

Physik in Südafrika

In Südafrika existiert eine vielfältige und lebendige Physik-Community.

Alexander Heidt

Südafrika bringt man spontan sicherlich nicht mit Laserphysik in Verbindung. Doch strategische Investitionen in die Forschung und internationale Kooperationen haben Südafrika in der physikalischen Forschung – speziell im Bereich Optik und Photonik – gestärkt. Dies zieht immer mehr Wissenschaftler aus aller Welt in das Land der Guten Hoffnung.

Meinen ersten Kontakt mit Südafrika hatte ich 2004. Damals unterbrach ich mein Studium für ein Semester, um als Lehrer in Township-Schulen zu arbeiten, zunächst in Grahamstown im Südosten des Landes und später in Kapstadt. Dieser Einstieg vermittelte mir einen ungewöhnlichen und intensiven Zugang zur Regenbogenation und ihren Menschen, wie er sich Touristen wohl kaum eröffnen dürfte. Ich bewegte mich in einem Schmelztiegel der Kulturen, umgeben von der eindrucksvollen Natur der Kap-Region. Trotz aller aus den Medien bekannten Problemen mit Kriminalität, Armut und Korruption erlebte ich ein Land in Aufbruchsstimmung nach Jahrzehnten der Apartheid, mit unvorstellbar herzlichen und inspirierenden Menschen mit allen erdenklichen kulturellen, sozialen und religiösen Hintergründen. Als junger Student empfand ich dies als eine stimulierende Umgebung. Innerhalb weniger Monate fühlte ich mich dort zu Hause. In dieser Zeit lernte ich das Laser Research Institute (LRI) an der Universität Stellenbosch kennen und war beeindruckt von der familiären Atmosphäre des Instituts, den Forschungsprojekten und der Freiheit, die ich dort bereits als junger Student in der Forschung und Lehre bekam. Ich entschied mich zu bleiben, zunächst für meine Diplomarbeit und anschließend



Stellenbosch University

Die malerisch gelegene Stellenbosch University gehört mit ihren rund 25 000

Studierenden zu den bedeutendsten Universitäten in Südafrika.

auch für die Doktorarbeit, um neue Aktivitäten im Bereich der nicht-linearen Faseroptik und Faserlaserentwicklung mitaufzubauen und später mitzuleiten.

Stellenbosch liegt am Fuße der Simonsberge etwa fünfzig Kilometer östlich von Kapstadt. Umgeben von mehreren hundert Weingütern bildet es das Zentrum des bekanntesten Weinanbaugebietes Südafrikas. Mit dem zentralen Campus der Universität hat Stellenbosch den Flair einer kleinen aber lebendigen Universitätsstadt. Ihr Erscheinungsbild ist auch heute noch durch die unverwechselbare holländische Kolonial-Architektur und großzügige Eichen-Alleen geprägt. Die Universität zählt zu den führenden Universitäten Afrikas und hat eines der stärksten Forschungsprogramme des Kontinents. In diesem Umfeld hat sich das LRI seit seiner Gründung im Jahr 2000 zu einer der beiden Hochburgen der Optik und Photonik und zu dem führenden Zentrum für Ultrakurzzeitphysik in Afrika entwickelt. Einer der Forschungsschwerpunkte liegt heute in der Untersuchung molekularer

Dynamik mit Femtosekunden-Absorptionsspektroskopie. Eine Besonderheit am LRI ist die Integration von zeitaufgelöster Elektronenbeugung in das Spektroskopiesystem. Das ermöglicht die zeitaufgelöste Untersuchung von photoinduzierten Strukturänderungen und Phasenübergängen in kristallinen Dünnschichten. Mit dem System wird sowohl grundlagenorientierte als auch angewandte Forschung betrieben. Zu den aktuellen Projekten zählen die direkte Beobachtung von Ladungsdichtewellen und periodischen Gitterschwingungen in den hochkorrelierten Elektronensystemen der Übergangsmetalle, die Untersuchung des Ladungsträgertransports in Solarzellen oder hochaufgelöste Spektroskopie im Vakuum-Ultraviolett (VUV) mit einer eigens entwickelten durchstimmbaren schmalbandigen Lichtquelle.

Eine der großen Stärken der südafrikanischen Institute und Universitäten ist die gute Vernetzung mit internationalen Partnern und die Offenheit auch für etwas unkonventionellere Kooperationen. Südafrika ist daher schon seit

einigen Jahren das erfolgreichste Drittland in der Forschungsförderung der Europäischen Union. Als Doktorand konnte ich die langjährige enge Verbindung des LRI mit dem Institut für Photonische Technologien (IPHT) in Jena nutzen und meine Promotion im binationalen Cotutelle-Verfahren (frz. „gemeinsame Betreuung“) durchführen. Diese Art der internationalen Promotion ist noch recht unbekannt und benötigt etwas Organisationstalent und Ausdauer, um sich durch zwei Verwaltungsapparate gleichzeitig zu kämpfen. Auch die Finanzierung gilt es zu sichern, in meinem Fall durch ein DAAD-Stipendium. Jedoch konnte ich durch diesen Rahmen sowohl in Deutschland als auch in Südafrika forschen und die Kompetenzen und technischen Möglichkeiten beider Institute in meinem Projekt kombinieren. Darin beschäftigte ich mich mit der Entwicklung von optischen Spezialfasern für die nichtlineare Weißlichterzeugung und ihrer Anwendung in der Spektroskopie und Laserpulscompression. Die Verleihung meines Dokortitels durch beide Universitäten in Jena und Stellenbosch gemeinsam dient hoffentlich als Modell für viele weitere deutsch-afrikanische Promotionen.

Neue Perspektiven mit Photonik

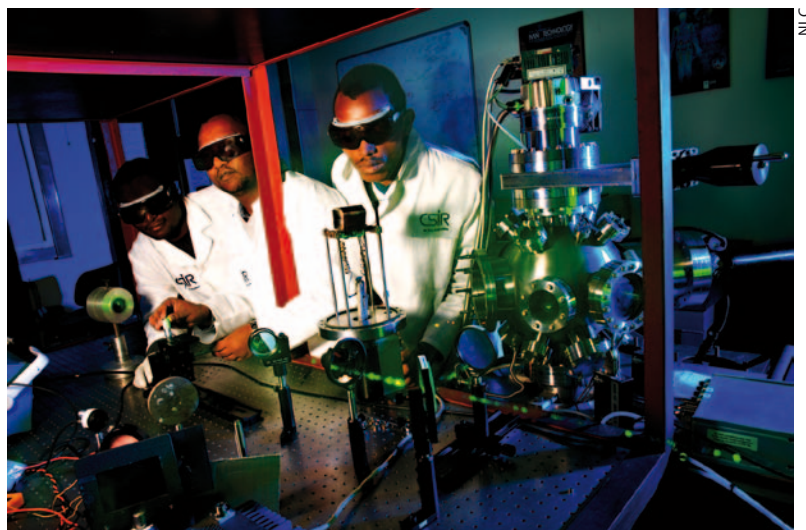
Viele der südafrikanischen Forschungsaktivitäten in der Photonik werden durch das National Laser Centre (NLC) koordiniert, neben dem LRI das zweite auf laserbasierte Forschung und Entwicklung spezialisierte Institut in Südafrika. Das NLC wurde im Jahr 2000 gegründet, um nach dem freiwilligen Ende des südafrikanischen Atomwaffenprogramms und der Laser-Isotopentrennung die Forschung in Optik und Photonik neu auszurichten. Die vorhandene Expertise und Technologie sollte Partnern in Industrie und akademischen Instituten zugute kommen. Das NLC ist Teil des Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), auf dessen Zentralcampus in Pretoria in mehr als fünfzig Gebäuden fach-

übergreifende Forschung von der Biologie über Umwelttechnik und Metrologie bis zur Raumfahrttechnik betrieben wird. Heute ist das NLC mit mehr als siebzig Angestellten und sechs Millionen Dollar jährlichem Budget das größte Forschungszentrum für Optik und Photonik in Afrika. Zu den meist anwendungsorientierten Forschungsprojekten gehören die Entwicklung leistungsstarker Festkörperlaser, Prozesse für Materialbearbeitung, atmosphärische Sensorik und Biophotonik.

Ein besonders erfolgreiches Programm des NLC ist der „Rental Pool“, der Equipment an Universitäten des Landes verleiht, sowie wissenschaftliche und technische Hilfe zur Verfügung stellt. Die Folgen der gewaltigen Unterschiede in Ausstattung und Finanzierung der Universitäten, die während der Zeit der Apartheid für die verschiedenen ethnischen Gruppen eingerichtet wurden, sind auch heute noch zu spüren. Durch das Rental-Pool-Programm profitieren nun auch Universitäten, die durch die historische Diskriminierung nur wenig Ausstattung und Erfahrung in Optik und Photonik besitzen. Dies hat entscheidend zum interdisziplinären Einsatz photonischer Technologie beigetragen und zu einem deutlichen Anstieg der Publikationen in der Optik und angrenzenden Wissenschaften geführt.

Eine der wichtigsten Herausforderungen der heutigen Forschungspolitik ist es, junge und etablierte

Wissenschaftler im Land zu halten und Anreize zu schaffen, um international führende Forscher nach Südafrika zu bringen. Eine der erfolgreichsten und profiliertesten Initiativen ist dabei die South African Research Chair Initiative (SARChI), finanziert von der Regierung über die National Research Foundation (NRF), der nationalen Forschungsagentur Südafrikas. Diese speziellen Forschungs-Lehrstühle sind mit einer attraktiven Finanzierung über bis zu 15 Jahre ausgestattet und erlauben es Wissenschaftlern, sich ganz auf den Aufbau neuer Forschungsfelder und die Ausbildung von Masterstudenten und Doktoranden zu konzentrieren, ohne konkrete Vorlesungspflichten. Mehr als 150 dieser Lehrstühle wurden bisher über alle Fachbereiche hinweg etabliert. Vertreten sind dabei auch Photonik, ultrakurze und intensive Laserphysik in Stellenbosch, Quanteninformation und -kommunikation an der Universität Kwa-Zulu Natal in Durban, Nanophotonik an der Universität Port Elizabeth, und Photonik für Medizin und Biologie an der Rhodes Universität Grahamstown. Weitere SARChI-Stühle im physikalischen Bereich sind beispielsweise Nuklearwissenschaft an der University of Western Cape, Grundlagenphysik und String-Theorie an der University of the Witwatersrand in Johannesburg, und insgesamt mehr als zehn Lehrstühle in Astronomie, Astrophysik und Raumfahrttechnik an verschiedenen Universitäten des



Studenten am CSIR National Laser Centre in Pretoria

Landes, etwa in Kapstadt und an der North West University in Potchefstroom.

Die SARChI-Initiative wird von erheblichen Investitionen in strategische Forschungsrichtungen begleitet, welche die gesellschaftlichen Herausforderungen des Landes widerspiegeln. Medizin, pharmazeutische Forschung und Biotechnologie, Technologie zur Reduzierung der Armut und für die Entwicklung einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Industrie spielen eine wesentliche Rolle. Dabei kommt der Photonik als grundlegende Technologieplattform mit ihren diversen Anwendungsbereichen eine wichtige Bedeutung zu. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren durch die Photonics Initiative of South Africa (PISA) mehrere zehn Millionen Dollar Fördermittel mit dem Ziel bereitgestellt werden, die Forschung und Entwicklung an Universitäten und in der Industrie weiter zu stärken, die Kommerzialisierung der Technologie zu stimulieren und eine weitreichende lokale Infrastruktur in diesem Bereich aufzubauen.

Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung in anderen Ländern des Kontinents haben

bei weitem noch nicht das Niveau Südafrikas erreicht. Damit photonische Technologie überall in Afrika zum Einsatz kommen kann, wurde das African Laser Centre (ALC) mit Hauptsitz am NLC in Pretoria gegründet. Es ist ein virtuelles Exzellenzcluster, das mehr als 25 Forschungs- und Lehrinstitute in 15 afrikanischen Ländern miteinander verbindet. Durch die Förderung der Mobilität afrikanischer Studenten und die Organisation von Konferenzen und Workshops unterstützt das ALC direkt die Bildung von bisher seltenen panafrikanischen Forschungskollaborationen. Die Hoffnung besteht, Afrika durch die Bündelung der nationalen Ressourcen international konkurrenzfähig zu machen.

Doch die Physik in Südafrika bekommt mittlerweile nicht nur in der Optik und Photonik internationale Aufmerksamkeit. Denn es muss schon ein besonderes Institut sein, wenn Nobelpreisträger David Gross und der wohl berühmteste lebende theoretische Physiker der Welt, Stephen Hawking, zu dessen Eröffnung einfliegen. Diese Würdigung erhielt das National Institute of Theoretical Physics (NITheP), das seinen Hauptsitz in

Stellenbosch hat und Außenstellen an den Universitäten Witwatersrand und Kwa-Zulu Natal. Theoretische Physik ist in Südafrika traditionell stark vertreten, und unter den aktuellen Forschungsthemen finden sich mögliche Alternativen zum Standardmodell der Teilchenphysik, statistische Physik von Phasenübergängen sowie Quanteninformationstheorie und -kryptographie. Die Brücke von der Theorie zur Praxis schlägt beispielsweise das QuantumCity Projekt des Zentrums für Quanteninformation an der Universität von Kwa-Zulu Natal. Als erste Stadt der Welt bekommt Durban damit eine Stadtverwaltung, die ihre sensiblen Daten über ein mit Quantentechnologie abgesichertes Netzwerk kommuniziert.

Wer einmal den Sternenhimmel einer südafrikanischen Nacht fernab der Lichtverschmutzung der Großstädte am Kap der Guten Hoffnung erlebt hat, den wundert es nicht mehr, dass die Astronomie eine wichtige Rolle in der Forschungslandschaft einnimmt. Seit 2005 beobachtet das South African Large Telescope (SALT) den Himmel über der Karoo Halbwüste, etwa 400 Kilometer nördlich von Kapstadt. Mit elf Metern Spiegeldurchmesser ist es das größte optische Teleskop der südlichen Hemisphäre und eines der größten weltweit.

Große Aufregung unter südafrikanischen Wissenschaftlern herrschte im Sommer 2012, als die Entscheidung für den Standort des Square Kilometer Array (SKA) fiel. Das größte und empfindlichste Radioteleskop der Welt soll größtenteils in Südafrika gebaut werden, mit einem Schwesterstandort in Australien. Die Entscheidung für einen afrikanischen Standort für das Megaprojekt kommt einer Revolution gleich. Es ist zu erwarten, dass die Auswirkungen der enormen geplanten Investitionen auf die Wissenschaft in Afrika weit über die Astronomie hinaus reichen. Um das gigantische Datenvolumen des SKA zu bewältigen, das dem Zehnfachen des täglichen globalen Internetverkehrs entspricht, werden zum Beispiel neue moderne Glas-



Der „5th African Laser Centre Student Workshop“ brachte junge Physikerinnen und Physiker aus ganz

Afrika in Windhoek zusammen. Alexander Heidt steht als Zweiter von rechts in der letzten Reihe.

fasernetzwerke und Supercomputer installiert, die Chancen für die Weiterentwicklung der Informationstechnologie und Informatik im Land bieten. Doch der wichtigste Effekt ist hoffentlich die Faszination und Neugierde für die Wissenschaft, die in jungen Schülern und Studenten durch das Großprojekt vor ihrer Haustür geweckt wird.

Auf Tour für den Nachwuchs

Denn leider mangelt es an talentiertem wissenschaftlichen Nachwuchs im Land. In den gesamten Naturwissenschaften promovieren landesweit jährlich nur etwa 300 Doktoranden, über alle Fächer hinweg liegt die Rate bei 26 Promotionen pro Million Einwohner. Im internationalen Vergleich ist Südafrika damit weit abgeschlagen – in Deutschland sind es dagegen rund 300. Somit liegt das erklärte Ziel der Regierung, eine wissenschaftsbasierte Gesellschaft in Südafrika aufzubauen, noch in weiter Ferne. Eine schlechte naturwissenschaftliche Schulbildung, hohe Studiengebühren, ein geringes Einkommen von Akademikern und schlechte Information über Jobperspektiven in Wirtschaft und Industrie haben in der Vergangenheit dazu beigetragen, diese Situation noch zu verschärfen. Die Naturwissenschaften gelten nicht als ernsthafte

Karrierperspektive – ein Resultat eines geringen öffentlichen Verständnisses von Wissenschaft und ihrem Einfluss auf die moderne Gesellschaft.

Doch es wird viel getan, um die Situation zu verbessern. Die verstärkte Förderung von Schülern in den MINT-Fächern und eine höhere Zahl von Stipendien ziehen langsam mehr Studenten in die Hörsäle. Aber es sind die Studenten selbst, die zurzeit vielleicht den größten Einfluss auf die Anwerbung neuer Talente und das öffentliche Verständnis von Physik haben. Die Studenten des LRI haben sich zu einem „Student Chapter“ zusammengeschlossen und bringen optische und physikalische Experimente zum Anfassen und Mitmachen in die Schulen der Kap-Region. Diese können wegen ihres geringen Budgets Naturwissenschaften häufig nur in der Theorie unterrichten. Die Studenten bieten dagegen nicht nur eine Physik-Show, sondern informieren auch über Studium und Karrieremöglichkeiten, und das auch in entlegenen Regionen des Landes – zum 50. Geburtstag des Lasers 2010 sogar im Nachbarland Namibia. An der 5500 km langen Tour nahm auch ich teil und konnte so nicht nur die Größe des Landes, sondern auch die Bandbreite der Lebensweisen und Bildung erleben – von der hochprofessionellen und

SALT Consortium



Das South African Large Telescope (SALT) wird als internationales Forschungszentrum mit Partnern aus den USA, Europa, Indien und Neuseeland betrieben.

hervorragend ausgestatteten Deutschen Schule in der Hauptstadt Windhoek bis zu den Dorfschulen der Kavango-Region an der nördlichen Grenze zu Angola, wo die meisten Einwohner zuvor noch nie von einem Laser gehört haben. Ähnliche Studentengruppen gibt es mittlerweile auch am NLC und an Universitäten in Ghana, Ruanda, Senegal, Kamerun, Ägypten und Tunesien. Vor allem amerikanische Verbände, z. B. die Optical Society of America (OSA), SPIE und American Physical Society (APS), unterstützen diese Gruppen finanziell und ermöglichen damit nicht nur Öffentlichkeitsarbeit, sondern auch die Teilnahme der Studenten an internationalen Konferenzen und die Einladung von führenden Wissenschaftlern an afrikanische Universitäten zu Gastvorträgen.

Es bleibt zu hoffen, dass die jüngsten Investitionen in Wissenschaft und Forschung den bisherigen „brain drain“ nach Europa und in die USA umkehren können und einen Anreiz für diese neue Generation von afrikanischen Wissenschaftlern geben, ihre Forschungskarriere in Afrika aufzubauen. Denn noch immer bleiben dringende soziale und ökonomische Herausforderungen bestehen, zu deren Überwindung nicht zuletzt kreative und motivierte junge Wissenschaftler gebraucht werden.

A. Heidt



Jährliche „Science Roadtrips“ bringen die Studenten mit ihrer Show, die auch über

Studium und Karrieremöglichkeiten informiert, in entlegene Teile des Landes.