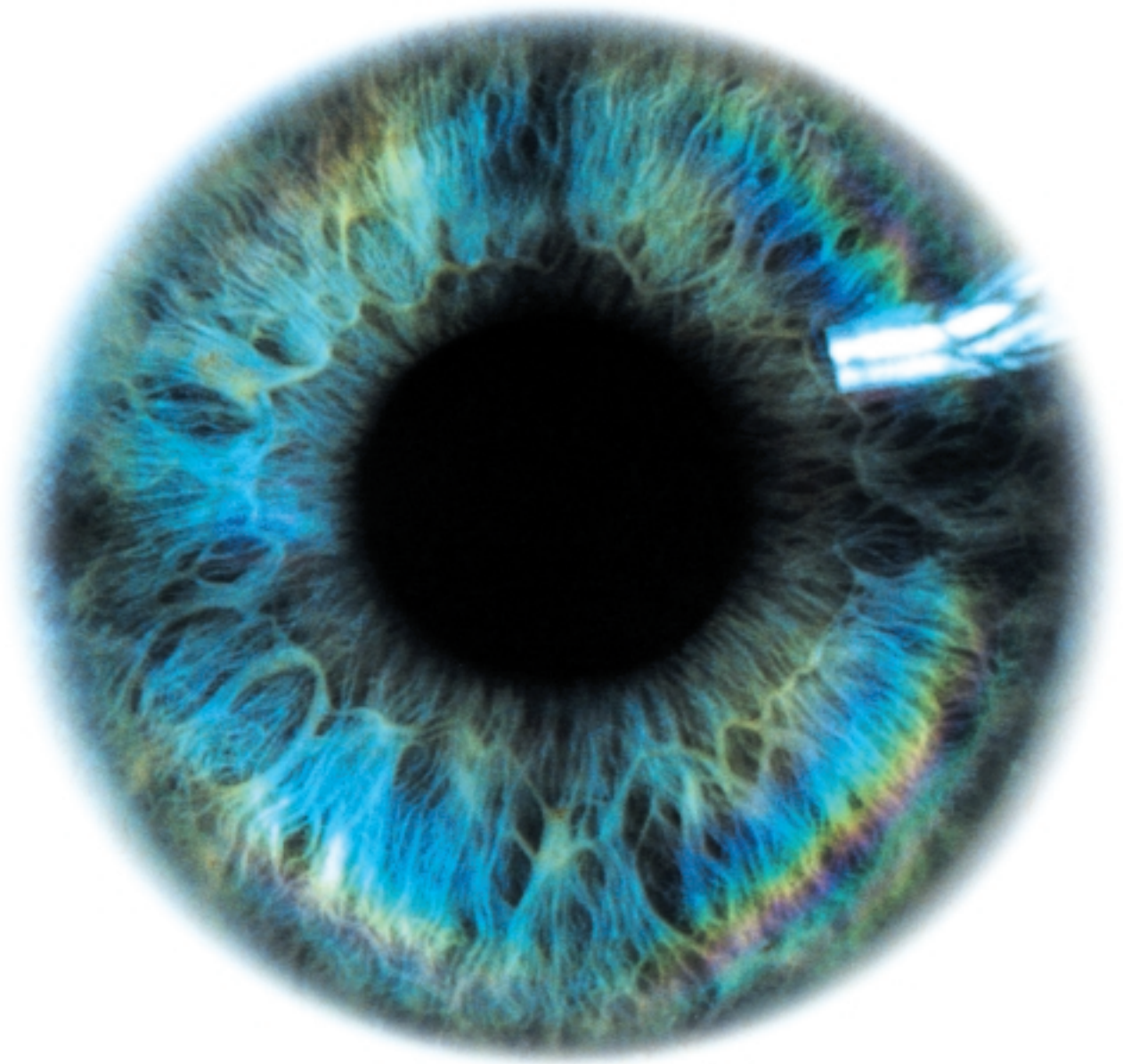




einblick

Zeitschrift des Deutschen Krebsforschungszentrums
4/2002



Neue Strategien bei Kehlkopfkrebs
Biostatistik in der Krebsforschung
Altlast Asbest

Titel: Wer gesunde Augen hat, kann von Glück sagen. Kinder, die an seltenen Tumoren der Netzhaut erkranken, verlieren ihr Augenlicht. Neue Therapieansätze zeigen erste Erfolge, die die Sehfähigkeit der Kinder erhalten.

Editorial

Mit dieser Ausgabe von „einblick“ endet die konzeptionelle, redaktionelle und organisatorische Verantwortung für die Zeitschrift, die ich bisher getragen habe. Vor 16 Jahren haben wir uns unter Hinzuziehung eines kleinen Kreises von damaligen Praktikanten und freien Journalisten in der Presseabteilung das Konzept einer Zeitschrift des Deutschen Krebsforschungszentrums ausgedacht, im darauffolgenden Jahr wurde es verwirklicht.

Das Ziel war und ist immer noch, interessierten Bürgern in verständlicher, anschaulicher Sprache einen Blick hinter die Kulissen eines Forschungszentrums zu gewähren, einen Überblick über die Rahmenbedingungen, die Mühen und Freuden der Krebsforschung zu geben, Sie bekannt zu machen mit den Menschen, die diese Forschung betreiben, mit ihren Motiven, ihren Zielen und ihren Erfolgen und gleichzeitig eine kontinuierliche Berichterstattung über neueste Ergebnisse der Krebsforschung nicht nur aus dem Zentrum, sondern auch aus Kliniken, aus der psychoonkologischen Forschung und Praxis und vieler neuer Initiativen und Hilfen für Krebskranke in Deutschland und im Ausland zu vermitteln. „einblick“ hat in all diesen Jahren ein Gesicht gewonnen, das auch dem Grafiker zu verdanken ist.

Die Zeitschrift hat dazu gedient, viele Praktikanten – Biologen, Chemiker, Psychologen, Mediziner u. a. – in die Kunst und das Handwerk, ein Heft zu machen, einzuführen. Manche dieser Praktikanten haben später Funktionen in der Redaktion übernommen oder unterstützen die Aktualität und Lebendigkeit der Berichterstattung nach wie vor durch Beiträge als freie Mitarbeiter. Das redaktionelle Konzept beruht insbesondere darauf, dass freie Journalisten mit dem ihnen eigenen „Blick von Außen“ für das Heft recherchieren und schreiben

und auch an der inhaltlichen Ausrichtung und Planung mitarbeiten – neben der Redaktion in der Presseabteilung, die aus zwei Redakteuren und mir besteht.

Grundsatz ist, in jedem Heft einen Originalartikel, in der Regel eines Krebsforschers oder -Klinikers, zu veröffentlichen. Das ist in dieser Ausgabe der Beitrag über die Sicherung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln. In der Reihe der Abteilungsportraits schildern wir dieses Mal, welche Rolle die Mathematik und die Statistik für eine seriöse Krebsforschung spielen. Die Forschungsneugigkeiten beziehen sich auf einen neuentwickelten Test, der die Schädigung der Erbsubstanz sichtbar machen kann, auf einen Bericht über die Behandlung eines bösartigen Augentumors von Kindern, dem Retinoblastom, und einen Artikel über eine neuartige Strahlentherapie bei Kehlkopfkrebs. Für Krebspatienten, die neue Kontakte zu Experten und zu ebenfalls Betroffenen suchen, steht seit kurzem die Internetseite www.krebsgemeinschaft.de zur Verfügung, die wir vorstellen. An ihr ist das Deutsche Krebsforschungszentrum mit dem Krebsinformationsdienst beteiligt.

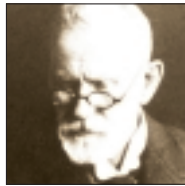
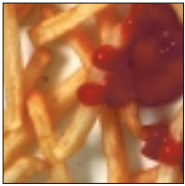
Ab dem kommenden Jahr wird Dr. Julia Rautenstrauch für „einblick“ verantwortlich sein. Ich verabschiede mich von den Lesern der Zeitschrift und von den vielen Autoren, die uns in unserem Bestreben, Krebsforschung transparent zu machen, unterstützt haben, mit den besten Wünschen für das Jahr 2003.

*Hwe
Ulrike Naumann*

Inhalt

2 Die mathematische Dimension der Forschung

Die Zentrale Einrichtung Biostatistik ist das Bindeglied zwischen Planung und Praxis im Krebsforschungszentrum



6 Die Lebensmitteldetektive

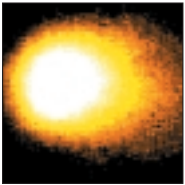
Ernährungsexperten überwachen die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln

10 Umweltverträgliche Verbände

Wie die Wundbehandlung von Ergebnissen der Tumorforschung profitiert

12 Die Erben Paul Ehrlichs

Paul-Ehrlich-Institut: Forschungslabor und Zulassungsbehörde unter einem Dach

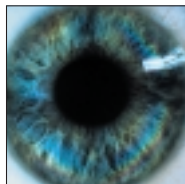


15 Der Schweif des Kometen

Was die Reparaturfähigkeit von Erbgutschäden über das Krebsrisiko aussagt

18 Faser mit Zeitzünder

Altlast Asbest gibt der Forschung immer noch Rätsel auf



20 Im richtigen Augenblick

In der Erprobungsphase: Gentherapie gegen Augentumoren von Kindern

22 Krebsnester

Forscher überprüfen Hypothesen für Leukämie-Häufungen in der Nähe von Atomanlagen



24 Make-up für die Seele

Schminkkurse unterstützen das Selbstwertgefühl krebserkrankter Frauen

26 Frauen: eine Wissenschaft für sich

Geschlechtsspezifische Unterschiede werden bei der Arzneimittelforschung häufig vernachlässigt

29 Rettungsstrategie für den Kehlkopf

Neue Ansätze in der Krebsbehandlung

32 Magazin

36 Impressum

37 Glosse

Die mathematische Dimension der Forschung

Die Zentrale Einrichtung Biostatistik ist das Bindeglied zwischen Planung und Praxis im Krebsforschungszentrum

„Die medizinische Statistik wird unser Richtsicht sein“, konstatierte der Forscher Rudolf Virchow 1849 in seinen Ausführungen zur öffentlichen Gesundheit, nachdem er im Jahr zuvor die Menschen in Oberschlesien an Hungertyphus hatte sterben sehen. Dem jungen Arzt der Berliner Charité war klar, dass er mit genauer Beobachtung, Berechnung und Analyse würde belegen können, dass Todesfälle mit der sozialen Schicht und dem Einkommen in Zusammenhang stehen.

Fragt man die Mitarbeiter der Zentralen Einrichtung Biostatistik im Deutschen Krebsforschungszentrum, ob ihrem Fachgebiet die vor mehr als 150 Jahren geforderte Anerkennung inzwischen zu Teil wird, reicht die Reaktion vom versteckten Schmunzeln bis zum breiten Grinsen: „Wir sind schon die, die Wissenschaftlern und Ärzten gelegentlich ihre schönen Studien kaputt machen“, beschreibt einer der Mathematiker mit Augenzwinkern ein gängiges Vorurteil, das die Biostatistik heute treffen kann. Wer dieses Vorurteil teilt, übersieht die Bedeutung der Einheit für das Krebsforschungszentrum. Die Biostatistik ist wichtiges Bindeglied zwischen methodisch-theoretischen Fächern und Disziplinen, die Krebsforschung in die Praxis umsetzen. Die Aufgaben der Zentralen Einrichtung liegen in Beratung und Forschung auf dem Gebiet biostatistischer Methoden und ihrer Anwendung in der Krebsforschung. Ziel ist, durch Einsatz und Weiterentwicklung biometrischer – darunter versteht man die Anwendung mathematischer Methoden bei der Planung und Auswertung von Versuchen - und statistischer Verfahren in der experimentellen und klinischen Krebsforschung einen Beitrag zur Verhütung, Entdeckung und Behandlung von Krebskrankheiten zu leisten.

Deshalb ist es gar nicht so selten, dass ein Wissenschaftler bei Dr. Lutz Edler, dem Leiter der Zentralen Einrichtung, hereinschaut und sich bedankt, dass dieser ihn bei der Auswertung seiner Laboraten beraten hat. Dass seine Veröffentlichung in einer renommierten Fachzeitschrift angenommen wurde, ist nicht zuletzt der Zusammenarbeit mit der Zentralen Einrichtung zu verdanken.

Den Kollegen aus dem Krebsforschungszentrum sei aber auch bewusst, dass die saubere Anwendung biometrischer Methoden und moderner Möglichkeiten der Biostatistik bei der Versuchsplanung das Leben vieler Labortiere retten kann. Mit der Beratung vor und während der Durchführung von Tierversuchen ist die Kapazität der Mathematiker, Statistiker und der Mitarbeiter in Dokumentation und Programmierungsanwendung allerdings längst nicht ausgeschöpft. Moderne klinische Studien müssen zum Schutz der Patienten heute sehr hohen Anforderungen genügen. Ohne Hilfe der Biostatistiker sind Planung und Auswertung kaum zu bewältigen. Das „Handwerkszeug“ der Biometrie muss zudem nicht nur für die klinische Forschung, sondern auch für neue Herausforderungen wie die Genomforschung weiterentwickelt werden. Im „Statistischen Labor“ gehört die mathematisch-statistische Grundlagenforschung ebenso wie die Software-Entwicklung zur Tagesordnung. Dabei werden die Biostatistiker durch komplexe Datenmengen aus Genom- und Proteomforschung gefordert – dieser Aufgabe stellt sich auch Dr. Carina Ittrich im Rahmen eines Projektes des Bundesforschungsministeriums. Biologen, (Bio-) Chemiker oder Mediziner sind sich manchmal nicht bewusst, dass hinter fast jeder Hypothese in der Krebsforschung ein mathematisch-statistisch fassbares Modell steht. Erste Aufschlüsse über die Anzahl genetischer Schäden, die auftreten müssen, bevor Krebs entsteht, kommen auch von den Biostatistikern, lange bevor im biologischen Experiment die geschädigten Gene identifiziert werden.

Die Biostatistiker beurteilen mit mathematischen Methoden die Studien zur Wirksamkeit so genannter unkonventioneller Therapieansätze – unter anderem von Mistelbehandlungen bei Krebs.



Mathematiker und Statistiker gab es im Deutschen Krebsforschungszentrum von Anfang an. Hervorgegangen ist die heutige Biostatistik aus der 1965 gegründeten Arbeitsgruppe „Versuchsplanung“, damals angesiedelt im „Institut für Dokumentation, Information und Statistik“, entsprechend der veränderten Anforderungen der Forschung später im „Institut für Epidemiologie und Biometrie“. 1991 entstand unter der Leitung von Lutz Edler die „Zentrale Einrichtung Biostatistik“, mit einem breiten Dienstleistungsangebot für das Zentrum. Als die Bildung des Forschungsschwerpunkts Genomforschung und Bioinformatik Mitte der Neunziger Jahre eine Neugruppierung vieler Abteilungen und Arbeitsgruppen ermöglichte, zogen Edler und seine Mitarbeiter um, ohne ihre Beratungsfunktion für das ganze Zentrum zu verlieren. Zuvor wechselten Mitarbeiter aus der Abteilung „Mathematische Modelle“ in Edlers Team, wodurch sich das Aufgabenspektrum der Biostatistiker erweiterte.

Welche Gewichtung hat die Mathematik, welche die Krebsforschung für die Mitarbeiter? Über den Teller- rand des eigenen Fachgebiets auf den Zweck der Arbeit zu schauen, ist dem ganzen Team wichtig, Interdisziplinarität ist Trumpf. Wahrscheinlichkeitsrechnung, Stochastik, Biometrie oder Statistik sind für sie nicht themengebunden und über die Grenzen biologischer, medizinischer oder sozial- medizinischer Fragen hinaus wichtig. Dies war für Edler schon bei der Wahl des Studienfachs Mathematik maßgebend, in der er eine Entscheidung für die Naturwissenschaften an sich sieht. Beim Einstellungsgespräch, so berichtet er lächelnd, hatte man ihn dann mit der Frage konfrontiert: „Können Sie mit Ärzten reden?“

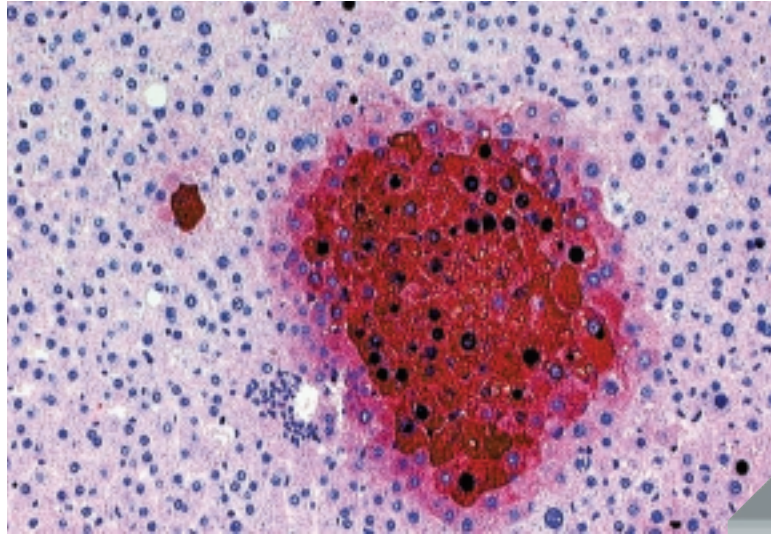
Auch Dr. Annette Kopp-Schneider schwankte schon während der Schulzeit zwischen Medizin- und Mathematikstudium und entschied sich schließlich für die Zahlen, heute meint sie aber: „Hier ins

Krebsforschungszentrum bin ich nicht aus Versehen geraten.“ Sie befasst sich mit Modellen, doch nie der reinen Theorie zuliebe. Besonders fasziniert die Privatdozentin, wie Krebs in einer einzelnen Zelle entsteht, wie diese Zelle sich nach einer Reihe von Mutationen teilt und im Zellverband schließlich ein Tumor heranwächst. Sie hat unter anderem gemeinsam mit ihren Kolleginnen Modelle der Krebsentstehung entwickelt, die den Vergleich von biologischen Arbeitshypothesen mit den tatsächlich im Tierversuch erzielten Ergebnissen ermöglichen. Wichtig sind diese Methoden zum Beispiel dann, wenn es um die Risikoberechnung von möglicherweise Krebs erzeugenden Substanzen geht. Aus Tiermodellen, die zum Beispiel zeigen sollen, wie sich in der Leber von Ratten Krebsvorstufen bilden, lassen sich wichtige Informationen über die Krebsentstehung ableiten. Dabei berücksichtigt Kopp-Schneiders Team nicht nur Anzahl und Größe der Zellveränderungen in der Leber, sondern berechnet mit Hilfe mathematischer Modelle, wie sich Leberkrebsherde, die man auf dünnen Organ- schnitten erkennt, räumlich im gesamten Organ verteilen. Ohne moderne Computer wären Berechnungen dieser Größenordnung nicht denkbar. Das Beispiel der Krebsentstehung zeigt, wie die Biostatistik auch die Bereitstellung von Ressourcen für die Krebsforschung mitbestimmt hat, angefangen bei den ersten Großrechnern im Deutschen Krebsforschungszentrum: „Früher gab es keine vernünftige Software, mit der Forscher zum Beispiel das Wachstum von Zellen simulieren konnten“, so Dr. Werner Rittgen, der sich noch heute viel mit Hard- und Software für biostatistische Fragen befasst. Noch auf dem Großrechner des Deutschen Krebsforschungszentrums beheimatet, leistete das in der Abteilung Biostatistik entwickelte Programm ADAM gute Dienste bei der Planung und Auswertung vieler Studien. Seit Beginn des PC-Zeitalters stehen zwar immer mehr kommerzielle Statistik-Programme zur Verfügung, doch die Biostatistiker des Zentrums entschieden sich, den „alten ADAM“ nicht sterben zu lassen. Rittgen kennt dessen „Eingeweide“ so gut, dass er das Programm heute noch problemlos auf die Nutzerbedürfnisse anpassen kann, etwa auf Studien, bei deren Planung und Auswertung er mitwirkt.

Den Hang zur Praxis statt zur theoretischen Mathematik hat Axel Benner in der Abteilung am intensivsten ausgelebt. Dr. Iris Burkholder und er sind die einzig „echten“ Statistiker im Team, die das

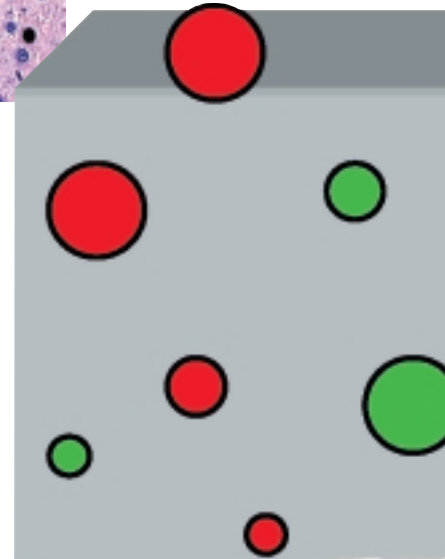
Fach Statistik in Darmstadt studierten. Benner konnte sich nie vorstellen, dass ihn eine Frage ohne konkreten Hintergrund allein aufgrund der Theorie interessieren würde. Heute beschäftigt er sich unter anderem mit Verfahren, mit denen sich die Zahl der Versuchstiere, die für ein Forschungsprojekt notwendig sind, berechnen lassen, sowie mit Überlebensstatistiken, die für die Bewertung des langfristigen Erfolgs klinischer Studien besonders wichtig sind.

„Geht es den Menschen wirklich besser oder übersehen wir möglicherweise etwas, was ihnen schadet?“, fragt sich Lothar Pilz, der an der Planung klinischer Studien ebenfalls intensiv beteiligt ist. Statt der reinen Überlebenszeit der Patienten definiert man heute oft klinische Ziele, die den Faktor Lebensqualität mit einbeziehen und Aspekte wie



Zahlen sind die Welt der Biostatistiker des Krebsforschungszentrums (unten). Bild oben: In einem Schnitt durch die Leber werden Krebsvorstufen, so genannte Leberherde, rot angefärbt. Daraus berechnen die Mathematiker ein räumliches Modell (mittleres Bild) der Leberherde, das ihnen grundlegende Informationen über Entstehung und Verlauf der Krebserkrankung liefert.

Schmerzen beziehungsweise Beschwerdefreiheit berücksichtigen. Die Biostatistiker begleiten neue Methoden in der Krebsforschung häufig vom Labor bis in die Klinik. Edler und seine Mitarbeiter sind nicht selten die einzigen Vertreter des Deutschen Krebs-



forschungszentrums bei großen Projekten mit Kliniken oder Fachorganisationen, während sich ihre Kollegen im Labor längst wieder Fragen der Grundlagenforschung zugewandt haben. So haben die Biostatistiker in einem internationalen Team für ein Projekt der Europäischen Union statistische Verfahren entwickelt, die bei der Risikobeurteilung von Substanzen in Nahrungsmitteln eingesetzt werden. Darüber hinaus sind sie in weiteren deutschen und internationalen Fachgremien und Gesellschaften vertreten und an der Weiterentwicklung ihrer Disziplin beteiligt.

Die Rolle, die das Krebsforschungszentrum als anerkannte wissenschaftliche Institution spielt, ist den Mitarbeitern nicht zuletzt auch aus ethischen Gründen wichtig: „Studien werden immer auch Experimente an Erkrankten bleiben – persönliche, zum Beispiel durch Mitleid oder auch Forscherehrgeiz gefärbte Entscheidungen dürfen daher nie eine Rolle spielen. Unsere Aufgabe sehe ich darin, hier die notwendige Neutralität hineinzubringen“, so Lothar Pilz.

Unkonventionelle Methoden in der Krebstherapie sind ebenso wie Medizin- und Wissen-

schaftsskandale Themen, die die Statistiker gerade wegen dieser Neutralität fast zwangsläufig beschäftigen und ihnen gelegentlich auch viel Arbeit bescherten. In diesem Zusammenhang hat sich Edler zum Spezialisten für die Bewertung vorliegender Daten zur Misteltherapie bei Krebs entwickelt. „Dazu kann man zurzeit objektiv nur feststellen, dass kein ausreichender medizinischer Nachweis der Wirksamkeit von Mistelbehandlungen vorliegt“, fasst er die bisher vorliegenden Studienergebnisse zusammen. In eine andere Richtung zielt seine Mitautorenschaft für eine internationale Gemeinschaftspublikation zur Rolle der Biostatistik als Instrument zur Verhütung von Betrugsfällen bei klinischen Studien. Lutz Edler: „Studien richtig zu fälschen, ist ziemlich schwer.“ Der Abteilungsleiter kommt deshalb zu dem Schluss, dass die Versuchung, aus persönlichem Interesse oder auch aus ganz hehren Motiven an der Datenschraube zu drehen, für Wissenschaftler zwar immer da ist, es jedoch echte kriminelle Energie braucht, um den entsprechenden Schritt auch zu gehen. Und die will er nur den allerwenigsten Kollegen unterstellen.

Birgit Hiller



Die Lebensmitteldetektive

Ernährungsexperten überwachen die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln

Die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln steht mehr denn je im Blickpunkt öffentlichen Interesses. Meldungen wie jene über das Vorkommen von Acrylamid in stark erhitzten, stärkehaltigen Lebensmitteln wie etwa Kartoffelchips, Pommes frites, Cornflakes oder auch manche Brotsorten, verunsichern die Verbraucher. Wie kommt es, dass Ernährungsexperten und Toxikologen trotzdem behaupten, die Qualität unserer Lebensmittel sei heute besser denn je?

Der Arzt Paracelsus hat bereits im Jahr 1583 erkannt: „Alle ding sind giftig und nichts ohn giftig. Allein die dosis macht, das ein ding kein giftig ist.“ Die Erkenntnis, dass die giftige (toxische) Wirkung eines Stoffes von der aufgenommenen Dosis abhängt, ist bis heute Grundlage der Sicherheitsbewertung von Lebensmitteln, die sich seit den Sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts auf das Konzept der „Duldbaren täglichen Aufnahmemenge“, englisch: „Acceptable Daily Intake (ADI)“, gründet.

Wer wacht eigentlich über die Unbedenklichkeit dessen, was vor uns Verbrauchern täglich auf dem Teller liegt? National und international bewerten Gremien, in denen unter anderem Ernährungswissenschaftler, Toxikologen, Lebensmittelchemiker und -technologien sitzen, Risiken, die von Lebensmittelinhaltsstoffen ausgehen können. Auf internationaler Ebene ist dies zum Beispiel Aufgabe des Expertengremiums der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Lebensmittelzusatzstoffe „Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA)“. In der Europäischen Union erfüllt der wissenschaftliche Lebensmittelausschuss „Scientific Committee on Food (SCF)“ der europäischen Kommission diese Aufgabe. Geplant ist, dass sich in Europa zukünftig eine unabhängige „European Food Safety Authority“ ausschließlich mit der wissenschaftlichen Risikobewertung von Lebensmitteln beschäftigt. Als entsprechende Institution in Deutschland fungiert seit dem 1. November 2002 das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) mit Sitz in Berlin. Bereits vor dem BfR nahm das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), Braunschweig, seine Arbeit auf. Dessen Zuständigkeitsbereich erstreckt sich auf die Zulas-

sung von Lebensmitteln, vor allem aber ist das BVL für Risikomanagement zuständig – wenn es zum Beispiel gilt, rasche Maßnahmen im Sinne des präventiven Verbraucherschutzes zu veranlassen, wenn Schadstoffkonzentrationen in Lebensmitteln gesundheitlich bedenkliche Werte erreichen oder die gesundheitliche Unbedenklichkeit eines Lebensmittels nicht zweifelsfrei gesichert ist. Dazu gehört auch die Information der Öffentlichkeit. Beide Institutionen ersetzen das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV), unter dessen Dach diese Aufgaben bisher gebündelt waren.

In Fragen der Lebensmittelsicherheit berät auch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Bundesregierung, Behörden und Parlamente. Die DFG setzt dazu Senatskommissionen ein, die mit wissenschaftlichen Fachleuten besetzt sind.

In Fragen der Lebensmittelsicherheit berät die Senatskommission zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln die Behörden. Dabei diskutiert die Kommission als unabhängiges wissenschaftliches Expertengremium nicht nur Anfragen der Bundesregierung, sondern greift selbständig relevante Themen der Lebensmittelsicherheit auf.


Die Wissenschaftler der genannten Behörden und Gremien bewerten vorliegende Studien zu Lebensmitteln und -inhaltsstoffen und zeigen Wissenslücken und Forschungsbedarf für eine Sicherheitsbewertung auf. Die Experten stützen sich dabei unter anderem auf Tierstudien, in denen toxikologisch relevante Mengen von Lebensmittelinhaltsstoffen ermittelt werden. Tierversuche bilden nach wie vor das wesentliche Standbein

moderner Sicherheitsbewertung von Lebensmitteln. Den Tieren – meist Nagern – werden die betreffenden Stoffe in unterschiedlichen Mengen über den Zeitraum weniger Wochen oder über deren gesamte Lebenszeit verabreicht, um Einflüsse auf allgemeine toxikologische Größen wie Körpergewicht, Blutbild und Stoffwechsel, aber auch spezifische Wirkungen, beispielsweise auf die Erbsubstanz oder Fortpflanzungsfähigkeit sowie fruchtschädigende Effekte, zu erfassen. Aus diesen Tierstudien soll die höchste Dosis ohne nachteilige Wirkung, das „No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)“, ermittelt werden. Ergänzt

Gesundheitsrisiko birgt. Um daraus duldbare Konzentrationen eines Stoffes in Lebensmitteln ableiten zu können, müssen die mittleren täglichen Verzehrmen gen der Lebensmittel, die diesen Stoff enthalten können, berücksichtigt werden. In Lebensmitteln, die normalerweise selten und in geringen Mengen verzehrt werden, können daher meist höhere Stoffkonzentrationen geduldet werden als in Hauptnahrungsmitteln wie etwa Getreide. Die duldbare Konzentration im Lebensmittel kann als Grundlage zur Festsetzung von rechtsverbindlichen Höchstmengen herangezogen werden. Deutlich niedrigere Grenzwerte können jedoch gefordert werden, wenn diese mit zumutbarem Aufwand technisch oder durch gute landwirtschaftliche Praxis einhaltbar sind. Somit weisen gesetzlich festgelegte Höchstmengen stets einen ausreichend großen Sicherheitsabstand zu gesundheitlich bedenklichen Konzentrationen auf. Überschreitungen von Höchstmengen unerwünschter Stoffe in Lebensmitteln haben daher in der Vergangenheit in den seltensten Fällen nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit gehabt. Bei Krebs erzeugenden Stoffen mit erbgutschädigendem Potenzial, wie etwa den Stoffwechselprodukten von bestimmten Schimmelpilzen, den Aflatoxinen, ist das ADI-Konzept in der Regel nicht anwendbar. Es kann keine Dosis ohne Wirkung definiert werden, denn bereits ein einziges Stoffteilchen könnte das Erbgut schädigen. Da für viele Stoffe jedoch eine gänzliche Eliminierung auch bei guter Herstellungs- oder landwirtschaftlicher Praxis mit modernsten Produktionsverfahren nicht erreicht werden kann, gilt hier das Minimierungsprinzip: Die Belastung des Verbrauchers muss so weit wie möglich herabgesetzt werden.

werden diese Untersuchungen – vor allem im Hinblick auf die Mechanismen toxischer Wirkungen – durch „in vitro“-Studien, also Untersuchungen, die zum Beispiel an lebenden, in Kultur gehaltenen Zellen vorgenommen werden.

Die Bewertung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln muss unterschiedliche Gruppen von Stoffen umfassen. Lebensmittelzusatzstoffe, wie Farbstoffe, Konservierungsstoffe und Süßstoffe, die Lebensmitteln zur Erzielung besonderer Eigenschaften zugesetzt werden, unterliegen einem Zulassungsverfahren. Sie zählen zu den am besten untersuchten Lebensmittelinhaltsstoffen überhaupt. Ihre Verwendung ist im Rahmen der Zulassung gesundheitlich unbedenklich. Eine weitere Gruppe umfasst Stoffe, die beispielsweise bei der Primärproduktion pflanzlicher und tierischer Lebensmittel eingesetzt werden und von denen Rückstände in Lebensmitteln verbleiben können. Beispiele sind Pflanzenschutz- oder Tierarzneimittel. Auch diese Substanzen müssen vor ihrer



Beim Erhitzen stärkehaltiger Lebensmittel, wie beispielsweise von Chips und Pommes Frites, entsteht Acrylamid, das im Verdacht steht, Krebs auszulösen.

Zulassung umfassend toxikologisch geprüft werden. Eine weitere bedeutende Stoffgruppe kann bei Herstellungsprozessen in Lebensmittel gelangen oder in Lebensmitteln gebildet werden, wie heterozyklische aromatische Amine, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Nitrosamine oder – wie erst seit kurzem bekannt ist – Acrylamid. Für die Minimierung vieler dieser Stoffe konnten inzwischen vielfach geeignete technische Maßnahmen entwickelt werden, so zum Beispiel im Fall der Krebs erzeugenden heterozyklischen aromatischen Amine oder Nitrosamine.

Über die Entstehung von Acrylamid in hocherhitzten stärkehaltigen Lebensmitteln, insbesondere Kartoffelchips und Pommes Frites, berichteten schwedische Forscher im April 2002. Acrylamid ist – zumindest in hohen Dosen – im Tierversuch Krebs erzeugend. Darüber, wie Acrylamid in Lebensmitteln gebildet wird, wusste man zunächst wenig. Kürzlich haben Wissenschaftler vom Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart zeitgleich mit anderen Forschergruppen gezeigt, dass Acrylamid beim Erhitzen aus Asparagin, einem Proteinbaustein, gebildet wird. Wesentlichen Einfluss auf das Ausmaß der Acrylamidbildung scheint dabei neben der Erhitzungstemperatur auch die Zusammensetzung des Lebensmittels, unter anderem das Vorhandensein bestimmter Zucker, zu haben. Einfaches Kochen von Kartoffeln führt nach dem heutigen Stand der Erkenntnisse nicht zur Acrylamidbildung.

Derzeit muss Acrylamid als erbgutschädigender Stoff eingestuft und nach dem Minimierungsprinzip bewertet werden. Die Beantwortung der Frage, welche toxikologische Bedeutung die in Lebensmitteln gefundenen Acrylamidgehalte haben, wird Aufgabe zukünftiger Forschung sein. Als eine der ersten Maßnahmen zur Reduzierung der Acrylamidgehalte in Lebensmitteln haben das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit unter Einbindung der betroffenen Nahrungsmittelproduzenten ein „dynamisches Minimierungskonzept“ erarbeitet, das eine rasche Ermittlung der am höchsten belasteten Produktgruppen beinhaltet. Ziel ist es, auf dieser Basis die Herstellungsprozesse umzustellen und damit schnell die Acrylamidgehalte zu senken.

Lebensmittel können jedoch nicht nur fremde – durch den Einfluss des Menschen auftretende – potenziell toxische Substanzen enthalten, sondern auch eine Reihe natürlicher Stoffe, die ein Gesundheitsrisiko bergen. Zu nennen sind hier unter anderem von Pflanzen zur Abwehr und zum Schutz produzierte Stoffe, die giftig sind, wie zum Beispiel verschiedene Alkaloide. Andere Naturstoffe können sich – im Übermaß genossen – bei empfindlichen Personen ebenfalls nachteilig auf die Gesundheit auswirken. Beispiele dafür sind das

Blutdruck steigernde Glyzyrrhizin aus Süßholzwurzeln, das Lakritzwaren wesentlich ihr Aroma verleiht, oder aus Hanfsamen gepresste Öle, die reich an Tetrahydrocannabinol sind – der Stoff, der für die Rauschwirkung von Haschisch und Marihuana verantwortlich ist. Fremdstoffe und natürliche Stoffe in Lebensmitteln müssen daher bei der Sicherheitsbewertung gleichermaßen berücksichtigt werden.

Eine neue Herausforderung für die Sicherheitsbewerter stellen Funktionelle Lebensmittel dar, also Lebensmittel, die einen über die übliche Ernährung hinausgehenden Gesundheitsnutzen versprechen. Beispiele dafür sind der LC1-Joghurt, der sich günstig auf die Darmflora auswirken soll, oder mit Phytosterolester angereicherte Brotaufstriche, die den Cholesterinspiegel senken sollen. Bei diesen Lebensmitteln haben sich die Diskussionen bisher im wesentlichen auf die gesundheitsfördernden Wirkungen konzentriert, aber auch Aspekte der Sicherheitsbewertung sind zu berücksichtigen. Die Sicherheit von Neuentwicklungen im Lebensmittelbereich wird die Wissenschaft daher zukünftig stärker beschäftigen.

*Matthias Baum und
Sabine Guth*

*Die Autoren sind Mitarbeiter der
Fachrichtung Lebensmittelchemie
und Umwelttoxikologie der Universität
Kaiserslautern und Mitarbeiter im wissenschaftlichen Sekretariat der Senatskommission zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft*

Umweltverträgliche Verbände

Wie die Wundbehandlung von Ergebnissen der Tumorforschung profitiert

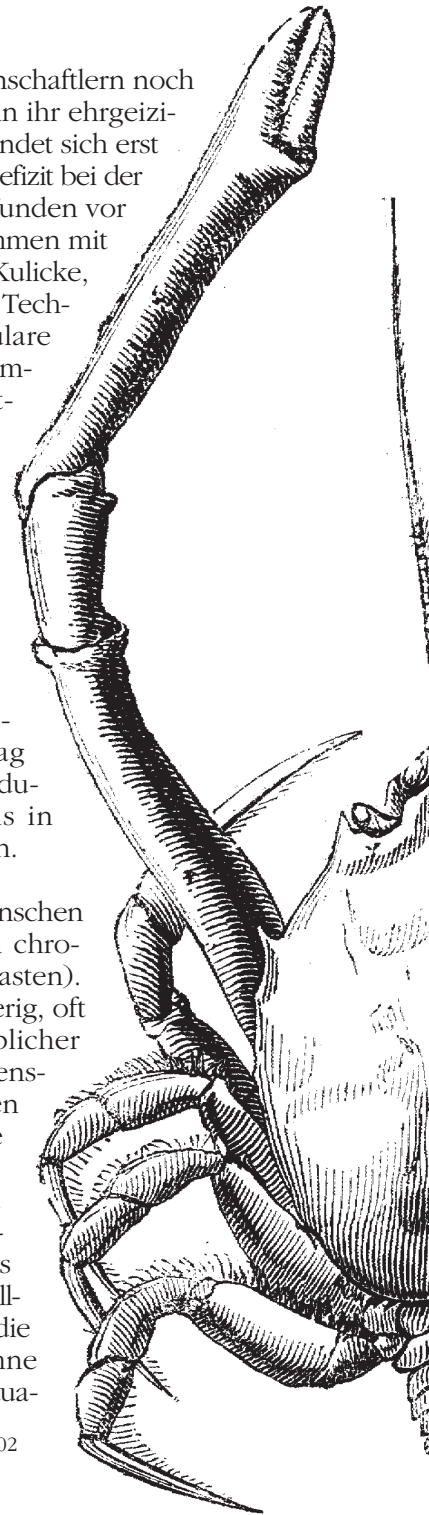
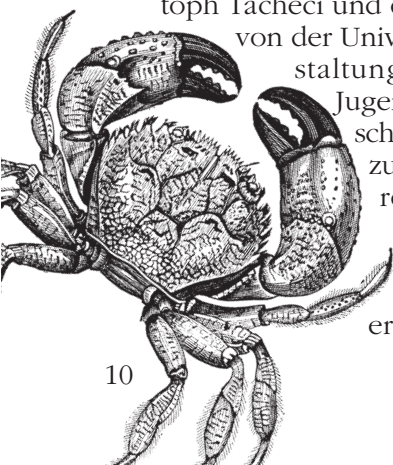
„Wir hatten ganz schön Muffensausen“, gestand Dagmar Steinhagen, Lehrerin des Ernst-Abbe-Gymnasiums in Eisenach. „Schließlich wollten wir uns doch nicht blamieren.“ Zusammen mit 22 Schülerinnen und Schülern ihrer Deutschklasse besuchte sie im September das Deutsche Krebsforschungszentrum, um sich über umweltverträgliche Wundaufgaben zu informieren. Der Besuch ist Teil des Projekts „Jugend recherchiert Umwelt – 100 Schulen im Dialog.“ Das Institut zur Objektivierung von Lern- und Prüfungsverfahren (IZOP) hatte dazu 50 Partnerschaften zwischen Schulen in Ost- und Westdeutschland organisiert. Die Projektgruppen sollten sich gegenseitig besuchen und während ihres Aufenthalts ein Umweltthema recherchieren, das sie anschließend auf einer Sonderseite ihrer Tageszeitung präsentieren. Die Eisenacher besuchten gerade ihre Partnerklasse in Speyer und hatten sich als Recherchethema eine aktuelle Forschungskooperation des Deutschen Krebsforschungszentrums mit dem Institut für Technische und Makromolekulare Chemie der Universität Hamburg ausgesucht: „Diagnostik und Therapie chronischer Wunden – Entwicklung umweltverträglicher Wundaufgaben“.

„Hoffentlich verstehen wir was“, sorgte sich die 16-jährige Dana noch auf dem Weg ins Krebsforschungszentrum. Doch die Schüler hatten sich intensiv vorbereitet und fühlten den Forschern mit gezielten Fragen auf den Zahn. „Es war auch für uns ein Experiment“, verrät Professor Manfred Wießler vom Krebsforschungszentrum. Der Leiter der Abteilung Molekulare Toxikologie betreute die Schulklasse zusammen mit seinem Doktoranden Christoph Tacheci und dem Chemiker Tim Wilhelm von der Universität Hamburg. „Die Veranstaltung gab uns die Möglichkeit, Jugendliche für die Naturwissenschaften zu begeistern und ihnen zu zeigen, wie wir versuchen, reale Probleme praktisch zu lösen“, erläutert Wießler seine Motivation für das Projekt. Nach kurzem Nachdenken fügt er hinzu: „Außerdem konnten

wir mal zeigen, wie lange und konzentriert man arbeiten muss, um zu greifbaren Ergebnissen zu kommen.“

In der Tat steht den Wissenschaftlern noch ein weiter Weg bevor, denn ihr ehrgeiziges Forschungsprojekt befindet sich erst in der Anfangsphase. Das Defizit bei der Versorgung chronischer Wunden vor Augen, will Wießler zusammen mit Professor Werner-Michael Kulicke, dem Leiter des Instituts für Technische und Makromolekulare Chemie der Universität Hamburg, Wundaufgaben entwickeln, die den Heilungsprozess chronischer Wunden unterstützen. Bei ihrem Vorhaben wollen die beiden Forscher gleich zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen und die Verbände aus nachwachsenden, biologisch abbaubaren Rohstoffen produzieren, um so einen Beitrag zu Umweltschutz und Reduzierung des Sondermülls in Krankenhäusern zu leisten.

Zwei bis drei Millionen Menschen in Deutschland leiden an chronischen Wunden (siehe Kasten). Die Behandlung ist schwierig, oft langwierig und mit erheblicher Beeinträchtigung der Lebensqualität für die Betroffenen verbunden. Konventionelle Verbände trocknen schnell, werden hart, verkleben mit dem Wundgrund und verletzen beim Wechseln das neu gebildete Gewebe. Quellfähige Wundaufgaben, die die Wunden feucht halten ohne zu verkleben, haben die Situa-



tion für die Patienten bereits verbessert. Die Idee von Wießler und Kulicke geht noch einen Schritt weiter: Die Wundauflage selbst soll den Heilungsprozess unterstützen. Dazu sollen Wirkstoffe an den Verband gekoppelt werden und ihre Wirkung entfalten, ohne in die Wunde zu gelangen. Das Verfahren beruht auf einer Erfindung, die Wießler bereits vor einigen Jahren für die Verbesserung von Krebsmedikamenten patentieren ließ. Da die direkte Verbindung des Wirkstoffs mit der Trägerfolie, dem Grundbestandteil der Wundauflage, nicht möglich ist, werden sie über eine Verbindungseinheit verknüpft. Diese besteht aus zwei einzelnen Molekülen, wobei eines mit dem Wirkstoff, das andere mit der Folie verbunden wird. Beide Moleküle werden dann mitsamt den angehängten Komponenten in der patentierten Reaktion zusammengefügt.

Tim Wilhelms entwickelt im Rahmen seiner Promotion bei Professor Kulicke die Trägerfolie. Als Rohstoff dient dem Chemiker Chitosan, eine Substanz, die sich durch ihre gute Quellfähigkeit auszeichnet und so die Wunde vor Nässe bewahrt aber dennoch ausreichend feucht hält. Um den Naturstoff, der aus den Schalen von Krebstieren gewonnen wird, ist in den letzten Jahren eine ganze Industrie entstanden. Das Abbauprodukt des Chitin, dem Hauptbestandteil der Krebspanzer, wird bereits in Diätprodukten verwendet, langfristig könnte es zudem als Papierersatz dienen. Aufgrund seiner antiallergischen, ungiftigen Eigenschaften wird Chitosan auch in der Medizin vermehrt eingesetzt.

Nach anfänglichen Schwierigkeiten ist Wilhelms seinem Ziel, hauchdünne Chitosanfolien herzustellen, heute schon recht nah. Das

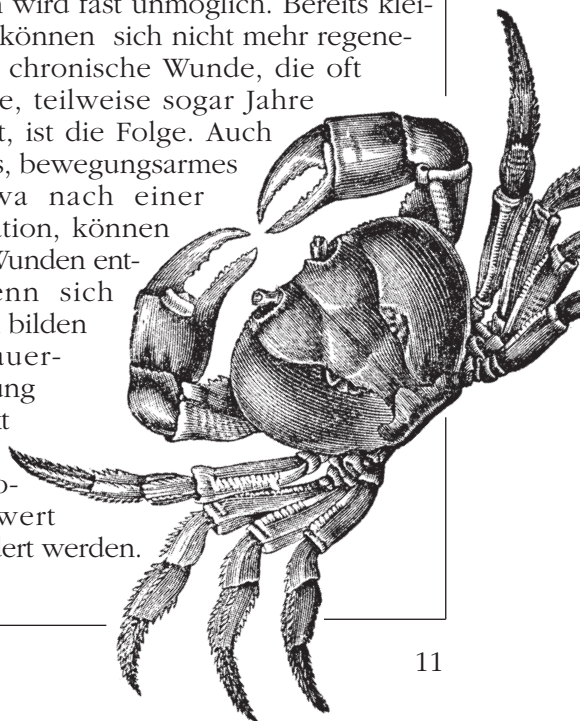
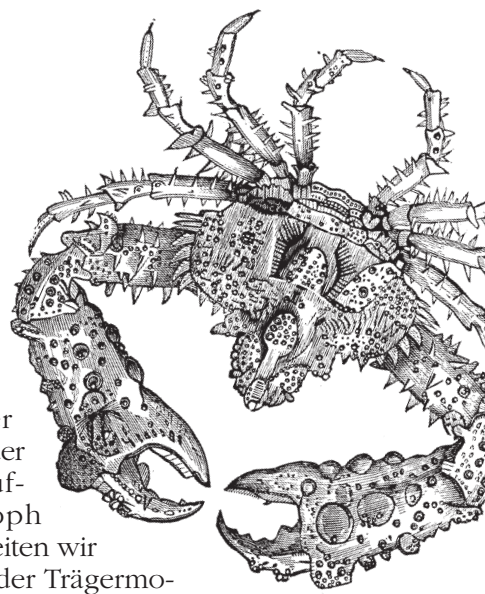
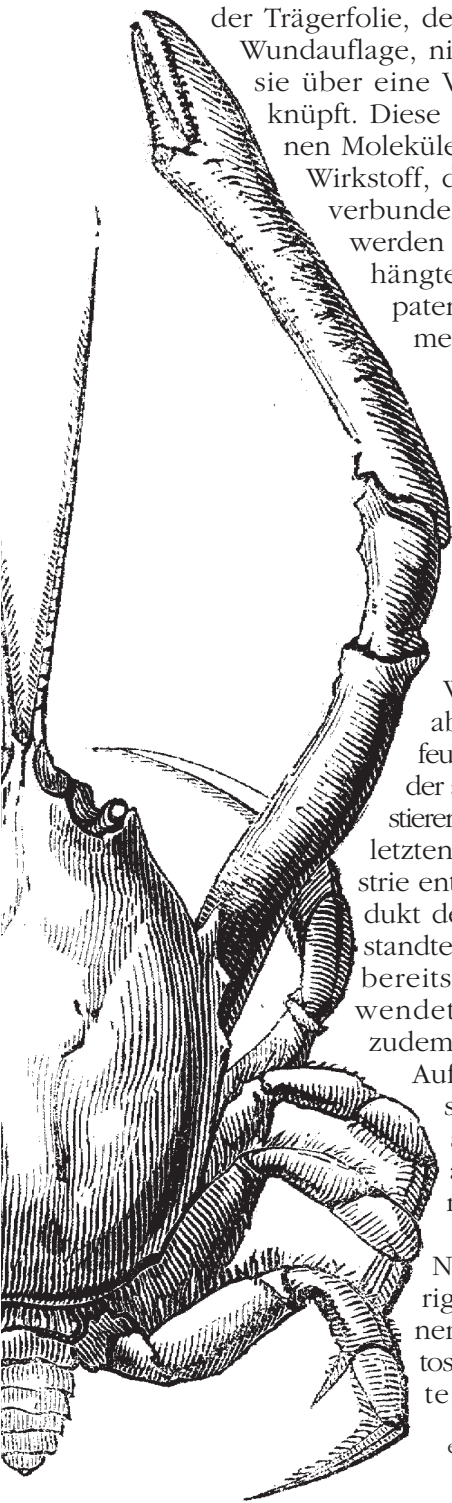
Schalen von Krebstieren liefern die Grundstoffe für die Pflaster und Verbände der Zukunft.

Zusammenfügen der einzelnen Elemente der Wundauflage ist Aufgabe von Christoph Tacheci. „Derzeit arbeiten wir an der Verankerung der Trägermoleküle an der Folie“, erklärt er. „Bis Ende 2003 sollten die grundsätzlichen Probleme gelöst sein.“ Für die Hauptphase des Projekts ist die Zusammenarbeit mit einem Industriepartner geplant, der die Entwicklung der Wundauflagen zum marktreifen Produkt übernimmt. Erst im Anschluss daran können sie für die Behandlung zugelassen und eingesetzt werden. Ein langer Weg, doch den Wissenschaftler ist die Aussicht auf eine bessere Wundversorgung die Mühe allemal wert.

Christian Engel

Chronische Wunden

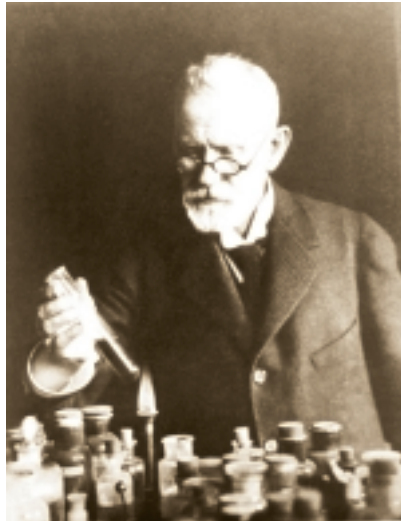
Falsche Ernährung, Rauchen oder Übergewicht können in den Beinen zu Venenschwäche und Blutstau führen. Die Sauerstoffzufuhr über die feinen Blutkapillaren wird verhindert. Schon die Versorgung des gesunden Gewebes stellt jetzt den Körper vor große Probleme; neues Gewebe zu bilden wird fast unmöglich. Bereits kleine Wunden können sich nicht mehr regenerieren. Eine chronische Wunde, die oft über Monate, teilweise sogar Jahre nicht abheilt, ist die Folge. Auch durch langes, bewegungsarmes Liegen, etwa nach einer Tumoroperation, können chronische Wunden entstehen. Wenn sich Druckstellen bilden und die Sauerstoffversorgung eingeschränkt ist, kann der Heilungsprozess erschwert oder verhindert werden.



Die Erben Paul Ehrlichs

Paul-Ehrlich-Institut: Forschungslabor und Zulassungsbehörde unter einem Dach

Auf halber Strecke zwischen Frankfurt und Darmstadt liegt das hessische Langen. Ein Besucher, der durch das Zentrum mit den kleinen Häuschen schlendert, würde das rund 36 000 Einwohner zählende Städtchen wahrscheinlich als etwas verschlafen beschreiben. Niemand würde hier eines der wichtigsten Forschungsinstitute Deutschlands vermuten. Doch wer der Bahnstrecke in Richtung Industriegebiet folgt, findet sich vor einem imposanten Bauwerk wieder: dem Paul-Ehrlich-Institut



(PEI) – ein modern eingerichtetes Institut mit hellen Laborräumen, Hochsicherheitslaboren, einem separaten Tierhaus und eigener Bibliothek.

Das PEI ist gleichzeitig Bundesamt für Sera und Impfstoffe. Aus Platzgründen war das zunächst in Frankfurt angesiedelte Amt 1990 nach Langen gezogen. Die damaligen Räumlichkeiten mitten in der Stadt wurden zu eng, und das neu erschlossene Industriegebiet in Langen bot ideale Möglichkeiten, ein neues und wesentlich größeres Institut zu bauen.

Doch angefangen hat die Geschichte des Paul-Ehrlich-Institutes bereits viel früher in Berlin. Paul Ehrlich, der Namensgeber, hatte während seiner Zusammenarbeit mit Emil Behring, dem Begründer der Serumtherapie, die Methode der „Wertbestimmung von Serumpräparaten“ entwickelt. Dadurch war der Mediziner in der Lage, den starken Schwankungen von Qualität und Wirksamkeit von Heilsera, wie dem damals gerade neu entwickelten Diphtherieheilserum, entgegenzuwirken. Diese Errungenschaft bedeutete einen großen Fortschritt für die Medizin, für den Paul Ehrlich

1908 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Bereits einige Jahre vorher, am 1. Juni 1896, wurde Ehrlich als Leiter des neu geschaffenen „Instituts für Serumprüfung und Serumforschung“ nach Berlin-Steglitz berufen, wo er den Auftrag bekam, Heilsera experimentell zu überprüfen, zu standardisieren und erst dann für die Anwendung freizugeben. 1899 zog das Institut nach Frankfurt, in das neu eröffnete Königliche Institut für experimentelle Therapie, wo Ehrlich seine Arbeit fortsetzte.

Seit der Institutsgründung hat sich vieles verändert. Während zu Ehrlichs Zeiten gerade einmal 10 bis 60 Prüfmuster pro Monat eingingen, bearbeiten die Mitarbeiter des Instituts heute



Zu Paul Ehrlichs Zeiten wurden pro Monat maximal sechzig Heilsera experimentell überprüft, standardisiert und für die Anwendung freigegeben – heute werden am Paul-Ehrlich-Institut mehrere tausend Proben pro Jahr untersucht.

jedes Jahr rund 9 000 Chargen. Unter einer Charge versteht man eine Arzneimittel-Produktionsreihe, die in einem Arbeitsschritt mit den gleichen Rohstoffen hergestellt und verpackt wurde. Während des zwanzigsten Jahrhunderts hat sich nicht nur die Zahl der verfügbaren Wirkstoffe vervielfacht, auch



Das Institut in Langen mit seiner charakteristischen Gebäudeform – sie stand auch Pate für das Logo.

der Aufgabenbereich des Paul-Ehrlich-Instituts wurde erweitert. Als Bundesamt für Sera und Impfstoffe, wie das Institut seit 1972 bezeichnet wird, wurde die Bundesoberbehörde verantwortlich für die Sicherheit immunbiologischer Arzneimittel, also zum Beispiel Impfstoffe oder Blutgerinnungsmittel, die in Deutschland auf den Markt kommen sollen. Neben der Qualitätssicherung von Produkten, die bereits im Handel sind, betreut das Paul-Ehrlich-Institut auch Zulassungsverfahren neuer Arzneimittel. Jedes Jahr bearbeitet das PEI etwa 400 bis 500 Zulassungen und Verlängerungen. Die Mitarbeiter prüfen dabei Qualität, Wirksamkeit und Unbedenklichkeit eines neuen Produktes. Zu den Arzneimitteln, die in Langen geprüft werden, gehören neben Impfstoffen Heilsera und Diagnostika, die Bakterien- und Viren nachweisen, auch bestimmte Krebsmedikamente. Während Krebsmedikamente für die Chemotherapie in den Aufgabenbereich des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte in Berlin fallen, bear-

beitet das PEI Zulassungsanträge für Präparate, die auf immunologischen Prinzipien basieren, etwa so genannte monoklonale Antikörper. Derartige Medikamente wirken, indem sie das Immunsystem beim Erkennen und Vernichten von Tumorzellen unterstützen.

Im Jahr 1994 übernahm das Paul-Ehrlich-Institut eine neue Aufgabe. Die seit den Achtziger Jahren schnell um sich greifende AIDS-Epidemie machte die Einführung besonderer Kontrollen für sämtliche Blutprodukte notwendig. Bei allen Blut- und Plasmaspenden, aber auch Präparaten wie beispielsweise Gerinnungsmittel, die aus Blut hergestellt werden, muss seither sichergestellt werden, dass sie nicht mit dem Erreger der Immunschwächeerkrankung infiziert sind. Da man im Paul-Ehrlich-Institut bereits Erfahrung mit der Bearbeitung solcher Produkte hatte, wurde auch diese Aufgabe an die Bundesoberbehörde in Langen übertragen.

1908 erhielt Paul Ehrlich den Medizin-Nobelpreis für die Entwicklung der Methode der „Wertbestimmung von Serumpräparaten“. Noch heute ist die Bestimmung der Qualität und Wirksamkeit von Heilsera zentrales Arbeitsgebiet des PEI.



Eine Tierkrankheit, die in den vergangenen Jahren immer wieder Schlagzeilen machte, ist BSE. Seit sich die Fälle von Rinderwahnsinn häuften und der Verdacht aufkam, dass in den Vereinigten Staaten möglicherweise BSE verseuchte Impfstoffe auf dem Markt sind, machte sich auch in Deutschland Unsicherheit breit. Denn zur Anzucht von Krankheitserregern, aus denen Impfstoffe hergestellt werden, wird unter anderem Serum von jungen Kälbern oder auch ein Extrakt aus Muskelfleisch benötigt – Materialien, die vom BSE-Erreger befallen sein können. Diese werden jedoch bei der Fertigstellung des Impfstoffes vollständig herausgewaschen, weshalb Professor Johannes Löwer, Präsident des Paul-Ehrlich-Institutes Entwarnung gibt. „Von Impfstoffen geht nach heutigem Kenntnisstand keine BSE-Gefahr aus“, betont Löwer. Um völlig sicher zu gehen, dass eine BSE-Übertragung durch Impfstoffe auszuschließen ist, haben sich das PEI und die Europäische Union auf einen Vorschriftenkatalog geeinigt. Alle Rindermaterialien, die zur Herstellung von Impfstoffen eingesetzt werden, müssen diesen sehr strengen Richtlinien und Verordnungen zu Qualität und Herkunft genügen, die Einhaltung dieser Vorschriften wird von den Mitarbeitern des PEI genau kontrolliert.

Doch Qualitätssicherung und Zulassung von Medikamenten ist noch lange nicht alles, was die rund 600 Mitarbeiter des Paul-Ehrlich-Instituts leisten. Die Behörde ist gleichzeitig Forschungsinstitut. Ein Teil der Forschung unterstützt direkt die Prüfungsaufgaben des Instituts. So werden zum Beispiel in der Abteilung Hämatologie und Transfusionsmedizin Methoden zur Qualitätskontrolle von Blutprodukten oder der Charakterisierung von

Gerinnungsfaktoren eingeführt oder verbessert. Auch die Mitarbeiter der Abteilung Medizinische Biotechnologie erforschen die Sicherheit bestimmter Behandlungsmethoden. In einem ihrer Projekte untersuchen sie Risiken einer Xenotransplantation, also der Verpflanzung von tierischen Organen in den menschlichen Körper. Darüber hinaus gibt es auch

Wissenschaftler, die reine Grundlagenforschung betreiben. Zu ihnen gehören Virenforscher, die molekulare Mechanismen des AIDS-Virus entschlüsseln oder an der Entwicklung von Gentherapien für die Gentherapie arbeiten.

Stolz ist man im Paul-Ehrlich-Institut auch auf die Arbeit der Veterinärmedizinischen Abteilung, die sich die Entwicklung von Ersatzmethoden zum Tierversuch zum Ziel gesetzt hat. Die Tierärzte waren dabei so erfolgreich, dass einige Tierversuche, die bislang zur Prüfung von Tetanus- und Diphtherieimpfstoffen notwendig waren, in ganz Europa ersatzlos gestrichen worden sind. Bei anderen Testverfahren wird zumindest der Bedarf an Versuchstieren um 40 bis 60 Prozent reduziert. „Wir haben nachgewiesen, dass wir die hohen Ansprüche, die an die Qualität und Sicherheit von Impfstoffen gestellt werden, heute auch mit dem Einsatz von deutlich weniger Tieren erfüllen können. Das ist für mich als Präsident des PEI ein ganz besonderer Erfolg“, freut sich Löwer.

Wer also denkt, das Paul-Ehrlich-Institut sei ein reines Routinelabor, in dem Protokolle zur Qualitätssicherung abgearbeitet werden, der irrt genauso wie der Besucher, der Langen für ein verschlafenes Nest hält: Die Forschung, die hier betrieben wird, ist höchst kreativ.

Stefanie Reinberger

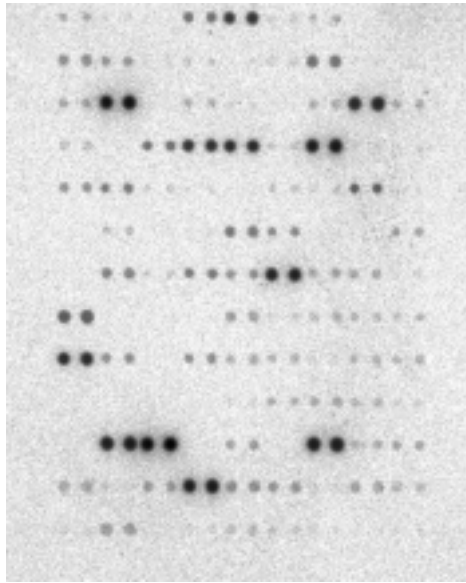
Der Schweif des Kometen

Was die Reparaturfähigkeit von Erbgutschäden über das Krebsrisiko aussagt

Warum erkranken manche Menschen an Krebs und andere nicht? Warum trifft es einige in jungen Jahren und weshalb breiten sich Tochtergeschwülste bei Betroffenen unterschiedlich schnell aus? Ein möglicher Grund liegt in der Effizienz bestimmter molekularer Reparatursysteme in menschlichen Körperzellen, die Schäden an der Erbsubstanz, den Genen, beheben. Gene bestehen chemisch betrachtet aus Desoxyribonukleinsäure (DNS), die im Laufe des Lebens vielfach beschädigt wird. Ein normaler Prozess – jede Sekunde teilen sich mehrere Millionen Zellen, wobei die DNS einer Zelle verdoppelt und die so entstandene Kopie an die Tochterzelle weitergegeben wird. Schäden können entstehen, wenn beim Kopiervorgang „Ablesefehler“ stattfinden oder wenn äußere Einflüsse wie zum Beispiel Chemikalien, UV-Licht oder radioaktive Strahlung die Gene verändern. Solche Fehler in der Kopie werden normalerweise von verschiedenen „Reparaturtrupps“ behoben. Dabei handelt es sich um komplexe Proteingebilde, so genannte Reparaturenzyme, die den DNS-Strang entlang wandern, fehlerhafte Bausteine ausschneiden und durch richtige ersetzen. Versagen diese Schutzmechanismen, trägt der Betroffene ein höheres Risiko, an Krebs zu erkranken.

Im Deutschen Krebsforschungszentrum verfolgt die Arbeitsgruppe um Dr. Peter Schmezer in der Abteilung Toxikologie und Krebsrisikofaktoren die Frage, ob die Qualität und Funktionsfähigkeit dieser Reparatursysteme als diagnostischer Gradmesser für das individuelle Krebsrisiko eines Menschen dienen kann. Manche Raucher sind zum Beispiel anfälliger für Lungenkrebs, sie erkranken an Tumoren, die bösartiger als bei anderen Patienten sind und sich rascher ausbreiten. Schmezers Team hat

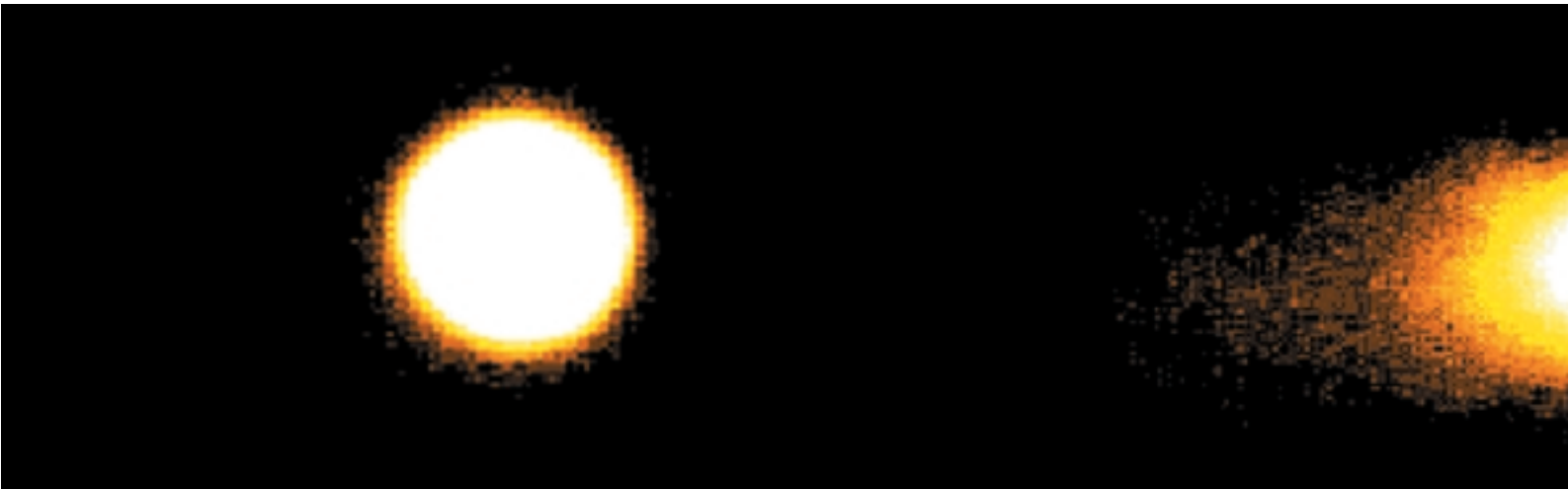
eine Methode entwickelt, mit der getestet werden kann, wie es um die allgemeine Leistungsfähigkeit der Gen-Reparatursysteme eines Menschen bestellt ist. Aus einer Blutprobe gewonnene weiße Blutzellen werden dazu mit der Erbgutschädigenden Substanz Bleomycin versetzt. Diese bewirkt, dass die DNS der weißen Blutzellen, die im Normalzustand stark komprimiert ist, aufgelockert wird und an einigen Stellen bricht. In einer Einzelzell-Mikrogelelektrophorese zeigt sich dann unter dem Mikroskop der Grad der Schädigung. Bei dieser Methode wird eine Zelle in einem Gel eingebettet. Die geschädigte DNS wandert während des Tests in einem elektrischen Feld, wobei sie als leuchtender Schweif sichtbar wird, den die Zelle hinter sich her zu ziehen scheint – daher der Name „comet-assay“, zu deutsch: Kometen-Test. „Je länger der Schweif, desto stärker ist die Erbsubstanz beschädigt“, erklärt Schmezer.



Aus einem Transkriptionsprofil lässt sich die unterschiedliche Aktivität von Genen, die als Vorlage für die Bildung von Reparaturenzymen dienen, ablesen: Je dunkler die Färbung, um so höher die Aktivität eines Gens.

Der Test zeigt, wie empfindlich die DNS auf das Gift Bleomycin reagiert, die Forscher sprechen auch von „Mutagen-Sensivität“. Der Trick beim nächsten Schritt des Tests liegt darin, dass die DNS durch das Bleomycin nicht unumkehrbar geschädigt wurde. Mit der Zeit treten zelleigene Reparatursysteme in Aktion und der Schweif bildet sich in einem gewissen Maß zurück. Daran, wie lang der Schweif nach einer festgelegten Zeitspanne noch ist, können die Wissenschaftler ablesen, wie gut es um die Reparaturfähigkeit der Zelle steht.

In einer Studie in Zusammenarbeit mit der Heidelberger Thoraxklinik überprüfte Schmezer die Praxistauglichkeit des Tests. Dabei verglich er die Werte von 160 Krebs-Patienten, die an einem nichtkleinzelligen Bronchialkarzinom, einer Form von



Lungenkrebs, erkrankt waren, mit denen von 180 Kontrollpersonen. 15 Minuten nach der Bleomycin-Behandlung verglichen die Forscher die Reparatur-Kapazität beider Gruppen: Die Reparaturfähigkeit der Krebs-Patienten war mit nur 67 Prozent signifikant schlechter als die der Kontrollgruppe (79 Prozent) – 100 Prozent würde bedeuten, dass sich der Schweif völlig zurückgebildet hat. Alter oder Geschlecht hatten keinen Einfluss auf die Versuchsergebnisse.

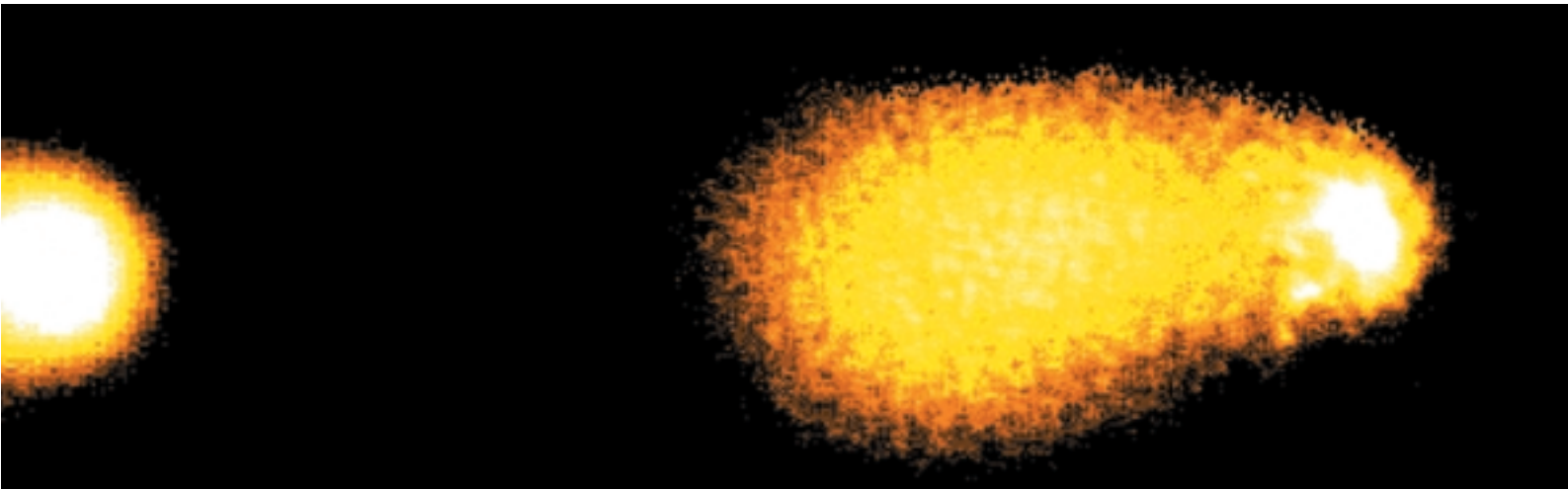


*Obere Bildreihe: Beim Kometentest wird eine Blutzelle mit einem Gift behandelt, das die Erbsubstanz angreift. Je stärker der Schaden ist, um so länger ist der Schweif des „Kometen“. Links eine normale Zelle, in der Mitte eine leicht, rechts eine stark geschädigte Zelle.
Vorbereitung und Beobachtung des Tests findet bei Rotlicht statt, da normales Licht die Erbsubstanz der Zellen beschädigen könnte.*

„Die Resultate belegen, dass die von uns optimierte Mikrogel-Elektrophorese-Technik geeignet ist, die individuelle Mutagen-Sensitivität und DNS-Reparatur-Kapazität zu bestimmen“, sagt Schmezer. Zudem sei die Technik schneller und kostensparender durchzuführen als andere Methoden, und auch zuvor tiefgefrorene Zellen ließen sich problemlos verwenden. „Unser mittelfristiges Ziel ist es,“ erklärt er weiter, „so genannte Hochrisiko-Personen in Reihenuntersuchungen zu identifizieren. Wenn Menschen um ihr erhöhtes Risiko wissen, sind sie vermutlich leichter zu vorbeugenden Maßnahmen in der Krebsprävention zu motivieren. Derzeit überlegen wir zusammen mit anderen Abteilungen des Hauses, diese Ergebnisse in Programme zur Raucherentwöhnung einfließen zu lassen.“

In einem weiteren Projekt überprüfen die Krebsforscher in Kooperation mit Ärzten der Heidelberger Kopfclinik und Epidemiologen der Universität Heidelberg, ob mit dem Kometen-Test auch das Risiko, an Kehlkopfkrebs zu erkranken, bestimmt werden kann. Auch Patienten mit anderen Tumorerkrankungen könnten von dem Test profitieren.

In Zukunft wäre es auch denkbar, dass Radiologen die Methode in der Therapieplanung für Tumorpatienten einsetzen, um bereits vor der Behandlung Patienten zu erkennen, die besonders strahlungsempfindlich sind und bei denen mit stärkeren strahlenbedingten Nebenwirkungen zu rechnen ist. Zusammen mit der Radiologischen Klinik der Universität Heidelberg und Epidemiologen des Krebsforschungszentrums „eicht“ Schmezer den Test für solche Anwendungen.



hundert Genen. Dabei handelt es sich um die biochemische Abschrift der DNS, die Boten-RNS, die als Bauplan für die Herstellung der Proteine dient. Mit dieser Boten-RNS lassen sich Transkriptionsprofile erstellen, an denen in einem Schritt die Aktivität vieler Gene gleichzeitig abgelesen werden kann. Schmezer fertigte mit seinen Kolleginnen Claudia

Mayer und Odilia Popanda Transkriptionsprofile von Lungenkrebspatienten mit normaler und verminderter DNS-Reparatur-Kapazität an. In einer kürzlich gestarteten Pilotstudie überprüfen sie, ob bestimmte Profile mit einer verminderter Reparaturfähigkeit einhergehen und mit dem Ergebnis aus dem Kometen-Test übereinstimmen.

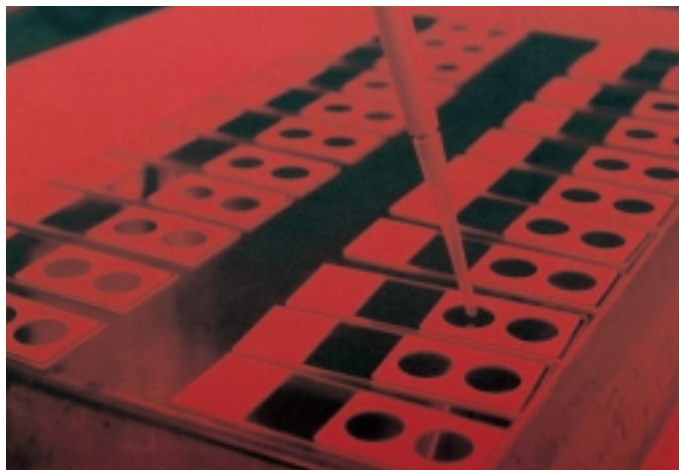
Zudem möchte Schmezer die Unterschiede in den Reparaturgenen innerhalb

ganzer Bevölkerungsgruppen untersuchen. So könne geklärt werden, wie weit eine genetische Veranlagung für Lungenkrebs verbreitet sei. Daraus ließen sich wiederum Schutzmaßnahmen ableiten – etwa die Verringerung von Luft-Schadstoffen am Arbeitsplatz oder ein verbesserter Nichtraucherschutz. Um Missverständnissen vorzubeugen, betont Schmezer: „Wir reden hier über vielversprechende Ergebnisse. Bis der Kometen-Test tatsächlich für diagnostische Zwecke eingesetzt werden kann, müssen wir uns vermutlich noch einige Zeit gedulden.“

Ulrike Roll

Der Kometen-Test fragt ab, ob die Proteine, aus denen die Reparaturmaschinerie aufgebaut ist, funktionieren. Die Proteine sind die Produkte der Gene. Was aber ist mit den Genen selbst? Schmezer möchte auch in den Genen direkt lesen, wie es um die „Ausbesserungstruppen“ bestellt ist und wie das Zusammenspiel aller an der Reparatur beteiligten Gene aussieht.

Deshalb nehmen die Wissenschaftler die derzeit bekannten rund 130 verschiedenen Gene, die als Bauplan für die Reparatur-Enzyme dienen, unter die Lupe. In Zusammenarbeit mit der Heidelberger Firma Axaron Bioscience AG untersucht Schmezers Gruppe so genannte Transkripte von etwa



Faser mit Zeitzünder

Altlast Asbest gibt der Forschung immer noch Rätsel auf

Steigendes Krebsrisiko durch den Terroranschlag vom 11. September 2001 auf das World Trade Center in New York! Mit dieser Befürchtung wandten sich im Frühjahr dieses Jahres Mediziner des American College of Preventive Medicine (ACPM) an die amerikanische Öffentlichkeit. Die Experten befürchten, dass beim Einsturz der Hochhaustürme große Mengen von Asbestfasern in die Umwelt gelangt sind. Alle, die während der Rettungs- und Aufräumarbeiten hohen Asbestkonzentrationen ausgesetzt waren, müssen ebenso wie Anwohner in unmittelbarer Nähe zu „Ground Zero“ nach Ansicht der Wissenschaftler in den kommenden Jahrzehnten mit einem erhöhten Risiko rechnen, an einem malignen Pleuramesotheliom (Brust- oder Rippenfellkrebs) zu erkranken.

Asbest, eine verfilzte Mineralfaser, wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft in der MAK-Liste, in der die maximal zulässige Konzentration von Stoffen am Arbeitsplatz festgelegt wird, als eindeutig Krebs erregend eingestuft. Die Substanz beschäftigt auch in Deutschland immer wieder die Öffentlichkeit – wenngleich unter weniger dramatischen Umständen, etwa wenn sich ein Kindergarten bei Umbaumaßnahmen in eine Asbestschleuder verwandelt. Das Material wurde in der Vergangenheit fast universell verarbeitet: Es steckt in Isolierungen von Rohren und Heizungen ebenso wie in Asbestpappe, Filtern, Dichtungsringen oder Brandschutzkleidung. Als Asbestzement wurde es in vielen Gebäuden verwendet. Da die Fasern auch im Haushalt vielfach als Isoliermaterial in Elektrogeräten dienen, wird es noch Jahre dauern, bis alle möglichen Gefährdungsquellen beseitigt sind.

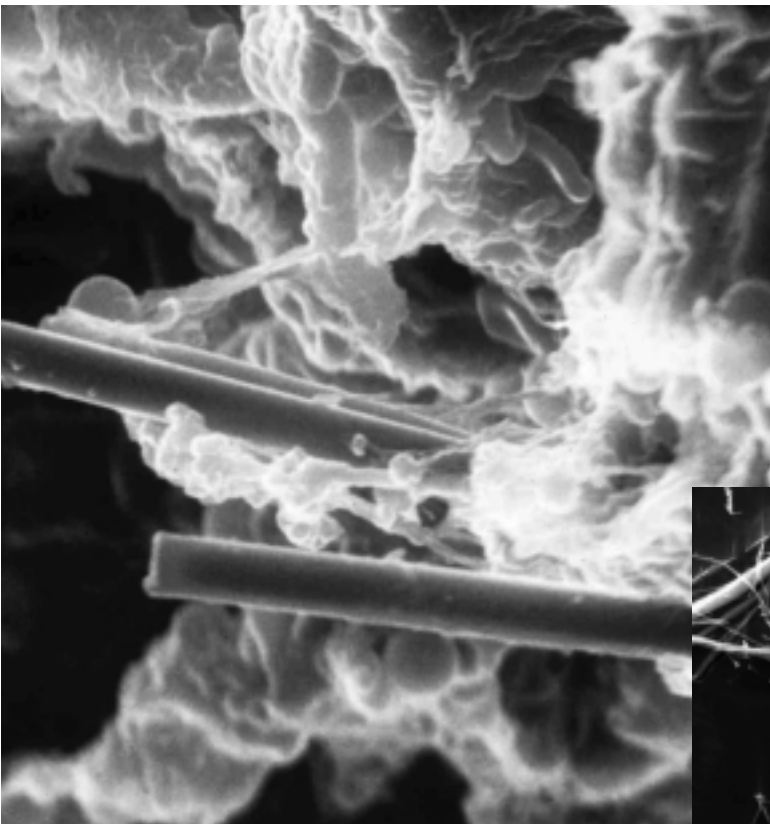
Brust- oder Rippenfell-Mesotheliome gehören zu den aggressivsten soliden Tumoren, der Zusammenhang zwischen Asbestbelastung und Erkrankung ist bewiesen. Die durchschnittliche Überlebenszeit nach der Diagnose beträgt 10 bis 18 Monate.

Was die Auseinandersetzung mit Asbest schwierig macht, ist der Umstand, dass zwischen dem Kontakt mit der Faser und dem Ausbruch der Erkrankung oft über zwanzig Jahre vergehen. Der genaue molekulare Mechanismus, der zur Krebsent-

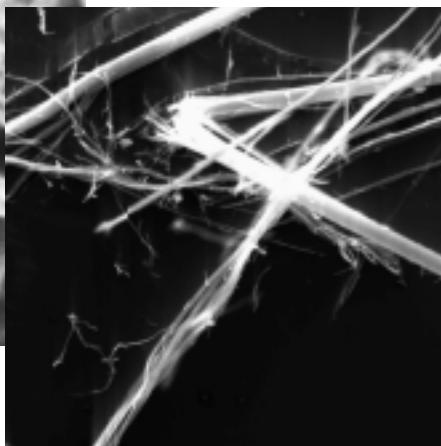
stehung führt, ist bislang nicht genau bekannt. Atmet man die Fasern ein, können sie sich in der Lunge festsetzen, ansammeln und zu nicht reparablen Schäden führen. Als gefährlich gelten vor allem Fasern, die länger als fünf Millimeter und dünner als ein Mikrometer sind. Für das Krebsrisiko ist außerdem die Zahl der Fasern und ihre Fähigkeit, in das Lungengewebe einzudringen, entscheidend. Hinzu kommt ihre Beständigkeit im biologischen Milieu. Wissenschaftler vermuten, dass auch immunologische Prozesse eine Rolle spielen, die durch den dauernden Reiz der Fasern ausgelöst werden. Dass Asbest als Risikofaktor noch längst nicht aus der Welt ist, zeigen auch epidemiologische Prognosen zur Verbreitung asbestbedingter Krebserkrankungen. Von 100 Menschen, die Asbest ausgesetzt waren, erkrankten statistisch 6 bis 11 an Krebs, wobei Männer fünf Mal häufiger als Frauen erkrankten. Weltweit sterben schätzungsweise 10 000 Menschen jährlich an Brust- oder Rippenfellkrebs. Obwohl seit 1960 das epidemiologische und toxikologische Wissen über die Krebsgefährdung durch Asbest gewachsen ist, steigt die Sterblichkeitszahl von Jahr zu Jahr um 5 bis 10 Prozent. Wissenschaftler rechnen bis zum Jahr 2035 weltweit sogar mit 250 000 Todesfällen, wie Mark Britton vom Ashford and St Peter's Hospitals NHS Trust aus dem englischen Chertsey in der Fachzeitschrift „Seminars in Oncology“ berichtet.

In Deutschland ist mittlerweile die Herstellung und Verwendung von Asbestprodukten laut Gefahrstoffverordnung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin verboten. Arbeitnehmer dürfen dem Stoff am Arbeitsplatz nicht ausgesetzt sein. Ausnahmen davon gelten bei Abbruch-, Sanierungs-, und Instandhaltungsarbeiten – was sich auch heute noch sichtbar in den Statistiken berufsbedingter Erkrankungen niederschlägt. Der Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften in Deutschland führt über die Hälfte der fast 1800 berufsbedingten Todesfälle im Jahr 2001 auf Asbestkontakt zurück.

Die Vorsichtsmaßnahmen gegen Asbestbelastung sind schnell aufgezählt: Jeglicher Kontakt sollte



Elektronenmikroskopische Aufnahmen von Asbestfasern, die im Lungengewebe einer Ratte festsitzen (oben) und von einzelnen, gebrochenen Fasern.



vermieden werden. Bevor sich Heimwerker im Privathaushalt in Sanierungsarbeiten stürzen, sollten sie klären, ob die Wohnung Asbest belastet ist. Informationen dazu liefern unter anderem Baubehörden oder Umweltberatungsstellen der Gemeinden, der TÜV oder die Verbraucherzentralen.

Mesotheliome sind tückisch, weil es keine zuverlässige Früherkennung gibt. Die Erkrankung äußert sich im Frühstadium meist durch unspezifische Beschwerden wie Husten, Schleim oder Brustschmerzen. Da diese Symptome auch von anderen Erkrankungen im Brustbereich verursacht sein können, wird ein Mesotheliom häufig erst spät erkannt. Der Arzt diagnostiziert den Tumor durch Röntgen- oder computertomographische Aufnahmen des Brustkorbs. Mit einer Gewebeentnahme (Biopsie) aus dem Tumor können Asbestfasern im Gewebe und mit einer Computertomographie das Tumorstadium nachgewiesen werden. Erschwert wird die Diagnose dadurch, dass Asbest in verschiedenen Mineralisationsformen vorkommt, die sich in ihren Eigenschaften unterscheiden.

Die Mediziner greifen – abhängig vom Erkrankungsstadium – auf eine

Kombination verschiedener Behandlungen zurück. „Ich sehe die Entwicklung einer Therapie des Pleuramesothelioms in einer konsequenten Kombination aus Chemotherapie zu Beginn der Erkrankung mit nachfolgender Operation“, erklärt Professor Peter Drings, Ärztlicher Direktor der Thoraxklinik Heidelberg. In der Chemotherapie haben die Ärzte in den vergangenen Jahren die Zellwachstum hemmenden Substanzen Cisplatin und Gemcitabin eingesetzt. Neue Medikamente wie das Folat Alimpta, das sich gegen mehrere Ziele in der Tumorzelle richtet, haben in ersten Untersuchungen positive Resultate geliefert. Sollten die Lymphknoten im Brustraum bereits befallen sein, könne dem Patient mit einer anschließenden Bestrahlung geholfen werden. „Eine Standardtherapie für Brust- und Rippenfellkrebs existiert zurzeit aber nicht“, fasst Drings den Stand der Dinge zusammen.

Jürgen Lösch

Im richtigen Augenblick

In der Erprobungsphase: Gentherapie gegen Augentumoren von Kindern



Gehirn ausbreitet und unbehandelt zum Tod des Patienten führen würde.

Die einzige Chance, das Leben des Kindes zu retten, besteht meist darin, das Auge komplett zu entfernen. Kleinere Tumore lassen sich auch mit Lasern veröden oder vereisen. In einem Drittel der Fälle tritt das Retinoblastom in beiden Augen auf – Ursache ist meist eine erbliche Veränderung des Retinoblastom-Gens auf dem Chromosom 13. Die übrigen Fälle liegen an zwei spontanen Mutationen im gleichen Gen und betreffen nur ein Auge.

Erinnern Sie sich noch an den Namen Mukarim Emil? Der Fall des kleinen Jungen, den seine Eltern erst nach Zypern und dann in den Libanon brachten, um eine ärztliche Behandlung zu verhindern, hatte 1999 wochenlang für Schlagzeilen gesorgt. Der Junge litt an einem Retinoblastom, einer seltenen Krebserkrankung im Auge. Am Baylor College of Medicine in Houston in Texas erprobt der Kinder- und Augenarzt Professor Richard Hurwitz nun eine Gentherapie gegen das Retinoblastom – und hat damit erste Erfolge.

Das Retinoblastom ist ein bösartiger Tumor, der von genetisch veränderten, noch unreifen Netzhautzellen (Retinoblasten) ausgeht. Deshalb sind praktisch ausschließlich Säuglinge und Kleinkinder davon betroffen, in Deutschland etwa 60 Kinder pro Jahr – eines pro 18 000 Geburten. Die meisten Fälle werden innerhalb der ersten drei Lebensjahre diagnostiziert, in der Regel noch rechtzeitig, bevor der Tumor sich entlang des Sehnervs in Richtung

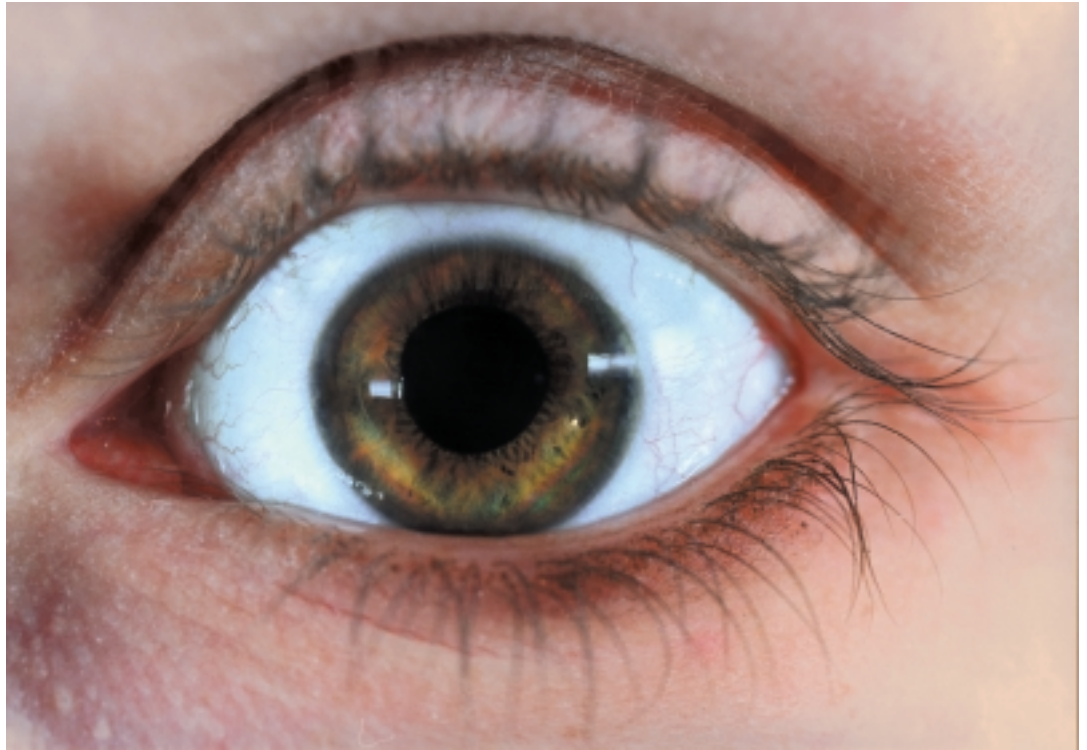
Bei Mukarim Emil wurde die Pupille im Alter von vier Monaten weiß – ein typisches Erkennungszeichen für ein Retinoblastom. „Wenn Sie Ihre Kinder fotografieren, sehen Sie auf den Bildern meist zwei rote Augen“, sagt Hurwitz. „Ist ein Auge weiß, dann ist die Netzhaut, die ansonsten im Blitzlicht rot zu sehen ist, möglicherweise durch einen Tumor verdeckt.“ Dem kleinen Mukarim sollte das rechte Auge sofort entfernt werden. Doch als die Ärzte auch im linken Auge Retinoblastome entdeckten, schickten sie die Eltern in die Essener Universitätsklinik zu Professor Norbert Bornfeld. Um wenigstens ein Auge zu retten, sollte eine Chemotherapie die Tumoren verkleinern, um sie anschließend mit Laserstrahlen zu zerstören. Die Eltern, Anhänger des islamischen Naqschibandi-Ordens, hörten nicht auf den Professor, sondern auf den geistigen Führer des Ordens, der eine homöopathische Behandlung empfahl, und flüchteten – erst nach Zypern, wo Polizisten sie aufstöberten und

Bei Retinoblastomen, Tumoren der Netzhaut, bleibt als Behandlungsmöglichkeit häufig nur die komplette Entfernung des Auges. Derzeit erproben Wissenschaftler eine Behandlungsmethode, die den erkrankten Kindern das Auge retten könnte.

nach Essen schickten; dann in den Libanon, wo sie sechs Monate später festgenommen und nach Deutschland ausgeliefert wurden. Dank eines radioaktiven Therapeutikums, das Bornfeld vor der zweiten Flucht in das linke Auge implantiert hatte, konnte dieses gerettet werden, das rechte Auge musste der Essener Retinoblastom-Experte entfernen.

Nach einer langen Reihe von Untersuchungen an Tieren startete Richard Hurwitz im April 2000 im Kinderkrebszentrum in Houston die weltweit erste Gentherapie-Studie bei Retinoblastom-Erkrankten. Jetzt berichtete er anlässlich einer Veranstaltung der amerikanischen Organisation „Research to Prevent Blindness“ (RPB) von ermutigenden Erfolgen: Sechs Kinder wurden bisher behandelt – allen drohte der Verlust des zweiten Auges. „Obwohl die Studie noch in einem frühen Stadium ist, beobachten wir doch bei allen sechs Kindern Verbesserungen“, sagt Hurwitz. „Unser schönster Erfolg ist ein inzwischen vierjähriges Mädchen, bei dem mit eineinhalb Jahren die Krankheit entdeckt wurde.“ Sie entwickelte Tumoren in beiden Augen, eine Chemotherapie blieb wirkungslos, ein Auge musste entfernt werden, und zwei Monate nach einer Strahlentherapie traten im verbleibenden Auge erneut Tumoren auf. „Heute ist sie tumorfrei und sieht exzellent“, freut sich Hurwitz.

Mit einer kleinen Plastikspritze hatte Hurwitz 100 Mikroliter – das ist der tausendste Teil eines Milliliters – einer klaren Flüssigkeit direkt in den Tumor



gespritzt – darin Adenoviren als Transporter für ein Gen aus Herpesviren. Wenn der Tumor dieses Gen einbaut, wird er verwundbar gegen das Herpes-Medikament Ganciclovir. Die Behandlung damit begann 24 Stunden nach dem Gentransfer. Im Abstand von jeweils zwei Wochen wiederholte Hurwitz diese Behandlung zweimal, anschließend wurden die geschrumpften Tumoren mit Hilfe von Laser- und Kältetechnik entfernt.

Mehr als 182 Millionen US-Dollar hat RPB, die auch Hurwitz unterstützte, seit ihrer Gründung im Jahr 1960 in die Erforschung und Behandlung von Augenerkrankungen geleitet. Damit ist die amerikanische Spendensammelorganisation weltweit führender Sponsor der Forschung in Sachen Augen. Allein im Jahr 1999 entstanden aus Programmen, die von der Organisation gefördert wurden, 860 wissenschaftliche Veröffentlichungen in 191 verschiedenen Fachzeitschriften.

Axel Fischer

Krebsnester

Forscher überprüfen Hypothesen für Leukämie-Häufungen in der Nähe von Atomanlagen

1983 deckte ein britischer Fernsehjournalist in dem kleinen nordenglischen Ort Seascale eine ungewöhnliche Häufung von Leukämien bei Kindern und Jugendlichen auf. Selten haben so wenige Krankheitsfälle so große öffentliche Besorgnis und so intensive Ursachenforschung nach sich gezogen. Der Grund für die bis heute andauernde Detektivarbeit: Seascale liegt nur drei Kilometer von der atomaren Wiederaufbereitungsanlage Sellafield entfernt. Radioaktive Strahlung, die von einer solchen Anlage ausgehen kann, ist unheimlich: Unsichtbar, mit den menschlichen Sinnen nicht zu erfassen, aber mit verheerenden Auswirkungen auf die Gesundheit. Die energiereichen Strahlen schädigen das Erbgut, als Folge gerät das normale Entwicklungsprogramm der Zelle aus den Fugen – Krebs kann entstehen. Besonders empfindlich gegenüber Radioaktivität sind die Zellen des blutbildenden Systems, eine gefürchtete Strahlenfolge sind daher Leukämien.

Wegen solch weitreichender Konsequenzen für die Gesundheit der Bevölkerung hat das britische Gesundheitsministerium die Untersuchungskommission „Comare“ (Committee on Medical Aspects of Radia-

tion in the Environment) mit der Überprüfung und Bewertung der verschiedenen Hypothesen zur Leukämieentstehung beauftragt. Erst dieses Jahr legte das Gremium darüber einen neuen Bericht vor. In Seascale waren rund zehnmal mehr Kinder unter fünf Jahren an Blutkrebs oder am Non-Hodgkin-Lymphom erkrankt, als nach der Statistik im landesweiten Mittel zu erwarten gewesen wären.

Nach dem Bekanntwerden der Leukämien war die vermeintliche Ursache schnell gefunden, aber ebenso rasch wieder verworfen worden: Dass die Erkrankungen eine direkte Folge der ionisierenden Strahlung aus den radioaktiven Emissionen der Anlage sind, ließ sich prompt widerlegen. Berechnungen ergaben, dass die Strahlendosis, der die Anwohner ausgesetzt waren, viel zu niedrig war, um eine so ungewöhnliche Häufung – ein so genanntes Cluster – von Krankheitsfällen zu erklären. 1990 erschreckte Martin Gardner, Epidemiologe der Universität Southampton, die Öffentlichkeit mit einer neuen Theorie. Darin stellt er einen Zusammenhang her zwischen der Strahlenbelastung der Väter vor der Zeugung ihrer Kinder und dem späteren Auftreten von Leukämien bei ihren Nach-

kommen. Gardner fand, dass gerade diejenigen Kinder besonders häufig erkrankten, deren Väter bei ihrer Arbeit in der Wiederaufbereitungsanlage besonders hohen Strahlendosen ausgesetzt waren.

Eine ganz andere Erklärung für die geheimnisvollen Krebsnester lieferte Leo J. Kinlen, Epidemiologe aus Oxford, bereits 1988. Er beschrieb Seascale als eine relativ abgeschiedene ländliche Gemeinde, die durch den Bau der Wiederaufbereitungsanlage einen enormen Zuzug von auswärtigen Arbeitskräften erfuhr. Seiner Meinung nach sind die Blutkrebsfälle die sehr seltene Folge einer Infektion mit einem gängigen Krankheitserreger. Durch die Migration in eine bisher abgeschiedene Region verbreitet sich der Erreger rasch innerhalb der ortsansässigen Bevölkerung. Anfällig waren besonders kleine Kinder, die noch keine Immunität aufgebaut haben.

Infektionen sind als Ursache von Blutkrebs durchaus bekannt. So lösen bei verschiedenen Tierarten, etwa bei Katzen, Viren die Krebserkrankung aus; beim Menschen ist das HTLV-1 Virus als Erreger von Blutkrebs nachgewiesen.

Kinlen fand außerdem ähnliche, wenn auch weniger ausgeprägte Leukämie-Cluster in Regionen, die fernab jeder kerntechnischen Anlage liegen, so etwa in ländlichen Bezirken, die während der Evakuierungsmaßnahmen des zweiten Weltkriegs große

Teile der Londoner Bevölkerung aufnahmen. Sichere Beweise zugunsten der einen oder anderen Hypothese liefert auch der jüngste Comare-Report nicht, doch schätzen die Autoren den Einfluss der väterlichen Strahlenbelastung gering ein. Dieser Theorie widersprechen nicht nur Befunde aus Japan, wo keine erhöhten Blutkrebsraten bei den Nachfahren der Überlebenden der beiden Atombombenexplosionen beobachtet wurden. Auch gibt es keine schlüssigen Daten darüber, dass Kinder von Beschäftigten anderer kerntechnischer Anlagen deutlich häufiger an Leukämie erkrankten. Neue Untersuchungen stellen außerdem den von Gardner postulierten Dosis-Wirkung Zusammenhang zwischen Strahlenbelastung der Väter und Leukämierisiko der Kinder in Frage. Bei Mäusen erhöht Bestrahlung zwar das Blutkrebsrisiko der Nachkommen, aber nicht in dem Maße, dass eine solche Häufung wie in Seascale erklärt werden könnte.

Salomonisch schließt die Comare-Kommission daher ihren Bericht mit der Überlegung, dass Strahlenschäden am väterlichen Erbgut die Basis bilden könnten für eine erhöhte Sensibilität der Nachfahren gegenüber einem Krebs erregenden Faktor X. Als aussichtsreichsten Kandidaten für jenen unbekanntesten Faktor schlagen die Gutachter eine durch Zuwanderung bedingte Durchmischung der Bevölkerung vor, entsprechend der Migrations-Hypothese von Leo Kinlen.

Sibylle Kohlstädt

In der Nähe der Wiederaufbereitungsanlage Sellafield erkrankten ungewöhnlich viele Kinder an Leukämien. Als Ursache für die Häufung der Erkrankung diskutieren Wissenschaftler verschiedene Hypothesen.

Make-up für die Seele

Schminkkurse unterstützen das Selbstwertgefühl krebserkrankter Frauen

„Ich möchte wieder schön sein“ – das wünschen sich viele krebserkrankte Frauen. Denn durch die sichtbaren Spuren einer aggressiven Krebsbehandlung wie Haarausfall, fehlende Augenbrauen und Wimpern sinkt das Selbstwertgefühl oft auf den Nullpunkt. Doch es gibt einen Weg, die Attraktivität und das Selbstbewusstsein der Frauen erheblich zu unterstützen: In Krankenhäusern und Reha-Kliniken bietet die gemeinnützige Gesellschaft Aktiv gegen Krebs (AGK) nach einer Idee aus den Vereinigten Staaten seit fünf Jahren Kosmetikseminare mit dem Motto „Freude am Leben“ an. Die Nachfrage steigt ständig. Im Jahr 2002 wurden 600 Kurse in über 100 Städten von rund 70 ehrenamtlich tätigen Kosmetikerinnen, Visagistinnen und auch ehemaligen Patientinnen durchgeführt.

Visagistin Heidi hat für die zwei Kosmetikstunden alle Vorbereitungen getroffen. Der große Tisch, an dem sich gleich zehn krebserkrankte Frauen versammeln werden, ist mit Gebäck, Kaffee und kalten Getränken gedeckt. Vor jedem Platz stehen ein großer Schminkspiegel und eine Tücherbox. Heute findet der Kurs in der Rheingau-Taunus-Klinik in Bad Schwalbach statt.

Seit 1998 nehmen dort rund 100 Patientinnen pro Jahr an den monatlichen Schminksitzungen teil. „Ich erhalte ein sehr positives Feedback von den Frauen, die neue Zuversicht und Freude gewin-

nen“, sagt Dr. Ewald Becherer, Chefarzt der Gynäkologie. Und die Psycho-Onkologin Vivien Kunert-Rüger ergänzt: „Die Frauen wirken nach dem Kurs gelöster, weil ihnen die Atmosphäre gut tut. Wenn sie danach geschminkt zum Essen gehen, hören sie positive Bemerkungen, die das Selbstwertgefühl heben.“

Zögernd nähern sich die ersten Frauen. Eine wird im Rollstuhl gebracht, mit transportablem Infusionsgerät. Einige tragen Perücken, andere eine Kappe oder Ballonmütze. Die Frauen sind zwischen 28 und 70 Jahren alt. Manche sind noch in Behandlung, andere haben ihre Therapie gerade hinter sich.

Heidi begrüßt die Frauen herzlich. Sie trägt ein T-Shirt mit dem Aufdruck „Freude am Leben“ und dem Symbol der gelben Sonnenblume. Die Patientinnen bewundern Heidis attraktiv geschminktes Gesicht und tauschen erste Bemerkungen untereinander aus: „So werde ich das nie hinbekommen“, „Toll sieht das aus“, „Werde ich mich jemals so schminken können?“ „Den Dreh werden Sie bald raushaben“, ermuntert Heidi die Runde. Dann packt sie die „Überraschungstüten“ aus. Diese enthalten ein komplettes Set mit zwölf Produkten zur Hautreinigung und Pflege sowie diverse Schminkutensilien, die von Kosmetikfirmen gesponsert worden sind. Und dann geht's los: Heidi schminkt sich ab. „Bitte nachmachen. Das Thema Hautreinigung ist ganz wich-



tig, weil diese nach einer Chemotherapie sehr empfindlich geworden ist und zu starken Irritationen neigt.“ Alle Frauen greifen zur milden Reinigungsmilch samt Gesichtswasser. „Das ist angenehm“, lautet die einhellige Meinung. Der nächste Schritt ist das Auftragen einer Tagescreme und eine Gesichtsmassage. „Wie gut das tut“, sagt die 70-jährige Irmgard, die sich in erster Linie Tipps zur Hautpflege und zum Kaschieren ihrer Altersflecken erwartet.

Bei der anschließenden Gesichtsgymnastik machen die Frauen mit Vergnügen mit. Manche Mimik gegen Doppelkinn und Mundfalten sieht wirklich komisch aus. Erstmals lachen alle, obwohl einigen von ihnen zu Beginn wirklich nicht zum Lachen zumute war. „Dieser Punkt bricht das Eis, weil er den Frauen viel Spaß macht“, weiß Heidi aus ihrer zehnjährigen Erfahrung mit krebserkrankten Frauen. Sie hat auch festgestellt, dass „Frauen in Reha-Kliniken wesentlich aufgeschlossener und motivierter sind als Patientinnen in Krankenhäusern, die meist wesentlich bedrückter zum Kurs kommen.“ Heidi, bei der selbst vor eineinhalb Jahren Brustkrebs diagnostiziert wurde, zieht folgendes Fazit: „Die Seminare haben eine nachhaltige Wirkung. Sie bringen die Frauen zum Strahlen und unterstützen ihren Lebensmut.“

Anschließend zeigt sie, wie Augenbrauen, Lippen und Wimpern zu schminken sind. „Ich darf nur Lippenstift benutzen und die Wimpern tuschen, weil meine Haut kein Make-up verträgt“, sagt Irene, die Heidi unterstützt. Sie betreut drei Selbsthilfegruppen für Krebsnachsorge im Bereich des Deutschen Roten Kreuzes in Bad Schwalbach und El-

ville sowie seit einem Jahr auch Patientinnen im Rahmen der gynäkologischen Krebsnachsorge in den städtischen Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken in Wiesbaden. Die Seminare werden dort seit fünf Jahren drei- bis viermal pro Jahr im Rahmen der psychonkologischen Betreuung durchgeführt. Jeannette Petri, Diplom-Psychologin aus dem dortigen Team, hat jedoch festgestellt, „Patientinnen, die mitten in der Chemo stecken, sind schwer zu motivieren, da der Blick auf die eigene Schönheit in den Hintergrund tritt.“ Andere, so die Beobachtung der Psychologin, „kommen zum Schminkkurs, weil sie sich vornehmen ‘Ich bin es mir wert, mehr auf mich zu achten.’ Und zahlreiche Frauen sind danach ganz verblüfft über die eigene, positive Veränderung. Am Applaus der Gruppe merken viele, dass man sich positiv hervorheben kann – selbst dann, wenn die Haare weg sind. Außerdem stehen etliche Frauen heute zu ‘oben ohne’ oder zu ihrer Stoppelfrisur.“

Nach zwei Stunden in denen Heidi auch Tricks zeigt, wie die Perücke frisiert oder ein Tuch effektiv um den Kopf drapiert werden kann, sind die Frauen der Reha-Klinik hoch motiviert: „Sie sehen toll aus. Kann ich mal Ihre Farbe ausleihen? Ich hätte nie gedacht, dass ich soviel Spaß an diesem Nachmittag haben könnte.“ So und ähnlich lauten ihre Kommentare, wenn sie sich im Spiegel betrachten. Auch Heidi kann zufrieden sein. „Es ist prima gelaufen“, sagt sie. Die Frauen packen ihre Utensilien in die Tüten, erhalten noch eine Broschüre mit Schminkanleitungen, trinken eine letzte Tasse Kaffee und verlassen – mit erheblich gestärktem Selbstbewusstsein – den Raum.

Regine Schulte Strathaus



Frauen: eine Wissenschaft für sich

Geschlechtsspezifische Unterschiede werden bei der Arzneimittelforschung häufig vernachlässigt

„Wenden Sie sich an Ihren Arzt oder Apotheker“, heißt es im Beipackzettel vieler Medikamente, wenn Fragen zu Dosierung, Risiken oder Nebenwirkungen auftauchen. Doch auch die Experten bleiben mitunter ihren weiblichen Patienten die Antwort schuldig. Wenn die Arzneimittelforschung keine Daten liefert, hilft manchmal höchstens der persönliche Erfahrungsschatz des Arztes. Grund für die Informationslücke ist, dass Frauen in frühen Phasen klinischer Studien, in denen es um Giftigkeit und Verträglichkeit sowie um die Dosierung eines Medikaments geht, in der Regel weit unterrepräsentiert sind – sofern es sich nicht um spezielle Wirkstoffe der Frauenheilkunde handelt. „Der Frauenanteil in den Studien ist in den letzten Jahren zwar von 20 auf 25 Prozent gestiegen, spiegelt allerdings noch lange nicht den tatsächlichen Anteil erkrankter Frauen wider. Laut Fachliteratur liegt er bei 43 Prozent“, sagt Professor Petra A. Thürmann, die sich im Philipp Klee-Institut für Klinische Pharmakologie des Klinikums Wuppertal mit geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Arzneimittelforschung beschäftigt.

Studienprotokolle berücksichtigen eine Reihe von Parametern wie Alter, herabgesetzte Nieren- oder Leberfunktion oder Einflüsse durch andere Medikamente, die spezifischen Besonderheiten des weiblichen Geschlechts bleiben jedoch unbeachtet. Der typische Studienteilnehmer ist männlich und wiegt 75 Kilogramm; dementsprechend sind später die Empfehlungen im Beipackzettel auf ihn zugeschnitten. „Kein Wunder, wenn es gerade bei jungen und kleinen Frauen mit einem Körpergewicht von 50 bis 65 Kilogramm zu einer Überdosierung kommt – mit entsprechenden Folgen, was die Nebenwirkungen angeht“, stellt Thürmann fest.

Mediziner wissen schon länger um die geschlechtsspezifischen Unterschiede bei der Häufigkeit und Ausprägung von Krankheiten. Konsequenzen im Sinne einer Anpassung der therapeutischen Empfehlung hat diese Erkenntnis jedoch ebenso wenig wie die Tatsache, dass Frauen eine andere physische Konstitution als Männer besitzen. Es ist bekannt, dass neben Körpergröße und Gewicht auch die Anteile an Fett- und Muskelmasse sowie der Was-

sergehalt für den Stoffwechsel eine Rolle spielen. Zudem werden bestimmte Substanzen zum Teil schneller, zum Teil aber auch langsamer vom Körper verarbeitet, man spricht von einer unterschiedlichen Pharmakokinetik. Enzyme in der weiblichen Leber bauen wasserlösliche Wirkstoffe schneller ab und verringern damit die Wirksamkeit eines Medikaments. Fettlösliche Stoffe bleiben bei Frauen länger im Körper, da sie wegen des höheren Fettanteils im Körpergewebe besser gespeichert werden können. Damit wird zum Beispiel auch klar, warum Frauen zum Teil länger unter Nebenwirkungen leiden als Männer, die den Wirkstoff beziehungsweise seine Abbauprodukte schneller ausscheiden.

Was aber macht diese unterschiedliche Biochemie aus? Die Antwort liegt nahe: die weiblichen Hormone. Nicht nur die zyklusabhängigen Schwankungen im Hormonhaushalt scheinen den Stoffwechsel zu beeinflussen, auch zusätzlich verabreichte Hormone, die zur Empfängnisverhütung oder bei einer Hormonersatztherapie eingenommen werden, können ihre Wirkung im Körper entfalten. Diese Unwägbarkeiten sind auch der Grund, warum Arzneimittelhersteller davon absehen, Frauen in klinische Studien einzubinden. Mit männlichen Probanden lassen sich die erforderlichen Prüfungen einfacher und kostengünstiger durchführen, zudem gelangen die Pharmaunternehmen so schneller zu einem eindeutigen, reproduzierbaren Ergebnis. Eine Rolle spielt auch, dass Frauen während der Untersuchungsreihen schwanger werden könnten und das ungeborene Leben – wie dies früher bei dem Präparat Contergan[®] oder dem Wirkstoff Stilbestrol der Fall war – geschädigt werden könnte. Deshalb werden Frauen – zu ihrem eigenen Schutz – häufig von klinischen Studien ausgeschlossen.

Für Petra Thürmann ist das Risiko einer Schwangerschaft ein fadenscheiniges Argument. Es wäre einfach, mit den Probandinnen vor Untersuchungsbeginn die Verhütungsfrage klären. Auch den Kostenfaktor lässt sie nicht gelten: „Schließlich geht es in einer klinischen Studie doch um die Sicherheit.“

Inwieweit geschlechtsspezifische Unterschiede im Arzneistoffwechsel letztlich bei der Verabreichung von Medikamenten berücksichtigt werden müssen, ist derzeit noch weitgehend unerforscht. Doch eines ist klar: „Hormone beeinflussen den Arzneistoffwechsel. Dafür gibt es zahlreiche Belege“, sagt Thürmann. Bereits Anfang der siebziger Jahre seien geschlechtsspezifische Unterschiede beim Stoffwechsel von Azetylsalicylsäure, dem Wirkstoff des Aspirins, festgestellt worden: Bei Frauen, die keine Pille nahmen, blieb das Medikament eineinhalb Mal länger im Körper als bei Männern, während es bei ihren Geschlechtsgenossinnen, die durch Hormoneinnahme verhüteten, die gleiche Halbwertszeit wie bei Männern zeigte. Die Relevanz für die klinische Praxis ist allerdings unklar. Ein weiteres Beispiel für die unterschiedliche Pharmakokinetik bei Männern und Frauen lieferten Untersuchungen zum Beta-Blocker

Metoprolol. Die Blutkonzentration des Medikaments, das vor allem bei Bluthochdruck, nach Herzinfarkt und zur Migräneprevention verabreicht wird, war bei Frauen, die keine Hormone nahmen, um 30 bis 40 Prozent höher als bei Männern, bei Frauen, die die Pille nahmen, sogar um 50 Prozent höher. Belege gibt es auch für geschlechtsspezifische Unterschiede in der Pharmakodynamik, also der Wirkung und Wirksamkeit von Arzneimitteln. So scheinen Frauen nicht so gut auf das Schmerzmittel Ibuprofen anzusprechen; auch die Auswirkung von Insulingaben auf den Blutzuckerspiegel sind beim weiblichen Geschlecht anders als bei Männern. Ein weiteres Beispiel für die unterschiedliche Pharmakodynamik ist die Chemotherapie mit 5-Fluoruracil. Untersuchungen bei Patienten mit Darmkrebs oder gynäkologischen Tumoren erga-





ben, dass das Zellgift bei Frauen häufiger als bei Männern das Knochenmark schädigt und die Bildung von Blutstammzellen verhindert.

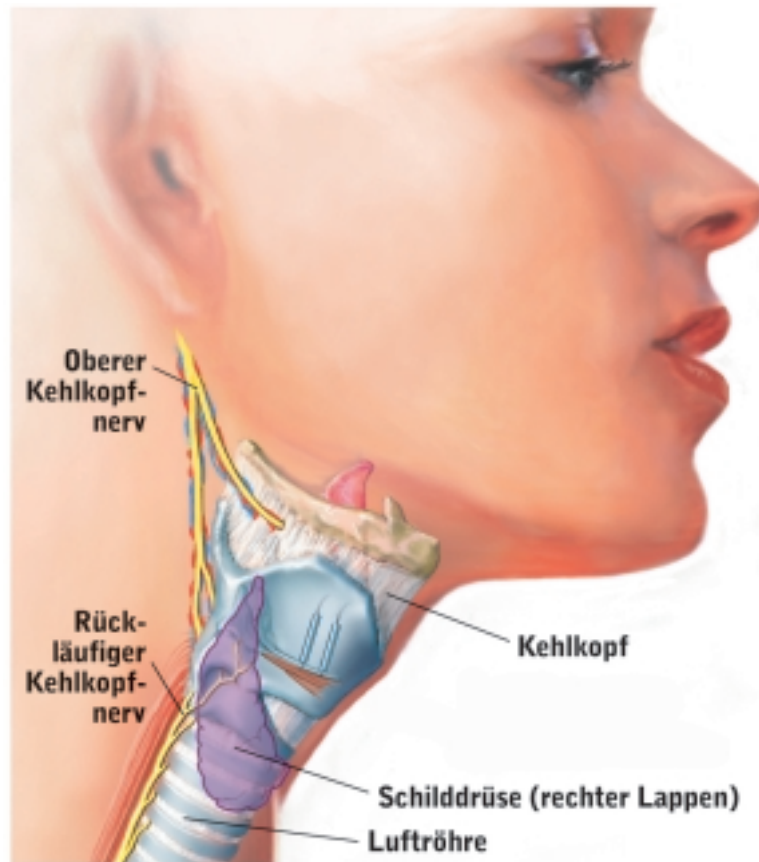
Wie wichtig die Beteiligung von Frauen an klinischen Studien ist, macht Thürmann einmal mehr deutlich: „Bereits Ende der achtziger Jahre stellte die Teilnahme an klinischen Studien zu neuen Wirkstoffen gegen die Immunschwäche AIDS häufig den einzigen Weg dar, frühzeitig an potenziell lebensrettende Medikamente zu gelangen.“ Ein Umdenken in der Arzneimittelforschung ist deshalb dringend erforderlich. In den USA ist man bereits auf dem richtigen Weg: Die Food and Drug Administration (FDA), die über die Zulassung von Medikamenten entscheidet, hat schon 1993 Richtlinien erlassen, wonach Frauen und ethnische Minderheiten in ausreichendem Maße in Arzneimittelprüfungen einbezogen werden müssen. In

Deutschland und Europa gelten diese Vorgaben in abgeschwächter Form. Für international tätige Pharmafirmen sind jedoch die Vorgaben der FDA ein „Muss“, wenn sie nicht auf die internationale Vermarktung ihrer Produkte verzichten wollen. Noch ein wichtiger Punkt: Auch in Projekten, die nicht von der Industrie gefördert werden, sollte der Gesichtspunkt möglicher geschlechtsspezifischer Unterschiede natürlich beachtet werden. Die Bundesregierung unterstützt dieses Ziel ausdrücklich: „Wir wollen eine Neuorientierung im Gesundheitswesen und der medizinischen Forschung im Hinblick auf Frauen“, heißt es im neuen Koalitionsvertrag. Und: „In der Auftragsforschung und der Forschungsförderpolitik wird festgelegt, dass medizinische Forschung grundsätzlich geschlechtsspezifische Aspekte berücksichtigen muss.“

Dagmar Anders

Rettungsstrategie für den Kehlkopf

Neue Ansätze in der Krebsbehandlung



Wie eine Weiche in den Zuggleisen regelt der Kehlkopf im Hals den Verkehr auf Speise- und Atemweg: Er wacht darüber, dass sich beim Schlucken kein Krümel in die Luftröhre verirrt. Doch noch wichtiger für das tägliche Leben ist der Kehlkopf als Stimmgeber unserer

Sprache. Und das macht ihn zu einem unentbehrlichen Organ. Deshalb ist die Diagnose Kehlkopfkrebs meist ein Schock, da die Entfernung des Kehlkopfs häufig als einzige Therapie bleibt. Doch es gibt Hoffnungen, dass Patienten auch ohne so genannte Laryngektomie geholfen werden kann. Und zwar mit einer Radiochemotherapie: In einer Studie behielten etwa 71 Prozent der so behandelten Patienten ihren Kehlkopf; auch nach einem Jahr war er noch frei von Krebszellen.

„Das Larynxkarzinom ist ein sehr aggressiver Tumor“, sagt Privatdozent Dr. Andreas Dietz, Leiter der Sektion Onkologie der Hals-Nasen-Ohrenklinik des Universitätsklinikums Heidelberg. Jedes Jahr erkranken in Deutschland etwa 3000 Menschen, meist Männer, an diesem Tumor. Der Alters-

gipfel liegt bei 60 Jahren. Ein hohes Erkrankungsrisiko haben Menschen, die viel Rauchen und übermäßig viel Alkohol trinken oder beruflich Krebs erregenden Stoffen ausgesetzt sind. Viele Tumoren werden erst in einem sehr weit fortge-

schrittenem Stadium entdeckt, weil die Patienten meist nur über unspezifische Beschwerden wie Heiserkeit oder Schluckstörungen klagen. Deshalb ist die Prognose oft schlecht – mit der Folge: Der Kehlkopf muss entfernt werden.

Da nach einer Laryngektomie die Weichenstellung zwischen Speise- und Luftröhre fehlt, erhalten die Patienten ein Tracheostoma. Dabei wird die Luftröhre über dem Brustbein durch ein Ventil in der Haut nach außen geleitet. Die Patienten atmen dann nicht mehr durch die Nase, sondern direkt durch das Tracheostoma, wodurch ihr Geruchs- und Geschmackssinn oft eingeschränkt ist. Nach der Entfernung des Kehlkopfes können die Patienten lernen entweder über die Speiseröhre zu sprechen oder sich mit Hilfe eines Sprechventils, das

zwischen Luft- und Speiseröhre eingesetzt wird, zu verständigen.

„Die komplette Entfernung des Kehlkopfs ist aus onkologischer Sicht nach wie vor eine gute Therapie“, berichtet Dietz. Doch aus Erfahrung weiß er, dass die Aussicht auf ein Leben ohne Kehlkopf für manche Patienten eine unüberwindbare Barriere darstellen kann. Besonders die Vorstellung, nicht mehr richtig sprechen zu können, ist für viele schlimm: „Sprechen und Kommunikation, das ist schließlich das Leben“, sagt Dietz dazu. Aus diesen Ängsten resultiert das Bestreben, die Patienten ohne Laryngektomie zu behandeln. Als Möglichkeit gibt es die Operation mit Laser, wobei von der Mundhöhle aus der Tumor unter Erhaltung des Kehlkopfes herausgeschnitten werden kann. Doch hat der Tumor eine gewisse Größe erreicht, ist diese Behandlung nicht mehr möglich. „Für diese Patienten bietet sich die Radiochemotherapie als echte Alternative an“, sagt Dietz. In einer von ihm mit koordinierten Studie wurden 28 Patienten in Kliniken in Heidelberg, Köln, Kassel und Oldenburg auf diese Weise behandelt. Sie erhielten über fünf Wochen täglich eine Bestrahlung, die in der ersten und letzten Woche mit einer Chemotherapie kombiniert wurde. Am Ende wurde das Tumorstadium erneut überprüft. Hatte sich der Tumor nicht zurückgebildet, mussten die Ärzte den Kehlkopf nachträglich entfernen, was jedoch nur bei vier Patienten der Fall war. Zwei Monate nach der Radiochemotherapie stellten die Ärzte bei 24 der 28 Patienten einen kompletten Rückgang des Tumors bei gleichzeitiger Erhaltung des Kehlkopfs fest.

Doch ist die Radiochemotherapie bei Kehlkopfkrebs auch langfristig so sicher wie die Laryngektomie? „Es gibt keine Unterschiede in den Überlebensprognosen zwischen den verschiedenen Therapien“, entkräftet Dietz solche Bedenken. Für diese Aussage sprechen auch die Ergebnisse der aktuellen Studie: Nach einem Jahr waren zwar drei Patienten gestorben, fünf weitere hatten ihren Kehlkopf oder seine Funktion verloren. Doch bei den restlichen Teilnehmern hatte sich der Tumor zurückgebildet, ohne dass der Kehlkopf entfernt werden musste. „Diese Patienten haben auch nach einem Jahr noch eine komplette Remission, das heißt, dass der Tumor weder in bildgebenden Verfahren wie Computertomographie oder Ultraschall noch in der Gewebeuntersuchung nachweisbar ist“, sagt Dietz. Mit einem Jahr sei die Nachbeob-

achtungszeit noch nicht sehr lang, räumt der Mediziner ein. Doch Ergebnisse früherer Studien sprächen dafür, dass auch langfristig die Prognose dieser Patienten gut sei.

Bei diesen ermutigenden Zahlen darf jedoch eines nicht vergessen werden: „Die Therapie ist kein Spaziergang, und nach einer Laryngektomie sind die Patienten schneller wieder fit“, wie Dietz es ausdrückt. So macht zum Beispiel eine Entzündung der Schleimhäute, die etwa nach der zweiten Behandlungswoche einsetzt, manchen Patienten das Schlucken vor Schmerzen unmöglich. Deshalb erhielten in Heidelberg etwa 20 bis 30 Prozent der Patienten einen dünnen Schlauch durch die Bauchdecke in den Magen, über den sie bis zum Abheilen der Entzündung ernährt wurden. Ein weiteres Problem der Bestrahlung ist die Ödembildung: Durch Gewebereaktionen im bestrahlten Bereich lagert sich Wasser ein. Diese Wassereinlagerung kann solche Ausmaße annehmen, dass der Kehlkopf zwar erhalten bleibt, seine Funktion jedoch nicht erfüllen kann. In der Studie musste deshalb ein Patient nachträglich ein Tracheostoma erhalten.

Noch etwas anderes dürfe man den Patienten nicht verschweigen: Muss nach der Radiochemotherapie doch noch operiert werden, weil der Tumor nicht ganz zerstört ist, können



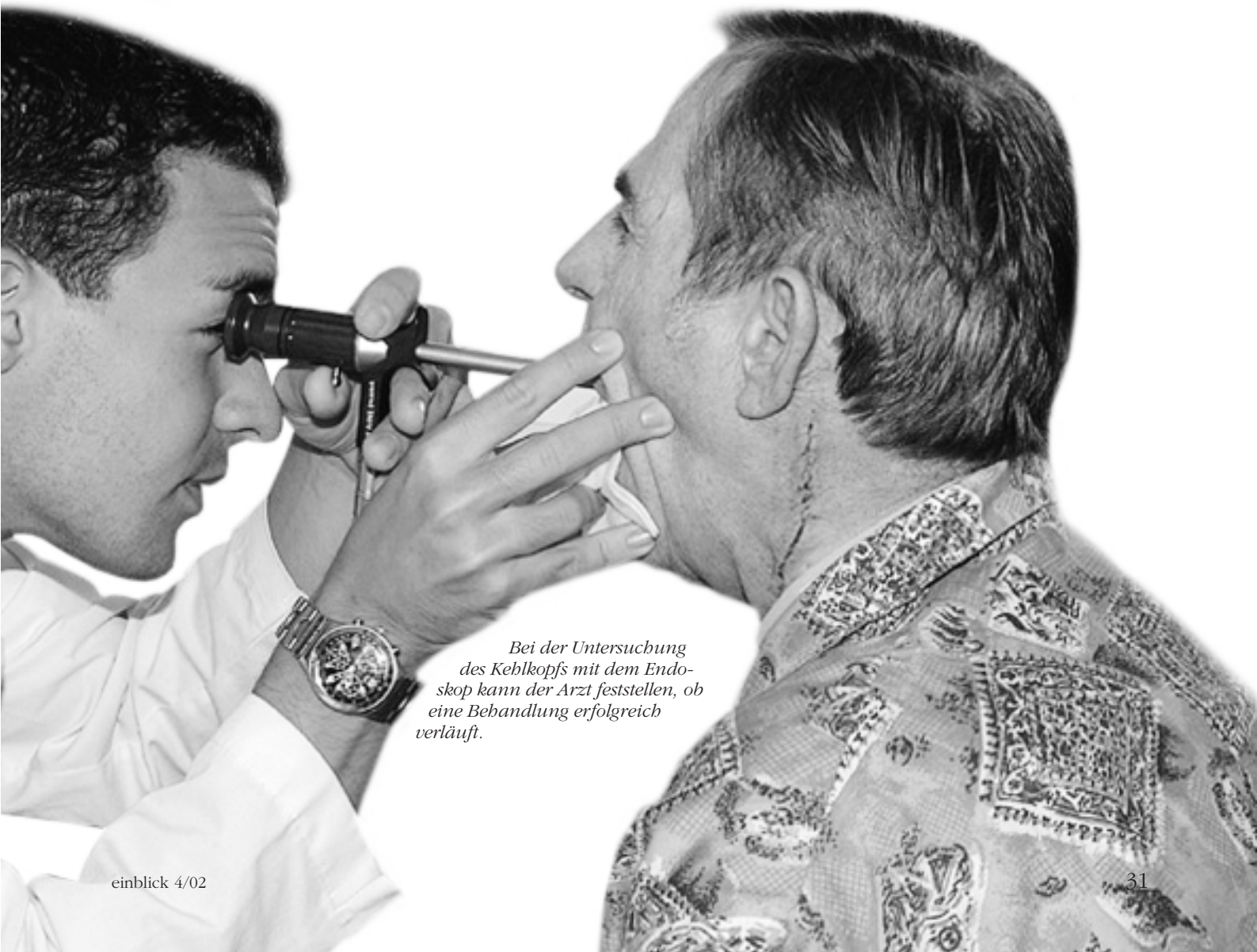
die Bedingungen für diesen Eingriff schlechter sein als ohne die Bestrahlung. Dietz dazu: „Innerhalb vier Wochen nach Therapieende können wir die Patienten ohne Probleme operieren. Danach beginnt das Gewebe zu vernarben, wodurch die Durchblutung und somit die Wundheilung gestört sein kann.“

Um dieses Risiko in Zukunft weiter zu minimieren, erproben Dietz und seine Kollegen schon ein neues Therapieschema. Dabei sollen durch eine so genannte Induktionschemotherapie diejenigen Patienten ermittelt werden, die für eine Bestrahlung geeignet sind. Grundlage dieser Methode ist die gesicherte Erkenntnis, dass Tumoren, die auf eine bestimmte Chemotherapie ansprechen, auch auf die anschließende Bestrahlung sensibel reagieren. In einer Studie mit 60 Patienten

an 17 verschiedenen Kliniken in Deutschland wird diese Strategie zurzeit geprüft.

Welche Therapie der Patient letztlich erhält, darüber entscheidet er ganz allein. „Wir zeigen jedem Patienten deutlich alle Möglichkeiten mit Vor- und Nachteilen auf“, sagt Dietz. In Zukunft wird jedoch nach seiner Einschätzung der Stellenwert der Kehlkopfentfernung durch die organerhaltenen Therapien immer weiter eingegrenzt werden. Und mit der richtigen Betreuung sind auch die Probleme der Radiochemotherapie meist in den Griff zu bekommen, meint Dietz. Wie diese Betreuung aussieht, beschreibt der Mediziner so: „Man muss die Patienten wie ein Fußballtrainer mit viel Kraft und Zuspruch durchcoachen!“

Swanett Koops



Bei der Untersuchung des Kehlkopfs mit dem Endoskop kann der Arzt feststellen, ob eine Behandlung erfolgreich verläuft.

Tag der offenen Tür

Forschung zum Anfassen, Mitmachen und Mitdiskutieren – mit diesem Ziel veranstaltete das Deutsche Krebsforschungszentrum in Heidelberg Mitte Oktober einen Tag

Vortragsprogramm über den aktuellen Stand der Krebsforschung. Die Besucher des Krebsforschungszentrums sollten aber nicht nur zuhören und zuschauen, sondern auch selbst aktiv werden. Ganz in diesem Sinne bot der

deres Angebot. „Chemie-Magie im Zauberlabor“ hieß der wohl beliebteste Programmpunkt des Tages. Mit Laborkitteln und Schutzbrillen ausgestattet, beobachteten die Kinder, wie Luftballons im flüssigen Stickstoff schrumpften



Großer Besucherandrang im Krebsforschungszentrum: Das Programm bot vielfältige Informationen und lud zum Mitmachen ein.



der offenen Tür. Das Interesse war groß: Den ganzen Tag drängten sich Tausende von Besuchern durch die Gänge und Räume des Forschungszentrums.

Viele Wissenschaftler hatten eigens für diesen Tag ihre Forschungsobjekte aus den Laboren in die Foyers des Gebäudes transportiert. Dort konnten die Besucher zum Beispiel Fruchtfliegen unter dem Mikroskop betrachten oder den Kollimator bewundern, ein Gerät, das zur präzisen Bestrahlung von Tumoren eingesetzt wird. Besonderer Beliebtheit erfreute sich die Aktion „Check den Fleck“, bei der Hautärzte die Muttermale und Leberflecken der Besucher unter die Lupe nahmen. Wer nach diesem ersten Eindruck mehr wissen wollte, schloss sich einer Führung durch die Labore des Forschungszentrums an oder informierte sich beim umfangreichen



Krebsinformationsdienst (KID) einen Internetkurs an: Hier lernten die Gäste des Forschungszentrums, wie sie selbstständig im Internet recherchieren und sich beispielsweise über bestimmte Krebsarten informieren können.

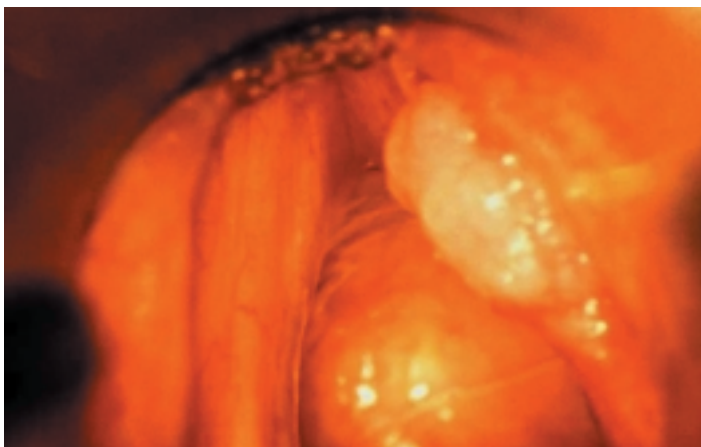
Doch nicht nur die Erwachsenen, auch die kleinen Besucher kamen auf ihre Kosten. Neben einem Kinderprogramm mit Puppentheater und Zaubervorführung gab es für die Altersgruppe von acht bis zwölf Jahren ein ganz beson-

oder ein Schokokuss im Vakuum platzte. Unter fachkundiger Anleitung durften die kleinen Forscher selbst einige Experimente durchführen. „Das war total klasse“, sagte die neunjährige Simone nach dem Zauberkurs, und ihre Freundin Jana ergänzte: „Ich weiß gar nicht, was mir am besten gefallen hat“. So ähnlich ging es wohl den meisten Besuchern beim Tag der offenen Tür, und auch die Mitarbeiter des Krebsforschungszentrums freuten sich über soviel Interesse an ihrer Arbeit. Dr. Josef Puchta, der Administrativ-kaufmännische Vorstand des Deutschen Krebsforschungszentrums, verkündete am Abend freudestrahlend: „So eine Veranstaltung werden wir in Zukunft öfter machen.“

Rein

Stichwort: Kehlkopf

Der Kehlkopf liegt am Eingang der Luftröhre und trennt die Atemwege von der Speiseröhre. Er



Blick durch ein Endoskop. Der Kehlkopf erfüllt wesentliche Funktionen bei der Atmung und der Stimmbildung.

besteht aus einem beweglichem Knorpelgerüst, einem Kehldeckel, speziellen Muskeln – den Stimmbändern – und dem Kehlkopfhohlraum mit dem Stimmapparat. Innen ist der Kehlkopf mit einer Schleimhaut beschichtet, die Verunreinigungen aus der Luft herausfiltert und so die Atemluft reinigt.

Der Kehlkopf hat mehrere Funktionen: Zum einen transportiert er pro Tag durchschnittlich etwa 19 000 Liter Atemluft und schützt zum anderen die Luftröhre beim Schlucken vor Speiseanteilen. Diese Aufgabe übernimmt der Kehldeckel, auch Epiglottis genannt, der sich beim Schlucken schließt.

Bei Männern erkennt man den Kehlkopf von außen am besten am Adamsapfel, der dem Schildknorpel entspricht. Er gehört zum beweglichen Knorpelgerüst und ist der größte von insgesamt vier Knorpeln. Bei Frauen ist der Schildknorpel nicht so stark ausgeprägt, lässt sich aber zumindest deutlich

ertasten. Die Knorpel werden durch Muskeln und Bänder zusammen gehalten. Am Adamsapfel und einem Paar kleinerer Knorpel sind die Stimmbänder befestigt,

die durch Luftströme in Schwingungen geraten und uns auf diese Weise die Stimmbildung ermöglichen. Die Stimmbänder sind Falten aus Schleimhaut und Muskeln, die angespannt werden können. Werden die Stimmbänder durch Muskelkontraktion zusammengebracht, bleibt nur eine schmale Öffnung, durch die die Luft strömen kann. Der Luftstrom versetzt die Stimmbänder in Schwingungen. Diese Vibrationen werden auf die Luft übertragen, und ein Ton entsteht.

Bei einer Erkältung verändert sich die Stimme, gerade auch wenn man Husten hat. Diese Veränderung wird durch den Schleim hervorgerufen, der sich bei einer Erkältung in der Kehle sammelt. Dieser Schleim kann die Stimmbänder nur durch Husten passieren. Die Stimmbänder werden dadurch gereizt, und die Schleimhäute schwellen an. Die Stimmbänder schwellen mit an, so dass sie andere Vibrationen erzeugen,

die Stimme wird dunkler. Rauchen kann sogar zu einem chronischen Anschwellen der Stimmbänder führen, die Stimme klingt dann heiser und monoton, höhere Töne sind nur noch schwer hervorzubringen. Eine chronische Heiserkeit kann auch das erste Symptom für Kehlkopfkrebs sein: Ein Tumor im Kehlkopfbereich verändert beispielsweise die Stimmbänder oder den Hohlraum, in dem die Schwingungen hervorgerufen werden. Dadurch entstehen andere Vibrationen und die Stimme klingt verändert.

Krü

Buch: Große Entdeckungen durch kleine Zufälle

Während einer Predigt ärgerte sich der Chemieingenieur Art Fry darüber, dass er die Liederfolge im Gesangbuch mit losen, ewig herumflatternden Zetteln markieren musste. Man bräuhete selbstklebende Lesezeichen, dachte Fry und erinnerte sich an einen Misserfolg seiner Firma: Statt eines Superklebers hatte ein Kollege eine Substanz entwickelt, die nur ganz schwache Klebeeigenschaften aufwies. Die zusammengeklebten Stoffe ließen sich selbst nach einiger Zeit wieder auseinanderziehen. Was Mitte der Achtzigerjahre mit dem Geistesblitz in einer Kirche begann, klebt heute auf Monitoren, Schreibtischen oder



am Kühlschrank: Die kleinen gelben Haftzettel scheinen sich in Büro und Haushalt unaufhaltsam zu vermehren.

Diese Geschichte ist nur ein Beispiel für die Rolle des Zufalls in der Forschung, die der Wissenschaftsjournalist Martin Schneider in seinem Buch „Teflon, Post-it und Viagra – Große Entdeckungen durch kleine Zufälle“ beschreibt. In 24 sorgfältig recherchierten und höchst unterhaltsam geschriebenen Geschichten ist er der Frage nachgegangen, inwiefern nicht geplante Ereignisse wie „Laborunfälle“ oder „Dreckeffekte“ in Experimenten zu wichtigen Erfindungen führten.

Wer kennt nicht die Geschichte des Alexander Fleming, der das Penizillin nur deshalb entdeckte, weil eine Spore eines penizillinproduzierenden Pilzes ausgerechnet Flemings Bakterienkulturen verunreinigte? Nach dem Fund dieses ersten Antibiotikums suchten Wissenschaftler weltweit in den Absonderungen anderer Pilze nach Antibiotika. Das „Random Screening“ – das zufällige Durchmustern von Proben – wurde sogar zu einer Methode, dem Zufall auf die Sprünge zu helfen. So ging Ende der Sechzigerjahre einer Pharmafirma die Substanz Cyclosporin ins Netz – als Antibiotikum ein Flop, aber DAS neue Mittel zur Unterdrückung von Abstoßungsreaktionen nach Organtransplantationen.

Doch ist es immer nur Zufall oder gehören zu jeder glücklichen Entdeckung nicht auch der „vorbereitete Geist“ und die scharfe Beobachtungsgabe des Entdeckers? Alexander Fleming beispielsweise hatte seit Jahren nach einem Heilmittel gesucht, um krankheitserregende Bakterien wirksam zu bekämpfen.

Während seine Kollegen der verunreinigten Kultur keine Beachtung schenkten, wusste Fleming sofort, dass er etwas Wichtiges beobachtet hatte. „Der Wissenschaftsbetrieb ist alles andere als eine große Lotterie, in der mal der eine, mal der andere das große Los zieht“, resümiert Martin Schneider. „Keinem der vom Zufall beglückten Forscher ist seine Entdeckung einfach in den Schoß gefallen, in den er seine Hände in Erwartung einer glücklichen Fügung schon lange zuvor gelegt hatte.“

RR

„Teflon, Post-it und Viagra – Große Entdeckungen durch kleine Zufälle“ von Martin Schneider, 216 Seiten, ist erschienen im Verlag WILEY-VCH, Weinheim, 2002, Preis: 24,90 Euro.

Web-Forum für Krebspatienten

Jedes Jahr erkranken in Deutschland über 46 000 Frauen neu an Brustkrebs, der hierzulande häufigsten Krebserkrankung bei Frauen. Zu diesem Ergebnis kam erst kürzlich die Dachdokumentation Krebs des Robert Koch Instituts. Der Informationsbedarf ist dementsprechend groß. Neben zahlreichen Selbsthilfegruppen wird auch eine andere Art des Zusammentreffens und Informationsaustausches immer stärker genutzt: das Internet. Die Vorteile des Internets liegen klar auf der Hand: Es ist zeit- und ortsunabhängig zugänglich, und vor allem bleibt man anonym – für viele Krebspatientinnen ein sehr wichtiger Aspekt.

Doch wie findet man in dem weltweiten Netz seriöse Kontakte und geprüfte Informationen und nicht etwa „Scharlatanerie“?



Informationen über Krebs, ortsunabhängig und rund um die Uhr: Ein Ziel von COSMOS ist es, die individuelle Beratung und den Erfahrungsaustausch im Web, unter anderem durch die Nutzung mobiler Kommunikationsgeräte, zu verstärken.

Seit Mitte August 2002 bietet der Krebsinformationsdienst, KID, gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Medizin unter www.krebsgemeinschaft.de eine Internetseite speziell zum Thema Brustkrebs an. Auf der Seite, die im Rahmen des COSMOS-Projektes (Community Online Services and Mobile Solutions) entstanden ist, können Erkrankte, deren Familien oder Freunde in einem Forum oder Chat zu anderen Betroffenen Kontakt aufnehmen. Weiterhin besteht die Möglichkeit, Experten zu regelmäßig wechselnden Themen rund um die Erkrankung Fragen zu stellen oder sich anhand von aktuellen und ausführlich geschriebenen Texten selbst zu informieren. Eine Besonderheit der Seite ist auch das so genannte „Partner Matching“. Dabei erstellen registrierte Benutzer eine virtuelle Visi-



tenkarte mit Informationen über sich, die Erkrankung und die persönliche Situation. Befindet sich ein anderer angemeldeter Benutzer in ähnlicher Situation, können beide gezielt miteinander Kontakt aufnehmen.

In den ersten zwei Monaten nach der Online-Schaltung von krebsgemeinschaft.de haben sich bereits 351 Benutzer registriert, was den großen Informationsbedarf widerspiegelt. Besonderes Interesse besteht an den Expertenfragen. Auch das Forum und der Chat werden für individuelle Fragen stark genutzt. Persönliche Kontakte und erste Treffen sind durch die krebsgemeinschaft.de ebenfalls schon entstanden.

Das COSMOS-Projekt wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Neben KID sind auch die Universität Hohenheim, der Onkologische Schwerpunkt Stuttgart, die AOK Baden-Württemberg, das Inter-

disziplinäre Tumorzentrum Tübingen, Dr. Sonje Webconsult, und die Technische Universität München beteiligt. Langfristiges Ziel ist die Übertragung der jetzigen Internet-Anwendungen auf mobile Telekommunikations-Endgeräte wie zum Beispiel Handys.

Bei

Darmspiegelung zur Krebsfrüherkennung

Seit dem 1. Oktober können sich Mitglieder der gesetzlichen Krankenversicherung ab dem 56. Lebensjahr noch gründlicher vorbeugend auf Darmkrebs untersuchen lassen, denn seit diesem Datum ist die Darmspiegelung (Koloskopie) ein fester Bestandteil des Krebsfrüherkennungs-Programms der gesetzlichen Krankenkassen. Die Regelung sieht eine Koloskopie im Alter von 55 Jahren vor, eine zweite Untersuchung ist im Alter von 65 Jahren möglich. Wer bisher jährlich eine fäkale okkulte Bluttestung gemacht hat – also den Stuhl auf verstecktes Blut untersuchen ließ –, der kann das auch weiterhin auf Kosten der Kassen tun, denn der Anspruch auf diese Untersuchung bleibt bestehen.

Bisher mussten die Kassen für eine Darmspiegelung nur aufkommen, wenn durch andere Untersuchungsergebnisse oder Symptome wie auffälliger Stuhl oder ein positiver Bluttest der Verdacht auf einen Tumor im Darm bestand. Doch schon lange plädieren Experten dafür, die Koloskopie auch als Reihenuntersuchung auf Darmkrebs bei Patienten ohne Symptome einzusetzen. Denn je früher ein Tumor

entdeckt wird, desto größer sind die Heilungschancen - am besten also bevor er Symptome verursacht.

Die Experten stellen diese Forderung nicht ohne Grund. Der Nutzen einer Koloskopie in Form einer Reihenuntersuchung hat sich bereits in einigen Untersuchungen gezeigt. Professor Hermann Brenner und seine Kollegen vom Deutschen Zentrum für Altersforschung in Heidelberg sowie Mitarbeiter des Krebsregisters Saarland haben eine entsprechende Studie durchgeführt, die Hinweise dafür liefert, dass die Reihenuntersuchung das Risiko senkt, überhaupt an Darmkrebs zu erkranken. Die Wissenschaftler untersuchten 320 Patienten mit neu entdecktem Krebs im Dickdarm, sowie 263 Kontroll-Patienten mit Brust- oder Magenkrebs. Alle Patienten wurden während des Krankenhausaufenthalts befragt, ob und wann eine Darmspiegelung bei ihnen vorgenommen worden ist.

Die Auswertung dieser Befragungen ergab, dass von den Patienten mit Darmkrebs elf Prozent eine Darmspiegelung hatten machen lassen, bei den Kontrollpatienten waren es 27 Prozent. Mit Hilfe von statistischen Berechnungen leitete Brenner aus diesen Zahlen eine Aussage zum allgemeinen Erkrankungsrisiko ab: Im Vergleich zu Menschen, die sich nicht einer Darmspiegelung unterzogen hatten, war das Risiko an Darmkrebs zu erkranken nach einer Koloskopie um 70 Prozent niedriger. Ein weiterer interessanter Aspekt: Auch wenn die Darmspiegelung schon zehn Jahre zurück lag, hatten die untersuchten Personen immer noch ein um 60 Prozent niedrigeres Krebsrisiko.

sko

Personen

*Privatdozent Dr. Hans-Ulrich Kau-
czor* von der Klinik für Radiologie der Universität Mainz übernimmt zum 1. Januar 2003 die Leitung der Abteilung Onkologische Diagnostik und Therapie des Deutschen Krebsforschungszentrums. Kau-
czor will die Abteilung zu einem Center of Excellence für onkologische Diagnostik und Therapie ausbauen und die bestehende Forschung vorantreiben. Geplant ist auch ein neuer Arbeitsschwerpunkt: Kau-
czor will künftig die strukturellen und funktionellen Auswirkungen eingeatmeter Giftstoffe, etwa aus Tabakrauch, auf die Entwicklung chronischer Atemwegs- und Lungenerkrankungen, insbesondere des Bronchialkarzinoms, mit radiologischen Verfahren untersuchen.

Jens Derbinski, Abteilung Zelluläre Immunologie, ist von der Deutschen Gesellschaft für Immunologie mit einem Posterpreis ausgezeichnet worden. Der Wissenschaftler erhielt den Preis für die Präsentation seiner Arbeit zum Thema Genexpression in Binde-
gewebszellen der Thymusdrüse.

Die Firma MRC Systems GmbH, eine Ausgründung aus dem Krebsforschungszentrum, wurde kürzlich zu einem von drei Gewinnern der mit je 200 000 Euro dotierten „European IST Grand Prizes“ gekürt. Prämiert wurde die Software KonRad (Konformale Radiotherapie), mit der sich die Intensitätsmodulierte Strahlentherapie (IMRT) optimieren lässt. Das Team

um *Professor Wolfgang Schlegel*, Leiter der Abteilung Medizinische Physik, und die Firma MRC Systems haben dieses Planungsprogramm entwickelt, das in seiner Rechengeschwindigkeit bislang unübertroffen ist und zudem höchsten Ansprüchen an die Behandlungsqualität genügt.

Professor Harald zur Hausen wurde vom Institute of Medicine of the National Academy of Science der USA zum auswärtigen Mitglied („Foreign Associate“) gewählt. Zur Hausen wurde zudem von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit der Würde eines Ehrensenators ausgezeichnet.

Dr. Tobias A. Knoch, Abteilung Biophysik der Makromoleküle, ist von der Deutschen Gesellschaft für Zytometrie mit dem Klaus Goertler Preis 2002 ausgezeichnet worden. Gewürdigt wurde damit seine Doktorarbeit, mit der er einen Beitrag zur Aufklärung der räumlichen Struktur des menschlichen Zellkerns geleistet hat. Die Auszeichnung ist mit einem Preisgeld von 1000 Euro verbunden.

eng

Impressum

einblick ISSN 0933-128X
16. Jahrgang 4/2002

Zeitschrift des Deutschen Krebsforschungszentrums
„einblick“ erscheint drei- oder viermal jährlich

Herausgeber:
Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg
Redaktion: Stabsabteilung für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit: Dagmar Anders, Jürgen Lösch, Hilde Stamatiadis-Smith M.A. (verantwortlich für den Inhalt)

An dieser Ausgabe haben außerdem mitgearbeitet:
Dr. Matthias Baum, Christian Beitel, Christian Engel, Axel Fischer, Dr. Sabine Guth, Dr. Birgit Hiller, Dr. Sibylle Kohlstädt, Dr. Swanett Koops, Sonja Krüger, Jan Neuffer, Dr. Stefanie Reinberger, Renate Ries, Ulrike Roll, Regine Schulte-Strathaus

Gestaltung: Neuffer Design, Freiburg
Druck: ABT Print- und Medien GmbH, Weinheim
Lithographie: Häfner und Jöst, Edingen

„einblick“ kann - vorerst kostenlos - abonniert werden.

Redaktionsanschrift:
Deutsches Krebsforschungszentrum Stabsabteilung für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Im Neuenheimer Feld 280
69120 Heidelberg
Telefon: 06221/422854
Telefax: 06221/422968
E-Mail: einblick@dkfz.de

Homepage: www.dkfz.de/einblick/index.htm

Spendenkonto:
Deutsche Bank, Heidelberg
Kto.-Nr. 01/57008 (BLZ 672 700 03)
Spenden an das Deutsche Krebsforschungszentrum werden für Sonderprogramme, zum Beispiel für Nachwuchsförderung, eingesetzt. Darüber informieren wir Sie gern.

Nachdruck:
Die Wiedergabe und der Nachdruck von Artikeln aus „einblick“ ist nur nach Rücksprache und mit Genehmigung der Redaktion möglich. Diese wird aber in der Regel gern erteilt.

Individuelle Auskünfte über Krebs erhalten Sie kostenlos beim telefonischen KrebsInformationsDienst (KID), Telefon: 06221/410121, Montag bis Freitag, 8.00 bis 20.00 Uhr oder per E-Mail unter [kreb-
sinformation@dkfz.de](mailto:krebsinformation@dkfz.de)

Bildnachweis

Hendrik Brixius (Titel, S. 20, 21), Thomas Schöpke, Universität Greifswald (S. 2/3), Prof. Peter Bannasch, DKFZ (S. 4 oben), Yan de Andres (S. 4 unten, 5, 16, 17, 32, 34/35, Rücktitel) NeufferDesign (S. 4/5, 6/7, 8, 9, 10, 11, 24, 25, 37), Paul-Ehrlich-Institut, Langen (S. 12-14), Dr. Peter Schmezer, DKFZ (S. 15, 16/17 oben), Dr. Thorsten Wiethage, BG Kliniken Bergmannsheil, Bochum (S. 18, 19), Dagmar Anders, Dr. Axel Sütterlin (S. 27, 28), Jörg Kühn, Wort & Bild Verlag, Baierbrunn (S. 29), PD Dr. Andreas Dietz, Universitätsklinik Heidelberg (S. 30/31, 33 oben), Wiley-VCH Verlag, Weinheim (S. 33 unten).

Multimediale Verwirrung

Komplexe Zusammenhänge so darzustellen, dass kein Mensch sie kapiert, war seit jeher eine leichte Übung – selbst der blutigste Laie wird seinem Friseur die Relativitätstheorie so darstellen können, dass dieser kein Wort davon begreift. Anders verhält es sich mit schlichten, hochgradig klaren Sachverhalten. Diese einem Auditorium so beizubiegen, dass es bass erstaunt den Atem anhält, ist schon schwieriger. Nun könnte man natürlich forsch dahergehen und seine Aussage in simplen Worten – sagen wir beispielsweise „ $a^2 + b^2 = c^2$ “ – schnurstracks und schnörkellos unter die Leute bringen. Nur: Was dann? Groschen gefallen, Aussage kapiert, man nickt und geht nach Hause, tja, und was machen wir mit dem Rest des Abends? Nein, da muss der Vortragende sich schon ein bisschen was einfallen lassen, damit die Menschen – etwa Kongressteilnehmer, die möglicherweise über hunderte von Kilometern beschwerlich angereist sind – auf ihre Kosten kommen. Nur wie? Ganz einfach: Graphiken heißt das Zauberwort. Bunte Graphiken. Mit vielen Pfeilen drauf (ganz wichtig!). Herrlich, was man damit alles machen kann! Und zudem haben uns die Technikgötter auch noch ein Instrumentarium an die Hand gegeben, das das Ganze geradezu idealtypisch überhöht und in Sphären ungeahnten Entzückens steigert: bewegte Graphiken! Hach! Powerpoint-Präsentationen über den Beamer!

Da sitzt man im abgedunkelten Saal und starrt fiebernden Auges auf die Leinwand. Erstmal passiert natürlich nichts, der Referent stöpselt an seinem Laptop herum, dann ein bisschen am Beamer, ein forscher Herr von der Technik springt ihm zur Seite, sie friemeln zu zweit noch ein wenig hin und her, die Spannung steigt und plötzlich: Ein helles Karree erscheint,

ein freudiges Raunen flutet durch den Zuschauerraum. Der Referent fingert ein wenig über seine Tastatur, die Windows-Startoberfläche erscheint, allerlei vertraute Icons huschen über die Leinwand und dann, plötzlich steht es da: „ a^2 “. Ein roter Kreis schließt sich langsam darum, blinkt bedeutungsschwanger und mit einem Mal, rabong: „+ b^2 “. Roter Kreis, Flackern, Unterstreichung und pardauz: ein Gleichheitszeichen. Man kann den hundertfach angehaltenen Atem förmlich greifen – bis sich hinter dem Gleichheitszeichen langsam aus dem Nichts ein dickes rotes Fragezeichen materialisiert. „Aaahhhh...“ raunt es aus Zuhörerkehlen, als ein blinkender Pfeil die Bedeutung desselben wie in Marmor meißelt. Verflix, ist das spannend ...

Man sieht: So kann man noch mit dem letzten Zipfelchen von Aussage mühelos ein hochkarätiges Publikum tagelang von der Arbeit abhalten. Was aber kann man erst erreichen, wenn man einen richtig schön schwierigen Sachverhalt zu erläutern hat? Unsagbares! Da wird dann mit Pfeilen, Kreisen und Unterstreichungen geast, dass auch versierten Kongressteilnehmern die Augen übergehen. Es ist schon toll, wieviel an Kürzeln, Kurven, Kringeln und Kursivem auf eine Leinwand passt! Und das Schöne ist, dass der Referent dann bei seinen verbalen Ausführungen nicht allzu kleinlich sein muss, weil ihm sowieso kein Mensch mehr zuhört...

Natürlich, das wollen wir an dieser Stelle keineswegs verschweigen, gibt es auch Stümper, die mit einfach strukturierten, sehr übersichtlichen Graphiken arbeiten und ihre Sachverhalte so darstellen, dass man ums Begreifen einfach nicht herumkommt. Aber Dilettanten gibt es halt in jedem Fach...

Jan Neuffer





Stephanie Lindemann ist Mitarbeiterin des administrativ-kaufmännischen Stiftungsvorstands des Deutschen Krebsforschungszentrums.

ISSN 0933-128X