

Gesunden, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt im deutschen Gesundheitswesen mit Sicherheit die Versorgung bereits erkrankter Frauen verschlechtern werde.

Risiko 6: Der pathogene Effekt der Mammographie als solcher muß Berücksichtigung finden. Die Annahme, das Strahlenrisiko sei zu vernachlässigen, stimme offenbar ebenfalls nicht. Gerade bei noch menstruierenden Frauen und bei Frauen mit Hormonersatztherapie müsse mit einer Steigerung des Risikos gerechnet werden. Zum strahleninduzierten Effekt müsse noch der Effekt der Quetschung des Tumorgewebes mit potentieller Aussaat gerechnet werden.

Perl zieht folgende Schlußfolgerungen: Einer der größten Irrtümer der Ärzte habe in der Auffassung bestanden, jede Form von Brustkrebs führe ir-

gendwann zum Tode, wenn nicht adäquat therapiert wird. Tatsächlich gebe es jedoch mindestens zwei, vielleicht drei Sorten Brustkrebs.

Einmal die rasch tödliche, die rasch progrediente Form: Sie könne durch Früherkennung nicht erfaßt oder beeinflusst werden. Diesen Frauen mit Früherkennung früher als unbedingt nötig von ihrem Schicksal zu erzählen, sei nicht sinnvoll.

Dann gebe es die sehr langsam wachsende Gruppe niemals tödlicher Tumoren. Diese würden präferentiell von der Mammographie erfaßt. Leider verbessere dies auch nicht deren bereits ausgezeichnete Prognose. Sie seien eben nicht tödlich.

Ob es noch eine dritte Gruppe gebe, die von Früherkennung profitiert, und wie groß diese wäre, habe bisher nicht überzeugend bewiesen werden

können. Keinesfalls könne überzeugend argumentiert werden, daß sie größer als 10 Prozent aller Karzinome sein könnte (entsprechend dem Konfidenzintervall in den als akzeptabel bewerteten Screening-Studien).

Außerdem scheine es so zu sein, daß es gerade diese Tumore sind, so Perl, die sich durch spezifische Gewebsreaktionen, durch Konsistenzänderung im Gewebe und somit durch palpatorische Erfassung hervorragend diagnostizieren lassen. Auch bei diesen spiele das mammografische Screening keine bedeutende Rolle.

Aufgrund der Zusammenschau der bisher bekannten Fakten zu Diagnose und Therapie des Mammakarzinoms erscheine dem Deutschen Ärztinnenbund deshalb ein großer Schritt in Richtung mammografisches Screening

derzeit zumindest verfrüht. Der Deutsche Ärztinnenbund wünsche sich eine weniger emotional geführte Diskussion, die auch die Erkenntnis zulasse, daß bisherige lokaltherapeutische Verfahren keinen oder kaum einen Effekt auf das Überleben haben und daß daher Früherkennungsschritte nur für sehr begrenzte Zielgruppen erfolgversprechend sein werden. Sowohl Ärzte und Ärztinnen als auch Frauen sollten die ernüchternden Analysen der Internationalen Cochrane Association unaufgeregt zur Kenntnis nehmen und sich vor allem davor fürchten, daß diese Analysen ignoriert werden könnten. Im Augenblick sehe der Deutsche Ärztinnenbund Grund, seine Anstrengungen in Richtung besserer professioneller Palpation zu verstärken. ●

Fusionsforschung

Mit Laserlicht und Brennstoffkügelchen zur Kernfusion

Mit dem «Mégajoule»-Laser entsteht jetzt im französischen Bordeaux eine der größten Laseranlagen der Welt. Die hohe Leistung des Lasers soll die kontrollierte Fusion leichter Atomkerne ermöglichen. Das Mega-projekt dient in erster Linie der militärischen Forschung und soll auch der Energieforschung neue Impulse verleihen.

Seit nunmehr 50 Jahren arbeiten Forscher daran, die Verschmelzung von Atomkernen unter kontrollierten Laborbedingungen herbeizuführen. Die bis heute favorisierte Methode besteht darin, ein

Wasserstoff-Plasma in einem ringförmigen Magnetfeld einzusperren und es - etwa durch induzierte Ströme - auf extreme Temperaturen aufzuheizen. Als Alternative wird seit den 1970er Jahren die sogenannte Laserfusion ins Spiel gebracht. Bei dieser Methode wird der in einem winzigen Kügelchen eingeschlossene Brennstoff mit intensiver Laserstrahlung beschossen, erhitzt und das Plasma gezündet. Zu diesem Zweck treibt die französische Atomenergiebehörde (CEA) seit 1996 den Bau einer riesigen Laseranlage in Bordeaux voran. Kostenpunkt für den «Mégajoule»-Laser: 2,1 Milliarden Euro. Das beschrieb Markus Hehlen am 27.

November 2002 in der Neuen Zürcher Zeitung. Von ähnlichem Kaliber sei auch die National Ignition Facility, die am amerikanischen Lawrence Livermore National Laboratory entsteht.

Bei der geplanten Inbetriebnahme des Mégajoule-Lasers im Jahr 2010, so berichtet Hehlen, sollen 240 Hochleistungslaser kurze Lichtpulse mit einer Energie von insgesamt 1,8 Megajoule erzeugen. Für einige Milliardstel Sekunden entspreche das der geballten Leistung von einer Million Kraftwerken. Vier Laser wurden demnach kürzlich als Prototypenlinie, Ligne d'Intégration Laser, in Betrieb genommen und haben im November 2002 erstmals ihre Solleistung erzeugt.

Hehlen erklärt: Bei einer Kernfusion überwinden zwei leichte Atomkerne ihre elektrische Abstoßung und verschmelzen zu einem schweren Atomkern. Ein Beispiel ist die im Inneren der Sonne ablaufende Fusion von Wasser-

stoff zu Helium. Die Masse des entstehenden Heliumatoms ist etwas kleiner als jene der ursprünglichen Wasserstoffatome.

Dieser «Massendefekt» wird nach Albert Einsteins berühmter Formel $E=mc^2$ in Energie verwandelt. Die Sonne verliert durch Kernfusionen jede Sekunde eine Masse von viereinhalb Millionen Tonnen, die als Energie abgestrahlt wird.

Die Kernfusion habe das Potential, den gesamten Energiebedarf der Menschheit für Jahrtausende zu decken. Wasserstoff wäre in genügenden Mengen vorhanden, und das Problem radioaktiver Abfälle wäre für Fusionsreaktoren geringer als für die heutigen Kernkraftwerke, die auf der Kernspaltung beruhen.

Im Gegensatz zur Kernspaltung sei die Kernfusion jedoch ungleich schwieriger herbeizuführen und zu kontrollieren. Leichte Atomkerne könnten nur unter extrem hohen Temperaturen von vielen Millio-

nen Grad überhaupt zur Fusion gebracht werden. In groß angelegten Fusionsexperimenten sei es zwar schon gelungen, solche Bedingungen kurzzeitig zu realisieren. Doch die dabei gewonnene Fusionsenergie wiege momentan noch nicht die Energie auf, die zum Heizen des Plasmas aufgewendet werden muß. Bis zum Bau eines kommerziellen Fusionskraftwerks, das kontinuierlich Strom ins Netz einspeist, werden nach allgemeiner Auffassung noch Jahrzehnte vergehen.

Während die Kernfusion in magnetisch eingeschlossenen Plasmen allein unter dem Gesichtspunkt der Energieerzeugung erforscht wird, so Hehlen weiter, werde die Laserfusion auch aus militärischen Gründen vorangetrieben. Im Jahr 1996 habe die UNO den Comprehensive Test Ban Treaty (CTBT) erlassen. Dieses internationale Vertragswerk, das bis heute von 160 Staaten unterzeichnet worden ist (aber wegen fehlender Ratifikationen bisher noch nicht in Kraft trat), verbiete weltweit alle nuklearen Explosionen. Der Atomteststopvertrag erschwere die Entwicklung neuer und die Instandhaltung bestehender Atomwaffen außerordentlich. Kritische physikalische Eigenschaften, die früher in Atombombentests direkt experimentell gemessen wurden, seien heute nur indirekt durch komplexe Computersimulationen und Laborexperimente zugänglich. Die Laserfusion habe daher stark an Bedeutung gewonnen. Denn im Kleinen ließen sich hier Prozesse untersuchen, die in ähnlicher Form bei einer thermonuklearen Explosion ablaufen.

Bei der Laserfusion werden hochenergetische, ultraviolette Laserpulse in einen kleinen Hohlraum gefeuert und erzeugen dort eine intensive Röntgenstrahlung, die von einer festen Brennstoffpille mit einem Durchmesser von wenigen Millimetern absorbiert wird,

beschreibt Hehlen. Die Oberfläche des kleinen Kügelchens erhitzte sich dabei so stark, daß sie nach außen geschleudert wird. Gemäß dem Aktions-Reaktions-Prinzip implodiere dadurch das Innere der Brennstoffpille. Diese Implosion müsse exakt sphärisch erfolgen, da die Pille sonst durch Asymmetrien zerrissen werde. Das soll durch eine raumfüllende Anordnung der 240 Laserstrahlen, eine hohe Homogenität der Röntgenstrahlung im Hohlraum und eine äußerst glatte Oberfläche der Pille erreicht werden.

Die Implosion komprimiere das Deuterium-Tritium-Gemisch im Inneren des Kügelchens auf eine riesige Dichte von über einem Kilogramm pro Kubikzentimeter und erzeuge Temperaturen von Dutzenden Millionen Grad. Bei

Elbmarsch-Leukämien

Zur Bestimmung von Uran und Transuranen in der Elbmarsch

**Offener Brief an Frau Professor Dr. Maria Betti, Head Analytical Chemistry Section, Institut für Transurane (ITU) Karlsruhe.
Von Reinhard Brandt, Sebastian Pflugbeil und Inge Schmitz-Feuerhake.**

Sehr geehrte Frau Betti,

wir beziehen uns auf das Gutachten Ihres Hauses vom 3. Juni d. J., das im Rahmen eines Ermittlungsverfahrens der Staatsanwaltschaft Lübeck in Auftrag gegeben wurde: „Analysis of soil samples for the Landeskriminalamt des Landes Schleswig-Holstein“. Es wurde von Ihnen und auch von Ihrem „Scientific Coordinator“ Herrn Professor M. Leroy, und dem Direktor des ITU, Herrn Dr. R. Schenkel, unterzeichnet.

Ihr Gutachten wurde vom schleswig-holsteinischen

diesen Bedingungen verschmolzen die Atomkerne des Deuterium-Tritium-Plasmas zu Helium und setzten dabei Neutronen und große Mengen an Energie frei.

Ähnliches geschehe in einem Atomsprenkopf, nur daß die Implosion hier auf anderem Weg herbeigeführt wird.

Mit den jüngsten Erfolgen der Laser-Prototypelinie ist laut Hehlen der Startschuß für die eigentlichen Bauarbeiten am Mégajoule-Laser gefallen. Nach der geplanten Fertigstellung im Jahr 2010 werde die militärische Forschung den Hauptanteil der Aktivitäten ausmachen. Die Anlage werde aber auch der zivilen Forschung zur Verfügung stehen und der Energieforschung sowie der Astrophysik neue Türen öffnen. ●

täten lagen immer unterhalb der Nachweisgrenze.

b) Die Anteile der Uran-Isotope entsprechen denen von Natururan.

c) In der einzigen von Ihnen aufgefundenen Mikrosphäre war keine Radioaktivität nachweisbar.

Zur Aussagefähigkeit der Gamma-Spektrometrie:

Sie haben einen wunderschönen Gamma-Messplatz zur Verfügung (HPGe coaxial detector mit allem erdenklichen Zubehör), der fast alle Hochschullehrer an den Universitäten vor Neid erblassen lassen könnte. Aber dann analysieren Sie alle Landeskriminalamts(LKA)-Proben auf ungewöhnliche Weise: Es ist üblich, erst von der Gesamtprobe ein Gammaspektrum zu bestimmen, danach nimmt man eine Teilmenge zur Alpha-Analyse. Indem Sie nur ca. 1/3 der 16 LKA-Proben mit Mengen von 9 bis 15 Gramm (g) für die Gamma-Analyse verwenden, verschenken Sie einen erheblichen Teil der Meßgenauigkeit. Warum? Ebenso ist unklar, warum für die Gesamt-($\alpha+\beta$) Eingangsmessungen (Annex V Ihres Berichtes) der 16 LKA-Proben jeweils 40 g zur Verfügung standen, also doch wesentlich mehr als für die γ -Messung an Ihrem hervorragenden Gammaspektrometer. Sodann bestimmen Sie wie alle Welt den Gehalt an Cäsium-137 über die 662 keV-Gamma-Linie der Tochter Barium-137(m). Warum bestimmen Sie dann den Uran-238 Gehalt direkt über die 110 keV-Linie von Uran-238 und erhalten lächerlich hohe Nachweisgrenzen von ca. 100.000 Becquerel pro Kilogramm? Wir können kaum glauben, dass Sie Ihren Studenten eine derartige Antwort abnehmen würden, denn es ist Stand der Technik, den Uran-238 Gehalt über die 1001 keV-Linie des Folgeproduktes Protactinium-234 nachzuweisen - analog zur Cäsium-137

Energieministerium zum Anlass genommen, jegliche Kontamination mit Kernbrennstoffen in der Umgebung der Geesthachter Nuklearanlagen erneut abzustreiten (Pressemitteilung vom 17.6.02).

Wir haben daher einige Fragen an Sie, um deren Beantwortung wir bitten. Wir beziehen uns dabei auch auf Ihre an Pflugbeil gerichtete e-mail vom 8.11.02.

In Ihrem Gutachten kommen Sie zu folgenden Ergebnissen:

a) Die Uran-238-, Uran-235- und Americium-241-Aktivi-