

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 37

Artikel: Sicherheits-Richtlinien für genetische Experimente: ein Beschluss der Max-Planck-Gesellschaft
Autor: Hintsches, Eugen
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73453>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.02.2026

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

(Heissluft-Regelabweichung) wurden einstellbare P-Elemente (Potentiometer) eingesetzt. Die Störgrösse (Regelabweichung der Zulufttemperatur) wurde über ein Verschwindesignalelement auf die Abluftregelabweichung aufgeschaltet. Die Zeitkonstante des Verschwindesignalelementes wurde in der Grössenordnung der Totzeit gewählt. Auf diese Art erhält der Regler die Störgrösse bereits, bevor die Transportverzögerung abgelaufen ist. Nach Ablauf der Transportverzögerung ist die aufgeschaltete Störgrösse wegen des Verschwindesignalelementes bereits weitgehend abgeklungen; der Einfluss der Störgrösse wirkt sich nun ebenfalls noch direkt über die Strecke auf die Ablufttemperatur aus, sofern die Störung nicht bereits ausgeregelt worden ist. Bild 7 zeigt den Verlauf von Abluft-Istwert und Zuluft-Ist-Wert (die Regelabweichung der Zulufttemperaturregelung ist Störgrösse für die Ablufttemperaturregelung) mit und ohne Störgrössenaufschaltung.

Besondere Möglichkeiten des Prozessrechners

Da der Prozessrechner ein grundsätzlich binär arbeitendes Gerät ist, liegen seine Stärken primär auf der Abarbeitung der Steuerlogik mit ihren binären Ein- und Ausgängen (z.B. Auf/Zu-Ventile mit Endschaltern, Motoren usw.).

Bei der besprochenen Anwendung werden zusätzlich zum Sequenzablauf alle binären Stellglieder sehr platz- und zeitsparend mit einer tabellengetriebenen Software geprüft und nötigenfalls wird eingeschritten. Für jedes Stellglied der erwähnten Art kann in Tabellen durch Setzen von Einsen und Nullen (bits: *binary digits*) folgendes definiert werden:

- gewünschte Stellung des Stellgliedes zu Beginn eines Pakets von Sequenzlogikbefehlen (Phasenanfänge)
- ob eine Diskrepanz zwischen Ist- und Sollzustand kritisch ist, so dass eine Notlogik aktiviert werden muss

- wie das Stellglied im Notzustand stehen soll
- ob bei Diskrepanz eine Meldung gedruckt werden soll usw.

Das Entdecken und Bearbeiten von Notsituationen kann dank der *Tabellentechnik* häufig (jede Sekunde) erfolgen, was die Prozess- und Anlagensicherheit erhöht, ohne dabei den Rechner wesentlich zu belasten. Ein Prozessrechner ist also für derartige Aufgaben prädestiniert.

Hat man sich einmal dazu entschlossen, für die Steuerung eines Prozesses anstelle eines herkömmlichen Taktsteuergerätes oder programmierbaren Steuergerätes (programmable controller) einen Prozessrechner zu verwenden, hat man damit auch die Möglichkeit, *Störmeldeprotokolle auf der Systemschreibmaschine* – die es ohnehin braucht – auszu drucken. Das Ausdrucken von Störmeldeprotokollen mit Datum, Uhrzeit, Art der Störung, Lokalisierung und allfälligen Diagnosen wird von den Betriebsleuten sehr geschätzt. Diese Möglichkeit von Protokollierungen bei Prozessrechner-einsatz ist mit im Preis der Anlage eingeschlossen.

Ein Rechner kann aber nicht nur logische Entscheide fällen und Texte verarbeiten, er kann mit seiner arithmetischen Einheit auch rechnen. Somit kann er auch Analogwerte verarbeiten und regeln – allerdings nur mit Zusatzinvestitionen für eine analoge Rechnerschnittstelle. In der vorliegenden Anwendung führt der Rechner die Regelungen direkt digital aus. Dadurch können auch alle Messwerte konditioniert und überwacht werden. Auch hier werden dann wieder Störmeldungen oder Einschritte in den Sequenzablauf möglich. Zudem hat man die Freiheit, Störgrössenaufschaltungen, Struktumschaltungen oder komplexere adaptive Regelungen einfach zu programmieren.

Adresse der Verfasser: Dr. P. A. Fink und H. Schelling, c/o Sandoz AG, Ing.-Wesen, 4002 Basel.

Sicherheits-Richtlinien für genetische Experimente

Ein Beschluss der Max-Planck-Gesellschaft

Als erste deutsche Forschungsorganisation führt die *Max-Planck-Gesellschaft* (MPG) in ihren Instituten *Sicherheits-Richtlinien für Experimente zur Neukombination von genetischem Material* ein. Dies hat jetzt das höchste Entscheidungsgremium der MPG, der Senat, an der Hauptversammlung der Gesellschaft in Kassel beschlossen. Eine Präsidenten-Kommission unter dem Vorsitz von *Friedrich Bonhoeffer* (Max-Planck-Institut für Virusforschung in Tübingen) hatte entsprechende Empfehlungen erarbeitet.

Betroffen von dieser Regelung sind die Institute für molekulare Genetik in Berlin, für experimentelle Medizin in Göttingen, für Biochemie in München und für Virusforschung in Tübingen. Dem Heidelberger Max-Planck-Institut für medizinische Forschung wird voraussichtlich das im Bau befindliche *Sicherheitslaboratorium der EMBO* (European Molecular Biology Organization) zur Verfügung stehen. Der Senat der MPG folgte damit der Empfehlung der Bonhoeffer-Kommission, den Kreis der Max-Planck-Institute, in denen künftig Forschungsarbeiten über die *In-vitro-Neukombination von Nukleinsäuren* zugelassen sind, möglichst klein zu halten.

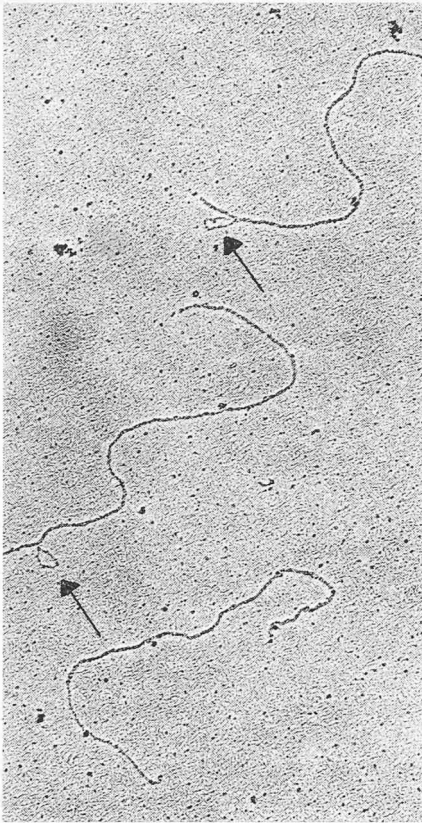
Mit der getroffenen Regelung greift die Max-Planck-Gesellschaft bundesweit gültigen Sicherheits-Richtlinien vor. Bei der Diskussion im Senat wurde klargestellt, dass die Max-Planck-Gesellschaft später die bundeseinheitlichen Verordnungen übernehmen wird, sofern sie über die jetzt verab-

schiedeten Sicherheits-Richtlinien hinausgehen. Da *Gen-Experimente vielseitige Anwendungsmöglichkeiten* bieten – *neuartige Methoden zur Erzeugung von Medikamenten, Entwicklung ungewöhnlicher, natürlicher Düngungstechniken* und neue Verfahren zur *Nahrungserzeugung* – sollen diese Arbeiten ohne Gefährdung für Mitarbeiter und Umwelt nunmehr in den Instituten anlaufen können.

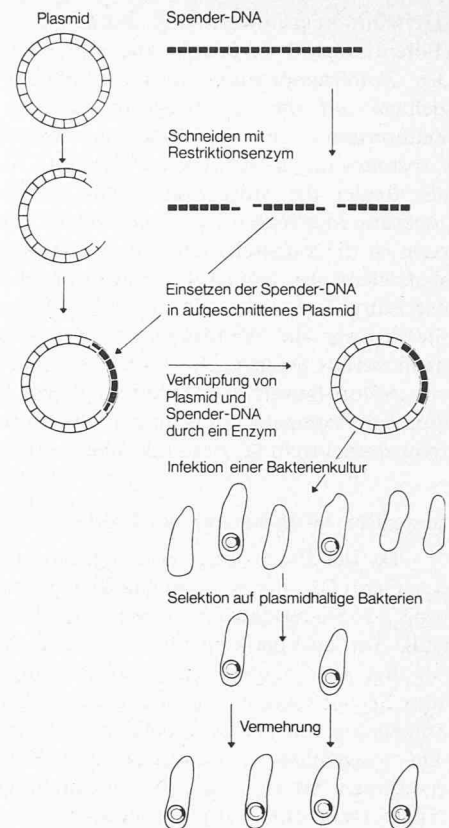
Die erlassenen Richtlinien entsprechen im Kern den Vorschlägen der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* und des *Bundesministeriums für Forschung und Technologie*, die ihrerseits den *englischen und amerikanischen Bestimmungen* folgen. In einer Reihe von Formulierungen wurden jedoch auf Vorschlag der Bonhoeffer-Kommission die Ausführungsbestimmungen präzisiert und auch enger gefasst mit dem Ziel, auch die künftige Entwicklung im Rahmen des Überschaubaren mit einzubeziehen. «Diese Sicherheits-Richtlinien kommen – gemessen am Stand der Forschung in der Bundesrepublik – absolut rechtzeitig und es wird noch einige Zeit dauern, bis davon betroffene Experimente durchgeführt werden können», meint *Peter Hans Hofschneider*, Direktor der Abteilung Virusforschung am Max-Planck-Institut für Biochemie in Martinsried bei München.

Kein Anhaltspunkt für Gefahren

Oftmals *überschätzt* werden laut Hofschneider in der öffentlichen Diskussion die Möglichkeiten, dass durch Neukombination von Genen bisher *unbekannte, gefährliche*,



Rechts: Schema der experimentellen Neukombination von Genen. Genetisches Material wird von einer Zelle auf die andere übertragen (Heteroduplexmapping). Dazu wird ein kreisförmig geschlossenes Nukleinsäure-(DNS)-Molekül (Plasmid) als Vehikel benutzt. Die Plasmide lassen sich an ganz bestimmten Stellen mit «Restriktionsenzymen» zerschneiden. An der Schnittstelle wird dann das DNS-Molekül des Gen-Spenders eingesetzt und somit der Ring wieder geschlossen. Nach der Übertragung auf Bakterien vervielfältigt sich das Plasmid mit dem neuen Gen: Das Erbgut wird jetzt an das Tochterbakterium weitergegeben



Links: Plasmid nach dem Öffnen der Ringstruktur mit Restriktionsenzymen. Die eingesetzten Gene sind als Schleifen erkennbar. Jeder der drei DNS-Fäden ist etwa zwei Tausendstelmmillimeter lang

krankheitserregende Bakterien entstehen könnten. In Wirklichkeit bestehe *kein konkreter Anhaltspunkt* dafür; die Sicherheits-Richtlinien seien aber in jedem Fall zu begrüßen, um damit allen überhaupt denkbaren Risiken vorzubeugen. Praktische Bedeutung und Anwendungsmöglichkeiten der neuen Technik liessen sich wahrscheinlich erst in einigen Jahren vollständig überblicken. «Es tut unseren Arbeiten keinen Abbruch, wenn wir Sicherheits-Vorkehrungen treffen. Ausserdem steigt die Ergiebigkeit dieser Forschung nicht, wenn man „gefährlich“ arbeitet, Moral und Nutzen liegen also auf der gleichen Linie», meint Hofschneider.

Genetische Forschung hat keineswegs erst vor kurzer Zeit begonnen. *Alle Haustiere* sind durch *genetische Züchtung* entstanden. Ohne wissenschaftliche Genetik gäbe es zum Beispiel auch *keine Ertragssteigerungen bei Getreidesorten*. Bisher wurden die Gene, also bestimmte Erbmerkmale, ausschliesslich innerhalb einer Geschlechtsgemeinschaft weitergegeben. Die Übertragung von Erbinformation blieb damit auf *biologisch nahe verwandte Arten* beschränkt.

Funktioniert das neue Gen?

Diese Grenze kann man jetzt überspringen. Durch moderne molekular-biologische Techniken rückt es in den Bereich des Möglichen, gezielt einzelne Gene einer Art herauszulösen und sie im Reagenzglas an artfremde Bakterien weiterzugeben. Theoretisch lässt sich auf diese Weise ein Erbmerkmal einer Pflanze zum Beispiel auf Bakterien übertragen. Hofschneider: «Ein Stück Nukleinsäure, auf dem sich eines oder mehrere Gene befinden, kann man heute verhältnismässig einfach umsetzen. Eine bisher ungeklärte Frage ist jedoch, ob das Gen in den Bakterien funktioniert.»

Das Risiko ist am geringsten, wenn Gene zwischen nahe verwandten Bakterien übertragen werden. Hofschneider: «Dies geschieht ständig in der Natur auch ohne jegliches menschliche Dazutun.» Die möglichen Gefahren werden um

so höher eingestuft, je näher der Gen-Spender dem Menschen biologisch verwandt ist. Gene von Säugetieren und Vögeln stellen deshalb ein höheres, potentiell Sicherheitsrisiko dar als Gene von Pflanzen, wirbellosen Tieren oder Einzellern. Verschärft werden die Sicherheitsvorkehrungen auch dann, wenn die Gen-Spender bei Menschen, Tieren oder Pflanzen Krankheiten verursachen können. *Experimente mit Genen zum Beispiel aus Pocken-Viren oder Tetanus-Bakterien sind deshalb strikt verboten.*

Unterschiedliche Experimentiertechniken und verschiedene Gestaltung der Arbeitsräume sowie organisatorische Massnahmen kennzeichnen die *vier Labor-Sicherheitsstufen* (L1 bis L4). So darf zum Beispiel in einem L3-Labor nie eine Person allein arbeiten. Es muss Schutzkleidung getragen werden, der Raum ist durch eine Schleuse vom übrigen Gebäude getrennt und steht ständig unter geringerem Luftdruck als die Umgebung. Die dabei abgesaugte Luft wird ausserdem durch bakteriendichte Filter gereinigt. Hofschneider: «Schon jetzt steht fest, dass kein Max-Planck-Institut Experimente mit den höchsten Sicherheitsanforderungen plant. Für die innerhalb der MPG vorgesehenen Arbeiten genügt die zweithöchste Sicherheitsstufe.»

Ergänzt werden diese Labor-Sicherheitsstufen durch zwei *biologische Sicherheitsstufen* (B1 und B2): Sie gelten den *Wirtsorganismen*, in die das fremde genetische Material eingesetzt werden soll. Man verwendet als Träger für die neukombinierten Nukleinsäure-Moleküle zwei unterschiedlich abgeschwächte Keime, die sich nur unter Bedingungen vermehren können, die in der Natur kaum oder überhaupt nicht angetroffen werden. Nach Hofschneider hält sich in der Öffentlichkeit leider hartnäckig das falsche Bild, dass ein im Labor gehaltenes Bakterium einem wilden Hund ähnelt, der — ausgehungert — nur mühsam an der Kette gehalten wird und, wenn es ihm gelingt, sich loszureissen, den Erstbesten auffrisst. Das ist aber keineswegs der Fall. Tatsächlich ist ein

im Labor gehaltenes Bakterium eher mit einem Schosshündchen zu vergleichen, das seit Generationen verhätschelt wurde. Wenn dieses Schosshündchen aus Versehen verlorengehen sollte, hat es in freier Wildbahn keine Überlebenschance und kann deshalb schwerlich ein Unheil anrichten.

Die *Vorsichtsmassnahmen* bei der Neukombination von Genen bestehen also im wesentlichen darin, in Labors zu arbeiten, aus denen die «Schosshündchen» nicht entkommen können. Ausserdem reichert man aus der Vielzahl der Spender-Gene das erwünschte «gute» Gen an. Das ist eine mühsame und langwierige Arbeit: Bakterien besitzen etwa 1000 bis 2000, der Mensch unvergleichlich mehr Gene. Hofschneider: «Um im Bild zu bleiben: Man füttert die Schosshündchen nicht mit einer Gen-Suppe, sondern sucht sich nur diejenigen Gene heraus, mit denen man zu arbeiten wünscht. Das erhöht die Erfolgchancen und mindert gleichzeitig mögliche Risiken ganz erheblich.»

Verschiedene *Gremien* sollen die Experimente zur Neukombination von Genen überwachen. Eine «Zentrale Kommission für die biologische Sicherheit» (ZKBS) — sie wird gemeinsam vom Bundesforschungsministerium und dem Bundesgesundheitsministerium berufen — ordnet die Experimente in das Klassifizierungsschema ein und beurteilt die Sicherheitsaspekte. Sie soll unter anderem auch die Sicherheits-Richtlinien in regelmässigen Abständen dem Stand der Forschungsarbeiten anpassen. Ausserdem sind «lokale, regionale und institutionelle Ausschüsse für die biologische Sicherheit» (ABS) vorgesehen sowie für Forschungsinstitute, in denen mehr als eine Arbeitsgruppe mit neukombinierten Nukleinsäuren arbeitet, ein «Beauftragter für die biologische Sicherheit».

Welches Programm lässt Zellen altern?

Die Neukombination von Genen bringt nach Angaben Hofschneiders «die Chance, sicher nicht bereits morgen, aber mittelfristig sehr viel Wertvolles für unsere Gesellschaft zu leisten.» Die Grundlagenforscher wollen damit weitere Einzelheiten der für die Vererbung entscheidenden Prozesse herausfinden: Jedes Gen enthält genaue Anweisungen für die Produktion von körpereigenen Stoffen. Allerdings wird jeweils nur immer ein Teil dieser gespeicherten genetischen Informationen abgerufen, so dass entweder Leber-, Gehirn-

oder Muskelzellen entstehen. Durch die Erforschung solcher Zell-Differenzierungsprobleme erhoffen sich die Wissenschaftler Zugang etwa zu der Frage, welche im Erbmateriale verankerten Programme zuständig sind, dass Zellen, und somit der Mensch, altern oder weshalb zum Beispiel Zellen so entarten, dass schliesslich Krebs entsteht.

«Revolutionär» sind laut Hofschneider die Anwendungsmöglichkeiten, die sich die *Biotechnologie* von der Neukombination von genetischem Material beispielsweise für die *Landwirtschaft* oder die *Medizin* erwartet: Die Pflanzen-genetiker wollen auf Pflanzen die Gene jener Bakterien übertragen, die *Stickstoff* direkt aus der Luft holen und sich dadurch ernähren können. Bisher ist die Produktion von Stickstoff-Dünger nur mit sehr viel Energieverbrauch möglich und deshalb für viele Entwicklungsländer zu teuer. Durch die Neukombination von Genen entstandene Getreidepflanzen, die sich selbst «aus der Luft» versorgen, könnten also zur verbilligten Lösung des Ernährungsproblems beitragen.

Wichtiger Anfangserfolg

Eine andere Hoffnung geht zum Beispiel dahin, eines Tages das für *zuckerkrank Menschen* lebenswichtige Hormon *Insulin* durch Neukombination von Genen herzustellen. Ein wichtiger Anfangserfolg dazu gelang kürzlich dem amerikanischen Wissenschaftler *William J. Rutter* von der *Universität Kalifornien* in *San Francisco*. Er setzte Stücke der für die Insulinproduktion in der Bauchspeicheldrüse von Ratten zuständigen Gene in Bakterien des Typs *Escherichia Coli* ein, wo sie sich weiter vermehren. Als nächsten Schritt will Rutter jetzt versuchen, diese Genstücke zum Arbeiten, das heisst, zur Steuerung der Insulinsynthese in Bakterien zu bringen. Dieses Ziel soll in ungefähr zwei Jahren erreicht werden. Ehe jedoch die bisher zu Diabetes-Behandlung notwendige Gewinnung des Insulins aus den Bauchspeicheldrüsen von Rindern und Schweinen durch «Synthesefabriken» genetisch veränderter Bakterienkulturen abgelöst werden kann, dürften weitere fünf Jahre vergehen. In dieser Zeit will Rutter den letzten und entscheidenden Schritt versuchen und die für die Produktion von Insulin verantwortlichen Gene des Menschen in geeignete Bakterien einsetzen.

Eugen Hintsches

Französisch-deutsches Radioobservatorium

Gemeinsam wollen Frankreich und die Bundesrepublik ein aus zwei *Beobachtungsstationen* bestehendes Radio-Observatorium für *Millimeterwellen* bauen. Das französische *Centre Nationale de la Recherche Scientifique* (CNRS) und die *Max-Planck-Gesellschaft* (MPG) einigten sich für den geplanten *30-m-Radiospiegel* auf einen Standort in *Spanien* und für das aus vier je *10 m im Durchmesser grossen Antennen* bestehende «*Synthese*»-Teleskop auf einen Platz in *Frankreich*. Der Senat der Max-Planck-Gesellschaft gab in einer Sitzung am 23. Juni anlässlich der Hauptversammlung der MPG in Kassel seine Zustimmung zu diesem Projekt, unter dem Vorbehalt, dass Bund und Länder, die Finanzierungsträger der MPG, die erforderlichen Mittel zur Verfügung stellen werden. Über den Standort des dazugehörigen zentralen Instituts soll später entschieden werden.

Unter 6 Grossvorhaben der Grundlagenforschung hat ein vom deutschen *Bundesministerium für Forschung und Technologie* eingesetzter Gutachterausschuss das Millimeterwellen-Radioteleskop in die *Gruppe mit der höchsten Prio-*

rität eingestuft: Von der Millimeter-Strahlung erhoffen sich die Wissenschaftler vor allem neue Erkenntnisse aus dem bisher nur schwer zugänglichen *Inneren dichter und kalter Staub- und Gaswolken* im Kosmos, in denen neue Sterne entstehen. Ein zentrales Arbeitsgebiet wird die *Moleküllinien-Spektroskopie* sein. Die Millimeterwellen-Teleskope sollen vor allem im Bereich von etwa 1,3 Millimeter Wellenlänge empfangen — bis zur untersten Grenze von 1,2 Zentimeter arbeitet heute schon das 100-m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg des Max-Planck-Instituts für Radioastronomie in Bonn. In diesem längerwelligen Bereich haben die Radioastronomen in zwischen über 60 Spektrallinien gefunden, die zu etwa 25 Molekülen gehören.

Doch nicht die Entdeckung neuer Moleküle im Welt-raum, sondern vor allem astrophysikalische Problemstellungen sollen mit den Millimeterwellen untersucht werden. Die Moleküllinien eignen sich dabei besonders als Sonden für den physikalischen Zustand in kalten, interstellaren Wolken und ermöglichen Untersuchungen sowohl der galaktischen