

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107 (1989)
Heft: 16

Artikel: Das Umfeld wissenschaftlicher Innovation
Autor: Rohrer, Heinrich
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77085>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Das Umfeld wissenschaftlicher Innovation

Wissenschaftliche Innovation ruht auf den gleichen drei Grundpfeilern wie jede andere Innovation, nämlich auf der Idee oder Vision, auf der Ausführung oder Umsetzung eben dieser Idee oder Vision, und auf dem daraus entstehenden Resultat. Den Weg von Pfeiler zu Pfeiler möchte ich als Innovationsprozess bezeichnen, der sich aber nur im richtigen Umfeld entwickeln kann.

Der Innovations-Prozess wird zum einen durch die direkt daran beteiligten Personen bestimmt, also den Erfinder

VON HEINRICH ROHRER,
RÜSCHLIKON ZH

oder Entdecker, den Ausführer oder Hersteller und den Interessenten, Benutzer oder Verbraucher. Alle sind wichtig. Selbstverständlich keine Entdeckung ohne Entdecker oder keine Erfindung ohne Erfinder. Aber die Idee allein ist wie die gute Absicht – «ausser man tut es». Schliesslich sollte sich auch jemand dafür interessieren und das Ergebnis benützen. Dieser Anwender kann ein kommerzieller Hersteller mit all den Käufern sein, oder ein anderer Wissenschaftler, dem die Erfindung oder Entdeckung als Grundlage für neue Arbeiten, neue Erfindungen oder Entdeckungen dient. Damit wären wir wieder am Anfang. Bei wissenschaftlicher Innovation kann es für eine einzige solche Runde sehr lange dauern; bei geistiger, sozialer oder politischer Innovation noch viel länger.

Neben den Grundpfeilern scheint allen Innovationen noch etwas gemeinsam zu sein, nämlich, dass sie viel zu spärlich vorkommen. Ich glaube nicht, dass dies auf eine Armut an neuen Gedanken zurückzuführen ist, sondern viel eher darauf, dass wir noch nicht verstehen, oder nicht mehr verstehen, ein für den Innovationsprozess günstiges Umfeld zu schaffen.

Deshalb scheint mir für die Innovation das Umfeld ebenso wichtig zu sein wie die daran direkt beteiligten Personen. Ich möchte sogar sagen, erst das richtige Umfeld ermöglicht Innovation. Es kann sie aber ebensogut aufhalten oder verhindern. Das letztere sollten aber wir verhindern.

Innovation ist um so willkommener, je ersichtlicher und unmittelbarer deren wirtschaftlicher Nutzen ist. Dieser wirtschaftliche Nutzen ist sozusagen die Triebfeder für technische oder industrielle Innovation. Man möchte mei-

nen, dass in diesem Falle das Umfeld recht innovationsgünstig ist. Dem ist aber nur teilweise so. Gute Zeiten verleiten oft dazu, die mit Risiko und Kosten verbundene Innovation hintanzustellen. Volle Bäume werden träge.

Aber auch wenn Not erfindert, ist Verlass auf «Innovation aus Not» eher zweifelhaft. Sicher gibt es Beispiele, wo mit der Konzentration aller Mittel auf einige wenige Ziele Innovationserfolge erreicht wurden. Es gibt aber sicher sehr viel mehr Beispiele, wo die Not einiges schneller als die Innovation war. Anstatt in schlechten Zeiten nach Ideen zu rufen, die ein Produkt wieder konkurrenzfähig machen, würde man besser in guten Zeiten neue Produkte fördern, die mit dieser oder jener Idee hergestellt werden könnten. Produktorientierte Innovation ist sicher einfacher und im Moment einträglicher. Innovationsorientierte Produkte jedoch sind zukunftsversprechender. Innovation ist ein Teil der Betriebskultur, die gehegt und gepflegt sein will. Versäumt man das in guten Zeiten, so kann das kaum in schlechten Zeiten nachgeholt werden.

Perspektiven der wissenschaftlichen Forschung

In der Wissenschaft ist Innovation nicht nur ein Teil der Betriebskultur, sondern die Betriebskultur schlechthin. Etwas Neues zu erschaffen, also Innovation, ist die Triebfeder der Wissenschaft und zugleich auch ihre Aufgabe. Zweifelsohne sollte ein beträchtlicher Teil der wissenschaftlichen Anstrengungen den heutigen – und was wir glauben, es seien die morgigen – Bedürfnissen der Gesellschaft gewidmet sein.

Diese unmittelbar nützliche Rolle der Wissenschaft wird sicher allseits erkannt und geschätzt. Aber die Wissenschaft ist mehr als nur dies, sie soll auch die Grundlage für die Zukunft der

Menschheit schaffen. Mit Zukunft meine ich die Zeit, wenn das Neue von heute wichtig wird – genau so, wie unsere Vorfahren Erkenntnisse gewannen und das Wissen schufen, auf dem wir heute aufbauen.

Mit dieser Rolle der Wissenschaft scheinen wir immer mehr Mühe zu bekunden, sowohl wir innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft als auch die Träger der Kosten solcher Wissenschaft. Es herrscht die Meinung, dieser Zweig der Wissenschaft ergebe sich einfach so als Nebenprodukt der Wissenschaft im Dienste der Technologie und Industrie. Er ergibt sich jedoch nicht einfach, sondern wir müssen ihn in der heutigen, nutzen- und verbraucherorientierten Gesellschaft mit Sorgfalt pflegen. Er ist ebenso ein Teil unserer Kultur wie Musen und Kunst, nur hat er heute wenig Mäzene. Ich möchte deshalb mit meinen Ausführungen um etwas mehr Verständnis für die nicht-nützlichkeitsorientierte Wissenschaft, für Innovation um der Innovation willen, für weitreichendere Perspektiven in der wissenschaftlichen Forschung werben. Dieses Verständnis braucht es, um ein innovationsfreundliches Umfeld zu schaffen.

Die zukunftsorientierte Wissenschaft möchte ich der Einfachheit halber von nun an einfach Wissenschaft nennen. Ich bin mir dabei bewusst, dass auch die andere Art von Wissenschaft, die problemorientierte Wissenschaft, eine sehr wichtige Rolle in unserem Leben spielt. Aber dafür muss man keine Lanze brechen.

Im folgenden werde ich mich in konkreten Fällen meistens an die Physik halten, stellvertretend für die Wissenschaften – einfach deshalb, weil ich dieses Umfeld am besten kenne und glaube, dass die Probleme, Sorgen und Freuden um die Innovation überall ähnlich gelagert sind – Theologie und Jurisprudenz nicht ausgeschlossen.

Die Beziehung Wissenschaft-Technologie-Industrie

Die etwas pauschal erwähnte Rolle der Wissenschaft für die Zukunft möchte ich für die Beziehung Wissenschaft-Technologie-Industrie etwas näher erläutern. So wie die Technologie der Industrie vorausgeht, so ist die Wissenschaft der Wegbereiter neuer Technologien. Hier besteht eine vornehme Aufgabe der Wissenschaft darin, die Grundlage für neue Technologien zu

schaffen, nicht die Probleme existierender Technologien zu lösen, auch wenn sicher bedeutend mehr Mannjahre in letzterem aufgehen. Dies stört mich nicht, solange die fortwährend wachsende, sagen wir, Dienstleistung an existierenden Technologien nicht auf Kosten der Zukunfts-Mission der Wissenschaft geht.

Beispiele aus jüngster Zeit für die Pionierrolle der Wissenschaft für neue Technologien sind Halbleiter, Kernresonanz, Laser, Supraleitung und so mehr oder weniger alles Interessante, was es heute auf dem Technologiesektor gibt. Heute sind sie jedem technisch Bewanderten und auch vielen technisch Unberührten bestens bekannt. Zur Zeit ihrer Entdeckung waren sie als wissenschaftliche Leistungen schnell anerkannt, in ihrem technologischen und wirtschaftlichen Potential aber wurden sie weit unterschätzt, wenn überhaupt geschätzt. Ich habe gehört, dass man sich jahrelang fragte, was man mit dem Laser, nebst Wissenschaft zu treiben, eigentlich sonst noch anfangen könnte – und heute findet er u.a. weitverbreitetste und einträglichste Anwendung für das Lesen von Preisetiketten in Supermärkten. Morgen kann es in der Nachrichtentechnik sein.

Zudem gehen all diesen Entdeckungen jahre- und jahrzehntelange wissenschaftliche Arbeiten voraus. Und dies sogar ohne Ahnung von der grossen Entdeckung, die vielleicht einmal daraus hervorgeht. (Das «vielleicht» bezieht sich mehr darauf, ob der Wissenschaftler die Entdeckung noch erlebt, die von seinen Arbeiten Gebrauch macht, als darauf, dass etwas Grosses damit entdeckt wird).

Ich finde es immer wieder bewundernswert, wie viele Wissenschaftler unverdrossen und mit Hingabe mit Halbleitern zu einer Zeit gearbeitet haben, als nur Metalle und Isolatoren als technologisch und industriell nützlich und wissenschaftlich interessant erachtet wurden. Es war sicher zum Teil wissenschaftliche Neugierde, aber sicher ebenso auch der Glaube und die Überzeugung, dass nicht alltägliche und aussergewöhnliche Materialeigenschaften auch aussergewöhnliches Potential versprechen. Ich meine in diesem Zusammenhang, dass es nicht wichtig ist, was man macht, wenn es nur neu und aussergewöhnlich ist. Dann wird es sicher einmal von Bedeutung sein; allerdings ist das ein Problem von anderen.

Ich habe hier von heute sehr praktischen Dingen wie Halbleitern und Lasern gesprochen. Dies bedeutet keinesfalls, dass die für viele Leute, auch für viele Physiker, exotischeren und «nutzloseren» Wissenschaftsgebiete – wie

Kern- und Elementarteilchen-Physik oder Urknall- und Evolutionstheorien – eine geringere Daseinsberechtigung haben. Die angeführten Beispiele erschienen mir die Zukunftsmission der Wissenschaften etwas alltagsnäher zu verdeutlichen. Ausserdem wollte ich hier für die weniger bürgernahen Gebiete nicht eine weitere Existenzrechtfertigung anführen: Man sollte Schönheit einfach Schönheit sein lassen. Diese Gebiete verkörpern für mich den Inbegriff der Wissenschaft; denn wenn wir in der Wissenschaft nicht mehr alles wissen und verstehen wollen, was wir noch nicht wissen und verstehen, dann ist die Wissenschaft tot.

Die Basis eines guten Innovationsklimas

Wie die erwähnten praktischen Beispiele zeigen, können wir den Lauf der Dinge in der Wissenschaft schwerlich voraussagen, höchstens erahnen, und dies auch nur diejenigen, die daran glauben. Wissenschaftliche Innovation wird von jenen getragen, die direkt daran beteiligt sind, und es wäre vermessen zu glauben, dass sich diese Innovation wesentlich dirigieren lässt. Aber sie lässt sich fördern.

Unser Beitrag zur Innovation besteht darin, dass wir, wenn wir nicht selber aktiv daran teilnehmen, den Beteiligten das dazu notwendige Umfeld schaffen – ein Umfeld, in dem der Wissenschaftler einen grossen Spielraum hat und in dem Innovation gefragt ist. Das fängt damit an, dass wir unsere Wissenschaftler immer wieder ermuntern, sich für neue Gebiete zu interessieren und auch darin tätig zu werden. Ich glaube, dass eine solche Selbsterneuerung des Wissenschaftlers die Basis eines guten Innovationsklimas ist. Neue Leute bringen neue Ideen, neue Wege, einfach neues Leben.

Dabei stellt sich für beide Seiten, d.h. für den Wissenschaftler und die Institution, die die Kosten der Wissenschaft trägt, das Problem des Nutzens. Beide Seiten haben investiert, die Institution das Geld, der Wissenschaftler seine Zeit. Es ist nicht so, dass der Wissenschaftler nur das Geld der Institution investiert, er steckt viel von sich selber in ein Projekt. Einem Wissenschaftler, der sich einen Ruf in seinem Gebiet geschaffen hat, Anerkennung findet und, wie man sagt, dazugehört, fällt es nicht leicht, all dies für eine vage Idee oder Vision aufzugeben und von vorne anzufangen. Die Anerkennung durch die Kollegen spielt für einen Wissenschaftler eine besondere Rolle. Wenn man sich für eine wissenschaftliche Laufbahn entscheidet, so verzichtet man

doch im allgemeinen implizit darauf, reich und mächtig zu werden. Man hat mehr zu denken als zu sagen. So bleibt – nebst der Freude und Aufregung, die Innovation mit sich bringt – vor allem die Anerkennung als Lohn der Arbeit. Aber zugegeben, auch Wissenschaftler arbeiten nicht nur für Gottes Lohn.

So betrachtet erscheint die Investition des Wissenschaftlers in etwas Neues doch beträchtlich und ist sicher einer ebenso beträchtlichen Investition seitens seiner Institution wert. Dass man sich in einem neuen Arbeitsgebiet am Anfang ganz einsam fühlen kann, habe ich selbst erlebt. Ich gehörte in meinem früheren Arbeitsgebiet so quasi zum Establishment eines wissenschaftlichen Interessentenkreises. Nachdem ich für eine Weile von der Bildfläche verschwunden und in einem andern Interessentenkreis wieder aufgetaucht war, da kannte ich bei meinem ersten Vortrag keinen einzigen der mehreren hundert Konferenzteilnehmer persönlich. Der Kontakt zu meiner neuen Umgebung wurde jedoch dadurch erleichtert, dass das Establishment dieses neuen Kreises schon von unseren neuesten Arbeiten gehört hatte und sehr daran interessiert war, etwas Näheres aus erster Quelle darüber zu erfahren. Auch wenn ich niemanden kannte, so kannten sie wenigstens meinen Namen. Das war ein guter Anfang.

Die Idee allein ist wie eine gute Absicht ...

Die Ungewissheit des Neuen verlangt ziemlich viel Zuversicht vom Wissenschaftler und von der Institution. Der Wissenschaftler muss von seiner Idee oder Vision so beseelt sein, dass er alles daran setzt, sie zu verwirklichen. Es ist erstaunlich, wieviele Leute eine Idee auch schon gehabt haben, nachdem sie einmal in die Tat umgesetzt wurde. Ich glaube das sogar, aber wie schon gesagt, eine Idee ist wie eine gute Absicht. Ich möchte sogar behaupten, dass die meisten Geistesblitze leider solche bleiben. Vielleicht, weil der Erfinder selber nicht so recht daran glaubt, sei es, weil ihm das, was er gerade macht, doch wichtiger erscheint, sei es aus Angst, sich zu blamieren, falls es doch nicht eine so gute Idee war, sei es, dass er glaubt, doch auf taube Ohren zu stossen, oder sei es einfach, weil er sich fürchtet, ins kalte Wasser der Ungewissheit zu springen. Hat er sich trotz all dem für seine Idee oder für das Neue entschlossen, so meint er es ernst, und dann verdient er auch eine grosszügige Unterstützung. Dass dies ganz gut ausgehen wird, zeigen, glaube ich, die Erfolge in unserem Laboratorium mit der Tunnel-Mikroskopie und der Supraleitung. In beiden Fällen waren es neue

Gebiete für die Wissenschaftler, und in beiden Fällen hatten wir die Möglichkeit, das zu tun, was wir tun wollten.

Förderung verlangt Mut und Grosszügigkeit

Neben der Bereitstellung der finanziellen Mittel können Institution und wissenschaftliche Gemeinschaft die Bereitschaft zum Neuen, zur Innovation durch qualitative Bewertungskriterien fördern. Wir müssen uns immer bewusst sein, dass die Art und Weise, wie wir wissenschaftliche Arbeiten bewerten, nicht nur eine Frage praktischer Aspekte wie der Mittelverteilung ist. Wir setzen dabei auch Normen, wir drücken unsere Überzeugung aus, und wir teilen einer jungen Generation von Wissenschaftlern unsere Vision von Wissenschaft mit.

Eine solche qualitative Beurteilung verlangt vor allem Mut und Grosszügigkeit. Mut, weil man sich nicht einfach hinter der Meinung von andern verstecken kann, weil man sich für Ideen, Visionen und Überzeugungen exponiert und nicht mit Plänen, Beweisen und Versprechen argumentieren kann. Und Grosszügigkeit, weil man einen offenen Geist für neue Strömungen, neues Denken und neue Möglichkeiten haben muss und weil man viel Kredit für etwas geben muss, das man, wenn überhaupt, nur am Rande beeinflussen kann. Ich glaube, dass dieser Mut und diese Grosszügigkeit für etwas, das man nicht selbst machen oder wesentlich lenken kann, der wichtigste Angelpunkt für das Umfeld wissenschaftlicher Innovation sind. Vom Standpunkt des Wissenschaftlers oder des Erfinders scheint diese Haltung der für die Forschungsmittel Verantwortlichen das Einfachste auf der Welt zu sein, wie für jene das Forscher- und Erfinderleben. Man sieht erst, wie schwierig es sein kann, wenn man die Seiten wechselt, und leider haben wir nicht alle die Gelegenheit dazu.

Leicht überarbeitete Fassung eines Referats, gehalten an der SIA-Abschlussstagung «Spektrum Innovation» am 10. März 1989 an der ETH-Zürich.

Die Referate zum gleichen Anlass von *Branco Weiss* «Was ist eigentlich Innovation» und von *Werner K. Rey* «Innovation und Tradition – ein Spannungsfeld aus der Sicht eines Industriellen» wurden in Heft 13-14/89 publiziert. Der Tagungsbericht erschien in Heft 12/89, S. 342.

Wechselwirkungen sind fruchtbar

Eine wichtige Rolle spielt schliesslich auch die Arbeitsumgebung. Wenn wir von Kollegen mit ähnlicher Denkweise und ähnlich gelagerten Interessen umgeben sind, so verharren wir leicht auf dem gleichen Geleise. Ich empfand es immer als wohltuend und stimulierend, mit Wissenschaftlern von anderer Denkart, mit anderen Zielen und mit anderen Freuden und Leiden zusammenzusein. Die Computer-Wissenschaftler und die Technologen in unserem Labor hätten sicher manchmal gerne die Forscherfreiheit von uns Physikern und wir die ihnen manchmal zugestandene, offensichtlichere Daseinsberechtigung auf Grund ihrer direkten Beiträge an die Firma. Ich betrachte diesen Anflug von gegenseitigem Neid keineswegs als etwas Schlechtes. Wir werden uns besser bewusst, dass wir auf beiden Seiten etwas haben, was die andern auch haben möchten.

Grundlagen- und angewandte Forschung beieinander erzeugen fruchtbare Wechselwirkung. Ein praktisches Problem im einen Gebiet kann eine interessante Fragestellung in einem andern stimulieren. So war die Herstellung und Charakterisierung von sehr dünnen Isolatorschichten ein zentrales Problem unserer Technologie-Abteilung. Die Notwendigkeit einer strukturellen und elektrischen Charakterisierung solcher dünner Schichten betrachteten wir als interessante wissenschaftliche Herausforderung. Dies führte schliesslich zum Tunnel-Mikroskop. Die ersten Abschätzungen zeigten, dass die örtliche Auflösung unseres Tunnel-Mikroskops nicht an diejenige von Elektronen-Mikroskopen heranreichte. Die Tatsache jedoch, dass wir auch Zugang zu elektrischen Eigenschaften mit einer nie dagewesenen Auflösung haben würden, war für uns neu genug, um das Projekt in Angriff zu nehmen.

Mit dieser Kurzgeschichte über die Entstehung und Entwicklung einer neuen Methode, um ins Kleinste vorzudringen, könnten wir eine Diskussion um den Aufbau von Kompetenzzentren anfangen. Das eine Extrem wäre ein nach wirtschaftlichen Prinzipien ausgerichtetes Ghetto von Gleichgesinnten, das andere Extrem viele chaotische Eigenleben. Da wird eine gesunde helvetische Verständigung notwendig werden.

Wir könnten auch über das «Besser» und «Anders» reden. Das Besser ist der Kern des Konkurrenzdenkens, das Anders die Basis des Neuen. Das Anders finde ich faszinierender. Ich möchte

beifügen, dass es uns nicht darum ging, ein akutes Problem unserer Technologie-Kollegen zu lösen. Wir wären so oder so zu spät gekommen, denn wenn ein technologisches Projekt einmal läuft, gibt es leider keine Zeit mehr, um sich prinzipiellen Fragen zu widmen. Zeitdruck hätte uns in unseren Gedankengängen allzusehr eingeengt. Wir haben unsere Vorstellungen auch nicht breitgeschlagen. Dies gab uns die Freiheit, zu tun und lassen, was wir wollten; auch die Freiheit, Fehler zu machen. Es stellte sich dann heraus, dass, zusammen mit ein paar Einfällen, alles viel besser ablief, als wir es uns vorgestellt hatten.

Glück haben gehört dazu!

Dies bringt mich zum angenehmsten Aspekt des Umfeldes, nämlich Glück zu haben. Damit der Innovationsprozess erfolgreich abläuft, muss entlang des Weges vieles stimmen, auf das man wenig Einfluss hat. Zum Beispiel muss die Zeit für eine Innovation reif sein, manche Kenntnisse, die viel Zeit sparen helfen, erhält man sozusagen zufällig, indem man mit den rechten Leuten zur rechten Zeit zusammentrifft; unbekannte oder sogar nicht einmal beachtete Faktoren erweisen sich als günstig. All dies ist weder vom Wissenschaftler noch von seiner Institution vorhersehbar. Das Glück im Gelingen macht eine Innovation nicht weniger wertvoll, und im gleichen Sinne ist es für die Beteiligten keine Schande, Glück zu haben. Es ist höchstens peinlich, wenn man dieses Glück nicht erkannt hat.

Ich habe hier meine Vorstellung von Wissenschaft und des dazu erforderlichen Umfeldes dargelegt. Ich wollte damit nichts beweisen, ich wollte auch niemanden kritisieren, ich wollte einfach die Gedanken auf das Brot der Wissenschaft, das Neue mit all den Unbekannten, aber auch all den Möglichkeiten und Überraschungen lenken.

Adresse des Verfassers: *Heinrich Rohrer*, Dr. Dr. h.c. dipl. Phys. ETH, IBM-Forschungslaboratorium, 8803 Rüschlikon ZH.