

Reinhard Brandt

Über Transmutationen und Energiegewinnung im Unterkritischen Reaktor: Die Möglichkeiten und Gefahren dieser neuen nuklearen Technologie

Vortrag in der Klasse für Naturwissenschaften am 13.5.2004

Zusammenfassung

Seit vielen Jahren wird es immer deutlicher: Kernenergie kann man nicht nur in den bekannten „Atomkraftwerken“ gewinnen, sondern auch mit „Unterkritischen Reaktoren“, die mit einem Nuklearbeschleuniger (Protonen-, Elektronen- oder Schwerionen-Beschleuniger) angefeuert werden. Diese Begriffe werden erläutert. Die Vorteile dieser Anlagen sind:

- Man kann Energie gewinnen in Anlagen, die nicht wie „Tschernobyl“ explodieren können.
- Man kann dort Plutonium und andere gefährliche Nuklear-Abfallstoffe mit extrem langen Halbwertszeiten ganz friedlich in harmlosere Substanzen umwandeln (*Transmutation*) und dabei noch Energie zur Stromerzeugung gewinnen.
- Wenn man diese ganze Technologie konsequent in die industrielle Produktion einführt, benötigt man keine Atom-Müll Endlagerstätten mehr für Millionen Jahre, sondern nur noch für ca. 600 Jahre.

Die Problematiken und Nachteile dieser neuen Technologie sind:

- Es ist unklar, ob wir schon alle fundamentalen nuklearen Eigenschaften dieser Technologie kennen, geschweige beherrschen. Stichwort: Neuartige Eigenschaften der relativistischen Sekundärteilchen, die möglicherweise Kerne stärker zerstören als Primärteilchen. *{Dieser Begriff „stärker zerstören“ wird hier rein phänomenologisch eingeführt}*. Es handelt sich um das *Anomalonen-Problem*, ein umstrittenes Arbeitsgebiet.
- Zur Durchführung dieser Technologie benötigt man eine sehr breite und höchst komplexe Palette von Entwicklungen, Fabrikanlagen, Genehmigungen etc. Ob sich dieses in westlichen Demokratien durchsetzen lässt, erscheint zumindest fraglich.

- Man kann sehr einfach in kleinen Beschleuniger-Anlagen auch nicht-triviale Mengen an Plutonium aus Uran herstellen. Diese Anlagen lassen sich nur schwer kontrollieren. Die Internationale Atomenergiebehörde, IAEA, in Wien hat es bisher unterlassen, derartige potentielle Anlagen systematisch zu kontrollieren, obwohl die Gefahren der hiervon ausgehenden *Proliferation* für jedermann ganz offensichtlich sind. Das soll zuletzt an einem Beispiel erläutert werden:

Aus Berlin wurde das „Berliner Elektronen-Synchrotron“ BESSY-1 nach Jordanien „verbracht“. Daran lässt sich die ganze Problematik dieser neuen Technologie erläutern. Vielleicht ist die alte Berliner BESSY-Anlage nur geeignet, kleinere Mengen an Plutonium im Parallelbetrieb herzustellen. Aber welchen Nutzen können diese kleinen Plutonium Mengen für Mini-Nukes haben? Sodann wird BESSY-1 in Jordanien mit viele hundert Mal größerer Leistungsstärke zu BESSY-1a ausgebaut. Zusätzlich hat man zum Aufbau und Betrieb dieser Anlage ein neues, international anerkanntes Forschungszentrum SESAME gegründet. Was kann man dann mit einer solchen Anlage alles anfangen? Aus Europa wird immer wieder darauf verwiesen, wie prachtvoll CERN als internationales Forschungszentrum funktioniert. Aber in CERN bei Genf in der Schweiz wurde erst mit dem Aufbau begonnen, nachdem in Europa im Jahre 1954 nahezu 10 Jahre FRIEDEN geherrscht hatten.

1. Einleitung

Eines der schwierigsten technologischen Probleme unserer gegenwärtigen Menschheit ist die Frage: „Wie gewinnt man genügend Energie, um das immer weiter anwachsende Verlangen der überwältigenden Mehrheit der Menschen nach besseren Lebensbedingungen in ihren Wohnungen, im Verkehr und in Wirtschaftsbetrieben aller Art zu befrieden?“ Dieser Wunsch muss als berechtigt anerkannt werden. Zur Erfüllung dieses Wunsches stehen verschiedene und wohlbekannte Wege offen: Erneuerbare Energien, fossile Rohstoffe und die nuklearen Energiequellen. Es ist nicht die Absicht dieses Vortrages, eine vergleichende Wertung dieser Energiequellen zu diskutieren. Es wird sich auf den nuklearen Sektor beschränkt. Dies geschieht in Anbetracht der Tatsache, dass viele volkreiche Staaten, besonders auch in Asien, sich intensiv mit der Weiterentwicklung dieser Technologie und ihrer verstärkten Einführung in das technologisch-soziale Leben beschäftigen.

Innerhalb des nuklearen Sektors wird sich auf die Vorstellung einer prinzipiell neuen Art der nuklearen Energiegewinnung, den „Unterkritischen Reaktor“, konzentriert. Es wird diese neue Technologie erläutert, sowohl

hinsichtlich ihrer Sonnenseite, als auch der Schattenseite. Aus redaktionellen Gründen der Platzbeschränkung muss auf Ausführlichkeit und auf graphische Darstellungen verzichtet werden. Diese kann man in der angegebenen Literatur finden, z.B. in einer zusammenfassenden Arbeit in „KERNTECHNIK“ [1]. Den Abschluss bilden einige kritische Bemerkungen zur „Verbringung“ einer sehr fortgeschrittenen nuklearen Technologie in den Nahen Osten. Es handelt sich heute um den Wiederaufbau der ehemaligen „Berliner Synchrotronstrahlenquelle BESSY-1“ in Jordanien im Rahmen eines neugeschaffenen internationalen Forschungszentrums SESAME, das nach dem Vorbild des europäischen Kernforschungszentrums CERN bei Genf (Schweiz) entsteht.

2. Der „Unterkritische Reaktor“

2.1 Das technologische Prinzip des „Unterkritischen Reaktors“

Die Funktionsweise der heute üblichen Kernkraftwerke (KKW) beruht auf der Kernspaltung von bestimmten Uran- und/oder Plutonium-Isotopen. Bei dieser Spaltung wird Kernenergie freigesetzt, ebenso entstehen (2-3) freie Neutronen pro Kernspaltung. Diese Neutronen können eine ganze Kette weiterer Kernspaltungen induzieren (Kettenreaktion). Die Beherrschung dieser Kettenreaktion ist das zentrale Sicherheitsproblem aller Kernenergiegewinnung:

- Geht die Generationsfolge einer anwachsenden Kettenreaktion in Zeiten von Mikrosekunden oder noch kürzer vor sich, so induziert man eine Atombombenexplosion.
- Geht die Generationsfolge einer anwachsenden Kettenreaktion in Zeiten von Millisekunden vor sich, so hat man einen „Überkritischen Reaktor“, der wie in Tschernobyl explodiert.
- Gelingt es uns, in der Generationsfolge der Kernspaltungen immer die gleiche Anzahl von Kernspaltungen pro Generation zu erzielen – und das über lange Zeiträume von Tagen bis zu Monaten –, dann betreiben wir ein heute übliches Kernkraftwerk. Es ist nicht nur für Fachleute offensichtlich, dass die Aufrechterhaltung einer zeitlich gleichmäßigen Folge von Kernspaltungen während langer Zeiten eine recht komplizierte technologische Herausforderung ist. In der Europäischen Union ist es bis heute gelungen, derartige KKW über Jahrzehnte ordentlich laufen zu lassen. Darauf können die hier lebenden Nuklear-Technologen mit Recht Stolz sein. Es ist allerdings ebenso eine Tatsache des sozialen Lebens, dass trotz dieser guten technischen Leistung bei recht vielen europäischen Bürgern

wegen dieser KKW ein ungutes Gefühl in der Magengegend verbleibt.

Hier könnte der „Unterkritische Reaktor“ eine sozial relevante technische Weiterentwicklung sein. Denn dieser „Unterkritische Reaktor“ ist nichts weiter als ein konventionelles KKW, das gerade einmal NICHT funktioniert. Immer wenn man im „Unterkritischen Reaktor“ eine exponentiell anwachsende Kettenreaktion auslösen will, bricht diese Reaktionskette sehr schnell völlig ab, da die Anzahl der Kernspaltungen in der i^{ten} Generation dieser Kette einfach etwas kleiner ist als in der vorangegangenen $(i - 1)^{\text{ten}}$ Generation. Damit ist die Anlage „tot“, hat aber den unschätzbaren Vorteil, dass sie nicht „überkritisch“ werden und wie in Tschernobyl explodieren kann.

Wenn man jetzt aber in diesen „Unterkritischen Reaktor“ massiv von außen freie Neutronen einführt, kann man Kernenergie gewinnen. Eine sehr große Anzahl von „abbrechenden Kettenreaktionen“ kann sehr wohl substantielle Mengen an Kernenergie freisetzen, wie in der Spezialliteratur (z.B. [1]) nachzulesen ist. Es kommt also darauf an, von außen dem „Unterkritischen Reaktor“ recht viele Neutronen einzufügen. Dafür benötigt man die 2^{te} entscheidende Komponente dieser Anlage:

Neben dem eigentlichen „Unterkritische Reaktor“ benötigt man einen relativistischen Beschleuniger für Protonen oder Elektronen.

Wenn man diese relativistischen Protonen oder Elektronen auf ein massives Ta- oder Pb-Target lenkt, werden entsprechend viele Neutronen freigesetzt, die dann im eigentlichen „Unterkritischen Reaktor“ Kernspaltungen auslösen. Die Idee einer derartigen Anlage, mit Hilfe von Beschleunigern in „Unterkritischen Reaktoren“ technisch relevante Mengen an Kernenergie (und/oder gleichzeitig Plutonium) zu gewinnen, ist uralte. Diese Idee geht zurück auf Goldanski in Moskau und Lawrence in Berkeley, die diesen Vorschlag nach 1945 unterbreiteten [1]. Damals fand diese Idee aber keine großtechnologische Anwendung, da die konventionellen KKW dem damals technisch realisierbaren „Unterkritischen Reaktor“ in jeder Hinsicht massiv überlegen waren. Dieses änderte sich erst 50 Jahre später durch die bahnbrechenden Arbeiten von Rubbia und Mitarbeitern in CERN, die diesen Gedanken unter dem Stichwort eines Energieverstärkers (just ein anderer *Terminus technicus* für den „Unterkritischen Reaktor“ oder „Energy Amplifier“) mit viel Erfolg und Geschick der Menschheit unterbreiteten, wie in [1] näher mit weiteren Referenzangaben beschrieben. Moderne Beschleuniger, sowohl für Protonen, als auch für Elektronen, sind derart leistungsstark, dass Rubbia schon heute glaubt, technologisch gleich leistungsstarke „Unterkritische Re-

aktoren“ entwickeln zu können, wie die bekannten KKW mit Leistungen von bis zu 1 Giga-Watt_{elektrisch}.

In Ref. [1] wird quantitativ gezeigt:

1. Im Prinzip eignen sich Protonen genau wie Elektronen im Bereich von 0.5 GeV bis zu über 24 GeV zum externen „Feuern“ eines „Unterkritischen Reaktors“.
2. Es eignen sich aber auch Elektronen im Bereich von etwa 30 MeV bis zu 0.5 GeV ebenso, um einen „Unterkritischen Reaktor“ zu „feuern“, zumal wenn man bedenkt, dass gerade die tieferenergetischen Elektronenbeschleuniger (z.B. Mikrotrons und LINACs) mit Leichtigkeit wesentlich höhere Teilchenströme liefern und dazu noch erheblich billiger in der Anschaffung sind. Auf diesen letzten Aspekt wird unter den Stichwort „Proliferation“ später noch ausführlicher eingegangen. Schon C. Rubbia schrieb (zitiert nach Ref. [1]): „Large electron currents can be accelerated by modern LINAC's to energies of several hundred MeV.“

Praktisch gesehen, wird man wohl in der näheren Zukunft bei neuen technologischen Großanlagen vom Typus „Unterkritischer Reaktor“, die eine Größe im Bereich konventioneller Kernkraftwerke haben könnten, immer mit Protonenbeschleunigern einer Energie von etwa 0.5 bis 1 GeV arbeiten. Dort kann man Teilchenflüsse bis zu 10 mA erzielen und bei geeigneter Konstruktion auf eine Stromproduktion von 0.2 bis zu 1 Giga-Watt_{elektrisch} hoffen. Diese technologische Option wird z.Z. auch weiterhin von Rubbia und Kollegen intensiv bearbeitet. Aber trotzdem ist ein großer „Durchbruch“ dieser Technologie in der industrialisierten Welt noch nicht sichtbar geworden. Wenn man aber im Zuge der gegenwärtigen Diskussionen kleinere „Unterkritische Reaktoren“ mit Leistungen einiger Mega-Watt_{elektrisch} aufbauen möchte, wird man sicher auch auf die Verwendung der bekannten und preiswerten Mikrotrons oder auch die Elektronenlinearbeschleuniger als externe Neutronenerzeuger kommen. Diese haben von 30 bis etwa 100 MeV Energie mit Stromstärken von etwa 100 mA. Auf diesen Aspekt wird in dem späteren Kapitel zu den „Schattenseiten“ dieser Technologie näher eingegangen.

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, dass in all diesen Systemen nicht nur Plutonium erzeugt, sondern auch extern eingebrachtes Plutonium durch Kernspaltungen vernichtet werden kann. Rubbia hat nachgewiesen, daß bei systematischer Entwicklung seines „Energieverstärkers“ alles Plutonium auf der Erde in etwa 100 Jahren vollständig vernichtet werden könnte, ebenso auch die anderen schädlichen Reaktorprodukte mit langen Halbwertszeiten. Dabei kann man zusätzlich auf friedlichem Wege Energie gewinnen. Dann

braucht die Menschheit nur noch Endlagerstätten, die für einen Zeitraum von etwa 600 Jahren von der Biosphäre abgeschottet sein müssen und nicht mehr für Millionen Jahre. Diese Option hat ihre Verlockungen.

In diesem Sitzungsbericht wird nicht weiter auf technische Einzelheiten des „Unterkritischen Reaktors“ eingegangen. Diese sind in Ref. [1] näher beschrieben, ebenso wie in den dort angegebenen weiterführenden Literaturhinweisen.

2.2 Offene Fragen zum Kenntnisstand der dem „Unterkritischen Reaktor“ zu Grunde liegenden Urphänomene

Bevor man mit einer großtechnologischen Neuentwicklung auf dem nuklearen Industriesektor beginnt, erscheint es sinnvoll, sich die Frage vorzulegen: „Sind alle wesentlichen und fundamentalen Kernreaktionen zur genauen Beherrschung der diversen Reaktionsabläufe schon hinreichend genau bekannt?“ Insbesondere gilt dies für primäre und sekundäre Kernreaktionen bei Einschussenergien oberhalb etwa 0.5 GeV Energie in *massiven, also dicken Targets*. Die Physikergemeinde erklärt: „Wir kennen alle Reaktionsabläufe derartiger Kernreaktionen in *dünnen Targets* hinreichend genau. Wir gehen davon aus, dass die Sekundärteilchen, die bei den Kernreaktionen mit Einschussenergien von ≥ 0.5 GeV für Protonen und schwere Ionen entstehen, sich im Prinzip wie Primärteilchen verhalten. Dabei müssen die energetischen Verhältnisse in angemessener Weise berücksichtigt werden.“ Dieses ist aber nicht der Fall: Es gibt hier eine in der Fachwelt unter dem Stichwort „Anomalonen“ bekannte Kontroverse, auf die kurz eingegangen werden muss. Vorher sollte aber darauf hingewiesen werden, dass eben diese Physikergemeinde ganz genau weiß: „Stimmt die Prämisse nicht, dass die wesentlichen physikalischen Parameter von Primärteilchen, wie sie in *dünnen Targets* beobachtet werden, identisch sind mit jenen von Sekundärteilchen, wie sie in *dicken Targets* experimentell beobachtbar sind, bricht möglicherweise eine Grundkonzeption unserer Physik zusammen.“ Dieses könnte möglicherweise ein Grund dafür sein, dass die experimentell gesicherten Beobachtungen zum Thema „Anomalonen“ ganz schlicht ignoriert werden, selbst auf die Gefahr hin, dass damit mögliche technologische Neuerungen nicht mehr gründlich von den Ergebnissen der Grundlagenforschung untermauert sind. Eine in diese Problematik einführende Arbeit ist in [1] angedeutet und in [2, 3, 7] weiterführend erläutert.

Die Ergebnisse der umstrittenen Anomalonenforschung lassen sich wie folgt beschreiben:

- Zuerst sollte zwischen *physikalischen und chemischen Anomalonen* unterschieden werden, wie in [4] definiert: *Physikalische Anomalonen* zeigen sich als eine reduzierte mittlere freie Weglänge von Sekundärteilchen, die bei der Wechselwirkung relativistischer Primärteilchen mit Targetkernen entstehen. Dieses Gebiet wurde von Friedlander und Mitarbeitern in Berkeley vor etwa 25 Jahren beim Studium der Kernspuren in Kernspuremulsionen erschlossen. Diese Emulsionen waren mit 100 GeV ^{56}Fe -Ionen bestrahlt worden. An diese Beobachtung schloss sich eine recht lebhaft internationale Diskussion an. Erstaunlicherweise wurde die ganze Diskussion ohne Angabe rationaler, wissenschaftlicher Gründe im Westen komplett gestoppt, nachdem Dufour einen mir völlig unverständlichen Artikel in „La Recherche“ publiziert hatte [5]. Den *chemischen Anomalonen* ging es etwas besser. Diese *chemischen Anomalonen* zeigen sich als Wirkungen der physikalischen Anomalonen, wenn letztere eine Kernwechselwirkung auslösen: dabei werden *Kernzerstörungskräfte* frei, die *stärker als alle bisher bekannten Kernkräfte zu sein scheinen*. {Der Begriff „*stärkere Zerstörungskraft*“ ist eine rein phänomenologische Beschreibung, er wird in Refs. 1, 2, 7 näher erläutert.} Die westliche Physik ignorierte nach dem Erscheinen der Dufour-Arbeit diese *chemischen Anomalonen* völlig. So hatte man im Osten, insbesondere auch in Kooperation mit russischen Kollegen am VIK in Dubna bei Moskau, freie Hand, diese Phänomene weiter zu untersuchen. Dabei fand man drei in sich konsistent zusammenhängende Phänomen-Bereiche.
- Die *chemischen Anomalonen* bewirken in dicken Targets folgendes: Es werden z.B. 2 Cu-Scheiben von jeweils 1 cm Stärke, 8 cm Durchmesser und im Kontakt bestrahlt mit 72 GeV ^{40}Ar vom BEVALAC-Beschleuniger in Berkeley (USA). Dabei beobachtet man eindeutig, dass in der 2^{ten} Cu-Scheibe sehr viel mehr als klassisch zu erwarten das Fragmentierungsprodukt ^{24}Na gebildet wird, dafür erheblich weniger als klassisch zu erwarten das dem Cu-Target benachbarte Isotop ^{59}Fe . Das drängt den Verdacht auf, dass die Sekundärteilchen den Cu Targetkern stärker zerstören als alle bekannten relativistischen Primärteilchen, angefangen von Protonen bis hin zu Uran-Ionen. Das gilt für den Energiebereich aller Primärteilchen oberhalb etwa 0.5 GeV Gesamtenergie. Analoge Phänomene wurden auch am VIK in Dubna mit 44 GeV ^{12}C - und in CERN in Genf mit 24 GeV Protonen-, sowie 48 GeV ^4He -Ionen beobachtet. Diese stär-

kere Zerstörungskraft der Sekundärteilchen sollte sich in dicken Targets auch in einer, im Vergleich zu dünnen Targets mehr als berechenbaren, weil erhöhten Neutronenproduktion anzeigen. Solches wurde schon vor der Publikation dieser radiochemischen Experimente von Vasilkov und Tolstov in Dubna beobachtet.

- Vasilkov und Mitarbeiter bestrahlten am VIK in Dubna massive Bleitargets (20 cm starke, 60 cm lange Zylinder) mit Protonen von 1 GeV und von 3.7 GeV. Bei der höheren Energie wurden (3.2 ± 0.2) mal höhere Neutronenfluenzen pro einfallendes Proton gemessen. Das entsprach völlig den Vorstellungen der Physik. Dann wählte er aber $(1 \cdot 12 = 12)$ GeV ^{12}C als Projektil und $(3.7 \cdot 12 = 44)$ GeV ^{12}C als Projektil und beobachtete bei der hohen Energie eine (4.9 ± 0.3) fach höhere Neutronenausbeute [1, 7]. Das Ergebnis konnte – allerdings nicht mit der gleichen statistischen Qualität – unabhängig bestätigt werden. Diese Phänomene hat der Autor noch nicht in dieser Form von westlichen Autoren zitiert gefunden.
- Wenn die Sekundärteilchen die Atomkerne stärker zerstören, so sollte man dieses auch in Kernspuremulsionen nachweisen können. Erstaunlicherweise sind bisher keine derartigen experimentellen Ergebnisse in der Literatur beschrieben (soweit dies der Autor überblickt), obwohl es sich doch um ein recht einfaches Experiment handelt. Die Zerstörung des Targetkernes in der Emulsion lässt sich ganz einfach durch die Anzahl der „Verdampfungsprotonen“ während der „Abkühlung des Target-ähnlichen Restkernes“ nach den Wechselwirkungen mit dem relativistischen Projektil bestimmen. Diese „Verdampfungsprotonen“ haben eine kinetische Energie von etwa (20 – 30) MeV und hinterlassen in der Emulsion eine deutlich sichtbare „schwarze Spur“ von einer Länge bis zu 3.6 mm. So lässt sich aus der Anzahl dieser „schwarzen Spuren“ ganz einfach die Kernzerstörung experimentell bestimmen. Jetzt muss man nur die Anzahl der „schwarzen Spuren“ für die erste Wechselwirkung eines relativistischen Projektils bestimmen und anschließend dieses Projektil in der Kernspuremulsion weiter verfolgen bis hin zu einer 2^{ten} Wechselwirkung. Bei dieser 2^{ten} Wechselwirkung muss man einfach wieder nur die Anzahl der „schwarzen Spuren“ auszählen. Kürzlich haben nun Ditlov und Kollegen eine derartige Ausmessung an einer Jahrzehnte alten Kernspuremulsion durchgeführt, die mit 72 GeV ^{22}Ne -Ionen am VIK in Dubna bestrahlt worden war. Sie haben für eine noch recht kleine Anzahl von Wechselwirkungen festgestellt, dass bei der 2^{ten} Wechselwirkung etwa $(60 \pm 17)\%$ mehr „schwarze Spuren“

als in der ersten Wechselwirkung entstehen. Dieses Resultat liegt genau in der Richtung, in der auch die beiden erstgenannten „*chemischen Anomalonen-Effekte*“ liegen: Bestimmte *Sekundär-Teilchen zerstören Atomkerne stärker als ihre (sie erzeugenden) Primär-Teilchen*. Es erscheint als sicher, dass dieses Phänomengebiet so lange weiter untersucht werden wird, bis es vollständig aufgearbeitet ist.

Ein Vorschlag zur konsistenten Interpretation aller *Anomalonen-Phänomene* befindet sich in Ref. [7].

3. Problematik der „Verbringung“ des Berliner Elektronen-Synchrotrons BESSY-1 in den Nahen Osten nach Jordanien.

Seit 1998 geistert durch die Welt ein ganz eigenartiges Problem: Die Bundesrepublik Deutschland will eines der modernsten nuklearen Beschleunigersysteme, das alte Berliner Elektronensynchrotron BESSY-1, in den Nahen Osten „verbringen“, d.h. verschenken. Erst war Palästina als die Gegend für den Wiederaufbau von BESSY-1 angedacht. Dann brach dort die 2^{te} Intifada aus, d.h. ein Bürgerkrieg zwischen Israelis und Palästinensern, sodass die Verantwortlichen den Neuaufbau im unmittelbar benachbarten Jordanien beschlossen. Diese Entscheidung ist in mancherlei Hinsicht schwer verständlich: Der US-Congress hatte 15 MUS\$ für den Fall genehmigt, dass BESSY-1 nach Armenien „verbracht“ würde. Damit wären sowohl alle finanziellen Probleme (Transport und Wiederaufbau), als auch die sehr viel delikateren Probleme betreffend die PROLIFERATIONSGEFAHR (s.u.) elegant gelöst worden, denn in Armenien ist diese Technologie seit Sowjetzeiten heimisch, das Land ist christlich – und es ist hinreichend weit weg vom gefährlichsten Krisenherd dieser Erde, vom „Heiligen Lande“. Aber es kam noch komplexer:

- BESSY-1 wird in Jordanien in sehr viel leistungsfähigerer Form als BESSY-1a wieder aufgebaut.
- BESSY-1 wird von einem internationalen Forschungszentrum SESAME nach dem Vorbild von CERN in Genf betrieben. Es wurde zusätzlich mit dem Segen der UNESCO und der IAEA gegründet. Die Teilnehmerstaaten sind neben Palästina, Jordanien, Bahrein, Iran und Türkei auch Israel.
- Die Bundesrepublik hat bei der EU in Brüssel den offiziellen Antrag gestellt, den Wiederaufbau von BESSY-1a mit ca. 8 MUS\$ aus europäischen Mitteln zu fördern, obwohl – dem Vernehmen nach – vorher von uns der israelischen Seite verbindlich zugesagt worden sein soll, diesen Aufbau nicht mit deutscher finanzieller Unterstützung zu fördern.

Von Seiten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft und der Bundesregierung wurden (soweit ich dies überschaue) öffentlich nur die positiven Seiten dieser „Verbringung“ dargestellt:

- Seit 1945 wurden zwischen Casablanca und Teheran nirgends in der moslemischen Welt nukleare Großanlagen errichtet – dabei ist es unbestreitbar, dass dieser Teil der Welt selbstverständlich auch moderne Forschungsanlagen in seinen Staatsgebieten benötigt.
- Wesentlich sind für die Benutzer der Elektronen-Synchrotronstrahlquellen vom Typ BESSY nicht die Beschleuniger, sondern die in einem Speicherring von den zirkulierenden Elektronen gelieferte elektromagnetische Synchrotronstrahlung, die ohne alle Zweifel in einer Vielzahl von fundamentalen und rein friedlichen Anwendungen eingesetzt werden kann.
- Man erhofft sich eine Wiederholung der Erfolgsgeschichte von CERN in Europa.

Die problematischen Aspekte dieser „Verbringung“ (= Schenkung) wurden in der öffentlichen Diskussion verschwiegen:

- Die elektromagnetische Synchrotronstrahlung ist in der Tat recht unproblematisch, aber die zur Erzeugung dieser Synchrotronstrahlung notwendigen hochenergetischen Elektronen werden mit Hilfe von Beschleunigern erzeugt. Diese Beschleuniger mit ihren Elektronen werden aber nur etwa in 10% ihrer Realzeit benötigt, um die für die Synchrotronstrahlung notwendigen Elektronen zu liefern. Den Rest der Realzeit können diese hochenergetischen Elektronen zur Aktivierung beliebiger Targets eingesetzt werden. Benutzt man dabei Uran-Targets, bildet sich notwendigerweise *Plutonium*. Hier genau liegt das Sicherheitsproblem derartiger Anlagen. Wie in [1] gezeigt wurde, liegen die Pu-Produktionsraten derartiger Anlagen in Bereich bis zu 0.1 kg ^{239}Pu /Jahr. Baut man eine derartige Anlage aus, um auch Protonen zum Zwecke der Materialforschung einsetzen zu können, so steigt die Pu-Produktionsrate bis zu 10 kg ^{239}Pu /Jahr. Das sind nicht mehr trivial kleine Mengen.
- Glaubt man wirklich, es sei gerade die Berufung Deutschlands, in diese höchst prekäre Weltenggend eine derartige hochmoderne Beschleunigeranlage „verbringen“ zu müssen, wo seit 1945 sich alle „G-8“-Staaten sehr zurückhaltend gezeigt haben, diese Technologie in sehr gefährdeten Krisengebieten aufzubauen.
- Der Vergleich von CERN vor 50 Jahren in West-Europa mit SESAME heute im Nahen Osten hinkt: Nach der *Beendigung* des 2^{ten} Weltkrieges

mussten fast 10 Jahre vergehen, bevor die emotionalen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Kooperation in CERN gegeben waren. Dann vergesse man nicht: In Europa funktionierte zweifelsfrei die „Pax Americana“ im Gleichgewicht mit der östlichen Supermacht. Der Autor dieses Artikels sieht die Voraussetzungen für eine vergleichbare Erfolgsstory SESAME in Jordanien nicht. Die damaligen Verhältnisse in Europa bei der Gründung von CERN kann man nicht vergleichen mit der gegenwärtigen Situation von SESAME im Nahen Osten.

Literatur

1. R. Brandt, W. Birkholz, I.A. Shelaev, „Accelerator driven systems for transmutation and energy production: Challenges and dangers.“ KERNTECHNIK, 69 (2004) 37–50
2. R. Brandt, „Do we really understand nuclear reactions within thick targets using GeV hadrons?“ Radiation Measurements, 36 (2003) 249–259
3. V.A. Ditlov, V.V. Dubinina, V.I. Krotkova, E.A. Pozharova, V.A. Smirnitzi, R. Brandt, W. Ensinger, W. Westmeier, „Study of number of black prongs for two generations after nuclear-nuclear interactions of 72 GeV ^{22}Ne in nuclear emulsion.“ Presented at the „22nd Intern. Conf. on Nuclear Tracks in Solids“ in Barcelona, 23.–27. August 2004 and submitted to the Conf. Proc., to be published in „Radiation Measurements“
4. A. Dutta, V. Batra, S. Biwas and R. Brandt, „ Charge fragmentation in cosmic radiation – and the question of physical anomalous.“ KERNTECHNIK, 68 (2003) 219– 222
5. J.P. Dufour, La Recherche, 18 (1987) 904
6. R.G. Vasilkov, et al., Uspekhi Fiz. Nauk. (Russian), 139 (1983) 433 and Atomn. Energia, 79 (1995) 257
7. R. Brandt, „Das Konzept der Information und die beiden Hauptsätze der Thermodynamik in der Elementarteilchenforschung.“ Mathematisch-Physikalische Korrespondenz, [Herausgeber: Mathematisch-Physikalisches Institut Prof. Dr. P. Gschwind, Dornach, Schweiz] Nr 220, ISSN 1661-0563, Spring 2005, 3–17