

Netzwerk GenaU

# SCHÜLERLABORE

an Forschungseinrichtungen, Hochschulen  
und Museen in Berlin und Brandenburg



**Experimente mit Herz**

Schülerlaborkurse rund ums Herz  
in Berlin-Brandenburg

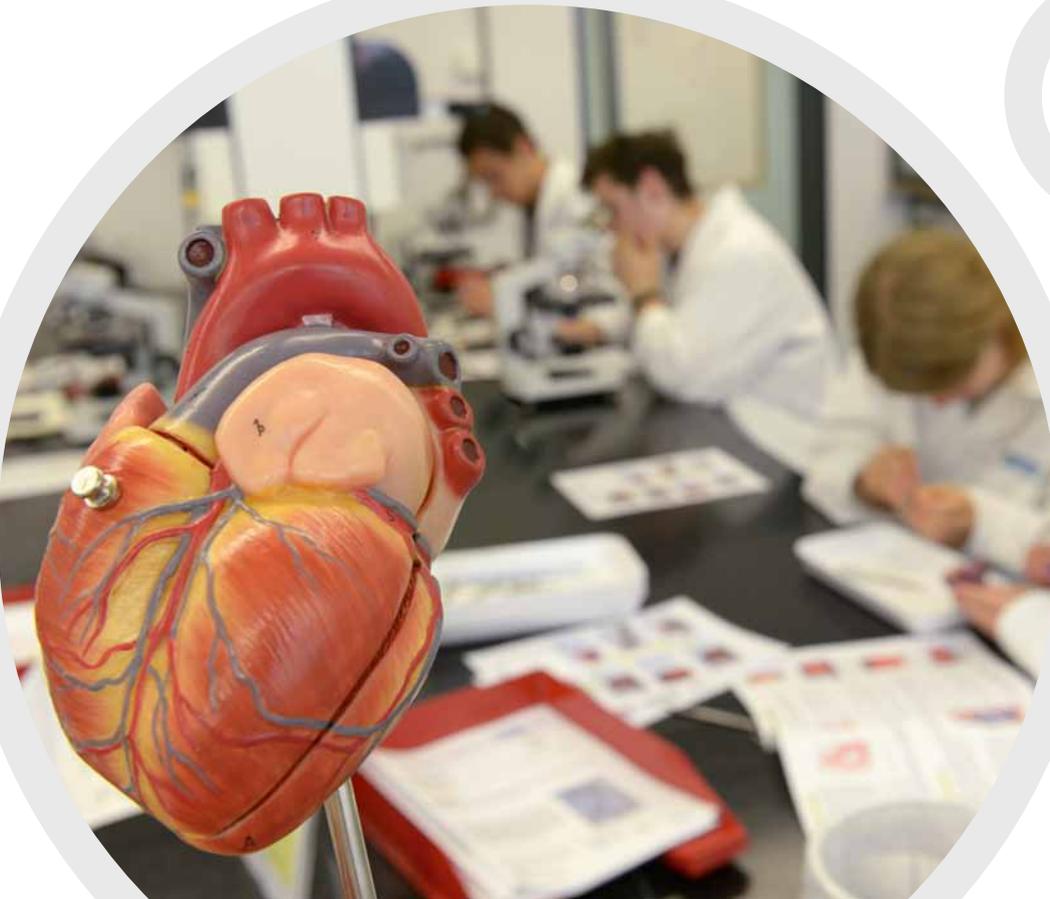


**G e n a U**

Gemeinsam für naturwissenschaftlich-  
technischen Unterricht

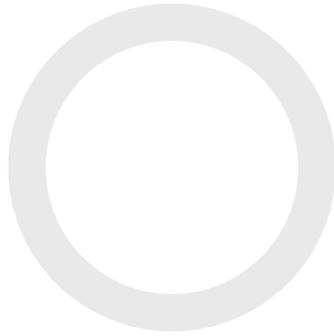


## Experimente mit Herz GenaU am Puls der Wissenschaft





# Grußwort



Gemeinsam mehr erreichen, das möchte das Schülerlabor-Netzwerk GenaU mit seinen 15 Mitgliedern und fünf Partnern in Berlin und Brandenburg. So entstand das bundesweit beispielhafte Kooperationsprojekt „Experimente mit Herz“. An diesem sind sechs Schülerlabore aus dem Netzwerk GenaU und drei führende Berliner Gesundheitsunternehmen beteiligt. Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II erleben dabei einen exklusiven Einblick in Wissenschaft und Forschung, lernen Unternehmen kennen und experimentieren selbst. Als Projekt zur Berufsorientierung der gemeinsamen Bildungs- und Wissenschaftsregion Berlin-Brandenburg hat „Experimente mit Herz“ Vorbildcharakter für ganz Deutschland.

Das Schülerlabor-Netzwerk GenaU ist ein Bindeglied zwischen Schule und Wissenschaft. Die Schülerlabore wecken Neugier und Lust auf Forschung und Technik. Sie regen die Fantasie von Schülerinnen und Schülern an. GenaU bezieht auch die Lehrkräfte der Schulen in seine Angebote ein. In Fortbildungen gewinnen sie Einblicke in aktuelle Forschung und Technologien sowie Erkenntnisse über das, was konkret in ihrer Region geforscht und entwickelt wird. So können sie aktuelles Wissen weitergeben und ihre Schülerinnen und Schüler bei der Berufs- und Studienorientierung gezielt unterstützen.

Das Projekt „Experimente mit Herz“ öffnet mithilfe der beteiligten Unternehmen Biotronik und Berlin Heart sowie des Deutschen Herzzentrums zudem Türen zu Berufen, die die Jugendlichen vorher vielleicht nicht mit den MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) in Verbindung gebracht haben. Es ist großartig, dass Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstitute sowie Unternehmen unserer Region diese Prozesse unterstützen und sich der Vermittlung von Naturwissenschaft und Technik sowie der Förderung des Nachwuchses verschrieben haben. Mit ihren Schülerlaborkursen und Betriebserkundungen bieten die Institutionen ein zusätzliches Themenfeld in den MINT-Fächern an.

Eine gute Investition in Zeiten des Fachkräftemangels, insbesondere in naturwissenschaftlichen Arbeitsfeldern und Ingenieurberufen.

Solche Angebote weiter auszubauen, stärker zu vernetzen und in Stadt und Land zu tragen ist unsere gemeinsame Aufgabe für die Zukunft.

*Sandra Scheeres*

Sandra Scheeres

Senatorin für Bildung, Jugend und  
Wissenschaft des Landes Berlin

*Günter Baaske*

Günter Baaske

Minister für Bildung, Jugend und Sport  
des Landes Brandenburg





Liebe Leserinnen, liebe Leser,

„Wann, wenn nicht jetzt? Wo, wenn nicht hier? Wer, wenn nicht wir?“, sagte John F. Kennedy. Dieser Zeitgeist ist es, der mich am Netzwerk GenaU begeistert. Seit fast zehn Jahren leisten die Schülerlabore gemeinsam Großartiges für die außerschulische MINT-Bildung in Berlin und Brandenburg.

„Gemeinsam für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht“ galt damals und noch heute. Das Engagement und der Enthusiasmus der Mitglieder, um das Beste trotz der relativ knappen finanziellen und zeitlichen Ressourcen zu gewinnen, beeindruckt mich immer wieder.

Zusammen kann man mehr bewirken. Die Mitglieder des Netzwerks bestärken sich durch den regelmäßigen Austausch gegenseitig und holen sich Rat untereinander. Die gemeinsame Sache – nämlich die nächste Generation für Naturwissenschaft und Technik zu begeistern – beflügelt sie zu neuen Projekten.

Eine Idee des Netzwerks war und ist es, etwas Gemeinsames zu schaffen. So wurden die Schülerlabore aktiv: Wann, wo, wer und wie – es galt, viele Fragen zu beantworten, Abläufe zu koordinieren und Inhalte zu planen. Im Ergebnis haben die Schülerlabore mit viel Einsatz „Experimente mit Herz“ geschaffen. In diesem bundesweit ein-

zigartigen Kooperationsprojekt entwickelten sechs Schülerlabore ein gemeinsames Programm und konnten drei renommierte Unternehmen von der Idee begeistern, mit ins Boot zu steigen. Dadurch wurde mehr erreicht, als es jeder Einzelne jemals gekonnt hätte.

Um maximalen Gewinn aus dieser Erfahrung ziehen zu können, wurde das Projekt in den letzten vier Jahren kontinuierlich evaluiert. Die Ergebnisse flossen in den Prozess zurück, hier und da musste nachgebessert werden. Der Lernprozess – mit allen Höhen und Tiefen – hat uns fit gemacht für die nächsten großen Ideen.

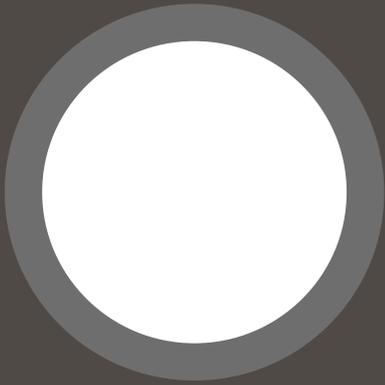
„Experimente mit Herz“ – im Titel steckt nicht nur das Thema des interdisziplinären und institutionsübergreifenden Angebots für Schulen, sondern tatsächlich unser „Herz“, unsere ganze Kraft und natürlich auch die Freude am Experimentieren, also daran, neue Ideen auszuprobieren und aus den Ergebnissen zu lernen. Da ist GenaU am Puls der Zeit, mit dem Finger an der neuesten Forschung.

Ermöglicht wurde das Kooperationsprojekt durch eine Förderung des Arbeitgeberverbands Gesamtmetall in der Initiative think ING. und der Technologiestiftung Berlin. Wir sagen Danke und hoffen, dass unsere vielfältigen Erfahrungen und Lernprozesse auch andere Initiativen oder Netzwerke dazu inspirieren, sich ein Herz zu fassen und gemeinsam Neues zu schaffen.

Gern stehen wir für einen fachlichen Austausch zur Verfügung.

Silke Vorst

Koordinatorin des Schülerlabor-Netzwerks GenaU



Seite

**9 Statements**

10 **Nachwuchs für den Technologiestandort Berlin-Brandenburg**

Dr. Dieter Müller | Technologiestiftung Berlin

12 **Wir sind das Herz der Wirtschaft!**

Wolfgang Gollub | Gesamtmetall

13 **Regionale Vernetzung – GenaU einen Schritt weiter**

Dr. Olaf J. Haupt | LernortLabor

**15 Das Schülerlabor-Netzwerk GenaU**

17 **Gemeinsam für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht**

19 **Netzwerkarbeit – regional und überregional**

20 **Finanzierung und Ressourcensicherung**

Silke Vorst | Schülerlabor-Netzwerk GenaU

**21 Experimente mit Herz**

22 **Von der Idee zum Kooperationsprojekt**

Norbert Schwarz | MicroLAB

24 **Aufbau der Projektwochen**

Silke Vorst | Schülerlabor-Netzwerk GenaU

25 **Die Standorte**



# Inhalt



## 31 Einblicke in die Praxis

- 32 **Enzymatische Bio-Brennstoffzellen – Zukunftsmusik für Herzschrittmacher**  
Dr. Anke Renger | Biologie trifft Technik
- 34 **Totenkopfschabe, Wasserfloh und Regenwurm – Wirbellosenevolution experimentell**  
Michaela Engel und Astrid Faber | Carl Zeiss Mikroskopierzentrum
- 36 **Die Zusammensetzung des Atems – Chemie im Herzprojekt**  
Josephine Hanisch und Dr. Olaf Gutschker | Unex
- 37 **Das elektrische Herz – offene Fragen und selbstständiges Recherchieren**  
Wiebke Musold, Johannes Schulz und Prof. Dr. Burkhard Priemer | UniLab Adlershof
- 39 **Der Herzkurs im Gläsernen Labor – eine Erfolgsgeschichte**  
Claudia Jacob | Gläsernes Labor
- 40 **Operation gelungen – Schülerinnen und Schüler legen Hand an**  
Frank Merkle | Deutsches Herzzentrum Berlin

## 41 Impressionen

- 42 **Vom Gläsernen Labor ins Deutsche Herzzentrum – Jugendliche berichten**  
Lina Below und Nis Keilhauer | Schülerin und Schüler der Kurt-Schwitters-Schule Berlin
- 44 **Nachhaltige Eindrücke – Interview mit begleitenden Lehrkräften**  
Interview mit Susanne Dotzer und Helga Fenz | Lehrerinnen am Robert-Havemann-Gymnasium Berlin
- 45 **Praktische Berufs- und Studienorientierung – ein Lehrerbericht**  
Frank Büttner | Lehrer am Hannah-Arendt-Gymnasium Berlin

## 47 Qualitätsentwicklung: Ergebnisse und Ausblick

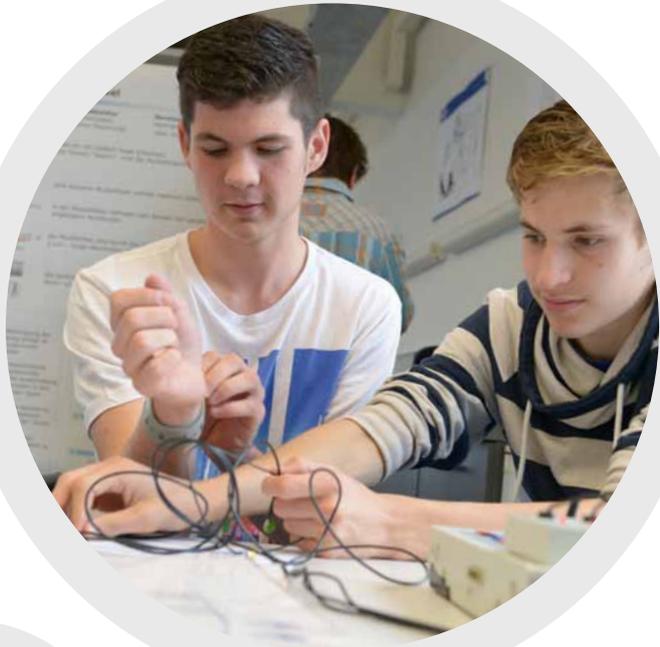
- 48 **Kooperationen für die Zukunft**  
Silke Vorst | Schülerlabor-Netzwerk GenaU

## 53 Impressum





## Statements



## Nachwuchs für den Technologiestandort Berlin-Brandenburg



Berlin hat in diesem Jahrzehnt eine positive Entwicklung im Bereich innovativer Wirtschaftszweige durchlaufen, die Zahl der Arbeitsstellen dort wuchs überproportional im Vergleich zur Gesamtwirtschaft in der Stadt, aber auch in Deutschland. Ebenfalls hat die Stadt im gesamtdeutschen Vergleich einen überproportional hohen Anteil von Unternehmen mit innovativen Produkten und Dienstleistungen. Das wissen wir aus eigenen Erhebungen und aus Studien Dritter.

Unmittelbare Folge daraus ist, dass die Region für ein weiteres Wachstum im Bereich der Spitzen- und Hochtechnologie Arbeitskräfte mit MINT-Hochschulausbildung und mit gewerblichen MINT-Ausbildungen benötigt. Um diese Kräfte besteht allerdings europaweit eine starke Konkurrenz.

Die Technologiestiftung Berlin hat den Satzungsauftrag, die Entwicklung der Region Berlin-Brandenburg zu einem bedeutenden Technologiestandort voranzutreiben. Auch die Förderung von Wissenschaft und Forschung sowie Bildung in Bezug auf innovative natur- und ingenieurwissenschaftliche Technologien gehört zu unseren Satzungszielen.

Den Zusammenhang dieser Zielsetzungen haben wir im ersten Report „Berlin-Brandenburg: Hier forscht die Jugend!“ unter der Überschrift „Nachwuchs für die High-Tech-Region“ hervorgehoben: „Das Engagement der Technologiestiftung Berlin fußt auf der Erkenntnis, dass die (...) Entwicklung von ausgewählten Technologiefeldern zu zukünftigen Motoren einer wirtschaftlichen Gesundung Berlins nur funktionieren kann, wenn sie von einer wissenschaftlich gebildeten Bevölkerung mitgetragen wird. Dies drückt sich zum einen durch Interesse und Akzeptanz für Wissenschaft und Technik aus (...), zum anderen auch durch eine entsprechende Wahl von Ausbildung oder Studium.“

Schülerlabore und andere außerschulische Lernorte arbeiten an dieser Schnittstelle. Im Sinne einer Hands-on-Pädagogik ermöglichen sie Kindern den Kontakt mit Naturwissenschaft und Technik, häufig schon in der Primarstufe oder sogar in der Vorschulphase. So werden Berührungängste in Bezug auf MINT-Themen deutlich verringert. Darüber hinaus bieten unsere außerschulischen Lernorte durch Lehrerfortbildungen einen Überblick über die Kompetenzen der Region in Wissenschaft und Technologie, den Lehrkräfte an ihre Schülerinnen und Schüler weitergeben können.

Wichtig war für die Technologiestiftung dabei, keine isolierten Projekte zu entwickeln, die nach der Förderung verschwinden, sondern längs der Bildungsbiografie verlässliche, ineinander verschränkte und vernetzte Angebote aufzubauen. Nur so kann das bei Kindern einmal geweckte Interesse für die MINT-Themen auch dauerhaft erhalten werden und daraus eine Grundlage für spätere Berufs- und Studienentscheidungen entstehen.

Auch die berufliche Bildung stand bei der Entwicklung und Auswahl unserer Förderprojekte früh im Fokus: Im bundesweit ersten Schülerlabor-Netzwerk „Life Science in die Schulen“ war das Berufsbildungszentrum Chemie des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) Nordost einer von vier Projektpartnern. (Das Projekt ist später im GenaU-Netzwerk aufgegangen.)

Die oben geschilderten Ziele können nur in gemeinsamem Handeln von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung umgesetzt werden. Mit GenaU ist die Basis für den Austausch und die Abstimmung dieser Partner geschaffen worden. Gleichzeitig haben sich das Netzwerk und seine Koordinationsstelle zum Ansprechpartner für Anfragen aller Art entwickelt und halten den Kontakt

zu anderen Institutionen, zum Beispiel zu LernortLabor, dem Bundesverband der Schülerlabore.

Die Außenwirkung von GenaU ist dabei über die Jahre deutlich gewachsen: Nahmen zum Start des Netzwerks im Jahr 2006 etwa 21.000 Teilnehmende die Angebote von acht Schülerlaboren wahr, waren es 2014 rund 44.000 Teilnehmende in 15 Laboren. Dass dabei von Anfang an auch Brandenburger Labore miteinbezogen waren, bildet die enge Verflechtung beider Bundesländer in wissenschaftlicher und ökonomischer Hinsicht ab und kommt so unseren Zielsetzungen entgegen. Dabei geht die Verbindung über die reine Mitgliedschaft hinaus: Das Projekt „Experimente mit Herz“ beispielsweise hat die Nachwuchsgewinnung für die Life Sciences und Gesundheitswirtschaft zum Ziel, die in beiden Bundesländern im Fokus der Innovationsförderung stehen. Dementsprechend wird das Projekt von Laboren und Unternehmen in Berlin und Brandenburg gemeinsam betrieben.

Die Zusammenarbeit über Ländergrenzen hinaus hat sich auch in den gemeinsamen Reports „Berlin-Brandenburg: Hier forscht die Jugend!“ gezeigt, die seit 2009 in zweijähriger Folge publiziert wurden. Diese haben erheblich zur Außenwahrnehmung der Schülerlabore beigetragen, daneben aber auch die Identifizierung mit gemeinsamen Zielen und Projekten katalysiert. Neben der Vorstellung der Labore und einer Übersicht über alle MINT-Aktivitäten der Region wurden Themen wie Lehrerabordnungen oder Wirtschaftskooperationen beleuchtet, die aus den übergeordneten Zielen des Netzwerks resultieren.

Der Berliner Wissenschaftssenat hat kürzlich die engagierte und exzellente Arbeit des GenaU-Netzwerks in den vergangenen neun Jahren anerkannt, indem eine Förderung der Netzwerkkoordination für die Jahre 2016 und 2017 ausgesprochen wurde.



Damit wurde auch das Engagement der vielen Förderer und Unterstützer ausgezeichnet, die mit den Projekten und im Netzwerk einen Beitrag für die MINT-Bildung in der Region und damit für den Nachwuchs in Wissenschaft und Wirtschaft geleistet haben.

Durch das mit der Zuwendung des Senats ausgesprochene Vertrauen hat GenaU auch die Chance, neben der gemeinsamen Entwicklung neuer Inhalte weitere Herausforderungen anzugehen: Viele Labore arbeiten dauerhaft mit unsicheren Beschäftigungsverhältnissen. Die Verfügbarkeit der Angebote hängt damit von der kurzfristigen Verlängerung dieser Verträge ab, eine sichere Planung für Schulklassen ist so nicht möglich. Politik und Verwaltung hierfür zu sensibilisieren und eine bessere Absicherung der für die Region so wichtigen MINT-Angebote zu erreichen, wird in Zukunft Teil der Aufgaben von GenaU sein.



## Wir sind das Herz der Wirtschaft!



Der Arbeitgeberverband Gesamtmetall fördert im Rahmen seiner Initiative think ING. das Berlin-Brandenburger Schülerlabor-Netzwerk GenaU gemeinsam mit der Technologiestiftung Berlin seit vielen Jahren. Er unterstreicht mit seiner Unterstützung nachdrücklich die Bedeutung dieses Verbundes hervorragender außerschulischer Lernorte für eine qualitativ hochwertige MINT-Bildung in der Region. Für die Metall- und Elektroindustrie – mit 3,7 Millionen qualifizierten Arbeitsplätzen und rund 220.000 Auszubildenden das Herz der deutschen Wirtschaft – ist eine gute MINT-Schulbildung die unabdingbare Voraussetzung für die Gewinnung eines ausreichenden und gut qualifizierten sowie motivierten Nachwuchses für die naturwissenschaftlich-technischen Berufe und Studiengänge.

Angesichts der zunehmenden Vernetzung in der Entwicklung und Produktion innovativer Industrieprodukte ebenso wie in Wissenschaft und Forschung ist die Darstellung von Interdependenzen und Kooperationen innerhalb eines Themen- und Arbeitsfeldes eine entscheidende Grundlage für das Verständnis der modernen Wissenschaft und Arbeitswelt.

Mit „Experimente mit Herz“ hat das GenaU-Netzwerk an einem Themenfeld vorbildlich gezeigt, wie solche Zusammenhänge für die Schülerinnen und Schüler interessant, verständlich und didaktisch sinnvoll im Rahmen einer Kooperation verschiedener Labore darstellbar und praktisch erlebbar werden. Die positiven Erfahrungen sollten aufgegriffen werden und dazu anregen, weitere Themenfelder in dieser zeitgemäßen Form aufzubereiten und den Schulen anzubieten.

Dass in diesem Projekt nicht nur sechs Schülerlabore zusammenarbeiten, sondern auch zwei medizinisch-technische Unternehmen und eine

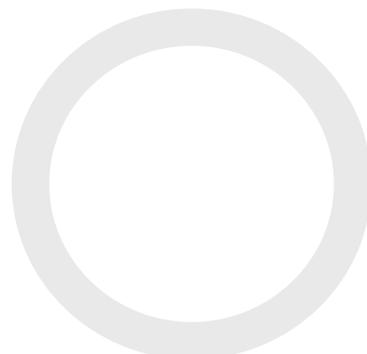
renommierte medizinische Einrichtung eingebunden sind, ist eine weitere Besonderheit, die den ganzheitlichen Ansatz ermöglicht. Den Schülerinnen und Schülern kann auf diese Weise eindrucksvoll vermittelt werden, wie naturwissenschaftliche Grundlagen, medizinische Forschung, Entwicklung und Produktion von Medizintechnik und Anwendung in der medizinischen Praxis zusammenhängen. Gleichzeitig lernen die jungen Menschen die mit den jeweiligen Bereichen verbundenen Berufsfelder kennen und erhalten Anregungen für die eigene Berufswahl. Auch diesbezüglich ist zu hoffen, dass das Projekt ein Vorbild für Kooperationen in anderen Themenfeldern wird.

Die erfolgreiche Umsetzung der „Experimente mit Herz“ ist auch ein überzeugender Beleg für die sinnvolle und wichtige Funktion des Labornetzwerks GenaU; ohne diese Koordinierungsstelle wäre eine solche anspruchsvolle Aufgabe mit neun Partnern kaum zu organisieren. Zu guter Letzt ist aber auch hervorzuheben, wie viel Herzblut alle Beteiligten in dieses Projekt haben einfließen lassen. Dafür gebührt ihnen unser besonderer Dank!



**GESAMT**METALL  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie

think  
**ING.**  
Die Initiative für  
Ingenieurwachstum



Dr. Olaf J. Haupt | LernortLabor

## Regionale Vernetzung – GenaU einen Schritt weiter

Am Anfang stand ein Schock: In den Jahren 1997/1998 sorgten die ersten Ergebnisse der TIMSS-Studie (Third International Mathematics and Science Study) für Betroffenheit bei Deutschlands Bildungspolitikern. Jetzt lag eines offen zutage: Die Kinder und Jugendlichen in der Wissenschafts- und Hochtechnologienation Deutschland erbrachten in Mathematik und in den Naturwissenschaften allenfalls noch durchschnittliche Leistungen. Diese Nachricht brachte sofort Bewegung in die Bildungslandschaft und neue Akteure traten auf den Plan: Außerschulische Initiativen setzten sich als Konsequenz dieses Weckrufs zum Ziel, das Bildungsangebot für Schülerinnen und Schüler zu erweitern. Die meisten dieser Angebote widmeten sich naturwissenschaftlichen und technischen Themen, die als besonders wichtig für die Zukunft des Wirtschaftsstandorts gesehen wurden.

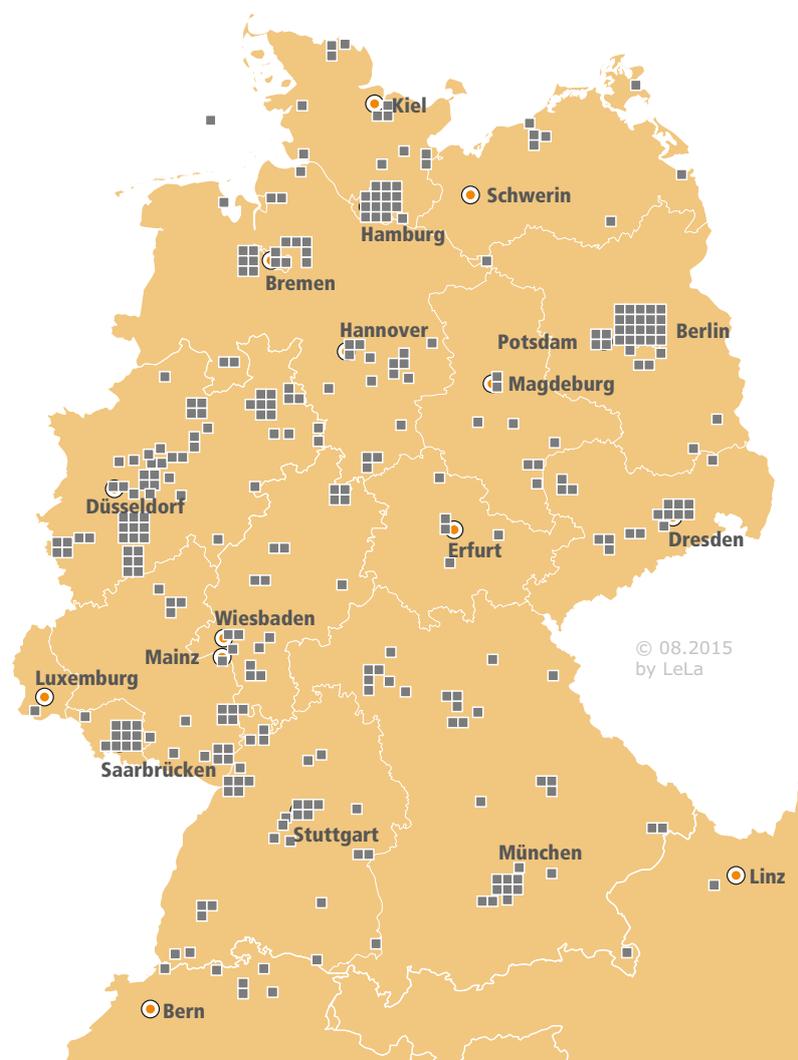
Ein erstes Zusammentreffen der Protagonisten im Jahr 2001 machte schnell klar: Eine Zusammenarbeit der Initiativen würde eine deutlich größere Wirkung entfalten. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) finanzierte ab 2004 LernortLabor in seiner ersten Ausprägung als Projekt am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) in Kiel. Seit 2010 ist LernortLabor ein von den Schülerlaboren bottom-up gegründeter eigenständiger Bundesverband. Ziel ist die Verbreitung und Weiterentwicklung der innovativen Lehr- und Lernkultur der Schülerlabore. LernortLabor ist die Schnittstelle in der Bildung und Nachwuchsförderung zwischen Schülerlaboren, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Aber die bundesweite Vernetzung ist nicht alles! Statt alleine zu agieren, erhöht es die Sichtbarkeit und Wirkung, wenn man sich auch regional vernetzt, Synergien nutzt und sich gemeinsam in der Bildungs- und Forschungslandschaft positioniert.

Einige Schülerlabore haben genau das getan; insbesondere in den Ballungsgebieten Deutschlands sind regionale Netzwerke entstanden. Hier sind die Wege kurz. Das erleichtert nicht nur die Zusammenarbeit, es schützt auch vor gegenseitiger Konkurrenz und erhöht insgesamt die Vielfalt der Angebote. Außerdem ist man zusammen wesentlich präsenter – auch außerhalb der Fachöffentlichkeit. Schließlich gilt es nicht nur, in der eigenen Institution oder beim Träger Akzeptanz und Unterstützung

zu finden und Lehrerinnen und Lehrer sowie Schülerinnen und Schüler für die eigenen Programme zu begeistern. Auch Sponsoren und öffentliche Geldgeber müssen angesprochen werden. Das funktioniert am besten, wenn die Labore mit einer starken Stimme und einem professionellen Auftritt punkten. Auf diesem Wege können die Schülerlabore langfristig im Bildungssystem fest verankert werden.

Indem die teilnehmenden Labore Ressourcen und Know-how gemeinsam nutzen, sind die zumeist knappen finanziellen, materiellen und personellen Mittel deutlich effektiver einsetzbar. Wie auf Netzwerktreffen und Tagungen häufig zu beobachten ist, entsteht dadurch zudem eine qualitative Weiterentwicklung und Verstetigung der Angebote.

Verteilung der Schülerlabore im deutschsprachigen Raum





Bestimmung der Konzentration von Natronlauge durch Titration

Eine fest installierte Koordinierungsstelle ist der Schlüssel zum Erfolg eines Netzwerks. Aus eben diesem Grund sicherte LernortLabor gemeinsam mit der Technologiestiftung Berlin und der Robert Bosch Stiftung die Anschubfinanzierung einer Koordinierungsstelle für GenaU bei dessen Gründung in 2006; denn die Verantwortlichen in den Laboren können diese zusätzliche Aufgabe in der Regel nicht neben ihrem Tagesgeschäft übernehmen.

Inzwischen arbeitet in Berlin und Brandenburg mit GenaU der erfolgreichste und einer der ältesten Schülerlabor-Verbünde bundesweit. Seine hauptamtliche Schnittstelle sammelt, bündelt und verteilt Informationen an die Mitglieder, koordiniert den Austausch und gemeinsame Tätigkeiten. Sie repräsentiert das Netzwerk und seine Mitglieder sowie Partner, ist für die Öffentlichkeitsarbeit zuständig und hält den Kontakt zur lokalen Bildungspolitik, Wirtschaft und zu den Verbänden.

Gemeinsam können regional vernetzte Labore auch gezielt an größeren Projekten inhaltlich arbeiten, was bundesweit vernetzten Laboren nur bedingt möglich ist. Mit dem Verbundprojekt „Experimente mit Herz“ haben die Mitgliedslabore von GenaU erstmalig gezeigt, wie das umgesetzt werden kann. Dieses Berlin-Brandenburger Erfolgskonzept sollte bundesweit kopiert werden.

Aktuell sind im bundesweiten Schülerlabor-Netzwerk von LernortLabor 315 Schülerlabore aktiv. Es ist damit das größte Netzwerk außerschulischer Initiativen im MINT-Bereich.

Weitere Infos unter:

**[www.lernortlabor.de](http://www.lernortlabor.de)** und **[www.schuelerlabor-atlas.de](http://www.schuelerlabor-atlas.de)**





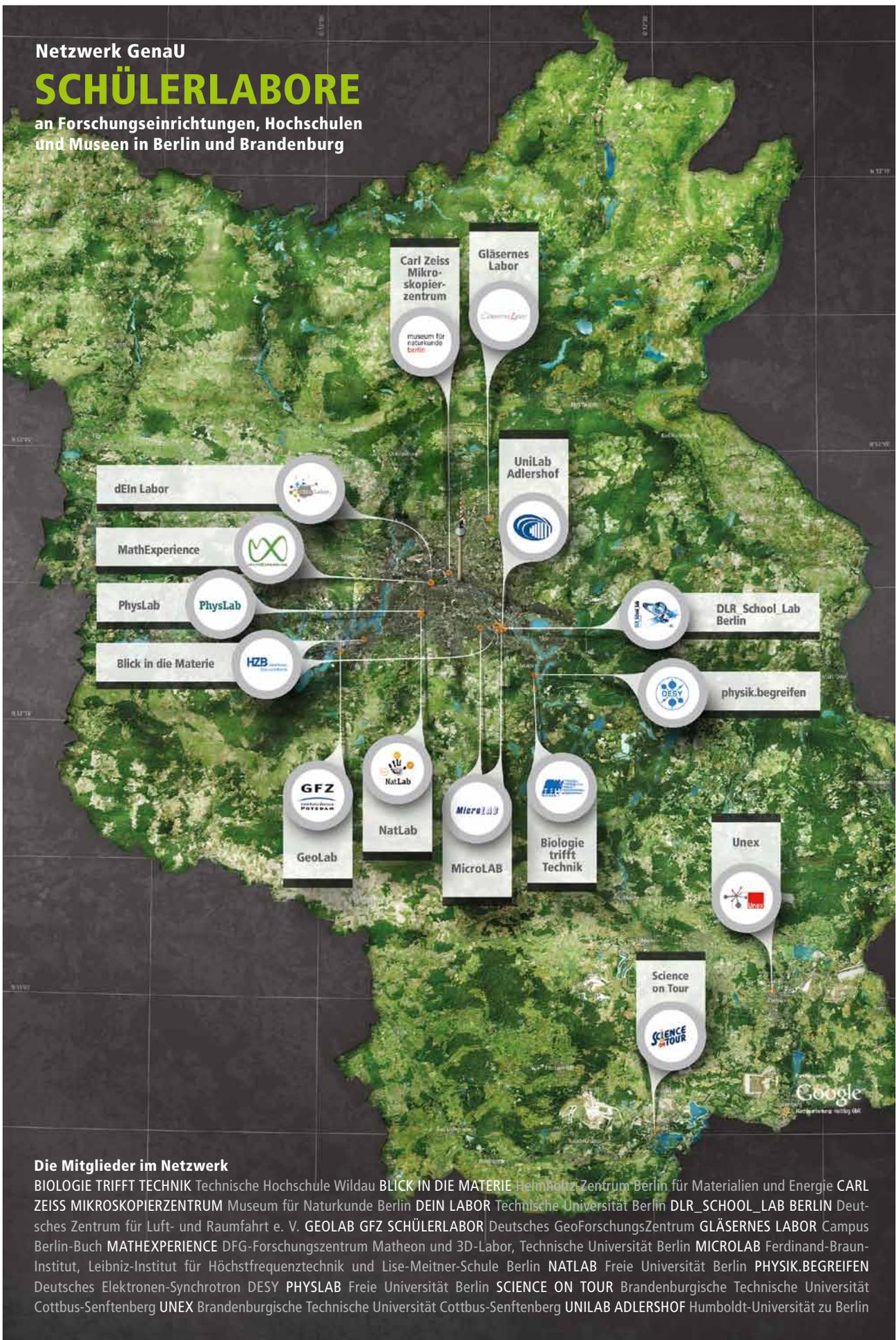
## **Das Schülerlabor- Netzwerk Genau**



Netzwerk Genau

# SCHÜLERLABORE

an Forschungseinrichtungen, Hochschulen  
und Museen in Berlin und Brandenburg



## Die Mitglieder im Netzwerk

**BIOLOGIE TRIFFT TECHNIK** Technische Hochschule Wildau **BLICK IN DIE MATERIE** Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie **CARL ZEISS MIKROSKOPIERZENTRUM** Museum für Naturkunde Berlin **DEIN LABOR** Technische Universität Berlin **DLR\_SCHOOL\_LAB BERLIN** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. **GEOLAB GFZ SCHÜLERLABOR** Deutsches Geoforschungszentrum **GLÄSERNES LABOR** Campus Berlin-Buch **MATHEXPERIENCE** DFG-Forschungszentrum Mathematik und 3D-Labor, Technische Universität Berlin **MICROLAB** Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik und Lise-Meitner-Schule Berlin **NATLAB** Freie Universität Berlin **PHYSIK.BEGREIFEN** Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY **PHYSLAB** Freie Universität Berlin **SCIENCE ON TOUR** Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg **UNEX** Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg **UNILAB ADLERSHOF** Humboldt-Universität zu Berlin

Silke Vorst | Schülerlabor-Netzwerk GenaU

## Gemeinsam für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht

„Gemeinsam für naturwissenschaftlich-technischen Unterricht“ – das war der Leitgedanke der acht Gründungsmitglieder des Schülerlabor-Netzwerks GenaU im Jahr 2006. Der Wunsch, sich zu vernetzen und die eigenen Ansätze und Methoden gemeinsam mit anderen zu reflektieren, hatte sie zusammengeführt und die Arbeit seither beflügelt. Eine Koordinationsstelle wurde zum Sprachrohr und übernahm dabei die Organisation, Repräsentanz und Interessensvertretung.

Die Zahl der Mitgliedslabore bei GenaU hat sich seit der Gründung auf mittlerweile 15 Labore nahezu verdoppelt. Einige dieser Labore wurden in der Gründungsphase maßgeblich durch die Expertise von GenaU unterstützt.

Neben den Mitgliedslaboren hat das Netzwerk starke Partner an seiner Seite: das Extavium, das Schülerlabor Geisteswissenschaften, das Orbital und das Science Center Spectrum. Im Juli 2013 kam das Kinderforscherzentrum Helleum hinzu. Diese Partner stehen dem Netzwerk in ihren Zielen sehr nahe und es gibt zum Teil enge Kooperationen.



Bundesweit gibt es über 300 Schülerlabore, die in ihrer Ausrichtung sehr heterogen sind. Auch die Schülerlabore des Netzwerks GenaU in Berlin und Brandenburg unterscheiden sich in ihrer Struktur, ihrer Methodik und ihren Zielgruppen. Je nach Mutterinstitution und Entstehungsgeschichte setzen

sie andere thematische Schwerpunkte, wählen unterschiedliche Herangehensweisen und sprechen verschiedene Zielgruppen an.

Gerade in dieser Heterogenität sowie dem damit verbundenen umfangreichen Erfahrungsschatz und Know-how liegen die Stärken des Netzwerks.

Tab. 1: Teilnehmerzahlen 2006 bis 2014

Jahr	Anzahl Schülerlabore im Netzwerk GenaU	Schüler und Schülerinnen in Experimentierkursen und AGs	Lehrkräfte zur Fortbildung	Studierende in Ausbildung
2014	15	44.076	665	736 (412*)
2013	16	47.541	810	776 (301*)
2012	16	43.023	1.235	721 (272*)
2011	16	37.673	500	945 (405*)
2010	15	33.182	1.200	764
2009	15	28.888	1.416	160
2008	13	24.888	774	156
2007	11	22.482	678	180
2006	8	20.854	804	141

Seit der Gründung des Netzwerks im Jahr 2006 hat sich die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die die Experimentierkurse und Arbeitsgemeinschaften der Schülerlabore nutzen, von 20.854 auf 44.076 mehr als verdoppelt.

\* davon Lehramt



Auffangen der Ausatemluft

Trotz aller Verschiedenheit verbinden die Labore im Netzwerk folgende Eigenschaften, die gleichsam als Definition und Mitgliedskriterien bei der Gründung des Netzwerks festgelegt wurden und noch immer gelten:

- Das Schülerlabor ermöglicht selbstständiges praktisches Experimentieren von Schülerinnen und Schülern im naturwissenschaftlichen Kontext.
- Es bietet regelmäßig Experimentierkurse für ganze Schulklassen beziehungsweise Oberstufenkurse an.
- Es ist an eine naturwissenschaftlich-technische Forschungseinrichtung oder eine Hochschule angebunden.

Die Schülerlabore möchten Begeisterung für die Naturwissenschaften wecken und ein wissenschafts- und technologieoffenes Klima in der Gesellschaft fördern. Neben der Breitenförderung ist auch die Förderung hochbegabter sowie besonders interessierter Schülerinnen und Schüler ein Ziel dieser außerschulischen Lernorte.

Auch die Stärkung der naturwissenschaftlich-technischen Lehrerbildung und -weiterbildung in der Region ist dem Netzwerk GenaU ein zentrales Anliegen. Durch die Unterstützung des naturwissenschaftlich-technischen Unterrichts werden positive Effekte auf Lehr- und Lernmotivation möglich. Eine jährlich stattfindende Tagung, die in Berlin und Brandenburg als Lehrerfortbildung anerkannt ist, bildet einen Höhepunkt der gemeinsamen Netzwerkarbeit.

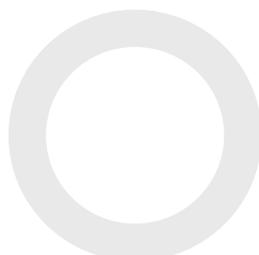


Die Ziele werden durch intensive Netzwerkarbeit erreicht. Die Schwerpunkte dabei sind:

- die Erhöhung des regionalen und überregionalen Bekanntheitsgrades der Mitglieder und ihrer Angebote,
- die Schaffung von Synergieeffekten durch effiziente Nutzung der Ressourcen und Erfahrungen der Mitglieder,
- die Stärkung der politischen und gesellschaftlichen Wirksamkeit außerschulischer Lernorte,
- die nachhaltige Sicherung und Erweiterung der Angebote der Schülerlabore,
- die Qualitätssicherung und Entwicklung von Zukunftskonzepten für die Schülerlabore.



Eine Dozentin erklärt den Unterschied zwischen Herzzellen und anderen Muskelzellen.



Silke Vorst | Schülerlabor-Netzwerk GenaU

## Netzwerkarbeit – regional und überregional

Der netzwerkinterne Erfahrungsaustausch und der Know-how-Transfer unterstützen die GenaU-Mitglieder darin, ihre Angebote zu verbessern und weiterzuentwickeln. Durch den regelmäßigen Kontakt untereinander ergeben sich vielfältige bilaterale Kooperationen.

Die Zusammenarbeit der Schülerlabore wird durch die Koordinationsstelle maßgeblich unterstützt. Neben der inhaltlichen Aufbereitung von Themen und der fachlichen Begleitung von netzwerkübergreifenden Projekten gehören zu den Aufgaben der Koordinationsstelle die Vorbereitung und Moderation der regelmäßigen Netzwerktreffen sowie die Abstimmung über Ziele und gemeinsame Initiativen mit den Netzwerkpartnern in Brandenburg und Berlin. Die Koordinationsstelle ist auch Anlaufpunkt für Anfragen von außen sowie ein Sprachrohr des Netzwerks. Durch die geleistete Presse- und Öffentlichkeitsarbeit ist die regionale, aber auch die überregionale Bekanntheit der Schülerlabore und ihrer Angebote seit 2006 nachweisbar gestiegen.

Die regelmäßige Netzwerkarbeit lässt sich in vier Arbeitsfelder untergliedern:

Gemeinsame  
Öffentlichkeitsarbeit

Erfahrungsaustausch  
und fachlicher Transfer

Inhaltliche Zusammenarbeit  
durch gemeinsame Projekte

Interessensvertretung  
und Politikberatung

Die Koordinationsstelle arbeitet auf überregionaler Ebene mit verschiedenen Organisationen zusammen, um den überregionalen Erfahrungsaustausch und Bekanntheitsgrad auszubauen. Hierzu gehören der Bundesverband der Schülerlabore LernortLabor (LeLa), das nationale Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC und Science on Stage. Über zahlreiche Beiträge zu (Fach-)Tagungen und Publikationen gibt das Netzwerk Impulse für andere Regionen und die bundesweite Vernetzung der Schülerlabore. Die Koordinationsstelle von GenaU arbeitet als aktives LeLa-Mitglied seit 2012 in der Arbeitsgemeinschaft „Qualitätsentwicklung“ mit und bringt dort ihre Erfahrungen



Schülerinnen untersuchen den Blutkreislauf einer Fauchschabe.

und Kompetenzen ein, um auf bundesweite Entwicklungen und Entscheidungen Einfluss zu nehmen. Darüber hinaus fand 2015 die 10. Jubiläumstagung von LeLa in Zusammenarbeit mit GenaU an der Technischen Universität Berlin statt und zeigte den 200 Besuchern die Vielfalt und den Reichtum der Laborangebote in der Region.

Im Jahr 2010 betrat das Netzwerk neues Terrain und entwickelte mit „Experimente mit Herz“ das bundesweit erste institutsübergreifende Gemeinschaftsprojekt von Schülerlaboren und Unternehmen. Sechs Schülerlabore und drei Unternehmen entwickelten gemeinsam ein inhaltlich abgestimmtes Programm für Projektwochen und sammelten bei der Umsetzung über mehrere Jahre umfangreiche Erfahrungen. Auch hier konnte GenaU seine Position als Vorreiter und Impulsgeber bestätigen. Diese Erfahrungen werden in der vorliegenden Broschüre vorgestellt.

## Finanzierung und Ressourcensicherung

Netzwerkarbeit ist sehr zeitaufwendig und das Zeitbudget der Schülerlabore eng. Eine gewinnbringende Koordination der gemeinsamen Aktionen und die konzertierte Umsetzung der Ziele sind ohne eine zentrale Koordinationsstelle auf Dauer nicht zu bewältigen.

Die im Netzwerk GenaU zusammengeschlossenen Labore der ersten Stunde konnten schnell starke Unterstützung finden: Die Technologiestiftung Berlin hat von Anfang an die Chancen einer Stärkung und Vernetzung der außerschulischen MINT-Akteure im Schülerlabor-Bereich erkannt und deutlich dazu beigetragen, dass sich mit dem Koordinationsbüro ein fester Bezugspunkt für die Labore etablieren konnte.

Daneben förderten LernortLabor durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und die Robert Bosch Stiftung finanziell die Entstehung der Koordinationsstelle. Durch die Bereitstellung von Räumlichkeiten und Infrastruktur hat sich die Freie Universität Berlin als weiterer fester Förderer eingebracht. Im Jahr 2008 übernahm der Arbeitgeberverband Gesamtmetall in der Initiative think ING. die auslaufende Förderung des Bundesministeriums und verhalf so, die Arbeit des Netzwerks über die Anfangsjahre hinaus zu verstetigen. Ab 2016 wird die Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft das Netzwerk GenaU und seine Koordination finanziell absichern.

Gemeinsam mit den Eigenleistungen der Mitglieder ist ein tragfähiges Konzept gewachsen, das die Akteure zusammenbringt und Impulse für Neuerungen setzt.

Die Schülerlabore des Netzwerks werden unterstützt durch Abordnungen von Lehrkräften des

Berliner Senats für Bildung, Jugend und Wissenschaft. Hier zählt GenaU die Koordination und Etablierung der Lehrerabordnungen zu einer seiner Kernaufgaben.

Weiterhin ist die Verstetigung der Stellen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aller Schülerlabore eine überaus wichtige Zielsetzung.

Daher liegt eine der Kernaufgaben der Netzwerkarbeit in der Interessensvertretung bei Politik und Verbänden. Diese kann ein Netzwerk sehr viel wirkungsvoller betreiben als eine einzelne Einrichtung. Im Mai 2007 und im März 2013 besuchte der Bildungsausschuss des Berliner Abgeordnetenhauses das NatLab, das PhysLab und das GenaU-Büro. Ein wichtiges Ergebnis war die Zusage der Senatsschulverwaltung, die Lehrerabordnungen an die Labore auszuweiten. Auch im Landtag Brandenburg war GenaU im Frühjahr 2014 bei der 52. Sitzung des Ausschusses für Bildung, Jugend und Sport als Redner zu Gast.

Außer diesen Aktivitäten akquiriert die Koordinationsstelle für das Netzwerk weitere Fördermittel. So gelang es dem Netzwerk Ende 2007, Gelder bei der Robert Bosch Stiftung für die Stärkung der Lehrerfortbildungen einzuwerben.

Neben den direkten finanziellen Erfolgen hat das Engagement des Netzwerks einen wichtigen Nebeneffekt: Es setzt ein wichtiges Signal in Richtung der Trägerinstitutionen der Schülerlabore. Die Universitäten und Forschungseinrichtungen sind es, die den größten Teil der Ressourcen für die Schülerlabore zur Verfügung stellen. Hier zeigt GenaU immer wieder, dass es sich lohnt, Schülerlabore auszubauen und dafür Personalstellen unbefristet anzulegen.

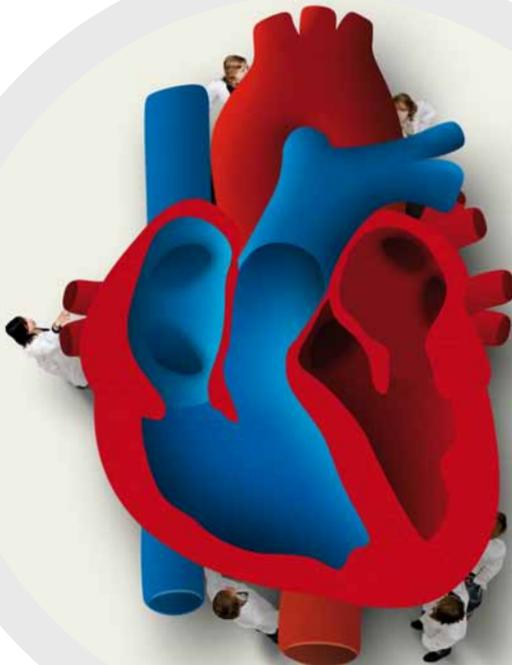


Robert Bosch Stiftung

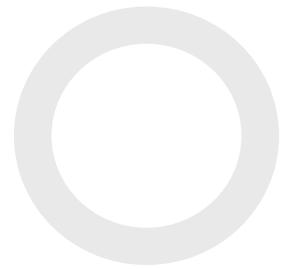




## Experimente mit Herz



## Von der Idee zum Kooperationsprojekt



Durch Elektromyografie wird die eigene Muskelaktivität sichtbar.

Bei den regelmäßigen Netzwerktreffen steht neben organisatorischen und administrativen Aspekten auch der Austausch zwischen den Netzwerkmitgliedern über fachliche und pädagogische Fragestellungen auf dem Programm. In diesem Forum reflektieren die beteiligten Schülerlabore ihre Angebote und verbessern diese gegebenenfalls. Hierbei entstand 2009 der Wunsch, an einem Thema gemeinsam fachübergreifend zu arbeiten und Synergieeffekte durch die Nutzung der spezifischen Kompetenzen der teilnehmenden Labore zu nutzen.

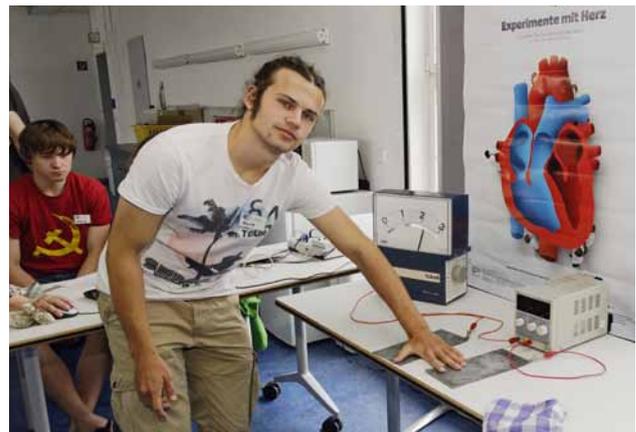
Aus vielen Diskussionen über inhaltliche Aspekte entstand die Idee, für ein ausgewähltes Thema ein gemeinsames Angebot zu entwickeln, das von mehreren Schülerlaboren getragen wird. Dabei sollte ein Thema unter Berücksichtigung der durch die Labore abgedeckten MINT-Fächer Chemie, Physik, Biologie, Biosystemtechnik und Mikrosystemtechnik fachübergreifend über mehrere verschiedene Laborbesuche verfolgt werden. Die Angebote sollten aufeinander abgestimmt sein beziehungsweise aufeinander aufbauen. Zusätzlich sollten Partner aus Forschung und Wissenschaft gewonnen und vor allem durch Betriebe ergänzt und optimiert werden.

Auf der Suche nach einem gemeinsamen fachübergreifenden Thema ergab sich nach mehreren Diskussionsrunden, dass ein Kooperationsprojekt aus dem Gesundheitscluster Berlin-Brandenburg optimal wäre. Das Gesundheitscluster ist von den fünf

vorhandenen<sup>1</sup> das wirtschaftlich erfolgreichste und beschäftigte zum Zeitpunkt der Diskussion laut Wirtschafts- und Arbeitsmarktbericht Berlin die meisten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Berlin und Brandenburg. Es verknüpft die Themenbereiche Biotechnologie, Biomedizin und medizinische Forschung.

Die Zielrichtung war also geklärt. Nun musste nur noch ein gemeinsames Thema gefunden werden. Als wesentliche Kriterien standen Interesse und Akzeptanz durch die Schülerinnen und Schüler sowie die Möglichkeit der Anknüpfung an Alltagserfahrungen im Vordergrund. Für die Schülerlabore sollte es möglich sein, insbesondere Inhalte aus der Biologie, Physik und Chemie zu verknüpfen, um der unterschiedlichen inhaltlichen Ausrichtung der Labore gerecht zu werden. Hier kristallisierte sich sehr bald das Thema Herz heraus, da es die genannten Kriterien sehr gut erfüllt.

Jeder Kooperationspartner des Projekts sollte das Thema „Herz“ unter anderen Gesichtspunkten und Fragestellungen beleuchten: aus biologischer, medizinischer und chemisch-physikalischer



Ein Schüler bestimmt den elektrischen Widerstand seines Körpers.

<sup>1</sup> In Berlin und Brandenburg wurden fünf länderübergreifende Cluster gebildet, welche jeweils ein Innovationsfeld abdecken: das Cluster Gesundheitswirtschaft, das Cluster Energietechnik, das Cluster Verkehr, Mobilität und Logistik, das Cluster Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), Medien und Kreativwirtschaft sowie das Cluster Optik.



Eine Gruppe im Simulations-Operationssaal des Deutschen Herzzentrums

Sicht. Da die Mikrosystemtechnik in der Medizintechnik eine bedeutende Rolle spielt, ergab sich auch hier ein fachlicher Schnittpunkt.

Zunächst fanden sich fünf Labore, die die Idee mit Leben füllen wollten: das Schülerlabor Biologie trifft Technik der Technischen Hochschule Wildau, das Gläserne Labor des Campus Berlin-Buch, das MicroLAB des Ferdinand-Braun-Instituts für Höchstfrequenztechnik und der Lise-Meitner-Schule Berlin, das Unex-Schülerlabor der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und das UniLab Adlershof. Später kamen das Carl Zeiss Mikroskopierzentrum des Museums für Naturkunde Berlin sowie in den Jahren 2010 bis 2011 das medilab der Technischen Universität Berlin hinzu.

Das Deutsche Herzzentrum Berlin sowie das Unternehmen Bio-tronik und später auch Berlin Heart konnten als externe Partner für eine Kooperation gewonnen werden.

Entstanden ist ein fächerübergreifendes und thematisch abgestimmtes Angebot für die Sekundarstufe II (Klassen 11-13). An mehreren aufeinander aufbauenden Projekttagen können

Schülerinnen und Schüler Experimente beispielsweise zur Funktionsweise des Herzens oder eines Herzschrittmachers durchführen. Vorträge zum Stand der Herzforschung und Betriebserkundungen runden das Programm ab.

Insbesondere der Bekanntheitsgrad des Themas und die Möglichkeit, an die unterschiedlichen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler anzuknüpfen, machen dieses Kooperationsangebot besonders attraktiv.

Weiterhin bietet es die Chance, den Übergang von den wissenschaftlichen Grundlagen zur Anwendung in Produkten sowie von fachwissenschaftlichen Inhalten zu (industriellen) Produktionsabläufen zu demonstrieren. Darüber hinaus kann der immer bedeutsamere Aspekt der Berufsorientierung durch den Einblick in bestimmte Berufsfelder einbezogen werden.



## Aufbau der Projektwochen



Mit „Experimente mit Herz – Schülerlaborkurse rund ums Herz in Berlin und Brandenburg“ bietet das Schülerlabor-Netzwerk GenaU Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II die einzigartige Möglichkeit, das Thema Herz bis zu eine Woche lang in verschiedenen Facetten zu untersuchen. Sechs Schülerlabore sowie drei namhafte Berliner Unternehmen arbeiten dabei inhaltlich zusammen.

Das Angebot umfasst aufeinander aufbauende und zusammenhängende Projektkurse zum Thema Herz mit verschiedenen Sichtweisen und Vertiefungspunkten sowie unterschiedlichen Methoden für Oberstufenschülerinnen und -schüler.

Je nach Ausrichtung der Forschungsfelder und Arbeitsschwerpunkte setzen die Kooperationspartner das Thema „Experimente mit Herz“ anders um. So gibt es beispielsweise Experimentierkurse zu biologischen und physikalischen Grundlagen des Herzens, zur Funktionsweise eines Herzschrillmachers oder zur Herstellung von Mikrochips für die entsprechende Technologie.

Die teilnehmenden Jugendlichen durchlaufen eine exklusive Projektwoche mit Vorträgen, Experimenten und Unternehmenserkundungen. Dabei gewinnen sie einen einmaligen sowie umfassenden Einblick in dieses komplexe Thema, der mit einem eintägigen Besuch in einem Schülerlabor nicht zu erreichen wäre.

Die Projektwochen finden in einem festgelegten Zeitraum von zwei Wochen vor den Sommerferien statt. In den Projektwochen bietet GenaU verschiedene „Experimente mit Herz“-Touren an. Es gibt Touren mit einer biologisch-medizinischen Ausrichtung oder einer physikalisch-chemischen und technischen Ausrichtung. Eine Tour besteht aus zwei bis fünf Projekttagen mit einem Kurs pro Tag. Ein Modul, d.h. ein Kurs in einem Labor, dauert vier Stunden. Diese finden überwiegend vormittags von 9 bis 13 Uhr oder auch nachmittags von 14 bis 18 Uhr statt.

Die Koordination der einzelnen Module ist nicht immer einfach und bedarf eines längeren Vorlaufs, da insbesondere die Schülerlabore gerade vor den Sommerferien schnell ausgebucht sind. Umfangreiche Abstimmungen und Koordination sind erforderlich, damit alle Tage einer Woche genutzt werden können.

Die Touren sind mit Ausnahme der Fahrtkosten kostenfrei und werden von den Schulen als Komplettpaket gebucht. Außerhalb des Kooperationsprojektes gibt es teilweise die Möglichkeit, die Kurse an den einzelnen Standorten individuell zu besuchen.

Da die Kurse in der Regel vormittags angeboten werden, stellt die Teilnahme für viele Schulen eine Hürde dar, da sowohl die begleitende Lehrkraft als auch die Schülerinnen und Schüler für mehrere aufeinander folgende Tage dem Unterricht fernbleiben. Für die Durchführung im Rahmen einer Projektwoche ist das Programm ideal nutzbar, sodass die Nachfrage groß ist und einzelne Touren oft schon wenige Stunden nach der Bekanntgabe über den GenaU-Newsletter und E-Mail-Verteiler vergeben sind. Seit Beginn des Projektes im Jahr 2011 wurden insgesamt 32 Touren angeboten. Insgesamt 830 Schülerinnen und Schüler und 22 Lehrkräfte nahmen an den einzelnen Kursen teil. Zusätzlich fand im Frühjahr 2012 eine Lehrerfortbildung zu dem Thema am Deutschen Herzzentrum mit 25 Personen statt.

## Die Standorte

Im Kooperationsprojekt „Experimente mit Herz“ bieten sechs Schülerlabore und drei Unternehmen gemeinsame Projektstage für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II an. Dieses Kapitel stellt die Standorte kurz vor. Einblicke in die Praxis werden im anschließenden Kapitel gegeben.

Tab. 2: Standortübersicht

Standort Schülerlabore	Adresse	Thema
Biologie trifft Technik Technische Hochschule Wildau	Hochschulring 1 15745 Wildau	Technische Biosensoren, Bio-Brennstoffzellen
Carl Zeiss Mikroskopierzentrum Museum für Naturkunde Berlin	Invalidenstraße 43 10115 Berlin-Mitte	Evolution der Blutkreisläufe
Gläsernes Labor Campus Berlin-Buch	Robert-Rössle-Straße 10 13125 Berlin-Buch	Aufbau und Funktion des Herzens
MicroLAB Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik und Lise-Meitner-Schule Berlin	Rudower Straße 184 12351 Berlin-Rudow	Mikrointegration von elektronischen Bauteilen
Unex Schülerlabor Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg	Konrad-Wachsmann-Allee 1 03046 Cottbus	Chemische Untersuchung der Atemluft, bildgebende Verfahren
UniLab Adlershof Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin	Newtonstraße 15 12489 Berlin-Adlershof	Elektrische Erregbarkeit von Zellen oder das Erregungsleitsystem des Herzens
Standort Unternehmen	Adresse	Thema
Deutsches Herzzentrum Berlin	Augustenburger Platz 1 13353 Berlin-Wedding	Herzoperation und Kunstherz
BIOTRONIK SE & Co. KG	Woermannkehe 1 12359 Berlin-Britz	Herzschritmacher und implantierbare Defibrillatoren
Berlin Heart GmbH	Wiesenweg 10 12247 Berlin-Lankwitz	Herzunterstützungssysteme

## Standorte Schülerlabore

### Biologie trifft Technik

Technische Hochschule Wildau



#### Über den Standort:

Technische Biosensoren können kleinste Probenmengen spezifisch in kurzer Zeit analysieren. Aber wie erfolgt die Weitergabe dieser Information beziehungsweise wie wird die nachgewiesene Bindung sichtbar gemacht? Eine Möglichkeit besteht darin, Biomoleküle beispielsweise an Elektroden zu koppeln. Welche Mechanismen dort ablaufen und wie man technische Biosensoren verwenden kann, erforschen die Jugendlichen im Schülerlabor.

#### Inhalte des Moduls:

Wie wäre es, wenn Herzschrittmacher zukünftig ihre Energie durch Biobrennstoffzellen direkt im Körper produzieren könnten? Mithilfe eines technischen Biosensors, der körpereigenen Glucose und der Redoxchemie lässt sich ausreichend Energie für einen Herzschrittmacher gewinnen. Im Labor erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, enzymatische Biobrennstoffzellen selbst herzustellen und ihre Funktion zu untersuchen. Sie lernen dabei klassische Methoden der Biowissenschaften und der Elektrochemie kennen.

[www.th-wildau.de/nawitex](http://www.th-wildau.de/nawitex)



### Carl Zeiss Mikroskopierzentrum

Museum für Naturkunde Berlin

museum für  
naturkunde  
berlin

#### Über den Standort:

Im Carl Zeiss Mikroskopierzentrum können Schulklassen die Funktionsweise eines Mikroskops kennenlernen sowie kleinere und größere Lebewesen aus Berliner Gewässern und Böden untersuchen. Dabei erlernen die Schülerinnen und Schüler ganz nebenbei auch die Methoden des wissenschaftlichen Forschens.

#### Inhalte des Moduls:

Der Kurs zeigt praxisnah ein Beispiel aus der Evolutionsforschung auf. Er behandelt die Evolution der Blutkreisläufe anhand von Beispielen der Wirbellosen. Im Kurs untersuchen Schülerinnen und Schüler Situspräparate vom Gemeinen Regenwurm und der Madagaskar-Fauchschaube sowie Lebendpräparate des Gemeinen Wasserfloh. Mithilfe von Informationsmaterial werden selbstständig Aufgabenstellungen zur Ähnlichkeit und Vielfalt biologischer Systeme bearbeitet.

[www.naturkundemuseum-berlin.de](http://www.naturkundemuseum-berlin.de)



**Gläsernes Labor**  
Campus Berlin-Buch

Gläsernes Labor

**Über den Standort:**

Im Gläsernen Labor experimentieren pro Jahr etwa 14.000 Schülerinnen und Schüler der Grund-, Mittel- und Oberstufe mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Campus Berlin-Buch. In fünf Laboren können verschiedene vierstündige Experimentierkurse im Bereich der Biologie, Chemie und Physik durchgeführt werden. Die Schülerkurse greifen die Schwerpunkte der Forschungsarbeiten auf dem Campus Berlin-Buch auf. Dabei handelt es sich um die Molekularbiologie, Neurobiologie, Herz- und Kreislaufforschung oder um den Einsatz von radioaktiver Strahlung in der Medizin.

**Inhalte des Moduls:**

An sechs unterschiedlichen Experimentierstationen erforschen die Jugendlichen beispielsweise die Anatomie des Herzens, den Aufbau von Gefäßsystemen oder zeichnen ihr eigenes EKG auf. Zum Schluss werden alle Ergebnisse von den Schülerinnen und Schülern präsentiert.

[www.glaesernes-labor.de](http://www.glaesernes-labor.de)



MicroLAB

**MicroLAB**

Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für  
Höchstfrequenztechnik und Lise-Meitner-Schule Berlin

**Über den Standort:**

Das MicroLAB ist eines der Schülerlabore der Lise-Meitner-Schule (Oberstufenzentrum für Chemie, Physik und Biologie). Die angebotenen Kurse aus dem Bereich der Mikrosystemtechnik werden in Kooperation mit dem Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik durchgeführt. Mikrochips befinden sich in jedem Handy und Computer. Wie solche winzigen Teile entstehen, erfahren die Schülerinnen und Schüler im MicroLAB.

**Inhalte des Moduls:**

Der Herzschrittmacher ist ein hervorragendes Beispiel für die rasante Entwicklung der Mikrointegration von elektronischen Bauteilen. Wie ist es möglich, elektronische Bauteile auf engstem Raum unterzubringen? Die Schülerinnen und Schüler führen typische für die Mikrointegration erforderliche Arbeitsschritte durch, wie die Entwicklung eines Layouts, die Erzeugung dünner Metallschichten und die fotolithografische Strukturierung. Alternativ kann eine elektronische Schaltung eines Herzschrittmachers in moderner oberflächenbasierter Technik (surface mounted device, SMD) aufgebaut werden.

[www.microlab-berlin.de](http://www.microlab-berlin.de)

## Unex Schülerlabor

Brandenburgische Technische  
Universität Cottbus-Senftenberg



### Über den Standort:

Im Cottbuser Schülerlabor können vielfältige Physik- und Chemieexperimente durchgeführt werden. Alle Termine werden individuell geplant, und fast alle Themengebiete können behandelt werden.

### Inhalte des Moduls:

Das menschliche Herz pumpt Blut und Sauerstoff in den Körperkreislauf. Das erkennt man an der Zusammensetzung der Ausatemluft. Der erste Teil des Kurses beschäftigt sich deshalb mit der Atemluft, die mit verschiedenen chemischen Methoden untersucht wird. Der weitere Verlauf des Moduls hängt dann von der noch zur Verfügung stehenden Zeit ab. Möglich sind beispielsweise Experimente zu bildgebenden Verfahren in der Medizin, wie Sonografie, Computer-Tomografie oder Magnetresonanztomografie.

[www.b-tu.de/unex](http://www.b-tu.de/unex)



## UniLab Adlershof

Didaktik der Physik, Humboldt-Universität zu Berlin

### Über den Standort:

Das UniLab der Humboldt-Universität zu Berlin am Standort Adlershof entwickelt und erprobt Lernangebote zu physikalischen, aber auch anderen naturwissenschaftlichen Inhalten. Rund 2.000 Schülerinnen und Schüler nutzen jährlich die Angebote des Schülerlabors. Darüber hinaus ist das UniLab zentraler Ort für die Aus- und Fortbildung von Lehrkräften im Fach Physik.

### Inhalte des Moduls:

Der Kurs beleuchtet die physikalischen Aspekte unseres Herzens, wie die elektrische Erregbarkeit von Zellen oder das Erregungsleitsystem des Herzens. In kleinen Gruppen untersuchen die Schülerinnen und Schüler eigenständig interessante Themengebiete. Dabei werden sie beim Experimentieren, Recherchieren und Diskutieren begleitet. Mit einem elektrischen Muskeltrainer können sie zum Beispiel die Verbindung von elektrischen Spannungen und Muskeltätigkeiten selbst erfahren.

[www.unilab-adlershof.de](http://www.unilab-adlershof.de)

## Standorte Unternehmen

### Berlin Heart GmbH



#### Über den Standort:

Was macht man, wenn das Herz krank ist? Im Fall der Herzinsuffizienz, das heißt einer verminderten Pumpfähigkeit des Herzens, können Herzunterstützungssysteme (oder Ventricular Assist Devices – VADs) die Pumpfunktion des Herzens kurz- oder langfristig übernehmen. Die Berlin Heart ist das einzige Unternehmen weltweit, das alle Bereiche der VAD-Anwendung für Patientinnen und Patienten jeden Alters und jeder Körpergröße abdeckt. Die Produkte werden in Berlin entwickelt, produziert und weltweit verschickt.

#### Inhalte des Moduls:

Die Schülerinnen und Schüler setzen sich zunächst mit dem Thema der Unterstützung des Herzens und möglicher Erkrankungen auseinander. Anschließend besichtigen sie die aufwendige Produktion in einem Reinraum. Sie können hier die einzelnen Arbeitsschritte für die Herstellung der Produkte nachvollziehen.

[www.berlinheart.de](http://www.berlinheart.de)

### BIOTRONIK SE & Co. KG



#### Über den Standort:

BIOTRONIK arbeitet bei der Entwicklung neuer Produkte und Technologien mit Ärztinnen und Ärzten sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zusammen. Das Unternehmen investiert in zahlreiche klinische Studien, um neue Möglichkeiten zur Therapie und Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen zu schaffen. Allein in der Unternehmenszentrale in Berlin ist ein Fünftel der Angestellten im Bereich Forschung und Entwicklung tätig.

#### Inhalte des Moduls:

Das Berliner Unternehmen bietet praktische Einblicke in Abläufe zur Entwicklung und Produktion von Herzschrittmachern. Die Schülerinnen und Schüler lernen darüber hinaus verschiedene Berufsfelder kennen.

[www.biotronik.de](http://www.biotronik.de)

### Deutsches Herzzentrum Berlin



#### Über den Standort:

Das Deutsche Herzzentrum Berlin ist eine Stiftung des bürgerlichen Rechts, die das öffentliche Gesundheitswesen sowie Wissenschaft und Forschung fördert. Das Ziel ist, auf dem Gebiet der Herzchirurgie und kardiologischen Medizin qualitativ herausragende Leistungen zu erfüllen und den neuesten Entwicklungsstand in diesem Bereich zu gewährleisten.

#### Inhalte des Moduls:

Was passiert bei einer Herz-Operation? Dieser Frage können die Schülerinnen und Schüler in der Akademie für Kardiotechnik des Deutschen Herzzentrums Berlin ganz praktisch nachgehen. Bei einer simulierten OP schlüpfen sie in die Rolle einer Chirurgin oder eines Kardiotechnikers. So lernen sie nicht nur die verschiedenen Berufsfelder und Abläufe kennen, sondern erfahren auch, dass eine OP viel mit Teamarbeit zu tun hat.

[www.dhzb.de](http://www.dhzb.de)

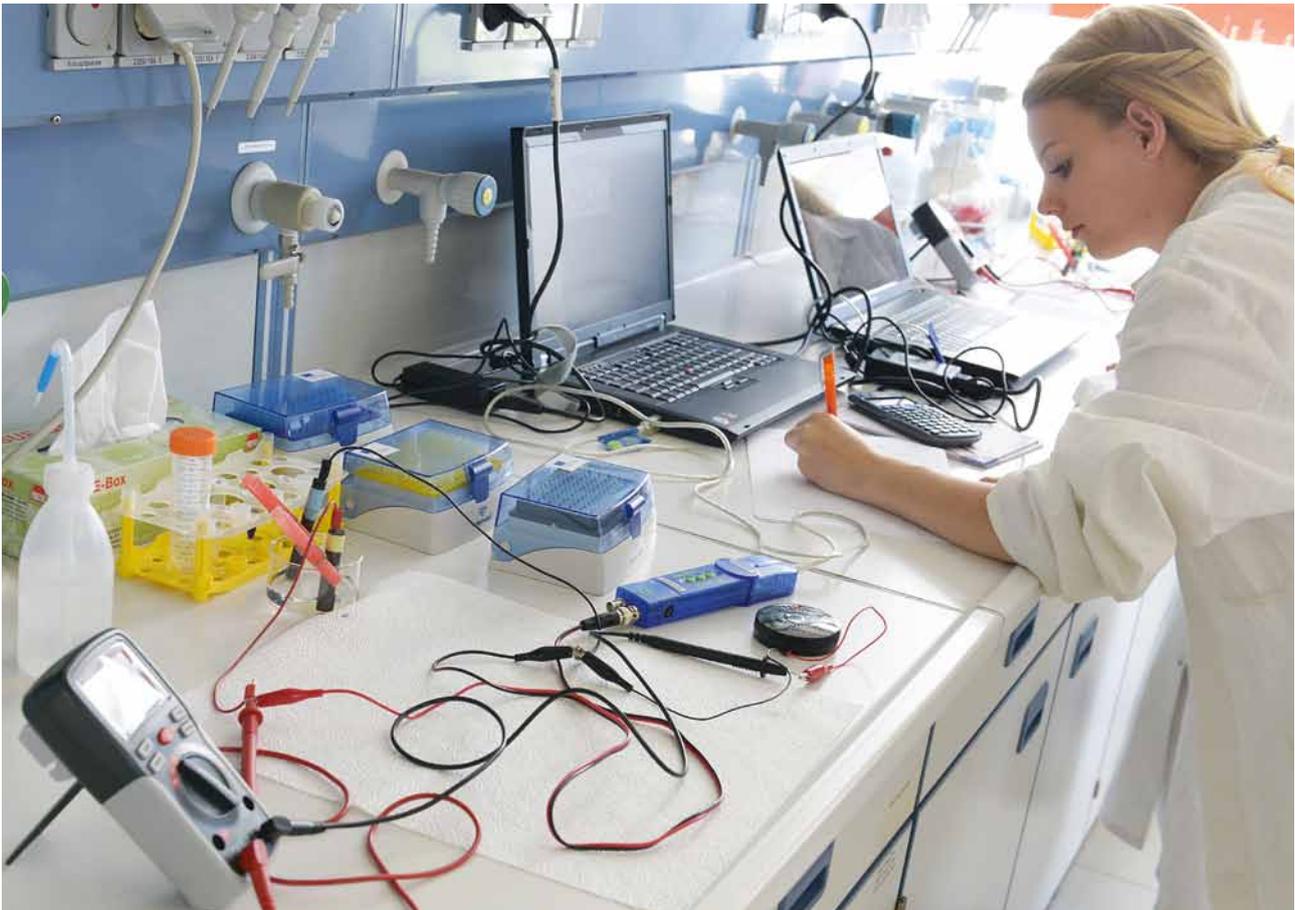




## Einblicke in die Praxis



## Enzymatische Bio-Brennstoffzellen – Zukunftsmusik für Herzschrittmacher



Aufbau zur Charakterisierung der enzymatischen Bio-Brennstoffzelle

Dank modernster Medizin und Technik sind die Zahlen der Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit Todesfolge in Deutschland rückläufig. Speziell bei Herz-Rhythmus-Erkrankungen ist der Herzschrittmacher für viele Patienten ein Lebensretter. Dabei erweisen sich moderne Herzschrittmacher als klein und energiesparend. In Abhängigkeit von der erforderlichen Stimulationshäufigkeit ist es zurzeit dennoch notwendig, etwa alle zehn Jahre den Herzschrittmacher auszutauschen.<sup>1</sup> Daher ist es wünschenswert, alternative Energiemodelle zu entwickeln. In diesem Zusammenhang wird bereits seit einigen Jahren daran geforscht, wie man beispielsweise aus dem Herzschlag selbst<sup>2</sup> oder aus körpereigenen Stoffen<sup>3</sup> ausreichend Energie zum Betreiben eines Herzschrittmachers gewinnen kann.

Eine Möglichkeit, aus körpereigenen Stoffen Energie zu gewinnen, bieten enzymatische Bio-Brennstoffzellen (eBBZ). Diese können im Gegensatz zu herkömmlichen Sauerstoff-Wasserstoff-Brennstoffzellen einen gemeinsamen Reaktionsraum nutzen und sind daher in sehr kleinen Maßstäben einsetzbar.

- 1 BIOTRONIK (2014) <http://www.biotronik.de> (05.02.2015)
- 2 Dagdeviren C et al. "Conformal piezoelectric energy harvesting and storage from motions of the heart, lung, and diaphragm" *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014 Feb 4; 111(5): 1927-32. doi: 10.1073/pnas.1317233111. Epub 2014 Jan 21
- 3 MacVittie et al. "From 'cyborg' lobsters to a pacemaker powered by implantable biofuel cells" *Energy Environ. Sci.*, 2013,6, 81-86; DOI: 10.1039/C2EE23209J

Die eBBZ bestehen aus zwei enzymatisch gekoppelten Elektroden – Kathode und Anode. Als Energieträger für die Bio-Brennstoffzellen kann der körpereigene Zucker Glucose (Trauben- oder Blutzucker genannt) verwendet werden. Um aus Glucose ausreichend Energie zu gewinnen, ist eine Redoxreaktion notwendig. Dabei erfolgt an der Anode die Oxidation des biologischen Brennstoffes Glucose (Elektronen-Abgabe) und gleichzeitig an der Kathode die Reduktion von Sauerstoff zu Wasser (Elektronen-Aufnahme). Für einen kontinuierlichen Stromfluss übernehmen Enzyme (Oxidoreductasen) als Bio-Katalysatoren den Elektronentransport zwischen den beiden Elektroden. Dieses Grundprinzip einer eBBZ soll im Rahmen des „Experimente mit Herz“-Versuches durch die Schülerinnen und Schüler praktisch umgesetzt werden.

Neben den praktischen Versuchen zur eBBZ erhalten die Jugendlichen zu Beginn des Kurstages einen Einführungsvortrag. Dabei wird sowohl auf die biologischen Aspekte des Herzens (Bau und Funktionsweise) als auch auf den medizinischen Hintergrund bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen eingegangen. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler die Grundlagen der chemischen Redoxreaktionen wiederholen, um den daraus resultierenden Energiegewinn in der eBBZ besser nachvollziehen zu können. Außerdem werden die physikalischen Kenngrößen zur Ermittlung der physikalischen Leistung erläutert und anhand eines aktuellen Beispiels aus der Arbeitsgruppe Biosystemtechnik (Prof. Dr. Lisdat) zusätzlich veranschaulicht.

Anhand eines Praktikumsskriptes, das neben den theoretischen Hintergründen konkrete Arbeitsanweisungen zum Bau der eBBZ enthält, sollen die Schülerinnen und Schüler weitestgehend selbstständig Experimentieren. Unterstützt durch das Schülerlabor-Team, erfolgen der Aufbau und die Charakterisierung der eBBZ (Abb. S. 32), wobei die Schülerinnen und Schüler in Zweiergruppen arbeiten.

Um zu zeigen, dass die gewonnene Energie tatsächlich für das Betreiben eines elektrischen Gerätes ausreichend ist, werden am Ende des Praktikums mindestens zwei eBBZ der Schülerinnen und Schüler zusammen in Reihe geschaltet und als Ersatz für die Batterie in einem Kurzzeitwecker eingesetzt (Abb. rechts).



Die Reihenschaltung von drei enzymatischen Bio-Brennstoffzellen (eBBZ) bringt einen Kurzzeitwecker zum Laufen.

Der Kurzzeitwecker startet den Zeitlauf, sodass ein eindeutiger Nachweis demonstriert werden kann. Insgesamt sollen die Teilnehmenden zu dem Schluss kommen, dass theoretisch mit einer eBBZ ein Herzschrittmacher mit ausreichend körpereigener Energie versorgt werden kann.

# Totenkopfschabe, Wasserfloh und Regenwurm – Wirbellosenevolution experimentell

Seit der Gründung von GenaU im Jahr 2007 ist das Schülerlabor des Museums für Naturkunde, das Carl Zeiss Mikroskopierzentrum, Mitglied im Netzwerk. Durch „Experimente mit Herz“ bot sich nun erstmalig die Gelegenheit, mit vier Netzwerkpartnern laborverbindend zusammenzuarbeiten, bestehende Programme weiterzuentwickeln und gemeinsam neue Konzepte zu erproben.

Das Museum für Naturkunde ist neben einem öffentlichen Museum eine Forschungsinstitution, an der über 70 festangestellte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten. Seit 2009 ist es zudem Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft mit dem Schwerpunkt Evolutions- und Biodiversitätsforschung. Diese wissenschaftlichen Schwerpunkte spiegeln sich auch in den öffentlichen Bereichen wider, wie den Ausstellungen und den Bildungsangeboten des Museums. Das Carl Zeiss Mikroskopierzentrum ist mit hochwertigen Forschungsmikroskopen ausgestattet und bietet Schülerinnen und Schülern, aber auch Erwachsenenengruppen und naturwissenschaftlichen Fachgesellschaften, umfangreiche Möglichkeiten, selbstständig zu forschen. Sie können hier wissenschaftlichen Fragestellungen nachgehen, die sich ebenso Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an einem naturwissenschaftlichen Forschungsmuseum stellen.

Auch der Kurs „Experimente mit Herz“ sollte einen deutlichen inhaltlichen und methodischen Bezug zur Forschung im Museum für Naturkunde herstellen und gleichzeitig eng an den Rahmenlehrplänen der Berliner und Brandenburger Schulen angelehnt sein. Wichtig war es zudem, dass der Experimentierkurs dauerhaft und eigenständig in das Bildungsprogramm des Museums integriert werden kann.

Michaela Engel, abgeordnete Lehrerin am Museum und federführend bei der Konzeption des neuen Kurses, brauchte nicht lange zu überlegen, bis sie ein geeignetes Thema fand, das all diese Aspekte berücksichtigte: Ein Kurs zur Evolution der Blutkreisläufe der Wirbellosen verknüpfte hervorragend die Themen Herz und Evolutionsforschung und eröffnete Schülerinnen und Schülern ausreichend Spielraum, experimentell zu arbeiten.

## Von der Idee zur Konzeption

Die geeigneten Modellorganismen waren schnell gefunden: Anhand von Regenwurm, Wasserfloh und Totenkopfschabe sollten die Schülerinnen und Schüler die Kreislaufsysteme der Tiergruppen Ringelwürmer, Krebse und Insekten exemplarisch miteinander vergleichen und Unterschiede im Bauplan, aber auch Hypothesen zu Verwandtschaftsverhältnissen diskutieren. Nicht zuletzt sollten sie bei diesem Kurs auch Techniken der Präparation kennenlernen und eigenständig Tiere präparieren, wozu Schülerinnen und Schüler in der Regel im Unterricht nur selten Gelegenheit haben. Bei der Erarbeitung der Präparationstechniken stand ein Buch im Mittelpunkt, das Generationen von Biologiestudentinnen und -studenten noch bis heute begleitet: Kükenthals Leitfaden für das Zoologische Praktikum.<sup>1</sup>

Bei der Konzeption des Kurses konnte Michaela Engel zudem auf die Expertise von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern am Museum zugreifen, allen voran auf die von Dr. Oliver Coleman, dem Kustos für Krebse, und Dr. Birger Neuhaus, dem Kustos für Würmer. Jakob Trimpert, Doktorand der Tiermedizin und freier Mitarbeiter in der Abteilung Bildung und Vermittlung, unterstützte sie bei der Umsetzung sowie später auch bei der Durchführung der Kurse mit seinem umfangreichen tiermedizinischen Fachwissen und seinen Erfahrungen in der Vermittlung aktueller naturwissenschaftlicher Inhalte.

## Der Schülerkurs „Experimente mit Herz“

In der Regel haben Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II keine Erfahrung im Sezieren tierischer Organismen. Das bedeutet, dass die Teilnehmenden neben einer möglichst detaillierten schriftlichen Anleitung zur Präparation in der praktischen Arbeit anfangs auch mental von den Kursleiterinnen und Kursleitern begleitet werden mussten. So war es Michaela Engel wichtig, mit den am Kurs Teilnehmenden zunächst ausführlich zu thematisieren, ob tierische Organismen getötet werden dürfen, um Schülerinnen und Schülern einen Blick in deren Innenleben zu ermöglichen.

<sup>1</sup> Storch & Welch (2009): Kükenthal – Zoologisches Praktikum. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, 26. Aufl.



Überraschenderweise äußerten die Schülerinnen und Schüler eher selten Vorbehalte. Vielmehr waren es gerade diese authentischen Einblicke und die daraus gewonnenen Erkenntnisse, die sie nachhaltig faszinierten. Wer von den Schülerinnen und Schülern, aber auch von den teilnehmenden Lehrkräften, wusste vorher schon, dass das Herz eines Wasserfloh 240- bis 260-mal pro Minute schlägt und damit dreimal so häufig wie das eines Menschen? Oder dass das Innere einer Totenkopfschabe fast ausschließlich aus Fett, einem röhrenförmig verzweigten Atmungssystem, einem Verdauungskanal und, zumindest bei weiblichen Tieren, einem dominanten Fortpflanzungsapparat besteht – einer Reduktion auf das Wesentliche, die es einem Organismus erlaubte, sich seit einigen Jahrmillionen erfolgreich auf dieser Welt zu behaupten? Oder dass Regenwürmer über ein geschlossenes Blutkreislaufsystem verfügen, ihr Blut ebenso rot gefärbt ist wie das der Säugetiere und sie Ringherzen besitzen, die nach einer sorgfältigen Präparation sogar noch kontrahieren?

Anhand dieser praktischen Erfahrungen und Beobachtungen konnte den Schülerinnen und Schülern weitaus anschaulicher vermittelt werden, wie sich Hypothesen zur Verwandtschaft aufstellen lassen und anhand welcher Merkmale ein Stammbaum entwickelt wird, als dies in der Regel über Schulbuchtexte möglich ist. Aspekte der Verifizierung oder Falsifizierung morphologischer Stammbäume im Vergleich zu Stammbäumen, die auf molekulargenetischer Basis erstellt wurden, waren weitere Themen, die mit den Teilnehmenden diskutiert wurden. Die für den Kurs neu entwickelten Arbeitsmaterialien boten den Schülerinnen und Schülern sowie Lehrkräften darüber hinaus einen Überblick zur systematischen Stellung der untersuchten Organismen im Tierreich sowie Informationen zu deren speziellen Anatomie und Physiologie.

### Fazit

„Die Vielfalt der Strukturen, ihre Organisation und Ordnung werden jeden begeistern, der nicht stumpfen Sinnes ist.“ Dieses Zitat von Willy Kükenthal (1861-1922) könnte auch für den

Kurs „Experimente mit Herz“ am Museum für Naturkunde stehen. Anders als es Bücher und visuelle Medien vermögen, können Schülerinnen und Schüler in diesem experimentellen Schülerlaborkurs die Vielfalt der Lebewesen, ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede kennenlernen und Methoden der Evolutionsforschung, vielleicht insbesondere auch durch ihre emotionalen Erlebnisse bei der Präparation, besser verinnerlichen. Die Jugendlichen erfahren, dass Evolutionsforschung nicht nur an Fossilien, sondern insbesondere auch an rezenten Lebewesen durchgeführt wird.

Dass sich auch Erwachsene für den Kurs begeistern können, zeigte sich bei einem Besuch des Berliner Abgeordneten Gottfried Ludwig im Carl Zeiss Mikroskopierzentrums im Jahr 2014. Fasziniert von der angeregten experimentellen Arbeit der Schülerinnen und Schüler griff er selbst zu Pinzette und Skalpell, stieß so in das Innenleben einer Totenkopfschabe vor und resümierte im Anschluss, dass ihm diese Stunden praktischer Tätigkeit nachhaltig in Erinnerung bleiben werden, vermutlich länger als die Erkenntnisse aus seinen zwei Jahren Leistungskurs Biologie.

Zum Gelingen des Kurses trug neben der langen Konzeptphase mit den anderen Projektpartnern insbesondere die intensive Begleitung des Kurses bei. Neben der Kursleiterin Michaela Engel und dem Kursleiter Jakob Trimper betreuten vier Absolventinnen und Absolventen eines Freiwilligen Ökologischen Jahres am Museum den Kurs. Gerade dieser hohe personelle Betreuungsschlüssel stellte ein besonderes Qualitätsmerkmal des Kurses dar, da so auf die Fragen der Schülerinnen und Schüler intensiv eingegangen und manches auch im Einzelgespräch diskutiert werden konnte. Ein solches Personalaufkommen lässt sich im normalen Schülerlaborbetrieb leider nur selten realisieren.

Eine dauerhafte Förderung der Experimentierreihe „Experimente mit Herz“ wäre demnach wünschenswert, um das gemeinsame Projekt in gleicher Weise und Qualität fortführen zu können und so noch vielen weiteren Schülerinnen und Schülern die Faszination des wissenschaftlichen Experimentierens und die Vielfalt des Lebens im Sinne Kükenthals näherzubringen.

## Die Zusammensetzung des Atems – Chemie im Herzprojekt

Herz und Lunge liegen im Brustkorb nicht zufällig nebeneinander. Bei der Versorgung des Körpers mit dem zum Leben notwendigen Sauerstoff bilden sie eine funktionelle Einheit. Das Herz pumpt über den Blutkreislauf Sauerstoff in den Körper, was man anhand der Atemluft mit chemischen Mitteln untersuchen kann. Im Rahmen des Herz-Projekts im Unex Schülerlabor führten die Schülerinnen und Schüler deshalb zwei Experimente im Chemiebereich zum Thema Atmung durch.

Zu Beginn des Projekttages wiederholten die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Labors gemeinsam mit den Jugendlichen die wichtigsten Verhaltensregeln im Labor und gaben eine kurze Einführung zum Thema. Die Schülerinnen und Schüler hatten bereits gelernt, dass sich die Luft in der Lunge verändert. Es wurde erläutert, dass die beiden wichtigsten Gase Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid an sich dieselben bleiben, sich ihre Zusammensetzung beim Ein- und Ausatmen jedoch verändert.

Im ersten Experiment sollten die Jugendlichen den Kohlenstoffdioxidgehalt in ihrer eigenen Ausatemluft messen. Ausgerüstet mit Kitteln und Schutzbrillen wurden sie in Zweiergruppen aufgeteilt. An ihrem Arbeitsplatz fanden die Jugendlichen neben der Aufgabenstellung jeweils ein Wasserbad mit einem 250-ml-Messkolben, Natronlauge, Phenolphthalein sowie eine mit Salzsäure vorbereitete Bürette. Zunächst bestimmten die Schülerinnen und Schüler die genaue Konzentration einer vorgegebenen Menge Natronlauge mittels Titration durch Salzsäure. Für viele war es interessant, ihr aus der Schule erworbenes Wissen zu Säure-Basen-Reaktionen und Neutralisationsreaktionen auf das Experiment zu übertragen und den Umgang mit den Chemikalien und Laborgeräten zu üben.

Der nächste Teil der Aufgabe stellte die Schülerinnen und Schüler vor die besondere Herausforderung, eine Probe ihrer eigenen Ausatemluft zu gewinnen. Dazu mussten die Jugendlichen mithilfe eines Trinkhalmes Luft in einen Messkolben pusten, der sich überkopfhängend in einem Wasserbad befand. Nachdem alle Jungchemikerinnen und -chemiker erfolgreich eine Atemprobe aufgefangen hatten, durften sie mit einer Vollpipette vorsichtig 20 ml Natronlauge hinzufügen und ihre Probe fünf Minuten lang kräftig schütteln. Die Mitarbeiterinnen und Mit-

arbeiter des Labors erklärten, dass Kohlenstoffdioxid mit Natriumhydroxid zu Natriumcarbonat und Wasser reagiert, das heißt, ein Teil der hinzugefügten Natronlauge bei dieser Reaktion verbraucht wird.



Im nächsten Schritt gaben die Jugendlichen einen Tropfen Indikatorlösung zur Probe hinzu und titrierten die überschüssige Natronlauge wie im ersten Teil des Versuches mit Salzsäure bis zur Neutralisation. Zum Schluss wurden die Schülerinnen und Schüler darauf hingewiesen, dass sich die absorbierte Stoffmenge an Kohlenstoffdioxid aus der Differenz von erster und zweiter Titration ergibt. Um den Teilnehmenden die Berechnung des Kohlenstoffdioxidgehaltes etwas zu erleichtern, stellte ihnen das Labor vorbereitete Arbeitsblätter zur Verfügung. Die Jugendlichen ergänzten ihre gewonnenen Messwerte in den vorgegebenen Gleichungen und berechneten selbstständig den Volumenanteil von Kohlenstoffdioxid in Volumenprozent.

Ein anschließender Vergleich zeigte, dass der Gehalt an Kohlenstoffdioxid bei jeder Ausatemprobe wie erwartet etwa drei bis vier Volumenprozent betrug.

Den Abschluss des Tages bildete die Messung der expiratorischen Vitalkapazität. Damit wird Lungenvolumen bezeichnet, das nach maximaler Einatmung auf einmal ausgeatmet werden kann. Unter Anleitung atmeten die Schülerinnen und Schüler nacheinander durch den Mund in das austauschbare Mundstück eines einfachen Spirometers und standen sehr schnell in einem freundlichen Wettbewerb. Sie stellten sich die Frage, wer die größte Vitalkapazität aufweisen würde und freuten sich, wenn auch ihre Lehrerinnen und Lehrer sowie Betreuerinnen und Betreuer an dem kleinen Wettbewerb teilnahmen. Viele Schülerinnen und Schüler waren nicht überrascht, dass diejenigen, die sich gesund ernährten und häufig Sport trieben, eine große Vitalkapazität aufwiesen.

Wiebke Musold, Johannes Schulz, Prof. Dr. Burkhard Priemer | UniLab Adlershof

## Das elektrische Herz – offene Fragen und selbstständiges Recherchieren

Im Rahmen des Projektes „Experimente mit Herz“ des Schülerlabor-Netzwerks GenaU entstand im Schülerlabor der Humboldt-Universität zu Berlin der UniLab-Projekttag „Das elektrische Herz“. Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker, Lehrerinnen und Lehrer sowie Studierende des UniLabs entwickelten gemeinsam dieses fächerübergreifende Modul (Physik, Biologie, Chemie) für Schülerinnen und Schüler der Oberstufe. Es ist Teil der „Experimente mit Herz“-Touren des GenaU-Netzwerks und darüber hinaus in das ständige Angebot des UniLab-Schülerlabors eingegangen.

### Das elektrische Herz

Der UniLab-Projekttag „Das elektrische Herz“ beleuchtet physikalische Aspekte unseres Herzens, wie die elektrische Erregbarkeit von Zellen oder das Erregungsleitsystem des Herzens. Das Modul lässt sich inhaltlich sehr gut an den Rahmenlehrplan anknüpfen: in Biologie im Bereich Nerven und in Physik im Bereich Felder. Als didaktischer Schwerpunkt steht das eigenständige „Erforschen“ verschiedener Themengebiete anhand eigener Fragen der Oberstufenschülerinnen und -schüler im Vordergrund. Als Aufhänger für die Entwicklung der Fragen dient eine kurze Szene aus dem James Bond-Film „Casino Royal“, in der James Bond einen Defibrillator bei sich selbst anwendet.

Es werden einige grundlegende elektrische Eigenschaften des Herzens thematisiert, um darauf aufbauend die Funktion eines Herzschrittmachers, das Zustandekommen eines EKGs und den Einsatz eines Defibrillators verstehen zu können. Im Vordergrund steht dabei die Herzmuskelzelle als eigenständig elektrisch erregbare Muskelzelle. Dazu führen die Schülerinnen und Schüler vielfältige Experimente durch.

Die Jugendlichen arbeiten in kleinen Gruppen an Experimentier- und Rechercestationen. Beispielsweise demonstriert ein Experiment die inhaltliche Verknüpfung von elektrischen Spannungen und Muskeltätigkeiten anhand eines elektrischen Muskeltrainers. In einem weiteren Versuch nehmen Jugendliche ein EKG auf und werten es aus. Die Gruppen durchlaufen in verschiedenen Reihenfolgen alle Stationen und können dabei eigenständig ihre Fragen „erforschen“. Die Methodik orientiert sich dabei an den Grundideen wissenschaftlichen Recherchierens und Arbeitens.



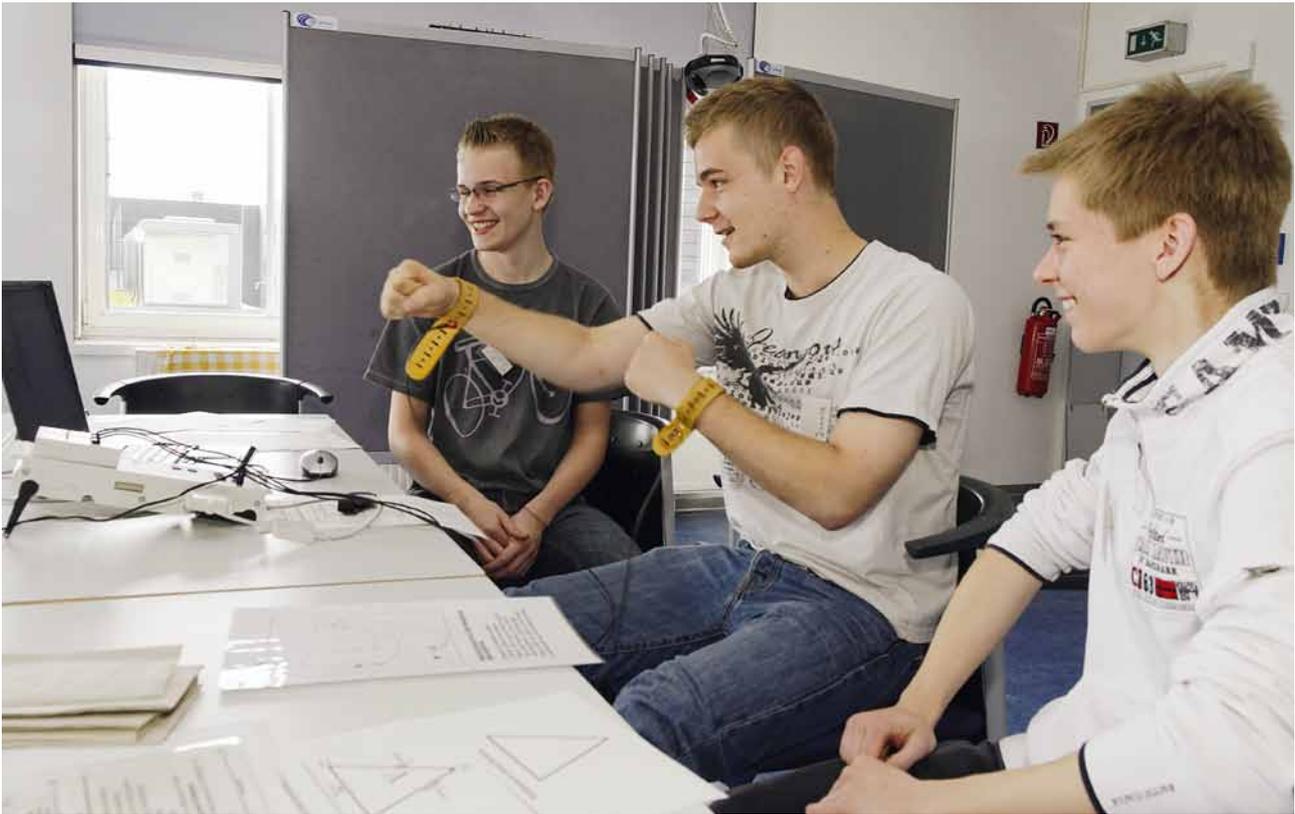
Zum Abschluss des Moduls stellen die Schülergruppen vor, welche Antworten sie anhand von Experimenten und Recherchen auf ihre Fragen gefunden haben. Dabei entstehen im Plenum sehr angeregte Diskussionen über verschiedenste Aspekte des Themas.

### Recherchieren und offene Fragen

Die eigenständige Recherche und das reflektierte Nutzen von Quellen stellt eine grundlegende Kompetenz dar, die von immenser Bedeutung nicht nur für ein eventuell anschließendes Studium oder eine Ausbildung ist, sondern auch Teil der Allgemeinbildung sein sollte. Diese Fähigkeit ist selbst in der Oberstufe meist wenig entwickelt und wird häufig nicht ausreichend gefördert. Daher liegt auf dieser Kompetenz ein didaktischer Schwerpunkt des UniLab-Moduls.

Im Verlauf des Moduls werden daher nicht nur für die Recherche erforderliche Materialien zur Verfügung gestellt, sondern auch methodische Hilfen gegeben. Das Vorgehen beim Recherchieren an sich wird thematisiert und unterstützt.

Recherchieren wird dann nötig, wenn eine Frage aufgeworfen wird, deren Antwort neues Wissen und die Verknüpfung von Wissens-elementen benötigt. Idealerweise ist dies eine Frage, an deren Beantwortung auch tatsächlich Interesse besteht, es sich nicht nur um eine von einer Lehrperson vergebene Aufgabe handelt. Diese Problemorientierung bietet den Schülerinnen und



Ein Schüler bestimmt durch ein EKG die Lage seines Herzens.

Schülern eine Motivation, tatsächlich recherchieren, „etwas herausfinden“, zu wollen. Offene Schülerfragen einzubeziehen wirft allerdings einige Schwierigkeiten auf. So sind die Schülerfragen teilweise nicht vorhersehbar oder betreffen entfernte Themengebiete. Außerdem erfordern „gute“ Fragen einen vorhergehenden inhaltlichen Input oder Vorwissen.

Ein Konzept zur Problematik, wie unter Einbeziehung von offenen Schülerfragen die Recherchekompetenz gefördert werden kann, wurde im Lehr-Lernlabor des UniLabs von Studierenden, Lehrenden sowie Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern entwickelt, erprobt, evaluiert und überarbeitet.

Die Beteiligten entwickelten sowohl allgemeine Hilfestellungen zu Recherchetechniken als auch spezielle Strukturhilfen zur Recherche in den zu erwartenden Themenbereichen. Das Team sammelte hierfür Schülerfragen zu der oben genannten Filmsequenz. Es bereitete Stichworte in den dazugehörigen Themengebieten didaktisch auf und verknüpfte diese. So entstanden vorstrukturierte Recherchekarten, die in Form eines Karteikartensystems kurze inhaltliche Einordnungen und weiterführende Hinweise zu bereitgelegten Quellen bieten (Fachbücher, Internet, aufbereitete Texte, etc.). Sie helfen so den Schülerinnen und Schülern beim eigenständigen Erschließen von Quellen.

Einige „gute Fragen“ wurden zusammengestellt und können für die Abschlussdiskussion genutzt werden oder stehen alternativ Schülergruppen zur Verfügung, die keine eigene Fragestellung entwickeln. Eine „gute“ Frage für das Modul im UniLab ist natürlich eine, deren Beantwortung möglichst viele der im UniLab bereitgestellten Experimente und Materialien miteinbezieht.

Auch von den anderen Laboren im Netzwerk wurden Stichworte zu deren Themenangeboten eingeholt und in Recherchekarten verarbeitet.

Die entstandenen Materialien sind zudem als Unterrichtsmaterial für Schulen oder als ergänzendes Material für die anderen Labortage nutzbar. Die erprobten Unterrichtskonzepte können ebenfalls in die Schule getragen werden und so eine Wirkung über das Besuchsangebot des Schülerlabors hinaus entfalten.

Damit soll eine nachhaltige Breitenwirkung der innovativen didaktischen Konzepte, Experimente und Materialien gewährleistet werden.

Claudia Jacob | Gläsernes Labor

## Der Herzkurs im Gläsernen Labor – eine Erfolgsgeschichte

Das Gläserne Labor auf dem Gesundheitscampus Berlin-Buch transportiert seit 15 Jahren Forschungsschwerpunkte der Forschungseinrichtungen des Campus in die Arbeit der Schülerlabore. Mit dem Projekt „Experimente mit Herz“ konnte erfolgreich ein weiterer Schwerpunkt des Max-Delbrück-Centrums für Molekulare Medizin (MDC) im Schülerlabor integriert werden.

Das MDC in Berlin-Buch zählt weltweit zu den Spitzeninstituten für biomedizinische Grundlagenforschung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des MDC setzen modernste molekularbiologische und gentechnologische Methoden ein, um die Entstehung komplexer Krankheitsbilder an ihrem Ursprung, in den Genen, zu verstehen. Darauf aufbauend sind sie bemüht, neue Verfahren der Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten zu entwickeln.

Die Forschungsarbeit ist in vier Schwerpunkte gegliedert: Krebserkrankungen, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen, Erkrankungen des Nervensystems sowie medizinische Systembiologie. Nicht jedes Forschungsthema eignet sich, um es experimentell mit Schülerinnen und Schülern zu ergründen. Das Thema Herz- und Kreislauf bietet sich hierfür jedoch an und ist auch im Biologie-Rahmenlehrplan fest verankert.

Im Herzkurs steht das Experimentieren im Vordergrund: Zum Thema Herz- und Kreislauf können die Schülerinnen und Schüler Putenherzen präparieren, um den Aufbau und die Funktion des Herzens besser zu verstehen. Sie führen mikroskopische Untersuchungen von Arterien und Venen durch, schreiben ihr eigenes EKG, hören dem Herzen beim Schlagen zu und machen Herztöne sichtbar. Außerdem können sie den Puls und Blutdruck in Ruhe und nach einer körperlichen Belastung messen. In einer weiteren Station haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, die Schlagfrequenz von neonatalen Myokardzellen unter dem Mikroskop zu beobachten und durch unterschiedliche Einflüsse, wie Kaliumchlorid oder Isoprenalin, zu verändern.

Aus dem Teil-Projekt „Experimente mit Herz“ hat sich inzwischen ein vierstündiger, eigenständiger Experimentierkurs etabliert, welcher ganzjährig im Gläsernen Labor buchbar ist.



Schülerinnen entnehmen neonatale Myokardzellen.

Dieser Kurs richtet sich an Schülerinnen und Schüler von der 6. bis 11. Klasse und wird jeweils altersgerecht angepasst.

Seit dem Start des neuen Kurses haben bis Ende 2014 rund 1400 Schülerinnen und Schüler teilgenommen: Im Jahr 2012 experimentierten in 13 Kursen insgesamt 281 Schülerinnen und Schüler. 2013 stieg die Zahl auf 21 Kurse mit 440 Teilnehmenden. 2014 waren es 28 Kurse mit 670 Schülerinnen und Schülern. Allein in den ersten sechs Monaten des Jahres 2015 fanden 20 Kurse mit 421 Jugendlichen statt.

Teile des Kurses wurden erfolgreich zur Langen Nacht der Wissenschaften 2010 und 2011 präsentiert. Des Weiteren war der Herzkurs am 14. April 2011 ein Programmpunkt beim Girls' Day des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in Kooperation mit dem MDC in Berlin-Buch. Auch im Forscherferienprogramm hielt der Herzkurs Einzug: Am 4. Juli 2011 fand der erste achtstündige Ferienkurs statt, Auszüge des Kurses wurden live im Radio übertragen. Im Rahmen der Aktionstage der Technologiestiftung Berlin bot das Gläserne Labor 2011 einen 45-minütigen Workshop zum Thema Herz an.

## Operation gelungen – Schülerinnen und Schüler legen Hand an

Das Deutsche Herzzentrum Berlin ist eine Stiftung des bürgerlichen Rechts mit Sitz in Berlin. Zweck der Stiftung ist die Förderung des öffentlichen Gesundheitswesens sowie von Wissenschaft und Forschung mit dem Ziel, auf dem Gebiet der Herzchirurgie und kardiologischen Medizin qualitativ herausragende Leistungen zu erfüllen und den neuesten Entwicklungsstand in diesem Bereich zu gewährleisten.

Innerhalb des Deutschen Herzzentrums Berlin existieren mehrere Ausbildungsprogramme, die sich der Ausbildung und Weiterbildung von verschiedenen Berufsgruppen widmen. Zu nennen wären hier die Akademie für Kardiotechnik, die Schule für Gesundheits- und Krankenpflege, die Schule für Operationstechnische Assistenten, die CMR-Akademie (Cardiovascular Magnetic Resonance) sowie eine Vielzahl von Fort- und Weiterbildungen. Enge Verbindungen bestehen zur Charité, insbesondere bei der Ausbildung des ärztlichen Nachwuchses. Das Deutsche Herzzentrum Berlin bietet darüber hinaus die drei eigenen Studiengänge Cardiovascular Perfusion, Allied Health und Medical Psychology in Kooperation mit der Steinbeis-Hochschule Berlin an.

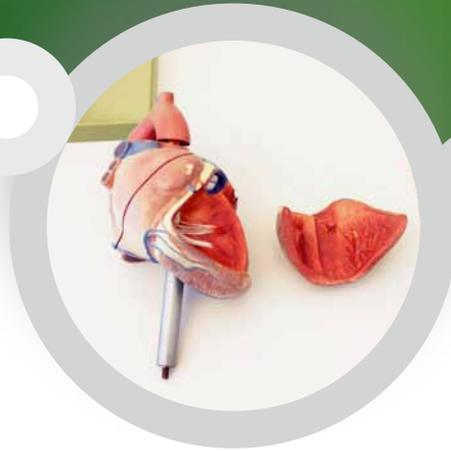
In der Akademie für Kardiotechnik betreibt das Deutsche Herzzentrum Berlin einen modern ausgestatteten Simulations-Operationsaal, der in seiner Art einzigartig in Deutschland ist: Hier besteht die Möglichkeit, eine realistische Umgebung eines herzchirurgischen Operationssaals mit aktuellem Equipment für Team-Trainings und zur Ausbildung von einzelnen Berufsgruppen zu nutzen.

Seit Juni 2011 ist das Deutsche Herzzentrum Berlin Partner des Schülerlabor-Netzwerks GenaU. Das Netzwerk vermittelt Berufsorientierung für Schülerinnen und Schüler an allgemeinbildenden Schulen. Potentielle Bewerberinnen und Bewerber für die Ausbildungen im Gesundheitsbereich können einen Einblick in die relevanten Berufsbilder einer Spezialklinik erhalten. Insbesondere Tätigkeitsfelder im Bereich der Herzchirurgie sind den Schülerinnen und Schülern wenig präsent. Im Gegensatz dazu kennen viele Jugendliche im eigenen Umkreis herzkrankte Patienten, und auch die Begriffe „Kunstherz“ oder „Herztransplantation“ sind ihnen vielfach bekannt.



Für die teilnehmenden Schülergruppen besteht nun die Möglichkeit, eine realitätsnahe Operationssimulation zu erleben, in der sie selbst auch einmal „Hand anlegen“ können. Die Simulation wird flankiert durch eine Präsentation zur OP-Technik. Die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass zum Erreichen des Ziels einer störungsfreien Herz-Operation ein gut eingespieltes und funktionierendes Team notwendig ist. Die einzelnen Spezialistinnen und Spezialisten können ohne die anderen Teammitglieder nichts bewirken.

Die Zusammenarbeit mit dem Schülerlabor-Netzwerk GenaU ist für das Deutsche Herzzentrum Berlin ein wichtiger Beitrag für den Wissenstransfer in Richtung der zukünftigen Nachwuchskräfte im Gesundheitswesen. Ein Weiterführen der Kooperation wäre ganz im Sinne des Deutschen Herzzentrums Berlin.



## Impressionen



# Vom Gläsernen Labor ins Deutsche Herzzentrum – Jugendliche berichten



Am Morgen unseres erlebnisreichen Tages im Juli 2014 saßen wir gemeinsam in der Sonne in Berlin-Buch und entwickelten Verschwörungstheorien, warum wir wohl hierher bestellt wurden. Aber dann kam unsere Gruppenleitung und brachte uns in einen Seminarraum des Gläsernen Labors. Nach einer Einweisung ging es los. Vor dem Versuchsraum hingen jede Menge Kittel, die wir anziehen mussten. Im Raum waren sieben Stationen aufgebaut, jede mit übersichtlichen Anleitungen und anspruchsvollen Informationen für die jeweiligen Versuche zum Herzen.

## 1. Station

### Ein schlagendes Herz: „Ein Herz für Tiere“

Unsere Aufgabe bestand darin, mit der Pipette möglichst nur einen lebendigen Wasserfloh aus dem Glas zu holen, um anschließend seinen Herzschlag unter dem Mikroskop zu beobachten und daraus den Puls zu errechnen. Mit etwas Geschick am Mikroskop konnten wir unglaubliche Bilder sehen.

## 2. Station

### Aufbau Herz: „Der Motor“

An dieser Station seziierten wir Putenherzen. Sie sind unseren Herzen sehr ähnlich, da Vögel zur Wirbeltierklasse gehören, die evolutionstechnisch genau vor den Säugetieren steht. Am echten Herzen die einzelnen Bestandteile zu erkennen, fanden wir schwerer als gedacht. Aber gerade das ist natürlich umso lehrreicher.

## 3. Station

### Arterien und Venen: „Der rote Faden“

Hier wurden Querschnitte der Venen und Arterien als Dauerpräparate bereitgestellt. Verwundert hat uns die willkürliche Form der Venen. Dafür können wir sie nun wahrscheinlich leichter von den Arterien unterscheiden.

## 4. Station

### Phonokardiografie: „Hör auf dein Herz!“

Professionelle Geräte wurden uns zur Verfügung gestellt, um unsere Herzschläge zu messen.

## 5. Station

### Blutdruck und Puls: „Rhythmus im Blut“

Wir haben unseren Blutdruck und Puls im Ruhezustand und nach sportlicher Anstrengung gemessen.

## 6. Station

### Elektrokardiologie: „Ein Wellenbad“

Um das EKG durchzuführen, haben wir Elektroden an den Handgelenken und am linken Fuß angebracht.

## 7. Station

### Elektromyografie: „Lass deine Muskeln spielen!“

Am Fingerkrümmer des rechten Arms wurden Elektroden angebracht, durch die die Kontraktionen im Diagramm deutlich erkennbar wurden.

Dann hieß es Kittel aus, Sachen packen, noch schnell auf dem Campus verlaufen und ab zum Deutschen Herzzentrum!

Nach den Experimenten mit dem Herzen rauchten unsere Köpfe und wir hatten eine Pause dringend nötig, sodass uns die lange Fahrt von Buch Richtung Wedding zugute kam. Bei den Osram-Höfen angekommen, wurden wir zunächst in einem der Seminarräume von Herrn Merkle herzlich in Empfang genommen. Mit Humor und Charme führte uns der Diplompädagoge in die Thematik der Herzchirurgie ein. Dabei erhielten wir zahlreiche Informationen über „unseren Motor“, das Herz, und über chirurgische Eingriffe in Form von interessant gestalteten Power-Point-Folien, welche sowohl über Bild- als auch Videodateien veranschaulicht wurden.



Jugendliche simulieren eine OP im Deutschen Herzzentrum.

Verschiedene Operationsmethoden sowie Herzdiagnosen wurden vorgestellt. Ein weiterer interessanter Schwerpunkt war die Transplantation von Herzen und das Thema Organspende. Vor allem die zahlreichen Diagramme, welche den Rückgang der Herztransplantationen aufgrund fehlender Organspender verdeutlichten, führten uns die Problematik der Organspende vor Augen, sodass bei uns die Frage, ob wir einen Organspende-Ausweis erhalten könnten, einen zentralen Schwerpunkt einnahm. Besonders eindrucksvoll waren die Bilder ehemaliger Patienten, deren Leben durch Herztransplantationen oder auch Kunstherzen grundlegend verbessert wurde. Wir wurden durch persönliche Kommentare von Herrn Merkle in die Welt der Patienten eingeführt und begriffen die Risiken, aber auch Chancen derartiger Eingriffe.

Nach einer ausführlichen Einführung folgte das absolute Highlight des Projekttag, auf das unser Kurs hingefiebert hatte: echte Skalpelle, spitze Scheren, riesige Klemmen, eiserne Zangen, strahlende OP-Leuchten, sirrende Beatmungsgeräte, summende Herz-Lungen-Maschinen und ein offen gelegtes

Herz. Wir mittendrin. Die professionelle Ausstattung sowie das akustische Klirren der Apparate ließen uns zunächst verstummen, so fesselnd waren diese Eindrücke. Herr Merkle teilte jedem von uns eine anspruchsvolle Aufgabe zu, sodass unser Kurs nun ein echtes Operationsteam darstellte. Dadurch lernten wir, dass die Chirurgie vor allem auf Teamarbeit basiert, denn das Zusammenspiel der verschiedenen Personen sichert das Überleben des Patienten. Herr Merkle verwies auf Besonderheiten der Geräte und deren Funktionen. So gewann unser Kurs spielerisch einen Eindruck von einem Eingriff am offenen Herzen: Narkotisierung, Intubation, Abklemmung der Aorta und anschließende Umstellung auf die Herz-Lungen-Maschine, sodass es zu einem Herzstillstand kommt und ein chirurgischer Eingriff am Herzen erfolgen kann.

Immer noch fasziniert von dem Anblick des Modell-Herzens, vergaßen wir jegliches Zeitgefühl und tauchten um 16.30 Uhr aus einer Welt, die uns informiert, beruflich geprägt und beeindruckt hat. Wir sagen: Alles in allem ein gelungener Tag.



## Nachhaltige Eindrücke – Interview mit begleitenden Lehrerinnen

Sie haben im Sommer 2013 mit Ihrem Oberstufenkurs an „Experimente mit Herz“ teilgenommen. Wie kam es dazu?

**Helga Fenz:** Wir wurden durch den Flyer des Netzwerks und durch die direkte Beteiligung des Gläsernen Labors an „Experimente mit Herz“ auf die Möglichkeit aufmerksam, gleich mehrere Labore zu besuchen. Im Rahmen von Projektwochen bietet sich die Möglichkeit, den Jugendlichen neue, spannende Wissenschaftsorte vorzustellen.

**Susanne Dotzer:** Normalerweise haben Schulen beziehungsweise haben Schülerinnen und Schüler nicht die Gelegenheit, so innovative, interessante Orte zu besuchen.

Welche Stationen haben Sie belegt?

**Helga Fenz:** Unsere „Experimente mit Herz“-Tour startete im Carl Zeiss Mikroskopierzentrum im Museum für Naturkunde Berlin. Am Folgetag waren wir im Gläsernen Labor und abschließend dann am dritten Tag im Deutschen Herzzentrum.

Wie beurteilen Sie die Tour als begleitende Lehrerinnen?

Was hat Ihnen gefallen?

**Susanne Dotzer:** Uns hat besonders beeindruckt, wie sehr die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit hatten, praktisch zu arbeiten und das Thema Herz aus so vielen verschiedenen Blickwinkeln zu bearbeiten – beginnend mit der Anatomie des Herzens, der Arterien und Venen, Blutdruckmessungen und EKG über den Vergleich der Herz-Kreislauf-Systeme von verschiedenen Tierarten bis hin zur Simulation einer Herztransplantation in der Akademie für Kardiotechnik des Deutschen Herzzentrums Berlin. Eine solche Fülle von praktischen Versuchen ist im normalen Schulunterricht wohl nicht möglich, schon gar nicht in der kurzen Zeit. Als Fazit haben unsere Schülerinnen und Schüler mitgenommen: Das Herz ruht nicht, es schlägt in unserer Brust und wir merken es, wenn wir dem Bus hinterherrennen oder auch gerade dann, wenn wir meinen, dass uns vor Schreck „das Herz stehen bleibt“. Woher das Herz diese Kraft hat, ist vielleicht eine Frage, der jeder einmal nachgehen könnte.

Wie wurde die Tour von Ihren Schülerinnen und Schülern aufgenommen?

**Helga Fenz:** Die Schülergruppe, die wir begleiten durften, war jedenfalls mit vollem Interesse dabei. Sie waren von den

modernen Möglichkeiten, wie man zum Beispiel ein Kunstherz einsetzen kann oder wie Herzoperationen durchgeführt werden können, sehr beeindruckt.

**Susanne Dotzer:** Soweit wir es beobachten konnten, war an jedem Veranstaltungstag mindestens ein Punkt dabei, der die Schülerinnen und Schüler besonders angesprochen hat. Im Museum für Naturkunde hat es die Schülerinnen und Schüler zum Beispiel erstaunt, dass sie beim lebenden Wasserfloh tatsächlich das Herz-Kreislaufsystem beobachten konnten. Als sie die Totenkopfschabe präparieren sollten, hatten einige doch mit ihrem Ekel zu kämpfen. Zum Schluss waren jedoch alle einhellig der Meinung, dass sie gerade diese Präparation am spannendsten fanden.

Wie schätzen Sie den nachhaltigen Effekt von „Experimente mit Herz“ auf die Schülerinnen und Schüler ein, zum Beispiel auf die spätere Berufswahl?

**Helga Fenz:** Ein wichtiger Nebeneffekt der Veranstaltungen war, dass die Schülerinnen und Schüler mit den betreuenden Biologinnen und Biologen, Tutorinnen und Tutoren sowie Medizinerinnen und Medizinern ins Gespräch kommen konnten und sich so ein Bild über den Alltag, die Anforderungen und die Arbeitsmarktsituation der einzelnen Berufe machen konnten. Mein Eindruck war, dass doch der eine oder die andere darüber weiter nachgedacht hat.

Was ließe sich Ihrer Meinung nach verbessern?

**Susanne Dotzer:** Das Angebot als solches ist sehr spannend, aber leider ist außerhalb einer Projektwoche die Teilnahme von Schülerinnen und Schülern der Oberstufe äußerst schwierig. Es darf nur sehr wenig Unterricht ausfallen. Vielleicht wäre es möglich, verschiedene Punkte der Tour auch mal als Einzelveranstaltung zu buchen?

**Helga Fenz:** Ansonsten wurden unsere Erwartungen in hohem Maße erfüllt beziehungsweise übererfüllt. Wir danken an dieser Stelle allen Beteiligten für die Organisation und Durchführung dieser Bildungswoche.

Das geben wir gerne weiter. Vielen Dank für das Gespräch.

Frank Büttner | Lehrer am Hannah-Arendt-Gymnasium Berlin

## Praktische Berufs- und Studienorientierung – ein Lehrerbericht

Wir wurden vor drei Jahren auf das Projekt „Experimente mit Herz“ durch einen Flyer aufmerksam, der an unsere Schule geschickt wurde. Ich hatte mich für eine Teilnahme mit meinem damaligen Biologie-Leistungskurs entschieden, weil die Kombination der einzelnen Experimente, Ausbildungsorte und -berufe gut in das derzeitige Profil der Studien- und Berufsberatung unserer Schülerinnen und Schüler passte. Unsere Erwartungen wurden voll und ganz erfüllt. Das ist auch der Grund, weshalb ich nun schon zum dritten Mal an „Experimente mit Herz“ teilgenommen habe. In diesem Jahr haben wir die Tour 2 belegt, das heißt, wir besuchten an fünf Tagen fünf Stationen – BIOTRONIK, das Unex in Cottbus, das UniLab in Adlershof, das MicroLAB und Biologie trifft Technik an der TH Wildau.

Den Schülerinnen und Schülern wurden naturwissenschaftlich orientierte Berufsperspektiven geboten, beispielsweise Biosystemtechnik, Bioinformatik, Biotechnologie, eBusiness, Environmental and Resource Management, Landnutzung und Wasserbewirtschaftung, Medizintechnik, Stadt- und Regionalplanung, Technologien biogener Rohstoffe oder Umweltingenieurwesen, die ihnen normalerweise völlig unbekannt sind. Die Studiengänge wurden (auch indirekt) vorgestellt und die Schülerinnen und Schüler konnten sich die Ausbildungsstätten vor Ort ansehen.

Die durchgeführten Experimente aus dem Bereich der Neurophysiologie (Erregungsleitung) ergänzten den Rahmenplan der Abiturstufe Q2 und vertieften die Kenntnisse in diesem Bereich. So konnte ich feststellen, dass im Abitur 2015 von vielen Schülern die Themen: „Endocannabinoide, Koffein – ein harmloser Muntermacher?“ (Bio-Leistungskurs) und „Stofftransport an Synapsen“ (Bio-Grundkurs) gewählt wurden. Das zeigt, dass der Themenkomplex der Neurophysiologie interessant, praxisnah und – so glaube ich – durch die „Experimente mit Herz“-Exkursion des Jahres 2014 im Gedächtnis gut vernetzt ist.

Auch in diesem Jahr wurde die Tour von den Schülerinnen und Schülern gut aufgenommen. Die Studienmöglichkeiten in Cottbus wurden hinterfragt und auch die Konzentration der Ausbildungsstätten auf einen überschaubaren Bereich kam gut an. Wir haben außerdem zwei Schüler des Abiturjahrganges

2014 getroffen, die im vergangenen Jahr an dieser Exkursion teilgenommen und sich im Anschluss daran für ein Studium an der TH Wildau entschieden haben. Die TH Wildau und auch die BTU Cottbus-Senftenberg sind nur circa eine Stunde vom Berliner Wohnort der meisten Abiturientinnen und Abiturienten entfernt, auch die Fahrtkosten sind sehr günstig. Einzelnen Schülerinnen und Schülern, die nicht studieren wollen, wurden durch die Tour im Bezirk Neukölln berufliche Perspektiven aufgezeigt. Circa 30 Prozent der Jugendlichen, die noch keinen konkreten Berufs- oder Studienwunsch besitzen, sind für Hinweise offen oder sie besitzen einen Wunsch, der mit ihren derzeitigen Leistungen nicht in Übereinstimmung gebracht werden kann. Für diese Schülerinnen und Schüler hat unser Gymnasium in der Abiturstufe Q2 einen Berufsberatungsschwerpunkt gesetzt, der von den Eltern besonders gewünscht und unterstützt wird. Außerdem halten wir nichts von einer einseitigen Festlegung und plädieren für einen zweiten Berufswunsch.

Wenn man mich nach Verbesserungsmöglichkeiten für „Experimente mit Herz“ fragen würde, hätte ich einen Wunsch: Ich hatte durch Recherche der entsprechenden Internetseiten Berufsgänge und Studienmöglichkeiten zusammengestellt und den Schülerinnen und Schülern gedruckt in die Hand gegeben. Das könnte man meiner Meinung nach professioneller, als ich es gemacht habe, aufbereiten und den Lehrkräften zur Verfügung stellen, sodass sie beispielsweise einen Flyer oder Ähnliches nur noch ausdrucken müssten.





A circular inset showing a portion of the periodic table of elements, including Boron (B), Carbon (C), Nitrogen (N), Oxygen (O), Aluminum (Al), Silicon (Si), Phosphorus (P), Sulfur (S), Chlorine (Cl), Gallium (Ga), Germanium (Ge), Arsenic (As), Selenium (Se), Bromine (Br), Tin (Sn), Antimony (Sb), Tellurium (Te), and Iodine (I).

B	C	N	O	
Al	Si	P	S	Cl
Ga	Ge	As	Se	Br
Sn	Sb	Te	I	

## Qualitätsentwicklung: Ergebnisse und Ausblick



## Kooperationen für die Zukunft

Die Qualitätssicherung sowie deren Entwicklung spielen im Netzwerk GenaU eine wichtige Rolle und werden stetig vorangetrieben. Die Mitglieder des Netzwerks reagieren auf die Bedürfnisse der Zielgruppen. Die Qualität der Arbeit in den Schülerlaboren kann so dauerhaft weiterentwickelt und gesichert werden, was sich letztlich auch in der Außenwirkung widerspiegelt.

Das Kooperationsprojekt „Experimente mit Herz“ wurde im ersten Jahr prozessbezogen evaluiert. So sollten anfangs Fehler in der Konzeption, Organisation und Struktur behoben werden. In den Folgejahren wurden dann zusätzlich auch Aspekte der Wirksamkeit und des Projekterfolgs untersucht.

Ein Projekt mit neun Standorten und verschiedenen Themenbereichen zu evaluieren, erfordert komplexe Untersuchungsdesigns und Methoden. Das war im Rahmen des Projektes nicht möglich. Bei der Evaluation ging es weniger um eine repräsentative Studie als vielmehr um das interne Herausarbeiten von Stärken und Schwächen sowie das Aufzeigen von Chancen und Verbesserungsmöglichkeiten.

Ziel war es, die Projektwochen noch besser an die Nachfrage und die Bedürfnisse der Schulen anzupassen, zugleich aber auch die gewonnenen Erkenntnisse für die Entwicklung weiterer Kooperationsprojekte nutzbar zu machen. Da dieses Projekt das erste themenübergreifende Kooperationsprojekt von Schülerlaboren in dieser Größenordnung ist, sind die Erkenntnisse nicht nur für folgende, zukünftige GenaU-Projekte von Bedeutung, sie können eventuell auch wichtige Aspekte für andere Netzwerk-Kooperationen liefern.

### Befragung 2011

In Jahr 2011 fand die erste prozessorientierte Evaluation mit insgesamt 222 Probanden statt. Sowohl Schülerinnen und Schüler als auch Lehrkräfte wurden nach jedem Tag bzw. Kurs schriftlich befragt. Aufgrund des Pilotcharakters von „Experimente mit Herz“ war anfangs eine prozessorientierte Bewertung wichtig, um Abläufe, Organisation sowie Inhalte der Standorte besser aufeinander abzustimmen und zu optimieren.

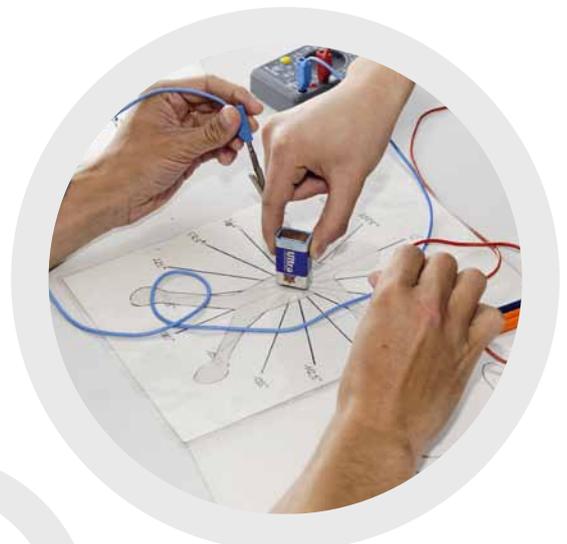
Die Untersuchung zeigte einzelne strukturelle Mängel und organisatorische Schwächen auf, die zum Beispiel inhaltliche und zeitliche Angaben oder Wegbeschreibungen betrafen. Diese konnten schnell behoben werden. In der Folge wurde dann die Organisation der Projektwochen immer wieder als gut bis sehr gut hervorgehoben. Für ein so aufwendiges Projekt mit vielen Standorten ist eine gemeinsame übergreifende Organisation, besonders für die Wahrnehmung und die gemeinsame Sichtbarkeit des Angebots, sehr wichtig.

### Befragungen 2012 bis 2014

In der zweiten Phase der Untersuchung von 2012 bis 2014 lag der Fokus auf der Gesamtbewertung der Projektwochen und beinhaltete auch Aspekte zur Wirksamkeit der „Experimente mit Herz“. Messgrößen waren beispielsweise Zufriedenheit, Erfahrungen und Gelerntes. Darüber hinaus konnten Potenziale dieses Programms identifiziert werden, beispielsweise Aspekte der Berufsorientierung.

Die Stichprobe umfasste insgesamt 117 Personen, was einer Befragungsrate von gut 70% entsprach. Die Schülerinnen und Schüler sowie die Lehrkräfte wurden nach ihrer Teilnahme an einer Projektwoche mithilfe von schriftlichen Fragebögen befragt, um das entsprechende Angebot in seiner Gesamtheit zu bewerten.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen vorgestellt.





**90% der Teilnehmenden sehr zufrieden**

Über 90% der Befragten bewerteten das Programm generell mit sehr gut bis gut. Besonders gefallen hatte sowohl den Jugendlichen als auch den Lehrkräften das praktische Arbeiten.

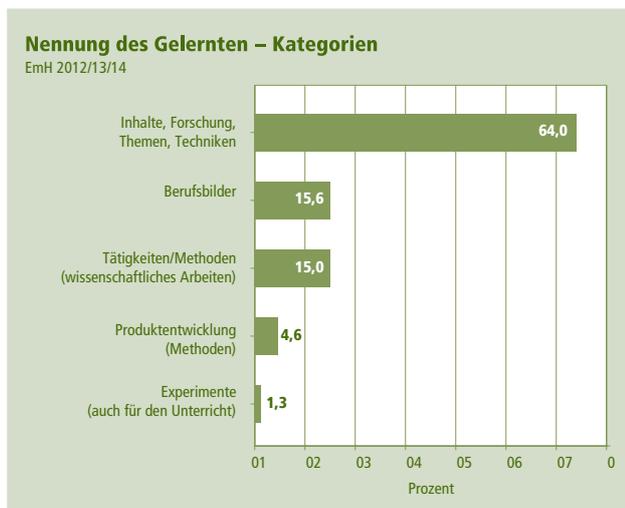


Abb. 1: Angabe des Gelernten

Alle Befragten gaben an, etwas gelernt zu haben, wobei Inhalte wie Forschung und Technik zum Thema Herz am häufigsten genannt wurden (siehe Abb. 1).

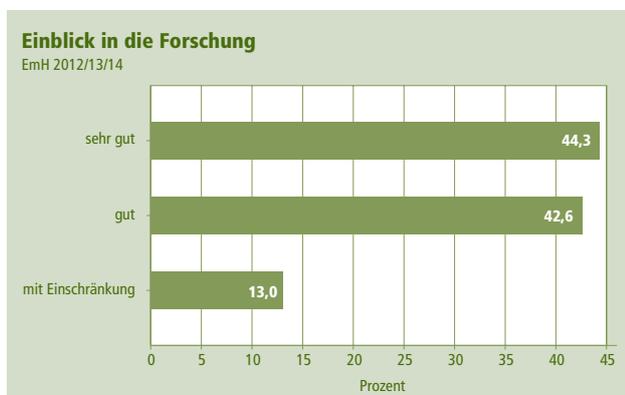


Abb. 2: Bewertung des Forschungseinblicks

Den Schülerlaboren ist – je nach Standort – die Nachvollziehbarkeit von Wissenschaft und ihren Methoden wichtig.

Das spiegeln die Antworten wider. Knapp 90% bewerteten die Nachvollziehbarkeit der wissenschaftlichen Methoden als gut bis sehr gut. Wie in der Abb. 2 ersichtlich, empfanden fast 90% den Einblick in die Forschung als sehr gut bis gut. Das Kennenlernen von verschiedenen Berufsfeldern durch das Programm bewerteten über 70% der Befragten positiv, 50% mit gut und 20% mit sehr gut (siehe Abb. 3).

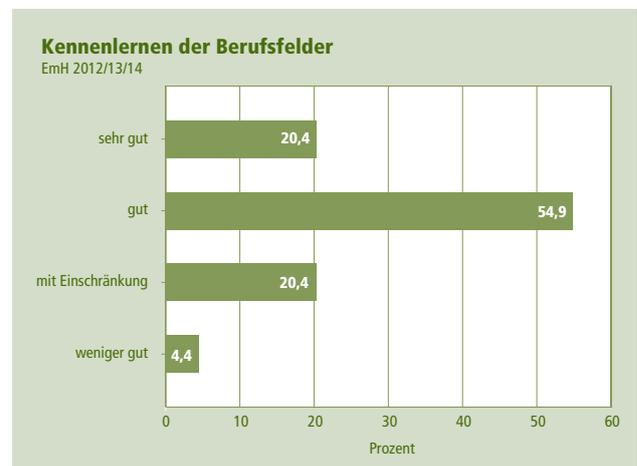


Abb. 3: Bewertung der Berufsorientierung

**Kritikpunkte**

Neben den hauptsächlich sehr positiven Aussagen zum Angebot traten auch negative Aspekte bei den offenen Fragen zutage (siehe Abb. 4, Seite 50). Bei einem Drittel der Antworten wurden der Schwierigkeitsgrad oder die Länge des Theorieteils bemängelt. Das manifestierte sich auch in der Frage nach Verbesserungsvorschlägen. Es wurde mehr praktisches Arbeiten gefordert. Möglicherweise liegt hier eine Erwartungshaltung von Schulen zugrunde, die den Besuch von außerschulischen Lernorten in erster Linie mit praktischen Erfahrungen verbinden.

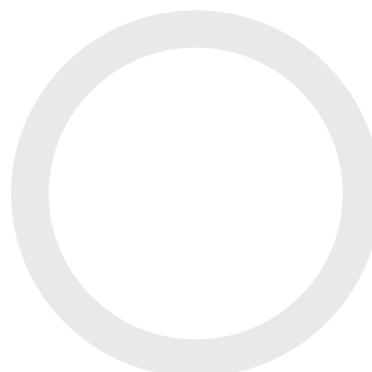




Abb. 4: Angabe der Kritikpunkte

Vor allem bei der Befragung im Jahr 2014 waren inhaltliche Überschneidungen oder ein fehlender roter Faden Anlass für Kritik. Das zeigt, dass die Zusammensetzung der Touren in jedem Jahr erneut konzeptionell und inhaltlich abgestimmt werden muss. Da das Programm jährlich individuell zusammengestellt wird, ist damit ein erheblicher organisatorischer Aufwand verbunden. Man könnte – nach Prüfung und Qualitätsabsicherung der Zusammenstellung – darüber nachdenken, die Touren immer in der gleichen Abfolge anzubieten. Dann müssten die Labore und die externen Partner jedoch stets denselben Tag für „Experimente mit Herz“ freihalten, was sich häufig als schwierig oder nicht möglich erweist.

Obwohl alle Standorte gut mit den öffentlichen Verkehrsmitteln zu erreichen sind, wird Kritik an den langen Fahrtwegen geäußert. Das ist nicht zu ändern, sollte aber bei zukünftigen Projekten berücksichtigt werden.

### Bewertung des Programms durch Akteure der beteiligten Standorte

Im letzten Projektjahr 2014 wurden zudem alle beteiligten Schülerlabore und die externen Partner um eine Stellungnahme mittels einer schriftlichen Befragung gebeten.

Besonders die externen Partner hoben hervor, dass „Experimente mit Herz“ für ihr Unternehmen einen Beitrag zur allgemeinen Berufs- und Studienorientierung darstellt und auch zur Nachwuchsgewinnung sowie zum Austausch genutzt wird. Auch hier wurde die Gesamtkoordination als positiv hervorgehoben, allerdings mit Potenzial hinsichtlich einer stärkeren gemeinsamen Außenwirkung.

Negativ fiel einigen Standorten die fehlende Verbindlichkeit der Schulen auf. Da das Programm kostenfrei angeboten wird, lässt sich natürlich weniger Verbindlichkeit erreichen als bei einer vorausgehenden Teilnahmegebühr.

Über eine fehlende oder nicht ausreichende Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler äußerten sich vor allem die externen Partner. Das dafür von GenaU zur Verfügung gestellte Exposé zum Projekt wird eventuell zu wenig genutzt. Deshalb wird es in einer folgenden Projektphase nochmals von den beteiligten Standorten überarbeitet.

### Neuer Zeitraum für die Projektwochen

Fast alle Akteure äußerten sich kritisch darüber, dass „Experimente mit Herz“ zwei Wochen vor den Sommerferien stattfindet.

Zu Beginn des Projektes wurde mittels der Befragung einer Gruppe von Lehrkräften eruiert, welcher Zeitraum günstig für ein Angebot solcher Projektwochen sein könnte. In der engeren Auswahl standen: vor den Sommerferien, im Herbst zwischen Sommer- und Herbstferien und der Januar, der häufig auch von den Schulen für Projektwochen genutzt wird.

Ausgewählt wurden: vor den Sommerferien und der Herbst. Allerdings stellte sich nach der Pilotphase der Herbst als nicht geeignet heraus, denn es gab dafür keine Anmeldungen.

Mit dem Abitur in der 12. Jahrgangsstufe ist es für die Schulen schwieriger geworden, an einem zeitintensiven Programm wie „Experimente mit Herz“ teilzunehmen, weil innerhalb einer Woche ein großer Teil des Unterrichts und die begleitende Lehrkraft ausfallen.



Das Netzwerk wird in einer neuen Projektphase den Zeitraum der Projektwochen in den Januar verlegen. Anlass waren Gespräche mit Lehrkräften, die es als günstig bewerteten, das Programm mitten im Schuljahr anzubieten, da die Jugendlichen dann weniger in „Ferienstimmung“ sind. Deshalb wurde 2015 das Programm zum letzten Mal im Sommer durchgeführt. Ab 2016 findet „Experimente mit Herz“ in den letzten beiden Januarwochen statt.

### Mehr Austausch zwischen den Standorten

Inhaltliche Kooperationsprojekte dieser Größe haben ein großes Potenzial, stellen aber auch eine beträchtliche Herausforderung bezüglich der gegenseitigen konzeptionellen Absprachen dar. Auch das zeigte sich im Laufe des Projekts.

Viele Laborverantwortliche möchten in Zukunft, sofern noch nicht geschehen, „Experimente mit Herz“ stärker in ihr laufendes Angebot eingliedern. Allerdings waren auch einige Akteure enttäuscht über die fehlende Möglichkeit zum intensiven Dialog untereinander, denn nur zwischen wenigen Laboren fand ein steter Austausch zu den Programminhalten statt. Allenfalls in der Anfangsphase gab es inhaltliche Absprachen. Das könnte verbessert werden. Allerdings weisen die Labore darauf hin, dass fehlende Kapazitäten, Personalmangel und fehlende Ressourcen einen kontinuierlichen Diskurs mit anderen Akteuren und Kooperationspartnern kaum zulassen.

Bei einem zukünftigen Projekt sollte darauf geachtet werden, dass Möglichkeiten zum gegenseitigen Austausch vorhanden sind und die Kurse der einzelnen Projektpartner, besonders auch die der externen, von den Labormitarbeiterinnen und -mitarbeitern als interne Fortbildung wahrgenommen werden können. Bei selbstständig agierenden Mitgliedern ist eine konkrete langfristige Abstimmung nicht planbar, aber gewünscht. Deshalb wird daran weiterhin gearbeitet.

### Zukünftige Förderung und Ausblick

Alle Beteiligten äußerten Interesse daran, das Programm auch über das Projektende hinaus an ihren Institutionen durchzuführen. Dafür akquirierte die Koordinierungsstelle zusätzliche Fördermittel, um beispielsweise auch Individualtermine in den

Schülerlaboren anbieten zu können. So unterstützt die Bayer Science & Education Foundation in den Jahren 2015 bis 2017

„Experimente mit Herz“. Dadurch können Individualtermine ausgebaut werden, und es wird vor allem größeren Gruppen sowie Besuchern über die Berlin-Brandenburger Landesgrenzen hinaus eine Teilnahme ermöglicht.

Die laborübergreifenden Projekte sind für die Qualitätsentwicklung des Netzwerks von Bedeutung und stellen ein wichtiges Ziel des Netzwerks dar. Die kontinuierliche Evaluation des Herz-Projekts gibt beispielsweise eine fundierte Basis für Maßnahmen wie fachlichen Transfer, gemeinsame Fortbildungen, Schulungen und Exkursionen.

Den gegenseitigen Erfahrungsaustausch bereichern ebenfalls die Partner des Netzwerks, die vermehrt in die inhaltliche Netzwerkarbeit miteinbezogen werden sollen. Das Ziel des Netzwerks dabei ist, neue Ansätze kennenzulernen und gemeinsame Projekte aufzubauen.

Die intensive Beschäftigung mit einem Thema und die Unternehmensbeteiligung beinhalten für das Netzwerk wichtige Aspekte. Zum einen ergeben sich durch die Kooperation zwischen den Schülerlaboren und den Unternehmen Möglichkeiten, die eine Institution für sich nicht bieten könnte. Beispielsweise werden Einblicke in Berufsfelder aufgezeigt, die die Labore allein nicht geben könnten. Zum anderen werden die Unternehmen sensibilisiert und zugänglich für eine neue Form der Nachwuchsförderung.

Die Berufs- und Studienorientierung wird auch in Zukunft für das Netzwerk eine wichtige Rolle spielen. Geplant sind weitere Projekte nach dem Vorbild von „Experimente mit Herz“, bei denen Berliner und Brandenburger Schülerlabore und Unternehmen zu verschiedenen naturwissenschaftlich-technischen Themen zusammenarbeiten. Aus diesem Engagement entstehen gemeinsame, ambitionierte Projekte in der Nachwuchsförderung, die verschiedene MINT-Themen vermitteln und entsprechende Berufsfelder darstellen. Hierfür gilt es, neue Kooperationspartner und Fördergelder zu akquirieren.



## Impressum

### Herausgeber:

Schülerlabor-Netzwerk GenaU  
Silke Vorst (Koordination)  
Fabeckstraße 34-36  
14195 Berlin

Telefon: 030 838-54297  
Fax: 030 838-54204  
info@genau-bb.de  
www.genau-bb.de

### Redaktion:

Silke Vorst  
Manuela Kaspar (manuka.p.r), Potsdam

### Lektorat/Korrektorat:

Annekathrin Stoll, Berlin

### Gestaltung:

Diana Fischer, Berlin

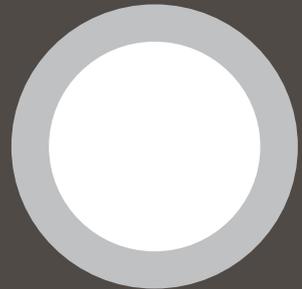
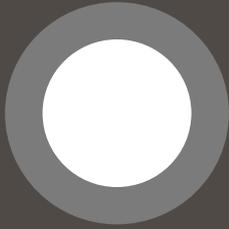
### Druck:

Oktoberdruck, Berlin

@ GenaU 2015

### Fotos:

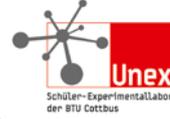
Steffen Rasche [Ra], Hans-Joachim Wuthenow [Wu]  
Titel: o – UniLab [Wu], u – Gläsernes Labor [Ra]; Grußwort:  
ol – SenBJW, or – MBJS; Editorial: Vorst; Inhalt: Unex [Ra];  
Seite 9: ol – Gläsernes Labor, or – TH Wildau, u – UniLab [alle  
Ra]; Seite 10: Technologiestiftung Berlin; Seite 11: Unex [Ra];  
Seite 12: Gesamtmetall; Seite 14: Unex [Ra]; Seite 15: ol –  
UniLab [Ra], or – Gläsernes Labor [Heidi Lehmann], u – TH  
Wildau [Ra]; Seite 16: Grafik mattlog; Seite 17: MicroLAB [Ra];  
Seite 18: o – Unex [Ra], u – Gläsernes Labor [Ra]; Seite 19:  
CZM [Ra]; Seite 21: ol – CZM [Wu], or – Gläsernes Labor  
[Wu], u – Grafik mattlog; Seite 22: o – Gläsernes Labor [Ra],  
u – UniLab [Wu]; Seite 23: DHZB [Wu]; Seite 26: l – TH Wildau  
[Ra], r – CZM [Ra]; Seite 27: l – Gläsernes Labor [Wu], r –  
MicroLAB [Ra]; Seite 28: l – Unex [Ra], r – UniLab [Ra]; Seite  
31: ol – DHZB [Wu], or – UniLab [Ra], u – Gläsernes Labor  
[Wu]; Seite 32: TH Wildau [Ra]; Seite 33: TH Wildau [Ra]; Seite  
35: CZM [Ra], Seite 36: Unex [Ra]; Seite 37: UniLab [Wu]; Seite  
38: UniLab [Wu]; Seite 39: Gläsernes Labor [Wu]; Seite 40:  
DHZB [Wu]; Seite 41: ol, or – DHZB [Wu], u – TH Wildau [Wu];  
Seite 42: Gläsernes Labor [Ra]; Seite 43: DHZB [Wu]; Seite 45:  
Unex [Ra]; Seite 47: ol – MicroLAB [Ra], or – Unex [Ra], u – TH  
Wildau [Wu]; Seite 48: UniLab [Wu]; Rückseite: ol – Gläsernes  
Labor [Wu], or – TH Wildau [Ra]



SCIENCE  
ON TOUR

Gläsernes Labor

museum für  
naturkunde  
berlin



**G e n a U**

Gemeinsam für naturwissenschaftlich-  
technischen Unterricht



**MicroLAB**



**NatLab**

**GFZ**  
Helmholtz-Zentrum  
POTSDAM

**PhysLab**



**HZB** Helmholtz  
Zentrum Berlin

[www.genau-bb.de](http://www.genau-bb.de)





**GenaU**

Gemeinsam für naturwissenschaftlich-  
technischen Unterricht



#### Die Mitglieder im Netzwerk

BIOLOGIE TRIFFT TECHNIK Technische Hochschule Wildau BLICK IN DIE MATERIE Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie CARL ZEISS MIKROSKOPIERZENTRUM Museum für Naturkunde Berlin DEIN LABOR Technische Universität Berlin DLR\_SCHOOL\_LAB BERLIN Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. GEOLAB GFZ SCHÜLERLABOR Deutsches GeoForschungsZentrum GLÄSERNES LABOR Campus Berlin-Buch MATHEXPERIENCE DFG-Forschungszentrum Matheon und 3D-Labor, Technische Universität Berlin MICROLAB Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik und Lise-Meitner-Schule Berlin NATLAB Freie Universität Berlin PHYSIK.BEGREIFEN Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY PHYSLAB Freie Universität Berlin SCIENCE ON TOUR Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg UNEX Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg UNILAB ADLERSHOF Humboldt-Universität zu Berlin

#### Die Partner des Netzwerks

EXTAVIUM Potsdam Das wissenschaftliche Mitmachmuseum HELLEUM Kinderforscherzentrum in Berlin-Hellersdorf ORBITALL FEZ Berlin-Wuhlheide SCHÜLERLABOR GEISTESWISSENSCHAFTEN Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften SCIENCE CENTER SPECTRUM Stiftung Deutsches Technikmuseum Berlin

Gefördert von:

**GESAMT**M**ETALL**  
Die Arbeitgeberverbände der Metall- und Elektro-Industrie

**think  
ING.**  
Die Initiative für  
Ingenieurwachstums



**TECHNOLOGIE  
STIFTUNG  
BERLIN**

