

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

**Brustkrebsfrüherkennung Ja,
Reihenuntersuchung mit Mammographie Nein!**

Abschied vom Wunschdenken, Nachdenken über neue Strategien

Berichte des Otto Hug Strahleninstituts Bericht Nr. 23, Dezember 2001

Vorwort

Die Mammographie ist ein wichtiges diagnostisches Verfahren zur Erkennung von Brustkrebs. Vielen Wohlmeinenden aus Medizin, Gesundheitspolitik und Krankenkassen, die etwas gegen das Brustkrebsproblem unternehmen wollen, fällt es jedoch schwer zu akzeptieren, dass die Reihenuntersuchung mit Mammographie nach aller Erfahrung weder eine Senkung der Brustkrebssterblichkeit noch der Gesamtsterblichkeit zur Folge hat.

Das erste Screeningprogramm wurde 1963 begonnen. Seitdem füllt das Thema zehntausende Seiten der wissenschaftlichen Literatur. Dies ist der Versuch, den derzeitigen Erkenntnisstand darzustellen und Alternativvorschläge zu machen. Es ist Zeit, sich von Wunschvorstellungen zu befreien und neue Strategien zur Bekämpfung des Brustkrebses auszuarbeiten.

Thomas Dersee, Helga Dieckmann,
Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni, Ed-
mund Lengfelder, Sebastian Pflugbeil,
Inge Schmitz-Feuerhake

Inhalt	Seite
Zusammenfassung	5
Einleitung	7
Das Brustkrebsproblem	8
Misserfolge bisheriger Programme	9
A Das kanadische Nationalprogramm	9
B Kritik aus Schweden	9
C Der Cochrane-Review vom Oktober 2001	10
Falsch-negative und falsch-positive Befunde	14
Brustkrebsursachen	14
Die Unterschätzung des Strahlenrisikos	17
Strahlenvermeidung bei genetischer Disposition	21
Kosten des Mammographiescreenings	23
Das kanadische Konzept: angeleitete Selbstuntersuchung	24
Echte Vorsorge und Früherkennung	25
A Einschränkung des Oberkörperröntgens	25
B Forschung zur Östrogensersatztherapie	27
Empfehlungen der Gesellschaft für Strahlenschutz	27
Referenzen	30
Anhang: Tabelle über Brustdosen bei Röntgenuntersuchungen	35
Autorinnen und Autoren	36
Gesellschaft für Strahlenschutz (GSS) e.V.	38
Veröffentlichungen	39

Zusammenfassung

Die Auffassung, dass durch Mammographie-Reihenuntersuchungen (Screening) die Sterblichkeit an Brustkrebs und damit die allgemeine Sterblichkeit von Frauen in nennenswerter Weise gesenkt werden kann, hält einer wissenschaftlichen Überprüfung nicht stand. Dies ist das Ergebnis der von Olsen und Gøtzsche im Oktober 2001 publizierten Untersuchung des renommierten Nordischen Cochrane-Centers in Kopenhagen, das die seit 1963 in verschiedenen Ländern durchgeführten Screeningprogramme bewertet.

Die Screeningprogramme werden von Olsen und Gøtzsche unter qualitativen Gesichtspunkten gewichtet: Eine wesentliche Stütze ihres Ergebnisses bildet das seit 1980 laufende nationale Screening in Kanada, in dem die Untersucher und Untersucherinnen selbstkritisch zu einer ablehnenden Haltung kommen: In der Gruppe der 40-49jährigen bei Eintritt in das Programm stellten sie sogar mehr Todesfälle in der gescreenten Gruppe fest als in der Kontrollgruppe. In der Gruppe der 50-59jährigen bei Eintritt wurden zum Vergleich Frauen herangezogen, die eine Unterweisung in der Selbstuntersuchung erhielten aber keine Mammographie. Das Ergebnis für diese Altersklasse war, dass im statistischen Mittel beim Vergleich mit der Abtastgruppe ebenfalls keine Senkung der Sterblichkeit durch Mammographie zu verzeichnen ist.

Das kanadische Untersuchungsteam empfiehlt seitdem mit großem Nach-

druck den Verzicht auf das Mammographiescreening und stattdessen die gezielte Früherkennung durch Selbstuntersuchung nach professioneller Anleitung. Den Nutzen regelmäßiger Selbstuntersuchungen haben sie selbst und andere Untersucher überprüft und bestätigt.

Als weiterer Vorteil des Mammographiescreenings gilt die Erreichung eines höheren Anteils brusterhaltender Therapien. Hier kamen Olsen und Gøtzsche zu dem überraschenden Ergebnis, dass dieses Ziel in den Mammographiegruppen ebenfalls nicht erreicht wurde. Im Gegenteil ergab sich, dass in den gescreenten Gruppen mehr Brustamputationen und radikalere Therapien durchgeführt wurden als in den Kontrollgruppen.

Eine Erklärung für diese negativen Resultate liefern die Autoren nicht. Wenn Mammographie nachweislich eine effiziente diagnostische Methode zur Erkennung von Brustkrebs ist, dann muß es Gründe für die fehlende Wirksamkeit des Screenings im Hinblick auf die Sterblichkeit geben. Die plausible Erklärung liegt darin, dass durch die Reihenuntersuchung selbst Schäden gesetzt werden. Röntgenstrahlen erzeugen nachweislich Brustkrebs und ihre Wirkung wurde in der Vergangenheit zweifellos unterschätzt.

Ein bislang unbeachteter Aspekt bei der Propagierung des Screenings ist die sehr hohe Strahlenempfindlichkeit genetisch prädisponierter Frauen (5-10 Prozent der weiblichen Bevölkerung), auf die in Deutschland Frankenberg und Mitarbeiter, Universität Göttingen,

hinweisen. **Frauen mit familiärer Disposition dürfen nicht mehrfach im Rahmen eines Screenings geröntgt werden. Auch wegen dieser empfindlichen Untergruppe in der Bevölkerung verbietet sich Mammographie als Reihenuntersuchung!**

Der Hoffnung, durch verbesserte Qualitätsanforderungen bei der Mammographie - und damit erhöhter Treffsicherheit der Diagnose - bei gleichzeitiger Dosisminderung den Nutzen des Screenings in Zukunft zu verbessern, ist neben den hohen Kosten auch das erhebliche Präventionspotential gegenüberzustellen, das sich in den enormen Unterschieden der Brustkrebssterblichkeit weltweit und auch innerhalb der nationalen Gesellschaften ausdrückt. Diese werden auf unterschiedliche Lebensweisen (lifestyle) zurückgeführt und sind größer als der auch von Optimisten für erreichbar gehaltene Nutzen des Mammographiescreenings.

Echte Vorsorgemaßnahmen beim Brustkrebs, die einen großen Effekt erwarten lassen, sind die Vermeidung von Strahlenbelastungen besonders in jüngerem Alter und die Einschränkung von Östrogensersatztherapien. Maßnahmen zur Früherkennung sind außer durch die angeleitete Selbstuntersuchung durch Ultraschalluntersuchungen und Kernspintomographie gegeben.

Einleitung

In Deutschland wurden im Jahr 2001 zwei Pilotprojekte zur Bekämpfung der Brustkrebssterblichkeit begonnen. Dabei sollen Reihenuntersuchungen (Screening) mit regelmäßigem Röntgen der Brust (Mammographie) bei möglichst allen Frauen ab einem Alter von 50 Jahren vorgenommen werden, und zwar in Bremen und in Wiesbaden.

Im Juni 2001 haben die Fraktionen der SPD und von Bündnis 90/Die Grünen einen Antrag im Bundestag eingebracht, um ein flächendeckendes Mammographiescreening in Deutschland einzuführen. Man verspricht sich eine Senkung der Sterblichkeit an Brustkrebs von 20 bis 30 Prozent, wenn ein solches Programm mit Qualitätskriterien nach Europäischen Leitlinien durchgeführt wird.

Natürlich ist der Grundgedanke außerordentlich einleuchtend: Man will mit der Mammographie Frühstadien des Krebses entdecken, so dass durch rechtzeitige Therapie die Metastasierung verhindert wird. Derzeit gelten 70 Prozent der auftretenden Brustkrebserkrankungen als erfolgreich behandelbar, es geht also vor allem um die restlichen 30 Prozent, die tödlich verlaufen. Ein weiteres wichtiges Ziel der Früherkennung ist die schonende Behandlung der Brust.

Der mögliche Erfolg eines solchen Screenings wird aber von etlichen Wissenschaftlern bestritten. Und das ist der Fall - obwohl es oder eben weil es derartige Programme in anderen Ländern schon seit Jahrzehnten gibt. Diese Pro-

gramme ergeben nach aktueller Analyse des Nordischen Cochrane-Zentrums in Kopenhagen keine lebensverlängernde Wirkung durch das Screening.

Ein besonderes Anliegen der Gesellschaft für Strahlenschutz war stets die Aufklärung über vernachlässigte Aspekte der Strahlenwirkung durch häufiges Röntgen. Daher werden solche Programme abgelehnt, aber vor allem wird auch das "graue" Screening abgelehnt - wie es in der Debatte des Bundestags genannt worden ist - also das unsystematische, ohne besonderen Verdacht durch die Haus- und Frauenärzte angeordnete Mammographieren der Patientinnen.

Das Brustkrebsproblem

Die Sterblichkeit an Brustkrebs ist seit den 50er Jahren in den alten Ländern der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 1988 um etwa 50 Prozent angestiegen (Abb.1). Ab dann gab es ein gleichbleibendes Niveau und ab 1996 einen Rückgang, der auf verbesserte Therapieerfolge zurückgeführt wird. In der ehemaligen DDR liegt die Brustkrebsmortalität generell um etwa 20 Prozent niedriger. Der Verlauf in Abb.1 ist altersstandardisiert aufgetragen, das heißt der Anstieg ist nicht etwa auf die

angestiegene Lebenserwartung der Bevölkerung zurückzuführen.

Nach den Daten des deutschen Krebsatlas für das Jahr 1995 erkrankt jede 9. Frau in Deutschland an Brustkrebs und jeder 25. Sterbefall einer Frau ist auf Brustkrebs zurückzuführen (Becker 1998). Damit ist Brustkrebs bei uns zur häufigsten Krebstodesart bei Frauen geworden. In anderen westeuropäischen Ländern und den USA trifft das ebenfalls zu, während in den ehemaligen Ostblockländern und in der Dritten Welt deutlich weniger Brustkrebs vorkommt.

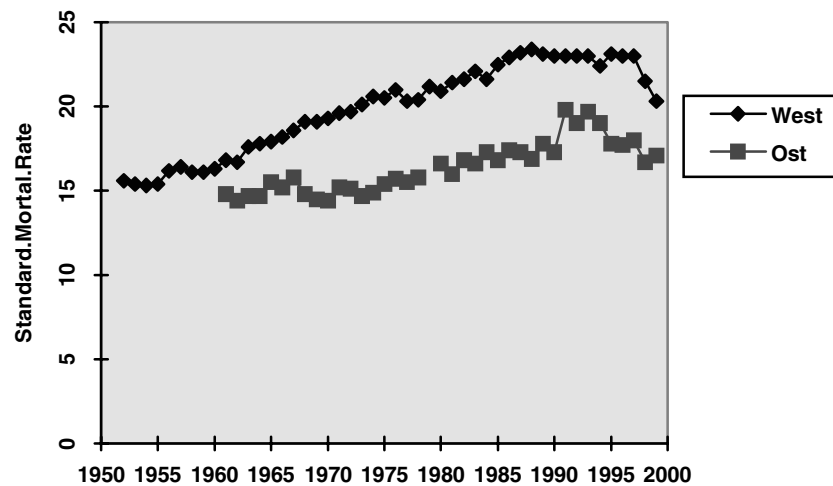


Abbildung 1 Zeitliche Entwicklung der Brustkrebssterblichkeit in Deutschland nach Becker (2001)
Altersstandardisierte Rate in Todesfällen pro 100.000 Frauen

Misserfolge bisheriger Programme

Die USA, Schweden und England waren die ersten Länder, die flächendeckendes Mammographiescreening in bestimmten Regionen eingeführt haben. In den 70er Jahren gab es große Debatten darüber, ab welchem Lebensalter man beginnen sollte, ab 30, 35 oder 40 Jahren. Es stellte sich sehr bald heraus, dass der Aufwand im Vergleich zum Nutzen bei jungen Frauen zu groß war, so dass Ende der 80er Jahre nur noch Reihenuntersuchungen ab 40 empfohlen wurden. 1997 kam es auf einem internationalen Treffen in den USA zu heftigen Auseinandersetzungen (Taubes 1997) und einer bis heute anhaltend unversöhnlich geführten Pro- und Kontra-Debatte.

A Das kanadische Nationalprogramm

Ausgangspunkt war das kanadische nationale Screeningprogramm, welches von der Universität Toronto 1980 begonnen wurde. Es ist bis heute das Programm mit der größten Erfassung von Vergleichsgruppen. Dort waren in der Altersgruppe 40-49 Jahre bei Eintritt in das Programm mehr Todesfälle an Brustkrebs in der gescreenten Gruppe aufgetreten als in dem Vergleichskollektiv (Miller 1997). Andere Programme bestätigten, dass die erwartete Senkung der Sterblichkeit nicht eingetreten und bei wohlwollender Auslegung allenfalls eine Erfolgsquote von

15 Prozent anzunehmen war. Die Konferenz endete in der Empfehlung, das Screening erst bei älteren Frauen - nämlich ab 50 Jahren - durchzuführen. Das ist auch das Konzept, das zur Zeit bei uns verfolgt wird.

Die Ergebnisse des kanadischen Programms rechtfertigen aber auch dieses nicht (Miller 2000). Das Besondere in diesem Programm ist, dass man zum Vergleich eine Gruppe von Frauen herangezogen hat, die ebenfalls an den Früherkennungsmaßnahmen teilnahm, - aber ohne Mammographie. Sowohl die mammographierte als auch die Vergleichsgruppe erhielten eine Anweisung zur Selbstuntersuchung durch ausgebildete Fachkräfte und wurden aufgefordert, die Brüste regelmäßig abzutasten und visuell in bezug auf Asymmetrien zu inspizieren.

Für die Altersklasse der mit 50 Jahren in das Programm aufgenommenen Frauen war ebenfalls keine Senkung der Sterblichkeit durch Mammographie zu verzeichnen beim Vergleich mit der Abtastgruppe. Daraufhin empfahlen die Ausführenden des Programms den Verzicht auf Mammographiereihenuntersuchungen zugunsten einer professionell angeleiteten Selbstuntersuchung. Das eingesparte Geld sollte für effektivere Maßnahmen der Brustkrebsvorsorge verwendet werden.

B Kritik aus Schweden

Im folgenden traten weitere Kritiker auf den Plan, die die Erfolge des Mammographiescreenings bestritten.

1999 veröffentlichten die schwedischen Mediziner Sjönell und Ståhle von der Gesundheitsbehörde in Stockholm einen Artikel mit dem Titel: "Keine Senkung der Brustkrebssterblichkeit durch Mammographiescreening". Sie hatten schwedische Maßnahmen von 1987 bis 1996 bewertet, an denen 600.000 Frauen im Alter von 50 bis 69 Jahren mit einer Beteiligungsrate von 70 Prozent teilgenommen hatten. Dennoch war keine Sterblichkeitssenkung festzustellen. Die Vertreter des Screenings bemängelten hieran im wesentlichen, dass die Autoren ihre Erkenntnisse nur in einer schwedischen und nicht in einer internationalen Zeitschrift publiziert hatten.

C Der Cochrane-Review vom Oktober 2001

Im Januar 2000 veröffentlichten Gøtzsche und Olsen vom Nordischen Cochrane-Zentrum in Kopenhagen in der medizinischen Fachzeitschrift *The Lancet* einen Review-Artikel, in dem sie nach qualitätsgewichteter Auswertung der weltweiten Anstrengungen zu dem Schluss kamen, dass Mammographiereihenuntersuchungen zur Brustkrebsfrüherkennung nicht vertretbar sind. Sie fanden anhand der Untersuchungsergebnisse keinen seriösen Beleg für eine Sterblichkeitssenkung durch solche Programme.

Diese Beurteilung löste in der Fachwelt einen Sturm der Entrüstung aus. Man hob vor allem darauf ab, dass es sich um eine Außenseitermeinung der bei-

den Forscher handele und nicht um ein Projekt ihres Instituts. Das Nordische Cochrane-Zentrum in Kopenhagen war 1993 gegründet zur Erfolgskontrolle medizinischer Maßnahmen in Form von Reviews oder Metaanalysen. Wegen seiner Struktur und Art der Finanzierung gilt das Zentrum als unabhängig von Standes- und Industrieinteressen und wegen der Qualität seiner Publikationen als weltweit renommiert.

Im Oktober 2001 wurde ein Cochrane-Review zum Thema veröffentlicht sowie ein Bericht darüber in *The Lancet*. Autoren sind wiederum Ole Olsen, Seniorwissenschaftler und stellvertretender Direktor, und Peter C. Gøtzsche, Direktor des Instituts. Die Schlussfolgerungen sind die gleichen wie schon in der vorangehenden Arbeit.

Überraschenderweise zeigte sich jedoch noch ein zweites negatives Ergebnis. Im Gegensatz zu der zunächst naheliegenden Erwartung, dass die Früherkennung verstärkt zu einer brusterhaltenden Therapie führt, fanden Olsen und Gøtzsche, dass in den gescreenten Gruppen mehr Brustamputationen und radikalere Therapien vorkamen als in den Kontrollkollektiven.

Die Autoren beschäftigten sich mit 7 Screeningprogrammen in verschiedenen Ländern, die insgesamt etwa eine halbe Million Frauen umfassen. Es wurden diejenigen Studien ausgewählt, die eine Kontrollgruppe zur gescreenten Gruppe enthalten. Nur damit lassen sich verlässliche Aussagen machen. Anhand definierter Kriterien wurde die Aussagefähigkeit der Studien geprüft.

Die Kriterien betrafen den Auswahlprozess für Studien- und Kontrollgruppen nach dem Zufallsprinzip, deren grundsätzliche Vergleichbarkeit, den Ausschluss von Teilnehmerinnen nach der Vorauswahl und die Übereinstimmung der Fallzahlen in den Gruppen. Anhand der Kriterien wurden die Studien in 4 Gruppen geteilt:

1. Hohe Qualität: alle Kriterien erfüllt. Dieser Gruppe wurde keine Studie zugewiesen.
2. Befriedigende Qualität: nur geringe Regelverstöße, vermutlich keine nennenswerten oder aber korrigierbare Einschränkungen in der Vergleichbarkeit. In diese Gruppe kamen die Studien Malmö 1976, Kanada 1980a (Eintrittsalter 40-49 Jahre) und Kanada 1980b (Eintrittsalter 50-59 Jahre). Die Jahreszahlen geben den Beginn der Studien an, die Untersuchungsdauer betrug 13 Jahre.
3. Mindere Qualität: schwere Regelverletzungen, vermutlich gravierende und nicht korrigierbare Beschränkungen bei der Vergleichbarkeit. Dieser Gruppe wurden die drei weiteren schwedischen Programme zugeordnet, Göteborg, Stockholm und Zwei-Bezirks-Studie (Kopparberg und Östergötland).
4. Mangelhafte Qualität: schwere Regelverletzungen, dokumentierte gravierende und nicht mit den zur Verfügung stehenden Daten korrigierbare Beschränkungen in der Vergleichbarkeit. Dieser Gruppe wurden die Programme New York und Edinburgh zugeordnet.

Als Ergebnisse wurden folgende Parameter abgefragt: allgemeine Sterblichkeit, Brustkrebssterblichkeit, Krebssterblichkeit, Einsatz operativer Maßnahmen, Einsatz begleitender Therapien, falsch-positive Befunde.

Die Resultate der auswertbaren Studien für die Brustkrebs- und die Gesamtsterblichkeit sind in Tabelle 1 zusammengefaßt sowie in Abbildung 2 dargestellt.

Das Hauptergebnis beschreiben die Autoren wie folgt: die beiden besten Programme ergaben kombiniert als Verhältnis zwischen gescreenter Gruppe und Kontrollkollektiv für die Sterblichkeit in bezug auf alle Todesursachen ein relatives Risiko $RR = 1,00$ (95 % Vertrauensbereich 0,96-1,05). Dies bedeutet, dass die Todesrate in der gescreenten Gruppe genau so groß ist wie die in der Kontrollgruppe.

Die Todesursache Brustkrebs sei eine unzuverlässige Diagnose. Dies resultiere unter anderem aus Fehldiagnosen bei der Todesursachenbestimmung. (Es ist allgemein bekannt, dass bei fehlender Autopsie die angegebene Todesursache in einem hohen Prozentsatz falsch ist.) Wenn der Arzt weiß, dass die verstorbene Frau am Mammographiescreeningprogramm teilgenommen hat (Diagnose der Todesursache nicht blind), ist zusätzlich von einer Verzerrung der Todesursachen auszugehen.

Im Gegensatz hierzu ist die Gesamtsterblichkeit ein extrem valides und verzerrungsfreies Kriterium, weil die Feststellung des Todes nicht zweifelhaft sein kann. Daher ist die Gesamtsterblichkeit als Erfolgskriterium

von Mammographieprogrammen deutlich aussagekräftiger als die Brustkrebssterblichkeit.

Die besten Studien konnten keinen signifikanten Rückgang der Brustkrebssterblichkeit nachweisen. Das relative Risiko RR betrug 0,97 (95 % Vertrauensbereich 0,82-1,14). Dieses Ergebnis ist nicht signifikant, weil der Vertrauensbereich die 1 einschließt. Die Anzahl der Brustamputationen und Tumoroperationen sowie die Anzahl der Frauen, die mit Strahlen behandelt worden waren, war in den gescreenten Kollektiven signifikant höher.

Die Autoren ziehen folgende Schlüsse:

“Die Auswertung der bis heute vorliegenden belastbaren Untersuchungsergebnisse zeigt keinen Überlebensgewinn durch die Reihenuntersuchung mit Mammographie (und bezüglich der Brustkrebssterblichkeit ist das Ergebnis inkonsistent). Hingegen ergab sich, dass das Mammographiescreening zu erhöhter Anwendung aggressiver Behandlungsmethoden führt. Frauen, Ärzte und Gesundheitspolitiker sollten sich diese Ergebnisse sorgfältig ansehen, bevor sie entscheiden, ob sie Screeningprogramme einleiten oder unterstützen wollen.”

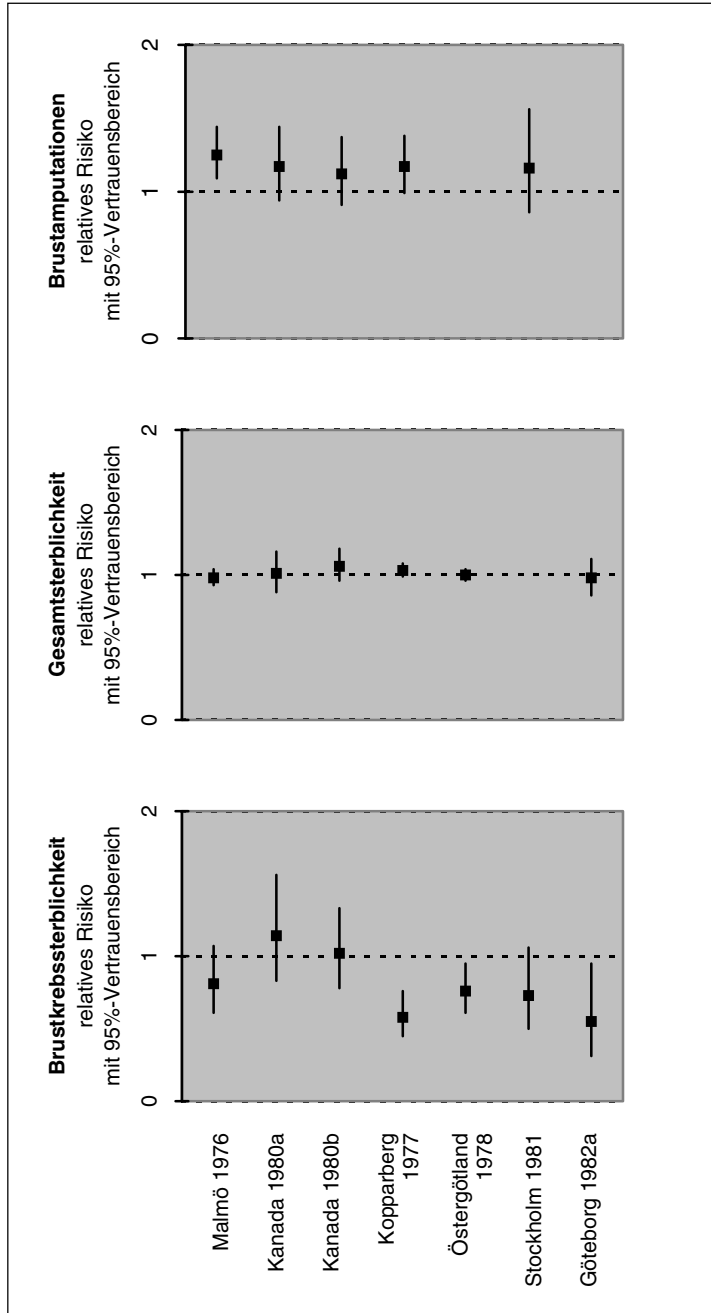
Tabelle 1

Ergebnisse der Cochrane-Auswertung:

Screening mit Mammographie im Vergleich mit Kollektiv ohne Screening

13 Jahre Untersuchungsdauer, n Anzahl Todesfälle, N Anzahl Frauen im Kollektiv
relatives Risiko RR Verhältnis Todesfälle gescreent/Todesfälle Kontrollgruppe

Studie	Eintrittsalter	Gescreente Gruppe n/N	Kontrolle n/N	RR	95% Vertrauensbereich
Brustkrebssterblichkeit					
Malmö 1976	45-49 J.	87/20.695	108/20.783	0,81	0,61-1,07
Kanada 1980a	40-49 J.	82/25.214	72/25.216	1,14	0,83-1,56
Kanada 1980b	50-59 J.	197/19.711	105/19.694	1,02	0,78-1,33
Kopparberg 1977	≥40 J.	126/38.589	104/18.582	0,58	0,45-0,76
Östergötland 1978	≥40 J.	135/38.491	173/37.403	0,76	0,61-0,95
Stockholm 1981	40-64 J.	66/40.318	45/19.943	0,73	0,50-1,06
Göteborg 1982a	39-49 J.	18/11.724	40/14.217	0,55	0,31-0,95
Gesamtsterblichkeit					
Malmö 1976	45-49 J.	2.537/21.089	2.593/21.195	0,98	0,93-1,04
Kanada 1980a	40-49 J.	418/25.214	414/25.216	1,01	0,88-1,16
Kanada 1980b	50-59 J.	734/19.711	690/19.694	1,06	0,96-1,18
Kopparberg 1977	≥40 J.	6.034/38.568	2.796/18.479	1,03	0,99-1,08
Östergötland 1978	≥40 J.	4.829/38.942	4.686/37.675	1,00	0,96-1,04
Göteborg 1982a	39-49 J.	409/11.724	506/14.217	0,98	0,86-1,11



13 Jahre Untersuchungsdauer

Ergebnis links von der gestrichelten Linie: Screening vorteilhaft
 Ergebnis rechts von der gestrichelten Linie: Screening nachteilig

Falsch-negative und falsch-positive Befunde

Zu den schon früh diskutierten relevanten Nachteilen des Mammographie-screensings gehört, dass falsche Befunde erhoben werden (Wright 1995). Bei falsch-positiven Befunden werden Frauen einem operativen Eingriff unterzogen (Knotenentfernung oder -punktion zur feingeweblichen Untersuchung), obwohl sie gar kein bösartiges Gewebe haben. Dr. Napoli, Vertreterin einer New Yorker Verbraucherorganisation, berichtete auf der Weltkonferenz über Brustkrebs in Kanada 1997, dass es in dem amerikanischen Demonstrationsprogramm (das 250.000 Frauen umfasste) nachweislich zu 64 Brustamputationen gekommen ist, obwohl keine Krebserkrankung vorlag. In den anderen Fällen kommt es bis zur Richtigstellung zu erheblichen psychischen und physischen Belastungen. Nach Untersuchungen von Barton et al. (2001) wird bei Frauen, die 10 Jahre lang regelmäßig zum Mammographiescreening gehen, in etwa einem Drittel der Fälle einmal eine falsche Positivdiagnose gestellt. Die Gefahr ist besonders hoch, wenn man sich beim Screening hauptsächlich auf die Mammographie verläßt.

Falsch-negative Befunde sind deshalb gefährlich, weil sie die Frauen zu einem unberechtigten Sicherheitsgefühl verleiten, so dass Selbstuntersuchungen unterbleiben und auftretende Symptome von Frauen und Ärzten nicht ernst genommen oder sogar ignoriert werden.

Brustkrebsursachen

Die Medizin hat bis jetzt keine Erklärung für den in vielen Ländern bis in die 90er Jahre beobachteten Anstieg der Brustkrebshäufigkeit (Abbildung 1). Er ist vor allen Dingen ein Problem der westlichen hochentwickelten Industrienationen, weniger der Entwicklungsländer und weniger der ehemals kommunistischen osteuropäischen Staaten.

Betroffen sind vor allem städtische und sozio-ökonomisch bevorteilte Bevölkerungsschichten (Ebeling 1990, Kelsey 1996).

Die Tatsache, dass - abweichend davon - bei japanischen Frauen eine deutlich niedrigere Sterblichkeit an Brustkrebs vorliegt (siehe Abbildung 3), kann auch damit zusammenhängen, dass sie im Mittel weniger Brustmasse haben als zum Beispiel europäische Frauen, und damit auch weniger Zellen zu Krebszellen entarten können. Außerdem könnten genetisch bedingte Unterschiede in der Empfindlichkeit vorliegen.

Abbildung 3 zeigt, dass die Brustkrebssterblichkeit altersbereinigt in den Bevölkerungen zur Zeit bis zu einem Faktor 4 verschieden ist! Um den Einfluss verschiedener Altersverteilungen in den einzelnen Ländern auf die Sterblichkeit auszuschließen und die Daten vergleichbar zu machen, wurden sie altersstandardisiert, das heißt auf eine einheitliche Altersverteilung umgerechnet.

Als Brustkrebs auslösende oder fördernde Umweltgifte gelten Dioxine und andere polychlorierte Kohlenwasser-

stoffe sowie Pestizide und Xenooestrogene, das heißt Stoffe mit hormonartiger Wirkung. Die Ergebnisse der dazu vorliegenden Arbeiten sind aber nicht konsistent (King 1996, Gerber 2001). Elsner et al. (1999) fanden einen hohen Anstieg von Brustkrebs nach Exposition durch Unkrautvernichtungsmittel, jedoch keinen bei Exposition durch Insektizide.

Elektromagnetische Felder werden ebenfalls in Zusammenhang mit Brustkrebs gebracht. Niederfrequente elektromagnetische Felder konnten im Tierversuch die Ausschüttung des Hormons Melatonin blockieren, dem eine Schutzfunktion gegen bestimmte Krebsarten zugeschrieben wird.

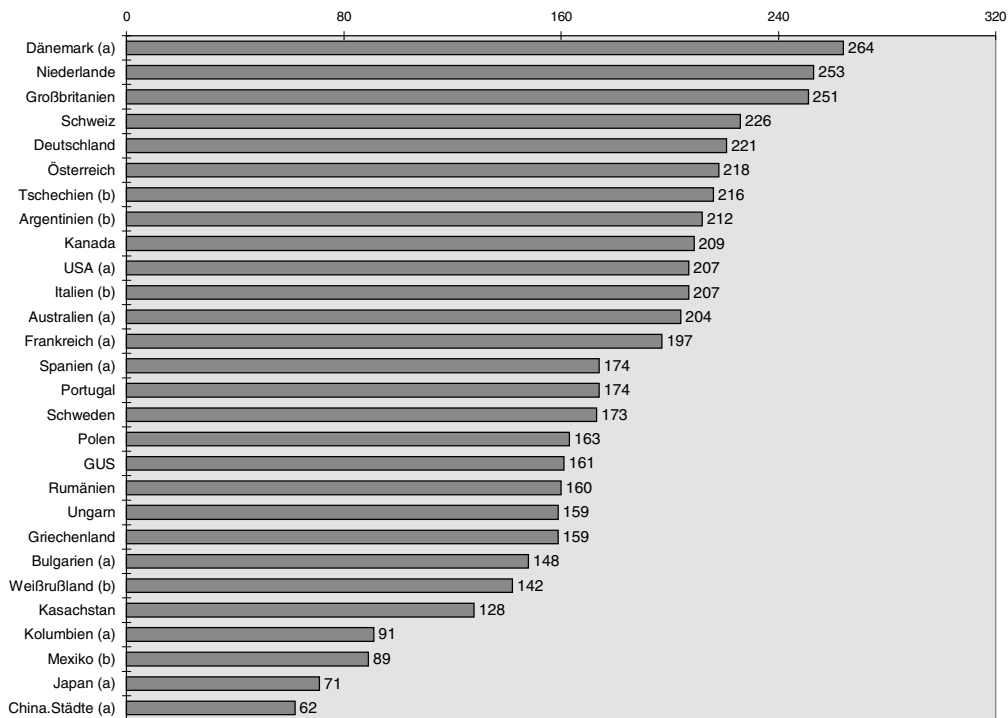


Abbildung 3
WHO-Daten über weltweite Brustkrebssterblichkeit (aus Mettlin 1999)
 Sterbefälle pro 1.000.000 Frauen im Jahr 1995 bzw. 1994 (a) oder 1993 (b),
 altersstandardisiert

Hormone spielen für Stoffwechsel und Zellteilung der Brustzelle eine wesentliche Rolle und beeinflussen die Vermehrung von Krebszellen. Als Risikofaktor für die Entwicklung von Brustkrebs wurden Konstellationen mit gestörtem bzw. erhöhtem Hormonpegel oder verlängerter Hormonphase identifiziert: Übergewicht, verzögerte Menopause, frühe Pubertät, Kinderlosigkeit und auch Alkoholkonsum (Colditz 1993). Phänomene wie die Risikohöherung für Brustkrebs in gut ernährten, gut situierten und medizinisch gut versorgten Populationen werden dem Lebensstil ("lifestyle") zugeordnet, ohne dass es gelungen ist, die spezifischen Risikofaktoren zu benennen. Im Lichte der folgenden Ausführungen zur medizinischen Strahlenbelastung als wichtige Ursache des Brustkrebses muss bedacht werden, dass eine bessere soziale Stellung meist mit einer intensiveren Inanspruchnahme ärztlicher Leistungen verbunden ist. Vor allem korrelieren Einkommen und Kinderlosigkeit mit einer eigenen Berufstätigkeit der Frauen, vor allem in erzieherischen und pflegerischen Berufen, in denen in den vergangenen Jahren regelmäßige Röntgenuntersuchungen der Lunge Pflicht waren.

In mehreren Studien hat man die Erhöhung der Brustkrebshäufigkeit nach Einnahme von Östrogen- und Östrogen-Gestagen-Kombinationspräparaten untersucht, die gegen Menopausenbeschwerden (Beschwerden nach Ausbleiben der Menstruation) eingenommen werden und auch als Dauermedikation nach der Menopause zur Pro-

phylaxe von Osteoporose und anderen Alterserscheinungen. Neuerdings hat Greiser darauf hingewiesen, dass das Krebsrisiko durch Hormonersatztherapie unterschätzt wird und davor gewarnt (Koch 2000). Nach Angaben von Greiser et al. (2000) nahm 1998 in den alten Bundesländern etwa die Hälfte der Frauen zwischen 50 und 60 Jahren derartige Präparate ein, in den neuen Bundesländern etwa ein Drittel. Sie schätzen anhand der vorliegenden Daten, dass 4 bis 17 Prozent der jährlichen Neuerkrankungen an Brustkrebs bei uns darauf zurückzuführen sind und halten es für möglich, dass der Effekt noch größer ist.

Die Hormonersatztherapie kann jedoch nicht die wesentliche Ursache für den in Deutschland seit 1955 zu beobachtenden Anstieg sein (Abbildung 1), da auch jüngere Frauen - vor dem Menopausealter - betroffen sind. In den alten Bundesländern war die Sterblichkeit an Brustkrebs in der Altersklasse 30-39 Jahre zwischen 1952 und 1988 um 52 Prozent angestiegen, in den Altersklassen 40-44 Jahre und 45-49 Jahre jeweils um etwa 36 Prozent (Becker 2001).

Für das Land Norwegen wird angegeben, dass der zu beobachtende Anstieg der Inzidenz zwischen 1970 und 1993 in der Altersgruppe unter 40 Jahre am höchsten war (Wun 1995).

Ionisierende Strahlung - Röntgenstrahlung und Radioaktivität - sind bekanntermaßen ebenfalls Auslöser von Brustkrebs. Die Gesellschaft für Strahlenschutz geht davon aus, dass insbesondere diagnostisches Röntgen für

einen nennenswerten Teil des Anstiegs verantwortlich ist und die Folgen der Röntgenanwendung bei Nutzen-Risiko-Betrachtungen des Mammographie-screenings deutlich unterschätzt werden.

Die Unterschätzung des Strahlenrisikos

Mitte der Siebziger Jahre gab es in Westdeutschland schon einmal eine heftige Debatte über Nutzen und Risiko des Mammographiescreenings. Mildred Scheel, die Gründerin der Deutschen Krebsstiftung, schlug vor, mit mobilen Röntgengeräten alle Frauen ab 30 zu erfassen. Dann wurde in den USA auch das Strahlenrisiko für die enttäuschenden Ergebnisse bisheriger Programme verantwortlich gemacht. Rausch und Richter (Universität Marburg) kamen zu dem Ergebnis, dass die Neuinduktionsrate durch das Röntgen so hoch sei, dass man das Screening bei jungen Frauen vermeiden und erst ab einem Alter von 50 Jahren anwenden sollte (Richter 1977). Sie lösten damit einen Sturm der Entrüstung in der Deutschen Röntgengesellschaft und bei Ärzten aus. Immerhin wurde das Reihenuntersuchungsprogramm nicht durchgeführt.

Die Strahlendosen bei der Mammographie konnten in den Folgejahren durch empfindlichere Film-Verstärkerfolien-Kombinationen um das Zehnfache gesenkt werden, so dass ein Screeningprogramm erneut gefordert wurde. Dabei wurde nicht beachtet, dass sich inzwischen die Erkenntnisse über Strah-

lenwirkungen im Niederdosisbereich erheblich gewandelt hatten und die Krebserzeugung durch Röntgen auch mindestens um den Faktor 10 höher angesetzt werden muß als früher angenommen.

Die Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki werden als Referenzbevölkerung für Strahlenkrebs angesehen. Dort zeigt sich, dass die weibliche Brust das strahlenempfindlichste Gewebe ist. Die Strahlenempfindlichkeit der Brust ist noch höher als die des roten Knochenmarks, in dem Leukämie ausgelöst wird. Im Oblast Gomel in Weißrussland ist nach dem Tschernobylunfall 1986 die Brustkrebsrate bis Ende des Jahres 1999 auf das Doppelte angestiegen (Lengfelder 2001). Es handelt sich um ein Gebiet, das größer ist als Baden-Württemberg und von den radioaktiven Kontaminationen am meisten betroffen wurde. Trotzdem ist der zu beobachtende Effekt erstaunlich hoch, da der Unfall erst 14 Jahre zurückliegt und die Latenzzeit - das heißt die Zeit zwischen Bestrahlung und Auftreten der Erkrankung - bei Brustkrebs durchschnittlich deutlich länger ist. Mit einem weiteren Anstieg der Erkrankungsrate muss noch gerechnet werden.

Auch aus dem Bereich des diagnostischen Röntgens bestehen umfangreiche Erkenntnisse über die Verursachung von Brustkrebs durch ionisierende Strahlung. Dazu gehören Untersuchungen an Tuberkulosepatientinnen, die wegen eines künstlichen Pneumothorax zur Therapie der Krankheit mehrfach

durchleuchtet worden waren (Hildreth 1983, Davis 1987, Miller 1989, Howe 1996).

Dass die Empfindlichkeit bei Mädchen und Teenagern besonders hoch ist, ergab sich außer bei den japanischen Atombombenüberlebenden aus Untersuchungen nach medizinischen Röntgenbestrahlungen (Modan 1989). Ein großer Anteil von Röntgenuntersuchungen bei Jugendlichen geht auf orthopädische Indikationen zurück (unklare Rückenbeschwerden, Fehllhaltung, Morbus Scheuermann, Skoliose/Skolioseverdacht). Eine 1989 veröffentlichte amerikanische Untersuchung von Hoffman und Mitarbeitern an 1000 Mädchen im mittleren Alter von 12,3 Jahren bei Exposition (jeweils mehrere Aufnahmen) zeigte eine Verdopplung der Brustkrebsrate(!).

Elsner und Mitarbeiter (2000) bestätigen in ihrer Fall-Kontrollstudie zu Brustkrebsursachen bei berufstätigen Frauen den Zusammenhang mit diagnostischem Röntgen in neuerer Zeit. Nach 15 bis 19 Röntgenaufnahmen des Oberkörpers war die Brustkrebsinzidenz verdoppelt. Allerdings halten die

Autorinnen und Autoren das Ergebnis nicht für eindeutig, weil die Inzidenz bei noch mehr Aufnahmen keine Erhöhung zeigte, siehe Tabelle 2. Die Anzahl der Röntgenaufnahmen ist jedoch kein geeignetes Maß für die Exposition der Brust, da diese sehr stark von der Art der Röntgenuntersuchung und auch von den Körpermaßen abhängt: Eine einzige Computertomographie am Oberkörper (Schichtaufnahme) erzeugte zu der Zeit etwa soviel Dosis wie 7 Wirbelsäulenaufnahmen a.p. oder 100 Lungenübersichtsaufnahmen, eine einzige Mammographie soviel wie 10 Lungenübersichtsaufnahmen (Ewen 1988). Letztere ist die normalerweise am häufigsten angewandte Untersuchung. Es spricht viel dafür, dass in der Studie von Elsner Frauen mit der größten Zahl von Röntgenaufnahmen des Thorax überwiegend Lungenübersichtsaufnahmen erhalten haben zwecks Verlaufsbeobachtung chronischer Lungenerkrankungen. Des weiteren muß das Alter beachtet werden, in dem geröntgt wurde, und die Zeitspanne, um die die Exposition zurückliegt.

Tabelle 2 Brustkrebs und diagnostisches Röntgen des Oberkörpers
Fallkontrollstudie Elsner et al. (2000)

Röntgen	Anzahl		Anteil in Prozent		adj. OR *)	95 % Vertrauensbereich
	Fälle	Kontrolle	Fälle	Kontrolle		
0-4 mal	196	217	28,3	32,6	1	
5-9 mal	197	206	28,4	30,9	1,0	0,7-1,3
10-14 mal	139	108	20,1	16,2	1,3	0,9-1,9
15-19 mal	46	24	6,6	3,6	2,0	1,2-3,6
20-29 mal	46	49	6,6	7,4	0,9	0,5-1,4
≥ 30 mal	26	32	3,8	4,8	0,8	0,4-1,4

*) die adj. OR = adjustierte Odds Ratio ist das um Störfaktoren bereinigte relative Risiko, das angibt, um wieviel höher die Brustkrebshäufigkeit in der geröntgten Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe ist.

Daher kann man in der Studie von Elsner et al. nicht davon ausgehen, dass bei den Frauen mit sehr hoher Röntgenfrequenz auch die Dosis am höchsten war. Wohl aber zeigt die Untersuchung insgesamt sehr deutlich, dass häufiges Röntgen die Brustkrebsinzidenz steigert.

Von den Verfechtern des Mammographiescreenings wird mit Recht auf die geringere Strahlenempfindlichkeit im höheren Alter hingewiesen, aber im Vergleich zu der relativ geringen Anzahl von Nutznießerinnen der Reihenuntersuchung sind die Strahlenfolgen nicht vernachlässigbar. Hinzu kommt der schon betrachtete Anteil der älteren Frauen, die sich einer Hormonersatztherapie unterziehen. Die Östrogengabe bedeutet eine künstliche Verjüngung des Zellgewebes, so dass eine Verminderung des Strahlenrisikos durch den altersbedingten Östrogenmangel unterbleiben könnte.

Weitere vernachlässigte Faktoren bei der Einschätzung von Strahlenfolgen durch Mammographie sind durch Besonderheiten der hierbei eingesetzten Röntgentechnik bedingt. Wegen des sehr geringen Kontrastes des Brustgewebes verwendet man eine viel niedrigere Generatorspannung als üblich (25-35 kV). Dadurch sind die Röntgenstrahlen niederenergetisch und werden im Gewebe verhältnismäßig stark absorbiert, so dass die Dosis - das Maß für den Effekt - auch in moderner Zeit immer noch vergleichsweise hoch ist. Sie ist stark abhängig vom Durchmesser der Brust und der Struktur des Brustgewebes sowie von der gewählten

Generatorspannung und einer Reihe anderer technischer Parameter des Röntgengerätes.

Um eine gute Bildqualität und damit hohe diagnostische Aussagefähigkeit bei gleichzeitig gering gehaltener Dosis zu erreichen, hat die Bundesärztekammer 1995 Leitlinien zur Qualitätssicherung herausgegeben. Damit sollte u. a. den großen Dosisunterschieden und häufig stark überhöhten Dosen begegnet werden, die auch noch bis in die Epoche der Film-Verstärkerfolienanwendung aufgetreten sind. Dieses hatte die Deutsche Mammographiestudie ergeben, die 1993 vorgelegt wurde (Frischbier 1994) und auch spätere Qualitätsuntersuchungen (Götz 2001).

Bei Berücksichtigung der Leitlinien lassen sich nach Säbel et al. (2001) mittlere Brustdosen bei der Mammographie von 1-2 Milligray (mGy) einhalten. Ihre Ermittlungen mit modernen Mammographen an zwei großen Frauenkollektiven ergaben eine mittlere Brustdosis von 1,83 mGy.

Die Dosis ist physikalisch die absorbierte Strahlungsenergie pro Gewebemasse. Man nimmt der Einfachheit halber an, 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 bei gleicher physikalischer Dosis ist daher von der Energie der Strahlung abhängig und insbesondere bei hochenergetischer Gamma-

strahlung sehr viel geringer als bei normaler Röntgenstrahlung. Bei sehr niederenergetischem Röntgen wie bei der Mammographie ist sie noch deutlich höher. Experimente dazu wurden in neuerer Zeit von der Arbeitsgruppe Frankenberg in Göttingen (2000) durchgeführt. Zellsysteme wurden mit verschiedenen Röntgen- und Gammaenergien bestrahlt und die Transformationen zu Krebszellen beobachtet. Mammographiestrahlen erwiesen sich dabei als **7 mal** wirksamer als die Referenzstrahlung der Hiroshimabombe und **3,4 mal** so wirksam wie normale Röntgenstrahlen.

In Tabelle 3 wird eine Abschätzung vorgelegt, in der die neu erzeugten Karzinome mit dem erwarteten Nutzen eines Mammographiescreenings verglichen werden. Dabei verwenden wir als Schadensmaß die gesamten Neuinduktionen und nicht nur die tödlich verlaufenden Fälle, weil eine Neuinduktion von Krebs ein gravierendes Schadensereignis darstellt.

In Anlehnung an das Bremer Mammographie-Programm gehen wir von Untersuchungen im Abstand von 2 Jahren aus. Als mittlere Organdosis pro Aufnahme werden 2 mGy angenommen, das entspricht den oben genannten Angaben von Säbel et al. (1,83 mGy) einschließlich einer etwa 10-prozentigen Zusatzdosis zur Berücksichtigung von Wiederholungsaufnahmen in jedem 10. Fall. Entsprechend der Bremer Vorgabe werden zwei Aufnahmen (komprimierte Brust senkrecht und von schrägseitlich) angenommen. Dies ergibt 4 mGy. Die höhere Wirksamkeit niede-

renergetischer Röntgenstrahlung wird nach Frankenberg et al. mit einem Faktor 3,4 berücksichtigt.

Für die altersabhängige Strahlenempfindlichkeit für Brustkrebs verwenden wir ein Modell, das das BEIR-Komitee (Biological Effects of Ionizing Radiation) der U.S. amerikanischen Akademie der Wissenschaften angegeben hat (1990). Lebenserwartung und "spontane" Brustkrebsmortalität (Sterblichkeit) sind statistischen Daten aus Deutschland entnommen (Schmitz-Feuerhake 1997).

Der Nutzen wird unter der optimistischen Annahme berechnet, dass 30 Prozent der Sterbefälle an Brustkrebs durch das Screening - 20 Prozent durch das Mammographieren - vermieden werden können (ein Drittel der erfolgreichen Früherkennung wird nach den Erfahrungen in den Programmen auch ohne Röntgen erreicht.) Es wird zusätzlich berücksichtigt (Werte in Klammern), dass unter den Frauen ab 45 derzeit bei uns etwa jede zweite Östrogenpräparate einnimmt und dadurch das Strahlenrisiko erhöht ist. Für die Erhöhung dieses Risikos liegen keine quantitativen Erkenntnisse vor. Um es abzuschätzen, gehen wir davon aus, dass eine künstliche Verjüngung auf das Alter vor der Menopause eintritt. Nach dem BEIR-Report von 1990 ist die Strahlenempfindlichkeit für Brustkrebs (Sterblichkeit) bei 45-jährigen dreimal so hoch wie für 55-jährige. Entsprechend haben wir in Tabelle 3 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 wird auf 6 früh erkannte Karzinome 1 neues induziert und zwar im allgemei-

nen bei einer Frau, die ohne das Screening keinen Brustkrebs bekommen hätte! Wir halten daher diese Früherkennungsmethode für nicht vertretbar.

Tabelle 3

Nutzen-Risiko-Abschätzung für Screening und Strahlenfolgen

Annahmen: Mammographie 2-jährlich ab Beginn bis 69 Jahre
 Dosis pro Untersuchung 4 mGy, Qualitätsfaktor 3,4
 Altersabhängiges Modell nach BEIR V mit deutschen Spontanraten
 20 Prozent sind rettbar aufgrund Mammographieeinsatz
 In Klammer: Östrogensatztherapie bei 50 Prozent der über 45jährigen

Alter bei Beginn	Anzahl Untersuchungen	Fälle pro 10.000 Frauen			Verhältnis neuinduziert / gerettet
		Spontansterblichkeit *	Gerettet durch Screening*	Strahleninduz. Inzidenz*	
40	15	356	71,2	17,7	25/100
45	13	345	69,0	13,9	20/100 (40/100)
50	10	328	65,5	9,9	15/100 (30/100)
55	8	302	60,3	6,6	11/100 (22/100)
60	5	271	54,1	3,6	7/100 (14/100)

*: Raten in Fälle pro 10 000 Lebensläufe von Frauen, die den Beginn ohne Befund erreicht haben

Wegen der im Vergleich zu den Annahmen in Tabelle 3 viel höheren Dosis in zurückliegenden Jahren hat die Mammographie sicherlich nennenswert zur Brustkrebserhöhung beigetragen. Screeningprogramme könnten sogar mehr Krebstode erzeugt als verhindert haben.

Strahlenvermeidung bei genetischer Disposition

5 bis 10 Prozent der weiblichen Bevölkerung sind durch Mutation der Gene

BRCA 1 und BRCA 2 genetisch für Brustkrebs prädisponiert. Diese Frauen gelten daher als Risikogruppe. In den betroffenen Familien treten Brustkrebserkrankungen gehäuft und in besonders jungem Alter auf. Solchen Frauen wird besonders zu Früherkennungsmaßnahmen geraten.

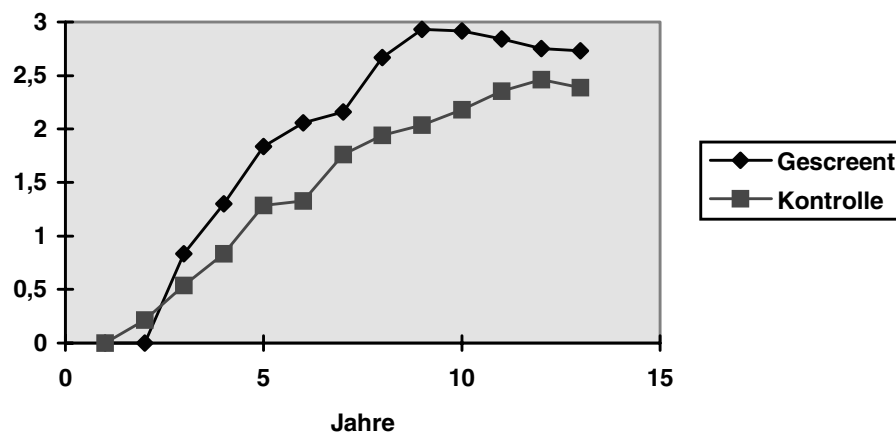
In Deutschland wird diesen Frauen ab dem 30. Lebensjahr eine jährliche Mammographie empfohlen (Kiechle 2001).

Wie schon erwähnt, sind in dem kanadischen Screeningprogramm in der mammographierten Gruppe (Eintritts-

alter 40-49 Jahre) nicht weniger sondern mehr Brustkrebstodesfälle aufgetreten, und zwar von Anfang an in ganz systematischer Weise (Abbildung 4). Ein normaler Strahleneffekt kann das nicht sein, weil im allgemeinen mehr als 10 Jahre nach der Bestrahlung vergehen, bis der dadurch bedingte Krebs

auftritt. 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 und verkürzte Latenzzeit angenommen werden muß (Chakraborty 1995, Kuni 2001).

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



Ein Krebs entwickelt sich aus einer einzelnen veränderten Körperzelle. Die maligne Veränderung wird auf zellulärer Ebene als ein Mehrstufenprozess beschrieben, vergleichbar einer Reihe von Schaltern, die umgelegt sein müssen, um den Vorgang durchzulassen. Bei Frauen mit einem mutierten Krebsgen ist sozusagen schon ein Schalter geöffnet und daher die Wahrscheinlichkeit stark erhöht, dass äußere Ein-

wirkungen wie Strahlung das Ereignis auslösen. Frankenberg et. al. (2001) schätzen die Strahlenempfindlichkeit bei genetischer Prädisposition 10 millionenfach höher als bei den übrigen Frauen. Wie sich dies allerdings im Gesamtorganismus quantitativ auswirkt, ist nicht bekannt. Dabei spielt das Immunsystem eine Rolle, das veränderte Zellen ausschalten kann.

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 auch in dem Hiroshima/Nagasaki-Kollektiv ausgemacht, bei der die Krebserkrankungen besonders früh nach Bestrahlung auftreten und dabei ein fünffach stärkerer Effekt pro Dosis-einheit als in dem Rest des Kollektivs beobachtet wird.

Aus den Angaben der genannten Autoren kann man ableiten, dass Frauen mit einem mutierten Krebsgen so gut wie sicher ein Karzinom ausbilden, wenn sie an einem Mammographiescreening teilnehmen. Man kann einwenden, dass das nicht besonders schlimm ist, weil ihr Risiko sowieso sehr hoch liegt - etwa bei 75 Prozent (Fentiman 2001). Jedoch hat die Bestrahlung zur Folge, dass der Tumor eben sehr viel früher auftritt als ohne zusätzliche Stimulierung, das heißt die genetisch prädisponierten Frauen erkranken dann im allgemeinen in einem jüngeren Alter, als es ohne Früherkennungsmaßnahme der Fall wäre.

Es ist somit äußerst plausibel, dass die sehr bald nach Beginn des Screeningprogramms beobachtete Erhöhung der Brustkrebssterblichkeit bei den unter 50jährigen (Abbildung 4) auf die genetisch prädisponierten Frauen zurückgeht. Da solche Frauen kaum aus dem Untersuchungskollektiv ausgeschlossen werden können, **verbietet sich auch deshalb Mammographie als Reihenuntersuchung!**

Wenn man unbedingt auf dem systematischen Mammographiescreening bestehen will, dann müssen wenigstens Frauen mit einem Verdacht auf familiäre Disposition per vorgeschaltetem Fragebogen identifiziert werden. Bei diesen Frauen sind wenn irgend möglich andere Früherkennungsmethoden einzusetzen. Hierfür bietet sich insbesondere die Kernspintomographie an, die zunehmend als sehr treffsicher gilt.

Diese Schlußfolgerung wird im übrigen dadurch gestützt, dass Untersuchungen an Frauen mit familiärer Disposition in der Praxis ergeben haben, dass in dieser Untergruppe durch Mammographiescreening ebenfalls keine Verlängerung der Lebenserwartung zu verzeichnen war (Neugut 1995).

Kosten des Mammographiescreenings

Die Kosten des Screenings sind zu diskutieren, auch oder gerade wenn die Lebenserhaltung der Patientin allerhöchste Priorität haben soll. Das hierfür nicht ausgegebene Geld kann für womöglich wesentlich effektivere Maßnahmen eingesetzt werden. Die Kostenschätzung hängt natürlich davon ab, welche Annahmen über den Erfolg gemacht werden. Die Aufwendungen sind auf jeden Fall enorm. Während Kritiker, die die Lebensrettungsrate als gering einschätzen, das gerettete Lebensjahr mit 1,2 Millionen US-Dollar berechnen (Wright 1995), würde dieses bei Annahme der erstrebten Sterblich-

keitssenkung um 30 Prozent “nur” bei 13.000 Dollar liegen (Feig 1995). Letzterer optimistischer Autor setzt die Screeningkosten für 10.000 Frauen pro Jahr zu 0,6 bis 1,2 Millionen Dollar an.

Prof. Cornelia Baines, die durch eigene Erfahrung im kanadischen nationalen Screeningprogramm zur Kritikerin geworden ist, gibt an, dass das Screening der amerikanischen Frauen zwischen 40 und 49 Jahren nach den Richtlinien des NCI (US National Cancer Institute) pro Jahr 1,78 Milliarden Dollar erfordern würde (1998, 2000a).

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es etwa 5,5 Millionen Frauen zwischen 50 und 59 Jahren. Mit den Annahmen nach Feig würden sich die anzusetzenden Kosten bei ihnen auf mindestens 330 Millionen Dollar jährlich belaufen.

Das kanadische Konzept: angeleitete Selbstuntersuchung

Im kanadischen nationalen Screeningprogramm wird nicht nur die Mammographie sondern auch die regelmäßige Selbstuntersuchung als Früherkennungsmethode angewandt. Es wird versucht, ein einfaches, standardisiertes Verfahren zu entwickeln mit Unterweisung aller Teilnehmerinnen durch professionelle Kräfte (Baines 2000b). Es besteht aus 3 Komponenten:

1. Visuelle Inspektion, Seitenvergleich der beiden Brüste, Asymmetrien feststellen

2. Flächenmäßiges Abtasten mit den Handballen
3. Untersuchung mit den drei Mittelfingern der gegenseitigen Hand

Um die Wirksamkeit des Abtastens als Früherkennungsmethode zu prüfen, wurde im Rahmen des kanadischen Programms eine Fall-Kontrollstudie durchgeführt (Harvey 1997). Zu 163 Teilnehmerinnen des Programms, die an Brustkrebs starben, und 57 weiteren mit Fernmetastasen wurden je 10 Kontrollfrauen gleichen Alters bestimmt und bei beiden Gruppen die Risikofaktoren verglichen. Es ergab sich, dass die Brustkrebssterblichkeit bei Frauen, die keine Selbstuntersuchung durchgeführt hatten, annähernd dreimal so hoch war wie bei denjenigen, die alle 3 Techniken der Selbstuntersuchung regelmäßig angewandt hatten. Dieses erstaunlich gute Ergebnis wird noch dadurch gestützt, dass auch eine Art Dosis/Wirkungs-Beziehung festzustellen war, das heißt je weniger von den drei genannten Maßnahmen erfolgt war, desto kleiner war der Effekt.

Die Wirksamkeit von gezielten physischen Untersuchungen zur Brustkrebsfrüherkennung wird auch durch andere Untersuchungen bestätigt (Barton 2001).

Miller und Baines, die das kanadische Screeningprogramm leiteten, haben daher auch in Deutschland mehrfach empfohlen, wenn man schon nicht nach den jetzt vorliegenden weltweiten Erfahrungen auf Mammographiescreening verzichten wolle, dann doch wenigstens die Möglichkeiten einer opti-

mierten Selbstuntersuchung in die Programme einzubeziehen.

Echte Vorsorge und Früherkennung

Die vielfach insbesondere von Frauenverbänden vorgebrachte Forderung, statt teurer und ineffektiver Früherkennungsprogramme lieber echte Verhütungsmaßnahmen einzuleiten, mag wohlfeil erscheinen, wenn man nicht von der sorgsam gehegten Vorstellung herunterkommt, dass gravierende Verursacher trotz aller Bemühungen nicht ausgemacht werden konnten und die schädlichen Mechanismen des Lifestyles nicht abstellbar sind.

A Einschränkung des Oberkörpererröntgens

Wie in Westdeutschland (Abbildung 1) zu beobachten, stagniert die Brustkrebssterblichkeit seit etwa 1988 auch in den anderen Ländern mit sehr hoher Rate bzw. sinkt sogar seitdem ab (Mettlin 1999), siehe Abbildung 5. In Ländern mit Mammographiescreening wird der Effekt häufig dem Screening zugeschrieben. Aber dieser Effekt ist eben auch in Ländern ohne Mammographiescreening zu beobachten. Auf jeden Fall wird der Rückgang auch auf die allgemein erhöhten Therapieerfolge insbesondere durch das Hormonpräparat Tamoxifen zurückgeführt.

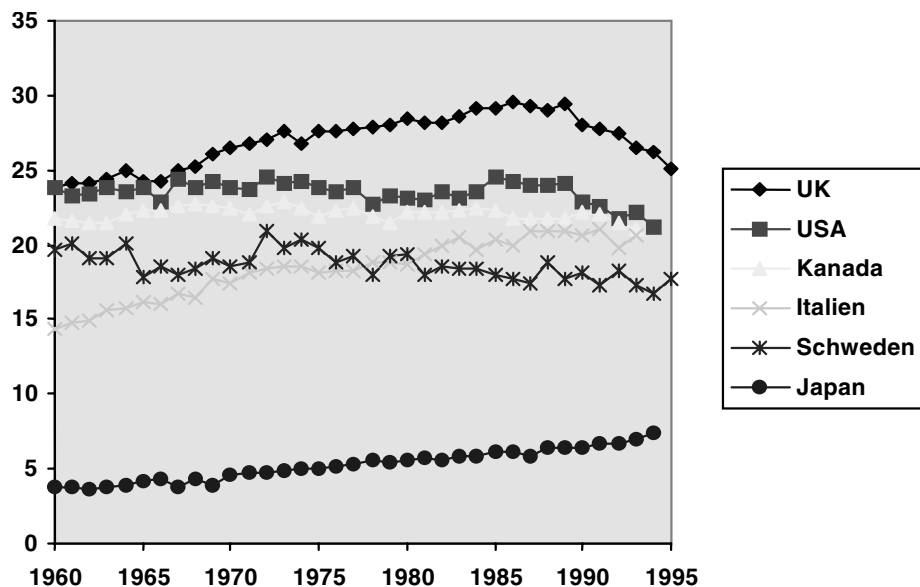


Abbildung 5: Verlauf der Brustkrebssterblichkeit in verschiedenen Ländern,
aus (Mettlin 1999), in Todesfällen pro 100.000 Frauen (altersstandardisiert)

Tabelle 3 zeigt, dass der Einfluss ionisierender Strahlung als weitaus bedeutender angesetzt werden muss, als dies bisher geschieht. Dies gilt insbesondere für frühere Jahre, als die Dosen für die Untersuchungen des Oberkörpers sehr viel höher waren als heute (ausgenommen Computertomographie).

In den 50er Jahren erfolgte eine Erhöhung der Strahlenbelastung der Bevölkerung, am meisten in der nördlichen Hemisphäre, durch die oberirdischen Atomwaffentests (1952 bis 1964). Die Folgen des radioaktiven Fallout werden offiziell als geringfügig eingeschätzt. Die mittlere Dosis soll über den Gesamtzeitraum weniger als eine Jahresdosis durch natürliche Quellen betragen haben. Dennoch haben verschiedene Autoren Korrelationen zwischen Falloutbelastung und Säuglingssterblichkeit bzw. Krebserkrankungen gefunden. Busby untersucht das Brustkrebsvorkommen in einer durch Regen besonders betroffenen Region (Wales) im britischen Königreich. Er findet einen Zusammenhang zwischen Strontium 90-Belastung und dem später erfolgten Anstieg der Erkrankungen.

Er weist aber auch auf die zur gleichen Zeit aufgenommenen Tuberkuloserienuntersuchungen hin. Bis etwa 1985 wurden staatliche Programme mit Röntgenreihenuntersuchungen, sogenannten Schirmbildaufnahmen, durchgeführt. Zuvor waren es Durchleuchtungen mit besonders hoher Strahlenbelastung des Brustkorbs, denen sich Kinder und Erwachsene jährlich unterziehen sollten oder mussten.

Der bekannte Strahlenkritiker John W. Gofman führt in seinem 1995 erschienenen Buch circa 75 Prozent des in den USA vorkommenden Brustkrebses auf frühere medizinische Strahlenbelastungen zurück. Bei Übertragung auf Deutschland ist zu bedenken, dass atomarer Fallout und Röntgenreihenuntersuchungen auch für die ehemalige DDR zuträfen. Es findet sich entsprechend auch dort ein Brustkrebsanstieg um etwa 20 Prozent (Abbildung 1).

Ansonsten verstärkt aber gerade dieser Unterschied in Deutschland, der sich in ähnlicher Qualität und gleicher Richtung nur noch bei Prostatakrebs zeigt, den Verdacht, dass sich früheres übermäßiges Röntgen bei diesem empfindlichsten Gewebe meßbar auswirkte. Massenhafte Röntgenuntersuchungen bei Mädchen und jungen Frauen sind bei uns in der Vergangenheit außer durch die Tuberkulosevorsorge durch häufige orthopädische Kontrollaufnahmen vorgekommen, ferner durch Einstellungsuntersuchungen und jährliche Röntgenkontrollen bei medizinischen und erzieherischen Berufen (Kuni 1997). Eine vorläufige eigene Abschätzung ergibt, dass die Brustkrebserhöhung in Westdeutschland fast zu 50 Prozent durch die Schirmbildprogramme erklärt werden kann und die Wirbelsäulenuntersuchungen wahrscheinlich einen deutlichen Beitrag lieferten (Schmitz-Feuerhake 2000).

Außerdem sind in den alten Ländern viele Mammographien durchgeführt worden, deren Organdosis bis circa 1980 bei 20 mGy pro Aufnahme lag

(Säbel 2001). Nach Angabe des Bundesamtes für Strahlenschutz sind 1994 5,5 Millionen Mammographien in der BRD durchgeführt worden (Bauer 1997). Es ist nicht bekannt, wie stark hieran jüngere Frauen beteiligt waren. Jedoch empfehlen viele Frauenärzte zumindest eine "Basismammographie" bei 30jährigen. Die oben genannte Lehrbuchdosis von 4 mGy pro Untersuchung wurde bei deutschen niedergelassenen Ärzten bei weitem nicht erreicht, wie die Deutsche Mammographiestudie 1993 gezeigt hat (Frischbier 1994).

Wir ziehen daher folgenden Schluß:

Rigorese Einschränkung und strengste Indikationsstellung für das Oberkörperrentgen – insbesondere bei Mädchen und jungen Frauen – wäre bei uns die wichtigste Vorsorgemaßnahme gegen Brustkrebs.

B Forschung zur Östrogensatztherapie

Greiser et al. haben die These aufgestellt, dass eine bedeutsame Verminderung der Brustkrebsrate wahrscheinlich durch Einschränkung von Östrogensatztherapien erreicht werden kann, wobei deren wahre oder vermutete Vorteile auch durch andere Maßnahmen zu erzielen seien.

Es erscheint plausibel, dass ein Östrogenentzug die Entwicklung eines Brustkrebses verzögern und damit bei grundsätzlich begrenzter Lebenserwartung auch verhindern kann. Allerdings hat der Östrogenmangel nach den Wechseljahren der Frau zum Teil sehr schwer wiegende Krankheiten zur Fol-

ge, die auch durch eine konkurrierende Sterblichkeit einen Schutz vor Brustkrebs in höherem Alter nur vortäuschen können.

Studien mit Antiöstrogen-Medikation zur Vorbeugung eines Brustkrebses bei gleichzeitigem Schutz vor Osteoporose haben bisher keine ermutigenden Ergebnisse gezeigt. Vielleicht sind unter den selteneren Brustkrebserkrankungen besonders bösartige Verläufe begünstigt worden, die auf die Wirkung des Medikamentes nicht mehr angesprochen haben.

Sicher ist auf diesem Gebiet noch viel Forschung zu leisten, um die Zusammenhänge zwischen der Dosierung von Stoffen mit Auswirkung auf den Geschlechtshormonstoffwechsel und die Entwicklung von Brustkrebs in den verschiedenen Lebensaltern besser beurteilen zu können. Erst dann wird eine verantwortungsvolle Abwägung der Vor- und Nachteile einer solchen Behandlung möglich sein.

Empfehlungen der Gesellschaft für Strahlenschutz

Die mangelnden Erfolge des Mammographiescreenings können nicht so interpretiert werden, dass Früherkennungsmaßnahmen beim Brustkrebs grundsätzlich keinen Wert haben. Für Früherkennungsmaßnahmen sprechen zum Beispiel die Erfahrungen mit der Selbstuntersuchung in Kanada. Sicherlich gibt es viele Frauen, die auch von einer rechtzeitigen Mammographie profitieren. Die negative Bilanz bei den

Reihenuntersuchungen muss damit zusammenhängen, dass durch das Verfahren selbst neue Karzinome erzeugt werden. Es ist seit langem bekannt, dass die Erkrankungsrate an Brustkrebs in mammographierten Kollektiven höher ist als normal (Wun 1995). Das kann damit erklärt werden, dass durch die Methode auch Krebserkrankungen aufgedeckt werden, aus denen keine Einschränkung von Gesundheit oder Lebenserwartung für die betroffene Frau resultiert.

Die Fachwelt sollte aber nicht länger ignorieren, dass durch die Bestrahlung neue Krebserkrankungen ausgelöst werden. Bei genetisch prädisponierten Frauen treten die ausgelösten Erkrankungen frühzeitig auf, bei den übrigen Teilnehmerinnen über längere Zeiträume.

Die Hoffnung, durch "digitales" Röntgen die Strahlendosis bedeutend zu senken, scheint sich nicht zu bewahrheiten. Bei dieser Technik werden keine Röntgenfilme mehr verwendet, sondern der Strahlungsdetektor besteht aus einer Halbleiterschicht. In der Literatur wird von der Möglichkeit einer Dosissenkung bis auf 30 bis 40 Prozent gegenüber der normalen Mammographie gesprochen (Herrmann 2000, Säbel 2001). In der Praxis erreichten Hermann et al. (2001) jedoch nur eine mittlere Brustdosis von 1,4 mGy, die immer noch fast 80 Prozent der Dosis bei der optimalen Film-Mammographie darstellt.

Wenn man den Möglichkeiten der Selbstuntersuchung misstraut, die erzieherischen Aufwand und Selbstdiszi-

plin erfordert, und auf die Medizintechnik setzt, so bieten sich zwei Verfahren an, die teils aus Kostengründen, teils aus mangelnder Erfahrung mit ihrem Umgang wahrscheinlich noch nicht in ihrem Potential voll ausgeschöpft wurden. Sie kommen ohne ionisierende Strahlung aus. Die Darstellung von Feinstrukturen des Brustgewebes in Ultraschallbildern ist laut Literatur immer besser geworden (Buchberger 2000). Zweitens gibt es inzwischen Untersuchungen, die die Früherkennung von Brustkrebs durch die Kernspintomographie als sehr spezifisch und treffsicher herausstellen (Heywang-Köbrunner 2001, Kinkel 2001). Frauen mit familiärer Disposition sollten eine engmaschige Betreuung in einem speziellen Zentrum erhalten mit Tastuntersuchung in mindestens halbjährlichem Abstand und möglichst mit den zuletzt genannten apparativen Methoden untersucht werden.

Wir empfehlen jungen Frauen, Röntgenuntersuchungen bei ihren Ärztinnen und Ärzten grundsätzlich kritisch zu hinterfragen und auf einer strengen Indikation zu bestehen. Dies gilt insbesondere für Röntgenuntersuchungen des Oberkörpers. Eine "Basismammographie" also eine Mammographie ohne Indikation, sollte abgelehnt werden. Die Begründung für die Basismammographie ist die Vergleichsmöglichkeit mit einer Aufnahme in späteren Jahren. Es ist aber kaum vorstellbar, dass nach Jahren ein subtiler Vergleich noch möglich ist, weil dieser mehr oder weniger dasselbe Gerät, dieselbe Ein-

stellung, denselben Untersucher und unveränderte Anatomie voraussetzen würde.

Mammographien sollten nur in spezialisierten Einrichtungen mit höchstem Qualitätsstandard durchgeführt werden (Schwartz 2001).

Radiologinnen und Radiologen und Ärztinnen und Ärzte müssen aufgefordert werden, die unterschiedlichen Strahlenbelastungen bei Röntgenuntersuchungen des Oberkörpers zu bedenken (Anhang) und konsequent dosis-sparend für die Brust vorzugehen. Eine a.p.-Aufnahme der Brustwirbelsäule bei Mädchen (Röntgenstrahlung tritt brustseitig ein, Röntgenfilm am Rücken) bewirkt eine Brustdosis von etwa 1 mGy (siehe Anhang), eine Aufnahme in umgekehrter Richtung weniger als ein Zehntel davon. Deshalb ist es dringend geboten, auf Aufnahmen in umgekehrter Richtung überzugehen. Die Brustdosis wird dadurch um ein Vielfaches gesenkt, ohne dass die Bildqualität - jedenfalls für die Wirbelsäule - verschlechtert wird (Carbonell 2001).

Der gegenwärtig zu beobachtende ständige Anstieg von CT-Untersuchungen (Computertomographien) könnte die Brustkrebsraten längerfristig weiterhin erhöhen wegen der damit verbundenen hohen Röntgendosen (siehe Tabelle im Anhang). In den USA soll der Anteil der CTs im Jahr 1990 sechs Prozent der Röntgenuntersuchungen betragen haben und 1999 auf über 11 Prozent angestiegen sein. Damit machen sie dort etwa 70 Prozent der me-

dizinisch bedingten Bevölkerungsdosis aus (Allisy-Roberts 2001).

Die Verdopplungsdosis für Brustkrebs bei jungen Mädchen beträgt in der Studie nach Skoliosediagnostik (Hoffmann 1989) nur 90 Millisievert (mSv). Das ist die Dosis, die das normale Risiko verdoppelt, an Brustkrebs zu erkranken. Eine Computertomographie des Oberkörpers ist mit 20-40 mSv Brustdosis anzusetzen (Anhang). Das bedeutet, dass 3 bis 4 Computertomographien die Brustkrebswahrscheinlichkeit verdoppeln würden.

Durch weitere wissenschaftliche Untersuchungen zu Brustkrebsursachen muss detailliert geklärt werden, welche Risiken konkret den Faktor Lifestyle ausmachen. Den Risikofaktor Röntgen durch epidemiologische Studien quantitativ zu erfassen, stößt auf erhebliche Probleme: Die Brustdosen können auch für die gleiche Untersuchungsart um eine Größenordnung verschieden sein.

Referenzen

- Allisy-Roberts, P.: On estimates of population radiation exposure. *J. Radiol. Prot.* 21 (2001) 205-207
- Baines, C.J.: Breast-cancer screening: will the controversy never end? *Can. J. Diagnosis* 15 (1998) 65-71
- Baines, C.J.: Reihenuntersuchungen zur Brustkrebsfrüherkennung: wie sinnvoll erscheinen sie zu Beginn des 21. Jahrhunderts? Deutsche Übers. eines Vortrags auf dem Int. Kongr. "Strahlenschutz nach der Jahrtausendwende" Bremen Juni 2000, *Strahlentelex* 350-351 (2001) 8-11
- 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
- Barton, M.B., Moore, S., Polk, S., Shtatland, E., Elmore, J.G., Fletcher, S.W.: Increased patient concern after false-positive mammograms: clinician documentation and subsequent ambulatory visits. *J. Gen. Intern. Med.* 16 (2001) 206-207
- Barton, M., Harris, R. Fletcher, S., Nussbaum, N.J.: Role of clinical breast examination in breast cancer screening does this patient have breast cancer? *J. Am. Geriatr. Soc.* 49 (2001) 991-992
- Bauer, B., Veit, R., Vogel, E., Bernhardt, J.-H.: Strahlenexposition und Risiko. *Dtsch. Ärztebl.* 94 (1997) C-2224
- Becker, N., Wahrendorf, J.: *Krebsatlas der Bundesrepublik Deutschland 1981-1995*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1998
- 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 Radiation*, Nat. Academy Press, Washington D.C. 1990
- Buchberger, W., Niehoff, A., Obrist, P., de Koekoek-Doll, P., Dunser, M.: Clinically and mammographically occult breast lesions: detection and classification with high-resolution sonography. *Semin. Ultrasound CT MR* 21 (2000) 325-336
- Busby, C.: Breast cancer mortality in England and Wales and Strontium 90 in atmospheric weapons fallout. *Occasional Papers No 97/1*, July 1997, Aberystwyth, Wales: Green Audit.
- Carbonell, P.: Die radiologische Praxis in der Pädiatrie - Fallstudie über die Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule. 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. 327-332
- Colditz, G.A.: Epidemiology of breast cancer. Findings from the Nurses' Health Study. *Cancer* 71 (1993) 1480-1489
- Chakraborty, R., Sankaranarayanan, K.: Cancer predisposition, radiosensitivity and the risk of radiation-induced cancers II. *Radiat. Res.* 143 (1995) 293-301
- Davis, F.G., Boice, J.D. Kelsey, J.L., Monson, R.R.: Cancer mortality after multiple fluoroscopic examinations of the chest. *J. Natl. Cancer Inst.* 78 (1987) 645
- Drexler, G., Panzer, W., Stieve, F.-E., Widenmann, L., Zankl, M.: *Die Bestimmung von Organdosen in der Röntgendiagnostik*. Hoffmann Verlag Berlin, 2. Aufl. 1993
- Ebeling, K.: Epidemiologie des Mammakarzinoms. *Zentralbl. Gynäkol.* 112 (1990) 253-262

- Elsner, G., Nienhaus, A., Hensel, N., Roscher, G., Kaufmann, M., Solbach, Chr., Krohn, M.: Arbeits- und umweltbedingte Faktoren und Brustkrebsrisiko. *Zbl. Arbeitsmed.* 49 (1999) 373-380
- Elsner, G., Nienhaus, A., Seidler, A., Hensel, N., Roscher, G., Kaufmann, M., Solbach, Chr., Krohn, M.: Breast cancer and occupation history. 26th Int. Conf. Occupational Health, Singapore, August 2000
- Ewen, K., Fiebach, B.J.O., Lauber-Altman, I.: Zur Durchführung der Belehrung nach § 36 Röntgenverordnung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart-New York 1988
- Feig, S.A.: Mammographic screening of woman aged 40-49 years. Benefit, risk, and cost considerations. *Cancer* 76 Suppl. (1995) 2097-2106
- Fentiman, I.S.: Fixed and modifiable risk factors for breast cancer. *Int. J. Clin. Pract.* 55 (2001) 527-530
- Frankenberg, D., Kelnhofer, K., Bär, K., Frankenberg-Schwager, M.: Mammographie-Röntgenstrahlen sind für die neoplastische Transformation einer menschlichen Hybridzelllinie um den Faktor 3,4 effektiver als 200 kVp-Röntgenstrahlen. In Heinemann, G., Müller, W.-U.: *Strahlenbiologie und Strahlenschutz*. Bd. 1, TÜV-Verlag GmbH Köln 2000, S. 27-40
- 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
- Frischbier, H.-J., Hoeffken, W., Robra, B.P.: *Mammographie in der Krebsfrüherkennung*. Enke Stuttgart 1994
- Gerber, B.: Einfluss von Umwelt, Ernährung und Lebensstil auf das Brustkrebsrisiko. *Dtsch. Ärzteblatt* 98, Heft 24 (2001) C 1286-C 1292
- Gofman, J.W.: *Preventing breast cancer*. C.N.R. Book Division, Committee for Nuclear Responsibility, San Francisco 1995
- Götz, B.: Erkenntnisse der Ärztlichen Stelle Hessen über Mängel beim Röntgen der weiblichen Brust. 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. 333-337
- Gøtzsche, P., Olsen, O.: Is screening for breast cancer with mammography justifiable? *Lancet* 355 (2000) 129-134
- Greiser, E., Günther, J., Niemeyer, M., Schmacke, N.: *Weibliche Hormone - Ein Leben lang. Mehr Schaden als Nutzen?* Wiss. Institut der AOK, Bonn u. BIPS, Bremen (Herausgeber), Bonn Dez. 2000
- Harvey, B.J., Miller, A.B., Baines, C.J., Gorey, P.N.: Effect of breast self-examination techniques on the risk of death from breast cancer. *Can. Med. Assoc. J.* 157 (1997) 1205-1212
- Hermann, K.P., Obenauer, S., Grabbe, E.: Strahlenexposition bei der digitalen Vollfeldmammographie mit einem Flachdetektor aus amorphem Silizium im Vergleich zur konventionellen Film-Folien-Mammographie. *Fortschritte Röntgenstrahlen* 172 (2000) 940-945
- Hermann, K.P., Kehbel, S., Fischer, U., Grabbe, E.: Strahlenexposition der Brust bei digitaler Mammographie - Eine Patientenstudie. VO 19.8 *Fortschritte Röntgenstrahlen* 173 (2001) S 56

- Heywang-Köbrunner, Bick, U. u.a.: International investigation of breast MRI: results of a multicenter study (11 sites) concerning diagnostic parameters of contrast-enhanced MRI based on 519 histopathologically correlated lesions. *Europ. J. Radiol.* 11 (2001) 531-546
- Hildreth, N.G., Shore, R.E., Hempelmann, L.H.: Risk of breast cancer among women receiving radiation treatment in infancy for thymic enlargement. *Lancet* July 30 (1983) 273
- 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
- Howe, G.R. McLaughlin, J.: Breast cancer mortality between 1950 und 1987 after exposure to fractionated moderate-dose-rate ionizing radiation in the Canadian fluoroscopy cohort study and a comparison with breast cancer mortality in the atomic bomb survivors study. *Radiat. Res.* 145 (1996) 694-707
- Huda, W.H., Atherton, J.V., Ware, D.E., Cumming, W.A.: An approach for the estimation of effective radiation dose at CT in pediatric patients. *Radiology* 203 (1997) 417-422
- John-Mikolajewski, V., Laupert, M., Ewen, K., Glocke, P., Grönemeyer, C., Müller, R.-D.: Strahlenexposition und potentiell Strahlenrisiko der Brustdrüse bei der Computertomographie des Thorax. VO 297 Fortschritte Röntgenstrahlen 168 (1998) S 88
- Kelsey, J.L., Bernstein, L.: Epidemiology and prevention of breast cancer. *Annu. Rev. Public Health* 17 (1996) 47-67
- Kiechle, M., Schmutzler, R.: Präventive Strategien bei familiärer Brustkrebsprädisposition. *Radiologe* 41 (2001) 366-370
- King, S.E., Schottenfield, D., Searle, J.G.: The "epidemic" of breast cancer in the U.S. - determining the factors. *Oncology* 10 (1996) 453-462
- Kinkel, K., Vlastos, G.: MR imaging: breast cancer staging and screening. *Semin. Surg. Oncol.* 20 (2001) 187-196
- Koch, K.: Hormonersatz-Therapie. Rechnung mit Unbekannten. *Deutsches Ärzteblatt* 97, 18.8.00, C 1627
- Kuni, H.: Stochastische Strahlenwirkungen durch die Tuberkulosevorsorge als Berufskrankheit. In Schmitz-Feuerhake, I., Lengfelder, E.: 100 Jahre Röntgen. Ber. Nr. 15-18 des Otto Hug Strahleninstituts, Bremen 1997, S. 88-105
- 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
- Lengfelder, E., Frenzel, C.: 15 Jahre nach Tschernobyl: Folgen und Lehren der Reaktorkatastrophe. Otto Hug Strahleninstitut - MHM Informationen, Ausgabe Sept. 2001 K

- Mettlin, C.: Global breast cancer mortality statistics. *CA-A Cancer J. for Clinicians* 49 (1999) 138-144
- Miller, A.B., Howe, G.R., Sherman, G.J., Lindsay, J.P., Yaffe, M.J., Dinner, P.J., Risch, H.A., Preston, D.L.: Mortality from breast cancer after irradiation during fluoroscopic examinations in patients being treated for tuberculosis. *N. Engl. J. Med.* 321 (1989) 1285-9
- 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
- Miller, A.B., To, T., Baines, C.J., Wall, C.: Canadian National Breast Screening Study-2: 12-year results of a randomized trial in women aged 50-59 years. *J. Natl. Cancer Inst.* 92 (2000) 1490-1499
- Modan, B., Alfandary, E., Chetrit, A., Katz, L.: Increased risk of breast cancer after low dose irradiation. *Lancet* March 15 (1989) 629-631
- Neugut, A.I., Jacobson, J.S.: The limitations of breast cancer screening for first-degree relatives of breast cancer patients. *J. Public Health* 85 (1995) 832-834
- 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
- Panzer, W., Zankl, M.: Die Strahlenexposition des Patienten bei computertomographischen Untersuchungen. *Röntgenpraxis* 46 (1993) 15-18
- Richter, B., Rausch, L.: Abwägung von Nutzen, Kosten und Risiko bei der Mammographie. *Strahlenschutz in Forschung und Praxis XVIII* (1977) 82
- Säbel, M., Aichinger, U., Schulz-Wendtland, R.: Strahlendosis bei der Röntgenmammographie. *Fortschritte Röntgenstrahlen* 173 (2001) 79-91
- Schmitz-Feuerhake, I., Kranefeld, A., Hormann, V.: Das Brustkrebsrisiko durch Mammographie. In Schmitz-Feuerhake, I., Lengfelder, E.: *100 Jahre Röntgen. Ber. Nr. 15-18 des Otto Hug Strahleninstituts, Bremen 1997*, S. 201-206
- Schmitz-Feuerhake, I., Kranefeld, A.: Strahlenbelastung in Deutschland durch Röntgendiagnostik und vermeidbares Risikopotential. In Lison, A.E., Diehl, H.A.: *Medizinische Forschung und Gesundheitswissenschaften in Bremen*. Pabst Science Publishers, Lengerich 2000, S. 267-276
- Schwartz, F.W.: Unnötige Ängste, Schmerzen, Kosten. Der Sachverständigenrat kritisiert gravierende Missstände in der deutschen Brustkrebsvorsorge. *Zeit* Nr. 44, 25. Okt. 2001, S. 34
- Sjönell, G., Ståhle, L.: Mammography screening does not reduce breast cancer mortality. *Läkertidningen* 96 (1999) 904-913

Taubes, G.: The breast-screening brawl. *Science* 275 (1997) 1056-1059

Wang, H., Thoresen, S.O., Tretli, S.: Breast cancer in Norway 1970-1993: a population-based study on incidence, mortality and survival. *Brit. J. Cancer* 77 (1998) 1519-1524

Wright, C.J., Mueller, C.B.: Screening mammography and public health policy: the need for perspective. *Lancet* 346 (1995) 29-32

Wun, L.M., Feuer, E.J., Miller, .B.: Are increases in mammography screening still a valid explanation for trends in breast cancer incidence in the United States? *Cancer Causes Control* 6 (1995) 135-144

Anhang

Brustdosis bei Röntgenuntersuchungen

*) Aufnahmedaten nach Leitlinien der Bundesärztekammer

Erwachsene Frauen

Art der Untersuchung	mGy	Bemerkungen	Referenzen
Thorax a.p. *)	0,35	Errechnet aus gemessener Einfallsdosis am Modell 58 kg, Thoraxdurchmesser 19 cm	Drexler et al. 1993
Thorax lat. *) links (seitlich) linke Brust	0,35	“	“
Thorax p.a. *)	0,042	“	“
Rippen a.p. *)	0,315	“	“
Brustwirbels. a.p. *)	0,299	“	“
Brustwirbels. lat. *)	0,151	“	“
Nieren a.p. *)	0,173	“	“
Mammographie	1,83		Säbel et al. 2001
Computertomographie Thorax	20-40		Panzer, Zankl 1993 John-M. et al. 1998

Mädchen

Art der Untersuchung	mGy	Bemerkungen	Referenzen
7-16 Jahre			
Brustwirbelsäule a.p.	1,0	Mittelwerte bei Messungen an 2 modernen Röntengeräten	Carbonell 2001
Brustwirbelsäule p.a.	0,1		
Computertomographie			Huda et al. 1997
5 Jahre, Thorax	27		
10 Jahre, Thorax	26		
15 Jahre, Thorax	23		

Dosisangaben erfolgen üblicherweise in mSv, für normale Röntgenaufnahmen und Computertomographien gilt 1 mGy = 1 mSv. Bei der Mammographie ist nach Frankenberg et al. (2000) mit einem Faktor 3,4 zu multiplizieren, so dass 1,83 mGy = 6,2 mSv zu setzen ist.

Jeweils 4 cm mehr an Oberkörperdicke erfordern etwa die doppelte Dosis. Bei der Mammographie kann ein höherer Dosisbedarf bei dickerer Brust durch Verwendung höherer Röntgenenergie ausgeglichen werden.

Die Autorinnen und Autoren sind Mitglieder der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

<http://www.gfstrahlenschutz.de>

Dipl.-Ing. **Thomas Dersee**, geb. 1947, ist Journalist in Berlin und Herausgeber der Monatsschrift Strahlentelex.

Dr. med. **Helga Dieckmann**, geb. 1951, MPH, ist Ärztin im Öffentlichen Gesundheitsdienst und lebt in Reppenstedt bei Lüneburg.

Dr. rer. nat. **Wolfgang Köhnlein**, Münster, geb. 1932, Universitätsprofessor i. R., ist Mitglied der Strahlenschutzkommission des Bundesumweltministers und des Wissenschaftlichen Komitees der Vereinten Nationen zur Wirkung von Atomstrahlung (UNSCEAR).

Prof. Dr. med. **Horst Kuni**, geb. 1938, Nuklearmediziner, lehrt am Universitätsklinikum der Philipps-Universität Marburg und ist Ermächtigter Strahlenschutzarzt.

Prof. Dr. med. Dr. h.c. **Edmund Lengfelder**, geb. 1943, lehrt an der Maximiliansuniversität in München am Institut für Strahlenbiologie.

Dr. rer. nat. **Sebastian Pflugbeil**, geb. 1947, ist Medizinphysiker in Berlin und Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz.

Dr. rer. nat. **Inge Schmitz-Feuerhake**, geb. 1935, ist Universitätsprofessorin für Medizinische Physik i.R. und lebt in Bremen.

Seit vielen Jahren mehrten sich in der wissenschaftlichen Forschung die Erkenntnisse, daß ionisierende Strahlung mit einem wesentlich höheren biologischen, also für den Menschen mit einem wesentlich höheren gesundheitlichen Risiko verbunden ist als das bisher angenommen wurde. In den vergangenen hundert Jahren seit Entdeckung der Röntgenstrahlen mußte der Dosiswert, der zunächst als unbedenklich, später dann als unter gesundheitlichen Gesichtspunkten vertretbar angesehen wurde, drastisch herabgesetzt werden. Die Sorglosigkeit und Unkenntnis im Umgang mit ionisierender Strahlung, die weit verbreitete Ignoranz wissenschaftlicher Erkenntnisse hält an. Oft fallen Aspekte des Gesundheitsschutzes wirtschaftlichen Interessen zum Opfer.

Die Gesellschaft für Strahlenschutz wurde 1990 gegründet, weil in den schon länger bestehenden Fachgesellschaften und Verbänden nach Überzeugung der Gründungsmitglieder die heute vorhandenen Erkenntnisse zum Strahlenrisiko und zum Strahlenschutz nicht ausreichend berücksichtigt und umgesetzt werden. Die Gesellschaft für Strahlenschutz ist eine internationale Fachgesellschaft, die satzungsgemäß den Zweck verfolgt, "... den bestmöglichen Schutz des Menschen und der Umwelt vor den schädlichen Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung zu erreichen. Dazu muß der Umgang mit ionisierender und nichtionisierender Strahlung auf der

Grundlage biologischer und medizinischer Erkenntnisse vertretbar sein."

Mit dem Fachjournal **Berichte des Otto Hug Strahleninstituts**, dem offiziellen Organ der Gesellschaft für Strahlenschutz, werden die Mitglieder mit wissenschaftlichen Arbeiten über aktuelle Ergebnisse und Themen der Strahlenforschung und des Strahlenrisikos in den Bereichen Medizin, berufliche Exposition, zivilisatorische Belastung, kerntechnische Unfälle, Epidemiologie u.v.a. unterrichtet. Die praktische Nutzbarkeit der Erkenntnisse ist für viele wichtiger als theoretisierende wissenschaftliche Ableitungen.

Wir laden Sie ein, werden Sie Mitglied! Arbeiten und helfen Sie mit, Erkenntnisse zu Strahlenrisiken und zum Strahlenschutz zu gewinnen und zu verbreiten!

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Dr. Sebastian Pflugbeil, Präsident
Gormannstr. 17, D-10119 Berlin

- Geschäftsstelle -

Parkallee 87, D-28209 Bremen

<http://www.gfstrahlenschutz.de>

Berichte des Otto Hug Strahleninstituts

ISSN 0941-0791

Bisher sind erschienen:

Bericht Nr.1 1989, 45 Seiten, EURO 5,-
**Das Otto Hug Strahleninstitut stellt sich vor
Strahlenschutz in der Bundesrepublik
Deutschland: Das 30-Millirem-Konzept**
Roland Scholz und Edmund Lengfelder
Satzung des Otto Hug Strahleninstitutes

Bericht Nr.2 1990, 43 Seiten, EURO 5,-
**Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik;
die neue Röntgenverordnung**
Heiner von Boetticher
**Die neuen Empfehlungen der Internationalen
Strahlenschutzkommission - Rückschritt im
Strahlen- und Arbeitsschutz**
Mario Schmidt
**Erklärung der BUND-Strahlenkommission
zur Stellungnahme des Ausschusses für
Strahlenschutz der Deutschen Röntgengesell-
schaft**
Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni und Inge
Schmitz-Feuerhake

Bericht Nr.3 1990, 43 Seiten, EURO 5,-
**Medizinische Strahlenbelastung in der Bun-
desrepublik Deutschland - Möglichkeiten der
Dosisreduktion**
Karl-Heinrich Adzersen

Bericht Nr.4 1991, 53 Seiten, EURO 5,-
**Maßnahmen zur Eindämmung des Treib-
hauseffekts. - Empfehlungen der Enquete-
Kommission des Deutschen Bundestages**
Wilfrid Bach
**Warum die Atomenergie das Klimaproblem
nicht lösen kann: Die Energiewirtschaft der
Zukunft muß risikoarm und effizient sein**
Stephan Kohler
**Die Neueste Krebsstatistik der Hiroshima-
/Nagasaki-Überlebenden: Erhöhtes Strahlen-
risiko bei Dosen unterhalb 50 cGy(rad).
Konsequenzen für den Strahlenschutz.**
Wolfgang Köhnlein

Bericht Nr.5 1992, 42 Seiten, EURO 5,-
**Die Bedeutung modifizierender Faktoren für
die Erhebung, Bewertung und Verbreitung
von Untersuchungsergebnissen über die Fol-
gen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl**
Edmund Lengfelder
**6 Jahre nach der Reaktorkatastrophe in
Tschernobyl - Zur aktuellen Situation der
gesundheitlichen und sozialen Folgen in der
GUS: Ganzkörpermessungen**
Edmund Lengfelder, Christine Frenzel, Dieter
Forst

Bericht Nr.6 1993, 45 Seiten, EURO 5,-
**Veränderungen wünschenswert - Über die
Art und Weise, wie Internationale Strahlen-
schutzempfehlungen verfaßt werden**
Karl Z. Morgan
**Biologische Wirkungen elektromagnetischer
niederfrequenter Strahlung**
Ute Boikat
**Strahleninduzierbare Chromosomenschäden:
Einige neuere Hinweise auf schwerwiegende
gesundheitliche Konsequenzen**
John W. Gofman

Bericht Nr.7 1993, 42 Seiten, EURO 5,-
**Zur Strahlenspezifität der angewandten
Biologischen Dosimetrie**
Wolfgang Hoffmann, Inge Schmitz-Feuerhake

Bericht Nr.8-11 1994, 168 Seiten, EURO 32,-
**Niedrige Strahlendosen und Gesundheit der
Arbeitnehmer - Expertise - mit besonderer
Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen in
der Anlage Schacht Konrad**
Horst Kuni

Bericht Nr.12-14 1996, 112 Seiten, EURO 24,-
**Das Äquivalenzdosisprinzip und die Gleich-
berechtigung der Frau**
Zum 60. Geburtstag von
Frau Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake
Horst Kuni
**Möglichkeiten und Grenzen epidemiologi-
scher Studien zur Malignomhäufigkeit im
Nahbereich kerntechnischer Anlagen unter
besonderer Berücksichtigung der Leukämie-
häufung in der niedersächsischen Elbmarsch**
Helga Dieckmann

Bericht Nr. 15-18 1997, 368 Seiten, EURO 49,-
Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
2. Internationale Konferenz, Berlin 1995
**100 Jahre Röntgen:
Medizinische Strahlenbelastung -
Bewertung des Risikos, Proceedings**
Inge Schmitz-Feuerhake,
Edmund Lengfelder (Hrsg.)
40 Beiträge, Dt./Engl., ISBN 3-9805260-0-3

Bericht Nr. 19-20 1998, 88 Seiten, EURO 16,-
CASTOR gefährdet Gesundheit
Horst Kuni
**Gesundheitsgefahren durch radioaktiv
kontaminierte Oberflächen von Brennelementtransportbehältern**
Wolfgang Köhnlein, Wolfgang Neumann, Inge
Schmitz-Feuerhake, Heiko Ziggel

Bericht Nr. 21-22 2000, 120 Seiten, EURO 16,-
**Strahlengefahr für Mensch und Umwelt -
Bewertungen der Anpassung der deutschen
Strahlenschutzverordnung an die Forderungen
der EU-Richtlinie 96/29/Euratom**
Bettina Dannheim, Wolfgang Baumann, Bernd
Franke, Helmut Hirsch, Wolfgang Hoffmann,
Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni, Wolfgang
Neumann, Inge Schmitz-Feuerhake, Angelika
Zahrnt

Bericht Nr. 23 2002, 40 Seiten, EURO 5,-
**Brustkrebsfrüherkennung Ja, Reihen-
untersuchung mit Mammographie Nein!**
Abschied vom Wunschdenken, Nachdenken
über neue Strategien.
Thomas Dersee, Helga Dieckmann, Wolfgang
Köhnlein, Horst Kuni, Edmund Lengfelder,
Sebastian Pflugbeil, Inge Schmitz-Feuerhake

Weitere Veröffentlichungen:

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
1. Internationale Konferenz, Kiel 1992
**Neue Bewertung des Strahlenrisikos
Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit.
Proceedings**
Edmund Lengfelder,
Henning Wendhausen (Hrsg.)
29 Beiträge, 266 Seiten, EURO 34,-
ISBN 3-8208-1224-5

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
2. Jahrestagung, Dresden 1993
**Gesundheitliche Risiken und Folgen des
Uranbergbaues in Thüringen und Sachsen
Proceedings**
Edmund Lengfelder, Sebastian Pflugbeil,
Wolfgang Köhnlein (Hrsg.)
18 Beiträge, 183 Seiten, 2 Karten, EURO 34,-
ISBN 3-8208-1259-8

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
2. Internationale Konferenz, Berlin 1995
**100 Jahre Röntgen:
Medizinische Strahlenbelastung –
Bewertung des Risikos. Proceedings**
Inge Schmitz-Feuerhake,
Edmund Lengfelder (Hrsg.)
40 Beiträge, 368 Seiten, Dt./Engl., EURO 49,-
ISBN 3-9805260-0-3

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
International Workshop, Portsmouth 1996
**Radiation Exposures by Nuclear Facilities -
Evidence of the Impact on Health.
Proceedings**
Inge Schmitz-Feuerhake,
Michael Schmidt (eds.)
48 Beiträge, 400 Seiten, Engl., EURO 49,-
ISBN 3-9805260-1-1

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
Internationaler Kongress, Münster 1998
**Die Wirkung niedriger Strahlendosen - im
Kindes- und Jugendalter, in der Medizin,
Umwelt und Technik, am Arbeitsplatz.
Proceedings**
Wolfgang Köhnlein (Hrsg.)
44 Beiträge, 448 Seiten, Dt./Engl., EURO 49,-
ISBN 3-9805260-2-X

Bezug:

Der Bezug der Otto Hug Berichte ist für die
Mitglieder der Gesellschaft für Strahlen-
schutz e.V. im Mitgliedsbeitrag von derzeit
EURO 96,- pro Jahr inbegriffen.
Bestellungen und Beitrittswünsche bitte an
die Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.
- Geschäftsstelle -
Parkallee 87, D-28209 Bremen
<http://www.gfstrahlenschutz.de>