “Psychoakustik – Grundlagen und Anwendungen, DEGA Akademie, Berlin, 2017
- [5] doseBadge Produktinformation: <https://www.cirrusresearch.de/produkte/laermdosimeter/doseBadge>