

# DESY-CANDLE

## Eine deutsch-armenische Kooperation in der Wissenschaft

VON KLAUS FLÖTTMANN &  
VASILI TSAKANOV

Armenien war zu Zeiten der Sowjetunion ein herausragender Standort wissenschaftlicher Großforschungseinrichtungen im Bereich der Physik. Das 1943 gegründete Physikalische Institut der Universität Jerewan (YerPhi) baute und betreibt bis heute zwei Messstationen für kosmische Strahlung an den Hängen des Berges Aragatz, wo auch das 1946 gegründete astrophysikalische Observatorium Byurakan zu finden ist. Des Weiteren wurde in den 1960er Jahren unter Leitung des Akademiemitgliedes A. I. Alikhanian der Elektronenbeschleuniger ARUS (der Typ wird als Synchrotron bezeichnet) gebaut und 1967 in Betrieb genommen. Wenige Jahre zuvor war am Deutschen Elektronen Synchrotron - DESY<sup>1</sup> in Hamburg eine vergleichbare Anlage in Betrieb gegangen. Die Ähnlichkeit der Anlagen und der damit verbundenen Probleme und Herausforderungen führte zu den ersten Kontakten zwischen DESY und YerPhi und einer ersten Zusammenarbeit. Eine keramische Vakuumkammer, deren neues Herstellungsverfahren mit und für DESY entwickelt worden war, wurde auch für den ARUS-Beschleuniger in Westeuropa gefertigt und nach Armenien gebracht (wo sie noch heute im Einsatz ist). Schon damals arbeiteten also Wissenschaftler trotz eines schwierigen politischen Umfeldes auf wissenschaftlicher Ebene zusammen und konnten damit auch einen Beitrag zu Verständigung und Stabilität leisten. In der Folgezeit kam es allerdings zunächst, wohl auch wegen der sich weiter verschlechternden politischen Randbedingungen, zu keinen weiteren Kooperationsprojekten.

Erst in den 1980er Jahren wurden die Kontakte zum YerPhi durch einen Besuch von Volker Soergel (Vorsitzender des DESY Direktoriums von 1981 bis 1993) reaktiviert. In der Folge wurden eine Reihe von Kooperationsvereinbarungen geschlossen, die zu Beiträgen des YerPhi zu Experimenten und Beschleunigeranlagen am DESY, sowie wechselseitigen Besuchen und Gastaufenthalten von Wissenschaftlern in Hamburg geführt haben. Auch Vasili Tsakanov, Direktor des CANDLE Institutes<sup>2</sup>, kam auf

Einladung Soergels 1988 zum ersten Mal nach Hamburg.

Die eingangs beschriebenen armenischen Forschungsanlagen waren zu ihrer Bauzeit herausragend und führten zu zahlreichen, international anerkannten Entdeckungen und Beiträgen armenischer Wissenschaftler.

Die auf den Zusammenbruch der Sowjetunion und der wiedererlangten Unab-



Besichtigung der ersten Stufe des Beschleunigers während der Eröffnung der Anlage 2014

hängigkeit folgenden Jahre wirtschaftlicher Rezession und Isolation führten jedoch zu einem starken Rückgang der experimentellen Aktivitäten in Armenien, bei gleichzeitig verstärkter Beteiligung armenischer Wissenschaftler an Experimenten außerhalb des Landes (am DESY aber auch am CERN<sup>3</sup> u. a.) und anhaltender Abwanderung von Wissenschaftlern und Ingenieuren. Vor dem Zusammenbruch geplante und im Bau befindliche Projekte (Aufbau der großen Experimentierstation ANI auf dem Aragatz und des Testbeschleunigers LUE) konnten nicht oder nur in Teilen vollendet und betrieben werden. Der hohe Ausbildungsstand und das starke Interesse an naturwissenschaftlichen Fragen spiegeln sich aber bis heute in einem überproportional hohen Anteil armenischer Wissenschaftler, insbesondere in Bereichen der Hochenergie- und Beschleunigerphysik, wider. Kooperationsprojekte, in deren Rahmen armenische Institute z. B. Komponenten für ein Experiment bauen oder theoretische Aufgaben bearbeiten, bilden eine wichtige Möglichkeit für armeni-

sche Wissenschaftler, in ihrem Heimatland zu bleiben, und doch aktiv an internationalen Entwicklungen teilzunehmen und eine finanzielle Unterstützung zu erhalten. Diese Art der Teilhabe ist in der international organisierten Großforschung durchaus üblich, so nehmen z. B. auch am DESY arbeitende Wissenschaftler an Experimenten teil, die nicht am DESY stattfinden. Unterschiedlich ist aber die Ausstattung der Heimatinstitute mit finanziellen und Sachmitteln. Ohne hinreichende Ausstattung ist die Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses gefährdet, können keine Entwicklungsarbeiten

geleistet werden und auch der Zugang zu Fördermitteln ist in der Folge eingeschränkt.

Die sich in der Sowjetzeit ausgebildete starke Ausrichtung der armenischen Physik an der Grundlagenforschung, mit einer Ende der 1980er Jahre in Teilen schon veralteten wissenschaftlichen Infrastruktur und den entsprechenden personellen Strukturen in den akademischen Bereichen, bedurften nach der Unabhängigkeit einer grundlegenden Neuausrichtung, um den Möglichkeiten und Erfordernissen eines unabhängig agierenden Staates gerecht zu werden. Angesichts unterschiedlicher Sichtweisen und Interessenlagen ein notwendigerweise schwieriger und langwieriger Prozess, der u. a. 2001 zur Gründung des unabhängigen CANLDE-Institutes und 2009, nach Evaluierung durch ein internationales Expertengremium, zur Neustrukturierung des YerPhi in Form eines Nationalen Institutes (AANL - A. Alikhanian National Laboratory) führte.

Die Gründung des CANDLE-Institutes ging einher mit dem Vorschlag, eine sogenannte Synchrotronstrahlungsquelle in Armenien zu errichten. Um diesen Vorschlag

1 <http://www.desy.de/>

2 <http://www.candle.am/>

3 <http://home.cern/about>

bewerten zu können, muss man wissen, dass Beschleuniger sich zu Universalinstrumenten der Forschung mit breiten Anwendungsfeldern in Forschung, Medizin und Industrie entwickelt haben. Eine Sonderstellung nehmen dabei die Synchrotronstrahlungsquellen ein; typischerweise in Form von Ringen mit Durchmessern von ~30 m und mehr gebaute Anlagen, die der Erzeugung und Nutzung der Synchrotronstrahlung dienen. Synchrotronstrahlung, das ist im Prinzip Röntgenstrahlung, aber verglichen mit der Strahlung einer Röntgenröhre einige Millionen Mal intensiver und ähnlich wie ein Laserstrahl gebündelt. Die Anwendungsmöglichkeiten der Strahlung reichen von Untersuchungen an biologischen Molekülen, paläontologischen Objekten, elektronischen Bauteilen oder geologischen Proben, über Anwendungen in der Materialwissenschaften bis hin zur Durchleuchtung archelogischer Artefakte und kompletter Kunstwerke<sup>4</sup>.

Weltweit werden derzeit ca. 50 Anlagen<sup>5</sup> betrieben, oft in Form von offenen Nutzeranlagen, für die jeder Wissenschaftler Experimentieranschläge machen und Messzeit beantragen kann. Häufig wird eine Synchrotronstrahlungsquelle von mehr als 1000 externen Wissenschaftlern im Jahr genutzt. Die Anlagen konzentrieren sich in Asien, Europa und den USA, finden sich aber auch vereinzelt in Kanada, Brasilien und Australien. Überlegungen zum Bau weiterer Quellen in Mexiko und Afrika werden diskutiert. Im Bau befindet sich, unter Schirmherrschaft der UNESCO, eine Quelle in Jordanien und auch im Iran wird seit 2010 das Design einer Quelle vorangetrieben. Im Kaukasus findet sich derzeit im großen Umkreis keine Quelle.

Angesichts des wissenschaftlichen Hintergrundes in Armenien mit einer Expertise zum Bau und Betrieb von Beschleunigern, sowie der Notwendigkeit zur Umorientierung, hin zu einer stärker anwendungsbezogenen und in die Breite gehenden Ausrichtung der Wissenschaft, ist der Vorschlag zur Errichtung einer Synchrotronstrahlungsquelle in Armenien naheliegend.

Auf die überregionale Bedeutung so ei-

ner Quelle, die einen Beitrag zur Entwicklung der gesamten Region darstellen kann, sei ausdrücklich hingewiesen.

Trotz eines sehr guten technischen Designs<sup>6</sup>, sowie sehr positiver Begutachtungen durch internationale Komitees und großer Unterstützung durch nationale und internationale Gremien<sup>7</sup> konnte die Anlage bisher aber, aufgrund der hohen Investitionskosten (>50 Mio. Euro), sowie der Folgekosten für Betrieb und Unterhalt, nicht realisiert werden.

Die Arbeit am CANDLE konzentrierte sich daher zunehmend auf theoretische Arbeiten zu Anlagen z. B. am DESY oder dem schweizerischen Paul Scherrer Institut (PSI). Daraufhin wurde 2010 die von externen Gutachtern befürwortete Entscheidung getroffen, die erste Stufe eines modernen, mit einem Laser gekoppelten, Linearbeschleunigers am CANDLE zu errichten und für einen allgemeinen Experimentierbetrieb zu öffnen. Diese Entscheidung basierte auf zwei Entwicklungen. Zum einen zeigte sich immer deutlicher, dass zum Erhalt, bzw. zum Ausbau der Expertise im Bereich Beschleunigerphysik ein vor Ort laufender Beschleuniger notwendig ist, zum anderen ergaben sich auf Grund neuer Entwicklungen im Beschleunigerbau neue Anwendungsgebiete auch für kleinere Anlagen.

Mit Unterstützung von DESY und dem PSI wurde die Anlage aufgebaut und im Juli 2014 in Betrieb genommen. Dazu wurden In-Kind Beiträge von DESY und PSI beigestellt, In-Haus Komponenten entwickelt und z. T. in Zusammenarbeit mit lokaler Industrie gebaut und mit hochmodernen Kaufkomponenten kombiniert. Durch einen effizienten und klugen Einsatz der Mittel konnte die Anlage sogar durch ein Zwei-Photonen-Mikroskop und eine Mikro-Fabrikationsanlage ergänzt werden. Des Weiteren wurden Labore z. B. für Vakuumtechnik oder Magnetvermessung eingerichtet und die Werkstätten durch moderne Maschinen ergänzt.

Der Bau wurde durch ein internationales Beratergremium begleitet und genügt internationalen Standards hinsichtlich Technik, Sicherheit, sowie Ausschreibung und Auftragsvergabe. Nach ersten Strahltests wurde vom Staatlichen Komitee für Wissenschaften Armeniens ein ‚Call for Proposals‘ ausgeschrieben, bei dem 14 Anträge eingingen. Unter Beteiligung internationaler Gutachter wurden zunächst 5 Experimente für 2015<sup>8</sup>

ausgewählt und inzwischen durchgeführt. Für 2016 sind bereits 20 Experimente geplant<sup>9</sup>, wobei sich erstmals auch zwei Gruppen aus Georgien erfolgreich um Messzeit beworben haben.

Die Experimente aus den Bereichen Biologie, Material- und Strahlungswissenschaften, sowie Detektor- und Beschleunigerentwicklung werden von Gruppen verschiedener Universitäten und Institute durchgeführt<sup>10</sup>, sodass die Zusammenarbeit akademischer Institutionen in Armenien gefördert und die technologische Kompetenz der Institute gestärkt wird. Besonders erfreulich ist die starke Beteiligung junger Wissenschaftler und Studenten, die sehr eigenverantwortlich arbeiten und denen sich Perspektiven zu Ausbildung, überregionalem Austausch und langfristiger Beschäftigung bieten.

Die dynamische und positive Entwicklung soll fortgesetzt und die Anlage in den nächsten Jahren weiter ausgebaut werden. Ziel ist es nach Erhöhung der Strahlenergie einen sogenannten Freie-Elektronen Laser aufzubauen, der Strahlung in einem besonders interessanten Frequenzbereich (sogenannte Terahertzstrahlung) erzeugt. Dadurch werden sich neue Experimentiermöglichkeiten ergeben, die es armenischen Wissenschaftlern ermöglichen werden, an vorderster Front der Forschung mitzuarbeiten. Natürlich bedarf es hierfür weiterer Fördermittel und einer breiten Unterstützung durch die nationalen Institutionen, sowie der weiter auszubauenden Kooperation mit internationalen Partnern.

**Zu den Personen: Dr. Klaus Flöttmann** studierte Physik an der Universität Hamburg. Bei DESY hat er an verschiedenen Beschleunigerprojekten verantwortlich mitgewirkt, vorwiegend im Bereich der Entwicklung neuer Teilchenquellen. Seit 2010 unterstützt er den Aufbau des Linearbeschleunigers am CANDLE-Institut u.a. als Mitglied eines internationalen Beratergremiums. **Prof. Dr. Vasili Tsakanov** studierte Physik an der staatlichen Universität Rostow am Don. Nach einem zweijährigen Gastaufenthalt an der Technischen Universität Darmstadt und DESY leitete er ab 1998 die Abteilung für Beschleunigerphysik am YerPhI und wurde 2002 zunächst technischer Direktor, ab 2005 Direktor des CANDLE-Instituts.

4 Eine auch nur annähernde Darstellung der vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Synchrotronstrahlung würde den Rahmen dieses Artikels bei weitem sprengen. Viel interessantes Material ist auf folgender Webseite zusammengestellt: <http://www.lightsources.org/>

5 <http://www.lightsources.org/regions>

6 [http://candle.am/design\\_report/](http://candle.am/design_report/)

7 <http://candle.am/candle/>

8 <http://candle.am/2015-experimental-program-at-areal-facility/>

9 <http://candle.am/experimental-program-at-areal-and-delta-2016/>

10 <http://candle.am/areal-applications-in-life-and-materials-sciences/>