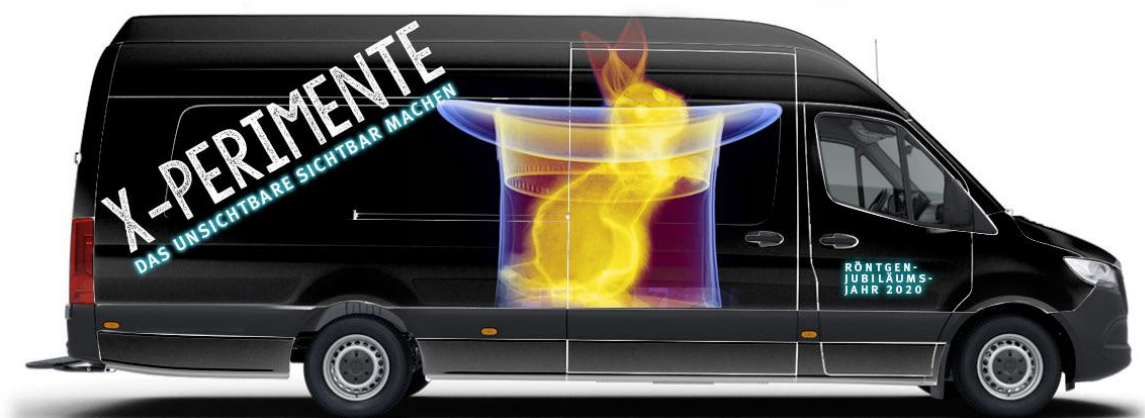


# X-Perimente

## Das mobile Schülerlabor

Informationen für Nutzende



## Motivation

Im Jahr 2020 wird bundesweit der 125. Entdeckungstag der Röntgenstrahlen und der 175. Geburtstag ihres Entdeckers und ersten Nobelpreisträgers Wilhelm Conrad Röntgen gefeiert. Für das Röntgenjahr 2020 haben sich das Deutsche Röntgen-Museum (DRM) in Remscheid und die Reiss-Engelhorn-Museen (rem) mit den Forschungseinrichtungen der Curt-Engelhorn-Stiftung in Mannheim die Aufgabe gestellt, getreu den Worten Röntgens „ich fühle mich nur wohl, wenn ich experimentieren kann“ Schulen und vergleichbaren Bildungseinrichtungen die Möglichkeit zu geben, mit Kindern und Jugendlichen „selbst aktiv zu werden, zu experimentieren und sich so auf die Spuren eines bedeutenden Forschers und Entdeckers zu begeben“. Hierzu wurde ein mobiles Schülerlabor konzipiert und mit Experimenten ausgestattet, welches die Schulen/Bildungseinrichtungen anfährt. Die Ziele: mit spannendem Praxisbezug neue Zielgruppen für ein interdisziplinäres Thema zu erschließen und über das Jahr 2020 hinaus zukünftige Generationen für vielfältige Themen aus Naturwissenschaften, Technik und Medizin zu begeistern.

## Hintergrund:

Am 8. November 1895 entdeckte Wilhelm Conrad Röntgen in seinem 50. Lebensjahr „eine neue Art von Strahlen“, die in der Folge weltweit Wissenschafts- und Alltagsgeschichte geschrieben hat und bis heute schreibt. Die „X-Strahlen“ markierten für Röntgen eine Leerstelle, die es galt, zunächst experimentell zu erschließen und in der Folge theoretisch und praktisch zu ergründen. Das Erstaunliche: Die in der Folge nach Röntgen benannten Strahlen machen noch heute Unsichtbares sichtbar – im Nano-, Mikro- und Makrobereich. Ihr Einsatz ist aus der Wissenschaft so wenig wegzudenken wie aus dem Alltag. Und doch sind die Anwendungsfelder und Potentiale des Röntgens in der Öffentlichkeit wenig „sichtbar“.

Röntgenstrahlen durchdringen Stoffe und schaffen durch ihre Absorption Transparenz. Schicht um Schicht wird durch Perspektivwechsel und Wiederholung sichtbar, was unter einer für das menschliche Auge undurchdringlichen Hülle liegt: Knochen einer antiken Mumie, Gefäße eines Patienten, eine übermalte Figur in einem Gemälde Max Liebermanns, eine Schweißnaht unter Lackschichten eines gesunkenen Schiffsrumpfes, Viren, Genome, Tumore, Himmelskörper, Schriften, Maschinenteile und vieles mehr. Die „Welt des Röntgens“ ist voller überraschender Phänomene, Anekdoten, Kuriositäten und ästhetisch faszinierender Bilder. Die Faszination, die davon ausgehen kann, „Unsichtbares sichtbar zu machen“, hat auch heute für uns eine besondere Bedeutung.

## Didaktisch-methodisch Grundkonzept

Das didaktische Grundkonzept nimmt den Hands-on-Science Gedanken stringent auf und ermöglicht dem Lernenden, selber zum Entdecker zu werden, den Forschenden in sich zu wecken. Dem folgend kann sie/er ausprobieren und experimentieren, um Denk- und Arbeitsweisen nachzuvollziehen. Sie/Er wird ermutigt, Dinge zu hinterfragen und – ganz im Sinne Röntgens – aus Vorhandenem mit Spiel- und Experimentierfreude Neues zu entwickeln. Das Ziel ist es, Kreativität und Phantasie als die treibende Kraft hinter Innovation, Fortschritt, kultureller und gesellschaftlicher Entwicklung sichtbar und verständlich zu machen und (die ihr zugrunde liegende) Offenheit im Denken und Handeln zu fördern. Konsequenterweise lautet die zentrale Botschaft: selbst zu einem (geistigen) Erben Röntgens zu werden!

Das didaktisch methodische Konzept steht auf vier Säulen:

- Wissenschaftspropädeutik - Interesse wecken für ein Studium in den Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Medizinphysik, und Medizin
- Berufsorientierung - Interesse wecken für nicht-akademische Ausbildungsberufe in Medizin und Technik (Medizinisch-technische Assistenten, Physikalisch-technische Assistenten, Chemisch-technische Assistenten, usw.)
- Qualifizierung - Aus-, Weiter- und Fortbildungen für Schüler, Studenten, Medizinisch-technische Radiologie-Assistenten (MTRA) und Lehrer aller Schulformen
- Lebenslanges Lernen – Wissensförderung für Laien und berufliche Wiedereingliederung

Zusammenfassend versteht sich das mobile Schülerlabor „X-perimente“ als ein spezielles überregionales, außerschulisches Bildungsangebot, das in erster Linie Spaß und Empathie für Natur- und Ingenieurwissenschaften, Medizin und Medizintechnik für unterschiedliche Zielgruppen vermittelt und damit einen Beitrag zur Allgemeinbildung und MINT-Förderung leisten möchte. Unter dem Leitmotiv „X-Das Unsichtbare sichtbar machen“ können mit Hilfe von Licht und Strahlung Informationen von und aus Körpern gewonnen werden.

## **Inhalte**

Ausgehend von der Faszination des Röntgenverfahrens ermöglicht das experimentelle Angebot einen Überblick über verschiedene Verfahren, mit denen das „Innere“ sichtbar gemacht werden kann. Hierzu werden anhand des elektromagnetischen Spektrums Experimente und Analysen beginnend mit langwelligem Infrarotlicht bis hin zu extrem kurzwelligen Gammastrahlen ermöglicht. Dabei kann insbesondere auch deutlich werden, welche Stärken und Schwächen einzelne Untersuchungsmethoden haben.

Ergänzt durch den Bereich Ultraschall gliedern sich die Experimente thematisch entlang des elektromagnetischen Spektrums in sechs Anwendungsfelder:

- A) Infrarotes Licht
- B) Sichtbares Licht
- C) Ultraviolette Strahlung
- D) Röntgenstrahlung
- E) Gammastrahlung
- F) Ultraschall

Jeder Spektralbereich lässt Untersuchungen von Körpern und Materialien zu. Einige ermöglichen dabei nur besondere Ansichten (IR und UV) von den Untersuchungsobjekten. Andere ermöglichen tiefergehende Einblicke (Röntgen, Gammastrahlung, Ultraschall). Hierzu wird eine Sammlung von möglichen Untersuchungsobjekten bereitgestellt. Jedoch sollen diese durch eigene Ideen und Experimentierwünsche der Lernenden ergänzt werden. Bei den Untersuchungen kann dabei erfahren und erlebt werden, welche qualitativen und quantitativen Aussagen über die Untersuchungsobjekte die einzelnen Verfahren entlang des Spektralbereichs zulassen.

## **Handhabung**

Die Experimente sind auf einem Mercedes Sprinter sicher in Kisten und Boxen verpackt. Für ihre Nutzung muss ein Schulungs- oder Seminarraum zur Verfügung gestellt werden. Für das Aus- und Einladen und das Aufbauen der Experimente muss Unterstützung durch die Nutzenden gewährt werden. Das parallele Arbeiten an verschiedenen Experimenten für unterschiedliche Zielgruppen ist prinzipiell möglich. Die Unterrichtsplanung und der Einsatz der Experimentiermittel für den (projektorientierten) Unterricht muss jedoch von den jeweiligen Lehrenden selber vorgenommen werden. Die Projektbetreuer können dabei Hilfestellung gewähren. Sie führen jedoch keinen selbstständigen Unterricht durch. Beim Umgang mit Schulröntgengeräten übernehmen die mitfahrenden Betreuer die Aufgaben eines/einer Strahlenschutzbeauftragten. Ihren Anweisungen ist Folge zu leisten. Da in erster Linie Spaß und Freude am Experimentieren vermittelt werden soll, werden nur beispielhaft in einigen Forschungsbereichen Versuchsbeschreibungen und Arbeitsblätter für die Forschenden bereitgestellt. Der Kreativität der Forschenden soll damit Vorrang eingeräumt werden.

## Forscherfragen, Themen und Experimentierangebote

Thema	Zielgruppen	Forscherfragen	Material
Wilhelm Conrad Röntgen und die Entdeckung der Röntgenstrahlen	Grundschule	Wer war Wilhelm Conrad Röntgen? Wie hat er Röntgenstrahlen entdeckt? Was kann man auf einem Röntgenbild erkennen? Wann sind Röntgenuntersuchungen nötig? Welche anderen Untersuchungen gibt es? Was ist der Unterschied zu Lichtstrahlen?	Röntgenkinderheft, Bastelbögen, Arbeitsblätter, Röntgenbilder, Rätselheft, Taschenlampen, Alina beim Röntgen
Grundlagen Licht und andere Strahlung	Grundschule Sek 1	Was ist das elektromagnetische Spektrum? Was sind Frequenzen und Wellenlängen? Wie begegnen sich Wellen? Was ist Interferenz und Beugung? Was ist ein Laser?	Krüss Handspektrometer mit Gradsichtprisma nach Amici, 400-750 nm
Wärmestrahlung und Thermographie	Sek 1 und 2	Was ist Wärmestrahlung? Wie misst man die Temperatur? Wie kann man Wärmestrahlung messen? Wie breitet sich Wärme aus? Wie leiten unterschiedliche Materialien Wärme? Wie isoliert eine Outdoorjacke? Wie kann man Reibung sichtbar machen? Was versteht man unter Energieumwandlung? Wie kann man Phasenänderungen sichtbar machen?	11 Stk Thermografiekamera FLIR C3 MSX, (80 x 60 Pixel = 4.800)  1 Stk Thermografiekamera FLIR E75 MSX, (320 x 240 Pixel = 76.800) und Auswertesoftware FLIR TOOLS™
Sichtbares Licht	Grundschule Sek 1 und 2	Wie setzt sich sichtbares Licht zusammen? Wie lassen sich Farben trennen? Was ist ein Spektrum? Wie kann man Emissions- und Absorptionsspektren und Fraunhofer-Linien sichtbar machen?	Handspektroskop, Spektrometer, Spektrallampen Hg, Na, Cd, Netzgerät für Spektrallampen
Ultraviolettes Licht	Sek 1 und 2	Was ist UV Licht? Was versteht man unter Fluoreszenz? Wie kann man Kristalle zum Leuchten bringen? Wie kann man echte von künstlichen Edelsteinen unterscheiden? Wie kann man mit UV-Licht Fälscher entlarven? Wie wird UV-Strahlung in der Forensik eingesetzt? Wie lassen sich Dokumente verifizieren? Wie kann man mit UV-Licht zerstörungsfrei Materialien untersuchen?	UV Schutzbrillen (40 Stk)  Schülersatz UV Handlampen 254 nm + 356 nm – je 1 x 4 Watt (15 Stk)  Tischstativ für UV Lampe (15 Stk)  Übungssammlung Fluoreszenz (15 Stk Mineraliensets)
Röntgenstrahlung 1	Sek 1 und 2	Wie erzeugt man hohe Spannungen? Wie erzeugt man ein Vakuum? Was ist eine Gasentladung? Wie bekommt man Kristalle zum Leuchten? Wie erzeugt man Röntgenstrahlen? (Modell Röntgenröhre) Wie macht man eine Röntgenaufnahme? (Simulator) Wie durchleuchtet man kleine Gegenstände	2 Leyboldt Schulröntengeräte 35kV,  Au und Mo Röntgenröhren,  Goniometer, Fensterzählrohre, Paket CT Pro mit

		<p>mit dem Schulröntgengerät? Wie macht man Röntgenbilder mit dem Schulröntgengerät?</p>	<p>Röntgenbildsensor, Phantome, Testkörper, Auswertesoftware, CT-Modul ohne Bildsensor, LiF Kristalle für Bragg-Reflexion, NaCl-Kristall, für Bragg-Versuche, Kristallpulver für Debye-Scherrer-Methode, Comptonzusatz, Foliensätze, Kondensatoren, Objekt- und Filmhalter, Kollimatoren, Implantatmodell, Blutgefäßmodell für Kontrastmittel, Röntgenenergiedetektor, Sensor Cassy 2, Cassy Lab 2, VKA-Box, Targetsatz K- und L-Linien Fluoreszenz.</p>
Röntgenstrahlung 2	Sek 1 und 2	<p>Wie sieht ein Röntgenspektrum aus? Was ist charakteristische Röntgenstrahlung? Wie sehen Röntgenspektren unterschiedlicher Anoden aus? (Moseley-Gesetz) Wie lassen sich Kristallstrukturen mit Röntgenstrahlen untersuchen? (Bragg-Gesetz) Wovon hängt die Schwächung (Absorption) der Röntgenstrahlung ab? Was bewirken Kontrastmittel? Wie kann man Röntgenstrahlen dosieren? Wie kann man Metalle zum Aussenden von charakteristischer Röntgenstrahlung anregen? (Röntgenfluoreszenz) Wie funktioniert ein Computertomograph (CT)? Wie rekonstruiert man CT-Bilder? (MINT Center Würzburg) Wie sehen CT-Bilder aus (Medical Marvels Dundee?)</p>	<p>2 Leybold Schulröntgengeräte 35kV, Au und Mo Röntgenröhren, Goniometer, Fensterzählrohre, Paket CT Pro mit Röntgenbildsensor, Phantome, Testkörper, Auswertesoftware, CT-Modul ohne Bildsensor, LiF Kristalle für Bragg-Reflexion, NaCl-Kristall, für Bragg-Versuche, Kristallpulver für Debye-Scherrer-Methode, Comptonzusatz, Foliensätze, Kondensatoren, Objekt- und Filmhalter, Kollimatoren, Implantatmodell, Blutgefäßmodell für Kontrastmittel, Röntgenenergiedetektor, Sensor Cassy 2, Cassy Lab 2, VKA-Box, Targetsatz K- und L-Linien Fluoreszenz.</p> <p>Dürr Dentla Speicherfolienscanner</p> <p>Diverse Untersuchungsobjekte</p>
Gammastrahlung I	Sek 1	Was ist Radioaktivität?	10 Phywe

		<p>Wie ersetzt der Geiger-Müller-Zähler unser fehlendes Sinnesorgan für Radioaktivität?  Wo findet man radioaktive Stoffe?  Was versteht man unter dem Begriff Ionisierende Strahlung?  Was ist eine Nullrate?  Wie weit reicht ionisierende Strahlung?  Wie lässt sich ionisierende Strahlung abschirmen?  Welche unterschiedlichen Arten von Radioaktivität gibt es?  Was ist eine Halbwertszeit?</p>	<p>Schülerarbeitsplätze mit Großflächenzählrohren und Digitalzählern  10 Berthold LB134 Dosisleistungsmonitore</p>
Gammastrahlung II	Sek II	<p>Wieviel Aktivität ist in unseren Lebensmitteln?  Welche radioaktiven Substanzen lassen sich in Lebensmitteln identifizieren?  Wie interagiert ionisierende Strahlung mit Materie? (Photo-, Compton- und Paarbildungseffekt)  Was ist ein Gammaskpektrum und wie lässt es sich interpretieren?  Wie kann man messen, wie hoch die Radioaktivität in Lebensmitteln ist?</p>	<p>Komplettes NaJ-basiertes Lebensmittel Überwachungssystem einschließlich NaJ-Detektor, Bleiabschirmung, Transportwagen, digiBASE MCA, FG-1-B32 Software, Marinelli-Becher (6), 40K (KCL) Ringquelle und Marinelli-Becherglas  Kalibrierprüfquelle (~2 kg von KCl).  NaI Scintillation Detector, 3x3, Photomultiplier, MCA, MAESTRO Software. (4 Stk)</p>
Ultraschall	Sek 1 und 2	<p>Was ist Ultraschall?  Wo kommt Ultraschall in der Natur vor?  Wie gelangt man vom Sendeimpuls über das Reflexionsecho?  Was sind ein A-Bild, B-Bild und der M-Mode?  Wie kann man Ultraschall in der Medizin anwenden?  Wie sehen Materialfehler im Ultraschallbild aus?  Was ist der Dopplereffekt und wie kann man ihn nutzen?</p>	<p>Ultraschall in der Medizin Set (4 Stk) mit  Ultraschall in den Materialwissenschaften (Set 2 Stk)  Ultraschall Imaging (Set 2 Stk)  Testzylinderset, Gallenblasenmodell, Brustmodell mit Zysten, Ultraschallsonden 1, 2, 4 MHz, Ultraschallsonde 4 MHz</p>

#### **Ansprechpartner**

##### **Dr. Uwe Busch**

Direktor Deutsches Röntgen-Museum  
Schwelmer Str. 41 | 42897 Remscheid  
Phone: 0049(0)2191163384  
Fax: 0049(0)2191163145  
Email: [uwe.busch@remscheid.de](mailto:uwe.busch@remscheid.de)  
Web: [www.X-perimente.de](http://www.X-perimente.de)

##### **Prof. Dr. Wilfried Rosendahl**

Direktor Reiss-Engelhorn-Museen  
Zeughaus C5 | 68159 Mannheim  
Phone: 0049(0)6212933172  
Fax: 0049(0)6212933099  
Email: [Wilfried.Rosendahl@mannheim.de](mailto:Wilfried.Rosendahl@mannheim.de)  
Web: [www.X-perimente.de](http://www.X-perimente.de)