Fachgespräch des Bundesamtes für Strahlenschutz:
Brustkrebs-Früherkennung am 23.4.02 in Berlin

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Brustkrebsvorsorge und Früherkennung Ja, Reihenuntersuchung mit Mammografie Nein!

Die Pläne zur bundesweiten Reihenuntersuchung von Frauen mit Mammografie müssen aufgegeben werden, weil sie nach dem wissenschaftlichen Erkenntnisstand - im statistischen Mittel - keinen Erfolg versprechen. Die Mammografie ist zwar eine unverzichtbare Methode zur Erkennung von Brustkrebs, aber nur bei einem Verdacht, nicht als Reihenuntersuchung zur Früherkennung. Diese Erkenntnis muss spätestens aus der im letzten Jahr erschienenen Auswertung der Ergebnisse von internationalen Screening-programmen durch das dänische Cochrane-Zentrum gezogen werden. Danach ist für Frauen ab 50 Jahren durch diese Untersuchungen keine Erhöhung der Lebenserwartung erreicht worden. Auch eine Reduktion der Brustkrebs-sterblichkeit lässt sich nicht belegen.

Die Ergebnisse des Cochrane-Zentrums

Die international renommierte „Cochrane Collaboration“ untersucht und bewertet systematisch die Wirksamkeit medizinischer Maßnahmen. Die im Oktober 2001 erschienene Arbeit der dänischen Autoren Olsen und Gøtzsche wurde als sog. Cochrane-Review vorgelegt, d.h. sie erfolgte unter Aufsicht eines kompetenten wissenschaftlichen Beirates.

Die Autoren analysierten die bislang weltweit durchgeführten Screeningprogramme und machen geltend, dass

1) nur Programme mit einer nach dem Zufallsprinzip ausgewählten gleichaltrigen Kontrollgruppe auf seriöse Weise beurteilbar sind (randomisiert).

2) als Erfolgskriterium nicht allein die Brustkrebssterblichkeit betrachtet werden darf sondern auch die Gesamtsterblichkeit der gescreenten Frauen, um zu erkennen, ob tatsächlich insgesamt eine Verlängerung der Lebenserwartung erreicht worden ist. (Die Feststellung von Todesursachen in den beteiligten Frauengruppen, die vielfach durch außenstehende Ärzte erfolgt, kann bekanntermaßen Fehler enthalten. Hingegen ist die Gesamtsterblichkeit ein verlässliches Kriterium für den Erfolg einer Früherkennungsmaßnahme, weil die Feststellung des Todes nicht zweifelhaft sein kann.)

Aufgrund der ersten Bedingung waren sieben Screeningprogramme auswertbar, die Ergebnisse sind in Abb. 1 dargestellt. Die Jahreszahlen zeigen den Beginn der jeweiligen Programme, die Altersgruppen ab 39 Jahre bis 64 Jahre bei Eintritt in das Screening enthalten. Das Programm „Kanada b“ bezieht sich auf Frauen mit Eintrittsalter 50-59 Jahre.

Die Programme „Malmö“ und „Kanada“ werden von den Autoren als diejenigen mit der besten methodischen Qualität bezüglich der Vergleichbarkeit von Studien- und Kontrollgruppe angesehen.

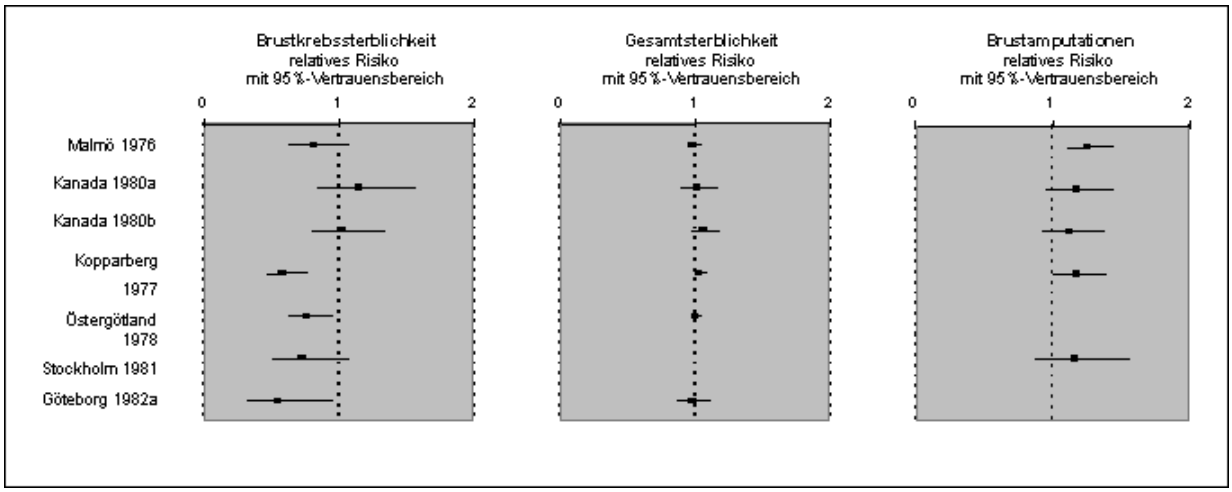

Abb. 1 Ergebnisse der Cochrane-Auswertung
Screening mit Mammografie im Vergleich mit Kollektiv ohne Screening
13 Jahre Untersuchungsdauer
Das relative Risiko gibt das Verhältnis der Sterblichkeit bzw. Amputationsrate in der gescreenten Gruppe zu der in der Kontrollgruppe an. Bei Werten des relativen Risikos kleiner als 1 ist die Mammografie vorteilhaft, bei Werten oberhalb von 1 nachteilig.

Insgesamt ergibt sich in der Gruppe der gescreenten Frauen keine Lebensverlängerung. Auch eine Senkung der Brustkrebssterblichkeit lässt sich anhand der Daten nicht belegen.

Die Cochrane-Forscher waren keineswegs die ersten, die zu einer negativen Beurteilung des Screenings gelangten. Überraschenderweise lieferten sie aber noch einen zweiten bedenklichen Befund: im Gegensatz zu der Erwartung, dass nach Mammografiescreening mehr brusterhaltend und schonend therapiert werden kann, stellte sich heraus, dass in den gescreenten Gruppen mehr Brustamputationen und radikalere Therapiemaßnahmen vorgenommen wurden als in den Kontrollgruppen (s. Abb. 1, letzte Spalte). **Damit hat sich ergeben, dass das Screening im Mittel mehr Schaden angerichtet hat als Nutzen.**

Das Erscheinen des Cochrane-Reviews hat z. Teil heftigen Protest hervorgerufen, selten wurde jedoch auf die Argumente wirklich eingegangen. So beharren z. B. schwedische Autoren auf dem Erfolg der schwedischen Screeningprogramme, den sie wiederum an der Senkung der Brustkrebssterblichkeit festmachen, finden dann aber ein relatives Risiko für die Gesamtsterblichkeit über die gesamten Untersuchungen von 0,98 (Vertrauensbereich 0,96-1,00), also auch hier keine signifikante Verlängerung der Lebenserwartung (Nystrom 2002).

Fallende Brustkrebssterblichkeit in Ländern mit und ohne Mammografiescreening

Die behaupteten Erfolge des Screenings werden gern damit begründet, dass sich in den entsprechenden Ländern seit einigen Jahren ein Abfall der Brustkrebssterblichkeit zeigt. In der Tat sinken in den meisten der westlichen europäischen Länder und in den USA, in denen Brustkrebs seit den 60er Jahren stark zugenommen hatte, ab etwa 1990 die Todesraten wieder ab, s. Abb. 2. Dieses Phänomen scheint jedoch unabhängig vom Erfassungsgrad durch Screening zu sein, denn es gibt z. B. keine flächendeckenden Programme in Großbritannien. Vieles spricht hingegen dafür, dass Erfolge in der Therapie, insbesondere durch die Anwendung von Tamoxifen, bemerkbar werden.

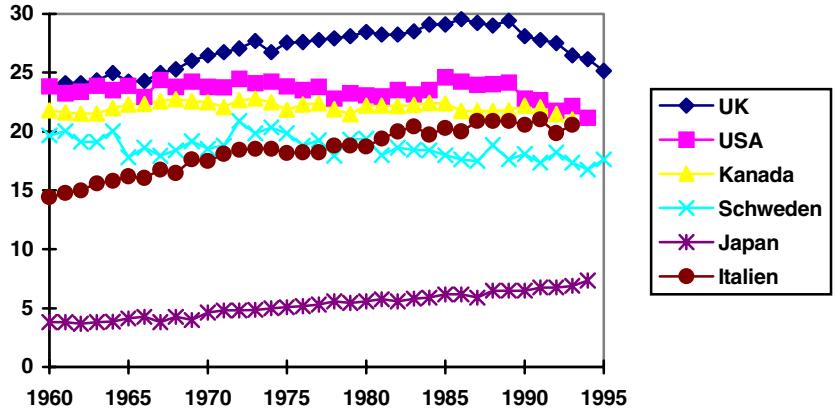

Abb. 2 Verlauf der Brustkrebssterblichkeit in verschiedenen Ländern in Todesfällen pro 100.000 Frauen (alterstandardisiert);aus Mettlin (1999)

Becker vom Deutschen Krebsforschungszentrum schreibt: „In Schweden setzte die Abnahme der Sterblichkeit vor dem Beginn des systematischen Screenings ein, in Großbritannien, den USA, Kanada und Finnland zeitgleich, so dass ein ursächlicher Zusammenhang ausgeschlossen ist“ (2001).

Auch in den alten und neuen Ländern der BRD zeichnet sich seit 1990 ein Rückgang der Brustkrebssterblichkeit ab, s. Abb. 3. Dieses auf die Wirkung des in Deutschland mannigfach ausgeübten „grauen“ Screenings zurückzuführen, erscheint ebenfalls nicht angebracht, da die Brustkrebssterblichkeit auch bei jüngeren Frauen, die nicht zum Mammografieren aufgefordert werden, zurückgeht (Becker 01).

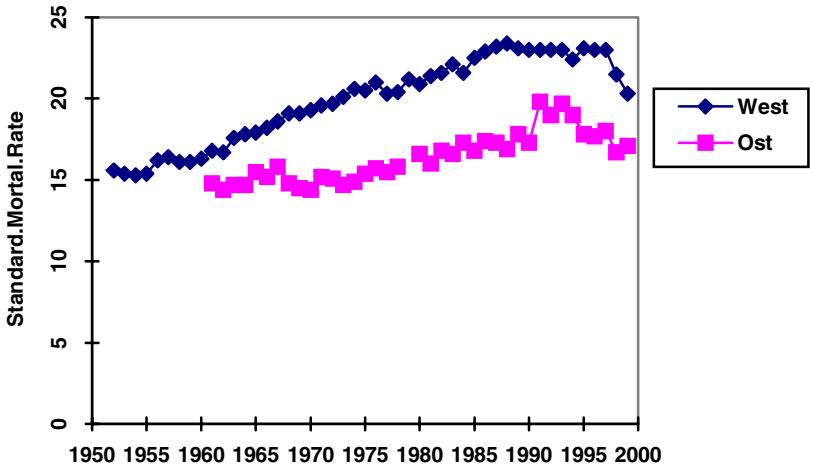

Abb. 3 Zeitliche Entwicklung der Brustkrebssterblichkeit in Deutschland (Becker 01) Alterstandardisierte Rate in Todesfällen pro 100.000 Frauen

Vernachlässigte Aspekte bei der Bewertung des Strahlenrisikos der Mammografie

Unsere Erklärung für die Misserfolge des Massenscreenings ist, dass dabei die Auslösung neuer Krebserkrankungen durch das häufige Röntgen eine Rolle spielt. Die Brustdrüse ist das strahlenempfindlichste Organ der Frau, noch empfindlicher als das Knochenmark, in dem Leukämie ausgelöst wird. Gerade bei der Brust ist ein Zusammenhang mit diagnostischen Röntgenstrahlen mehrfach nachgewiesen worden. Übliche Strahlenrisikoangaben beziehen sich u.a. auf große Kollektive von Tuberkulosepatientinnen, die wegen einer Therapie mit künstlichem Pneumothorax häufig durchleuchtet wurden und danach vermehrt Brustkrebs aufwiesen. In neueren Untersuchungen zeigte sich bei Frauen, die im Kindesalter wegen Skoliose am Oberkörper geröntgt worden waren eine Verdopplung der Brustkrebsrate (Hoffmann 1988). Nach vielfachem Oberkörperröntgen aus verschiedenen Gründen war die Brustkrebsinzidenz ebenfalls verdoppelt (Nienhaus 2002).

Die Mammografie ist auch bei bester Technik mit einer nicht unerheblichen Strahlenbelastung verbunden. Die Strahlendosis (als Energiedosis in mGy) ist etwa um den Faktor 6 höher als die Brustdosis bei einer Lungenaufnahme a.p. Wegen des sehr geringen Kontrastes des Brustgewebes wird eine viel niedrigere Generator-

spannung als üblich verwendet (25-35 kV). Dadurch haben die Röntgenstrahlen sehr niedrige Energien. Die Dosis ist physikalisch die absorbierte Strahlungsenergie pro Gewebemasse. Der Einfachheit halber wird angenommen, dass die Wirkungen aller Röntgen- und Gammastrahlen sich über diese Größe vergleichen lassen. Strahlenbiologisch ist aber schon lange klar, dass es darauf ankommt, wie sich die Energie innerhalb der Körperzellen verteilt und insbesondere die Erbsubstanz schädigt.

Die relative biologische Wirksamkeit (RBE) bei gleicher physikalischer Dosis ist daher von der Energie der Strahlung abhängig. Bei sehr niederenergetischem Röntgen wie bei der Mammografie ist sie deutlich höher als bei normaler Röntgenstrahlung. Experimente dazu wurden in neuerer Zeit von der Arbeitsgruppe Frankenberg durchgeführt (2002). Zellsysteme wurden bei verschiedenen Strahlungsenergien exponiert und die Transformationen zu Krebszellen beobachtet. Mammografiestrahlen erwiesen sich dabei 8 mal wirksamer als die Referenzstrahlung der Hiroshimabombe und 4 mal so wirksam wie normale Röntgenstrahlen.

Das Strahlenrisiko beim Mammografieren wird im allgemeinen für vernachlässigbar gehalten, weil es bei älteren Frauen abnimmt. Es steht jedoch in diesem Fall einer niedrigen Krebsaufdeckungsquote gegenüber. Hinzu kommt, dass viele ältere Frauen künstliche Hormone einnehmen, wodurch eine Verjüngung des Zellstoffwechsels und damit höhere Strahlenempfindlichkeit anzunehmen ist.

Wir haben eine Abschätzung der Strahlenfolgen für das Mammografiescreening vorgenommen, bei der wir ein Modell für die altersabhängige Strahlenempfindlichkeit für Brustkrebs verwenden, das das BEIR-Komitee (Biological Effects of Ionizing Radiation) der U.S. amerikanischen Akademie der Wissenschaften angegeben hat (1990).

Tabelle 1 enthält die Abschätzung, in der die neu erzeugten Karzinome mit dem erwarteten Nutzen eines Mammografiescreenings verglichen werden, der hier mit einer nach dem heutigen Erkenntnisstand sehr optimistischen Mortalitätssenkung von 20 % angesetzt wird. Dabei verwenden wir als Schadensmaß die gesamten Neuinduktionen (Inzidenz) und nicht nur die tödlich verlaufenden Fälle, weil die Neuinduktion von Krebs ein gravierendes Schadensereignis darstellt. Die Tabelle enthält außerdem neuere Angaben anderer Autoren.

Die in der Tabelle angenommene Mammografiedosis von 2 mGy pro Aufnahme gilt bei Durchsetzung von Qualitätsstandards als einhaltbar, wenngleich sie in der Vergangenheit nicht allgemein erreicht wurde. Als Wirksamkeitsfaktor gegenüber den vom BEIR-Komitee berücksichtigen Referenzstrahlen setzen wir nach Frankenberg und Mitarbeitern eine RBE=4 ein.

Tab.1 Nutzen-Risiko-Abschätzungen bezüglich der Strahlenfolgen für Mammografiescreening
2 Aufnahmen alle zwei Jahre ab Alter 50 J.
Mortalitätsreduzierung in % als angenommener Nutzen

Autor	angenom. Nutzen	Dosis pro Unters.	RBE	Screening bis Alter	Verhältnis neuinduziert/gerettet	
					Mortalität	Inzidenz
eigene Abschätzung	20 %	4 mGy	4	69		a) 18 : 100 b) 36 : 100
Jung 2002	20 %	4 mGy	2	60	4 : 100	
SSK*	10-30 %			69		3 : 100 - 8 : 100

*) Strahlenschutzkommission 2002 RBW = 1
a) ohne Berücksichtigung Östrogenersatztherapie
b) mit Berücksichtigung einer Östrogenersatztherapie

Es wird zusätzlich berücksichtigt (b), dass unter den Frauen ab 45 derzeit bei uns etwa jede zweite Östrogenpräparate einnimmt und dadurch das Strahlenrisiko erhöht ist. Über diesen Effekt liegen allerdings keine quantitativen Erkenntnisse vor. Um es abzuschätzen, gehen wir davon aus, dass eine künstliche Verjüngung für den Zellstoffwechsel eintritt. Nach dem BEIR-Report von 1990 ist die Strahlenempfind-

lichkeit für Brustkrebs (Mortalität) bei 45jährigen dreimal so hoch wie für 55jährige. Entsprechend haben wir in Tabelle 1 einen Faktor 3 verwendet.

Rechnerisch ergibt sich unter diesen Annahmen ein Vorteil durch das Screening. Der Anteil der neu erzeugten Karzinome ist allerdings erheblich. In der Zielgruppe ab Lebensalter 50 (ohne Östrogen) werden auf 100 früh erkannte Karzinome 18 neue induziert bzw. 3-8 nach den Angaben der Strahlenschutzkommission. Im Gegensatz zu den anderen Autoren halten wir daher diese Früherkennungsmethode für nicht vertretbar.

Eine Früherkennungsmethode, die man als Reihenuntersuchung einsetzen will, muss nebenwirkungsfrei sein oder zu mindestens so gut wie nebenwirkungsfrei. Denn es ist ethisch nicht vertretbar, bei Frauen, die ohne die Maßnahme gar keinen Brustkrebs bekommen würden, einen malignen Prozess zu induzieren, um bei anderen Frauen, die bereits erkrankt sind, (vielleicht) eine Lebensverlängerung zu erreichen. Zur Zeit kann ohnehin nicht von einer Lebensverlängerung ausgegangen werden.

Aus den Ergebnissen der Tabelle 1 wird auch klar, dass aufgrund der etwa 10-fach höheren Dosis in der vergangenen Epoche vor 1980 das Mammografieren sicherlich nennenswert zur Brustkrebserhöhung beigetragen hat, und die damaligen Screeningprogramme könnten langfristig mehr Krebstode erzeugt als verhindert haben. Für die Erfassung dieses Effektes sind die Beobachtungszeiten von 13 Jahren für die sieben im Cochrane-Review ausgewählten Screeningprogramme nicht ausreichend (Abb. 1).

Ein bislang überhaupt nicht beachteter Aspekt ist die besonders hohe Strahlenempfindlichkeit bei Frauen mit genetischer Disposition für Brustkrebs.

Strahlenvermeidung bei genetischer Disposition

Es ist davon auszugehen, dass 5-10 % der Frauen mit Brustkrebs durch Mutation der Gene BRCA 1 und BRCA 2 genetisch dafür prädisponiert sind. Frauen mit einer Häufung von Brustkrebserkrankungen in der Familie gelten daher als Risikogruppe und ihnen wird besonders zu Früherkennungsmaßnahmen geraten. Kiechle und Schmutzler empfehlen eine jährliche Mammografie ab dem 30. Lebensjahr (2001).

Im kanadischen nationalen Screeningprogramm sind in der mammografierten Gruppe (Eintrittsalter 40-49 J.) nicht weniger sondern mehr Brustkrebstodesfälle aufgetreten, und zwar von Anfang an in ganz systematischer Weise (Abb. 4). Ein normaler Strahleneffekt kann das nicht sein, weil im allgemeinen mehr als 10 Jahre vergehen, bis der durch Bestrahlung bedingte Krebs auftritt (Latenzzeit). Den Otter und Mitarbeiter (1993, 1996) halten dies für eine Strahlenfolge bei den Trägerinnen der mutierten Krebsgene, weil unter solchen Umständen eine sehr viel höhere Strahlenempfindlichkeit angenommen werden muss (Chakraborty 1995, Frankenberg 2001, Kuni 2001).

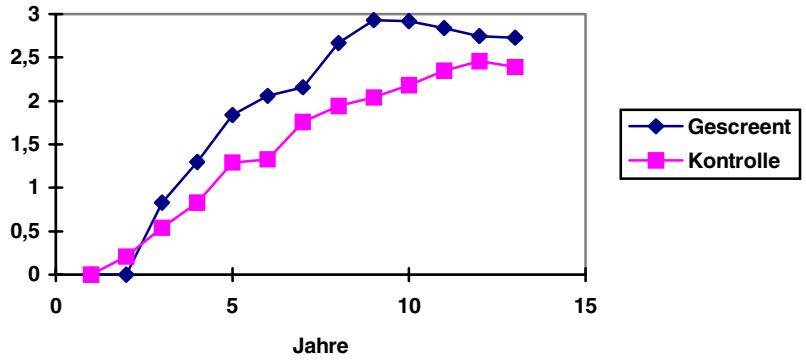

Abb. 4 Brustkrebstodesfälle im kanadischen Screeningprogramm, aus (Miller 1997) pro 100.000 Frauenjahre/mammografierte Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe (Altersgruppe 40-49 J.), Verlauf über 13 Untersuchungsjahre

Äußern wird sich der Effekt in einer bestrahlten Population durch das Auftreten einer besonders empfindlichen Untergruppe. Tatsächlich haben Land et al. (1993, 1995) eine solche Untergruppe in dem Hiroshima/Nagasaki-Kollektiv ausgemacht, bei der die Krebserkrankungen besonders früh nach Bestrahlung auftreten und dabei ein fünffach stärkerer Effekt pro Dosiseinheit als in dem Rest des Kollektivs beobachtet wird.

Aus den Angaben der genannten Autoren kann abgeleitet werden, dass Frauen mit einem mutierten Krebsgen so gut wie hundertprozentig ein Karzinom ausbilden, wenn sie an einem Mammografiescreening teilnehmen. Man kann einwenden, dass das nicht besonders schlimm ist, weil ihr Risiko sowieso sehr hoch liegt - etwa bei

75 % (Fentiman 2001). Jedoch hat die Bestrahlung zur Folge, dass der Tumor eben sehr viel früher auftritt als ohne zusätzliche Stimulierung, d.h. die genetisch prädisponierten Frauen erkranken dann im allgemeinen in einem jüngeren Alter, als es ohne Früherkennungsmaßnahme der Fall wäre. **Damit verbietet sich bei ihnen die Mammografie als Reihenuntersuchung!**

Empfehlungen der Gesellschaft für Strahlenschutz

Brustkrebs betrifft im Gegensatz zu anderen Krebserkrankungen besonders städtische, priviligierte und medizinisch gut versorgte Bevölkerungsschichten und ist in den USA und den hochentwickelten westlichen Industrienationen am häufigsten. In den ehemaligen Ostblockländern und den neuen Ländern der BRD liegt die Brustkrebssterblichkeit deutlich niedriger (vergl. Abb. 3). Die Unterschiede bei den europäisch stämmigen Frauen betragen bis zu einem Faktor 2. Er wird durch unterschiedlichen „Lifestyle“ erklärt, ohne dass die Wissenschaft dezidiert benennen kann, welche Faktoren genau den brustkrebsfördernden Einfluß haben.

Bei Vermeidung dieser Faktoren wäre der Effekt in jedem Fall größer als die erhoffte Senkung der Sterblichkeit durch Screening. Aufwand und Mühe sollten daher nicht in wenig erfolgversprechende Mammografieprogramme gesteckt werden sondern zum einen in **echte** Präventionsmaßnahmen. Zu denen gehört die weitgehende Vermeidung von Röntgenaufnahmen im Brustbereich besonders bei Mädchen und jungen Frauen und eine strenge Indikationsstellung für die Hormonersatztherapie in den Wechseljahren.

Auch ohne Röntgen stehen Früherkennungsmethoden zur Verfügung, die eingesetzt werden sollten. Im kanadischen Screeningprogramm wird nach dem Misserfolg mit Mammografien zur Früherkennung auf die professionell angeleitete Selbstuntersuchung gesetzt (Baines 2000). Geeignete bildgebende Verfahren liefern Ultraschall und Kernspintomografie.

Des weiteren sollte anstelle eines Mammografiescreening-Programms das Geld in den Aufbau von Brustzentren investiert werden. Dort könnte Frauen eine jährliche Tastuntersuchung mit Anleitung zur Selbstuntersuchung durch erfahrenes Personal in Anlehnung an das kanadische Konzept angeboten werden. Im Falle eines auffälligen Tastbefundes sollte die ganze Palette moderner Diagnostik auf höchstem

Qualitätsniveau zur Verfügung stehen und es kann die im Einzelfall beste diagnostische Methode ausgewählt werden. Frauen mit einer familiären Disposition könnten diese Zentren schon ab einem Alter von 20 oder 25 Jahren aufsuchen und erhalten das Angebot, sich dort regelmäßig zum Beispiel 2-4 mal pro Jahr untersuchen zu lassen.

Wenn man unbedingt auf dem systematischen Mammografiescreening bestehen will, dann müssen wenigstens Frauen mit familiärer Disposition per vorgeschaltetem Fragebogen identifiziert werden, damit bei ihnen andere Früherkennungsmethoden als die Mammografie eingesetzt werden.

Dr. med. Helga Dieckmann MPH, Lüneburg, und
Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, Bremen, 21.4.02

Lesen Sie auch die Broschüre der Gesellschaft für Strahlenschutz:

Brustkrebsfrüherkennung Ja, Reihenuntersuchung mit Mammographie Nein! -
Abschied vom Wunschdenken, Nachdenken über neue Strategien
Bericht des Otto Hug Strahleninstituts Nr. 23, 40 S., Euro 5,-
c/o Thomas Dersee, Rauxeler Weg 6, 13507 Berlin oder unter
http://www.strahlentelex.de/Buecher.htm, oder auch
Geschäftsstelle der Gesellschaft für Strahlenschutz,
I Schmitz-Feuerhake, Parkallee 87, 28209 Bremen, Tel./Fax 0421 3468285
mailto:ingesf@uni-bremen.de
Download: http://www.gfstrahlenschutz.de/docs/index.html#mamscr

Literaturverzeichnis

Baines, C.J.: Efficacy of and opinions about breast self-examination. In Singletary, S.E., Robb, G.L. (Eds.), Advanced Therapy of Breast Disease. B.C. Decker Inc. 2000, S. 9-14

Becker, N.: Entwicklung der Inzidenz und Mortalität an Brustkrebs. Radiologe 41 (2001) 337-343

BEIR: Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations, Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiat., Nat. Academy Press, Washington D.C. 1990

Chakraborty, R., Sankaranarayanan, K.: Cancer predisposition, radiosensitivity and the risk of radiation-induced cancers II. Radiat. Res. 143 (1995) 293-301

Fentiman, I.S.: Fixed and modifiable risk factors for breast cancer. Int. J. Clin. Pract. 55 (2001) 527-530

Frankenberg, D., Frankenberg-Schwager, M.: Risiken der Mammographie - Physikalische und genetische Aspekte. In Köhnlein, W., Nussbaum, R.H.: Die Wirkung niedriger Strahlendosen. Int. Kongreß in Münster, 29.-31.3.98, Ges. f. Strahlenschutz Berlin, Bremen 2001, S. 338-344

Frankenberg, D., Kelnhofer, K., Bär, K., Frankenberg-Schwager, M.: Enhanced neoplastic transformation by mammography X rays relative to 200 kVp X rays: indication for a strong dependence on photon energy of the RBE(M) for various end points. Radiation Research 157 (2002) 99-105

Hoffman, D.A., Lonstein, J.E., Morin, M.M., Visscher, W., Harris III, B.S.H., Boice Jr., J.D.: Breast cancer in women with scoliosis exposed to multiple diagnostic X rays. J. Natl. Cancer Inst. 81 (1989) 1307-1312

Jung, H.: Abschätzung von Nutzen und Risiko eines Mammographiescreenings unter ausschließlichem Bezug auf das Strahlenrisiko. Radiologe 41 (2001) 385-395

Kiechle, M., Schmutzler, R.: Präventive Strategien bei familiärer Brustkrebsprädisposition. Radiologe 41 (2001) 366-370

Kuni, H.: Strahleninduziertes Mammakarzinom: Einfluss von Alter bei Exposition, Latenzzeit, erreichtem Lebensalter und genetischer Prädisposition. In Köhnlein, W., Nussbaum, R.H.: Die Wirkung niedriger Strahlendosen. Int. Kongreß in Münster, 29.-31.3.98, Ges. f. Strahlenschutz Berlin, Bremen 2001, S. 262-271

Land, C.E., Tokunaga, M., Tokuoka, S., Nakamura, N.: Early-onset breast cancer in A-bomb survivors. Lancet 342 (1993) July 224, 237

Land, C.E.: Studies of cancer and radiation dose among atomic bomb survivors. JAMA 274 (1995) 402-407

Mettlin, C.: Global breast cancer mortality statistics. CA-A Cancer J. for Clinicians 49 (1999) 138-144

Miller, A.B., To, T., Baines, C.J., Wall, C.: The Canadian Breast Screening Study: Update on breast cancer mortality. J. Natl. Cancer Inst. Monographs 22 (1997) 37-41

Nienhaus, A., Hensel, N., Roscher, G., Hubracht, M., Kaufmann, M., Solbach, C., Krohn, M., Elsner, G.: Hormonelle, medizinische und lebensstilbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. Geburtshilfe und Frauenheilkunde 62 (2002) 242-249

Nystrom, L., Andersson, I., Bjurstam, N., Frisell, J., Nordenskjold, B., Rutquist, L.E.: Long-term effects of mammography screening: updated overview of the Swedish randomised trials. Lancet 2002 Mar 16; 359(9310):904-5

Olsen, O., Gøtzsche, P.C.: Screening for breast cancer with mammography (Cochrane Review). In: The Cochrane Library, Issue 4. Oxford: Update Software, 2001

Olsen, O., Gøtzsche, P.C.: Cochrane review on screening for breast cancer with mammography. Lancet 358 (2001) 1340-1342

Den Otter, W., Merchant, T.E., Beijering, D., Koten, J.W.: Exclusion from mammographic screening of women genetically predisposed to breast cancer will probably eliminate mammographically induced breast cancer. Anticancer Res. 13 (1993) 1113-1115

Den Otter, W., Merchant, T.E., Beijering, D., Koten, J.W.: Breast cancer induction due to mammographic screening in hereditarily affected women. Anticancer Res. 16 (1996) 3173-3176

Strahlenschutzkommission, Mammographie-Screening in Deutschland: Bewertung des Strahlenrisikos. Stellungnahme 2002