Screening: Früherkennung, Mathematik & Überdiagnostik

Autor: Wolfram Klatt
Veröffentlicht am: 10.08.2026

Dokument generiert über Gesundheitsmythen.de

ZUSAMMENFASSUNG (ABSTRACT)

Screening ist die systematische Reihenuntersuchung asymptomatischer Bevölkerungsgruppen zur Früherkennung von Krankheiten. Dieser Artikel beleuchtet die mathematischen Grundlagen (Sensitivität, Spezifität, Bayes-Theorem), statistische Verzerrungen wie Überdiagnostik sowie die Abgrenzung zu unkonventionellen Verfahren wie der Thermographie.

Screening: Die Kunst der Früherkennung zwischen Lebensrettung und Überdiagnostik

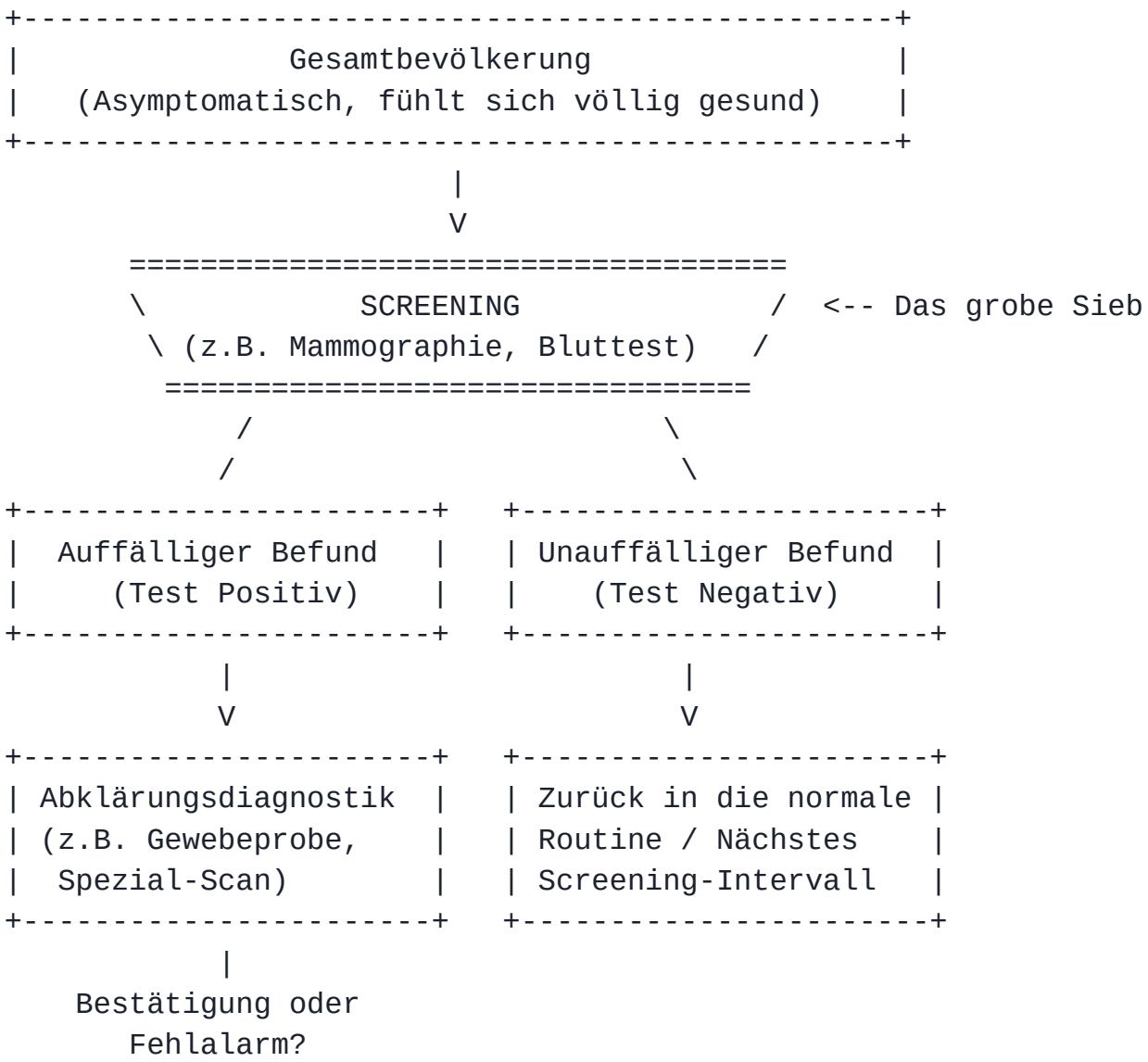
1. Definition und Grundlagen (Der Einstieg)

In der klassischen Medizin geht der Patient zum Arzt, weil er konkrete Symptome hat – Schmerzen, anhaltendes Fieber oder einen tastbaren Knoten. Der Arzt stellt daraufhin eine Diagnose und leitet eine maßgeschneiderte Therapie ein. Beim medizinischen Screening (abgeleitet aus dem Englischen *to screen* = sieben, filtern) wird dieses jahrtausendealte Prinzip jedoch fundamental auf den Kopf gestellt: Die Medizin wartet nicht auf den kranken Patienten, sondern geht aktiv auf die gesunde Bevölkerung zu.

Das Screening ist die systematische Reihenuntersuchung einer asymptomatischen, also scheinbar völlig beschwerdefreien Bevölkerungsgruppe. Das Ziel ist es, eine bestimmte Erkrankung oder deren Vorstufen in einem so frühen Entwicklungsstadium zu entdecken, dass eine rechtzeitige Behandlung die Heilungschancen signifikant verbessert oder den Ausbruch der Krankheit im besten Fall gänzlich verhindert. Als präventive Maßnahme handelt es sich um ein Instrument der sogenannten **Sekundärprävention**.

Es ist entscheidend zu verstehen, dass ein Screening-Verfahren kein endgültiger diagnostischer Endpunkt ist, sondern primär als Filter fungiert. Es fischt aus einem großen Teich von Menschen jene vergleichsweise kleine Gruppe heraus, die mit hoher Wahrscheinlichkeit bereits unbemerkt eine krankhafte Veränderung in sich trägt.

Die Metapher des diagnostischen Siebs:



Auf jeden positiven Screening-Befund muss zwingend eine präzise Abklärungsdiagnostik (wie beispielsweise eine Biopsie oder ein höher auflösendes MRT) folgen, um den Verdacht final zu bestätigen. Doch so einleuchtend, logisch und durchweg positiv das Konzept der "Früherkennung" im ersten Moment klingen mag: Screening ist in der Realität eine äußerst komplexe, statistische und epidemiologische Gratwanderung. Es ist ein mächtiges medizinisches Werkzeug, das bei korrektem, zielgerichtetem Einsatz Tausende von Leben retten kann. Bei falscher oder unreflektierter Anwendung jedoch kann es gesunde Menschen zu lebenslangen Patienten machen, massive psychische Ängste schüren und enorme finanzielle sowie personelle Ressourcen im Gesundheitswesen binden.

2. Der naturwissenschaftliche Mechanismus (Die Tiefe)

Die wissenschaftliche Fundierung und Rechtfertigung eines groß angelegten Screening-Programms ruht nicht nur auf der praktischen medizinischen Methode selbst, sondern auf harter Mathematik – genauer gesagt auf der Wahrscheinlichkeitstheorie und dem berühmten Theorem von Bayes.

Jeder medizinische Test, ob Blutabnahme oder bildgebendes Verfahren, wird durch zwei zentrale, unumstößliche Parameter definiert:

1. **Sensitivität (Empfindlichkeit):** Dies ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein tatsächlich kranker Mensch vom Test auch richtigerweise als "positiv" (krank) erkannt wird. Es beschreibt die Fähigkeit des Tests, möglichst niemanden zu übersehen.
2. **Spezifität (Treffsicherheit bei Gesunden):** Dies ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein tatsächlich gesunder Mensch vom Test auch korrekterweise als "negativ" (gesund) erkannt wird. Es beschreibt die Fähigkeit, keinen falschen Alarm auszulösen.

Die Alarmanlagen-Metapher: Stellen Sie sich Sensitivität und Spezifität wie eine Alarmanlage an Ihrem Haus vor.

- Eine **hochempfindliche (sensitive) Anlage** schlägt sofort an, wenn ein Einbrecher das Grundstück betritt. Der Nachteil: Sie löst auch aus, wenn nur eine streunende Katze vorbeiläuft oder der Wind stark weht. (Viele falsch-positive Alarme).

- Eine **hochspezifische Anlage** löst nur dann aus, wenn absolut sicher ein Mensch mit einer Brechstange an der Tür steht. Der Nachteil: Ein besonders geschickter Einbrecher könnte unbemerkt ins Haus gelangen. (Risiko von falsch-negativen Ergebnissen).

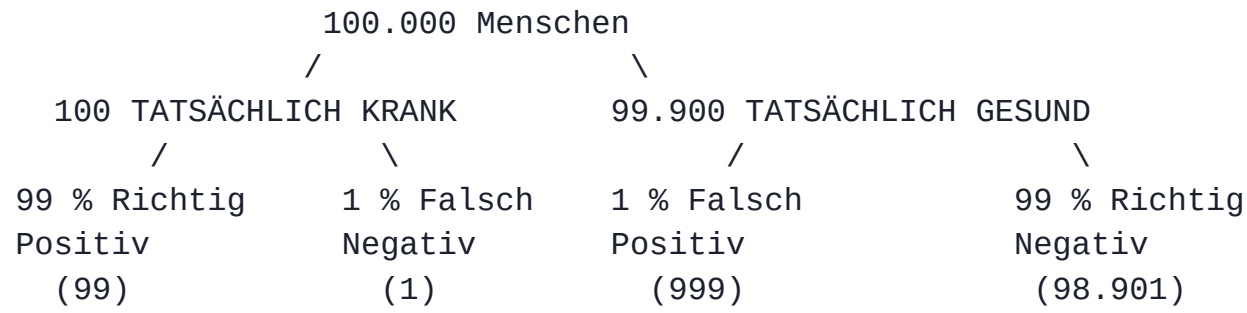
Ein idealer medizinischer Test hätte 100 % Sensitivität und 100 % Spezifität. In der komplexen Realität der menschlichen Biologie und der physikalischen Messgrenzen existiert ein solcher Test jedoch nicht. Man muss immer einen Kompromiss eingehen. Dreht man den Schwellenwert eines Tests so, dass er extrem sensitiv ist (um beispielsweise auf gar keinen Fall einen bösartigen Tumor zu übersehen), sinkt fast zwangsläufig die Spezifität – es gibt mehr "falschen Alarm" (sogenannte falsch-positive Ergebnisse).

Im klinischen Alltag und insbesondere beim Massenscreening ist jedoch aus Patientensicht nicht die Sensitivität die wichtigste Kennzahl, sondern der **positive prädiktive Wert (PPV)**. Dieser Vorhersagewert beantwortet die alles entscheidende Frage des Patienten: *„Wenn der Test bei mir Alarm schlägt, wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ich auch wirklich krank bin?“*

Genau hier schlägt das **Prävalenz-Paradoxon** (basierend auf dem Bayes-Theorem) erbarmungslos zu. Wenn eine Krankheit in der untersuchten Gesamtbevölkerung sehr selten vorkommt (man spricht von einer niedrigen Prävalenz), produziert selbst ein technisch exzellenter Test paradoxe Ergebnisse.

Das Bayes-Theorem in der Praxis (Ein Rechenbeispiel):

Nehmen wir an, wir screenen eine Population von 100.000 Menschen auf eine seltene Krankheit, die nur 100 von ihnen (0,1 %) tatsächlich haben. Unser Test ist hervorragend: Er hat 99 % Sensitivität und 99 % Spezifität.



Das überraschende Resultat: Wir erhalten insgesamt 1.098 positive Testergebnisse (99 echte + 999 falsche). Obwohl der Test eine Genauigkeit von 99 % besitzt, sind von allen Personen mit einem positiven Befund nur **9 Prozent** tatsächlich krank (99 von 1.098). Über 90 % der

Patienten mit einem positiven Testergebnis sind völlig gesund!

Diese Personen erhalten einen Anruf vom Arzt, sind zutiefst verängstigt und unterziehen sich im Anschluss möglicherweise belastenden, invasiven Eingriffen wie Biopsien, die wiederum eigene Komplikationsrisiken bergen – und das alles für einen falschen Alarm.

Um zu verhindern, dass Screening-Programme der Bevölkerung in der Summe mehr schaden als nützen, etablierten die Wissenschaftler J.M.G. Wilson und G. Jungner bereits 1968 im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation (WHO) strenge **Kriterien für das Screening**. Die wichtigsten Grundpfeiler sind:

- Die Krankheit muss ein bedeutendes Gesundheitsproblem für die Gesellschaft darstellen.
- Es muss eine erkennbare Früh- oder Vorstufe (Latenzphase) geben.
- Der natürliche Verlauf der Krankheit vom Frühstadium bis zum klinischen Ausbruch muss ausreichend erforscht und verstanden sein.
- **Das wichtigste Kriterium:** Es muss eine etablierte, wirksame Behandlung geben, deren Erfolg im Frühstadium *deutlich besser* ist als bei einem späteren Behandlungsbeginn. Es bringt dem Patienten keinen Nutzen, eine unheilbare Krankheit Jahre früher zu finden, wenn man ihm damit nur Jahre unbeschwerten Lebens stiehlt, in denen er sich nicht als krank empfunden hätte.
- Der Test muss für die Bevölkerung akzeptabel (wenig invasiv und schmerzarm) und für das Gesundheitssystem wirtschaftlich vertretbar sein.

3. Bedeutung für Natur, Körper und Alltag (Die Relevanz)

Wenn die strengen Wilson-Jungner-Kriterien erfüllt sind, ist evidenzbasiertes Screening ein unbestrittener Triumph der modernen Zivilisation und rettet kontinuierlich unzählige Leben.

Ein glänzendes Beispiel dafür ist das **Neugeborenenscreening** (früher oft als Guthrie-Test bekannt). Wenige Tropfen Blut, entnommen aus der Ferse eines Säuglings wenige Tage nach der Geburt, werden heute vollautomatisiert massenspektrometrisch auf Dutzende seltene, aber verheerende Stoffwechsel- und Hormonerkrankungen wie Phenylketonurie (PKU) oder angeborene Hypothyreose untersucht. Ohne dieses Screening würde eine PKU bei

Neugeborenen wochen- oder monatelang unbemerkt bleiben. Die toxische Akkumulation der Aminosäure Phenylalanin im Gehirn würde zu schweren, irreversiblen geistigen Behinderungen führen. Erkennt man sie jedoch durch das Screening am zweiten Lebenstag, genügt eine streng angepasste, lebenslange Diät, und das Kind entwickelt sich körperlich und geistig völlig normal. Hier rettet das Screening im wahrsten Sinne des Wortes das gesamte Potenzial eines Menschenlebens.

Ein weiteres Paradebeispiel der medizinischen Erfolgsgeschichte ist das **Cervix-Karzinom-Screening** (Vorsorge gegen Gebärmutterhalskrebs) mittels Pap-Abstrich und moderner HPV-Testung. Da dieser Krebs sich oft über viele Jahre hinweg aus gutartigen Vorstufen (Dysplasien) entwickelt, kann der Gynäkologe diese Vorstufen bei der Reihenuntersuchung mikroskopisch entdecken und mit einem sehr kleinen, unkomplizierten Eingriff entfernen, *bevor* überhaupt eine einzige bösartige Krebszelle entsteht. Hier senkt Screening nicht nur die Sterblichkeit, sondern sogar die Neuerkrankungsrate (Inzidenz) an Krebs in der Bevölkerung massiv.

Ähnlich verhält es sich bei der **Koloskopie** (Darmspiegelung). Bei dieser Untersuchung können Vorstufen von Darmkrebs (Polypen) während der Untersuchung nicht nur entdeckt, sondern meist im selben Arbeitsschritt direkt und schmerzfrei abgetragen werden.

Diese großen Erfolge zeigen die immense, messbare Relevanz von gut durchdachten Screening-Programmen für die Volksgesundheit. Sie verschieben den Zeitpunkt der Diagnose strategisch in ein Zeitfenster, in dem die Medizin heilen und reparieren kann, anstatt im Spätstadium nur noch zu lindern.

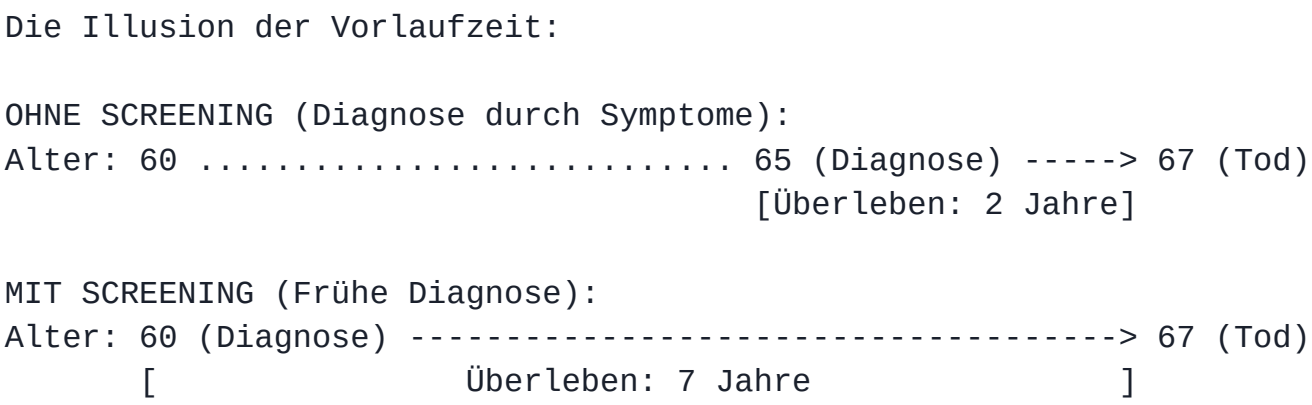
4. Häufige Missverständnisse und Halbwissen (Die Aufklärung)

Kaum ein medizinisches Konzept ist in der Allgemeinbevölkerung und in der medialen Berichterstattung mit so vielen Missverständnissen und Verzerrungen beladen wie die Früherkennung. Der populäre, intuitive Glaubenssatz lautet fast immer: *"Früherkennung rettet immer Leben – je früher man etwas findet, desto besser."*

Das ist aus epidemiologischer Sicht fatal vereinfacht. Screening unterliegt massiven kognitiven und statistischen Verzerrungen (Biases), die den tatsächlichen Nutzen für den Einzelnen oft gewaltig überschätzen lassen:

1. Der Lead-Time-Bias (Vorlaufzeit-Verzerrung): Stellen wir uns einen Patienten vor, in dem ein Tumor mit 60 Jahren zu wachsen beginnt. Ohne jegliches Screening bekäme er mit 65 Jahren Schmerzen, die ärztliche Diagnose würde gestellt, und er stürbe trotz Therapie bedauerlicherweise mit 67. Seine statistische Überlebenszeit nach Diagnose beträgt 2 Jahre.

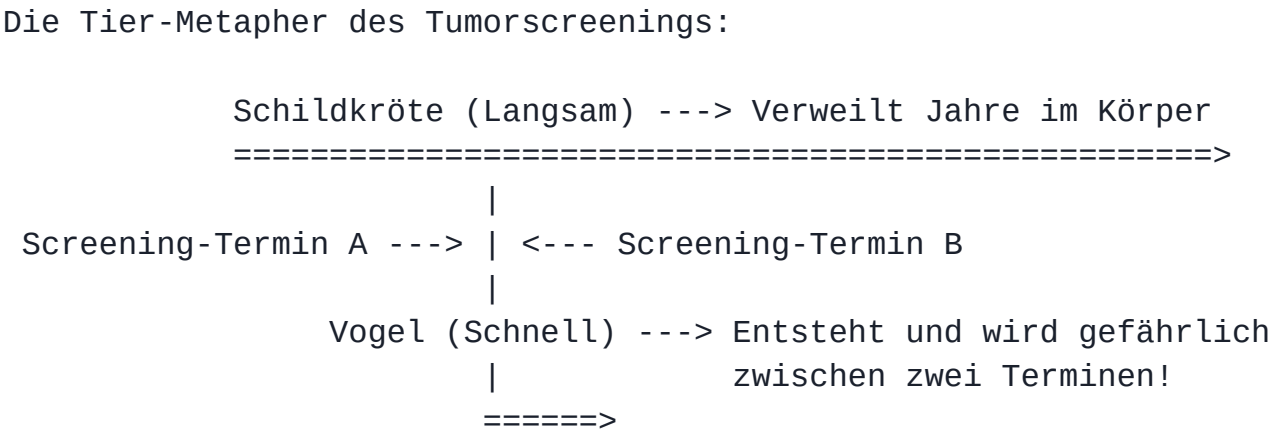
Mit einem Screening-Programm wird exakt derselbe Tumor bei exakt demselben Patienten schon viel früher, nämlich mit 60 Jahren, entdeckt. Er wird sofort behandelt, leidet jahrelang unter den Nebenwirkungen der Therapie und stirbt am Ende dennoch mit 67. Seine Überlebenszeit nach Diagnose beträgt nun 7 Jahre.



Die oberflächliche Statistik suggeriert nun einen gigantischen medizinischen Erfolg: Die Überlebenszeit hat sich mehr als verdreifacht! In der klinischen Realität wurde das absolute Leben des Patienten jedoch um keinen einzigen Tag verlängert. Die Früherkennung hat ihm lediglich 5 Jahre als unbeschwerter "Gesunder" geraubt und ihn stattdessen 5 Jahre länger als sorgenvollen "Krebskranken" leben lassen. Ein echter Screening-Erfolg bemisst sich daher in der Wissenschaft *niemals* an der Überlebenszeit ab dem Zeitpunkt der Diagnose, sondern immer ausschließlich an der Senkung der Gesamtsterblichkeit (Mortalität) in der untersuchten Population.

2. Der Length-Time-Bias (Krankheitsdauer-Verzerrung): Tumore in unserem Körper verhalten sich nicht alle gleich. Manche wachsen extrem schnell und aggressiv, andere wachsen so langsam, dass sie jahrzehntelang keinen nennenswerten Schaden anrichten. In der Fachwelt nutzt man hierfür oft eine anschauliche Tiersymbolik:

- **Schildkröten:** Sehr langsam wachsende Tumore, die oft nie lebensbedrohlich werden.
- **Bären:** Mittelschnell wachsende Tumore, die man rechtzeitig "fangen" und behandeln muss.
- **Vögel (oder Tiger):** Extrem schnell wachsende, hochaggressive Tumore.



Ein Screening-Programm, das beispielsweise alle zwei Jahre stattfindet, entdeckt überproportional viele harmlose "Schildkröten", weil diese eine extrem lange Zeitspanne im Frühstadium im Körper verweilen und darauf "warten", entdeckt zu werden. Die gefährlichen "Vögel" hingegen entstehen, wachsen und metastasieren oft so rasant, dass dies genau in den zwei Jahren zwischen den Screenings passiert (sogenannte Intervallkarzinome). Das Screening findet also systematisch genau jene Tumore, die ohnehin die beste Prognose haben, und verpasst oft jene, an denen die Menschen letztlich sterben. Dies lässt den Nutzen des Screenings in unbereinigten und simplen Statistiken künstlich aufgebläht wirken.

3. Überdiagnostik (Overdiagnosis) und Übertherapie: Dies ist unbestritten das größte und für Patienten am schwersten zu vermittelnde ethische Problem der Früherkennung. Screening findet sehr zuverlässig winzige Anomalien, Vorstufen und Kleinsttumore. Das Problem: Viele davon wären *niemals* zu Lebzeiten des Patienten klinisch relevant geworden. Da ein Pathologe unter dem Mikroskop aber in vielen Fällen nicht absolut sicher vorhersagen kann, ob dieser spezifische Mikrotumor in 10 Jahren tödlich werden wird oder vom körpereigenen Immunsystem dauerhaft in Schach gehalten worden wäre, wird sicherheitshalber therapiert.

Große, methodisch robuste Cochrane-Meta-Analysen zum Mammographie-Screening haben beispielsweise gezeigt, dass für jede Frau, die durch das Screening nachweislich vor dem Tod durch Brustkrebs gerettet wird, mehrere Frauen fälschlicherweise zu "Krebspatientinnen" gemacht werden. Sie erhalten operative Eingriffe, belastende Bestrahlungen und Chemotherapien für einen "Krebs", der sie ohne das Screening in ihrer natürlichen Lebensspanne nie behelligt hätte. Überdiagnostik ist keine Fehldiagnose (der Pathologe am Mikroskop irrt sich nicht bei der Gewebebestimmung), sondern eine im Nachhinein klinisch irrelevante Diagnose, die massiven psychischen und physischen Schaden anrichtet. Es ist das schwerwiegendste Dilemma der modernen Medizin.

5. Unkonventionelle Verfahren und ihre wissenschaftliche Einordnung

Das tiefe und verständliche Bedürfnis vieler Menschen nach maximaler Sicherheit, Vorsorge und Gesundheit führt naturgemäß dazu, dass neben den evidenzbasierten staatlichen Programmen auch alternative Verfahren zur Früherkennung angeboten werden. Diese basieren jedoch oft auf abweichenden theoretischen Modellen und werden von wissenschaftlichen Fachgesellschaften äußerst kritisch gesehen, da ein belastbarer Nachweis ihres Nutzens für den Patienten fehlt.

Ganzkörper-MRT ohne spezifische Indikation: Verschiedene Kliniken und Institute bieten Selbstzahlern hochauflösende Ganzkörper-MRTs an, um den Körper gewissermaßen "präventiv durchzuchecken", ganz ohne dass Symptome oder spezifische Risikofaktoren vorliegen. Aus naturwissenschaftlicher, medizinischer und ethischer Sicht wird dies kritisch bewertet. Der menschliche Körper ist von Natur aus nicht makellos. Er weist fast immer harmlose Asymmetrien, gutartige Zysten oder anatomische Normvarianten auf. Wenn man ohne konkreten Verdacht mit höchster Auflösung nach Anomalien sucht, ist die Wahrscheinlichkeit extrem hoch, auf sogenannte Inzidentalome (Zufallsbefunde) zu stoßen. Ein harmloser Schatten an Niere oder Leber kann bei gesunden Menschen große psychische Belastung und Panik auslösen. Häufig folgen darauf engmaschige CT-Kontrollen (die mit relevanter Strahlenbelastung einhergehen) oder gar invasive Biopsien, die zu echten Komplikationen wie Blutungen oder Infektionen führen können. Am Ende der Kaskade stellt sich der Befund oft als völlig harmlos heraus. Das unspezifische Screening hat in solchen Fällen keine Gesundheit gefördert, sondern Risiken geschaffen. Fachgesellschaften weltweit raten aus guten Gründen von ungerichteten Ganzkörper-Scans ab.

Die Diskussion um Infrarot-Thermographie: In der komplementären Medizin wird gelegentlich die Infrarot-Thermographie als schonende, strahlungsfreie Alternative zur klassischen Mammographie bei der Brustkrebsfrüherkennung vorgeschlagen. Die theoretische Annahme dahinter ist, dass Tumore durch eine verstärkte und veränderte Durchblutung ein abweichendes Wärmemuster auf der Hautoberfläche erzeugen, welches die Kamera frühzeitig erfassen kann. Biologische und physikalische Untersuchungen zeigen jedoch, dass gerade tiefer im Gewebe liegende Karzinome die Hauttemperatur oft nicht messbar verändern. Die wissenschaftliche Evidenz weist für die Thermographie in diesem Kontext auf eine unzureichende Sensitivität und Spezifität hin. Das bedeutet: Sie kann echte, behandlungsbedürftige Gewebeveränderungen übersehen (falsch-negative Befunde). Patienten

könnten sich somit in einer trügerischen Sicherheit wiegen und auf etablierte Bildgebungsverfahren verzichten, was gefährliche Verzögerungen in der Diagnostik nach sich ziehen kann. Aus diesem Grund warnen internationale Gesundheitsbehörden, darunter auch die US-amerikanische FDA (Food and Drug Administration), explizit davor, die Mammographie durch thermografische Verfahren zu ersetzen.

Dunkelfeldmikroskopie und bioenergetische Testverfahren: Auch andere Verfahren wie die Vitalblutanalyse im Dunkelfeldmikroskop oder bioenergetische Messungen (häufig unter dem Begriff Bioresonanz zusammengefasst) werden vereinzelt genutzt, um präventive Aussagen über zukünftige Erkrankungsrisiken zu treffen. Die postulierten Mechanismen – beispielsweise die Interpretation von Geldrollenbildung der roten Blutkörperchen als Vorbote für schwere Erkrankungen oder die Messung elektromagnetischer Schwingungen zur Feststellung von Organbelastungen – lassen sich mit dem heutigen naturwissenschaftlichen, chemischen und physikalischen Verständnis nicht in Einklang bringen. Wenn gesunde, aber um ihre Vorsorge bemühte Menschen durch solche Verfahren einen vermeintlich auffälligen Befund erhalten, kann das erhebliche Ängste auslösen. Oftmals folgen darauf kostspielige und medizinisch nicht indizierte Interventionen oder Diäten. Es ist wichtig und richtig, den nachvollziehbaren Wunsch von Patienten nach sanfter Prävention ernst zu nehmen; dieser Wunsch sollte jedoch mit Methoden beantwortet werden, deren diagnostische Genauigkeit und Sicherheit in methodisch hochwertigen, unabhängigen Studien zweifelsfrei belegt wurden.

6. Faszination Wissenschaft (Der Wow-Effekt der Diagnostik)

Während die Grenzen der konventionellen Bildgebung immer wieder auf die Probe gestellt werden, durchbricht die moderne Naturwissenschaft beim Screening derzeit Grenzen, die noch bis zur Jahrtausendwende als absolute Science-Fiction galten. Der wohl größte Wow-Effekt der modernen medizinischen Diagnostik trägt den Namen **Liquid Biopsy (Flüssigbiopsie)**.

Anstatt mit energiereicher Strahlung nach einem makroskopischen, bereits erdnussgroßen Tumor im Körpergewebe zu suchen, sucht die molekulare Onkologie direkt im Blutstrom nach den mikroskopischen Spuren des Tumors. Der biologische Hintergrund ist faszinierend: Wenn Zellen im Körper – auch Tumorzellen – absterben (Apoptose oder Nekrose), zerfallen sie und geben winzige Fragmente ihrer mutierten DNA in den Blutkreislauf ab. Diese zirkulierende Tumor-DNA (sogenannte ctDNA, *circulating tumor DNA*) schwimmt dann frei im Blutplasma.

Durch extrem hochauflösendes Next-Generation Sequencing (NGS) kann diese ctDNA heute aus einer ganz normalen, simplen Blutprobe isoliert und analysiert werden. Die atemberaubende Vision für die nahe Zukunft: Ein routinemäßiger Bluttest beim Hausarzt könnte Milliarden von DNA-Fragmenten sequenzieren und den genetischen Fingerabdruck eines entstehenden Pankreas- oder Ovarialkarzinoms identifizieren, Jahre bevor der Tumor überhaupt groß genug gewachsen ist, um auf einem hochauflösenden MRT-Bild auch nur als winziger Pixel aufzutauchen.

Gleichzeitig revolutioniert **Künstliche Intelligenz (KI)** das radiologische Screening auf eine nie gekannte Weise. Leistungsstarke Deep-Learning-Algorithmen, die mit Millionen von Mammographien und Lungen-CTs trainiert wurden, erkennen heute subtile Muster und Texturen im mikroskopischen Pixel-Rauschen der Bilder, für die das menschliche Auge von Natur aus blind ist. Die KI ermüdet nicht bei der hundertsten Röntgenaufnahme am Tag, lässt sich nicht von Überstunden ablenken und kann nicht nur winzigste Läsionen finden. Durch komplexe statistische Mustererkennung soll sie in Zukunft auch zunehmend dabei helfen, das größte Problem des Screenings zu lösen: Sie soll lernen, die gefährlichen "Tiger" präzise von den harmlosen "Schildkröten" zu unterscheiden.

So verbinden sich in der modernen Medizin die Genetik, die molekulare Biologie und die High-End-Informatik, um den heiligen Gral des Screenings zu finden: Schwere Krankheiten so früh wie nur irgend möglich zu erkennen, ohne dem gesunden Menschen durch unnötige Überdiagnostik zu schaden.

Dieses Dokument ist ein offizieller Export von Gesundheitsmythen.de (COMUN e.V.). Alle Fakten und Quellenangaben sind auf der Website einsehbar.