

Reisebericht über den Besuch einer schweizerischen Delegation
 beim Staatskomitee für Atomenergie der UdSSR
 vom 19.-27. Juli 1969

1. Einleitung

Herr Botschafter Dr. A. Lindt hat sich während seiner Tätigkeit in der UdSSR nachdrücklich für die Intensivierung der Kontakte zwischen den Wissenschaftlern der Schweiz und der Sowjetunion eingesetzt. Seinen Sondierungen in Moskau entsprang Ende 1968 eine Einladung des Präsidenten des Staatskomitees für die Anwendungen der Atomenergie der UdSSR an den damaligen schweizerischen Delegierten für Fragen der Atomenergie. Diese Einladung hatte zum Ziel, einer schweizerischen Delegation den Weg zu Gesprächen mit führenden sowjetischen Wissenschaftlern zu öffnen und Besichtigungen bedeutender Forschungszentren in der UdSSR zu ermöglichen. Die Einladung wurde nach Auflösung der Stellung des Delegierten für Atomenergie an die Abteilung für Wissenschaft und Forschung übertragen und von ihr die folgende schweizerische Delegation zusammengestellt:

- Prof. Dr. U. Hochstrasser, Direktor der Abteilung für Wissenschaft und Forschung, als Delegationsleiter,
- Prof. Dr. J.-P. Blaser, Direktor des schweizerischen Instituts für Nuklearforschung, und
- Dr. R. Meier, Leiter der Abteilung Reaktorphysik des Eidg. Instituts für Reaktorforschung.

Das Besuchsprogramm der Delegation gestaltete sich chronologisch wie folgt:

- 19. Juli Ankunft in Moskau und Empfang
- 20. Juli Stadtbesichtigung und Theaterbesuch
- 21. Juli Besuch des Instituts für Atomenergie I.V. Kurchatov
 Besprechung im Staatskomitee für Anwendungen der
 Atomenergie
- 22. Juli Besuch des Physikalisch-Technischen Instituts in
 Obninsk (Prof. Hochstrasser und Dr. Meier)
 Besuch des Internationalen Institutes für Kern-
 forschung in Dubna (Prof. Blaser)
- 23. Juli Besuch der permanenten Ausstellung der sowjetischen
 Errungenschaften. Pavillon der Atomenergie und des
 Kosmos
- 24. Juli Besuch des Forschungsinstituts von Serpukov
- 25. Juli Schlussbesprechungen im Staatskomitee für Atomenergie

- 2 -

26. Juli Besichtigung von Museen und Denkmälern Moskaus
 27. Juli Rückflug in die Schweiz.

Während des ganzen achttägigen Aufenthaltes wurde die Delegation von den sowjetischen Gastgebern aufs beste betreut. Die Herzlichkeit des Empfangs in den besuchten Laboratorien war eindrücklich und die Offenheit der Gespräche dem Zwecke des Besuches sehr förderlich.

Die Reiseteilnehmer möchten an dieser Stelle allen an der Vorbereitung und Durchführung des Besuches beteiligten Stellen herzlich danken, so insbesondere den grossen Bemühungen der Herren Botschafter Lindt und de Stoutz, Herrn Exchaquet, Geschäftsträger, und Herrn Fardel, Industrie- und Wissenschaftsrat der Schweizerischen Botschaft in Moskau.

2. Besprechungen mit dem Staatskomitee für die Anwendung der Atomenergie

2.1. Teilnehmer und Gesprächsthemen

Das Staatskomitee wurde 1965 zur Koordination aller auf den Gebieten der Anwendungen der Atomenergie durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten gegründet und untersteht direkt dem Ministerrat der UdSSR. Seine Aufgabe ist jener der Atomic Energy Commission der USA vergleichbar; zusätzlich sind ihm aber eine grosse Zahl von Forschungszentren direkt unterstellt.

Mit der Führungsspitze des Staatskomitees fanden zwei Sitzungen statt, an welchen die folgenden Themen gemeinsamen Interesses erörtert wurden:

- Forschung und Entwicklung von Kraftwerksreaktoren,
- Beschaffung von Kernbrennstoffen,
- Hochenergiephysik,
- Vereinbarung über den Austausch von Informationen und Wissenschaftlern.

Die Teilnehmer setzten sich zusammen aus den Herren:

A.M. Petrosyants, Präsident,
 I.D. Morokhov, 1. Vizepräsident,
 D.P. Filippov, Sekretär für auswärtige Angelegenheiten,
 Meschtscheriakov, Mitglied des Präsidiums (Hochenergiephysik).

Schweizerischerseits war die Besucherdelegation von den Herren Botschafter de Stoutz, Botschaftsrat Exchaquet und Industrie- und Wissenschaftsrat Fardel begleitet.

In der Eröffnung der Besprechungen betonten die Herren Petrosyants und Morokhov das grosse Interesse, welches sie den Kontakten mit der Schweiz auf dem Gebiete der Wissenschaft und Forschung entgegenbrächten, und gaben der Hoffnung Ausdruck, dass weitere Besuche folgen würden, bei denen mehr Zeit für Besichtigungen und

Diskussionen zur Verfügung stehen würde, als dies bei dieser ersten Begegnung möglich sei.

Die Herren Hochstrasser und de Stoutz bestätigten, dass dieses Bedürfnis auch schweizerischerseits sehr aktuell sei, und verdankten die Einladung durch das Staatskomitee und das vorgeschlagene Programm von Besuchen und Besprechungen aufs herzlichste.

2.2. Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet von Kernkraftwerken

Herr Petrosyants wies darauf hin, dass die Probleme der Wissenschaft und Technik ganz allgemein, insbesondere aber auf dem Gebiet der Kernenergie immer schwieriger und die Aufwendungen immer grösser würden. Aus diesen Gründen würde in der UdSSR nach einem strengeren Prioritätenplan gearbeitet. Bis zum heutigen Zeitpunkt, 15 Jahre nach der Inbetriebnahme des ersten Kernkraftwerkes der Welt in Obninsk, sind in vielen Ländern für eine Vielzahl von Reaktortypen riesige Mittel aufgewendet worden. Bezüglich des Moderators, des Kühlmittels, des Brennstoffs usw. bestehen viele Varianten, welche sich letztlich in ihrer Ökonomie nur geringfügig unterscheiden. Im Gegensatz dazu hat man in der UdSSR auf Grund der Experimente und Theorien der Kernforschungslaboratorien schon frühzeitig eine Beschränkung auf 3 Typen vollzogen, für welche besonders günstige Voraussetzungen vorlagen. Es handelt sich um die zwei thermischen Reaktoren mit Graphitmoderation und Wasserkühlung (Typ Beloyarsk) bzw. den Druckwasserreaktor (Typ Voronezh) sowie den Typ des mit Natrium gekühlten schnellen Brutreaktors. Insbesondere für diesen letzten Typ werden die grössten Forschungsaufwendungen getrieben. Sowohl mit England wie mit Frankreich besteht auf diesem Gebiete eine Zusammenarbeit. Eine besondere Vereinbarung besteht zwischen den Zentren von Melekes und Cadarache, welche gemeinsame Symposien und den Austausch von Wissenschaftlern umfasst. Herr Petrosyants betonte sodann nachdrücklich die Bereitschaft der Sowjetunion zu einer Zusammenarbeit mit der Schweiz. Er sei bereit, den ersten Schritt zur Verwirklichung dazu zu tun, sobald die Schweiz dies wünsche.

Herr Hochstrasser erläuterte in einer Uebersicht die schweizerischen Anstrengungen auf dem Gebiete der Kernenergie. Mehr als während eines Jahrzehnts konzentrierten sich die Arbeiten auf den mit schwerem Wasser moderierten Typ, da die Unabhängigkeit in der Brennstoffversorgung die Wahl eines Konzeptes aufdrängte, welches mit Natururan betrieben werden kann. Die Entwicklung wurde bis zum Bau und Betrieb eines Versuchskraftwerkes (Lucens) getrieben. Das vorgerückte Entwicklungsstadium der Leichtwasserreaktoren und die Vertragsbedingungen für die Lieferung von angereichertem Uran haben die Elektrizitätsgesellschaften veranlasst, Leichtwasserreaktoren im Ausland zu bestellen und die Entwicklung des D₂O-Typs bis zur Marktreife nicht abzuwarten, worauf diese 1967 abgebrochen worden ist. Die Anstrengungen richten sich heute auf den schnellen Brutreaktor, wobei die Gaskühlung im Vordergrund steht. Ein langfristiges Entwicklungsprogramm wird im Eidg. Institut für Reaktorforschung in Würenlingen mit Beteiligung aus Kreisen der Industrie und Ingenieurbüros durchgeführt.

Herr Meier ergänzte, dass das höhere Interesse an der Gaskühlung gegenüber Natrium vor allem auf den Gesichtspunkten basiere,

dass das Entwicklungspotential dieses Konzepts grösser sei, indem es eine Kühlung mit direktem Kreislauf und die Verwendung von Gasturbinen ermögliche. Die Gastechologie stehe überdies in der Schweiz auf sehr hoher Stufe, während für Natrium kein entsprechendes Erfahrungspotential existiere. Um eine Beurteilung der Gaskühlung aus dem russischen Gesichtswinkel gebeten, stellte Herr Petrosyants fest, dass der Entscheid zugunsten des Natriums unabhängig auch von den USA, England und Frankreich gefällt worden sei und all diese Länder schon 10 oder mehr Jahre diese Linie verfolgen. Am Erfolg dieses Konzeptes würden deshalb keine Zweifel mehr bestehen. Die Gaskühlung stelle dagegen noch Probleme bezüglich der Sicherheit.

In einer lebhaften Diskussion über Vor- und Nachteile der beiden Konzepte wurden die langfristigen Möglichkeiten der Gaskühlung, insbesondere mit direktem Gasturbinenkreislauf zwar voll anerkannt, bis Herr Petrosyants die überraschend optimistische Feststellung machte, dass schon kurz nach der frühestmöglichen Einführung dieses Reaktortyps die thermonukleare Energieerzeugung in der Sowjetunion die technische Reife erlangt haben werde. Er entwarf dazu den folgenden Zeitplan:

Thermische Reaktoren:	bis 1985
Na-Brutreaktoren :	1985 - 2000
Thermonukl.Reaktoren:	nach 2000

Für gasgekühlte Brüter, welche bestenfalls zwischen 1990-2000 bereitgestellt werden könnten, sei daher kein Platz mehr.

Herr Morokhov ergänzte, dass auch in der Sowjetunion beschränkte Arbeiten über Gaskühlung durchgeführt würden. Neben Helium würde dabei insbesondere den dissoziierbaren Gasen, z.B. N_2O_4 , welche mit Gasturbinen sehr hohe Wirkungsgrade erlaubten, Aufmerksamkeit geschenkt. Diese Arbeiten, die auch Kreislaufversuche umfassten, würden am Institut für Kernenergie in Minsk durchgeführt.

2.3. Beschaffung von Kernbrennstoffen

Herr Hochstrasser wies darauf hin, dass in der Schweiz in diesem Jahre das erste Kernkraftwerk in Betrieb genommen wird; 1971 werden total 1000 MWe in 3 Anlagen installiert sein und durch eine weitere Zentrale alle 1-2 Jahre ergänzt werden. Die Lieferung des angereicherten Urans basiert zur Zeit allein auf Verträgen mit den USA. Die Schweiz ist aber interessiert, mit der Zunahme des Anteils der Nuklearenergie die Sicherheit in der Brennstoffversorgung durch eine Verteilung der Bezüge zu erhöhen und gleichzeitig dadurch ihre Unabhängigkeit zu gewährleisten. Es wäre daher von Interesse für die Schweiz, die Möglichkeiten und Bedingungen der Lieferung von angereichertem Uran aus der UdSSR zu kennen. Herr Morokhov erwähnte, dass dieses Problem zur Zeit sehr aktuell sei. Insbesondere seien Verhandlungen mit Schweden und Finnland im Gange. Ein Interesse für die Lieferung grosser Mengen von Brennstoff bestehe allerdings nicht, da die UdSSR schon

umfangreiche Verpflichtungen gegenüber vielen Ländern habe, dagegen bestehe die Möglichkeit, Anreicherungsdienste (Toll-Enrichment) zu offerieren. Die allgemeinen Bedingungen für Anreicherungsgrade bis zu 5% U-235 seien zur Zeit in Bearbeitung und werden in Kürze publiziert. Auf die Frage nach der Notwendigkeit von Verträgen mit dem Staatskomitee antwortet Herr Morokhov, dass dazu keine Notwendigkeit bestehe. Die Kompetenz und Zuständigkeit werden voll beim Handelsministerium liegen (Ministère du Commerce extérieur).

2.4. Hochenergiephysik

Herr Hochstrasser erläuterte kurz die Anstrengungen der Schweiz auf diesem Gebiet, welche sich in der Beteiligung am CERN einerseits, sowie im gegenwärtigen Aufbau des Schweizerischen Instituts für Nuklearforschung (SIN) in Villigen mit einem 500 MeV Protonen-Ringbeschleuniger hoher Strahlenintensität andererseits äussern. Er sprach den Wunsch aus, dass ähnlich der Zusammenarbeit CERN-Dubna Kontakte zwischen dem SIN und Dubna hergestellt werden könnten.

Herr Morokhov stellte vorerst klar, dass das Institut für Kernforschung Dubna nicht dem Staatskomitee untersteht, sondern als internationales Zentrum der demokratischen Republiken Osteuropas einen eigenen Status aufweist. Trotzdem würde ein solcher Plan der vollen Unterstützung durch das Staatskomitee sicher sein. Spontan wurde sodann für Herrn Blaser als Direktor des SIN ein Besuch in Dubna organisiert, bei welcher Gelegenheit Vorbesprechungen durchgeführt werden konnten (siehe Abschnitt 5).

2.5. Vereinbarung über den Austausch von Informationen und Wissenschaftern

Herr Morokhov bestätigte dieses Bedürfnis und setzte damit die von Herrn Petrosyants im Zusammenhang mit der Entwicklung von Reaktoren gemachte Anregung zur Verstärkung der Zusammenarbeit fort. Die UdSSR hat mit verschiedenen westlichen Ländern Staatsverträge abgeschlossen, so mit den USA, Grossbritannien, Frankreich und Italien. Als Resultat der Diskussion ergab sich, dass schweizerischerseits der Abschluss eines Staatsvertrages zwar möglich sei, aber einen beträchtlichen Zeitaufwand erfordere, da er der Ratifikation durch das Parlament bedürfte. Beiderseits wurde jedoch bestätigt, dass ein Austausch von Briefen zwischen dem Staatskomitee für Atomenergie und der Abteilung für Wissenschaft und Forschung oder allenfalls dem Departement des Innern eine ausreichende Basis darstellen würde. Diese Briefe würden eine Willenserklärung zur Zusammenarbeit und eine grundsätzliche Regelung über den Austausch von Wissenschaftern auf dem Gebiet der Atomenergie enthalten. Eine derartige Vereinbarung könnte schnell in Kraft gesetzt werden und als geeignete Vorstufe zu einem späteren eventuell als notwendig erachteten formellern Abkommen dienen.

3. Besuch des Institutes für Atomenergie I.V. Kurchatov

Dieses Institut wurde 1946 gegründet und stellt mit seinen heute 6000 Mitarbeitern das grösste Forschungsinstitut auf dem Gebiete der friedlichen Verwendung der Atomenergie dar. Aus dem Bereich der wichtigsten Forschungssektoren

- Kernphysik mittlerer und niedriger Energie
- Reaktortechnik
- Materialforschung
- Plasmaphysik
- Radiobiologie

gelangten die Sektoren Plasmaphysik und Reaktortechnik zu einer wenn auch infolge der beschränkten Zeit nur summarischen Darstellung.

3.1. Plasmaphysik

Die Darstellung der Forschungsziele und der bisherigen Errungenschaften erfolgte in faszinierender Weise durch eine der bedeutendsten Gestalten der internationalen Plasmaforschung, L.A. Artsimovich, Mitglied des Präsidiums der Akademie der Wissenschaften.

Die Zielsetzung der Plasmaforschung besteht direkt und unmissverständlich in der Erzeugung heisser Plasmen zur Gewinnung thermonuklearer Energie. Herr Artsimovich erläuterte in diesem Zusammenhang die wichtigsten Versuchsanlagen seines Institutes und den heutigen Stand der Ergebnisse. Ein bedeutender Fortschritt in der Demonstration der Durchführbarkeit der Fusion ist den russischen Forschern während des letzten Jahres gelungen. In ihrer leistungsfähigsten Anlage Tokomag-3 mit torusförmiger Kammer wurden "einige schwache Zeichen thermonuklearer Reaktionen" beobachtet.

Herr Artsimovich beschrieb darüber hinaus eine Vielzahl von weiteren Versuchsanlagen zur Erforschung der Plasmaphysik, von welchen wohl alle Typen, welche schon ersonnen worden sind, in mehreren Entwicklungsstufen vorliegen, insbesondere die Magnetic Mirror - Theta Pinch - Systeme. In einer neueren Plasma-Fokussier-Anlage wird eine hohe Ionendichte von 10^{19} - 10^{20} Part/cm³ erreicht. Die Reaktion ist von einer intensiven Neutronenproduktion begleitet, welche im Bereiche von 10^{10} - 10^{11} Neutronen/Puls liegt.

Steigendes Interesse gewinnen die durch intensive Elektronen- oder Laserimpulse erzeugten Plasmen. Dieser Forschungsbereich wird insbesondere im Lebedev-Institut in Moskau, sowie an den Universitäten von Kharkov und Leningrad untersucht.

Die folgende Tabelle zeigt in Kolonne 2 die bis heute erreichten Daten. Demgegenüber zeigt Kolonne 4 die für ein Deuterium-Tritium-Plasma für eine stabile Fusionsreaktion notwendigen Charakteristiken. Artsimovich betrachtet die heute noch fehlenden

- 7 -

Faktoren als überwindbar. Sein Institut plant deshalb zur Zeit eine neue Tokomag-Anlage, welche in 3-4 Jahren betriebsbereit sein soll.

Die damit angestrebten Leistungsverbesserungen sollten ermöglichen, die in Kolonne 3 angegebenen Daten zu erreichen.

	Heute in Tokomag-3 erreichte Daten	In 3-4 Jahren mit neuem Tokomag erreichbare Daten	Für Kernfusion (D-T) notwendige Daten
Plasmadichte (Part/cm ³)	$3-5 \cdot 10^{13}$	10^{14}	10^{15}
T _{Ion} (°C)	$5 \cdot 10^6$	$20-30 \cdot 10^6$	$100 \cdot 10^6$
T (Dauer der sta- bilien Entladung (sec))	0,02-0,03	0,1	1

Die Besichtigung der Laboratorien zeigte die ausserordentliche Breite und Vielfalt der Forschungsanstrengungen auf dem Gebiete der Plasmaphysik.

3.2. Reaktorforschung

Einführung und Besichtigungen standen unter der Leitung von Herrn Babulewich. Grundsätzlich befassen sich die Forschungsarbeiten mit Problemen der thermischen Reaktoren, insbesondere des Druckwassertyps (Voronezh) und des Graphit moderierten, H₂O gekühlten Typs (Beloyarsk). Das Institut beherbergt den ersten in der UdSSR gebauten, 1946 in Betrieb genommenen Reaktor.

Die leistungsfähigste Versuchsanlage des Institutes ist der Testreaktor MR (Be-Moderator, H₂O-Kühlung, C-Reflektor, in offenem H₂O Bassin). Seine Leistung betrug anfänglich 10 MW, wurde nach einem Umbau auf 20 MW erhöht und ist jetzt für einen weiteren Ausbau auf 40 MW bewilligt. Insgesamt kann der Kern 13 Teststrecken mit separatem Kühlkreislauf und einer totalen Loopleistung von 10 MW aufnehmen. 8 Testloops sind zur Zeit im Betrieb, fast alle stehen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Brennelementen für die zwei thermischen Reaktortypen. Von besonderem Interesse ist ein Loop mit Gaskühlung (Helium) von 1 MW Leistung einer Gasaustrittstemperatur von 800 °C und einem Druck von 100 at. Diese Anlage dürfte für Untersuchungen mit Hochdruck-Helium-Kühlung in diesem Bereich (gasgekühlte Brutreaktoren !) die einzige existierende der Welt sein. Sie ist seit einiger Zeit voll installiert, wurde aber noch nicht in Betrieb gesetzt.

Die Anlage konnte anschliessend besichtigt werden. Auch hier überraschte die Einfachheit aller technischen Anlagen. Herr Babulewich erklärte, dass die Bewilligung für den Betrieb mit 40 MW infolge der hohen Populationsdichte in der Umgebung lange nicht erteilt wurde. Tatsächlich befindet sie sich innerhalb von Moskau und hat keinerlei bauliche Sicherheitseinrichtungen (weder Containment noch Confinement). Die Bewilligung wurde nun auf Grund der guten Erfahrungen mit den Brennelementen erteilt. Dabei müssen trotzdem der Sprung auf die doppelte Leistung sowie die Tatsache, dass die Loops ja neue, im Verhalten unbekannte Elemente enthalten, überraschen.

4. Besuch des physikalisch-technischen Instituts, Obninsk

Die Hauptakzente des 1948/49 gegründeten Institutes in Obninsk lagen ursprünglich auf der Forschung und Entwicklung von Kraftwerksreaktoren, insbesondere des natriumgekühlten schnellen Brütters. Heute werden die technologischen Probleme vorwiegend im neuen Zentrum in Melekess bearbeitet, während in Obninsk die Grundlagenaspekte behandelt werden. Der Besuch stand unter der Leitung des stellvertretenden Direktors A.G. Sokolov. Eine Einführung in das breite Tätigkeitsfeld des Institutes gab der in der UdSSR als Vater des schnellen Reaktors bezeichnete Physiker A.I. Leipunski (wissenschaftlicher Direktor).

Der Leiter der Brüterforschung, Efimov, beschrieb den Aufbau des seit 10 Jahren im Betrieb stehenden Testreaktors BR-5 und gab eine Uebersicht über die Ergebnisse des ausgedehnten Bestrahlungsprogrammes von Probeelementen mit Uran und Pu-Brennstoffen, wobei insbesondere die Versuche mit Karbiden interessierten. Leider beschränkten sich die konkreten Informationen praktisch auf Ergebnisse vor 1965. Neuere Resultate wurden nur sehr qualitativ behandelt und wiederholte spezifische Fragen blieben offen.

Setzt man die Ergebnisse, über die berichtet worden ist, in Beziehung zum unbegrenzten Vertrauen, welches dieselben Leute in die Funktionstüchtigkeit ihres in Shevshenko am Kaspischen Meer kurz vor der Inbetriebnahme stehenden Prototyps BN-350 von 1000 MW thermischer Leistung ausstrahlten, so kommt man nicht um den Schluss herum, dass sehr viel mehr und neuere Erfahrungen vorliegen müssen.

Ein viel freierer Informationsfluss herrschte in den reaktorphysikalischen Disziplinen. Herr Simoniev beschrieb und demonstrierte eine vor zwei Jahren in Betrieb genommene kritische Anlage (BFS), in der zur Zeit der volle Kern des BN-350-Reaktors nachgebildet ist. Der Kernbrennstoff besteht aus 30% angereichertem UO_2 . Der Start des Shevshenko-Reaktors erfolgt entsprechend mit U-235. Erst in späteren Stufen des Brennstoffzykluses wird abgebranntes U-235 durch neugebrütetes Pu ersetzt werden. Dieses Vorgehen bestätigt, dass man in der UdSSR gedenkt, die Brütergeneration unabhängig von den thermischen Reaktoren aufzubauen.

Der dritte Teil des Besuches galt der Na-Technologie. Auch hier gab der vorgeführte Ausschnitt wohl nur einen geringen Einblick in die zweifellos um Faktoren grösseren Anstrengungen. Immerhin war die Besichtigung der Anlagen und ein Referat über die experimentellen Methoden der Wärmeübergangsmessung von besonderem Interesse, als diese sehr viele Analogien zu den Arbeiten des EIR mit gasförmigen Wärmeträgern aufweisen. Messungen der Strömungsgeschwindigkeit und der lokalen Temperaturverteilung werden in Modellversuchen mit Gas und Wasser wie auch in Natrium unter realistischen Temperaturbedingungen durchgeführt. Elektrisch beheizte Stabelemente und Miniatur-Thermoelemente in dünnen Hüllrohren weisen dabei grosse Ähnlichkeit mit den am EIR entwickelten Einrichtungen auf.

5. Bericht über die Beschleuniger-Entwicklung und Hochenergiephysik

5.1. Besuch in Dubna

Dubna ist ein Forschungszentrum (ca. 120 km nördlich von Moskau), das mit dem CERN vergleichbar ist, indem es ein gemeinsames Unternehmen von 10 Ländern der Ostblock-Staaten ist, allerdings mit einer erdrückenden Führungsrolle der Sowjetunion, die auch finanziell mit 75% am Budget beteiligt ist. In den verschiedenen Abteilungen wird ein (im Vergleich zum CERN) breiteres Forschungsspektrum gepflegt, das auch Kernphysik (Transurane mit Schwerionenbeschleuniger) und sogar medizinische Therapie mit dem Synchrozyklotron einschliesst. In letzterem Falle wären Kontakte im Hinblick auf die geplanten Anwendungen beim SIN nützlich.

Besonders gross ist die theoretische Abteilung, und Prof. Bogoljubow, einer der bedeutendsten Mathematiker der Sowjetunion, ist kürzlich zum Direktor von Dubna ernannt worden (nach dem Tode des berühmten Beschleunigerphysikers Vexler). Auch der Vizedirektor ist Theoretiker (Prof. Christov aus Bulgarien).

Der Hauptbeschleuniger in Dubna ist das 10 GeV Protonensynchrotron, das aber als technischer Fehlschlag bezeichnet werden muss, da die erzeugten Ströme nur für wenige Experimente ausreichen.

Sehr erfolgreich ist das Synchrozyklotron (ähnlich der kleinen CERN-Maschine, Energiegebiet des SIN-Beschleunigers). Es soll durch ein Entwicklungsprogramm bis Ende 1972 wesentlich höhere Ströme liefern (bis 50 μ A). Klarheit darüber, ob diese Verbesserung, die seit vielen Jahren angekündigt wird, wirklich ausgeführt wird, liess sich nicht gewinnen. Ebenso unklar scheinen die Ideen über die Beherrschung der bei solchen Strömen auftretenden Radioaktivität zu sein.

Die Abteilung für Beschleunigerentwicklung ist sehr aktiv. Zu erwähnen ist ein voll funktionsfähiges Elektronenmodell eines Zyklotrons für 800 MeV und einen Strom im Bereich von 10 mA (!). Sein Prinzip ist im wesentlichen identisch mit demjenigen des SIN-Ringbeschleunigers. Die Pläne zum Bau sind noch in der Anfangsstufe und auch die Finanzierung scheint noch fraglich. Mit der unter Leitung von Prof. Dimitrievsky stehenden Gruppe und SIN bestehen seit mehreren Jahren einige Kontakte.

Von grösster Bedeutung sind die Arbeiten der Abteilung Beschleunigerentwicklung über den Vorschlag von Vexler einer kollektiven Beschleunigung von Ionen in Elektronenringen. Die unter Leitung von Prof. Sarantsev weitergeführten Arbeiten werden mit grossem Druck vorangetrieben und die Resultate lassen diese Methode als ausserordentlich hoffnungsvoll erscheinen (siehe Punkt 5.4).

5.2. Besuch in Serpukhov (Direktor Prof. Naumov)

In diesem (im Gegensatz zu Dubna) rein sowjetischen Laboratorium, 100 km südlich von Moskau, ist vor kurzem das grösste Protonen-Synchrotron der Welt in Betrieb genommen worden. Es erreicht die Energie von 70 GeV (CERN 27 GeV, Brookhaven 30 GeV). Ungleich der 10 GeV-Maschine von Dubna arbeitet es sehr erfolgreich, und verschiedene wichtige Experimente sind bereits ausgeführt worden, so das negative Resultat der Suche nach "Quarks", den hypothetischen "wirklichen" Elementarteilchen der subnuklearen Materie. Serpukhov hat wie Dubna und CERN total rund 3000 Mitarbeiter. Eine beschränkte Zusammenarbeit mit Universitäten für Doktorarbeiten besteht.

5.3. Internationale Zusammenarbeit

Neu und beachtenswert ist die in den letzten Jahren gezeigte Bereitschaft der Sowjetunion zur internationalen Zusammenarbeit. Betreffend Serpukhov ist ein Vertrag mit CERN abgeschlossen worden, auf Grund dessen CERN-Mitarbeiter die Einrichtungen für die Extraktion des 70 GeV-Protonenstrahles konstruieren und installieren werden und als Gegenleistung eigene Experimente werden ausführen können. Ein bilateraler Staatsvertrag besteht auch mit Frankreich über die Lieferung und gemeinsame Benützung einer grossen Wasserstoff-Blasen-kammer. Dubna hat bereits seit einigen Jahren gelegentlich Mitarbeiter ans CERN geschickt. Was die Schweiz anbetrifft, wäre Dubna bereit und scheinbar interessiert, Stipendien an junge Mitarbeiter zu vergeben. Die interessante Möglichkeit, einen Theoretiker der SIN-Gruppe in die Theorie-Abteilung von Dubna zu entsenden, wurde anlässlich des Besuches vorbesprochen.

Ganz problemlos sind solche Austausche nicht: zur oft mit einfachsten Mitteln erreichten Beherrschung schwierigster technisch-wissenschaftlicher Probleme steht die fast deprimierende Primitivität von Hilfsmitteln und Bauten in erschreckendem Gegensatz. Das Leben von westlichen Mitarbeitern mit ihren Familien in

- 11 -

abgelegenen Landgebieten mit sehr primitiven Wohnverhältnissen und mit geringen kulturellen Möglichkeiten ist bestimmt nicht einfach.

5.4. Organisationsform und Zukunftspläne

Die Beschleunigerlaboratorien unterstehen dem Staatskomitee für Anwendungen der Atomenergie. Innerhalb dieser Behörde, die unter Leitung von Akademiker Petrosyants steht, ist Prof. Meschtscheriakov für die Hochenergiephysik zuständig. Aus dem gesamten Budget, das der Reaktorentwicklung, der Plasmaphysik (im Hinblick auf Fusionsreaktoren) und wohl auch der Kernwaffenentwicklung gewidmet ist, wird ein nicht genau genannter, aber als "gross" bezeichneter Anteil der Grundlagenforschung in Elementarteilchenphysik (Hochenergiephysik) zugesprochen. Die grosse Bedeutung, die diesem Gebiet in der Sowjetunion beigemessen wird, äussert sich in den Plänen: es wurde mit grosser Bestimmtheit die Absicht vertreten, dass in etwa 10 Jahren ein 1000 GeV-Beschleuniger nach dem neuen Prinzip der Elektronenringe (siehe Punkt 5.1) in Betrieb genommen werden könnte. Dabei wurde ausgesagt, dass die Sowjetunion ein solches Ziel allein anstrebt, d.h. eine Zusammenarbeit etwa mit den Vereinigten Staaten und Europa nicht für notwendig hält. Die Realisierung eines solchen Riesenbeschleunigers nach dem für das europäische 300 GeV-Projekt gewählten Prinzip wäre viel teurer. Es ist die Ansicht der sowjetischen Fachleute, dass schon der Bau einer 300 GeV-Maschine nach dem "alten" Prinzip zu teuer ist und zu lange dauern würde (angesichts des russischen 1000 GeV-Projektes) somit für Europa ein "Fehler" sei. Es ist selbstverständlich nicht klar, wie weit diese Ansichten durch reelle Resultate gestützt sind.

Abschliessend sind die hohen fachlichen Fähigkeiten der sowjetischen Wissenschaftler und Ingenieure und die vorurteilslose und mutige Inangriffnahme wirklich origineller Ideen besonders zu würdigen. Beeindruckend ist es ebenfalls, dass auf diesem Gebiet die leitenden Stellen wirklich durch die fähigsten Leute besetzt werden, auch wenn diese in anderen Belangen des sowjetischen Lebens keineswegs immer Konformisten zu sein scheinen.

Berichterstatter:

Prof. J.P. Blaser

Dr. R. Meier