

Eine Grundschulklasse im Workshop „Mathema’ticken“
Quelle: Olga Theisselmann



2 **LeLa-Jahrestagung 2022 online**

2 **Jahreshauptversammlung des Bundesverbandes**

3 **Engagement zeigen - Erfahrungsbericht eines Freiwilligendienstlers**

8 **Wissenschaft aktuell:
Auch Taufliegen haben ein Herz
und wir können erstaunlich viel
darüber von ihnen lernen**

Schülerlabore

zdi-Schülerlabor E-Technik+
im Hochsauerlandkreis

Schülerlabor Geisteswissenschaften

Digitales Labor am
Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium Cham

Kinderforscher*zentrum HELLEUM

Liebe Mitglieder von LeLa,
 liebe Lehrerinnen und Lehrer,
 liebe Interessierte der Schülerlabor-Szene,

zwei Jahre Corona-Krise und gefühlt immer noch kein Ende in Sicht! Leider kann auch in diesem Jahr die traditionelle Frühjahrs-tagung nur virtuell stattfinden. Ich glaube, ich bin nicht der einzige, dem die persönlichen Begegnungen und Gespräche, die diese Tagungen in der Vergangenheit so geprägt haben, fehlen. Hoffen wir darauf, dass es im nächsten Jahr wieder ein „persönliches“ Treffen geben wird. Informationen zum Ablauf der Tagung sowie zur Jahreshauptversammlung finden Sie im anschließenden Artikel von Olaf Haupt.

Auch viele Schulen sind während der aktuellen Omikron-Welle weit von einem Normalzustand entfernt. Dieses schlägt sich naturgemäß auf die Auslastung von Schülerlaboren nieder. Entsprechend haben wir vom LeLa *magazin* immer wieder Schwierigkeiten, interessante Beiträge zu finden. Wenn Sie also spannende Geschichten und Projekte zu erzählen haben, wenden Sie sich bitte jederzeit an uns!

Das Redaktionsteam freut sich daher, trotz aller widrigen Umstände eine neue, informative Ausgabe des LeLa *magazins* präsentieren zu können. Zwei Artikel, die aus dem *experimenta* in Heilbronn und aus dem *zdi* Netzwerk der Bildungsregion Hochsauerlandkreis kommen, befassen sich mit den Möglichkeiten und Erfahrungen von jungen Menschen, die ein Freiwilliges soziales Jahr in einem Schülerlabor ableisten. Hier gibt es wichtige Hintergrundinformationen, die auch für andere Einrichtungen von Interesse sein könnten. In weiteren Artikeln stellen sich LeLa-Mitglieder aus dem *Schülerlabor Geisteswissenschaften* aus Berlin-Brandenburg, dem Digitalen Labor am Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium in Cham und dem Kinderforschungszentrum *HELLEUM* in Berlin vor.

Auch die Kategorie „Wissenschaft aktuell“ ist wieder vertreten. Dr. Heiko Harten von der Universität Osnabrück zeigt die unerwarteten Übereinstimmungen zwischen dem menschlichen Herz und dem Herz der Taufliede *Drosophila melanogaster* auf.

Herzliche Grüße im Namen des gesamten Redaktionsteams!

Knut Jahreis

17. LeLa-Jahrestagung 2022 online - #LeLa2022



Quelle: Adobe Stock/venimo

Unsere Hoffnung aus dem vergangenen Jahr hat sich leider nicht erfüllt – auch 2022 müssen wir die LeLa-Jahrestagung wieder online durchführen, statt, wie bereits im letzten LeLa *magazin* angekündigt, an der *experimenta* in Heilbronn eine „echte“ Netzwerktagung durchführen zu können. Aber auch in diesem Jahr werden wir das Beste daraus machen. Die Tagung wird am 14. und 15. März stattfinden. Registrieren können Sie sich auf unserer Tagungswebsite www.lela-jahrestagung.de, dort finden Sie auch alle nützlichen und wichtigen Informationen zum Ablauf der 17. LeLa-Jahrestagung und zum Konferenz-Online-Tool.

Auf eine Besonderheit möchten wir an dieser Stelle gerne hinweisen: In dem Konferenz-Tool wird es wieder sogenannte Vernetzungstische geben. Das sind kleinere Bereiche, in denen Sie sich 1:1 oder auch in kleinen Gruppen per Videochat zusammenschließen können. Diese Bereiche stehen während der Tagung ständig für Sie offen und warten darauf, genutzt zu werden! Vor der Tagung am Montag werden wir auch wieder ein Mingling (Speed Dating) anbieten, bei dem Sie zufällig mit einer anderen Kollegin oder Kollegen verbunden werden. Nutzen Sie diese Chance, neue Leute kennenzulernen!

Es gibt in diesem Jahr kein Tagungsmotto. Das für Heilbronn geplante Motto werden wir vermutlich 2024 an gleicher Stelle wieder ansetzen. Schauen Sie sich gerne das Programm in Ruhe durch, es findet sich bestimmt für jeden Geschmack der richtige Beitrag.

Jahreshauptversammlung des Bundesverbandes

An dieser Stelle möchten wir außerdem ankündigen, dass die diesjährige Jahreshauptversammlung am **28. März 2022** online stattfinden wird. Alle Mitglieder haben dazu eine gesonderte Einladung an die bei uns hinterlegte E-Mail-Adresse zugeschickt bekommen.

In diesem Jahr stehen bereits überfällige Wahlen im Vorstand an, sowie die Neuwahl einer Kassenprüferin oder eines Kassenprüfers.

Gleich drei Posten im Vorstand sind neu zu besetzen. Die bisherigen Mitglieder scheidern aus Altersgründen oder berufsbedingt aus. Darüber hinaus gibt es zwei weitere Vorstandsposten zu wählen, für die bereits Kandidatinnen und Kandidaten bereit stehen.

Wir bitten alle Mitglieder zu prüfen, ob Sie in unserem Bundesverband in einer Vorstands- bzw. Wahlposition aktiv mitwirken und dafür kandidieren möchten. Haben Sie sich eventuell schon für die Kandidatur entschieden? Dann reichen Sie diese in der Geschäftsstelle des Bundesverbandes ein. Dort bekommen Sie auch weitere Informationen über die Vorstandsarbeit etc.

Engagement zeigen

Mein Name ist Johannes Ehlert und ich bin einer von vier jungen Menschen, die aktuell im Science Center *experimenta* ein Freiwilligenjahr absolvieren. Für mich stellte sich vor ein paar Monaten die Frage: Das Abitur ist bald geschafft, aber was nun? Da weite Reisen ins Ausland fast unmöglich waren und ich einen rein digitalen Studienstart vermeiden wollte, fiel mein Blick auf die Möglichkeit eines Freiwilligendienstes. Die Menge der angebotenen Einsatzstellen ist dabei überraschend groß. Ob im sozialen, kulturellen, ökologischen oder dem naturwissenschaftlichen Bereich, es ist alles dabei.

Mit einem ungefähren Plan, Chemie studieren zu wollen, war für mich in meiner Studienorientierung die größte unbeantwortete Frage, ob mir praktische Laborarbeit Spaß machen würde.

Die Möglichkeit, mir diese Frage zu beantworten und darüber hinaus noch vieles mehr kennenzulernen, habe ich in der *experimenta* am Schülerforschungszentrum bekommen.

In den letzten Monaten hatte ich hier die Möglichkeit, in den verschiedenen Laboren jeden Tag neue Geräte, Methoden oder spannende Experimente kennenzulernen und auszuprobieren, aber auch Versuche und kleinere Projekte selbst zu planen und durchzuführen. Obwohl dabei nicht alles beim ersten Mal funktionierte, genieße ich die Zeit im Labor sehr. Das zeigt mir nicht nur, dass ich die oben gestellte Frage bejahen kann, sondern dass ich auch dank der wertvollen Praxiserfahrung, die ich hier sammeln durfte, mit realistischen Erwartungen nächstes Jahr mein Studium beginnen kann.

Neben diesen Erfahrungen im Labor waren vor allem die Einblicke in die weiteren Abteilungen der *experimenta* eine Bereicherung: Ich konnte ein Gefühl dafür entwickeln, was es bedeutet, Teil einer großen und vor allem so breit aufgestellten Einrichtung wie der *experimenta* zu sein. So konnte ich an der Konzeption eines Laborkurses mitwirken oder einen Onlinekurs mit moderieren und dabei lernen, Inhalte verständlich zu vermitteln, sowie Aufgaben zu erstellen, die Lernen und Spaß vereinen.

Neben den Tätigkeiten in der Einsatzstelle runden die vom Träger angebotenen Seminare das Gesamtbild eines Freiwilligenjahres ab. Diese Seminare bieten durch Vorträge, Führungen und Gespräche mit Expertinnen und Experten die Möglichkeit, mehr über den Alltag in der Forschung zu erfahren sowie neue Institute und Forschungsfelder zu entdecken. Gemeinsame Aktivitäten und Spiele auf diesen Seminaren ermöglichen, andere junge Menschen im Freiwilligendienst besser kennenzulernen und sich mit ihnen auszutauschen.

Johannes Ehlert

Das Freiwilligenjahr

Das Freiwilligenjahr dauert in der Regel zwölf Monate. Es richtet sich an Menschen zwischen 16 und 26 Jahren. Es gibt verschiedene Formen des Freiwilligendienstes. Am bekanntesten ist sicherlich das Freiwillige Soziale Jahr (FSJ). Daneben haben sich das Freiwillige Ökologische Jahr (FÖJ) und das Freiwillige Soziale Jahr in Wissenschaft, Technik und Nachhaltigkeit (FJN) etabliert. Letzteres passt wohl am umfassendsten zu Schülerlaboren. Freiwilligendienste werden durch einen Träger organisiert. Träger für FJN sind vor allem im Norden Deutschlands vorhanden, erste Einsatzstellen in Süddeutschland gibt es aber bereits. Als verantwortliche Person nimmt



Quelle: *experimenta*

man Kontakt mit einem potentiellen Träger auf und bietet Stellen an. An Eigenmitteln muss der Einsatzort mit monatlichen Gesamtkosten in Höhe von ca. 650 € rechnen, inklusive Sozialabgaben für das monatliche Taschengeld, eine Verpflegungspauschale und evtl. Übernachtungsmöglichkeiten. Die Arbeitszeit der Freiwilligen orientiert sich an den vollbeschäftigten Mitarbeitenden in der Einsatzstelle, die Tätigkeiten dürfen aber keine Arbeitsstellen ersetzen. Die Freiwilligen bekommen von ihrem Träger begleitende Bildungsseminare zu sozialen und politischen Themen, die 25 Seminartage werden in 5-tägigen Blöcken durchgeführt. Weitere Informationen zum FJN finden Sie z. B. auf der Internetseite des Trägers „Internationale Jugendgemeinschaftsdienste“, kurz ijgd: <https://www.ijgd.de/inland/fjn>.

Dr. Robert Friedrich, Dr. Thomas Wendt (experimenta gGmbH)



Die experimenta

Im größten Science Center Deutschlands, der *experimenta* in Heilbronn, befinden sich die Forscherwelten. Mit acht Kurslaboren, einer Experimentierküche, dem Schülerforschungszentrum Nordwürttemberg und dem Maker Space bieten wir auf etwa 2500 m² Laborfläche vielseitige Möglichkeiten in den gesamten technischen und naturwissenschaftlichen Fachbereichen für alle Altersgruppen. Der Besuch der Kurslabore ist in Klassenstärke möglich. Angeleitet werden die fast 80 Kurse und Programme von fachkundigen Labormitarbeitern. Schülerinnen und Schüler, deren Interesse beim Besuch mit der Schulklasse geweckt wurde, können in Ferienkursen, Clubs und AGs ihre neuen Erfahrungen vertiefen. Das Schülerforschungszentrum bietet mit seinem Laborangebot und seiner hochwertigen technischen Ausstattung vielfältige Möglichkeiten, um Jugendliche bei ihren ersten wissenschaftlichen Arbeiten zu betreuen. Ziel ist es, die Jugendlichen zu befähigen, selbstständig projektbezogen zu arbeiten. Diese Aktivitäten fördern die individuellen Fähigkeiten, Interessen und Begabungen der Schülerinnen und Schüler und unterstützen ihre Persönlichkeitsentwicklung. Der *Maker Space* ist ein Angebot speziell für Jugendliche ab 14 Jahren und junge Erwachsene. Hier werden Projekte in verschiedensten Werkstätten weitestgehend selbstständig von den Besuchern realisiert. Daneben werden Fortbildungen für Lehrkräfte, sowie Erzieherinnen und Erzieher angeboten. Wissenschaftliche Vorträge, Experimentalschows und Kongresse runden das pädagogische Programm ab

zdi-Schülerlabor E-Technik+ im Hochsauerlandkreis

Löten, Schaltungen bauen, Programmieren z.B. mit *Calliope*, *Arduino* und *Raspberry Pi* – in unserem Schülerlabor können Schüler*innen aus dem Hochsauerlandkreis in regelmäßigen Kursen die Basics der Elektrotechnik erlernen, vertiefen und in fortgeschrittenen Projekten anwenden oder die passenden Boxen aus dem mobilen Schülerlabor ausleihen und Projekte direkt in der eigenen Schule oder z.B. im Jugendzentrum durchführen. Grundlagen der Pädagogik und Didaktik, Konzeptionierung und Durchführung eigener Kursangebote vermitteln wir in der Kursreihe „Technik-Coach“, die mit einem Zertifikat abschließt und zudem Studienorientierung in Richtung „Lehramt in MINT-Fächern“ bietet. Schüler*innen erhalten so die Möglichkeit, ihr erworbenes Wissen und ihre Begeisterung für MINT-Themen in Arbeitsgemeinschaften ihrer Schule, Jugendgruppen, Projektwochen in Kitas und Grundschulen oder auch in unserem Schülerlabor weiter zu geben.

An dem Beispielprojekt „Save the Kitz“ möchten wir hier kurz darstellen, was das Schülerlabor Elektrotechnik+ ausmacht und wie ein Schülerlabor auch während der Pandemie und insbesondere im Lockdown Projekte umsetzen kann:

Seit zwei Jahren bieten wir die Möglichkeit, ein freiwilliges soziales und digitales Jahr im zdi Netzwerk Bildungsregion HSK abzuleisten. Im September 2020 startete mit Daniel ein junger Mann sein FSJ bei uns, der sich neben Programmierung auch für die Jagd interessiert. Als er bei Recherchen über MINT-Projekte auf das Projekt „Save the Kitz“ im zdi Netzwerk Lippe stieß, war ihm sofort klar „das will ich im HSK umsetzen“. Für die Rettung von Rehkitzten vor dem Mäh- und Tod sollte wie in Lippe so auch bei uns eine mit Wärmebildkamera ausgestattete Drohne eingesetzt werden. Unser Schülerlabor befindet sich in Räumen der FH Südwestfalen, die auch Trägerin des zdi Netzwerk Bildungsregion HSK ist. Wie in vielen anderen Projekten konnten wir diese Verbindung auch für „Save the Kitz“ nutzen und einen weiteren Daniel, einen Studenten im Studi-



Abb. 1: Rettungsteam mit Kitz in der Kiste.

Quelle: zdi-Schülerlabor E-Technik+

engang Maschinenbau der FH Südwestfalen, für das Projekt begeistern und damit das notwendige Know-How zum Drohnenbau ins Schülerlabor holen. Und dann kam Corona ... die beiden planten und arbeiteten trotzdem weiter. Wegen des Lockdowns wurden Materiallisten, Planungen der Arbeiten an der Drohne sowie Konzepte für Kursangebote zum Thema in zahlreichen ZOOM-Meetings erstellt. In den Osterferien startete dann der erste Online-Ferienkurs „Drohnenbau und Rehkitzrettung“. Da ein gemeinsames Arbeiten an der Drohne und gemeinsame Flugversuche im Lockdown nicht möglich waren, arbeiteten die beiden Daniels im Schülerlabor abwechselnd an der „großen“ Drohne, berichteten den Schüler*innen von den Fortschritten und diskutierten mit ihnen die nächsten Arbeitsschritte. Per Post erhielten alle Teilnehmer*innen des Drohnenkurses eine Minidrohne, die in einem ZOOM-Meeting zusammengebaut und anschließend für eigene Flugübungen genutzt wurde. Einzelne Bauteile unserer Drohne mussten mit dem 3D-Drucker gefertigt werden, so war die Einführung in CAD ein Bestandteil des Online-Ferienkurses. Erstmals haben wir dazu *Onshape* eingesetzt, ein Programm, das die Zusammenarbeit an CAD-Projekten auch Online möglich macht. Unter Verwendung von zusätzlich aufgestellten Kameras aus dem mobilen Schülerlabor konnte der Druck

der selbst entworfenen Objekte zwar nicht selbst gestartet, aber zumindest jederzeit auch aus der Ferne nachverfolgt werden.

Ende Mai konnten wir dann in die zweite Phase des Projektes gehen: Alle Genehmigungen für den Drohnenflug waren eingeholt, Schüler*innengruppen wurden via ZOOM-Konferenz über die Notwendigkeit der Rehkitzrettung, das Vorgehen und die Regeln bei der Rettung informiert. Jeweils morgens früh ab 5 Uhr trafen sich die „Rehkitzretter“, die Wiesen wurden überflogen und Kitzte, die dort von ihren Müttern abgelegt worden waren, gerettet (Bild 1).

Elke Henke



Netzwerk
zdi Bildungsregion
Hochsauerlandkreis
Nordrhein-Westfalen



https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/zdi_schuelerlabor_meschede

Schöner forschen lernen

Das Schülerlabor Geisteswissenschaften geht neue Wege in der Wissenschaftsvermittlung

Seit 2007 bietet das *Schülerlabor Geisteswissenschaften* der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften Leistungskursen der einschlägigen Unterrichtsfächer einen praktischen Einblick in Themen und Methoden aktueller geisteswissenschaftlicher Forschung. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf den Literaturwissenschaften. Da nicht nur deren Gegenstände ästhetisch verfasst sind, sondern ästhetische Konzepte auch für die literaturwissenschaftliche Theoriebildung der letzten Jahrzehnte von ausschlaggebender Bedeutung waren, ist die für ihre Vermittlung gewählte didaktische Form alles andere als nebensächlich; im schlimmsten Falle kann hier ein unbedachtes Festhalten an dem aus dem Schulunterricht Geläufigen die avisierten propädeutischen Ziele unterlaufen. Aus diesem Grund stellt jede im halbjährlichen Turnus entwickelte Veranstaltungsreihe einen neuen Versuch dar, Literaturtheorie sinnfällig, erfahrbar zu machen, Konzepte von Literatur in eine je spezifische Handlungsform, eine angemessene ästhetische Praxis zu überführen.

ralismus und der Dekonstruktion, wie sie u. a. Roland Barthes in dem Aufsatz *Der Tod des Autors* postuliert hat. Beide werden von dem ausschließlich auf schriftliche und noch dazu naiv bebilderte Ausgaben gestützten Lateinunterricht regelmäßig verfehlt. Im Schülerlabor wurden die *Metamorphosen* daher endlich akustisch, in Form von Filmsequenzen, dargeboten, die mit Dozenten des Philologischen Seminars der Freien Universität Berlin aufgezeichnet worden waren und nur mehr die Münder der Rezitierenden nebst lateinischen oder deutschen Untertiteln zeigten. Die Workshops mündeten in die Aufzeichnung weiterer Textpassagen: Die Schülerinnen und Schüler liehen dem Dichter ihre Stimme und lösten seine Vorhersage auf diese Weise performativ ein.

Unter dem Titel *Infrequently Asked Questions* widmete sich eine Veranstaltungsreihe 2019 dem 17. Kapitel des für seine „Schwierigkeit“ berühmten Jahrhundertromans *Ulysses* von James Joyce. Es hat die Form eines sog. Katechismus, eines Wechsels von Fragen und Antworten, wie er seit der

Neuzeit für die Unterweisung in der christlichen Dogmatik Verwendung fand. Das Schülerlabor griff dieses Formular für die Gestaltung der Workshops auf, um es zu problematisieren und gegenwärtigen Modi didaktischer Kommunikation gegenüberzustellen, beginnend mit der zwei stilisierte Sprechblasen zeigenden Bildmarke und

dem Vorstellungsspiel, wobei den Jugendlichen Fragen in Anlehnung an Joyce' Text vorgelegt wurden. Das Kapitel enthält u. a. eine Liste der 22 Titel, die sich im Bücherregal Leopold Blooms, eines der beiden Protagonisten, befinden. In Zusammenarbeit mit einer Buchbinderin wurde „Bloom's Library“ bis in die Details (Lesezeichen, Leihstempel, Markierungen) hinein nachgebildet, um den Teilnehmerinnen und Teilnehmern so den

Zugang zur komplexen Charakteristik dieser Romanfigur zu eröffnen.

Während der Pandemie ersetzte nicht nur das mit einem 2. LeLa-Preis ausgezeichnete virtuelle Schülerlabor *Sophie von La Roche im Home Office* die Begegnungen in Präsenz, sondern auch ein hybrides Angebot zu den aktuellen Schwerpunkten im Deutsch-Abitur, das *Lab on Demand*. Die angemeldeten Kurse erhielten analoge Lernpakete zur selbständigen Erarbeitung übersandt, deren Ergebnisse dann in gemeinsamen Videokonferenzen diskutiert und vertieft wurden. Ein Beispiel für die hierfür entwickelten Lernmaterialien ist das „Spektrum Lyrikanalyse“ das zentrale Kategorien dieses Aufgabentypus wie Epochenzuordnung, Gedichtart, Metrum, Reimschema und rhetorische Figuren in fächerförmiger Anordnung versammelt. Das „Befragen“ von Gedichten mithilfe dieses Mediums, so unsere Überlegung, führt sukzessive zur Internalisierung der Terminologie, die schließlich eine selbständige und freie Annäherung an lyrische Texte erlaubt. Bei seiner Gründung war das *Schülerlabor Geisteswissenschaften* bundesweit die einzige Einrichtung dieser Art in den Sprach-, Kultur- und Sozialwissenschaften. Seitdem hat sein Beispiel an Universitäten wie außeruniversitären Forschungsinstituten derart Schule gemacht, dass innerhalb des LeLa-Schemas 2018 eine eigene Kategorie *SchülerLabor* sinnvoll wurde. Es ist zu hoffen, dass dieser Trend sich auch unter den erschwerten Bedingungen der Pandemie behaupten kann.

Yvonne Pauly



Film Still der Veranstaltungsreihe im Herbst 2017 zu Ovids *Metamorphosen*.

Quelle: Schülerlabor Geisteswissenschaften

So knüpfte die Staffel zum Ovid-Bimillennium 2017 an eine berühmte Wendung an, mit der der Dichter seinem Werk *Ungewissheit* prophezeit hat: *ore legar populi* („vom Mund des Volkes werde ich gelesen werden“). Die darin aufscheinende Vorstellung eines sich im Sprechen und Hören entfaltenden offenen und fluiden Textes zeigt Übereinstimmungen mit den literaturtheoretischen Positionen des Poststrukturalismus



https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/schuelerlabor_geisteswissenschaften

Digitales Labor am Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium Cham

Spricht man von „Digitalisierung“ im Zusammenhang mit Schulen, so ist häufig davon die Rede, dass die Kreidetafel durch ein digitales Whiteboard und die Bücher aus Papier durch Ebooks ersetzt werden sollen. Aber gerade im MINT-Bereich bietet sich eine Vielzahl von weiteren Möglichkeiten, Schüler in digitale Arbeitsweisen einzuführen und naturwissenschaftliche Fragestellungen mit digitalen Hilfsmitteln zu bearbeiten.

Mit dieser Zielsetzung hat das Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium – unterstützt durch den Landkreis Cham als MINT-Region und der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung – ein digitales Schülerlabor mit 16 Schülerarbeitsplätzen eingerichtet, das auch den anderen Schulen des Landkreises zur Verfügung steht und Ende Januar 2019 eingeweiht wurde.

Nicht zuletzt leistet das Labor damit einen Beitrag zur Beseitigung des MINT-Fachkräftemangels.

In diesem Labor können die Schüler unter Anleitung oder auch selbstständig naturwissenschaftlich arbeiten. Gedacht ist dabei zum einen an kürzere Versuche mit einem Zeitbedarf von etwa zwei Unterrichtsstunden, die dadurch auch von Schülern anderer Schulen während der Unterrichtszeit bearbeitet werden können. Mit dem Schülerlabor sind aber ebenso tiefergehende Projekte möglich, die über einen längeren Zeitraum laufen, wie etwa Seminar-, Abschluss- oder Wettbewerbsarbeiten (z.B. Jugend forscht) und Elektronikurse.

Als Grundlage für unser Digitales Labor haben wir vier Schwerpunkte gewählt, die gleichsam als tragende Säulen des didaktischen Konzeptes fungieren:

Sensorik

Mit Sensoren lassen sich Messdaten leicht und schnell erfassen, speichern und digital aufarbeiten. Langzeitmessungen oder die Erfassung von sehr schnell ablaufenden Vorgängen werden durch Sensoren deutlich vereinfacht oder gar erst ermöglicht. Digitale Spektrometer und eine leistungsstarke zugehörige Analysesoftware ermöglichen (unter Einbeziehung der schuleigenen Sternwarte) die Untersuchung der Spektren der Sonne (Fraunhofer-Linien), weiterer Sterne oder interstellarer Nebelgebiete sowie anderer Lichtquellen.

Digitale Fertigung

Mit einem 3D-Drucker können viele praktische Dinge des Alltags designt und sofort gedruckt werden. Für die Schülerinnen und Schüler bietet er vielfältige Möglichkeiten, Interessen und MINT-Fächer zu verbinden, indem z. B. Schmuck oder andere ästhetisch-gestalterische Objekte am PC gezeichnet, mit den bestmöglichen Parametern in Maschinencode umgewandelt und anschließend ge-

druckt werden. Ähnliche kreative und künstlerische Möglichkeiten – allerdings nur für zwei Dimensionen – eröffnen sich bei einem CO₂-Laser-Schneider.

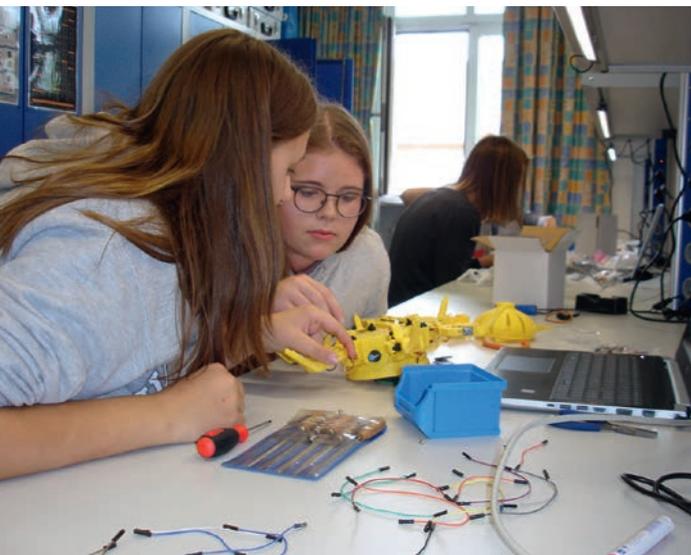
Elektronik

Das Schülerlabor soll Raum, Werkzeug, Material und Know-How bieten, um Schülern die Möglichkeiten zu geben, zunächst Schaltungen oder vorgegebene Schaltpläne nachzubauen und in weiteren Schritten dann selbstständig Projekte zu entwerfen und zu testen. Das beginnt mit einfachen analogen Schaltungen, wie z.B. einem LED-Wechselblinker, einer Dämmerungsschaltung oder verschiedenen Verstärkern, die auf einem Transistor beruhen. Nach einem ersten Kennlernen der Bauteile in Schaltungen der Analogelektronik, können dann in einem weiteren Schritt Microcontroller verwendet werden.

Microcontrolling

Microcontroller wie Calliope, Arduino oder ESP8266-Node-MCU werden verwendet, um Sensorwerte einzulesen, Aktoren anzusteuern, Informationen auszugeben oder ganze Projekte zu steuern. Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Möglichkeit, ihre durch Sensoren erhaltenen Werte in Datenbanken zu sammeln, graphisch aufzubereiten und auf einem Server zur Verfügung zu stellen. Auch Software-Projekte wie ein Medienserver, ein selbst erstellter Web-Filter oder die Steuerung von Motoren und Robotern sind damit einfach und kostengünstig umsetzbar.

Robert Wagenbrenner und Joachim Bauer



Oberpfalzweites MINT-Camp zum Bau eines sechsbeinigen Schreitroboters.

Quelle: Joseph-von-Fraunhofer-Gymnasium Cham

Das Arbeiten mit digital vernetzten Medien und Werkzeugen ist insbesondere im MINT-Bereich von großer Bedeutung. Die Schüler aller Schulen des Landkreises sollen – im Regelunterricht und darüber hinaus – in unserem Labor die Gelegenheit bekommen, die vielfältigen kreativen Möglichkeiten und Vorteile digitaler Werkzeuge bei vorgegebenen Versuchen oder eigenständigem Ausprobieren selbst zu erleben und zu erfahren.



https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/Digitales_Labor

Kinderforscher*zentrum HELLEUM

Das HELLEUM ist ein **innovativer Lernort der naturwissenschaftlichen Bildung in Berlin**, getragen von dem Bezirksamt Marzahn-Hellersdorf zu Berlin, der Alice Salomon Hochschule Berlin und der Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie (SenBJF). In einer vorbereiteten Lernumgebung der nach modernsten pädagogischen Erkenntnissen gestalteten Lernwerkstatt gehen Vor-, Grundschul Kinder und Erwachsene entsprechend ihrer Erfahrung und Interessen naturwissenschaftlichen und technischen Phänomenen selbstständig nach.

Vormittags besuchen Kita-, Grund- sowie Oberschulgruppen das HELLEUM zu Workshop-Themen wie „Boden schätzen“, „Arbeitschafft's“, „Wind lüftet!“. Nachmittags nehmen Kinder, Jugendliche und Familien die kostenlosen Angebote in der „Offenen Lernwerkstatt“ an oder gehen ihrer Forschungsfrage in einer Arbeitsgemeinschaft nach. Ein hybrides Angebot „HELLEUM Zuhause“, ein Fortbildungsangebot für Pädagog_innen zu Lernwerkstattarbeit sowie mobile Aktivitäten wie Tüfteltruhen und Tüfteltheater runden das HELLEUM-Programm ab.



Außenansicht des HELLEUM.

Die Forschungsaktivitäten der Kinder in einem Workshop beginnen mit der Orientierung in einer themenspezifischen Lernumgebung, die oft mit Alltagsgegenständen aufgebaut sind. Diese sollen die Lernenden anregen, sich explorierend mit den Gegenständen auseinanderzusetzen. Das bewusste Arrangement der Dinge löst oft Verwunderung aus und führt zur Entwicklung eigener Ideen. Das „Verstehen wollen“ ist dabei die Grundmotivation, wobei die Kinder immer „von der Sache selbst aus denken“ und ihre eigenen Lernwege beim Suchen von Antworten gehen (Wagenschein 2009). Die Lern-

begleiter_innen stehen dabei als Ansprechpartner_in und Impulsgeber_in zur Seite, halten sich jedoch weitestgehend beobachtend zurück (Wedekind et al. 2020). Die abschließende Reflexion der Ergebnisse und Lernwege trägt dazu bei, Phänomene auf einem (kindlichen) Niveau gemeinsamen zu verstehen und – wie Martin Wagenschein formulierte – nicht der „fertigen Physik“, sondern der „werdenden Physik im Kind“ (Wagenschein 2009) Raum zu bieten.

Außer naturwissenschaftlich-technischer Bildung besteht das HELLEUM-Konzept aus weiteren Säulen wie *Begabungsförderung, Inklusion, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Demokratiebildung, Kunst und Theater (The „A“ of STEAM)*. Mit dem Ausbau der HELLEUM-Angebote wird derzeit insbesondere **die Begabungsförderung** unter Berücksichtigung der Lernwerkstattarbeit ausgeweitet, sodass sich das HELLEUM als Ort inklusiver Begabungsförderung weiterentwickeln kann. Im Rahmen des von der SenBJF geförderten Projekts entwickelt das Team gemeinsam mit Schulen verschiedene Möglichkeiten und Perspektiven für Schüler_innen, aber auch für interessierte Lehrer_innen in Bezug zur Begabungsförderung. Aktuell erhalten die Schüler_innen im Rahmen einer regelmäßig stattfindenden Arbeitsgemeinschaft die Möglichkeit, schulunabhängig ihren eigenen Forschungsprojekten nachzugehen. Der Ausbau dieses konzeptionellen Schwerpunkts ermöglicht u.a. den Transfer der Begabungsförderung ins Jugendforscher_zentrum HELLEUM.

Die im Kinderforscher_zentrum elaborierten Erfahrungen im Bereich der Lernwerkstattarbeit werden aktuell für Schüler_innen der Sekundarstufe modifiziert und im neugebauten **Jugendforscher_zentrum HELLEUM** (Eröffnung: 2023) auf knapp 670 qm² Anwendung finden. Mit der Entwicklung des Naturwissenschaftlichen Campus HELLEUM wird entlang der Bildungskette *Kita – Grundschule – Sekundarschule – Berufsbildung und außerschulisch* ein einheitliches Konzept von mathematisch, naturwissenschaftlich-technischer Bildung im Kontext von Lernwerkstattarbeit umgesetzt. Die Förderung von handwerklichen und technischen Begabungen stellt dabei ein besonderes Alleinstellungsmerkmal des neuen Campus dar.



Eine Grundschulklasse im Workshop „Mathematicken“.

Aktuell wird an der nachhaltigen Verfestigung des HELLEUM an der Alice Salomon Hochschule Berlin und im Bezirk als Vorbild für den gelebten Transfer von Wissenschaft, Forschung und Berufsfeld gearbeitet.

Literatur

- Wagenschein, M. (2009): Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge. Das Wagenschein-Studienbuch. 4. Auflage. Bern: hep der Bildungsverlag
- Wedekind H., Theisselmann O., Haas H. (2020): „Experimentieren zu Hause“ – zu Zeiten von Corona. In: Grundschule aktuell. Zeitschrift des Grundschulverbandes (Hrsg.). Heft 152/2020. Seite 26-28.

Olga Theisselmann, Anke Renger,
Corinna Schmude



https://www.schuelerlabor-atlas.de/schuelerlabore/Kinderforscherzentrum_HELLEUM

Auch Tauflieden haben ein Herz und wir können erstaunlich viel darüber von ihnen lernen

Es mag auf den ersten Blick schwer zu glauben sein. Tatsache ist aber, dass kaum ein Lebewesen auf unserem Planeten so gründlich erforscht ist, wie die Schwarzbäuchige Taufliede *Drosophila melanogaster*. Die Gründe hierfür sind sicherlich vielfältig, ein wesentlicher liegt aber darin, dass sie seit der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts als Modellorganismus das Lieblingsobjekt vieler Genetiker war und auch bis heute geblieben ist. Entscheidende Punkte, die in diesem Zusammenhang für die Tauflieden sprechen, sind ein übersichtlicher genetischer Bauplan (die Tiere verfügen über lediglich vier Chromosomenpaare), eine unkomplizierte und kostengünstige Haltung, eine vergleichsweise einfache genetische Manipulierbarkeit und schließlich die Tatsache, dass rund 70% aller krankheitsrelevanten humanen Gene in *Drosophila* konserviert sind und dementsprechend stellvertretend für die menschlichen Gene untersucht werden können.

Seit einigen Jahren wird das kleine Fluginsekt mehr und mehr auch als wichtiges Modell für die Erforschung von humanen Herzkrankheiten erkannt. Hierfür gibt es gute Gründe: Einerseits besteht zwischen ihm und uns Menschen trotz eines gehörigen evolutionären Abstandes eine große Übereinstimmung bezüglich der Faktoren, die für die Entstehung des Herzens während der Embryonalphase relevant sind. Andererseits findet man entsprechende Ähnlichkeiten auch im bereits vollständig gebildeten, funktionellen Herz (Quian & Bodmer 2012, Ugur et al. 2016). Darüber hinaus ermöglicht die konstant voranschreitende Methodenentwicklung mittlerweile, den Herzschlag der Fliegen exakt zu erfassen und herzrelevante Parameter wie Frequenz, Rhythmizität, systolisches bzw. diastolisches Intervall oder auch die Kontraktionskraft zu bestimmen (Fink et al. 2009; Ocorr et al. 2009). Nun kann man entsprechende Analysen nicht nur in gesunden, wildtypischen Fliegen durchführen, sondern auch in Tieren, in denen man zuvor einen bestimmten Faktor genetisch verändert, verstärkt produziert oder ausgeschaltet hat. Führt die entsprechende Veränderung zu einer Beeinflussung der gemessenen Herzparameter, also zu einem „Phänotyp“, hat man möglicherweise einen neuen Faktor oder einen neuen Signalweg identifiziert, der für die normale Herzfunktion, bzw. die Herzphysiologie relevant ist. Besonders spannend wird es, wenn es sich

dabei um einen Faktor handelt, der auch im Menschen vorkommt und hier ggf. eine ähnlich wichtige Funktion ausübt.

Das *Drosophila* Herz

Das embryonale Herz von *Drosophila* wird als röhrenförmiges Organ gebildet, das entlang der dorsalen Mittellinie des Embryos von vorn nach hinten verläuft. Auf zellulärer Ebene besteht es aus lediglich zwei Zelltypen: den Kardioblasten (Abb. 1, Cardioblasts), aus denen später der kontraktile Herzschlauch entsteht, und den Perikardzellen (Abb. 1, Pericardial cells), dem Herzschlauch eng anliegende Zellen, die verschiedene Funktionen erfüllen. Unter anderem dienen die zu Nephrozyten differenzierten Perikardzellen als Filtereinheit für das „Blut“ der Insekten und entfernen Giftstoffe aus der als Hämolymphe bezeichneten Körperflüssigkeit der Tiere (Das et al. 2008). In diesem Zusammenhang besteht eine hohe Analogie zur Funktion der Niere in Wirbeltieren. Der vordere Bereich des Herzrohres wird von der sogenannten Ringdrüse (Abb. 1, Lymph gland) umgeben, die für die Produktion und Abgabe verschiedener Hormone verantwortlich ist. Morphologisch kann das *Drosophila* Herz in drei Bereiche eingeteilt werden: Die anteriore Aorta, das Vorderherz und den Ventrikel, wobei die beiden zuerst genannten häufig zusammengefasst als Aorta bezeichnet werden (Lehmacher et al. 2012). Im Ventrikel entwickeln sich sechs

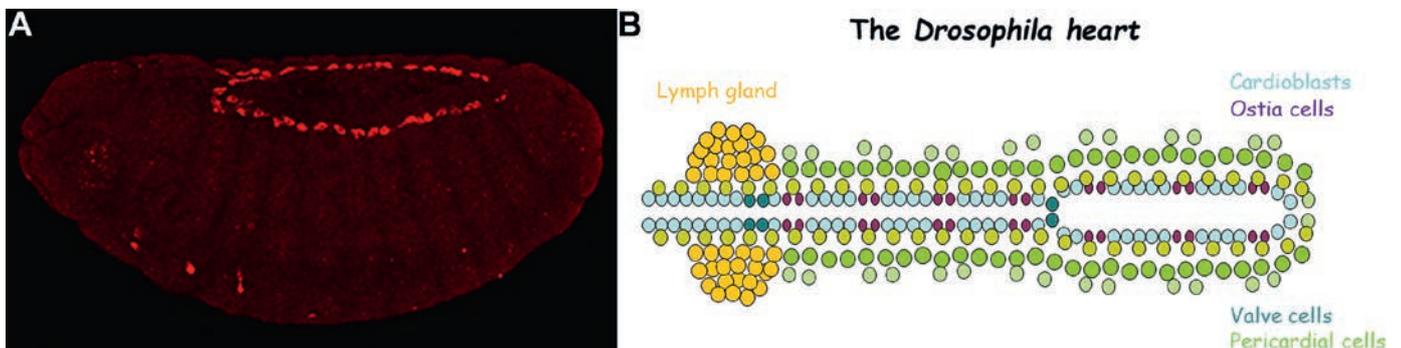
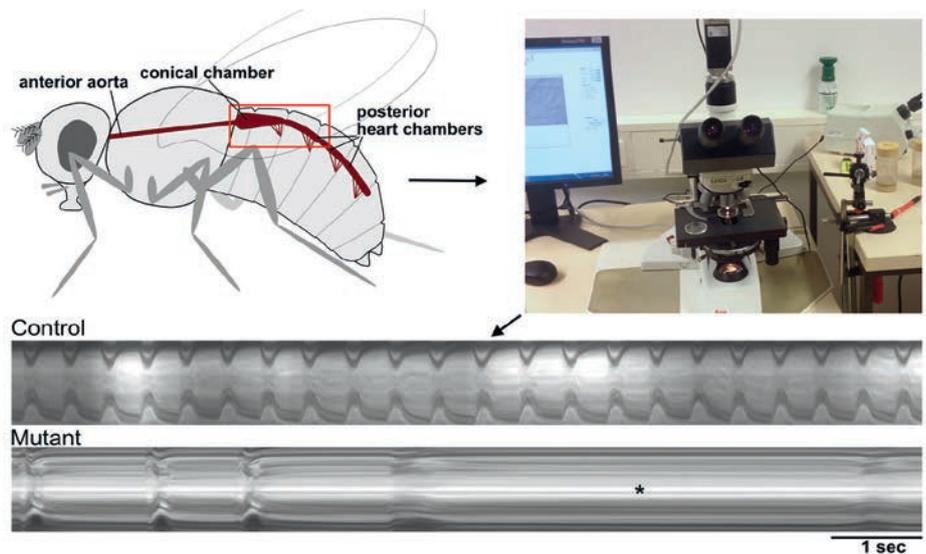


Abb. 1: A, Dargestellt ist eine fluoreszenzmikroskopische Aufnahme eines *Drosophila melanogaster* Embryos, bei dem bestimmte Herz-zellen (hier: **Perikardzellen**) durch Antikörper sichtbar gemacht wurden. Man erkennt deutlich zwei Reihen von Zellen, die im Verlauf der Entwicklung immer weiter aufeinander zuwandern, um schließlich nach dem sogenannten Dorsalschluss das Herzrohr zu bilden.

B, Schematische Darstellung der im *Drosophila* Herzen vorkommenden Zelltypen.

Quelle: Heiko Harten



Paar Kardioblasten zu Ostienzellen (Abb. 1, ostia cells), die im funktionellen Herzen die Einströmöffnungen für die Hämolymphe darstellen (Gajewski et al. 2000; Molina & Cripps 2001, Lehmacher et al. 2012). Darüber hinaus verfügt das Herz über Klappezellen (Abb. 1, valve cells), die einen gerichteten Transport der Hämolymphe gewährleisten (Lammers et al. 2017). Zum Ende der Embryogenese hin beginnen die Kardiomyozyten sich synchron in peristaltischen Wellen zu kontrahieren, was einen gerichteten Transport der Hämolymphe durch das Herz in die Körperhöhle zur Folge hat. Wenige Stunden nach Einsetzen des Herzschlages schlüpft das erste Larvenstadium von *Drosophila melanogaster*.

Taufliegen als Modell zur Erforschung humaner Herzerkrankungen

Wie bereits erwähnt, weisen das Herz der Fliege und das menschliche Herz nicht nur erhebliche Ähnlichkeiten bezüglich der Organogenese, sondern auch bezüglich der Funktionsweise auf. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Fähigkeit der Herzmuskeln, auf gezielte Stimuli hin zu kontrahieren, in beiden Organismen auf sehr ähnliche Art und Weise realisiert. Die entsprechende mechanistische Grundlage stellt eine entscheidende Voraussetzung für das Überleben höherer Organismen dar und basiert auf gut charakterisierten molekularen Prozessen, wobei die Ca^{2+} -Konzentration innerhalb der Muskelzellen als ein entscheidender Parameter fungiert. Reguliert wird diese Konzentration sowohl im menschlichen Herzen wie auch in *Drosophila* in erheblichem Maße durch die Aktivität der Calciumpumpe des sarkoplasmatischen und endoplasmatischen Retikulums, SERCA, die Ca^{2+} aus dem Zytosol der Muskeln aktiv in ein entsprechendes Speicherorganell, das sarkoplasmatische Retikulum, transportiert und damit die Relaxationsphase des Herzmuskels einleitet. Dementsprechend ist eine exakte Regulation der SERCA-Aktivität von essentieller Bedeutung für die Funktionalität des Muskelgewebes. Aufgrund dieser ho-

hen Relevanz haben sich bereits zahlreiche Studien damit befasst, die exakte Funktion von SERCA im Zusammenhang mit Krankheiten der Herz-, bzw. der Skelettmuskulatur zu verstehen. Ein Ergebnis entsprechender Studien ist der Befund, dass die Menge sowie die Aktivität von SERCA sowohl im Alter, als auch unter pathophysiologischen Bedingungen, wie beispielsweise Herzinsuffizienz oder progressiver Muskeldystrophie, deutlich reduziert sind. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass eine Erhöhung der SERCA-Aktivität entsprechende Symptomatiken signifikant verbessert, was einen weiteren Beleg für die hohe Relevanz, die SERCA für die Muskelphysiologie hat, darstellt. Darüber hinaus unterstreichen diese Daten die therapeutische Bedeutung, die der Möglichkeit einer gezielten Beeinflussung der SERCA-Aktivität zukommt (Gehrig et al. 2012; Periasamy & Kalyanasundaram 2007).

Grundvoraussetzung für den Einsatz entsprechender Therapien ist zunächst die Kenntnis aller Faktoren, die regulativ auf SERCA einwirken. In diesem Zusammenhang hat sich die Taufolie *Drosophila melanogaster* als wertvolles Modellsystem erwiesen, anhand dessen genauer untersucht werden konnte, wie die Aktivität von SERCA durch bestimmte Peptide (Sarcolambane, SclA, SclB) reguliert wird. Offenbar binden diese Peptide sehr spezifisch an das Enzym und reduzieren dadurch seine Aktivität. Diese Art der Regulation stellt einen physiologisch hochrelevanten Mechanismus dar, der im menschlichen Herzen auf nahezu identische Art und Weise vorkommt. Humane Herzen, bei denen diese Peptide fehlen, weisen erhebliche Beeinträchtigungen des Ca^{2+} -Transportes und dementsprechend deutliche Herzrhythmusstörungen auf (Minamisawa

Abb. 2: A, Schematische Abbildung des *Drosophila* Herzens im adulten Tier. Der analysierbare Bereich des Herzens ist markiert (roter Kasten). B, Experimenteller Aufbau der Hochgeschwindigkeits-videoanalyse Hardware. C, Visualisierung des *Drosophila* Herzschlages. Während das Kontrollherz (control) sehr regelmäßig schlägt, zeigt das Herz einer Mutante, bei der eine erhöhte Menge der Peptidase Neprilysin 4 vorkommt, eine ausgeprägte Arrhythmie (Sternchen).

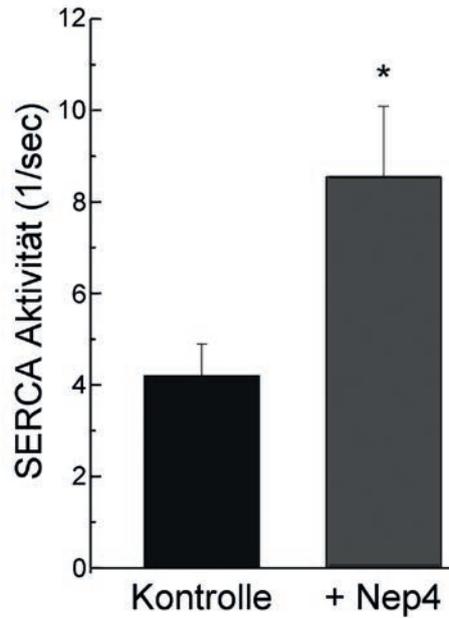
Quelle: Heiko Harten

Das Herz der Fliege und das menschliche Herz weisen nicht nur erhebliche Ähnlichkeiten bezüglich der Organogenese, sondern auch bezüglich der Funktionsweise auf.



Abb. 3: Analyse der SERCA-Aktivität in wildtypischen Tieren und in Nep4 Überexpressions-Mutanten. Verglichen mit wildtypischen Tieren (Kontrolle) ist die SERCA-Aktivität in Nep4-Überexpressions-Mutanten um den Faktor 2 erhöht.

Quelle: Heiko Harten



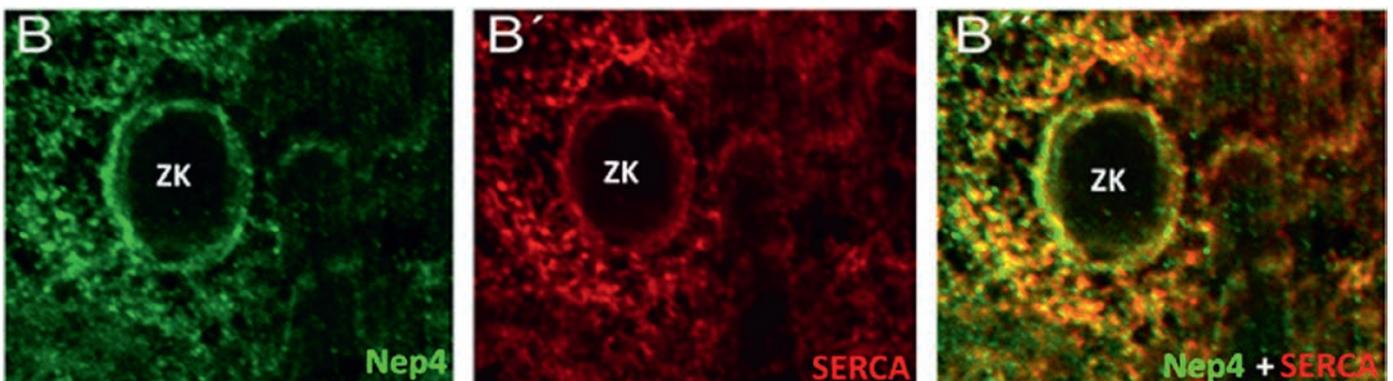
Zusätzlich war in den entsprechenden Nep4 Überexpressions-Mutanten die SERCA-Aktivität in erheblichem Maße erhöht, was mit hoher Wahrscheinlichkeit die Ursache für die auftretende Arrhythmie des Herzens ist (Abb. 3).

In weiterführenden Untersuchungen konnten wir zeigen, dass Nep4 die SERCA regulativen Sarcolamban Peptide tatsächlich spaltet und damit inaktiviert. Darüber hinaus fanden wir in fluoreszenzmikroskopischen Untersuchungen, dass SERCA und Nep4 eine annähernd identische Lokalisation in Muskelzellen aufweisen und hier auch physisch miteinander interagieren, was einen weiteren deutlichen Hinweis auf einen funktionellen Zusammenhang zwischen den beiden Enzymen darstellt (Abb. 4).

Die von uns als neuen Regulator der SERCA Aktivität identifizierten Neprilysine stellen eine Familie von hochkonservierten Peptidasen dar, die aufgrund ihrer vielfältigen Substrate bereits als mitverantwortlich für zahlreiche humane Krankheiten, wie beispielsweise Bluthochdruck, Analgesie, Krebs oder auch Alzheimer gelten (Turner et al. 2001). Bislang wurden Neprilysine aber nicht mit Erkrankungen des Herzens, bzw. mit der Regulation von SERCA in Verbindung gebracht. Unsere in der Taufliege erhobenen Daten zeigen eindeutig, dass eine wesentliche Funktion von Nep4 darin besteht, SERCA-bindende Peptide zu spalten, um deren inhibierende Wirkung zu beenden und die Maximalaktivität von SERCA wiederherzustellen. Die von uns erzeugte artifizielle Erhöhung der Nep4-Aktivität führt demnach zu einer verstärkten Spaltung der Peptide, was wiederum die gesteigerte SERCA-Aktivität bedingt. Demzufolge stellt Nep4 einen bislang unbekanntem, entscheidenden

et al. 1999). Ein identischer Phänotyp wurde auch im *Drosophila* Herzen beobachtet, wenn die entsprechenden Peptide fehlten (Magny et al. 2013). Zusätzlich zu ihrer Identifizierung konnte in *Drosophila* erstmalig untersucht werden, auf welche Art und Weise die Menge der Peptide reguliert wird und wie sie wieder von SERCA getrennt werden, was zwingend notwendig ist, um die Aktivität der ATPase zu Beginn der Relaxationsphase wieder zu erhöhen. In diesem Zusammenhang konnten wir in meiner Gruppe ein bestimmtes Enzym, die Peptidase Neprilysin 4 (Nep4), als entscheidenden Faktor bestimmen. Mit Hilfe von Hochgeschwindigkeits-Videoanalysen des *Drosophila* Herzens war es uns möglich zu zeigen, dass eine verstärkte herzspezifische Produktion dieses Enzyms erhebliche Herzrhythmus-Störungen hervorruft (Abb. 2), also denselben Phänotyp, der auch durch ein Fehlen der SERCA regulierenden Scl-Peptide ausgelöst wird. Dieser funktionelle Zusammenhang deutet auf das Vorhandensein einer Enzym-Substrat Beziehung zwischen Peptiden und Peptidase hin.

Abb. 4: Immunlokalisation von SERCA und Neprilysin 4 in Muskelzellen von *Drosophila*. SERCA (B') kolokalisiert mit Neprilysin 4 (Nep4, B) in eng definierten Bereichen des sarkoplasmatischen Retikulums. (B'') Überlagerung von B + B'. ZK = Zellkern. (Panz et al. 2012).
Quelle: Heiko Harten



Faktor für die Regulation der SERCA-Aktivität dar, der von essentieller Bedeutung für die Funktionalität von Muskeln in gesundem, wie auch in krankhaft verändertem Gewebe sein kann. Weitere Untersuchungen müssen nun klären, inwieweit die in *Drosophila* gewonnenen Erkenntnisse eine Basis für die zukünftige Entwicklung neuartiger Therapien zur Behandlung entsprechender Krankheitsbilder des menschlichen Herzens darstellen können. Aufgrund der Tatsache, dass sowohl die entscheidenden Peptide als auch das Nephrylin und schließlich SERCA in sehr ähnlicher Form im Menschen vorkommen und hier auch annähernd identisch lokalisieren, kann von einem hohen wissenschaftlichen Interesse sowie von einem signifikanten medizinischen Nutzen der in der Taufleuge gewonnenen Daten ausgegangen werden. Um diese Annahme nun genauer zu überprüfen, arbeiten wir zurzeit mit dem Herz- und Diabeteszentrum NRW in Bad Oeynhausen zusammen, einem international führenden Zentrum zur Behandlung von Herz-, Kreislauf- und Diabeteserkrankungen. Im Verlauf dieser Kooperation werden wir detailliert untersuchen, inwieweit der in *Drosophila* identifizierte Mechanismus auch in humanen Herzen relevant ist. Erstaunlich, welchen Wert diese unscheinbaren Insekten für den Menschen doch haben können...

Dr. Heiko Harten
Abteilung Zoologie
Fachbereich Biologie/Chemie
Universität Osnabrück

Literatur

- Qian L. und Bodmer R. (2012). Probing the polygenic basis of cardiomyopathies in *Drosophila*. *J Cell Mol Med* 16, 972-7.
- Ugur B., Chen K. und Bellen H.J. (2016). *Drosophila* tools and assays for the study of human diseases. *Dis Model Mech* 9, 235-44.
- Fink M., Callol-Massot C., Chu A., Ruiz-Lozano P., Izpisua Belmonte J.C., Giles W., Bodmer R. und Ocorr K. (2009). A new method for detection and quantification of heartbeat parameters in *Drosophila*, zebrafish, and embryonic mouse hearts. *Biotechniques* 46, 101-13.
- Ocorr K., Fink M., Cammarato A., Bernstein S. und Bodmer R. (2009). Semi-automated Optical Heartbeat Analysis of small hearts. *J Vis Exp* 16, 1435.
- Das D., Aradhya R., Ashoka D. und Inamdar M. (2008). Post-embryonic pericardial cells of *Drosophila* are required for overcoming toxic stress but not for cardiac function or adult development. *Cell Tissue Res* 331, 565-70.
- Lehmacher C., Abeln B. und Paululat A. (2012). The ultrastructure of *Drosophila* heart cells. *Arthropod Struct Dev* 41, 459-74.
- Gajewski K., Choi C.Y., Kim Y. und Schulz R.A. (2000). Genetically distinct cardiac cells within the *Drosophila* heart. *Genesis* 28, 36-43.
- Molina M.R. und Cripps R.M. (2001). Ostia, the inflow tracts of the *Drosophila* heart, develop from a genetically distinct subset of cardiac cells. *Mech Dev* 109, 51-9.
- Lammers K., Abeln B., Husken M., Lehmacher C., Psathaki O.E., Alcorta E., Meyer H. und Paululat A. (2017). Formation and function of intracardiac valve cells in the *Drosophila* heart. *J Exp Biol* 220, 1852-1863.
- Gehrig S.M., van der Poel C., Sayer T.A., Schertzer J.D., Henstridge D.C., Church J.E., Lamon S., Russell A.P., Davies K.E., Febbraio M.A. und Lynch G.S. (2012). Hsp72 preserves muscle function and slows progression of severe muscular dystrophy. *Nature* 484, 394-8.
- Periasamy M. und Kalyanasundaram A. (2007). SERCA pump isoforms: their role in calcium transport and disease. *Muscle Nerve* 35, 430-42.
- Minamisawa S., Hoshijima M., Chu G., Ward C.A., Frank K., Gu Y., Martone M.E., Wang Y., Ross J.Jr., Kranias E.G., Giles W.R. und Chien K.R. (1999). Chronic phospholamban-sarcoplasmic reticulum calcium ATPase interaction is the critical calcium cycling defect in dilated cardiomyopathy. *Cell* 99, 313-22.
- Magny E.G., Pueyo J.I., Pearl F.M., Cespedes M.A., Niven J.E., Bishop S.A. und Couso J.P. (2013). Conserved regulation of cardiac calcium uptake by peptides encoded in small open reading frames. *Science* 341, 1116-20.
- Turner A.J., Isaac R.E. und Coates D. (2001). The nephrylin (NEP) family of zinc metalloendopeptidases: genomics and function. *Bioessays* 23, 261-9.

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V.
Geschäftsstelle
Tentenbrook 9
24229 Dänischenhagen
Tel.: 04349-7992971
office@lernortlabor.de
www.lernortlabor.de

REDAKTION

PD Dr. Knut Jahreis (V.i.S.d.P.)
Dr. Olaf J. Haupt
Dr. Corina Rohen
Babett Tauber
redaktion@lernortlabor.de

LAYOUT

Ulrike Heinichen, grafitypus

BEZUGSBEDINGUNGEN

Mitglieder von „LernortLabor – Bundesverband der Schülerlabore e.V.“ erhalten das Magazin 3x jährlich kostenlos.

ONLINE

www.lela-magazin.de

Aufnahme in elektronische Datenbanken, Mailboxen sowie sonstige Vervielfältigungen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers. Für unverlangt eingesendetes Text- und Bildmaterial wird keine Haftung übernommen. Die Autoren und Redakteure des *LeLa magazins* recherchieren und prüfen jeden Artikel sorgfältig auf seine inhaltliche Richtigkeit. Dennoch kann es passieren, dass sich Fehler in die Texte oder Bilder schleichen. Wir übernehmen daher keine Garantie für die Angaben.
ISSN 2196-0852

Wir sind uns der Bedeutung der gender-gerechten Sprache bewusst. Die in den Artikeln verwendeten verschiedenen generischen Formen entsprechen dabei nicht immer dem jeweiligen biologischen oder sozialen Geschlecht. Um den Lesefluss der Texte zu erleichtern, haben einige Autoren auf die traditionellen Schreibweisen zurückgegriffen.

Biozym - bewährte Lösungen für Ihr Schülerlabor



Laborgeräte wie z.B.

- PCR- und qPCR-Thermocycler
- Gelelektrophorese Kammern und Zubehör
- Gelfotosystem mit Blaulicht fürs Handy
- µl-Spektrophotometer (RNA/DNA/Protein)
- Lonza's FlashGel System mit Blaulichttisch und Kamera inkl. Fertiggelen, Farbstoffen und Ladepuffer
- Manuelle Pipetten
- Mini-Zentrifugen, Heizrührer, Vortexer u.v.m.

Biochemikalien wie z.B.

- Agarosen
- Fertig-Puffer zum einfachen Anmischen mit Wasser
- PCR-Mixe
- DNA-Marker fertig zur Anwendung
- Ungefährliche DNA-Farbstoffe

Verbrauchsmaterialien wie z.B.

- Pipettenspitzen
- PCR-Gefäße
- Mikrotiterplatten
- Farbige PCR Racks
- Farbige Kühlracks

Sie suchen geeignete Applikationen für das Schülerlabor oder möchten die praktische Umsetzung Ihres Experiments diskutieren? Sprechen Sie uns einfach an, wir beraten Sie gern.



Biozym
SCIENCE IS OUR BUSINESS
www.biozym.com

Biozym Scientific GmbH
Tel.: +49 5152 9020, Fax: +49 5152 2070
Mail: support@biozym.com

Biozym Biotech Trading GmbH
Tel.: +43 1 334 0156 0, Fax: +43 1 334 0156 88
Mail: support@biozym.com

