

tern vom Guten Hirten im Kloster St. Gabriel und seit Anfang 2002 in der Kinderklinik Schwabing das »Baby-nest«. Einige schwierige Fragen sind zum Thema Babyklappe noch zu beantworten - etwa, ob derartige Einrichtungen nicht geradezu zur vermehrten Kindesaussetzung verleiten. Erreicht man mit dem Angebot wirklich die werdenden Mütter in Not und kann sie davor bewahren, ihr Kind auszusetzen oder zu töten? Wenn ja, zu welchem Preis für anonym abgegebene Kinder, die keine Möglichkeit haben, je etwas über ihre Herkunft zu erfahren, wenn die Mütter sich nicht von sich aus melden? Neben der historischen Aufarbeitung ist es ein Ziel der Arbeit von Petra Sulner, die skizzierten Fragen auch durch genaue Zahlen kritisch zu bewerten.

Juliane C. Wilmanns

Dreidimensionale Rasterionenmikroskopie

»SNAKE« macht Jagd auf Wasserstoff

Am Tandembeschleuniger des Maier-Leibnitz-Labors (MLL) in Garching wurde ein neuartiges Mikroskop in Betrieb genommen: SNAKE - Supraleitendes Nanoskop für Angewandte Kernphysikalische Experimente. Entwickelt und aufgebaut wurde das Gerät in der Arbeitsgruppe von PD Dr. Günther Dollinger am Lehrstuhl für Experimentalphysik (E12) der TUM unter dem früheren Ordinarius Prof. em. Hans-Joachim Körner; unter dem heutigen Ordinarius, Prof. Reiner Krücken, wird es weitergeführt.

SNAKE ist für Materialanalyse und Materialmodifikation in der interdisziplinären Forschung konzipiert. Erstmals ist es damit möglich, die Verteilung von Wasserstoff in Mikrostrukturen dreidimensional abzubilden. Das eröffnet ein neues Feld bei der Charakterisierung von mikrostrukturierten Materialien, Halbleiterbauelementen oder auch mikrobiologischen Systemen.

Wasserstoff ist ein Element, das in vielen Materialien die physikalischen und chemischen Eigenschaften entscheidend bestimmt oder zumindest beeinflusst. Der quantitative Nachweis von Wasserstoffverteilungen spielt daher eine zentrale Rolle zum Verständnis und somit auch zur Optimierung der Eigenschaften nahezu aller Materialien. Eine sensitive Analyse von Wasserstoff in mikroskopischen Dimensionen mit Auflösungen besser als 1 Mikrometer (μm) stellt eine große Herausforderung dar. Mit SNAKE ist dieses Kunststück erstmals möglich. Dafür wurde eigens ein supraleitendes magnetisches Mul-

tipolssystem entwickelt, das hochenergetische Ionenstrahlen - zum Beispiel 10- bis 30 MeV-Protonen (MeV = Million Elektronen-Volt) sowie schwere Ionen mit Energien bis zu 160 MeV - auf Strahldurchmesser besser als 1 Mikrometer fokussieren kann. Die Entwicklungs- und Bauzeit betrug etwa fünf Jahre; die reinen Investitionskosten von 0,8 Millionen Euro übernahmen Freistaat Bayern und Bund.

Die Analyse von Wasserstoff erfolgt bei SNAKE mittels der Proton-Proton-Streuung. Dazu wird ein fokussierter Protonenstrahl (H^+ -Strahl mit beispielsweise 17 MeV Strahlenergie) auf die zu untersuchende Probe gerichtet. Mit kleiner, aber gut bekannter Wahrscheinlichkeit werden diese Protonen an Atomkernen des Wasserstoffs in der Probe gestreut, so dass danach zwei Protonen mit einem Winkelunterschied von 90 Grad zueinander die Probe verlassen. Der Nachweis dieser gleichzeitigen Ereignisse mit einem geeigneten Detektor erlaubt es, diese Wasserstoff-Streuereignisse

sensitiv aus der Vielzahl der in der Probe stattfindenden weiteren Reaktionen zu selektieren. Aus der Anzahl der detektierten Doppelergebnisse lässt sich - bei bekanntem Strahlstrom - direkt die am Strahlort vorhandene Wasserstoffflächenbelegung berechnen. Führt man den Ionenstrahl über ein bestimmtes Gebiet der Probe, so erhält man eine zweidimensionale Verteilung der Wasserstoffkonzentration innerhalb der Probe. Dazu wird jedes nachgewiesene Ereignis mit der aktuellen Position des Strahls korreliert. Die bisher erreichte Ortsauflösung hängt im Wesentlichen vom Durchmesser des Strahls auf der Probe ab und liegt zurzeit im Bereich von 1 μm . Bei dieser Auflösung sind Wasserstoffkonzentrationen bis in den ppm-Bereich analysierbar.

Eines der Untersuchungsobjekte der Wissenschaftler war der Flügel einer Eintagsfliege. Um an ihm die Wasserstoffverteilungen festzustellen, wurde er in getrocknetem Zustand ohne weitere Präparation auf dem Probenhalter von SNAKE fixiert. Abb. 2 b zeigt einen Ausschnitt des kapillaren Versorgungs- und Stützsystems des Flügels, wie er in Abb. 2 a gekennzeichnet ist, in Aufsicht. Da der Flügel getrocknet ist, zeigt das Bild den Wasserstoffgehalt seiner festen Bestandteile. Die erkennbare Doppelstruktur an der Hauptkapillaren ergibt sich als charakteristisches Abbild einer hohlen Röhre. Die Tiefeninformation der Wasserstoffverteilung lässt sich aus einer Energiemessung der gestreuten Protonen gewinnen und wird simultan mit der zweidimen-

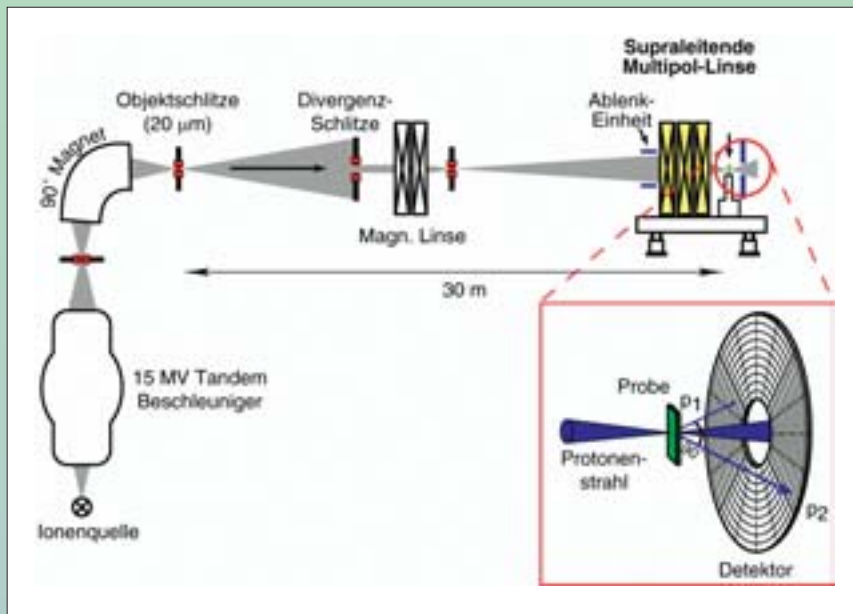


Abb. 1: Aufbau des Rasterionenmikroskops SNAKE. Mit den Objektschlitzen wird ein mikroskopischer Strahl präpariert, dessen Größe über ein zweistufiges, magnetooptisches Abbildungssystem um den Faktor 200 reduziert wird. Tastet man mit einem derart fokussierten Protonenstrahl eine Probe ab, so kann man mit der Proton-Proton-Streuung Wasserstoff innerhalb der Proben orts aufgelöst nachweisen.

dimensionale Karten anderer Elemente, etwa mit simultan durchgeführten Röntgenfluoreszenz-Experimenten, aufgenommen werden. Analog erlaubt SNAKE eine dreidimensionale Wasserstoffanalytik an allen Arten von mikrostrukturierten Proben, die nicht dicker als etwa 100 μm sind. Die Fragestellungen reichen von der Mikroelektronik zur Mikromechanik, von der Geologie bis zu Physik und Chemie. Völlig neuartige Anwendungen versprechen die Untersuchungen biologischer Systeme, beispielsweise biokompatibler Werkstoffe, die in Folienbehältern unter Lebensbedingungen untersucht werden können. Die Wissenschaftler sind gern bereit, interessante Proben mit dem »Wasserstoffmikroskop« SNAKE zu untersuchen.

Günther Dollinger

Weitere Informationen finden sich im Internet unter: www.e12.physik.tu-muenchen.de/groups/rim/

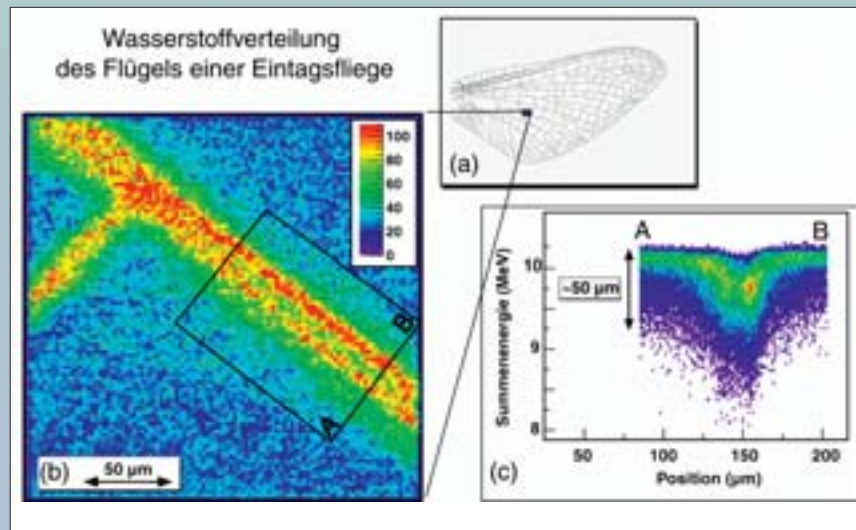


Abb. 2: (a) Schema des Flügels einer Eintagsfliege. (b) Zweidimensionale Abbildung des Wasserstoffgehalts eines kleinen Flügelausschnitts in Aufsicht. Erkennbar ist das Kapillarsystem mit einer Verzweigung. Die zwei Maxima des Wasserstoffgehalts an der Hauptkapillare entstehen durch die Projektion des röhrenartigen Gebildes. (c) Querschnittprofil der Wasserstoffverteilung des in b schwarz umrandeten Bereichs quer zur Kapillaren. Die Verringerung der Summenenergie lässt sich direkt in eine Tiefeninformation umrechnen. Das leere Innere der Kapillare ist in dieser Darstellung nicht sichtbar, sondern nur die materiehaltigen Deckschichten.

sionalen Karte aufgenommen. In Abb. 2 c ist ein mit dieser Methode erzeugter Querschnitt des in Abb. 2 b markierten Bereichs, quer zur Hauptkapillaren, dargestellt. Die aus

den Energieverschiebungen errechenbaren Tiefendimensionen sind eingetragen.

Gleichzeitig zur Wasserstoffanalyse können auch zwei-