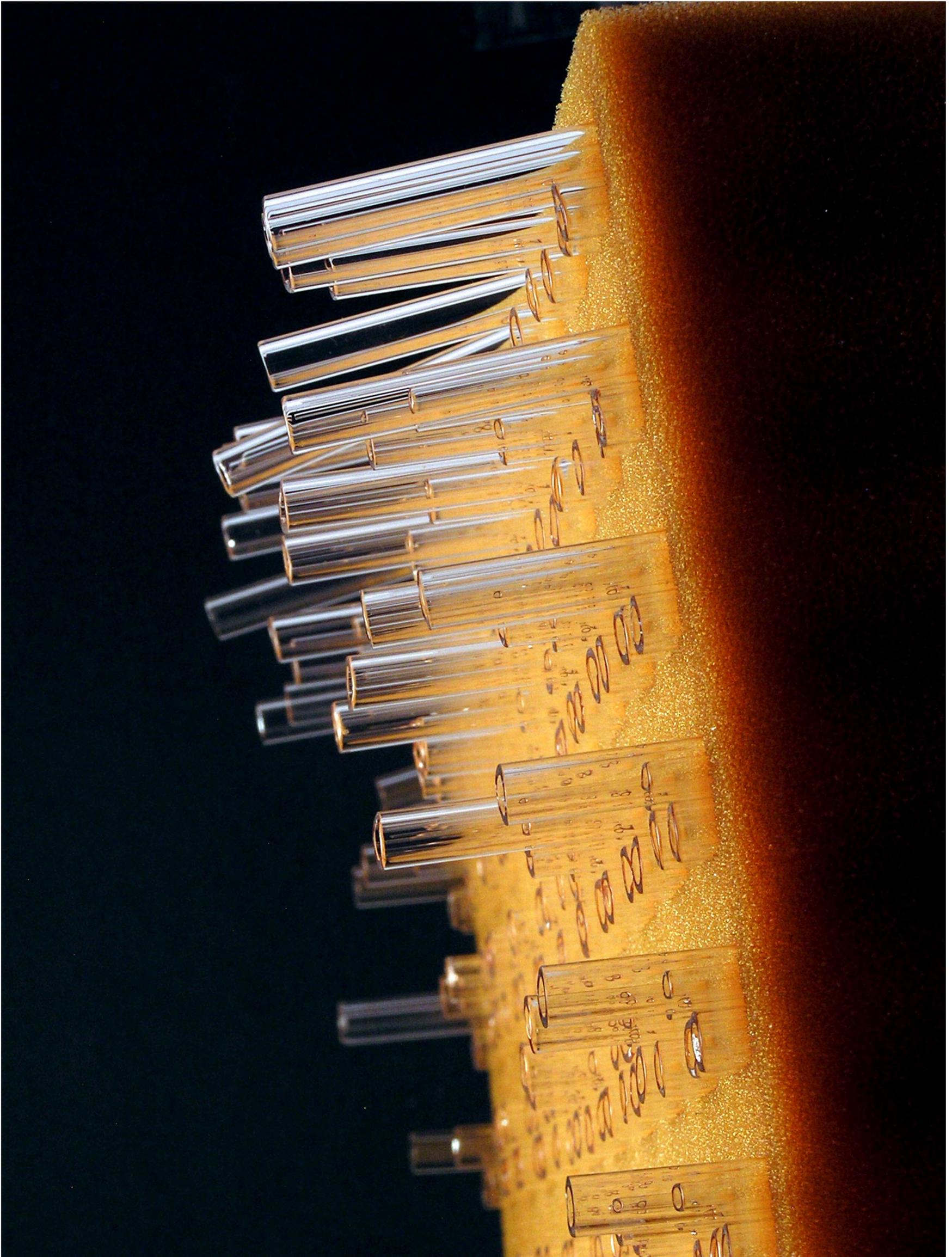


Mikroskopie-Aufnahme einer Schicht Metall-Halid-Perowskit auf Silizium. Die Schicht ist ~ 100 -mal dünner als ein Haar, absorbiert jedoch fast komplett das sichtbare Licht. Sorgt man während der Kristallisation für die richtigen Bedingungen, bildet der Perowskit „Falten“ aus, die den Lichteintrag erhöhen. In einer Solarzelle kann das Material auch sehr effizient das Licht in Strom umwandeln. Auf einer Silizium-Solarzelle gebaut, entsteht eine Tandem-Solarzelle, die kommerzielle Zellen kostengünstig übertrifft. Damit das fehlerfrei funktioniert, muss der Perowskit das Silizium vollständig bedecken. Falls nicht, streift man bei der Fehlersuche dann wenigstens durch schöne Mikro-Landschaften.



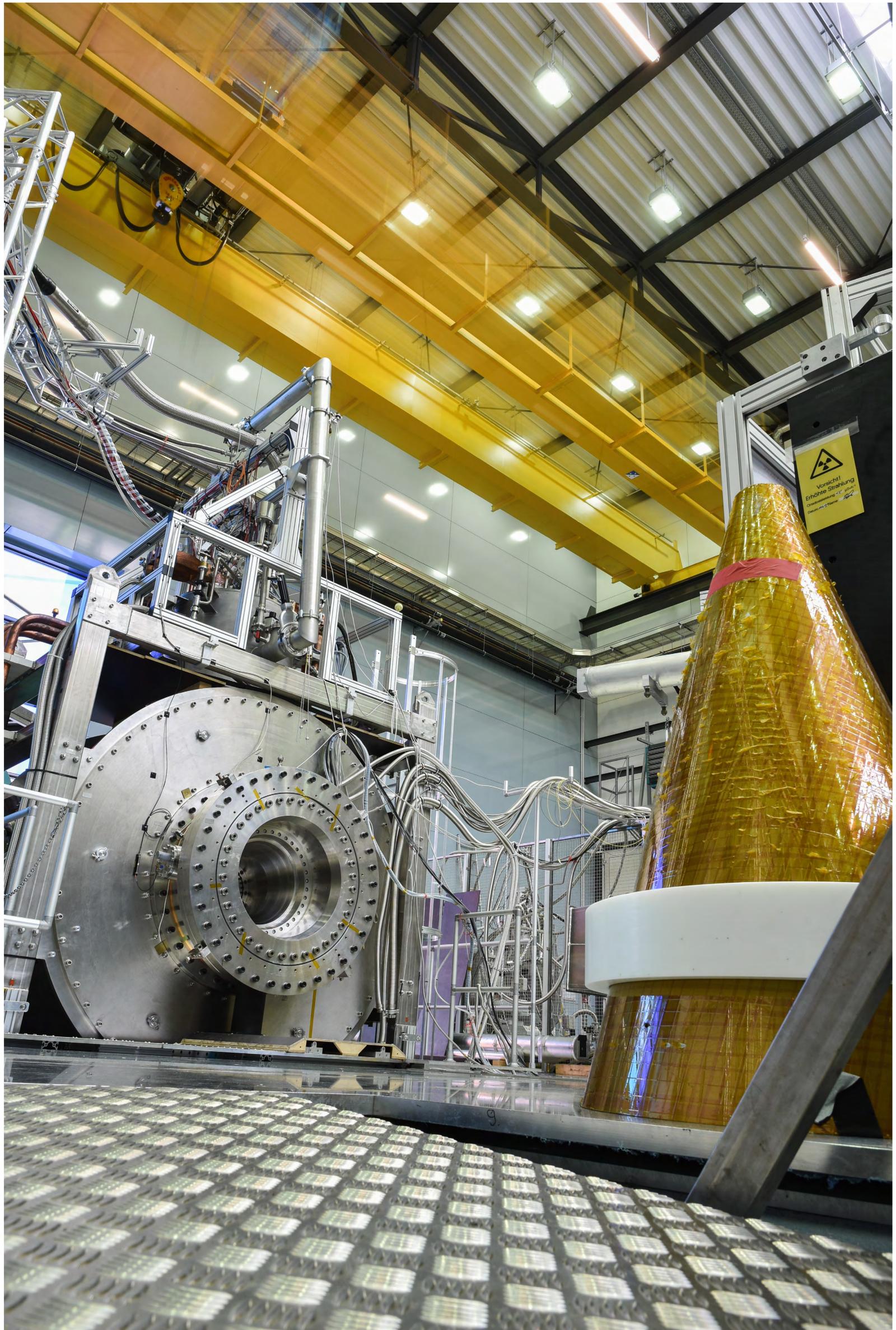
Durchtrennte Kabelstränge beim Abbau der TBR (Trockenbestrahlungsvorrichtung am Reflektorrand).



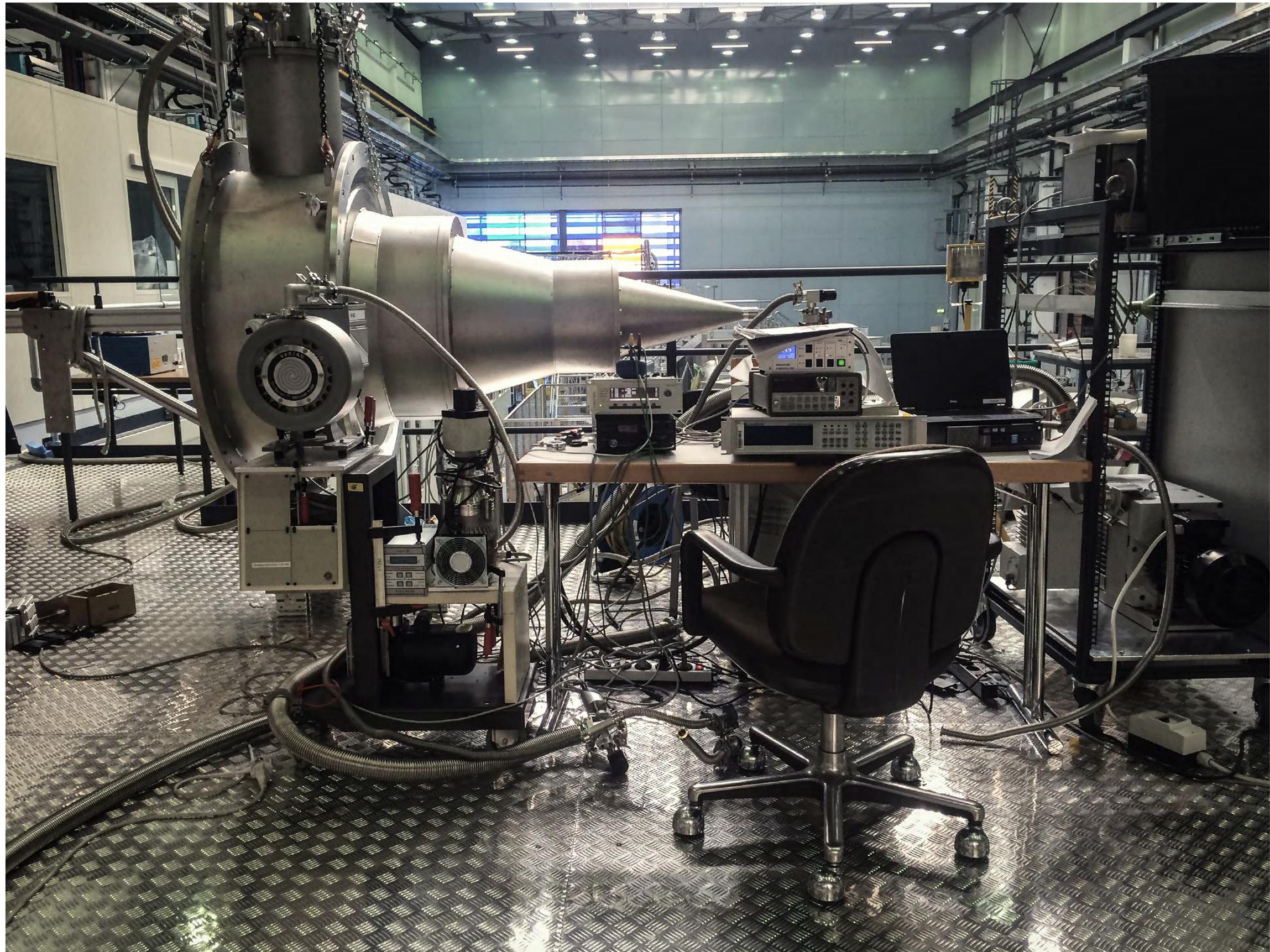
Quarzampullen für die Neutronenaktivierungsanalyse.



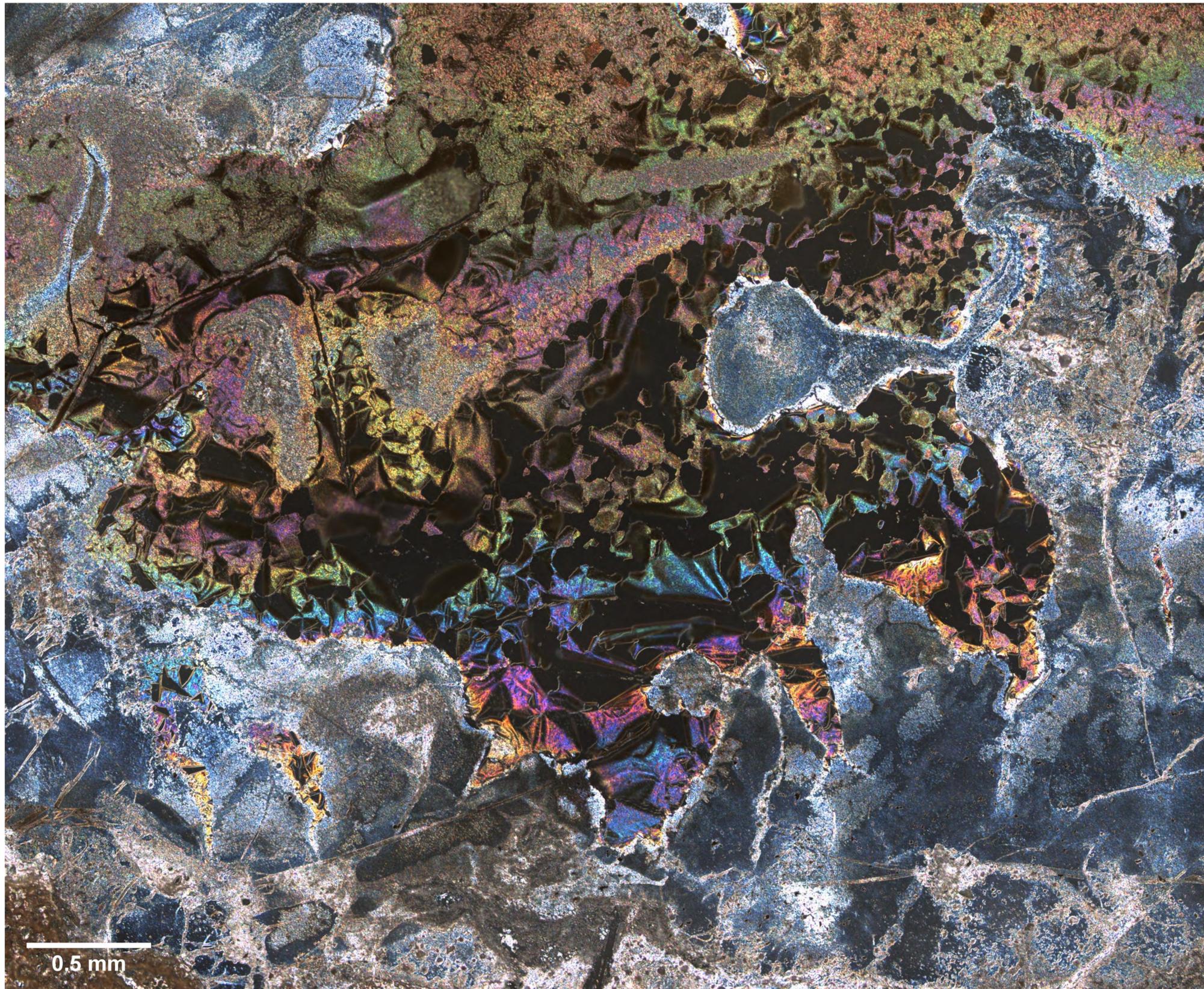
Natur trifft Technik.



26 Tesla - Stolz präsentiert sich unser HFM nach der letzten offiziell geplanten Wartung und erlaubt den freien Anblick. Der gelbe Brückenkran wird in seine Parkposition gefahren, damit die im Magneten befindliche neue resistive Spule den ersten Feldtest über sich ergehen lassen kann



Das Labor - Eine Helium-Kryostat-Probenumgebung wartet auf seinen Einsatz im Hochfeldmagneten. Der zuerst chaotische anmutende Arbeitsplatz strahlt auf dem zweiten Blick eine gewisse Ruhe aus.

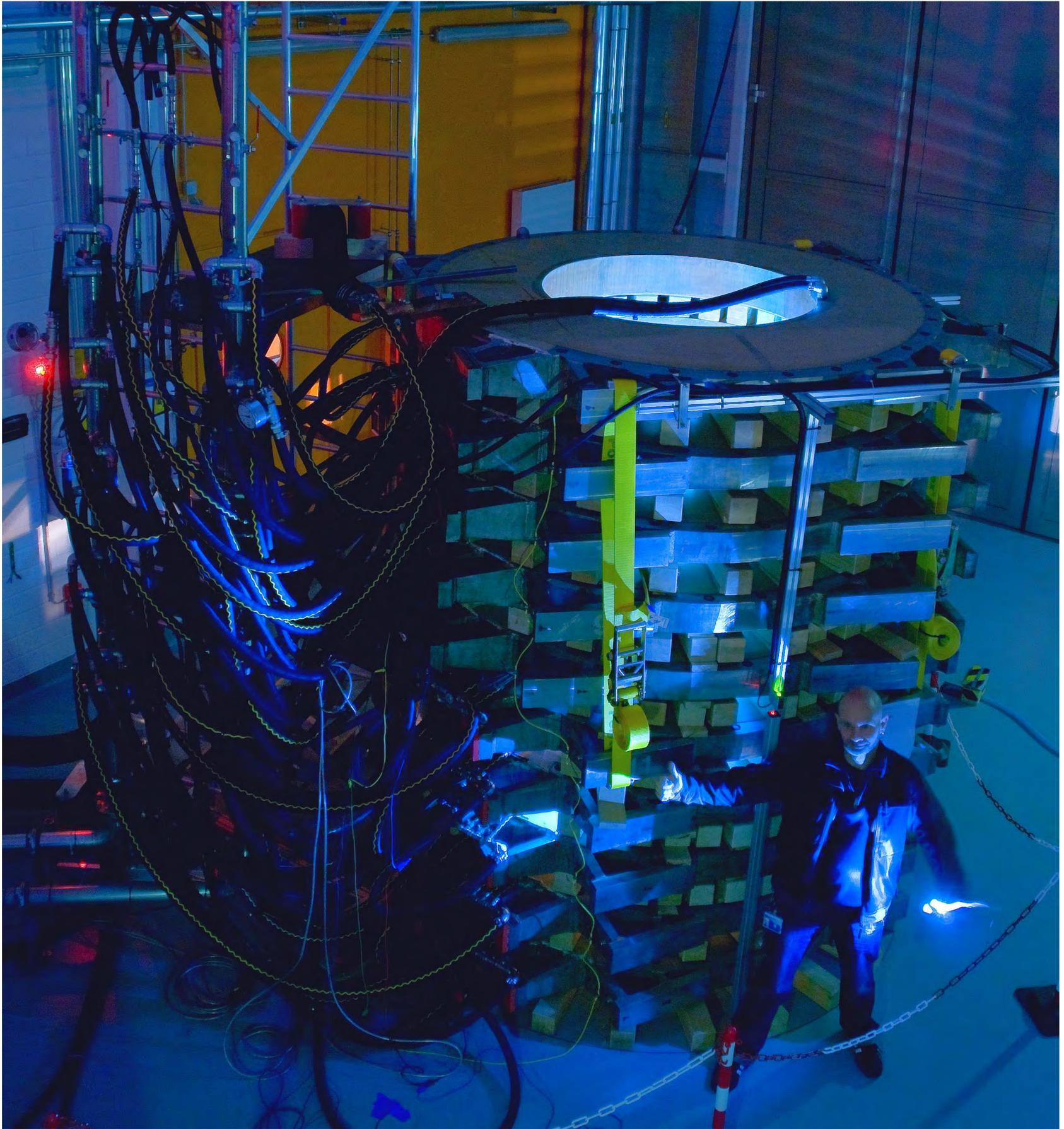


Mikroskop Aufnahme einer Kupferthiocyanat Schicht. Die eigentlich weiße Schicht zeigt durch Lichtbrechung verschiedenste Farbverläufe. Das Bild entstand im Laufe eines Projekts (Masterarbeit) welches sich mit der Herstellung einer dünnen Schicht aus Kupferthiocyanat (CuSCN) beschäftigt. Diese Schichten sollen zur Effizienzsteigerung in einer organischen LED eingebaut werden. Zu sehen ist eine Mikroskop Aufnahme der Schicht. Hier zeigt sich, dass sich durch die starke Unebenheit der Schicht diese zwar nicht für ihren ursprünglichen Zweck verwendet werden kann, dafür aber eindrucksvoll die Lichtbrechung an Kristallen demonstriert.



Reinigung eines Tintenstrahl-Druckkopfs nach dem Druck.

Dieses Bild entstand in einem Projekt welches sich mit dem Druck von Metallen und organischen Materialien beschäftigt. Dabei werden verschiedene Tinten in 30 Pikoliter-Tröpfchen mit einem Tintenstrahl-Drucker gedruckt um dünne Schichten für die Herstellung organischer LEDs oder andern Bauelementen zu erhalten. Im Bild zu sehen ist das Reinigen des Druckkopfs nach dem Druckvorgang.



Das Foto entstand im Rahmen des HFM-Projektes und zeigt den Testspulenstand der zum Testen der HFM-Infrastruktur genutzt wurde. Der Testspulenstand musste dem folgenden HFM weichen und wurde 2 Tage vor Rückbaubeginn (November 2013) abgelichtet.

Technische Daten:

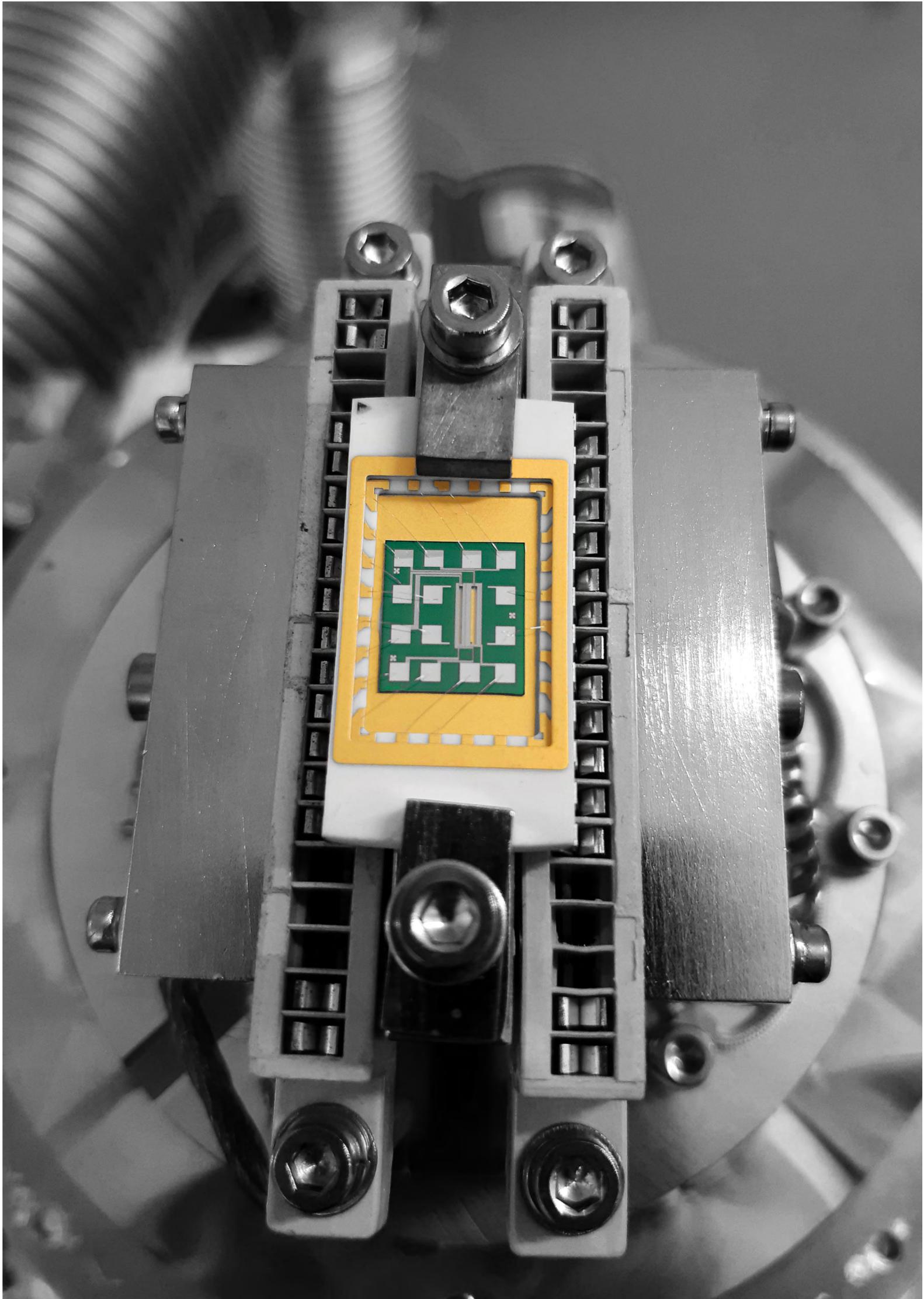
Höhe: 290cm

Gewicht: 35t

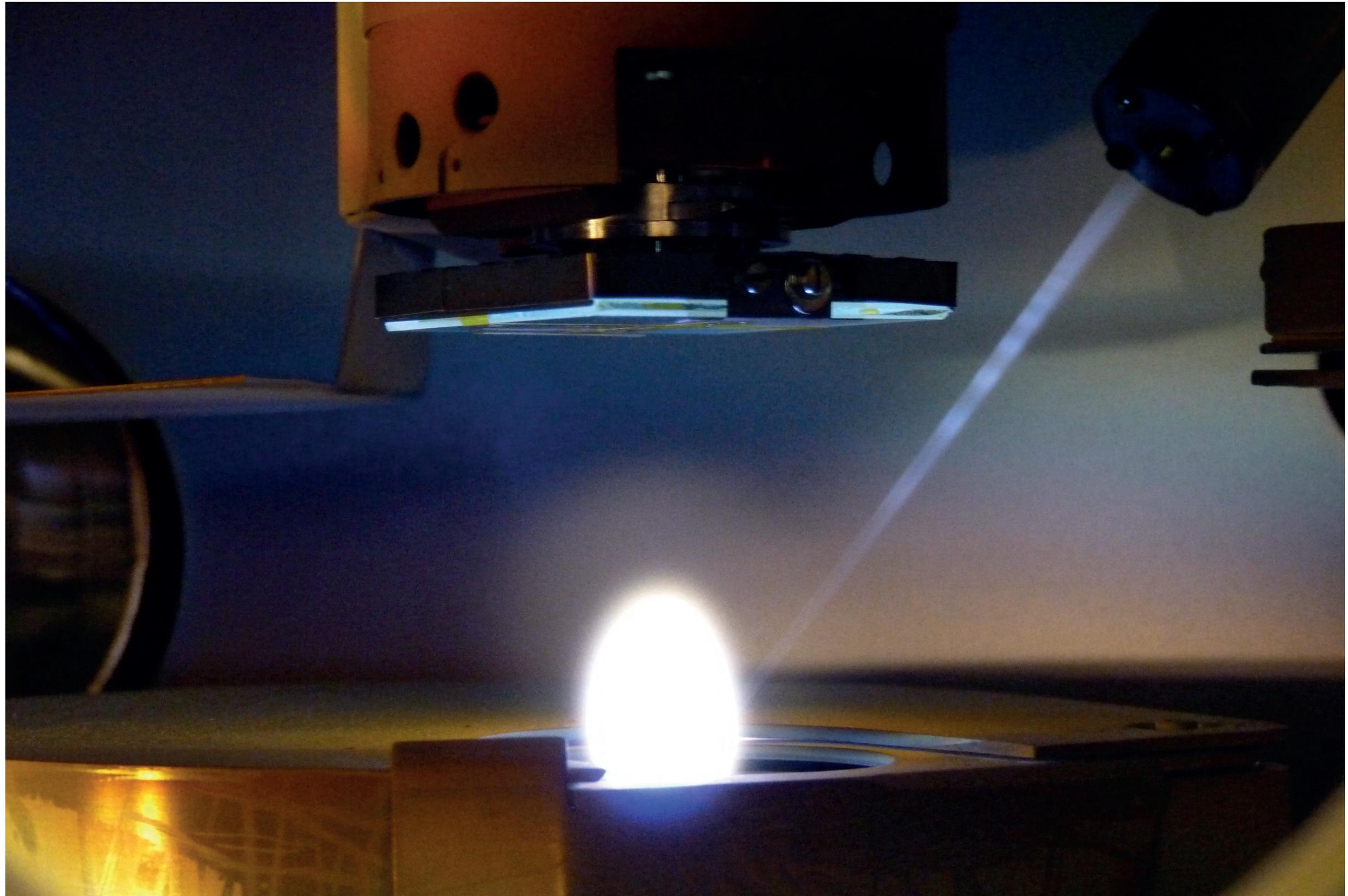
Elektrischer Widerstand: 10,38 m Ω (bei 20°C)

Induktivität: 34 mH

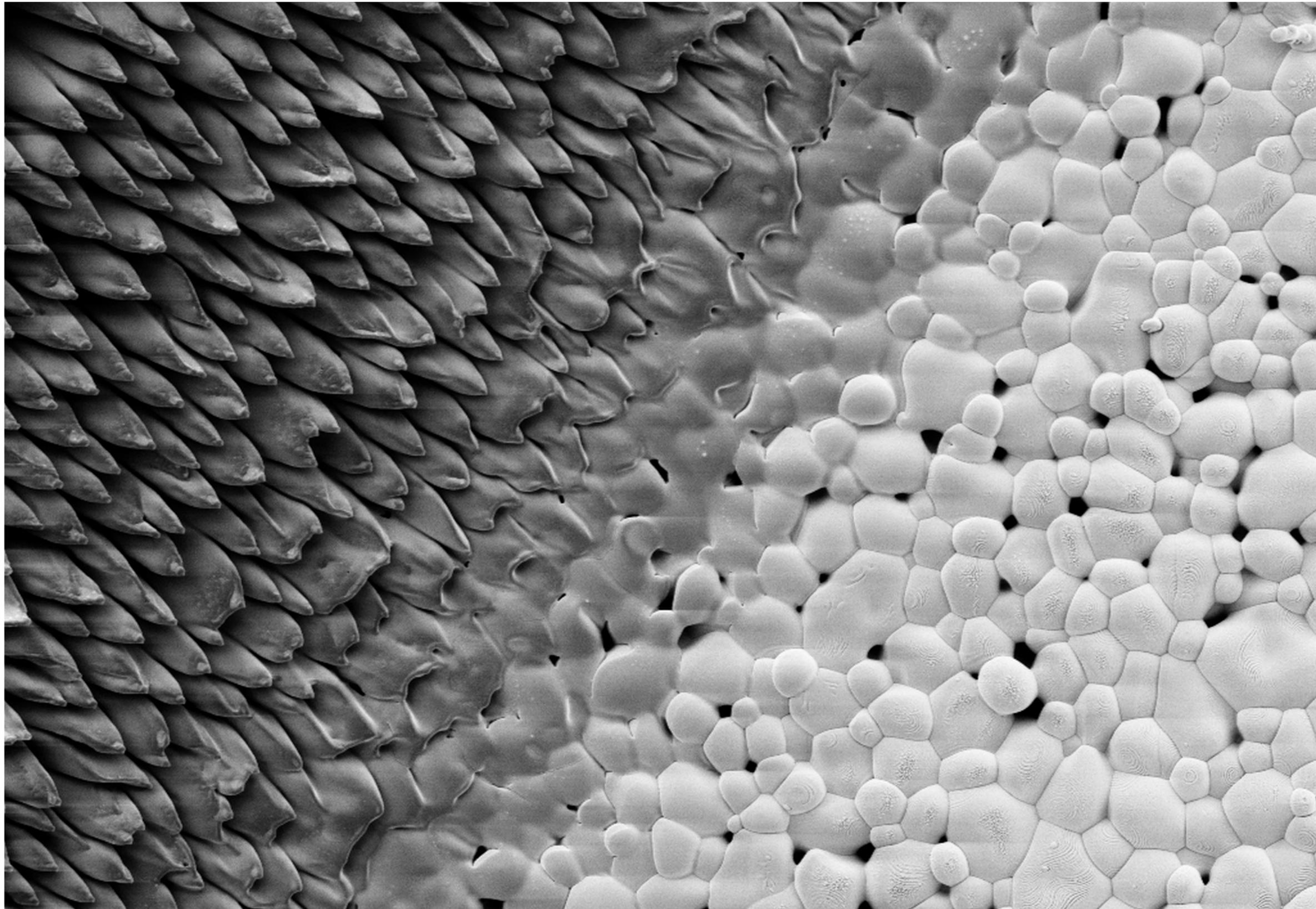
Elektrische Leistung: 4,2MW (bei 20°C, 20kA)



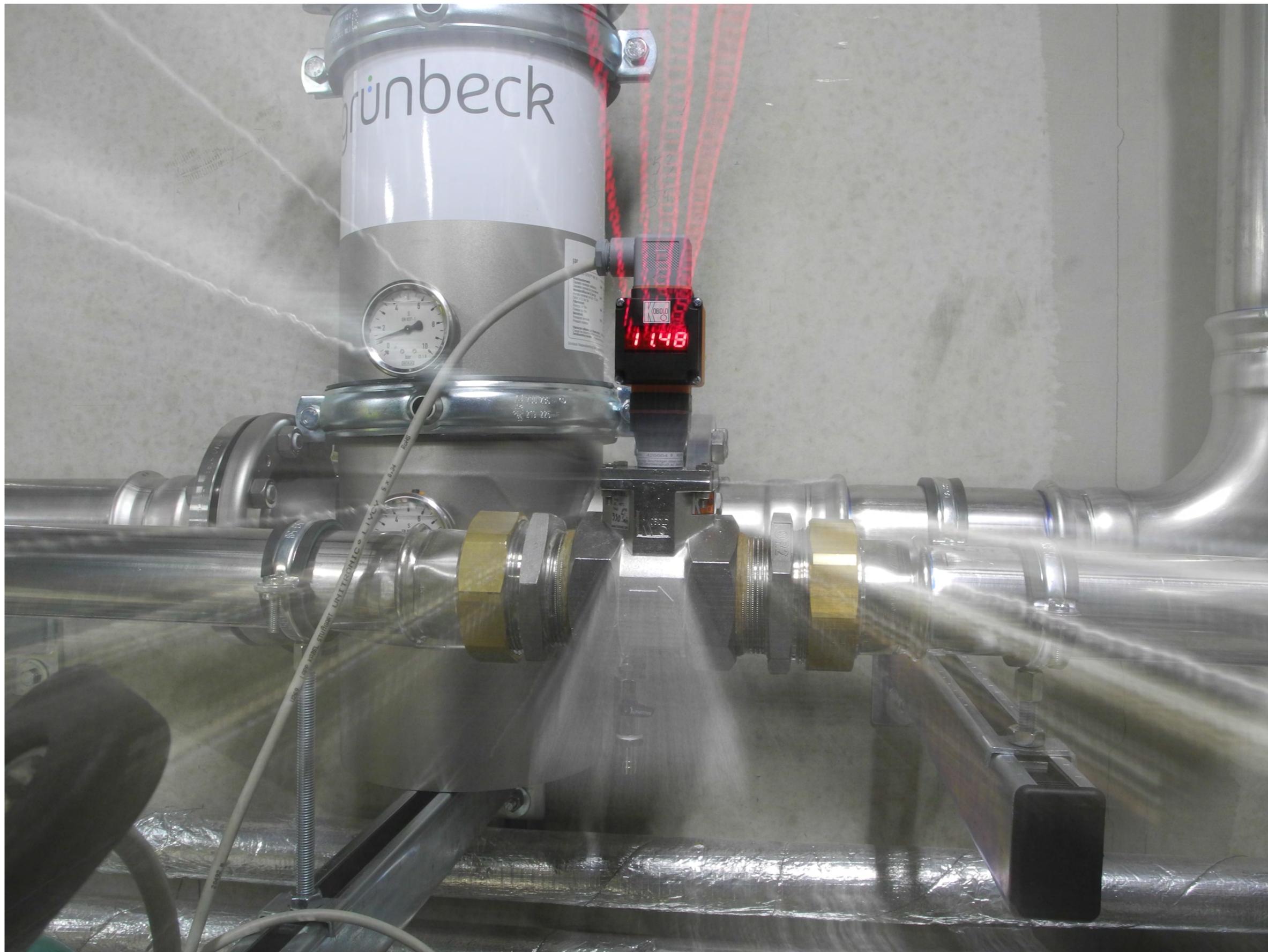
Mit dem Siliziumchip (grün) können die Eigenschaften dünner thermoelektrischer Filme bestimmt werden. Diese können Wärmeenergie in elektrische Energie umwandeln und umgekehrt, was zur Energiegewinnung oder Kühlung verwendet werden kann. Das Besondere am Chip ist, dass elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit und Seebeckkoeffizient am selben Film gemessen werden. Hierzu tragen zwei transparente Membranen im Zentrum des Chips winzige Leiterbahnen und Thermometer. Die Messungen werden über die 14 Bondpads durchgeführt, die mit $30\ \mu\text{m}$ dünnem Aluminiumdraht mit dem Halter (weiß-gelb) verbunden sind. Der Chip wird im Vakuum bei Temperaturen zwischen $-263\ \text{°C}$ und $227\ \text{°C}$ ($10\ \text{K}$ – $500\ \text{K}$) verwendet.



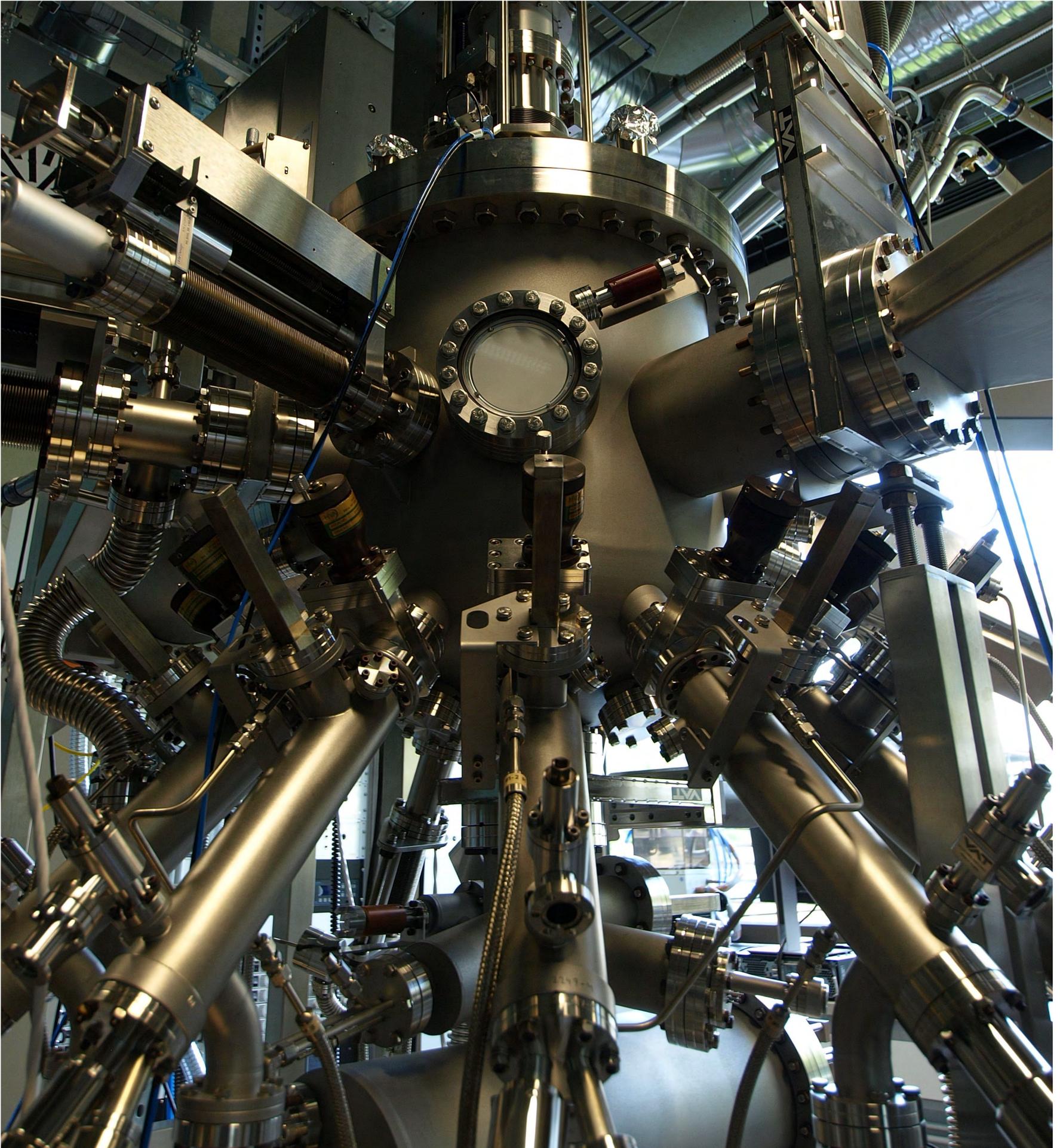
Das Bild zeigt den Vorgang der gepulsten Laserabscheidung („Pulsed Laser Deposition“) zur Erzeugung von dünnen Schichten. Dabei wird ein Laser auf das Ausgangsmaterial („Target“) fokussiert, welches aufgrund der hohen Energiedichte des Lasers explosionsartig verdampft. Dabei wird das verdampfte Material teilweise ionisiert und das im Bild zu erkennende leuchtende Plasma entsteht. Das verdampfte Material kondensiert auf der gegenüberliegenden Oberfläche („Substrat“) und wächst infolge vieler Laserpulse langsam als dünne Schicht auf.



Rasterelektronenmikroskop Aufnahme eines bei der gepulsten Laserabscheidung („Pulsed Laser Deposition“) benutzten Ausgangsmaterials („Target“). Die obere linke Hälfte des Bildes („Spargel“) zeigt das mit einem Laser beschossene Target, wobei die untere rechte Hälfte des Bildes die unberührte Fläche des Targets zeigt. Diese „Spargel“ sind typisch für die Oberfläche eines PLD Targets und können zum Beispiel durch die bevorzugte Verdampfung eines Elementes aus dem Target entstehen.



Zero Particel - Dargestellt ist der Partikelfilter für das Labor-Kühlwasser im Emil-Labor.



Cassini-Sonde für die Materialwissenschaft - Um die künstlichen Materialien zu erhalten, die wir für den Bau zukünftiger elektronischer Geräte benötigen, verwenden wir Wachstumskammern, die wie die Raumsonde Cassini aussehen. Sie hat uns unglaubliche Bilder des Planeten Saturn während seiner Erkundungsmission geschickt, und wie Cassini wollen wir das detaillierteste Bild der Materie erhalten.

Cassini probe for material science - To obtain the artificial materials that that we need to build future electronic devices, we use growth chambers that look like the Cassini space probe. It sent us unbelievable images of the planet Saturn during its exploration mission and, like Cassini, we want to obtain the most detailed image of matter.



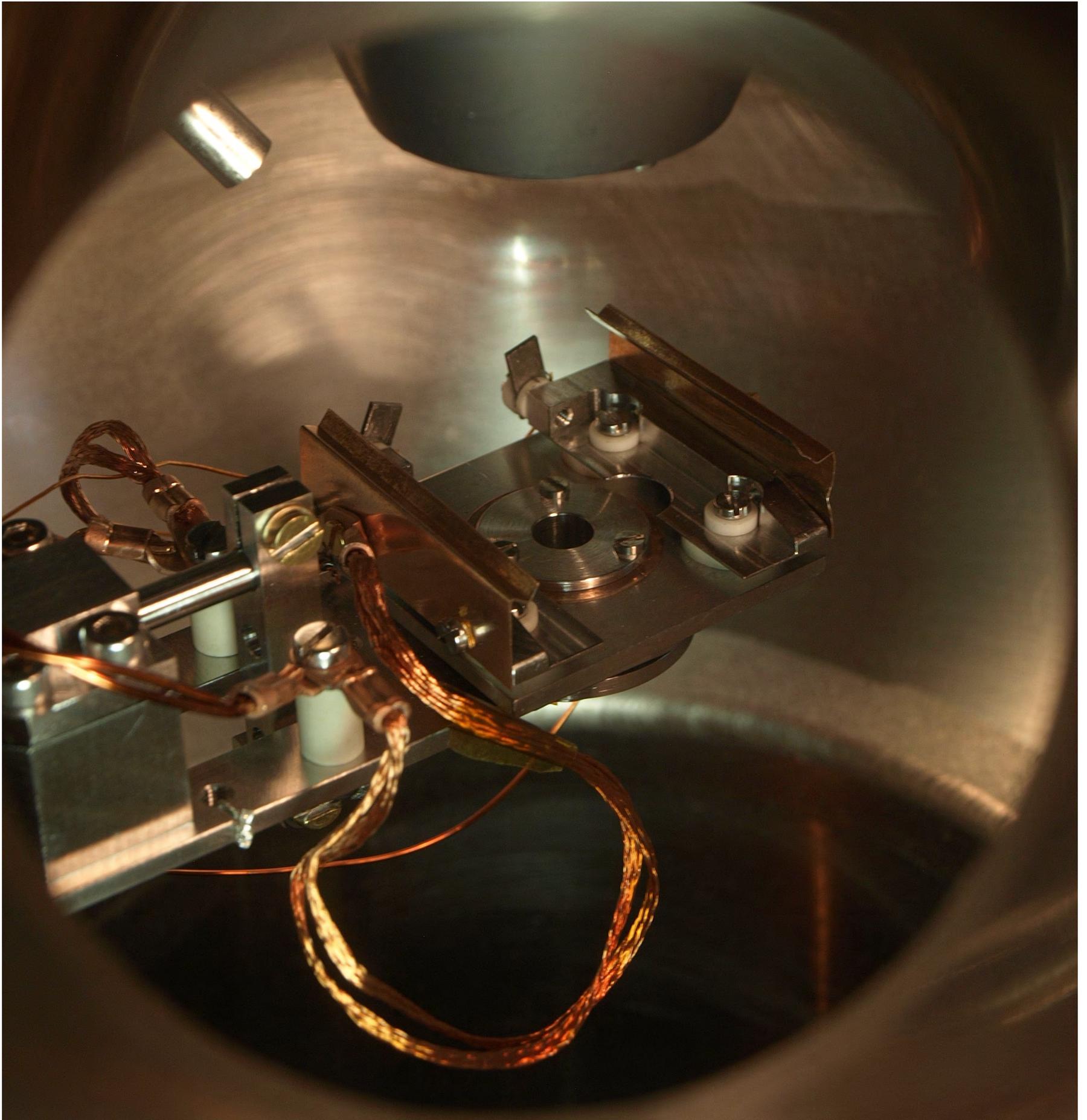
Bessy Reflexion
Das BESSY-Gebäude projiziert seine Reflexion auf seine Glasfassade.

Bessy Reflection
BESSY building projecting its reflection on its glass facade.



Regenbogen in einer Probe - Dieses Bild zeigt einen Einkristall, d.h. einen Kristall, der über seine gesamte Größe ein einziges Strukturmuster aufweist. Das Nahaufnahme-Bild enthüllt weitere Details des Kristalls: Er besteht aus flachen, durch Stufen getrennten Ebenen, die Stufen begrenzenden Winkel sind genau 60° , was auf eine hexagonale Symmetrie hinweist, und der größte Teil der Oberfläche zeigt die Farben des Regenbogens, bedingt durch die Interferenz des Sonnenlichts.

Rainbow in a sample - This image shows one single-crystal, i.e. a crystal that across its full size has one structural pattern. The close-up image reveals more details of the crystal: it is constituted of flat planes separated by steps, the angles delimiting the steps are exactly 60° , indicating a hexagonal symmetry and most of the surface shows the colours of the rainbow, due to the interference of the sunlight.



Probenvorbereitung

Um tief in die Eigenschaften der Materie einzutauchen, muss die Photoelektronenspektroskopie (Einsteins Vermächtnis) eingesetzt werden. Es erfordert, dass saubere Oberflächen im Vakuum mit den hier gezeigten Instrumenten präpariert werden.

Sample Preparation

To delve deep into the properties of matter, photoelectron spectroscopy (Einstein's legacy) has to be used. It requires clean surfaces to be prepared in vacuum with the instrumentation showed here.

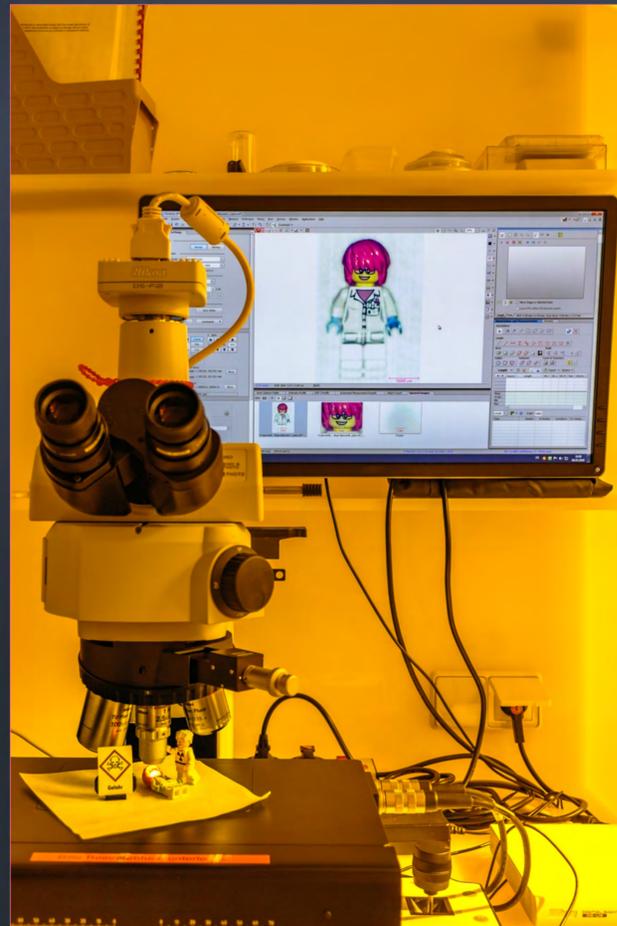


Materialplattform - Dieses Bild zeigt im Vordergrund die Oberseite einer Wachstumskammer, die durch massive Schrauben zusammengehalten und mit kreisförmigen Flanschen (auch von großen Schrauben gehalten) versehen ist, die in Zukunft zur Befestigung weiterer Instrumente verwendet werden. Von vorne nach hinten betrachtet, stellt man fest, dass viel mehr Instrumente zur Verfügung stehen, wie sie für die Aufbereitung von Materialien mit höchster Genauigkeit benötigt werden. Der Weg zur Materialperfektion ist lang!

Material Platform - This image shows in the foreground the top side of a growth chamber, which is held together by massive screws and equipped with circular flanges (also held by large screws) that in the future will be used to attach further instrumentation. Moving from the fore- to the background, one notices that many more instruments are available, as they are needed for the preparation of materials with the highest accuracy possible. The road to material perfection is a long one!



Das Innere eines Elektronenstrahlverdampfers in Betrieb - An einer Heizwendel werden Elektronen freigesetzt. Sie werden durch ein Magnetfeld auf das zu verdampfende Material gelenkt. Das hochreine Silizium ($2 \times 2 \times 2 \text{ cm}^3$ große Würfel) erhitzt sich durch die auftreffenden Elektronen derart, dass es orange leuchtet und zu einem See aus flüssigem Silizium aufschmilzt. Der Schmelzpunkt von Silizium liegt bei richtig heißen 1410°C ! Das Silizium wird aber weiter erhitzt, bis es langsam verdampft und sich an der darüber hängenden Probe niederschlägt, die vorher durch einen Shutter abgedeckt war. Das Verfahren ermöglicht in kurzer Zeit μm -dicke Schichten in einer gleichbleibend hohen Qualität.



„Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen!“ - #1 KLEINES GANZ GROß!

Schauen wir mal den Technikern am HZB über die Schulter. Zu ihren Aufgaben gehört es zum Beispiel von Wissenschaftlern hergestellte Proben unter einem Mikroskop detailliert zu untersuchen. Und auch große Proben können aus vielen Einzelaufnahmen zu einem Gesamtbild zusammengesetzt und vermessen werden. Die dabei verwendeten Licht-Mikroskope sind sehr starke Lupen und verfügen über verschiedene Objektive. Die Vergrößerung geschieht über Linsen im Objektiv. Die Linse erzeugt ein Kopfstandbild, deshalb braucht es im Mikroskop eine zweite Linse, das Okular, mit der dieses wieder richtig herum gedreht wird.



„Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen" - #2 EINE HAND WÄSCHT DIE ANDERE!

Hinter jedem großen Wissenschaftler stehen viele Mitarbeiter, die sich um die alltäglichen Aufgaben in der Forschung kümmern. Dazu gehören auch Techniker, die sich um die Herstellung von Proben und den unzähligen Messungen an ihnen kümmern. Auch der Bau, die Wartung und die Reparatur der benötigten Anlagen und Arbeitsmittel gehören zu ihren Aufgaben. Techniker machen alles Mögliche möglich, damit Wissenschaftler das Unmögliche möglich machen können.



"Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen" - #3 SAUBERKEIT, DAS A UND O!

Einige Wissenschaftler forschen an Solarzellen auf Basis von bleihaltigen Substanzen (Perowskit-Dünnschichtsolarzellen). Diese Bleiverbindungen sind toxisch und nicht gesund. Um kontaminierte Arbeitsflächen und Geräte zu säubern, reinigt der Techniker diese mit dem Bindemittel EDTA (EthylenDiaminTetraAcetat), das auch in der Lebensmittelindustrie unter E385 als Komplexbildner zur Unterstützung von Antioxidationsmitteln Verwendung findet. Anschließend wird mit Ethanol desinfiziert und es kann sauber weitergeforscht werden!



"Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen" - #4 ROHR FREI!

Damit die Wissenschaftler in der Forschung reibungslos an ihren Experimenten rumtüteln können, müssen Maschinen, Anlagen und auch ganze Arbeitsbereiche durch Techniker immer wieder neu konstruiert, umgebaut oder repariert werden. Dazu gehören auch die nötigen Strom-, Wasser-, Gas- und Vakuumleitungen, damit die Geräte mit den nötigen Medien versorgt werden und brauchbare Ergebnisse liefern können.



„Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen" - #5 BACKE, BACKE, PROBEN!

Fast jede Probe eines Wissenschaftlers hat schon einmal eine heiße Phase über sich ergehen lassen müssen. Da wird getrocknet, annealed, oxidiert, ausgehärtet, dotiert, ausgeheizt, kristallisiert, verdampft und getempert bei zum Teil extrem hohen Temperaturen. Dabei können Techniker auch schnell mal ins Schwitzen kommen. Aber auch das wird von allen cool gemeistert und ist selten ein Schuss in den Ofen.

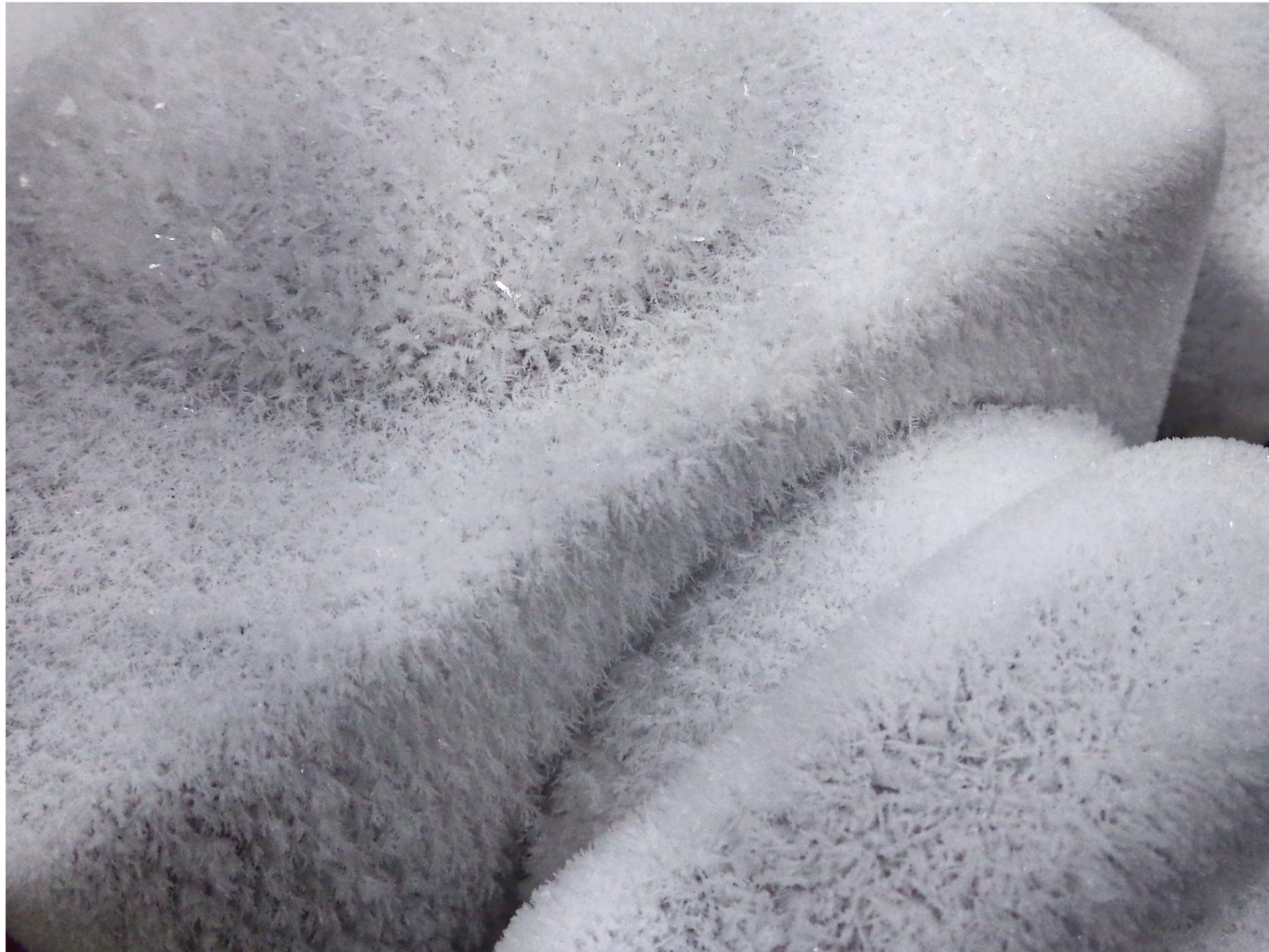


"Techniker, die Technik machen, damit Wissenschaftler Wissen schaffen" - #6 ACHTUNG - HEISSE WARE!
Wenn es in der Forschung mal heiß her geht, benötigt man passende Schutzausrüstung. Unsere Wissenschaftler arbeiten daher beim Umgang mit heißen Proben mit hitzebeständigen Handschuhen, die von Technikern regelmäßig außen und auch innen auf Beschädigungen überprüft werden!

Notizen:

Wissenschaftler fanden heraus... - nachdem Techniker ihnen den Ausgang zeigten!

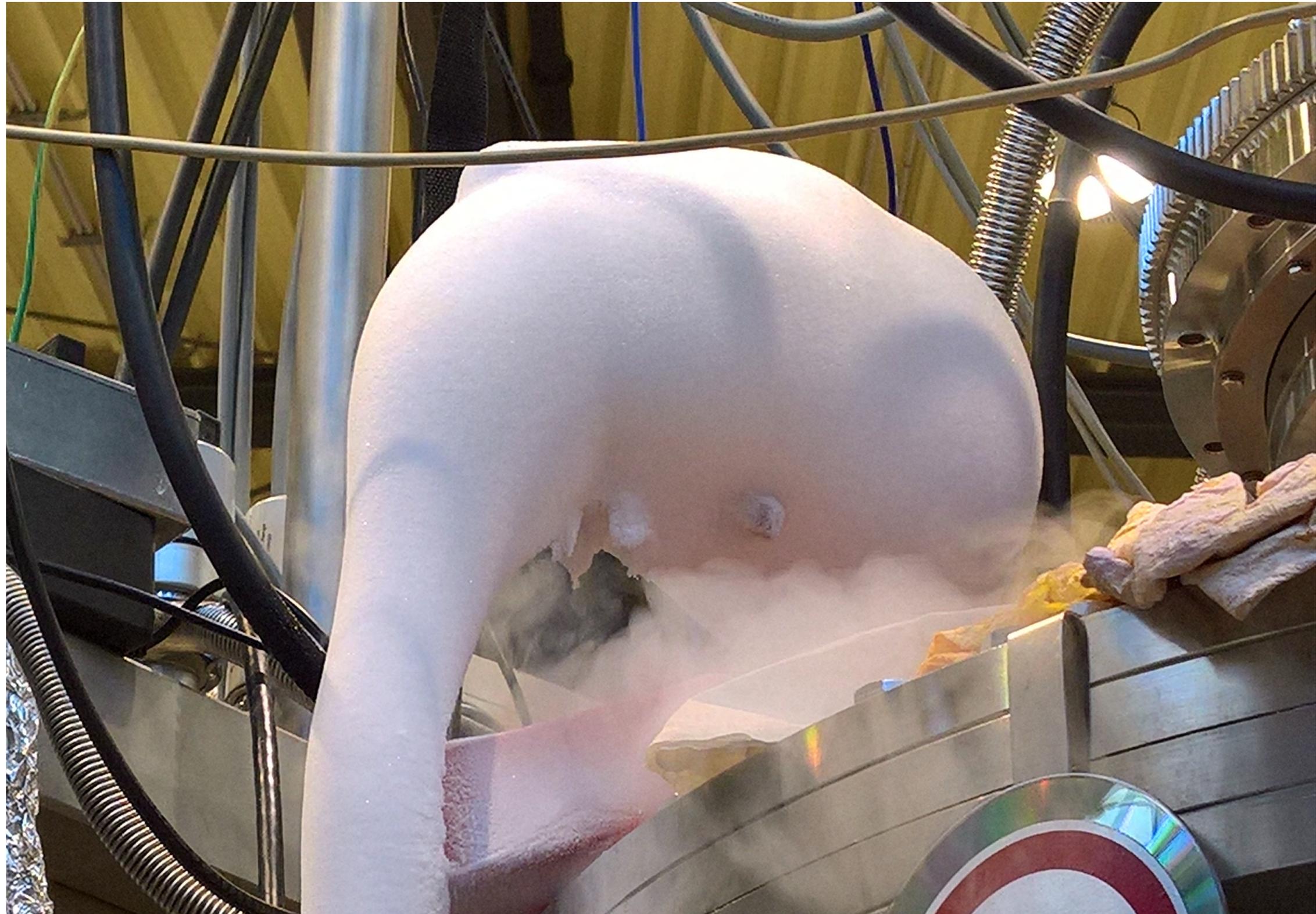
Am kostbarsten sind die Menschen, die keine großen Reden halten und einem Wissenschaftler mit Taten zur Seite stehen, wenn er sie braucht.



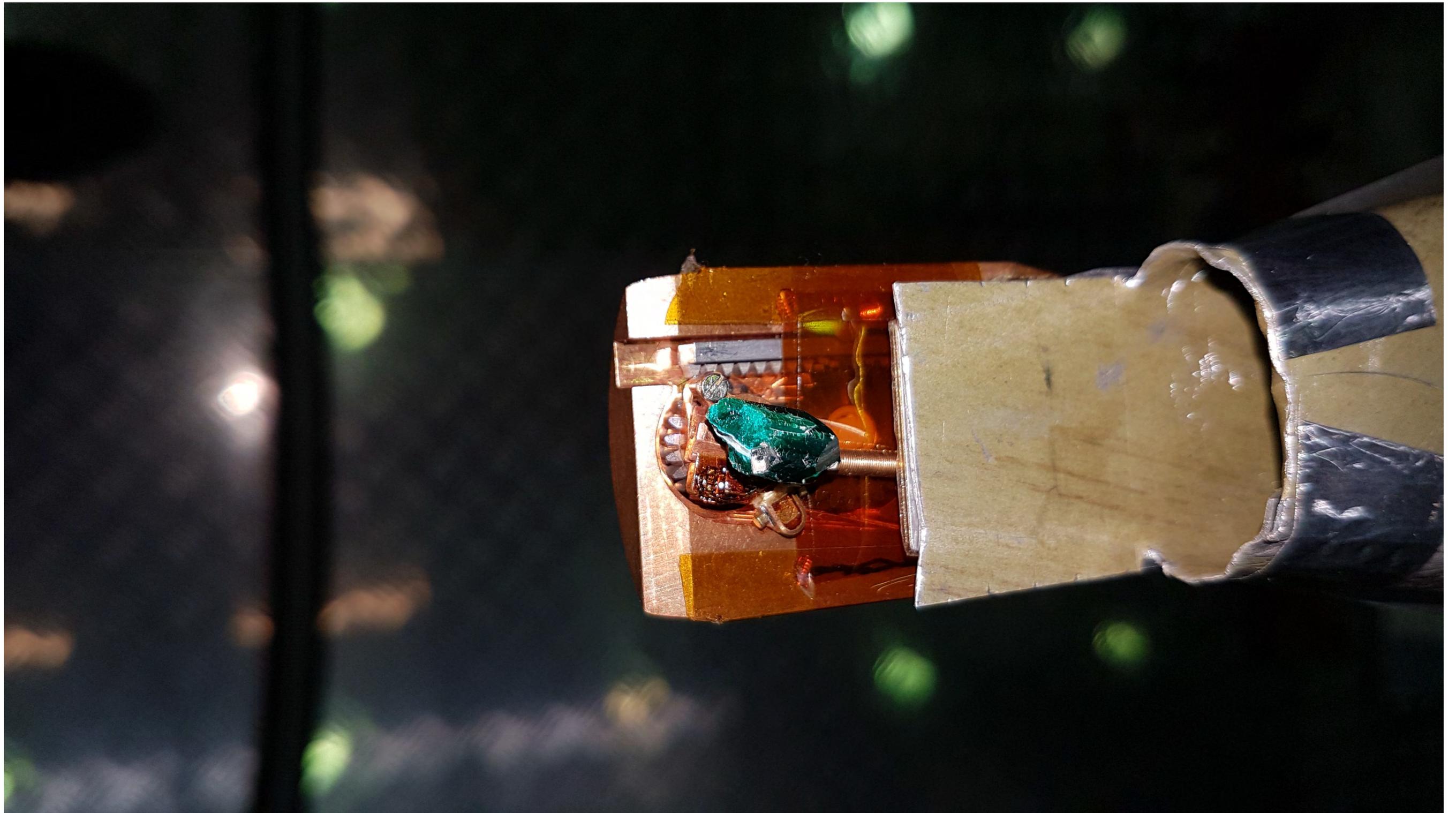
Das Experimentieren bei sehr tiefen Temperaturen hat eine lange Tradition am Helmholtz-Zentrum Berlin. Zum Einsatz kommen dabei Kryostate, deren Vorratstanks regelmäßig mit tiefkalten verflüssigten Gasen befüllt werden müssen. Während des Füllvorganges kühlen sich nach außen führende Teile und Armaturen stark ab, sodass in der Luft befindlicher Wasserdampf daran auszufrieren beginnt. Es wachsen winzige, sich verzweigende Wasserkristalle, die innerhalb weniger Minuten einen daunenartigen Flaum bilden. Dieser Flaum kann leicht bis zu einem Zentimeter dick werden und bewegt sich sanft im umgebenen Luftzug. Er überzieht Rohre, Schellen oder den im Bild in der Nahaufnahme gezeigten Ventilblock.



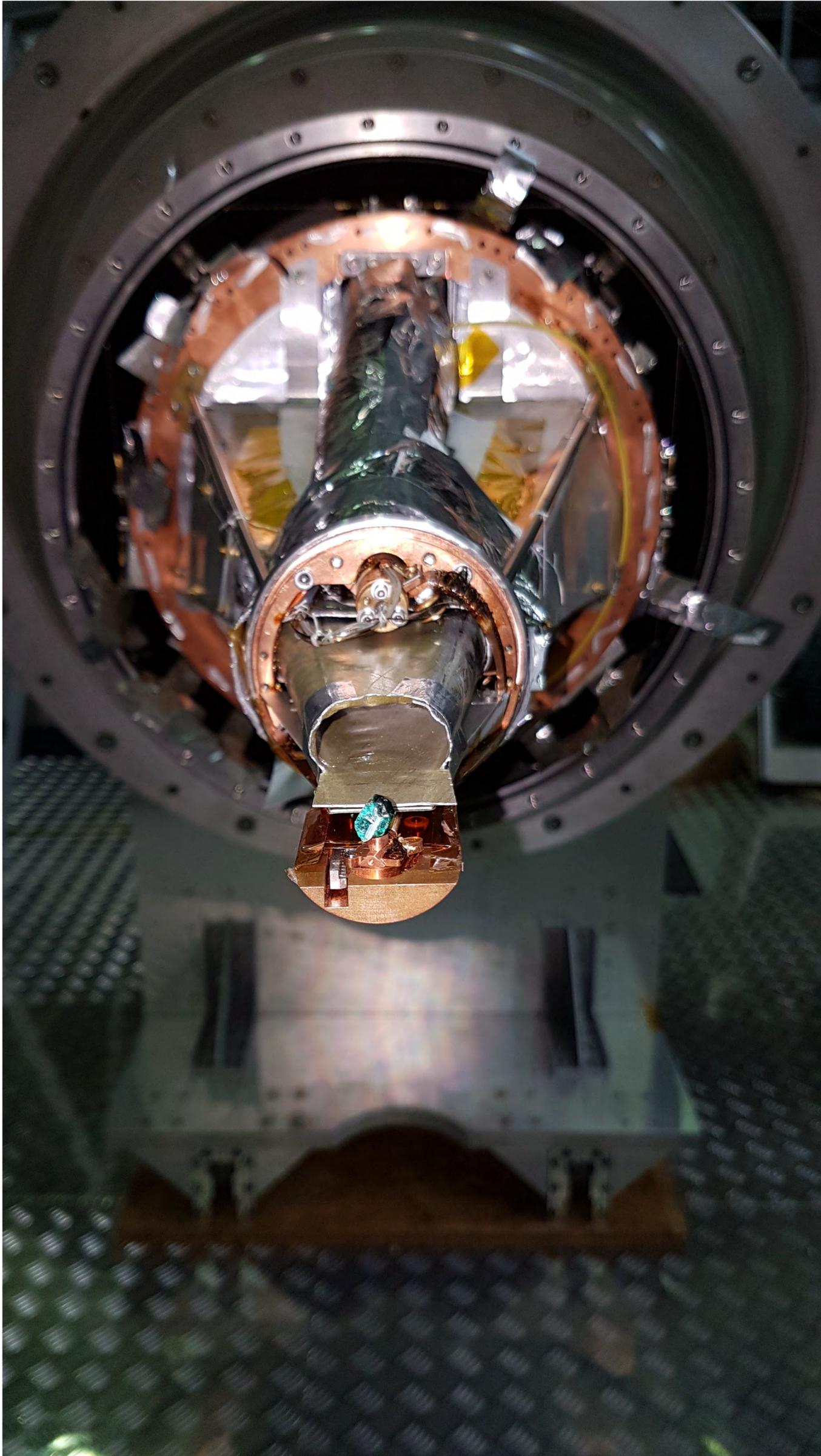
Kristallgarten - Bilder einer zufälligen Entdeckung bei der Analyse des Querschnitts einer Tastnadel für die Rasterkraftmikroskopie. Durch den Schnitt wurde eine Silberschicht um die Nadel freigelegt, aus welcher zusammen mit dem Schwefel in der Raumluft feine Silbersulfidkristalle wachsen konnten. Die kleinen Kristalle (sog. Dendrite) zeigen Strukturen in der Größenordnung von wenigen Nanometern ($1 \text{ nm} = 0.000\,000\,001 \text{ m}$) welche an die Blätter einer Pflanze erinnern, und die hier mit dem Elektronenmikroskop sichtbar gemacht werden konnten.



Eis-Elefant - Kennen sie das? Wir betrachten einen Gegenstand, z.B. einen speziell geformten Felsen im Gebirge, und unser Gehirn erkennt stattdessen etwas ganz anderes wie ein Gesicht oder ein Tier. Hier ist es ein weißer Elefant. Tatsächlich handelt es sich um Eis, das sich an einem Auslass für kalten, gasförmigen Stickstoff aus feuchter Luft gebildet hat. Das kalte Gas entweicht aus einem Tank mit flüssigem Stickstoff, mit dem ein noch kälterer Tank mit flüssigem Helium abgeschirmt wird. Im flüssigen Helium befindet sich eine supraleitende Spule, mit der hohe Magnetfelder zum Magnetisieren von Proben für wissenschaftliche Messungen mit Synchrotronstrahlung erzeugt werden.



Diptas, auch Kupfersmaragd genannt, montiert auf der 1,5K Probenrotationsstufe. Seine magnetischen Eigenschaften wurden im Hochfeldmagneten bei 26 Tesla gemessen.



Diptas, auch Kupfersmaragd genannt, montiert auf der 1,5K Probenrotationsstufe. Seine magnetischen Eigenschaften wurden im Hochfeldmagneten bei 26 Tesla gemessen.



Solarzellen-Rückstrahler - Anas arbeitet an seiner Masterarbeit im Kompetenzzentrum Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik Berlin (PVcomB) des Helmholtz-Zentrums Berlin und in Partnerschaft mit der TU Berlin und der HTW Berlin. Er arbeitet in der Gruppe Silizium-Photovoltaik in einem Projekt zur Verbesserung des Lichtmanagements von Silizium-Heteroübergangs-Solarzellen für die Anwendung auf Single-Junction- und Tandemgeräten in Kombination mit Perowskit-Absorbern. Er ist ein Vorbild für einen international motivierten Studenten, er kommt aus Syrien und forscht gerne in Deutschland im Bereich der erneuerbaren Energiesysteme.