



Diagnostik und Therapie auf Mikro- und Nanoebene

Sind wir bereit für den Einsatz von Nanorobotern in der Medizin? Dieser Frage widmete sich eine Veranstaltung der Ringvorlesung «Die Zukunft beginnt heute. Herausforderungen, Potenziale und Perspektiven im Life Sciences-Recht» vom 18. Oktober 2022.

Anna Brand

1. Kleine Roboter mit grosser Wirkung

Frau Prof. Dr. SIMONE SCHÜRLE-FINKE, Assistenzprofessorin mit Tenure Track und Leiterin des Labors für reaktionsfähige biomedizinische Systeme im Departement für Gesundheitswissenschaften und Technologie an der ETH Zürich, welche als führend auf dem Gebiet der Nanorobotik und der magnetischen Navigationstechnik gilt, leitete ihren Input mit der Aussage ein, dass die Medizin immer personalisierter werde. In diesem Prozess brauche es neue Systeme, um den Krankheitszustand eines Patienten oder einer Patientin besser definieren zu können. Ihre Vision sei es, kleinste Mikroroboter zu bauen, die in den Blutgefässen «umherstreifen» können. Diese seien dann in der Lage, Krankheitssignale zu erkennen und bspw. Wirkstoffe abzugeben. SCHÜRLE-FINKE machte daraufhin den Hörerinnen und Hörern deutlich, wie klein die Mikroroboter sein müssen, damit sie sich durch unsere Blutbahnen bewegen können.

Unsere Blutzellen sind 6-8 Mikrometer klein, die Breite unserer DNA im Zellkern der Blutkörperchen liegt sogar im Nanobereich. In diesen Sphären finde sodann das Engineering statt. SCHÜRLE-FINKE führte weiter aus, dass in der Nanorobotik jedoch die Engineering-Prinzipien von grossen Robotern nicht «einfach» miniaturisiert werden. Zudem könne man einen Nanoroboter nur mittels Elektronenmikroskop erkennen. Sie bestünden aus organischen und anorganischen Materialien, wie bestimmte Metalle, Polymere oder Lipide. Durch gezielte chemische Reaktionen und auch physikalische Prozesse könne man diese Konstrukte zu medizinischen Zwecken nutzen. Hierbei mache man sich Phänomene der Nano- und Mikrowelt zunutze.

Sie vertrat sodann die Meinung, dass auch die Nanoroboter genannt werden dürfen, da sie den gleichen Gesetzmässigkeiten folgen wie dies auch die «grossen» Roboter tun. Dabei werde auf ein bestimmtes Inputsignal hin eine bestimmte Prozessregel ausgeführt,

die dann zu einem deterministischen Output führe. Dieser Input könne sowohl aus einem lokalen Signal eines Krankheitsumfelds, wie z.B. ein erhöhter pH Wert, als auch aus einem externen Signal, wie z.B. das Signal eines magnetischen Wechselfeldes, bestehen. Hierbei werde ein Wirkstoff freigesetzt oder ein diagnostischer Sensor gebe eine Information über einen Krankheitszustand ab. Bei dieser Disziplin kämen viele Wissenschaftsfelder zusammen und man spreche von einer sog. «Convergence of Sciences». SCHÜRLE-FINKE erklärte, dass sie in ihrem Labor deswegen in einem interdisziplinären Team arbeite.

2. Roboter gegen den Krebs

Bei der Krebsdiagnostik könne der Nanoroboter z.B. eine Aussage über den Zustand des Tumors machen. Dies sei wichtig für die Entscheidung, welcher therapeutische Schritt als nächster an der Reihe sei. Herkömmlicherweise würde man in diesem Stadium eine Biopsie des Tumors anordnen, wobei dieser daraufhin ausserhalb des Körpers analysiert werde. Problematisch sei hierbei, dass ein Teil der molekularen Informationen verloren gehe, wie z.B. die Aktivität bestimmter Enzyme bzw. noch genauer, Proteasen. Deren Aktivität und Zusammensetzung könne dabei Informationen über den Zustand



des Tumors bereitstellen, ohne invasive Proben zu entnehmen. Da im Blutkreislauf das Signal des Tumors von anderen Proteasen, welche in gesunden Prozessen im Körper vorkommen, überschattet wird, ist die lokale Messung im Tumor besonders kritisch.

2.1. Nanoroboter optimieren das Monitoring ...

Das Ziel sei also, einen Nanoshuttle in den Blutkreislauf zu schicken, der von den anderen Proteasen, die sich in der Blutbahn befinden aber für die Diagnostik nicht wichtig sind, geschützt sei. Dieser Nanoshuttle bestehe aus einer Lipidschale sowie magnetischen Nanopartikeln und sei dabei klein genug, um in der Blutbahn zu zirkulieren und in den Tumor zu gelangen. Wenn der Shuttle den Tumor erreicht habe, werden kleinste Messsubstrate aus diesem freigelassen. Dies könne durch ein externes Signal erfolgen, welches bspw. von einem Magnetfeld ausgesandt werde und mittels magnetischer Nanopartikel die Schale des Shuttles öffne. Die Substrate können so freigelassen werden und führen dazu, dass in Verbindung mit den Proteasen ein Markermolekül abgespalten werde. Diese würden dann mit dem Urin ausgeschieden und könnten mittels Papierstreifentests im Urin nachgewiesen werden. Durch diesen Prozess können die Informationen ausgelesen werden, welche für die Diagnostik benötigt werden. Dieser Vorgang habe bereits erfolgreich im Labor an Mäusen getestet werden können. SCHÜRLE-FINKE zeigte auf, dass dies eine weniger invasive Me-

thode sei und die Effekte der Behandlung so besser getestet werden können. Die Wirkung eines Wirkstoffes erfolge auf molekularer Ebene und oft sei anschliessend ein schneller Entscheid über das weitere Vorgehen notwendig. Zeit sei in diesen Situationen oft sehr knapp. Nanoroboter könnten bei diesem Monitoring helfen und den Prozess optimieren.

2.2. ...und die Therapie

Nach einem guten Monitoring stehe sodann die Entscheidung an, welche Therapie verfolgt werden könne. Man stelle sich die Frage, wie der Wirkstofftransport in das Krebsgewebe effektiver gestaltet werden könne. Die tolerierbare Dosis, welche zu einem erlaubten Effekt führe, sei dabei limitiert. Darum wäre es wünschenswert, die Dosis direkt beim Tumor abzugeben, damit auch der beste Effekt bewirkt werde. Statistisch gesehen komme leider nur ca. 1% der Wirkstoffdosis beim Tumor an. Es gehe also viel vom Wirkstoff innerhalb des Körpers verloren, da dort viele physiologische Barrieren bestehen. Optimalerweise könne der Wirkstoff in einem Nanoshuttle mittels magnetischer Feldkräfte bewegt werden. Jedoch würden unser Körper und die Grösse des Nanoroboters hier Hürden bergen, die nur schwer überwindbar seien. SCHÜRLE-FINKE erklärte, dass sie und ihr Team sich Gedanken darüber gemacht haben, wie sich bspw. Bakterien im Körper fortbewegen können. Diese Bewegung haben sie daraufhin imitiert. Zuerst habe dies in einem Modell innerhalb eines künstlichen Blutflusses stattgefunden. Danach führte

sie dieses Experiment innerhalb eines künstlichen Gewebsmodells fort. Trotz gutem Funktionieren hätten dabei Limitierungen bezüglich der Faktoren im menschlichen Körper bestanden. Aber auch hier habe die Natur bereits eine Lösung in Form von magnetischen Bakterien für die Menschen bereit. Diese kämen in Gewässern vor und würden mittels des Erdmagnetfeldes navigieren. Dabei könne ein künstliches Magnetfeld erstellt werden, um diese Bakterien extern zu steuern. Das künstliche Magnetfeld sei dabei stärker als das Erdmagnetfeld und ermögliche die gezielte Steuerung ganzer Schwärme von Bakterien, um dann den Transport der Wirkstoffdosis ins Tumorgewebe zu lenken. Es könne einem hier verständlicherweise zunächst der Gedanke kommen, dass die Idee von Bakterien in der Blutbahn stossend sei, räumte sie ein. Es sei jedoch wissenschaftlich bereits gezeigt worden, dass Krebs mit Bakterien therapiert werden könne, als eine Form von Immuntherapie (sog. bakterielle Krebstherapie). Es brauche aber noch bessere Methoden, damit die verabreichte Dosis effektiver zum Tumor gebracht werden könne, merkte SCHÜRLE-FINKE an. Diese Methoden könne man mit einem Magnetfeld optimieren. Dafür seien zuerst die physiologischen Barrieren im Körper in einem Modell nachgebaut worden. Dabei habe sie und ihr Team herausgefunden, dass Bakterien angetrieben mittels Magnetrotationsfelder die Gefässwand besser überwinden könne. Sodann sei erforscht worden, wie es hinter der Gefässwand, auf dem Weg zum Tu-



mor, weitergehe. Auch dies sei in einem Magnetrotationsfeld geprüft worden, damit die Akkumulierung der Bakterien im Tumor erhöht werden könne. Im Tiermodell habe sich eine signifikante Erhöhung der Bakterien im Tumor feststellen lassen. Dies habe Potential! SCHÜRLE-FINKE ist davon überzeugt, dass dies zu verbesserten Ergebnissen, sowohl in der Diagnostik als auch Therapie, mittels Nanoroboter verhelfen kann.

3. Die Grundzüge der Patentierbarkeit der Nanoroboter und deren Einsatz

Herr Dr. Sc. RAPHAEL ZINGG, Rechtsanwalt mit Schwerpunkt auf den Gebieten des Immaterialgüter-, Datenschutz und Kunstrechts, mit Promotion an der ETH, widmete sich in seinem Kommentar der Frage, ob Nanoroboter, welche für diagnostische und therapeutische Zwecke entwickelt werden, patentierbar sind. Es gehe darum, ob das Patentrecht die medizinische Diagnose und Therapiefreiheit des Heilpersonals gewährleiste. Dabei gehe es darum, eine Balance zwischen der Förderung der Innovation als auch dem Schutz von gesellschaftlichen sowie Drittinteressen zu finden. Er zeigte sodann grafisch auf, dass seit dem Jahr 1995 die Patentanmeldungen im Bereich der Nanomedizin stagnieren. Hier sei die kritische Frage angebracht, ob das Patentrecht eine hindernde Wirkung ausübe, merkte ZINGG an. Jedoch könne der Patentanmeldungsboom vor der Stagnation auch der damaligen technisch gemeisterten Herausforderung der Nanorobotik angeordnet werden.

3.1. Miniaturisierung und die Neuheit

Sodann zeigte ZINGG schematisch die Schutzvoraussetzungen des Patentrechts auf. Fraglich sei dabei, ob nanomedizinische Erfindungen allein aufgrund ihrer Dimension neue Eigenschaften erlangen. Hierbei müsse angemerkt werden, dass sich gewisse Eigenschaften erst auf Nanoebene manifestieren. Dies Sorge aus dem Blickwinkel der Neuheit und der erfinderischen Tätigkeit für Probleme. Könne etwas patentierbar sein, was zwar eigentlich zum Stand der Technik gehöre, aber miniaturisiert worden sei? Die deutsche Rechtsprechung sei hier sehr streng und sage, es bestünde keine Neuheit, da es sich lediglich um eine Auswahl des bisher Bestehenden handle. Das Europäische Patentamt und die Schweiz seien hier wohlwollender. Sobald ein neuer Effekt entstehe, sei auch die Neuheit gegeben – sogar bei reiner Miniaturisierung. Es müsse dabei darauf abgestellt werden, ob die Miniaturisierung aufgrund einer willkürlichen Auswahl vorgenommen werde, oder ob dabei ein technischer Vorteil erzielt werde. Bei Letzterem könne dies der erfinderischen Tätigkeit zugeordnet werden.

3.2. Die Form des Patents

Doch in welcher Form sind nun Nanoroboter patentierbar? Einerseits würden Patente in Verfahren und Erzeugnisse unterschieden. Die Erzeugnisse bedürfen einer weiteren Unterteilung in die Kategorien der Vorrichtung und des Stoffs. Sowohl die Verfahrensansprüche betreffend die Herstellung eines Nanoroboters, als auch das Erzeugnis selbst, also

der materielle Gegenstand, seien demnach patentierbar.

Der Stoff müsse alsdann bei einer Patentierung in der Patentschrift mittels chemischer Verbindung oder als Vorrichtung, in dem die äusseren Merkmale beschrieben werden, dargelegt werden. Rechtlich interessant sei hierbei, dass ein Roboter auf der Nanostufe sowohl als Stoff als auch als Vorrichtung beschrieben werden könne. Die Erfinderin oder der Erfinder bzw. die Anmelderin oder der Anmelder könne sich hier entscheiden; die Wahl habe einen Einfluss auf die Schutzwirkung des Patents.

Beim Stoff liege der Beweis der erfinderischen Tätigkeit sodann näher und die Schutzwirkung würde sich auch auf eine erste oder zweite medizinische Indikation beziehen. Die Möglichkeit einer kumulativen Patentierung eines Nanoroboters als Stoff und Vorrichtung verwarf ZINGG. Die Anmelderin oder der Anmelder müsse sich entscheiden.

3.3. Nanoroboter als Zukunft der Diagnostik und Therapie

Jedoch gelte die allgemeine Auffassung, dass medizinische Verfahren durch das Patentrecht nicht behindert werden sollen. Eine Methode solle von einer Ärztin oder einem Arzt genutzt werden können, wenn diese sich am besten für die Patientin oder den Patienten eigne. Deshalb gebe es sowohl im Europäischen als auch Schweizer Patentrecht eine Ausschlussnorm, damit Verfahren, welche die Anwendung am menschlichen Körper, die die Diagnostik oder die Therapie zum Gegenstand haben, nicht patentiert werden können.



Ziel dieses Ausschlusses sei es, dass diese Verfahren für alle nutzbar blieben. Allerdings seien trotz der genannten Ausschlussnormen gewisse Verfahren patentierbar. Dies seien bspw. die Verfahren zum Antrieb und zur Kontrolle des Nanoroboters. Folglich komme es zur Situation, dass auch wenn der Rest des Verfahrens gemeinfrei sei, die Ärztin oder der Arzt den Nanoroboter nicht bewegen könne, ohne das Patent zu nutzen. Der Nanoroboter könne zudem selbst als Stoff oder als Vorrichtung patentiert werden. Hierbei sei die Methode frei, aber der dazu benutzte Roboter sei patentiert. Dabei bestehe grosses Konfliktpotential. Auch fände das in der Schweiz geltende Ärzteprivileg keine Anwendung auf die Nutzung von Nanorobotern.

In den USA sehe die Rechtslage anders aus, erklärte ZINGG. Die Ärztin oder der Arzt würde zwar das Patent verletzen, müsse sich aber keine Sorgen um die Rechtsverletzung machen, da ihre oder seine Tätigkeit von deren Durchsetzung ausgenommen sei. Des Weiteren bestünde das Instrument der Zwangslizenz, welches aber noch nie angewendet worden sei. Im deutschen Recht gebe es weiter das Rechtsinstitut des Verhältnismässigkeitsvorbehalts. Diesfalls würde die Verletzung zwar geduldet, es werde aber eine finanzielle Kompensation fällig.

Die Industrie, namentlich die Vertreterinnen und Vertreter der Herstellerinnen und Hersteller der Nanoroboter und die Patentanwältinnen und Patentanwälte, würden das Regime der Patentierbarkeit von diagnostischen Verfahren per

se begrüßen. Jedoch sei es auch in deren Sinne, dass die Freiheit der Anwenderinnen und Anwender gewährleistet werde, damit die Patentierbarkeit nicht im Wege der Patientin oder des Patienten stehe.

ZINGG stellte sodann die Frage in den Raum, ob Patente als Innovationsbremse agieren, da die Patendichte wachse. Es gäbe eine Vielzahl von Überlappungen der Schutzrechte. In Europa würden Patente jedoch nach wie vor als Innovationsinstrumente gesehen. Im Bereich der Nanorobotik sei dies besonders interessant, da die führenden Forscherinnen und Forscher und damit auch deren Patente an den Universitäten verblieben.

4. Diskussion

Frau Prof. Dr. NADJA BRAUN BINDER, MBA, Professorin für Öffentliches Recht an der Juristischen Fakultät der Universität Basel, eröffnete die Paneldiskussion mit der Frage an SCHÜRLE-FINKE, ob sie das Patentrecht als eher fördernd oder behindernd sehe. Diese antwortete, dass es für eine Wissenschaftlerin oder einen Wissenschaftler viel Zeit koste, sich im Patentrecht zurechtzufinden, da viele Entwicklungen bereits patentiert worden seien. ZINGG fügte dem bei, die Anforderungen hätten mit der Zeit klar zugenommen. Darum sei es schwieriger geworden, ein Patent anzumelden. Jedoch gäbe es in den USA Bestrebungen, dem entgegenzukommen und die Hürden weniger hoch anzusetzen, da dies sonst inventionshemmend sei.

4.1. Mangel an Standardisierung der Nanoroboter

Welche anderen Regulierungen denn in diesen beiden Bereichen hereinspielen würden, wollte BRAUN BINDER sodann von der Panelistin und dem Panelisten wissen.

ZINGG machte auf das Heilmittelrecht aufmerksam und stellte die Frage, ob dieses die Nanoroboter genügend oder ungenügend reguliere. Zwar würden Nanoroboter als Medizinprodukte und nicht als (strenger regulierte) Heilmittel erfasst. Es sei jedoch immer noch schwierig, den entsprechenden Anforderungen zu genügen. Zudem führe der Mangel an Standardisierung in diesem Bereich zu Unsicherheiten und verursache Kosten. Dies erschwere die Suche nach Investoren für die Kommerzialisierung des Patents. Das sei in der Schweiz nach wie vor ein schwieriger Weg.

SCHÜRLE-FINKE pflichtete dem bei und merkte an, dass die Regulierung kritisch sei und es noch Grauzonen gebe. Auch bestehe zwischen den Technikerinnen und Technikern sowie den Juristinnen und Juristen keine einheitliche Definition darüber, was ein Nanoroboter sei. Die Definition würde wohl am besten innerhalb des Heilmittelrechts vorgenommen, wenn zwischen Medizinprodukten und Heilmitteln unterschieden werde, warf ZINGG ein. Jedoch gäbe es trotz dieser Abgrenzung gewisse Fälle, in denen eine Zuordnung des Nanoroboters nicht eindeutig sei. SCHÜRLE-FINKE merkte an, dass es Qualitätsprüfungen sowie vergleichsweise Resultate brauche, damit sich dies in der Schweiz festigen und standardisieren könne.



4.2. Informed Consent

BRAUN BINDER wollte daraufhin wissen, ob man bei solch einer differenzierten Technologie von einer Patientin oder einem Patienten überhaupt einen «informed consent» erwirken bzw. einholen könne. Wie würde man dies der Gesellschaft erklären? Das sei eine schwierige Frage, so SCHÜRLE-FINKE. Denn die Kommunikation über Nanoroboter fänden viele eigentlich aufregend. Dies könne aber auch dazu führen, dass deren Vorstellung über das Thema noch abstrakter werde. Eigentlich gäbe es im Alltag schon sehr viel «nano», etwa in Schokolade, Sonnencreme, Hautcreme, Geschmacksträgern oder wenn es um die Haltbarkeit von Stoffen gehe. Hierbei müsse auch kein «informed consent» erwirkt werden. Jedoch sei in diesen Bereichen natürlich auch schon viel mehr geprüft worden. Vielleicht müsse man sich aus dieser Richtung nähern, um die Nanorobotik gesellschaftsfähig zu machen.

4.3. Gefahren beim Einsatz von Nanorobotik

Ein Diskussionssteilnehmer meldete sich zu Wort und erkundigte sich darüber, welche Gefahren beim Einsatz von Nanorobotik in der Medizin bestünden. SCHÜRLE-FINKE nahm die Frage auf und ging darauf ein, wo und wie lange die Stoffe im Körper angereichert und wann als auch wie diese wieder ausgeschieden werden. Dies könne mittels Bluthalbwegszeiten und der Analyse von verschiedenen Interaktionen der Materialien im Körper geprüft und quantifiziert werden.

4.4. Wann kommt die Nanorobotik in der Medizin?

Wie viel Zeit brauche denn die Wissenschaft, um Nanoroboter in der Medizin einzusetzen, erkundigte sich ZINGG. Viele Mechanismen würden bereits in der Medizin eingesetzt, entgegnete SCHÜRLE-FINKE. Jedoch seien viele Mechanismen und ihre Effekte in der Nanorobotik noch zu studieren, bis diese angewendet würden.

4.5. Der Begriff des Nanoroboters

Eine Diskussionssteilnehmerin wollte daraufhin wissen, warum der Begriff des Nanoroboters genutzt werde, da es gar keine Roboter seien, wie man sie sich herkömmlich vorstellen würde.

SCHÜRLE-FINKE führte hierbei aus, dass viel Robotik in der Instrumentation ausserhalb ergehe. Dabei könne an die Arbeit mit Magnetfeldern gedacht werden. Es werde sowohl mit synthetischen und lebenden Systemen, aber auch mit vollsynthetischen Systemen gearbeitet. Diese synthetischen Systeme stelle man ausserhalb des Körpers her. Sie seien also nicht körpereigen, was für den Roboterbegriff sprechen würde.

ZINGG merkte an, dass die Terminologie unter dem Heilmittelrecht relevant sei, aber für das Patentrecht per se keine Auswirkung habe. Für den Begriff der Nanorobotik spreche auch die Technizität der Vorgänge. Der «informed consent» sei dabei immer problematisch, gerade wenn es um die Technik in diesem Stadium gehe. Die Patientin oder der Patient solle dies leicht verständlich erklärt erhalten, damit

auch eine positive Wirkung beim Laien erzielt werde.

4.6. Zulassungsprozesse

Ob die heutigen Zulassungsprozesse auf die Nanorobotik ausgerichtet seien, oder diese Anpassung bedürften, erkundigte sich ein Diskussionssteilnehmer. SCHÜRLE-FINKE antwortete, dass hier bereits solide Prozesse und Guidelines aufgebaut wurden.

4.7. Ist die Nanorevolution vorbei?

Sodann fragte ein weiterer Diskussionssteilnehmer, ob der Peak in den Nanopatentanmeldungen dahingehend Sorgen bereite, dass grundlegende, elementare Strukturen bereits patentiert worden seien und somit den «freedom to operate» blockieren würden. Es gäbe hier noch sehr viel Freiheit, was die Mechanismen anbelange, wie man mit Materialien und mit welchen Techniken interagieren könne, beschwichtigte SCHÜRLE-FINKE. Auch ZINGG fügte dem an, dass sich innerhalb seiner Studie ergeben habe, dass sich die Unternehmen im Bereich der Nanopharmazie in den USA meist auf bestehende Medikamente gestützt und auf diesen aufgebaut hätten. Es gebe also sehr viel Raum, weitere Patente anzumelden. Ein sog. «Patent Thicket» bestehe in der Nanotechnologie bis anhin nicht und bremse damit die Nanorevolution auch nicht.

5. Stellungnahme

Der Einsatz von Nanorobotik in der Medizin birgt ein erhebliches Potential in der medizinischen Behandlung. Sowohl diagnostische als auch



therapeutisch-medizinische Prozesse könnten in Zukunft davon stark profitieren. Wenn die Wirkstoffabgabe optimiert werden kann, hilft dies sowohl dem Genesungsprozess der Patientin oder des Patienten als auch auf ökonomischer und sozialer Ebene dem Gesundheitssystem und dem Steuer- bzw. Prämienzahler. Durch diese Optimierung wird die Patientin oder der Patient gezielter und somit schneller behandelt. Ungewollte Nebeneffekte können minimiert werden, was weitere Behandlungen unterbinden kann.

Weiter können diese positiven Effekte des Einsatzes von Nanorobotik auch in der therapeutischen Phase eintreten. Hier erhofft man sich schnellere und bessere Informationen über den Gesundheitszustand und den Verlauf der Heilung.

Dies sollte wiederum ebenfalls einen kürzeren Heilungsprozess der Patientin oder des Patienten zur Folge haben.

Damit der Einsatz von Nanorobotik in der Medizin alltagstauglich wird, braucht es jedoch weitere Forschung. Hier wäre es wünschenswert, wenn sich die Schweiz bemühen würde, so schnell wie möglich Qualitätsstandards zu festigen. Zudem sollten die Zulassungsbehörden sich mit der Thematik auseinandersetzen und über ausreichendes Fachwissen verfügen.

Auch die Bevölkerung muss offen, klar und sachgerecht informiert werden. Nur mit vertrauenswürdigen Informationen von vertrauenswürdigen Stellen kann sich die Bevölkerung mit dem Thema auseinandersetzen. NGOs können hierbei einen wichtigen Beitrag leisten.

Allgemein ist es m.E. wichtig, dass der patentrechtliche Schutzausschluss für Verfahren der Therapie und Diagnostik auch im Bereich der Nanorobotik nicht umgangen werden kann, zumal das in der Schweiz geltende Ärzteprivileg auf die Nutzung von Nanorobotern keine Anwendung findet und gewisse Verfahren der Nanorobotik sowie die Nanoroboter selbst ohne weiteres als Stoff oder als Vorrichtung patentierbar sind.