

Ererbte Immunabwehr

Autor(en): **Frese, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 10

PDF erstellt am: **20.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74067>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ererbte Immunabwehr

Das Immunsystem, ein Abwehrinstrument des Körpers, ist auf alles gefasst: Es kann alle nur denkbaren Antigene – Viren, Bakterien, körperfremde Makromoleküle – erkennen und jeweils ganz gezielt bekämpfen. Ganz gezielt heisst: Je nach der Struktur des Antigens werden massgeschneiderte Antikörper gebildet, spezifisch gebaute Eiweiss-Moleküle, die sich an die «Eindringlinge» binden und sie unschädlich machen. Dabei stehen der Abwehr rund eine Million Antikörper von unterschiedlicher Passform zur Auswahl – eine Vielfalt, die bislang ein ungeklärtes Problem in sich barg: Woher bezieht das Immunsystem die Informationen, die Baupläne für all diese verschiedenen Antikörper? Die Antwort darauf haben jetzt Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für experimentelle Medizin in Göttingen gefunden. Danach sind die Informationen für jedes einzelne Antikörper-Molekül genetisch festgelegt, also im Erbgut verankert, und müssen im Bedarfsfall nicht erst erworben werden.

Mit diesem Befund dürfte ein historischer Streit entschieden sein, der die Immunbiologie seit Beginn dieses Jahrhunderts begleitet hat. Wie es dazu kam, schildert Norbert Hilschmann, Leiter der Abteilung Immunchemie und Direktor am Max-Planck-Institut für experimentelle Medizin in Göttingen: «Schon sehr früh waren einige bemerkenswerte Eigenschaften des Immunsystems bekannt. Dazu gehört zunächst, dass es spezifisch arbeitet: So schützt etwa eine einmal durchgemachte Masern-Infektion fortan zwar vor einer neuerlichen Masern-Erkrankung, nicht aber vor Keuchhusten, und ebenso umgekehrt. Weiter fand man, dass Immunität offenbar erworben oder erlernt wird. Denn hat das Immunsystem erst einmal Kontakt mit einem bestimmten Antigen gehabt, dann behält es ein «Engramm», eine Art Gedächtnis-Spur, und kann im Wiederholungsfall schneller reagieren und den Ausbruch der Krankheit unterdrücken».

Oft bleiben diese erhöhte Reaktionsbereitschaft und mit ihr der Immunschutz lebenslang erhalten. Man spricht daher von einem «immunologischen Gedächtnis». Aus ihm erklärt sich etwa das Phänomen der *Kinderkrankheiten*, die nur einmal und gewöhnlich schon in frühen Jahren, danach aber nie wieder auftreten. Und nicht zuletzt beruht auf diesem Merkvermögen auch die Wirkung von Schutzimpfungen. Somit lässt sich fast von intellektuellen Leistungen des Immunsystems sprechen: Es kann körperfremde Stoffe von körpereigenen unterscheiden, also erkennen, und es kann lernen und etwas im Gedächtnis behalten – alles Fähigkeiten, die an sich nur dem Gehirn eigen sind, und die dem Immunsystem eine gewisse Sonderstellung eintragen.

Das «Schlüssel-Schloss»-Prinzip

Noch komplizierter wurden die Dinge mit der Entdeckung der Antikörper und mit dem Einblick in den Ablauf der Immunreaktion. Dazu Hilschmann: «Ausgelöst wird die Immunreaktion dadurch, dass ein Antigen mit sogenannten immunkompetenten Zellen in Kontakt kommt. Das sind *Lymphozyten*, weisse Blutzellen, die an ihren Oberflächen Antikörper-Moleküle tragen. Diese Antikör-

per dienen als Rezeptoren, als eine Art Fühler oder Sinnesorgan: Sie erkennen das Antigen. Auf den «Antigen-Reiz» hin beginnen sich die Lymphozyten zu teilen und ausserdem Antikörper zu produzieren, die sich ins Blut abgeben. Antikörper sind zunächst also an immunkompetente Zellen gebunden und treten erst nach dem Antigen-Kontakt auch frei im Blut auf».

Entscheidend ist nun, dass die Antikörper in ihrer Struktur jeweils genau auf das Antigen zugeschnitten sind. Die Immunreaktion folgt einem sogenannten Schlüssel-Schloss-Prinzip – wobei das Antigen dem Schloss, der Antikörper dem dazu passenden Schlüssel entspricht.

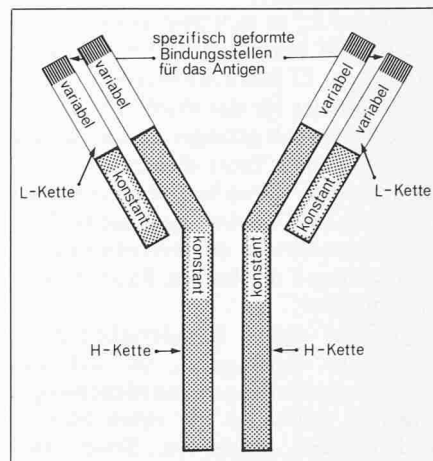
Und hier kommt auch die Vielfalt ins Spiel, die sich bisher nicht schlüssig deuten liess: Es gibt ungefähr eine Million solcher Antikörper mit unterschiedlicher Spezifität, also eine ungeheuer grosse Zahl von Schlüsseln, die jeweils auf ein bestimmtes Schloss abgestimmt sind. Das garantiert zum einen Sicherheit in jedem Fall, nicht nur vor «landläufigen» Antigenen. Selbst Makromoleküle, die in der Natur nicht vorliegen, die irgendein Chemiker vielleicht irgendwann synthetisiert, kann das Immunsystem mit Gewissheit als fremd erkennen und bekämpfen.

Ein Informationsproblem

Zum andern taucht jedoch die Frage auf, nach welchen Informationen die einzelnen Antikörper-Moleküle «hergestellt» werden. Wie alle Eiweiss-Moleküle oder Proteine bestehen sie aus kettenartig aneinandergereihten Grundbausteinen, den sogenannten Aminosäuren. Dabei bestimmt die Reihenfolge dieser Bausteine, die Aminosäure-Sequenz, jeweils die Struktur und damit zugleich die Funktion des Gesamtmoleküls – im Fall der Antikörper also auch deren Spezifität.

Grundsätzlich werden körpereigene Proteine gemäss genetischen Informationen, das heisst nach ererbten Bauplänen gefertigt: Die Reihenfolge ihrer Aminosäuren liegt molekular verschlüsselt auf Genen fest, auf ebenfalls kettenförmigen Erbmolekülen, die wie Buchstabenfolgen abgelesen und in «Eiweiss-Schrift» übersetzt werden. Somit stellt jede Proteinstruktur das genaue Übersetzungsprodukt einer Gen-Struktur dar. Man spricht vom «Ein Gen – ein Protein»-Dogma, um die Tatsache auszudrücken, dass für jede Eiweiss-Kette ein Gen verantwortlich zeichnet. Demnach müsste man, wenn auch die Strukturen sämtlicher Antikörper auf ererbten Informationen beruhen, dafür rund eine Million Gene voraussetzen – und obendrein recht grosse Gene, weil nämlich die Antikörper sehr grosse Proteine sind.

Eine solche Menge an Information, so glaubte man, lässt sich im Erbmaterial kaum unterbringen. Und so kam man scheinbar folgerichtig zu der Annahme, dass die verschiedenen Antikörper-Spezifitäten nicht ererbt, sondern von Fall zu Fall erst erworben werden. Demnach sollte nur der Prototyp eines Antikörpers nach genetischen Informationen gebildet sein, aus dem dann je nach Bedarf – also je nach Antigen-Struktur – ein spezifischer Antikörper hervorgehen sollte.



Schema eines Antikörper-Moleküls: In Wirklichkeit sind die H- und L-Ketten über sogenannte Disulfid-Brücken miteinander verbunden und sowohl im Stiel als auch in den Armen noch zu kugelförmigen Strukturen gefaltet. Dabei bilden hypervariable Abschnitte innerhalb der variablen Teile die Bindungsstellen – Spezifitätsregionen – an den Enden der beiden Arme

Schlüsselbund oder Schlossermeister?

Hilschmann illustriert das Problem am Schlüssel-Schloss-Modell: «Es ging um die Frage, ob das Immunsystem einem – ererbten – Bund mit einer Million Schlüsseln gleicht, unter denen immer der passende ausgewählt und vervielfältigt wird, oder ob es nach Art eines Schlossermeisters das Schloss – das Antigen – zunächst begutachtet und danach aus einem Rohling den zugehörigen Schlüssel zurechtfertigt». Dass sich die zweite Theorie stärker durchsetzte, lag nicht allein am beschriebenen Informationsproblem. Für sie schien ebenso das Lernvermögen des Immunsystems und insbesondere die Tatsache zu sprechen, dass sämtliche Antikörper trotz ihrer unterschiedlichen Spezifität sehr ähnlich gebaut sind. Denn alle Antikörper besitzen eine *symmetrische, ypsilonförmige Gestalt*, und sie bestehen alle aus vier Eiweiss-Ketten, die jeweils paarweise identisch sind: Entsprechend der Länge unterscheidet man zwei «schwere» und zwei «leichte» Ketten. Die beiden schweren oder H-Ketten (von engl.: heavy = schwer) liegen etwa zur Hälfte ihrer Länge nebeneinander und bilden dabei den Stiel des Ypsilons; die andere Hälfte jeder H-Kette entspricht jeweils einem Arm des Ypsilons, wobei an jeden dieser Arme noch eine der beiden leichten oder L-Ketten (von engl.: light = leicht) gebunden ist.

Feinere Analysenmethoden, wie etwa die Röntgenstruktur-Analyse, zeigen im Stiel und in den Armen noch globuläre, das heisst kugelförmige Strukturen, denen die Antikörper die Bezeichnung «Immunglobuline» verdanken. Hier sind die H- oder L-Ketten jeweils mehrfach in sich selbst zurückgeklappt.

Grundstruktur mit Variationen

Wo aber, in welchen Strukturen, liegt nun die Spezifität der Antikörper? Wo sitzt, bildlich ausgedrückt, der Schlüsselbart? Diese Frage konnte erst in neuerer Zeit beantwor-

tet werden – als es möglich wurde, die Aminosäure-Sequenzen von Eiweiss-Molekülen und damit auch der H- und L-Ketten der einzelnen Antikörper zu bestimmen.

Wie solche Sequenz-Analysen erbrachten, lassen sich an den Ketten zwei Bereiche unterscheiden. Der eine, der sogenannte konstante Teil, enthält eine jeweils für H- und L-Ketten charakteristische Folge von Aminosäuren. Im anderen variablen Teil hingegen zeigen beide Kettentypen von Antikörper zu Antikörper eine andere Bausteinfolge. «Auf diesen variablen Teilen» erläutert Hilschmann, «beruht die Spezifität der Antikörper. Der konstante Teil einer H- oder L-Kette wird jeweils mit einem von etwa tausend verschiedenen variablen Teilen kombiniert – so dass man letztlich je tausend verschiedene H- und L-Ketten erhält. Dabei ist

Denn diese Bausteinfolgen stellen, wie bereits erwähnt, «wörtliche» Übersetzungsprodukte von Gen-Strukturen dar – von Genen der immunkompetenten Lymphozyten, von denen die Antikörper produziert werden: Folglich lässt sich aus den Eiweiss-Strukturen eindeutig auf die zugrundeliegenden Gen-Strukturen schliessen.

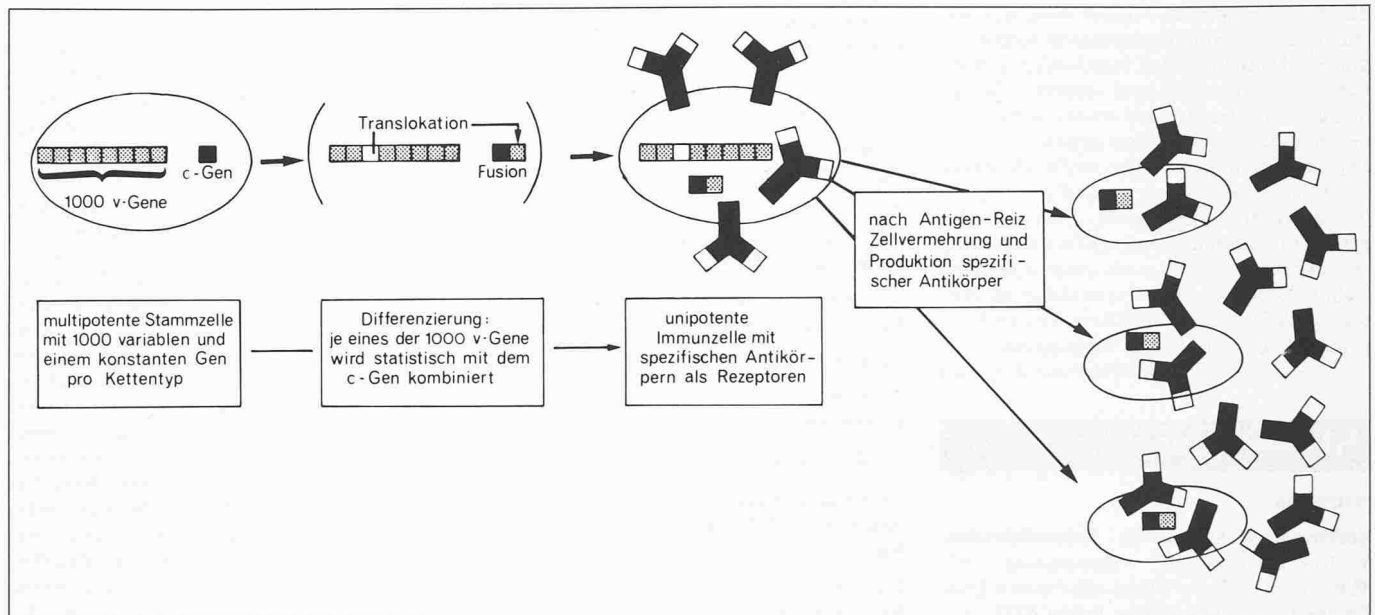
Das «Zwei Gene – ein Protein»-Prinzip

Dementsprechend verglichen die Göttinger Wissenschaftler die Aminosäure-Sequenzen der H- und L-Ketten verschiedener Immunglobuline – und kamen zu einem zunächst überraschenden Ergebnis. Es zeigte sich

in den Aminosäuren-Sequenzen der variablen Kettenabschnitte, ein Muster aus gemeinsamen Bausteinen vorliegen muss, in dem dieser geschichtliche Werdegang zum Ausdruck kommt – und genau dies liess sich durch Sequenz-Analyse und Vergleiche der variablen Ketenteile auch nachweisen. Mehr noch: Man konnte einen Stammbaum der variablen Gene rekonstruieren; er zeigt den Weg, den die Evolution der Antikörper-Spezifitäten in den vergangenen 500 Millionen Jahren gegangen ist, seit jener Zeit, in der die Wirbeltiere in Erscheinung traten.

Mehrfach abgesicherte Reaktion

Damit war gezeigt, dass die Antikörper-Spezifitäten ererbt und nicht erworben werden,



Differenzierung der Immunzellen nach dem «Zwei Gene – ein Protein»-Prinzip: Durch Gen-Translokation und -Fusion – im Bild schematisch für einen Kettentyp dargestellt – gehen aus einer multipotenten Stammzelle unipotente Immunzellen hervor, die Antikörper einer einzigen Spezifität als Rezeptoren tragen. Antigenreiz führt weiter zur Vermehrung dieser Zellen und zur Produktion spezifischer Antikörper

die Variabilität innerhalb der veränderbaren Teile nicht gleichmässig verteilt, sondern auf drei sogenannte *hypervariable Abschnitte* konzentriert. Diese hypervariablen Abschnitte kommen aufgrund der räumlichen Faltung der H- und L-Ketten jeweils am Ende der beiden Arme des Antikörper-Moleküls zu liegen: Sie kleiden dort die Wände eines kleinen Trichters aus, der die Haftstelle des Antikörper-Moleküls bildet. Dort nämlich wird das Antigen an den Antikörper gebunden – und die Spezifität dieser Ankerstelle ergibt sich aus der Struktur der hypervariablen Abschnitte».

Daraus erklärt sich nun zwanglos die Vielfalt der Antikörper-Spezifitäten: Weil die H- und L-Ketten in den Armen der Antikörper-Moleküle je einen von tausend variablen Abschnitten enthalten, ergeben sich insgesamt eine Million Kombinationsmöglichkeiten – und damit eine Million spezifisch geformter Haftstellen, also «Schlüsselbärte» mit unterschiedlicher Passform.

Offen bleibt jedoch nach wie vor die Kernfrage, ob die Informationen für die variablen Teile der H- und L-Ketten in den Erbanlagen niedergelegt sind oder nicht. Aber auch darüber, so fanden Hilschmann und seine Mitarbeiter, lässt sich anhand der Bausteinfolgen der Eiweiss-Ketten entscheiden.

nämlich, dass das «Ein Gen – ein Protein»-Dogma im Fall der Immunglobuline nicht gilt, dass hier vielmehr zwei Gene für eine Eiweiss-Kette verantwortlich zeichnen: eines für den konstanten und eines für den variablen Teil jeder Kette. »Wir konnten zum einen nachweisen«, erläutert Hilschmann, «dass für die konstanten Teile aller H- und L-Ketten nur je ein Gen zuständig ist. Zum andern aber zeigte sich, dass für die tausend variablen Teile jeder H- oder L-Kette auch je tausend variable Gene vorliegen – und zwar Gene, die schon bei der Geburt in unserem Erbmateriale enthalten sind, und die sich im Verlauf der Evolution durch Gen-Verdoppelungen aus einem einzigen Ur-Gen herausentwickelt haben.»

Der Nachweis dieses evolutiven Werdegangs ergab sich aus folgender Überlegung: Wenn die variablen Gene von einem «Ur»-Gen abstammen, dann muss jede Mutation, die im Zug der Genverdoppelungen aufgetreten ist, auch in allen nachfolgenden Kopien dieser veränderten Gene «fortleben». Im Unterschied zu den jüngeren Mutationen, die noch mehr oder weniger zufällig gestreut sind, müssen die älteren gekoppelt auftreten – und deshalb in um so mehr Genen vorliegen, je älter sie sind. Das heisst aber, dass auch in den Übersetzungsprodukten der Gene, also

und dass die einzelnen Antikörper nach einem neuen «Zwei Gene – ein Protein»-Prinzip synthetisiert werden. Wie aber läuft diese Synthese im einzelnen ab? «Wir fanden», so dazu Hilschmann, «dass die konstanten und die variablen Gene in noch undifferenzierten Stammzellen des Immunsystems getrennt vorliegen. Diese noch «multipotenten» Zellen enthalten je einen Satz von tausend variablen Genen für die variablen Abschnitte der H- und L-Ketten, sowie je ein Gen für die konstanten Abschnitte jedes Kettentyps. Erst im Verlauf der Differenzierung dieser multipotenten zur «unipotenten» Immunzelle wird dann eines der variablen Gene – nach dem Zufallsprinzip – mit einem konstanten Gen verschmolzen, und durch diese sogenannte Gen-Translokation und -Fusion entsteht eine immunkompetente Zelle, die auf ein ganz bestimmtes Antigen, auf ein «Feinbild» sozusagen, geprägt ist. Dieser wichtige Befund wurde kürzlich mit völlig anderen Methoden, nämlich durch Analyse der Gene, auch von schweizerischen und amerikanischen Forschergruppen bestätigt.»

Die Differenzierung der Zellen geschieht bereits während der *Embryogenese*, also noch im Mutterleib. Dabei werden zugleich – auf eine vorerst noch ungeklärte Weise – all jene

Zellen ausgeschaltet, die spezifisch auf körpereigene Substanzen, auf sogenannte *Auto-Antigene*, ansprechen könnten. Am Ende, so kann man sagen, kommt der Mensch mit einem Arsenal von einer Million spezifischen und auf fremde Antigene spezialisierten Lymphozyten zur Welt, wobei aber jede dieser spezifischen Zellen zunächst nur in geringer Stückzahl vorliegt. Erst durch den Antigenreiz werden die jeweils passenden Zellen dazu angeregt, sich zu vermehren und Antikörper zu bilden.

Weil dann später immer nur ein Teil dieser vermehrten Zellen wieder abgebaut wird, bleibt fortan eine erhöhte Reaktionsfähigkeit gegen das betreffende Antigen bestehen – und das «immunologische Gedächtnis» beruht folglich auf einer rein mengenmässig verstärkten Präsenz der einmal aktivierten immunkompetenten Zellen. Dabei wird durch ein bestimmtes Antigen nicht nur eine einzige Sorte immunkompetenter Zellen stimuliert. Denn unter den verschiedenen Antikörpern finden sich stets mehrere, die als Schlüssel auf ein Antigen passen – die einen besser, die anderen weniger genau.

Die Immunreaktion ist also *mehrfach abgesichert*. Das aber bedeutet; dass die Evolution der Antikörper-Spezifitäten nicht für oder gegen ein bestimmtes Spezifitäts-Gen erfolgte, sondern vielmehr nach einer optimalen Zahl solcher Gene: So wurde dafür gesorgt, dass auch für die unwahrscheinlichsten Antigene passende Antikörper bereitstehen.

Walter Frese, München

SIA-Sektionen

Winterthur

Entsorgungstechniken im Industriebetrieb. Vortragsveranstaltung. Donnerstag, 13. März, 20.00 h, Foyer Hotel «Zentrum» Töss. Referent: K. F. Senn (Gebr. Sulzer AG).

SIA-Fachgruppen

Fachgruppe für Untertagbau

Die Fachgruppe führt zusammen mit der *Vereinigung Schweizerischer Tiefbauunternehmen* am 28. März und am 25. April ein Seminar über den Normpositionen-Untertagbau durch.

Zeit, Ort

1. Seminar: Freitag, 28. März. Universität Irchel, Zürich (Winterthurerstr. 190).

2. Seminar: Freitag, 25. April. Kantonale Bau- und Wirteschule, Unterentfelden (AG).

Ein Seminar in französischer Sprache findet am 5. Sept. in Lausanne statt.

Die Seminararbeiten beziehen sich auf den *SIA Normpositionenkatalog Untertagarbeiten*. In Gruppenarbeiten werden folgende Themen behandelt:

- Bestandteile der Ausschreibungsunterlagen (E. Märki, Bern)
- Untertagarbeiten (H. Grossen, Bern)
- Erste Erfahrungen bei der Anwendung des NPK (K. Kugler, Aarau)
- Liste der wichtigsten Geräte und Baustelleneinrichtungen (G. Magagna, Zürich)
- Kostengrundlage (G. Magagna, Zürich)
- Regieansätze (H. P. Hartmann, Zürich)
- Ausbrucharbeiten (K. Kugler)
- Wasserhaltung, Sicherungsarbeiten/Be-

Wettbewerbe

Erweiterung Unterseminar Küsnacht ZH

In diesem Projektwettbewerb wurden 142 Entwürfe beurteilt. Ein Projekt musste von der Beurteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis:

1. Rang, 1. Preis (12 000 Fr.): Balz Koenig, Zürich

2. Rang, 2. Preis (11 000 Fr.): Walter Schindler, Zürich

3. Rang, 3. Preis (10 000 Fr.): Tanner und Loetscher, Winterthur

4. Rang, 4. Preis (8500 Fr.): Hans Zwimpfer und Rudolf Meyer, Zürich; Mitarbeiter: Hans Ruegger, Fritz Kurt

5. Rang, 5. Preis (7000 Fr.): Sorin Sokalski-Hafner, in Büro Aebli und Sokalski, Zürich; Mitarbeiter: Adrian Stanesco

6. Rang, 6. Preis (6000 Fr.): Marco Caretta und René Kupferschmid, Küsnacht

7. Rang, 7. Preis (5500 Fr.): Manuel Pauli, Zürich; Mitarbeiter: H. D. Nieländer, R. Jehle

8. Rang, 1. Ankauf (5000 Fr.): Rudolf und Esther Guyer, Zürich

9. Rang, 2. Ankauf (3000 Fr.): Höhn und Partner, Dübendorf; Mitarbeiter: J. Koldrt

10. Rang: Eugen Morell, Adliswil

11. Rang: Beat Haupt, Dübendorf, Silvano Lüönd, Horgen

12. Rang: Ueli Zimmermann, Dübendorf

13. Rang 3. Ankauf (2000 Fr.): Bryan Cyril Thurston und Patrik Thurston, Uetikon am See

Das Preisgericht empfiehlt einstimmig, die Verfasser der drei erstprämiierten Entwürfe mit der Überarbeitung ihrer Projekte zu beauftragen. Fachpreisrichter waren P. Schatt, Kantonsbaumeister, Zürich, K. M. Hag-

mann, Zürich, Dr. H. Lüthy, Präsident der Kant. Denkmalpflegekommission, Walter Hertig, Zürich, Heinz Hönger, Zürich, Prof. E. Zietschmann, Küsnacht, Werner Frey, Zürich. Die Ausstellung dauert bis zum 9. März. Sie findet statt im Bürogebäude «Air-Gate», 1. Stock, Thurgauerstrasse 40, Oerlikon (Bus Nr. 81 ab «Sternen» Oerlikon). Öffnungszeiten: täglich von 9 bis 13 und von 14 bis 18 Uhr.

Kinderheim in Hubersdorf

Die Stiftung evangelisch-reformierter Kinderheime des Kantons Solothurn veranstaltet einen Wettbewerb für ein Kinderheim in Hubersdorf, Kanton Solothurn. *Teilnahmeberechtigt* sind alle selbständigen Architekten, welche einer evangelisch-reformierten Kirchgemeinde angehören und seit dem 1. Januar 1979 in der Amtei Solothurn-Lebern Wohn- oder Geschäftssitz haben. Die Bewerber werden insbesondere auf den Kommentar zu Art. 27 der Ordnung für Architekturwettbewerbe SIA 152 aufmerksam gemacht. *Fachpreisrichter* sind Hans Georg-Frey, Olten, Walter Belart, Olten, Willy Frey, Bern. Die *Preissumme* für vier bis fünf Preise beträgt 14 000 Fr. *Aus dem Programm*: drei Kinderzimmer (Dreierzimmer), zwei Kinderzimmer (Zweierzimmer), zwei Kinderzimmer (Einerzimmer); die Zimmer sollen in eine Knaben- und Mädchengruppe unterteilt werden können; Badezimmer, Elternwohnraum, Elternschlafzimmer, Krankenzimmer, zwei Angestelltenzimmer, Besuchszimmer, Essraum, Stube, Wohnzimmer, zwei Spielzimmer, Bastelraum, Küche, Vorräte, Glättezimmer, Waschküche, Putzräume, Räume für technische Installationen, Luftschutzraum, Garage, Gartengeräte, Aussenanlagen. Termine: Fragenstellung bis 1. März, Ablieferung der Entwürfe bis 30. Mai 1980.

tonschalbauweise. Verschiedene Arbeiten (E. Märki, Bern)

- Äussere Verkleidung (H. Grossen, Bern)

- Innenausbau (M. Grätzer, Zürich)

- Entwässerung/Abdichtung (G. Künzli, Zürich)

- Sondierbohrungen (I. Török, Zürich)

Auskünfte und Anmeldung: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Postfach, 8039 Zürich.

Preis ausschreiben

Découvrez et expliquez la technique de tous les jours

Sur le thème «découvrez et expliquez la technique de tous les jours», l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne lance ces jours-ci un concours de vulgarisation technique ouvert à tous les apprentis, élèves, étudiants, professeurs et membres du personnel des écoles suisses, des collèges jusqu'aux universités. Il s'agira pour les participants de présenter une maquette ou un modèle expliquant au grand public le «secret» d'une machine, d'un matériau ou d'un procédé technique que l'on rencontre dans la vie de tous les jours. Grâce à ces maquettes de produits ou éléments tels que par exemple le frigo, le té-

léphone, la télévision, des aspects du chauffage domestique, la montre, et bien d'autres objets d'usage courant, ne devraient plus avoir de secret pour chacun d'entre nous.

Par ce concours, ouvert aux jeunes et aux moins jeunes (No de téléphone utile - 021/47 22 22), l'EPFL entend accroître son ouverture au public et contribuer à une meilleure connaissance de la technique de tous les jours.

125 JAHRE **ETH** 1980

17.-19. März, Zürich WEO, Weinbergstr. 98/100, je 09.00-13.00 h und 14.30-17.30 h «Technik wozu - wohin?», Aufgezeigt an **Untersuchungen über die Belastung des menschlichen Bewegungsapparates** unter Mitwirkung von Spezialisten für Biomechanik aus den USA, GB, BRD, I, Schweiz. Leiter: Dr. B. Nigg (T + S)

27. März, Olten, Kantonsschule Hardwald, Aula, 20.15 h Vortrag über «Technik wozu und wohin?» **Kulturingenieure bauen**, mit Ausstellung. Federführend: Prof. J. Schneider 27./28. März, ETH Hauptgebäude, Hörsaal E7