

Vorlesung: Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Medizin 1. Semester

Medizin als Praxis: Einführung in die Grundlagen – Begriffe und Konzepte

Prof. em. Dr. med. J. Steurer, (johann.steurer@uzh.ch)

Einleitung

Wissen spielt in der Medizin eine zentrale und entscheidende Rolle. Die primäre Aufgabe der Ärztinnen und Ärzte ist es, bei Patienten die richtigen Diagnosen zu stellen und korrekte Therapieempfehlungen abzugeben. Dazu ist Wissen unabdingbar. Die Frage ist, wie dieses Wissen geschaffen wird. Den grössten Teil zu diesem Wissen steuert die Forschung bei. Während früher das Wissen in der Medizin vorwiegend aus theoretischen Überlegungen und persönlichen Erfahrungen bestand, basiert es heute vorwiegend auf den Ergebnissen der Forschung im Labor und der Forschung an Patienten.

Eine häufig gestellte Frage lautet, ob die Medizin überhaupt eine Wissenschaft sei oder nicht. Die Antwort auf die Frage hängt davon ab, wie man den Begriff „Medizin“ definiert und was man alles unter dem Begriff subsumiert. Im üblichen Sprachgebrauch steht Medizin für *Medizin als Praxis* – die Betreuung von gesunden und kranken Menschen. In dem Sinn ist Medizin keine Wissenschaft. Die Gesellschaft – zumindest der überwiegende Teil – erwartet aber, dass die „Medizin als Praxis“ *wissenschaftlich* ist, dass also die Ergebnisse der Forschung in der Praxis angewandt werden.

Die Forschung schafft die Grundlage des Wissens in der Medizin, und dieses Wissen wird als *Wissensbasis der Medizin* bezeichnet. Diese Wissensbasis ist im Gedächtnis der Mediziner, in Lehrbüchern, Guidelines und wissenschaftlichen Zeitschriften gespeichert. Zunehmend wird dieses Wissen im „Cyberspace“ gespeichert und ist über das Internet weltweit abrufbar.

In der Sprechstunde oder am Krankenbett greift der Arzt (es sind selbstverständlich jeweils beide Geschlechter gemeint, der besseren Lesbarkeit halber verzichte ich auf die Nennung beider Geschlechter) auf diese Wissensbasis der Medizin zu, um Wissen einer anderen Art, das Wissen über den Gesundheitszustand des jeweiligen Patienten, zu generieren.

In der Medizin wird zwischen zwei Arten von Wissen unterschieden, dem *generellen Wissen*, das, vereinfacht gesagt, in Lehrbüchern steht, und dem *Wissen des Arztes über den einzelnen Patienten*. Dieses Wissen über den Gesundheitszustand eines Patienten ist ein ‚*partikulares*‘ und ‚*probabilistisches*‘ Wissen. ‚Partikular‘ bedeutet, dass es Wissen über einen einzelnen Patienten und kein generell gültiges Wissen ist. ‚Probabilistisch‘ heisst, dass dieses Wissen ein Wissen über Wahrscheinlichkeiten ist. Es ist kein deterministisches Wissen im Sinne von „Immer wenn A, dann B“. Daher sind in der Medizin deterministische Aussagen wie “Wenn bei einem Patienten der hohe Blutdruck mit einem Medikament behandelt wird, wird der Patient mit Sicherheit keinen Herzinfarkt erleiden“ grundsätzlich falsch. Die Aussage, die man machen kann, lautet: “Mit der Behandlung des hohen Blutdrucks sinkt die Wahrscheinlichkeit, in den nächsten 10 Jahren einen Herzinfarkt zu erleiden, beispielsweise um 20%.

Ein Synonym für „partikulares, probabilistisches Wissen“ ist „*Gnosis*“. Dieses Wort „*Gnosis*“ ist Bestandteil verschiedener Begriffe, die essentielle Bereiche der Medizin beschreiben. Diese Begriffe sind „*Diagnose*“, „*Prognose*“ und „*Ätiognose*“. „*Gnose*“ ist bei allen drei Begriffen ein Bestandteil des Wortes und bezeichnen unterschiedliche Formen eines spezifischen Wissens (1).

Erläuterung der Begriffe an einem Beispiel; ein 30-jähriger Mann kommt wegen Fieber, Husten und Auswurf seit fünf Tagen in die Arztpraxis und stellt dem Arzt (sinngemäss) folgende Fragen: „Welche Krankheit habe ich?“, „Wie ist der weitere Verlauf der Krankheit mit und ohne Therapie?“ und „Was ist die Ursache der Krankheit?“ Die zentrale Aufgabe des Arztes ist es, das entsprechende Wissen – Wissen über den Gesundheitszustand des Patienten – zu generieren, um die Fragen des Patienten korrekt beantworten zu können. Dieses Wissen über den Patienten generiert der Arzt basierend auf dem ‚generellen‘ medizinischen Wissen, das in seinem Gedächtnis, in Lehrbüchern und/oder im Internet gespeichert ist.

Das Wissen über den Gesundheitszustand des jeweiligen Patienten zu generieren und ihn über seinen Gesundheitszustand zu informieren gehört zu den zentralen Aufgaben des

Arztes. Bei dem beschriebenen Patienten – mit Fieber, Husten und Auswurf – besteht die Aufgabe des Arztes darin, sich das nötige Wissen zu beschaffen, um korrekte Antworten auf folgende Fragen geben zu können: „Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit einer Lungenentzündung?“, „Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit einer 'akuten Bronchitis'?“ und „Wie wahrscheinlich sind andere, seltenere Krankheiten?“ Je nachdem, an welcher Krankheit der Patient leidet, ist die Therapie unterschiedlich. Hat er eine Lungenentzündung, ist eine Therapie mit einem Antibiotikum indiziert, bei einer akuten Bronchitis braucht es keine spezifische Therapie, da diese Krankheit innert Tagen von selbst abheilt. Bei den anderen, seltenen Krankheiten sind andere Therapien angezeigt.

Eine zweite, ebenso wichtige Aufgabe des Arztes ist es, den Patienten in verständlicher Weise zu informieren, zu unterrichten. Über die Wichtigkeit der Kommunikation mit Patienten besteht kein Zweifel. Eine notwendige, allein aber nicht hinreichende Voraussetzung einer „guten“ Kommunikation ist der korrekte Inhalt der Kommunikation. Ist der Inhalt nicht korrekt – falsche Diagnose oder falsche Angaben über die Wirkung einer Therapie –, nützt es dem Patienten wenig, wenn der Arzt in einer netten und angenehmen Art mit ihm kommuniziert. Wissen spielt in der Medizin also eine zentrale und entscheidende Rolle.

Wissen ist in der Medizin relevant, aber was ist Wissen?

Eine alte, immer noch aktuelle Definition von Wissen ist die des griechischen Philosophen Platon (428 bis 348 v. Chr., Athen). Er definierte Wissen als „wahres, rechtfertigbares Überzeugtsein“. Gemäss dieser Definition genügt es, gute Gründe – Fakten, Evidenz – zu haben, die einem glauben lassen, dass eine Aussage wahr ist, um von Wissen sprechen zu können.

Ein Beispiel: Es gilt heute als generelles Wissen, dass ein zu hoher Blutdruck die Wahrscheinlichkeit, einen Herzinfarkt zu erleiden, erhöht. Je höher der Blutdruck, desto höher ist in der Regel die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts. Die Ergebnisse verschiedener

wissenschaftlicher Studien – diese Ergebnisse werden als Fakten oder Evidenz bezeichnet – stützen die Aussage, dass ein erhöhter Blutdruck die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts erhöht. Zusätzlich weiss man, dass eine medikamentöse Senkung des Blutdrucks die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts senkt. Die Evidenz, (i) dass ein erhöhter Blutdruck die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts erhöht und (ii) dass die Senkung des Blutdrucks mit Medikamenten die Wahrscheinlichkeit eines Herzinfarkts reduziert, rechtfertigt die Überzeugung, dass es wahr ist, dass ein hoher Blutdruck das Risiko für einen Herzinfarkt erhöht.

Eine andere Definition des Wissens stammt von Prof. L. Wingert (Professor für Philosophie an der ETH Zürich) und lautet „Wissen ist das irrtumssensible und irritationsfeste Überzeugtsein von dem, was wahr ist, oder was richtig ist zu tun.“ Auch diese Definition enthält, wie die von Platon, die Begriffe „wahr“, und „Überzeugtsein.“ Erweitert ist die Definition um die Begriffe „irrtumssensibel“ und „irritationsfest“. Mit irrtumssensibel bringt Wingert zum Ausdruck, dass wir in der Medizin und in der Wissenschaft praktisch nie zu hundert Prozent sicher sein sollten, dass das, von dem wir überzeugt sind, auch wahr ist. Aussagen, von denen wir heute überzeugt sind, dass sie wahr sind, können sich in Zukunft als falsch herausstellen. Irritationsfest bedeutet, dass eine Überzeugung – oder allgemeiner formuliert eine Theorie –, von der man überzeugt ist, dass sie wahr ist, nicht zu schnell verworfen oder als falsch deklariert werden sollte, wenn Daten und Fakten erhoben werden, die mit ihr nicht vereinbar sind. Messungen, deren Ergebnisse der aktuell akzeptierten Überzeugung oder Theorie widersprechen, könnten beispielsweise inkorrekt oder gar gefälscht sein. Vor einigen Jahren ging eine Pressemitteilung des CERN um die Welt, es sei ein Atomteilchen identifiziert worden, das sich schneller als Licht bewege. Das wäre eine Entdeckung gewesen, die anerkannte physikalische Grundgesetze in Frage gestellt hätte. Es stellte sich aber bald heraus, dass es sich um fehlerhafte Messungen gehandelt hatte.

Eine andere Meldung aus einem Labor in Paris lautete, dass Wasser Informationen

speichern könne, womit sich die Wirkungsweise der Homöopathie erklären lasse. Auch das stellte sich als Mischung aus fehlerhafter Messung und möglicher Datenfälschung heraus (2).

Beispiele aus der Medizin zu den Begriffen – Wissen, irritationsresistent und irrtumssensibel

Ursache des Magen- und Zwölffingerdarmgeschwürs:

Vor 40 Jahren verschrieben Ärzte Patienten mit einem Magen- oder Zwölffingerdarmgeschwür (Ulcus ventriculi und duodeni) eine Rollkur: der Patient trank ein Glas adstringierender Flüssigkeit (z.B. Kamillentee) und drehte sich dann in fünfminütigen Abständen von der Rücken- in die Bauchlage und in beide Seitenlagen. Diese Therapie basierte auf der Vorstellung, dass mit der Änderung der Körperlage die Magenwände mit der Flüssigkeit in Berührung kommen und damit könne das Heilmittel seine volle Wirkung entfalten. Heilte ein Magengeschwür mit der Rollkur nicht ab, wurde dem Patienten eine Operation empfohlen, bei der der Vagus-Nerv durchtrennt wurde. Dieser Nerv beeinflusst die Säureproduktion im Magen. Zu viel Magensäure galt als eine der wichtigsten Ursachen für die Entstehung eines Magengeschwürs. Die Mediziner – zumindest der grösste Teil von ihnen – war überzeugt, dass mit dem Durchtrennen des Vagus-Nervs die Säureproduktion abnehmen würde – was tatsächlich auch der Fall ist – und folglich das Magengeschwür abheile und zukünftig seltener ein neues Magengeschwür auftrete. Basierend auf dem Überzeugtsein von der Wirksamkeit dieser Operation wurde bis in die Mitte der 1990er Jahre hunderttausenden Patienten der Vagus-Nerv durchtrennt, einige Patienten sind an den Folgen der Operation auch gestorben. Es wurde aber nie nachgewiesen, dass die Durchtrennung des Vagus-Nervs wirksam ist, wirksam im Sinne einer schnelleren Abheilung des Geschwürs und einer verminderten Wahrscheinlichkeit sowohl von Magenblutungen als auch eines Wiederauftretens nach einer Abheilung.

Zwei australische Forscher – B. Marshall und J. R. Warren – veränderten 1983 mit der Entdeckung des Bakteriums *Helicobacter pylori* als wichtigem ursächlichen Faktor von Magen- und Zwölffingerdarmgeschwüren die Behandlung dieser Patienten grundlegend und

erhielten dafür 2005 den „Nobelpreis für Physiologie oder Medizin“. Die heute vorliegende Evidenz rechtfertigt das Überzeugtsein, dass dieses Bakterium ein ursächlicher Faktor für ein Magen- oder Zwölffingerdarmgeschwür ist und eine Therapie mit Antibiotika in den allermeisten Fällen zu einer Heilung führt. Es gibt aber viele Menschen, bei denen diese Bakterien im Magen nachweisbar sind, die jedoch kein Magengeschwür haben. Die Bakterien allein sind also keine ausreichende Ursache; es muss noch andere Faktoren geben, die schliesslich ein Magengeschwür verursachen.

Diese Veränderung im Verständnis der Ursache und Therapie von Magengeschwüren verlief historisch nicht so gradlinig wie gerade geschildert. Nach den ersten Publikationen, in denen der *Helicobacter pylori* als wichtige Ursache von Magenentzündungen und Magengeschwüren beschrieben wurde, wurden die Autoren nur belächelt. Die Mediziner zeigten sich nicht irrtumssensibel, sondern primär irritationsresistent. Damals galt die Theorie – Bakterien überleben im sauren Milieu des Magens nicht und können sich im Magen auch nicht vermehren – als unumstösslich. Marshall griff, nachdem Warren und er den Grossteil der Mediziner von der *Helicobacter*-Theorie nicht überzeugen konnten, zu einer drastischen Massnahme – zum Selbstversuch. Marshall trank eine mit *Helicobacter pylori* angereicherte Flüssigkeit, entwickelte dann eine schwere Entzündung des Magens – das ist eine ‚Vorstufe‘ zum Magengeschwür – die unter Antibiotika wieder abheilte. Dies schien auch die skeptischen und primär ablehnenden Mediziner davon zu überzeugen, dass diese Bakterien bei der Entstehung der Magengeschwüre eine wichtige Rolle spielen. Heute werden diese Patienten erfolgreich mit einer Kombination von Antibiotika und einem Medikament, das die Produktion von Magensäure hemmt, behandelt.

Behandlung psychiatrisch Kranker mit dem Messer (Lobotomie)

Ein anderes Beispiel wie generelles Wissen in der Medizin entsteht, angewandt wird und dann aus dem Wissenskanon verschwindet, bietet die Lobotomie (= Durchtrennung von

Nervenfasern im Gehirn). Diese Methode wurde in der Behandlung psychisch Kranker, vor allem Patienten mit Schizophrenie, eingesetzt. Vor 80 Jahren gab es keine Medikamente zur Linderung der Symptome bei psychischen Erkrankungen oder zur Heilung psychischer Krankheiten. Patienten mit solchen Erkrankungen verbrachten zum Teil Jahrzehnte in psychiatrischen Anstalten. Sie waren, je nach Krankheit, agitiert, schrien tagelang, waren sehr unruhig, oder starrten stunden- oder tagelang an die Zimmerdecke und verweigerten jegliche Unterhaltung mit anderen Menschen. António Egas Moniz (1874-1955), Neurologe in Lissabon, hörte von einem Kollegen, dass Schimpansen, denen das Frontalhirn entfernt wurde (das ist der Teil des Gehirns, der hinter der Stirn liegt), ihr Verhalten änderten, in erster Linie zahmer und ruhiger wurden. Basierend auf diesen Ergebnissen entwickelte Moniz eine Methode zur Behandlung von Patienten mit psychischen Krankheiten und erhielt dafür 1949 den „Nobelpreis für Physiologie oder Medizin“. Durch einen Zugang über den Augen durchtrennte Moniz mit einem speziell geschmiedeten Messer die Nervenbahnen zwischen dem Stirnhirn und den weiter hinten gelegenen Hirnarealen. Die Überlegung, die dieser verwegenen Massnahme zu Grunde lag, war die Vorstellung, man könne mit dem Messer „fixierte Nervenbahnen“ unterbrechen, damit sich neue Nervenbahnen bilden können. Damit glaubte er, die psychische Störung beheben oder zumindest die Symptome lindern zu können.

In Europa und den USA wurden tausende solcher Operationen durchgeführt, bei einigen Patienten legte sich die Agitiertheit, bei anderen änderte sich der psychische Zustand nicht, andere starben an den Folgen des Eingriffs. Spätere Untersuchungen zeigten, dass mit dieser Operation, die damals als moderne Therapie psychischer Erkrankungen breite Anerkennung unter den Fachexperten fand, bei vielen Patienten enormer Schaden angerichtet wurde und der Nutzen, sofern überhaupt vorhanden, marginal war. Mit der Entwicklung der ersten Psychopharmaka verschwand diese Methode aus der Psychiatrie.

SwissAir behandelt Kindern mit Keuchhusten

Der Keuchhusten ist nicht nur für die Kinder, die daran erkranken, sehr unangenehm, er bringt auch die Eltern an den Rand der Verzweiflung. Kinder mit Keuchhusten haben über Wochen hinweg fast unstillbare Hustenattacken und verunmöglichen einen erholsamen Schlaf für Kinder und Eltern. Berta Zuberbühler, wohnhaft in Herisau (3), deren Tochter an Keuchhusten mit schier unstillbaren Hustenattacken litt, fuhr – Ende der 1930er Jahre – in ihrer Verzweiflung mit ihrer Tochter in der Seilbahn auf den Säntis und, siehe da, die Hustenattacken nahmen an Häufigkeit und Intensität eindrücklich ab. Diese Beobachtung sprach sich herum, und Frau Zuberbühler fand Nachahmerinnen. Da diese Krankheit damals weit verbreitet war, planten verschiedene Kantone, gemeinsam mit dem Kinderspital Zürich, auf dem Säntis ein Gebäude für die Behandlung von Kindern mit Keuchhusten zu errichten. Aus finanziellen Überlegungen und interkantonalen Unstimmigkeiten kam es dann doch nicht dazu. Die Swissair sprang ein und bot 'Keuchhustenflüge' an. Die Flugzeuge, beladen mit Kindern, kreisten mit offenen Türen eine Stunde auf 3'000 m über Meer. Man nahm an, es würde den Kindern guttun und den Husten lindern. Ob dies tatsächlich der Fall war, wurde nie untersucht. Dank der Entwicklung von Antibiotika konnte der durch Bakterien (*Bordetella pertussis*) verursachte Keuchhusten schneller geheilt, und die ‚Keuchhustenflüge‘ gestoppt werden.

Konsequenzen dieser Beispiele für die moderne Medizin?

Diese Beispiele sollen nicht suggerieren, dass wir heute alles besser wissen oder dass Forscher und Ärzte früherer Generationen weniger intelligent waren als es die Heutigen sind. Die Beispiele sollen lediglich zeigen, dass die Wissenschaft ein fortschreitender Prozess ist. Wissen wird geschaffen, es stellt sich aber zum Teil als ‚angebliches Wissen‘ heraus, und dies ist Anlass für weitere Forschung, um der ‚Wahrheit‘ auf einem anderen Weg und mit anderen Methoden irgendwie näher zu kommen.

Bei allen drei Beispielen geht es um die Therapie einer Krankheit, und bei allen steht am Anfang die Beobachtung eines Phänomens oder eine Vermutung, wie eine bestimmte Therapie wirken

könnte. Frau Zuberbühler beobachtete, dass die Hustenattacken ihrer Tochter nach der Fahrt mit der Gondelbahn auf den Säntis abnahmen und folgerte daraus, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen der Fahrt mit der Gondelbahn und der Abnahme der Hustenattacken bestehe. Moniz folgerte aus der Beobachtung von Schimpansen, dass die Nervendurchtrennung auch bei Menschen funktionieren könnte oder sollte. Warren – er war Pathologe in Australien – beobachtete in Magenschleimhautbiopsien Bakterien. Ein Überleben oder eine Vermehrung von Bakterien im sauren Magenmilieu galten zur damaligen Zeit als unmöglich, Warren blieb aber dabei, dass seine Beobachtungen korrekt und wiederholbar waren, und publizierte diese Beobachtung, ohne um die Bedeutung der Bakterien bei der Entstehung von Magengeschwüren zu wissen (WARREN). Mit Marshall zusammen isolierte und züchtete er diese Bakterien und wies dann in verschiedenen Untersuchungen einen kausalen Zusammenhang zwischen den Bakterien im Magen und Magenentzündungen und Magengeschwüren nach. In wissenschaftlichen Studien wurde nachgewiesen, dass Antibiotika die Abheilung von Magengeschwüren beschleunigen und das Rückfallrisiko für ein neues Magengeschwür massiv reduzieren.

Allen drei Beispielen ist ferner gemein, dass viele Menschen, einschliesslich der medizinischen Experten, überzeugt waren, dass die Therapien – das Durchtrennen des Vagus-Nervs, die Lobotomie, die Flüge mit der Swissair – wirksam waren; der Nutzen den potentiellen Schaden überwog. Alle drei Therapiemethoden sind aber inzwischen aus dem als wirksam anerkannten, therapeutischen Repertoire der Medizin verschwunden.

Der Weg der Medizin – wie auch jener der Naturwissenschaften – ist voll von Irrtümern, zum Beispiel Therapien, die nicht nur nichts genützt haben, sondern viele Menschen das Leben kosteten. Es gibt aber, um hier keinen nihilistischen oder falschen Eindruck zu vermitteln, sehr wohl auch Therapien, die die Lebensqualität und die Lebensdauer in relevantem Mass verbessern. Ein Beispiel ist die Therapie der Patienten mit einer HIV-Infektion. Vor dreissig Jahren war dies noch eine Infektion, die innert Monaten fast immer fatal endete. Mit den heute

verfügbaren Medikamenten überleben HIV-Infizierte Jahrzehnte bei sehr hoher Lebensqualität.

Zwei Schlussfolgerungen können aus den drei Beispielen gezogen werden: Wir müssen uns bewusst sein, dass wir nicht sicher sein können und dürfen und, dass das, was heute als Wissen gilt, in zehn Jahren noch gültig sein wird. Einige der derzeitigen Überzeugungen, wir wissen aber nicht welche, werden in den nächsten Jahren aus den Lehrbüchern der Medizin verschwinden und unter der Rubrik „Irrtümer“ in den Lehrbüchern der Medizingeschichte wieder auftauchen.

Eine zweite Schlussfolgerung läuft darauf hinaus, strenge und hohe Anforderungen an die Qualität und Robustheit von Fakten zu stellen, die verwendet werden, um Meinungen und Überzeugungen zu rechtfertigen. Fakten und Evidenz werden in der Forschung generiert. Das ist das Ziel von Forschung und Wissenschaft. Forschungsprojekte müssen deshalb detailliert geplant und sorgfältig durchgeführt werden. Der Standard der heutigen klinischen Forschung ist besser als vor 50 Jahren und generiert vermutlich entsprechend verlässlichere Ergebnisse. Obwohl die Anforderungen an die Qualität der Evidenz heute höher sind als früher, sind wir vor Irrtümern nicht zu hundert Prozent geschützt.

Wissenschaft

Zur Einführung kurze Hinweise auf zwei zentrale Aspekte der Wissenschaftsgeschichte. Die Wissenschaftsgeschichte ist eine eigene wissenschaftliche Disziplin, und ganze Bibliotheken wurden über die Wissenschaftsgeschichte – die Entstehung und Entwicklung der Wissenschaften – geschrieben (4). Daraus werden zwei paradigmatische Aspekte in sehr verkürzter Form dargestellt.

Die Bewohner des antiken Griechenlands beobachteten, wie immer wieder eine gelbe, hin und wieder rot-gelbe, sehr hell leuchtende Kugel an einem Ort am Horizont aufstieg, über das Firmament zog und an einem anderen Ort wieder verschwand. Einige dieser Bewohner stellten sich irgendwann Fragen, wie „Was ist das?“ oder „Wie kann man diesen seltsamen

Ablauf erklären?“ Sie kamen auf die Idee, dass es einen Sonnengott gebe, so wie es einen Gott der Unterwelt gebe. Der Sonnengott Helios hat die Aufgabe, mit vier Hengsten den Sonnenwagen mit der leuchtenden Kugel über das Firmament zu ziehen. Heute sind von dieser Idee nur mehr wenige Menschen überzeugt, und die Geschichte mit dem Sonnenwagen wird dem Reich der Mythen zugeordnet. Mythen sind Geschichten, mit denen die Menschen versuchen, verschiedene Phänomene wie den Lauf der Sonne, die Entstehung der Welt oder auch die Ursachen von Krankheiten zu erklären. Aus heutiger Sicht und mit dem heutigen Verständnis von Wissenschaft zählen Mythen nicht zur Wissenschaft. Diese Geschichten, das ist das Faszinierende daran, waren Versuche neugieriger Menschen, das, was um sie herum passierte, zu erklären. Auch Forschung ist die Suche neugieriger Menschen nach Antworten auf relevante Fragen, allerdings mit anderen Mitteln und Methoden.

Krankheiten wurden, bevor Hippokrates von Kos (ca. 460 bis 370 v.Chr.) seine Lehren verbreitete, als Strafe der Götter angesehen. Kranke und Angehörige besänftigten daher die Götter mit Tieropfern im Tempel, meist Schafen oder Ziegen, und hofften, dadurch geheilt zu werden. Hippokrates gilt als der Begründer der „wissenschaftlichen Medizin“. Wissenschaftlich in dem Sinn, dass er Krankheiten nicht als Manifestation übernatürlicher Kräfte interpretierte, sondern als Folge des Ungleichgewichts zwischen vier Körpersäften (Blut, Phlegma, gelbe und schwarze Galle). Eine Ursache des Ungleichgewichts war eine unausgeglichene Diät. Hippokrates formulierte eine Theorie über die Krankheiten, verfügte aber noch nicht über das Konzept und die Möglichkeiten, seine Theorie mit empirischen Methoden, zum Beispiel mit Experimenten, zu testen.

Der zweite Aspekt der Wissenschaftsgeschichte bezieht sich auf das, was als das wahrscheinlich fundamentalste und folgenreichste Konzept der Wissenschaft, zumindest im Bereich der „Naturwissenschaften“, bezeichnet werden kann und das auch die Medizin betrifft. Gemeint ist die Einführung des *Experiments*, des Beobachtens unter standardisierten Bedingungen. Eines der ersten Experimente in der Medizin wurde von James Lind (1716-

1794), einem Schiffsarzt der Britischen Marine, durchgeführt. Die Schiffsreisen dauerten damals Monate, und dies bei einseitiger und schlechter Ernährung. Viele Matrosen erkrankten und verstarben während dieser Reisen. Den Matrosen fielen Haare und Zähne aus, an Armen und Beinen brachen Geschwüre auf, sie halluzinierten, erblindeten und starben. Heute wird diese Erkrankung „Skorbut“ genannt, und die Ursache ist ein Vitamin C-Mangel. Zu Zeiten Linds' war weder die Ursache der Krankheit bekannt, noch gab es den Begriff Vitamin. Lind glaubte, dass der Grund dieser Krankheit der Matrosen eine innere Fäulnis sei, die mit Säure verhindert und geheilt werden könne. So verteilte er Zitrusfrüchte an die Matrosen, aber nicht auf allen Schiffen, sondern nur bei einem Teil der Flotte. Matrosen auf den Schiffen, die Zitrusfrüchte erhielten, erkrankten viel seltener an der auszehrenden Krankheit. Dies war ein Hinweis, dass Zitrusfrüchte, die später durch Sauerkraut ersetzt wurden, einen präventiven Effekt haben und die furchtbare Krankheit der Schiffsleute verhindern können. Der entscheidende Punkt an dem Vorgehen von Lind war, dass er nur einer Gruppe der Matrosen Zitrusfrüchte gab und einer anderen nicht und damit einen Unterschied zwischen den beiden Gruppen beobachten konnte. Damit zeigte er, dass in der Gruppe, die Zitrusfrüchte erhielt, verglichen mit jener, die keine erhielt (Kontrollgruppe), die Ergebnisse (Anzahl Kranke) besser waren.

Die Methode, die Ergebnisse zwischen Gruppen mit unterschiedlicher Behandlung zu vergleichen, wurde weiterentwickelt und daraus entstand die randomisierte Studie. Bei einer randomisierten Studie werden die Teilnehmer der Studie nach dem Zufallsprinzip der einen Gruppe (z.B. ein Medikament) oder der anderen Gruppe (z.B. anderes Medikament, Placebo, keine Therapie) zugeteilt. Die erste derartige Studie wurde 1948 publiziert (5). In dieser Studie wurde die Wirksamkeit eines Antibiotikums (Streptomycin) zur Behandlung der Lungentuberkulose untersucht. Die randomisierte Studie wird heute als Standardmethode gesehen, die zur Überprüfung der Wirksamkeit einer Therapie verwendet werden soll.

Was ist Wissenschaft?

Es gibt nicht die eine und allgemein gültige Definition des Begriffs „Wissenschaft“. Die Definition, die ich ausgewählt habe, stammt vom Philosophen James B. Conant (1893-1978) und lautet in freier Übersetzung¹: Wissenschaft ist ein System von Ideen (Theorien), resultierend aus Experimenten oder Beobachtungen, die zu neuen Experimenten und Beobachtungen führen. Immanuel Kant (1724-1804) beschrieb „Wissenschaft als organisiertes Wissen“ und Georg F. Lichtenberg (1742-1799, Experimentalphysiker und Aphoristiker) schrieb: „Man muss Hypothesen und Theorien haben, um seine Kenntnisse zu organisieren, sonst bleibt alles bloßer Schutt, und solche Gelehrten gibt es in Menge“.

Der Begriff Theorie kommt in den meisten Definitionen von Wissenschaft vor. Im Rahmen der Definition der Wissenschaft bedeutet Theorie eine Aussage oder ein Set von Aussagen zur Beschreibung eines Phänomens, und die Aussagen können wahr oder falsch sein. Ein klassisches Beispiel ist die Evolutionstheorie, die beschreibt, wie sich die einzelnen Arten von Lebewesen entwickelt haben. Der Begriff Theorie hat noch eine zweite, von der ersten abzugrenzenden Bedeutung. Wenn man von der Theorie des Schachspiels oder des Segelns spricht, bezieht sich Theorie auf Begriffe und Regeln des Schachspiels und des Segelns, nicht auf eine Theorie im Sinne einer wissenschaftlichen, erklärenden Theorie.

Neben der Theoriebildung ist die Wissenschaft durch andere Attribute charakterisiert, etwa dadurch, dass es sich bei ihr um einen fortschreitenden, sich selbst kontrollierenden

¹ a series of concepts or conceptual schemes (theories) arising out of experiment or observation and leading to new experiments and observations.

Prozess (6) handelt.

Wie erwähnt kann das, was die ‚scientific community‘ heute als gültiges Wissen ansieht, morgen schon falsch sein. Während die Mediziner fest davon überzeugt waren, dass im sauren Milieu des Magens Bakterien nicht überleben können, ist es heute unbestritten, dass Bakterien im Magen sehr wohl überleben können. Beobachtungen und Ergebnisse von Experimenten haben dazu geführt, dass das, was einmal als unumstößliches Wissen galt, sich als falsch herausstellte.

Das ist einer der beiden Aspekte des sich selbst kontrollierenden Systems. Bestehendes wird hinterfragt, neue Beobachtungen oder Ergebnisse von Experimenten sind mit dem derzeit gültigen Wissen nicht vereinbar und führen durch weitere Forschung zu neuem Wissen. Es ist das Wechselspiel zwischen irrtumssensibel und irritationsfest – wie L. Wingert das beschrieben hat.

Eine Folge des sich selbst kontrollierenden Systems ist die Aufdeckung von Fälschungen in der Wissenschaft. Aus verschiedenen Gründen – und in letzter Zeit zunehmend – gehen Forscher mit erhobenen Daten unsorgfältig um, berücksichtigen Daten, die nicht ins Konzept passen, nicht, oder erfinden sogar einfach Daten. Ein für viele Kinder folgenreiches Beispiel ist eine Publikation in einer angesehenen medizinischen Zeitschrift aus dem Jahr 1998 (7). Die Autoren berichten in dieser Arbeit, dass Impfungen gegen Masern, Mumps und Röteln die Wahrscheinlichkeit erhöhen, an Autismus zu erkranken. In der Folge liessen Eltern ihr Kinder nicht mehr impfen, weil sie Angst hatten, ihr Kind damit einer unnötigen Gefahr auszusetzen. Man nimmt an, dass einige Tausend Kinder an einer der genannten Krankheiten gestorben sind, weil sie nicht geimpft waren. Verschiedene Forscher konnten die in der Publikation berichteten Beobachtungen aber nicht bestätigen. Nach langen Diskussionen und kritischen Beurteilungen der Publikation durch verschiedene Experten wurde die Arbeit 2010 zurückgezogen, und die Ergebnisse wurden für ungültig erklärt.

Klinische Forschung

Die medizinische Forschung ist prinzipiell angewandte Forschung, angewandt in dem Sinn, dass man mit den Ergebnissen der Forschung ein medizinisches Problem besser verstehen will und die Behandlung von Patienten verbessern möchte. Die Forschung in der Medizin kann grob in „*klinische Forschung im Labor*“ und „*klinische Forschung auf Patientenebene*“ unterteilt werden.

Klinische Forschung im Labor

Die medizinische Forschung im Labor dient, ganz allgemein formuliert, der Erweiterung des Verständnisses der normalen Struktur und Funktion des Menschen. Sie versucht, krankhafte Prozesse auf unterschiedlichen Ebenen – Organsysteme, einzelne Organe, Gewebe, Zellen, subzellulär bis in den molekularen Bereich – zu verstehen. Das Ziel der klinischen Forschung im Labor sind Innovationen: die Beschreibung neuer Moleküle und deren Wirkmechanismen, die Entwicklung neuer Medikamente (z.B. TNF Antikörper) und die Entwicklung präziserer und schonenderer diagnostischer Methoden (z.B. Magnetresonanz-Bildgebung).

Ein Beispiel mag das verdeutlichen: Die „rheumatoide Arthritis“ ist eine Gelenkskrankheit jüngerer Frauen. Dieser Krankheit liegt eine chronische Entzündung der Gelenke zugrunde, vor allem an den Händen. Mit der Zeit zerstört der Entzündungsprozess die Gelenke. Das ist schmerzhaft und führt zu schweren, invalidisierenden Gelenkveränderungen. Mit den üblichen entzündungshemmenden Medikamenten, zu denen auch Kortison gehört, konnte die Entzündung etwas hintangehalten werden, aber überzeugende Erfolge konnten damit nicht erzielt werden. Mit neuen therapeutischen Ansätzen hat sich das in den letzten 20 Jahren geändert. Voraussetzung dafür war ein besseres Verständnis des Entzündungsprozesses. Eine wichtige Rolle spielen Zytokine, also Eiweiße, die von verschiedenen Blutzellen produziert werden. Diese Zytokine sind eine Art Botenstoff, der andere Blutzellen an den Ort der Entzündung lockt, die Bildung von kleinen Blutgefäßen anregt und damit zu einer

Schädigung des Gelenkknorpels, zu einer weiteren Entzündungsreaktion und schliesslich zur Zerstörung des Gelenks führt. Im Grunde dient eine Entzündungsreaktion dazu, den Körper vor den Folgen einer Infektion, zum Beispiel mit Bakterien, zu schützen und bereits aufgetretene Schäden zu heilen. Wenn die Entzündungsreaktion kontinuierlich weitergeht und nicht im richtigen Moment stoppt, zerstört dieser Prozess aber auch gesundes Gewebe. Im Gewebe von Patienten mit rheumatoider Arthritis wurde im Labor das Zytokin Tumor Nekrose Faktor- α (TNF- α) identifiziert, das eine zentrale Rolle bei der Entstehung der rheumatoiden Arthritis spielt.

Die Frage lautete also, wie man die Wirkung des TNF- α neutralisieren könne, um den chronischen Entzündungsprozess zu unterbrechen. Dies gelang in den Zellkulturen mit einem spezifischen TNF-Antikörper, einem Eiweissmolekül, das sich mit dem TNF- α verbindet, es damit unwirksam macht und so den Entzündungsprozess stoppt. Man wusste also zwar nicht, was diese invalidisierende Krankheit verursacht, aber entscheidende Schritte in der Entstehung der Krankheit waren bekannt, und man hatte eine Substanz, die im Labor an Zellkulturen den Entzündungsprozess unterbrach: Eine grossartige Leistung verschiedener Forscher mit einem Resultat, das das Leben der Patienten potentiell massiv verbessern kann. Es liessen sich noch viele andere Beispiele mit ebenso grossem Potential für die Verbesserung der Behandlung von Patienten anführen.

Ob eine Innovation die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt, ist eine andere Frage. Ergebnisse aus dem Labor, gewonnen aus Zellkulturen oder von Tierexperimenten, können nicht direkt auf den Patienten übertragen werden. Wenn der Wirkungsmechanismus einer Substanz bekannt ist und in Tierversuchen die Wirksamkeit einer Substanz bestätigt wurde,

heisst das noch lange nicht, dass diese Substanz auch bei Menschen wirkt. Realität ist², dass weniger als zehn Prozent aller an Patienten in einer klinischen Studie getesteten Substanzen später zum Verkauf zugelassen werden. Diese getesteten Substanzen wurden vorher alle schon an Tieren und Menschen getestet. Jene Substanzen, die nie in den Verkauf kommen, sind entweder nicht wirksam oder viel weniger wirksam als erwartet oder sie haben gravierende Nebenwirkungen. Beim TNF-Antikörper ist dies nicht der Fall. Die Wirksamkeit des Medikaments wurde in mehreren klinischen Studien nachgewiesen, und es wird heute in der Therapie von Patienten mit rheumatoider Arthritis sowie anderen entzündlichen Krankheiten erfolgreich eingesetzt.

Klinische Forschung auf Patientenebene

Ziel der laborbasierten Forschung sind Verbesserungen und Innovationen in der Diagnose und Therapie von Krankheiten. In der ‚klinischen Forschung auf Patientenebene‘ wird – generell formuliert – untersucht, welchen Effekt neue und potentiell innovative Methoden auf die individuellen diagnostischen und prognostischen Wahrscheinlichkeiten haben, also wie aussagekräftig ein neuer diagnostischer Test ist und wie wirksam eine neue Therapie verglichen mit einer anderen Therapie ist. Ein Beispiel für einen seit mehreren Jahren verwendeten diagnostischen Test ist Troponin. Das ist ein Eiweisskomplex, der in Muskelzellen vorkommt und dessen Konzentration im Blut gemessen werden kann. Sterben Muskelzellen ab, im Falle eines Herzinfarktes Herzmuskelzellen, wird Troponin in die Blutbahn freigesetzt. Im Labor wurden Methoden entwickelt, wie die Konzentration von Troponin zuverlässig gemessen werden kann. In der Forschung auf Patientenebene versucht man, die diagnostische Zuverlässigkeit dieses Tests zu untersuchen. Es ist leider nicht so, dass immer, wenn der

² Nach Marcia Angell (NYRB, 19. November 2015), ihre Aussage basiert auf den Angaben der FDA

Troponinwert im ‚Normbereich‘ liegt, auch kein Herzinfarkt vorliegt; und umgekehrt, dass bei einem erhöhten Troponinwert der Patient mit Sicherheit einen Herzinfarkt hat.

Im therapeutischen Bereich, um beim Beispiel der rheumatoiden Arthritis zu bleiben, ist es das Ziel der klinischen Forschung, das Mass der Wirksamkeit eines Medikaments bei Patienten zu prüfen. Dazu werden in der Regel zwei Gruppen von Patienten gebildet; die Zuteilung zur einen oder anderen Gruppe erfolgt rein zufällig. Patienten der einen Gruppe erhalten das Medikament, in unserem Beispiel den TNF-Antikörper, Patienten der anderen Gruppe erhalten ein herkömmliches Medikament oder ein Placebopräparat (Substanz ohne Inhalt mit spezifischer Wirkung). Nach einer gewissen Zeit wird das Ergebnis der einen Gruppe mit dem der anderen Gruppe verglichen und daraus abgeleitet, ob und wie wirksam (oder schädlich) das neue Medikament ist.

Theorie der Medizin

Der Ausdruck „Theorie“ hat neben der weiter vorne beschriebenen (Theorie ist eine Aussage oder ein Set von Aussagen zur Beschreibung eines Phänomens, und die Aussagen können wahr oder falsch sein) eine zweite Bedeutung. Wenn man von der „Theorie des Segelns“ spricht, beschreibt man damit nicht ein Phänomen, sondern nimmt Bezug auf die Grundlagen des Segelns. Wer Segeln will, muss wissen was die Begriffe „Luv“, „Lee“ und „gieren“ bedeuten. Zudem muss man verstehen, wie es möglich ist, dass sich das Schiff ohne Motorkraft, in die eine oder andere Richtung bewegt.

Unter „Theorie der Medizin“ versteht man ebenfalls die Begriffe und Prinzipien der Medizin. Die folgende Definition bezieht sich auf die Medizin als Praxis. Nach der Definition von O. S. Miettinen (1) ist Medizin

ein Aggregat von Disziplinen³, in denen Fachleute (,professionals’) Wissen über den Gesundheitszustand der Patienten/Klienten schaffen und diese über ihren Gesundheitszustand informieren und unterrichten.

Die Patienten werden also nicht nur informiert, sondern „unterrichtet“. Das soll zum Ausdruck bringen, dass der Arzt sicherstellen sollte, dass der Patient die Informationen verstanden hat und interpretieren kann. Es ist nämlich der Patient, der, wenn er dazu in der Lage ist, medizinische Entscheidungen fällt. Dazu muss er ausreichend und verständlich informiert sein.

Gesundheit und Krankheit

Eine weit verbreitete und oft zitierte Definition von Gesundheit ist jene der WHO. Sie lautet: „Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheiten“. Für bestimmte Situationen mag

³ Die Medizin setzt sich in der Schweiz aus über 40 Disziplinen und oder Fachrichtungen zusammen (Allgemeinmedizin, Ophthalmologie, ..., Herzchirurgie). Medizin ist nicht eine einzelne Disziplin!

diese Definition aus politischen oder anderen Gründen angebracht sein, für die ‚Medizin als Praxis‘ ist sie indessen unbrauchbar. Nach ihren Kriterien sind wahrscheinlich nur sehr wenige Menschen und nur für sehr kurze Zeit gesund. Jeder, der nach eigener Einschätzung zu wenig Geld auf dem Konto hat, ist, da das sein soziales Wohlergehen beeinträchtigt, nach dieser Definition nicht gesund. Und der Verkehrspolizist, der sich darum kümmert, dass Fussgänger nicht überfahren werden, wäre gemäss WHO Teil des Gesundheitssystems (und der Lohn des Polizisten würde von der Unfall- oder Krankenversicherung bezahlt).

Eine Alternative ist folgende Definition.

Gesundheit ist die Abwesenheit von Krankheit.

Dieser Definition folgend muss nun der Begriff Krankheit definiert werden.

Krankheit ist eine somatische Anomalie mit Manifestationen oder möglichen künftigen Manifestationen.

Die somatische Anomalie kann, muss aber nicht bekannt sein. Bei der Krankheit „Herzinfarkt“ ist die somatische Anomalie bekannt, bei der Krankheit „Depression“ dagegen nicht. Das Adjektiv „somatisch“ impliziert nicht, dass es keine psychischen Krankheiten gibt. Nach heutigem Erkenntnisstand der Neurowissenschaften liegen psychischen Erkrankungen – Depression, Schizophrenie und andere – somatische Anomalien zu Grunde, die allerdings nicht oder nicht detailliert genug bekannt sind. Es sind möglicherweise Veränderungen in der Konzentration von Neurotransmittern, zum Beispiel Serotonin oder Dopamin. Diese Konzentrationsveränderung könnte die Signalweiterleitung zwischen einzelnen Nervenzellen stören und zu Symptomen führen.

Manifestationen einer Krankheit sind Symptome und klinische Befunde. Symptome sind subjektiv vom Patienten empfundene Sensationen wie zum Beispiel Schmerzen oder Müdigkeit. Klinische Befunde sind intersubjektiv überprüfbare Veränderungen, wie zum Beispiel Husten oder pfeifende Geräusche über der Lunge beim Ausatmen, die man mit dem Stethoskop hören kann.

Krankheiten können sich mit Symptomen/klinischen Zeichen manifestieren, aber nicht jede Krankheit muss sich mit Symptomen/klinischen Befunden manifestieren. Ein 80-jähriger Mann kann ein Prostatakarzinom haben, ohne dass er es bemerkt oder dadurch gestört wird. Der Tumor in der Prostata hat allerdings das Potential, in der Zukunft, wenn er wächst, die Harnröhre einzuengen, damit den Harnabfluss zu stoppen und sich somit zu manifestieren.

Beispiele für Definitionen einzelner Krankheiten

Die einzelnen Krankheiten werden entweder aufgrund der somatischen Anomalie, oder, wenn die somatische Anomalie nicht bekannt ist, aufgrund von Symptomen/klinischen Befunden definiert. Ein „Herzinfarkt“ wird definiert als Untergang (Nekrose) von Herzmuskelgewebe infolge einer Minderdurchblutung. Eine „Lungenentzündung“ ist definiert als Infiltration von Entzündungszellen in die Alveolen (Lungenbläschen) und/oder das Lungeninterstitium (Bindegewebe und Gefäße zwischen den Lungenbläschen).

Eine „Depression“ kann, wie oben erwähnt, nicht aufgrund einer somatischen Anomalie definiert werden, da die den Beschwerden zu Grunde liegende somatische Anomalie (noch) nicht bekannt ist. Die Depression wird daher anhand von Symptomen definiert. Die wichtigsten Symptome sind auch die Hauptkriterien. Es sind dies: Verlust von Interesse/Freude, Depressive Stimmung, verminderter Antrieb. Nebenkriterien sind z. B. vermindertes Selbstwertgefühl und Selbstvertrauen, Schlafstörungen, Appetitminderung und andere. Wenn ein Patient angibt, an zwei der Hauptkriterien und zwei der Nebenkriterien zu leiden, spricht man von einer depressiven Episode (8).

Diagnose

Diagnose ist eine spezifische Art von Wissen. Diagnose ist das Wissen über die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins der Erkrankung x (z.B. Lungenentzündung) beim Patienten y (z. B. Herr Müller). Die Krankheit ist also „etwas“ im Körper des Patienten und Diagnose ist „etwas“ im Kopf des Arztes.

Um beim Beispiel des jungen Mannes (Herr Müller) mit Husten, Fieber und Auswurf seit 5 Tagen zu bleiben: die Wahrscheinlichkeit, dass er eine Lungenentzündung hat, liegt bei (geschätzten) 10 %. Wie ist diese Zahl „10%“ zu interpretieren, worauf bezieht sich diese Wahrscheinlichkeitsangabe? Der individuelle Patient, Herr Müller, hat eine Lungenentzündung oder er hat keine, es gibt keine 10%- oder Zehntel-Lungenentzündung. Die Zahl von 10% kann folgendermassen interpretiert werden: von 100 Patienten, genau solchen Patienten wie beschrieben (jung, männlich, Husten, Fieber und Auswurf seit 5 Tagen), haben 10 eine Lungenentzündung und 90 haben keine Lungenentzündung. Wichtig im vorigen Satz ist die Passage „Patienten wie beschrieben“. Ist Herr Müller 75 Jahre alt, hustet seit zwei Wochen und hat seit drei Tagen Fieber, liegt die Wahrscheinlichkeit einer Pneumonie nicht bei 10%, sondern höher, bei geschätzten 30%.

Prognose

Prognose ist ebenfalls eine Form des Wissens. Konkret handelt es sich um das Wissen über den zukünftigen Verlauf einer Krankheit bei einem Patienten. Dieser Verlauf ist von verschiedenen Faktoren abhängig, wie Alter, Geschlecht, Schwere der Erkrankung, Dauer der Erkrankung, Vorhandensein von anderen Krankheiten und Therapie. Der Verlauf einer Lungenentzündung ist zum Beispiel bei älteren Menschen, die neben der Lungenentzündung noch an anderen Krankheiten leiden (z.B. Diabetes mellitus, chronische Bronchitis), trotz einer Therapie mit Antibiotika ungünstiger als bei jüngeren Menschen ohne andere Krankheiten. Ein Patient mit einem bösartigen Tumor in einem fortgeschrittenen Stadium hat in der Regel einen ungünstigeren Verlauf als ein Patient mit dem gleichen Tumor in einem frühen Stadium der Erkrankung.

Eine Krankheit kann unterschiedliche Verläufe annehmen: Heilung, Tod, Folgen und Komplikationen. *Tod* und *Heilung* sind selbsterklärend. Das Festlegen des Zeitpunkts, in dem man von Heilung sprechen kann, ist allerdings nicht immer einfach. Wenn ein Patient mit einer

Lungenentzündung sechs Wochen nach einer antibiotischen Therapie fieberfrei bleibt, kann man von einer Heilung sprechen. Wenn ein Patient fünf Monate nach Entfernung eines Lungentumors keinen im Röntgenbild sichtbaren Tumor mehr hat, kann man nicht von einer Heilung sprechen, da der Tumor teilweise sehr langsam wächst und vielleicht erst nach zwei Jahren wieder nachweisbar ist.

Folgen einer Krankheit sind strukturelle und/funktionelle Defizite. So können die Folgen eines Schlaganfalls Lähmungen sein, Folge eines Herzinfarktes kann eine Herzinsuffizienz sein. Unter *Komplikation* versteht man eine Krankheit, die durch eine andere Krankheit verursacht wird. Die Komplikation einer tiefen Venenthrombose (Krankheit 1) kann eine Lungenembolie (Krankheit 2) sein. Diese Komplikation oder neue Krankheit tritt auf, wenn sich das Blutgerinnsel in einer Oberschenkelvene ablöst und über das rechte Herz in die Lunge gespült wird und eine Lungenarterie verstopft. Ein anderes Beispiel für eine Komplikation ist eine akute Bauchfellentzündung (akute Peritonitis) als Folge eines perforierten „Blinddarms“ (akute Appendizitis).

Ätiognose

Ätiognose ist das Wissen über die ursächlichen Faktoren einer Erkrankung. Sehr wenige Krankheiten werden nur durch einen einzigen Faktor verursacht. Ursächlich sind jene Faktoren, die den pathogenetischen Prozess initiieren, der schliesslich zur krankheitsdefinierenden Anomalie führt. Prinzipiell gibt es drei unterschiedliche Kategorien ätiologischer Faktoren: Konstitutionelle Faktoren, Verhaltensfaktoren und Umweltfaktoren. Mit konstitutionellen Faktoren sind in erster Linie die „Gene“ gemeint. Bei einigen Menschen ist aufgrund ihrer genetischen Konstellation die Wahrscheinlichkeit einer Arteriosklerose höher als bei anderen Menschen. Heute geht man davon aus, dass die genetische Konstellation in der Ätiologie vieler Krankheiten eine Rolle spielt. Ein Grossteil der Krankheiten (geschätzte 70%) ist zu einem wesentlichen Anteil durch ungesundes menschliches Verhalten bedingt (9); Nikotin, zu viel Essen, zu wenig Bewegung. Eine dritte Kategorie bilden Umweltfaktoren; Kohlenmonoxid,

elektromagnetische Felder und radioaktive Strahlung sind solche Faktoren.

Pathogenese

Pathogenese ist der Prozess der Transformation von „Normal“ zur somatischen Anomalie, die krankheitsdefinierend ist. Die Pathogenese ist kein Synonym zur Ätiologie.

Die Pathogenese des Herzinfarktes ist – sehr vereinfacht – die Einlagerung von Fettmolekülen und Kalk in die Herzkranzgefäße. Dies führt zusammen mit entzündlichen Prozessen zu einer Einengung oder einem Verschluss der Koronararterien.

Referenzen:

1. Miettinen OS. *Medicine as a Scholarly Field: An Introduction*. New York: Springer; 2015.
2. Davenas E, Beauvais F, Amara J, Oberbaum M, Robinzon B, Miadonna A, et al. Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE. *Nature*. 1988;333(6176):816-8.
3. Kälin A. *Säntis. Berg mit bewegter Geschichte*. Baden: Verlag Hier und Jetzt; 2015.
4. Wootton D. *The Invention of Science*. New York: Harper; 2015.
5. STREPTOMYCIN treatment of pulmonary tuberculosis. *Br Med J*. 1948;2(4582):769-82.
6. Niiniluoto I. *Is Science Progressive?* Dordrecht: Springer Science & Business Media; 2013.
7. Wakefield AJ, Murch SH, Anthony A, Linnell J, Casson DM, Malik M, et al. Ileal-lymphoid-nodular hyperplasia, non-specific colitis, and pervasive developmental disorder in children. *Lancet*. 1998;351(9103):637-41.
8. Möller JH, Laux G, Deister A. *Psychiatrie und Psychotherapie*. 4 th ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2009.
9. Schroeder SA. Shattuck Lecture. We can do better--improving the health of the American people. *N Engl J Med*. 2007;357(12):1221-8.