

Ausdruck einer grossen Begeisterung für Naturwissenschaften

Dieses Jahr bewarben sich sieben Maturandinnen und Maturanden mit ihren Maturarbeiten um den Jugendpreis der NGZH. Es waren sehr unterschiedliche Arbeiten aus den Bereichen Informatik, Mathematik, Physik, Mikrobiologie und Verhaltensbiologie, die eingereicht wurden. Alle Arbeiten zeugen von einer grossen Begeisterung für die Naturwissenschaften und von einem grossen Einsatz.

Von der Jury ausgezeichnet wurden schliesslich drei Arbeiten: Die Arbeit von Kristina Lehtinen von der Kantonsschule Hottingen wird mit einem ersten Preis prämiert. Frau Lehtinen hat einen Kopfhörer simuliert und gebaut, der Umgebungsgeräusche aktiv eliminiert – eine eindrückliche Arbeit, die theoretische Aspekte, Simulationen und eine praktische Umsetzung umfasst. Ex aequo auf dem zweiten Platz werden zwei biologische Arbeiten prämiert: Die Arbeit von Sarah Vogt von der Kantonsschule Zürcher Oberland zum Verhalten von Berberaffenjungen und die Arbeit von Noemi Bernstein von der Kantonsschule Freudenberg zu einem mikrobiologischen Fingerabdruck.

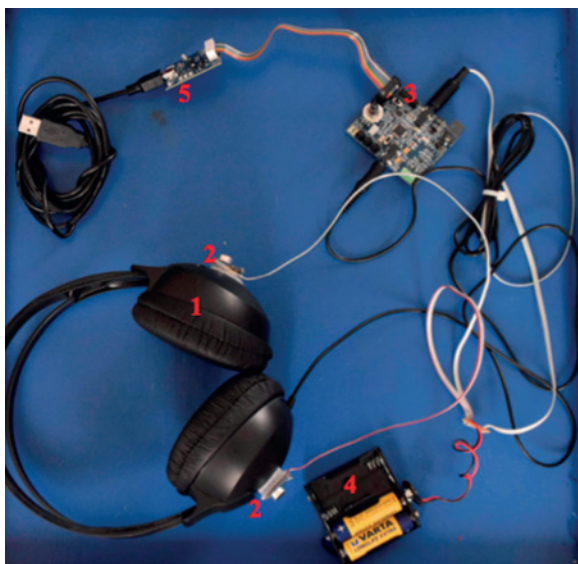
1. Preis: Kristina Lehtinen, Kantonsschule Hottingen Zürich
Betreuer: Christoph Meier
Stille – Modellierung und Simulation von Kopfhörern mit aktiver Geräuschausschaltung

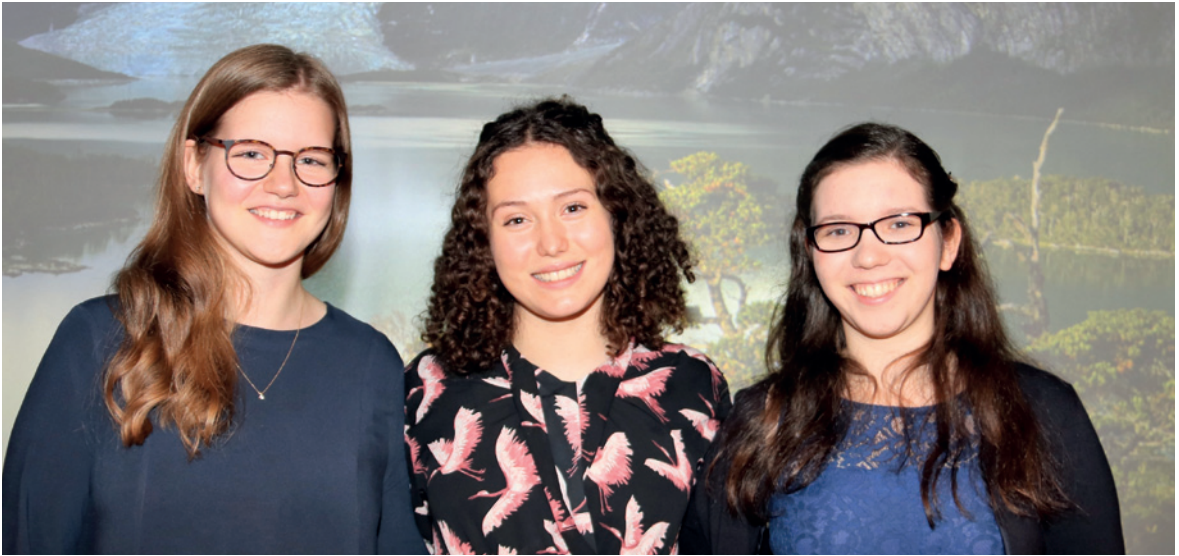
Sucht man im Internet «Noise Cancelling Kopfhörer», findet man etliche Angebote für drahtlose Modelle mit aktiver Geräuscherdrückung (ANC = Active Noise Control). Mit Hilfe eines am Kopfhörer befestigten Mikrofons werden Umgebungsgeräusche aufgenommen und derart auf die zu hörende Musik aufmoduliert, dass sie durch Interferenz ausgelöscht werden. Tests zeigen, dass dies beispielsweise für das Brummen in Flugzeugen gut gelingt, jedoch menschliche Sprache lediglich gedämpft wird. Solche Kopfhörer können auch ohne Eingangssignal verwendet werden, um Stille zu erzeugen.

Ziel der Arbeit war die eigene Entwicklung eines ANC-Systems und nicht die Konkurrenzierung von Firmen wie Sony. Kristina Lehtinen hat mit ihrem Vorgehen überzeugend dargelegt, dass sie die wissenschaftlich-technische Arbeitsweise nicht nur verstanden hat, sondern bei ihrem Projekt folgerichtig anwenden konnte. Sie beginnt mit dem theoretischen Verständnis von Sinusschwingungen und den zugehörigen Definitionen von Frequenz, Amplitude und Phase. Damit kann Interferenz mathematisch beschrieben und mit Hilfe von Computerprogrammen simuliert werden.

Als zweiten Schritt führt Kristina Versuche mit realen Mikrofonen und Lautsprechern

Prototyp des Kopfhörers (1) mit aktiver Geräuscherdrückung. Die Mikrofone (2) geben ihre Signale in den digitalen Signalprozessor DSP (3), wobei die eingebauten Verstärker durch die Batterien (4) gespeist werden. Die Ausgangssignale des DSP sind mit dem Kopfhörer verbunden. Das USB-Interface (5) erlaubt die Verbindung zu einem Computer, um den DSP zu programmieren und mit Strom zu versorgen.





Sie haben die Jury mit ihren Maturarbeiten überzeugt: Sarah Vogt, Kristina Lehtinen und Noemi Bernstein (v.l.n.r.) bei der Preisverleihung in Meilen.

durch. Folgerichtig beginnt sie mit reinen Sinusschwingungen und entdeckt frequenzabhängige Amplituden und Phasenverschiebungen in beiden Systemen sowie versteckte automatische Lautstärkeregelungen, die die Messungen verfälschen. Sie führt daraufhin Messreihen durch, um die Transformation der Sinusschwingungen auf dem Weg Computergenerator → Lautsprecher → Mikrofon → Computeranalysator besser zu verstehen und erkennt dabei Zeitverzögerungen von einigen Millisekunden (die von der Hard- und Software des Computers stammen dürften) und starke Signalverzerrungen beim Signalbeginn (sog. Einschwingvorgänge). Sie schneidet diese Intervalle weg, bemerkt aber, dass dies im Falle von Sprachsignalen Schwierigkeiten bereiten dürfte. Und so tastet sich Kristina vor, geführt durch Computersimulationen mit idealen Modellen, zu immer komplizierteren Signalen.

Mit bewundernswerter Ausdauer und konsequenten logischen Überlegungen gelingt es ihr schliesslich mit Bandpassfiltern, Verzögerungsgliedern und frequenzabhängigen Verstärkungsfaktoren ein Simulationsmodell zu entwickeln, das mit Testsignalen gute Ergebnisse liefert. Der letzte Schritt war die Implementierung dieses Modells in programmierbare digitale Signalprozessoren (DSP) und damit der Aufbau eines funktionsfähigen Prototyps (vgl. Abbildung).

Wie bei technischen Entwicklungsprojekten üblich, schliesst Kristina ihre Arbeit mit einer Diskussion ab, in der sie Hypothesen entwickelt, weshalb das System bei den sehr instationären Sprachsignalen am wenigsten gut funktioniert. Die Arbeit widerspiegelt alle Eigenschaften, die in der wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung zentral wichtig sind und verdient den 1. Preis der NGZH.

Dr. Fritz Gassmann, Physiker ETH

2. Preis: Noemi Bernstein

Kantonsschule Freudenberg

Betreuer: Thomas Hauser

Besitzen wir einen bakteriellen Fingerabdruck? Bakterienflora der Hand.

Dass jede Person einen individuellen Fingerabdruck hat, wird seit über 100 Jahren in der Kriminalistik genutzt und seit einiger Zeit auch für biometrische Pässe und zum Entsperren von Laptops. Eine andere Art von Fingerabdruck untersucht Noemi Bernstein mit Hilfe von zehn Probanden. Trägt jede Person eine individuelle Bakterienflora auf ihrer Hand? Wie wirkt sich das Händewaschen aus? Vermindert sich die Flora und kehrt sie wieder zurück?

Die Autorin verwendet Agarplatten mit Nährmedium, um die Bakterien in Kolonien zu vermehren. Sie zählt die Kolonien und beurteilt

sie anhand von Farbe und Grösse. Einzelne Kolonien streicht sie auf einer weiteren Agarplatte aus, um die darin enthaltenen Bakterien in Reinkultur zu gewinnen und sie dann in einem kommerziellen Farbttest (API 20 E Test von Biomérierux) zu identifizieren.

Gut durchdacht ist die Aufteilung der Arbeit in Vorexperimente mit Selbstversuchen und ein Hauptexperiment mit den zehn Probanden. Im Vorexperiment drückte die Autorin ihre ganze Hand oder alle Finger auf die Agarplatte und erzeugte unzählbar viele Kolonien. Ein auszählbares Muster ergab sich, wenn sie nur den rechten Zeigefinger auf die Agarplatte drückte und im Zickzack ausstrich. Ausserdem prüfte sie Wartezeiten bis zu einer Stunde nach dem Händewaschen und wählte auf Grund der Resultate vier Abstriche für jeden Probanden: unmittelbar vor und nach dem Händewaschen, sowie 10 und 20 Minuten später.

Im so optimierten Hauptexperiment gelingt der Nachweis klar, dass jede Person eine individuelle Handflora besitzt. Jedoch vermindert das Händewaschen die Anzahl Bakterien nur bei 7 von 10 Probanden. Dass die ursprüngliche Bakterienflora nach 20 Minuten wieder zurückkehrt, lässt sich mit der beschränkten Versuchsanlage nur vermuten, aber nicht eindeutig bestätigen. Die im API-Test identifizierten Bakterien sind zum Teil als opportunistische Erreger bekannt, die immungeschwächten Personen gefährlich werden könnten, aber sicher nicht den gesunden Probanden. Insgesamt hat die Autorin ein hoch aktuelles Thema aufgegriffen und in einer gut gegliederten und leistungswerten Arbeit dargestellt.

Anmerkung: In der Einleitung wird erwähnt, der Mensch habe 10 mal mehr Bakterien als eigene Körperzellen. Sender R., Fuchs S. und Milo R. (2016) in PLOS Biology doi:10.1371/journal.pbio.1002533 widerlegen diese seit mehr als 40 Jahren überlieferte Lehrmeinung. Das Verhältnis liegt nahe bei 1 : 1 – was jedoch die Bedeutung der Bakterien für die menschliche Gesundheit und auch für die vorliegende Maturaarbeit nicht schmälert.

Prof. em. Martin Schwyzer
Virologisches Institut, Universität Zürich

2. Preis: Sarah Vogt, Kantonsschule Zürcher Oberland, Wetzikon

Betreuer: Felix Stauffer

Wie Berberaffenbabys die Welt erobern

Sarah Vogt untersuchte die Entwicklung von semi-freilebenden Berberaffenbabys (*Macaca sylvanus*) am Affenberg Salem (D). Sie beobachtete das Verhalten der jungen Affen im Alter zwischen 6 bis 399 Tagen nicht nur selber, sondern wertete bereits bestehende Daten von anderen Schülerinnen und Beobachtern aus, was zu einer entsprechend angemessenen Stichprobe führte. Insbesondere ging es darum, Veränderungen in Bezug auf Körperkontakt, Distanz, dem Spiel- und Nahrungsaufnahme-Verhalten zu quantifizieren. Die Resultate zeigen die grosse Bedeutung des Körperkontaktes auf, vor allem bei den ganz jungen Tieren, was ebenfalls bei verschiedenen anderen Primatenarten gezeigt wurde.

Die Arbeit ist originell, obwohl Studien zu diesen Fragestellungen schon an anderen Primatenarten durchgeführt wurden, aber nicht in so detaillierter Hinsicht und zeitlicher Präzision. Die Arbeit umfasst eine sehr gute Einführung zur Studienart und dem Thema der Entwicklung der Jungtiere in Abhängigkeit zu ihrer Umwelt. Gezielte Hypothesen wurden gewählt. Die Daten sind statistisch mit geeigneten Tests ausgewertet worden. Die Resultate sind entsprechend mit übersichtlichen Graphen dargestellt und die Interpretation in der Diskussion ist vollständig gestützt durch die gefundenen Daten. Die gefundenen Resultate wurden hervorragend in die Erkenntnisse von früheren Studien integriert. Der Aufbau der Arbeit mit der üblichen Struktur einer wissenschaftlichen Publikation ist mit vielen zusätzlichen Informationen erweitert, was das Verständnis der Studie auch für Laien erhöht. Der Text ist sehr gut und verständlich formuliert.

Es handelt sich um eine hervorragende Arbeit mit sehr gutem wissenschaftlichem Inhalt und professioneller Ausführung der Analyse, Darstellung sowie Diskussion der Resultate. Es war eine Freude diese Arbeit zu lesen und bewerten!

Prof. Dr. Marta Manser
Institut für Evolutionsbiologie und Umweltwissenschaften, Universität Zürich