

Vorträge der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich Wintersemester 1980/81 (Autorreferate)

27. Oktober

Prof. Dr. med. Jean Lindenmann, Universität Zürich:

Genetische Modulation im Interferon-System

Interferone sind zellkodierte Proteine, deren Synthese durch bestimmte Induktoren in Gang gesetzt wird. Treffen Interferone auf entsprechende Rezeptoren an Zelloberflächen, so wird dadurch eine Veränderung ausgelöst, die sich als «antiviraler Zustand» manifestiert. Neben dem antiviralen Zustand werden noch andere Wirkungen beschrieben, so eine Hemmung der Zellteilung, eine Aktivierung von «natürlichen Killerzellen» und immunologische Effekte.

Sowohl die Induktion der Interferon-Synthese wie auch die Wirkung einmal gebildeten Interferons stehen unter genetischer Kontrolle. Man kann Versuchstiere in bezug auf einen bestimmten Induktor in «high responders» und «low responders» einteilen. Das gleiche Versuchstier kann durchaus gegenüber einem Induktor X ein «high responder» sein und gleichzeitig gegenüber einem andern Induktor Y ein «low responder». Man kennt zurzeit bei der Maus 4 verschiedene solche *If*-Loci. Beim Menschen sind mindestens 10 verschiedene Strukturgene für Leukozyten-Interferon nachgewiesen. Ob diese 10 Gene individuell reguliert werden oder «en bloc» ist noch ungewiss. Der antivirale Zustand, der durch eine gegebene Menge von Interferon eingeleitet wird, ist je nach Genotyp der Zielzelle nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ unterschiedlich. So kann ein Virus, das sich gegenüber dem antiviralen Zustand in Zellen X als wenig empfindlich erweist, in Zellen Y hochempfindlich sein; dabei unterscheiden sich X und Y nur durch ein Allel. Andere Viren verhalten sich in X und Y gleich. Falls ähnliche Verhältnisse beim Menschen vorliegen sollten, ist es denkbar, dass das gleiche Interferonpräparat bei gewissen Individuen auf eine bestimmte Krankheit günstig wirkt, bei andern Individuen mit der gleichen Krankheit aber wirkungslos bleibt. Damit ist nur ein kleiner Teil der Komplexität des Interferon-Systems angedeutet.

10. November

Prof. Dr. Hans Oeschger, Universität Bern:

Der CO₂-Kreislauf: Beeinflussung durch den Menschen und klimatische Auswirkungen

Seit Beginn der Industrialisierung ist der atmosphärische CO₂-Gehalt um ca. 15% angestiegen. Infolge des erhöhten Treibhauseffektes wird die Strahlungsbilanz verändert. Abschätzungen ergeben einen zusätzlichen Energieumsatz auf der Erdoberfläche von 400 TW. Im Vergleich dazu entspricht die direkte Aufheizung der Atmosphäre durch Energieumsatz 8 TW. Ein 100%iger CO₂-Anstieg hätte aufgrund der Modelle eine globale Temperaturerhöhung von 2–3 °C zur Folge. Da die Reserven an fossilen Brennstoffen ungefähr der 10fachen vorindustriellen atmosphärischen CO₂-Menge entsprechen, stellt sich die Frage, zu welchen klimatischen Auswirkungen ihre unbegrenzte Nutzung führen würde. Diese Problematik wird heute in mehreren Ländern mit grosser Intensität studiert.

Modelle für den CO₂-Austausch zwischen Atmosphäre und Biosphäre und Atmosphäre und Ozean werden bezüglich ihrer Fähigkeit geprüft, neben dem CO₂-Anstieg auch die ¹⁴C-Verdünnung, die natürlichen ¹⁴C-Schwankungen und die Ausbreitung des ¹⁴C von Kernwaffentests zu beschreiben. Sie werden dann benützt, um Prognosen für den Verlauf der zukünftigen atmosphärischen CO₂-Konzentration zu erstellen.

Klimamodelle verschiedener Komplexität geben ein relativ einheitliches Bild der im Falle einer CO₂-Verdoppelung zu erwartenden klimatischen Veränderungen und weisen auf verstärkte Effekte in den Polargebieten hin. Warmzeiten aus der Vergangenheit (mittelalterliche Warmzeit, 900–1100 A. D.), klimatisches Optimum (6000 Jahre vor heute) und letztes Interglazial werden als Vergleich für die zu erwartenden Veränderungen studiert. Das wohl beste Gedächtnis für die Klimageschichte der letzten rund 100 000 Jahre sind die polaren Eiskappen, in denen sich Informationen über Temperaturverlauf, Vulkanausbrüche, Sonnenaktivität und atmosphärische Zusammensetzung und Zirkulation finden. Von speziellem Interesse sind dabei Messungen, die darauf hinweisen, dass sich der atmosphärische CO₂-Gehalt in den letzten 30 000 Jahren innerhalb einer Bandbreite von 200–400 ppm bewegt hat. Eine Überschreitung der 400-ppm-Grenze infolge Fossil-Energienutzung ist anfangs des nächsten Jahrhunderts zu erwarten. Dabei steckt die Beurteilung der möglichen Konsequenzen für die Gesellschaft noch in den Anfängen. Durch das Studium von optimistischen und pessimistischen Szenarien dieser Konsequenzen soll die Grössenordnung möglicher Risiken oder Nutzen abgeschätzt werden.

Diese Überlegungen dienen der Meinungsbildung, inwieweit eine Verhinderungs- oder Anpassungsstrategie verfolgt werden soll.

24. November

Dr. Erich Städler, Eidgenössische Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil:

Geruch und Geschmack bei phytophagen Insekten

Insekten riechen und schmecken mit Sinnesorganen, die vor allem auf den Antennen, Mundorganen und Beinen lokalisiert sind. Sie können mit Verhaltensexperimenten und elektrophysiologischen Ableitungen untersucht werden.

Die einzelnen Sinnesorgane sind verschieden geformt, haben aber häufig eine Haar- oder Borstenform. Die typischen Geruchssinnesorgane haben auf ihrer Oberfläche viele feine Poren, durch die die Geruchsmoleküle ins Innere diffundieren können. Die verschiedenen Geschmackssinnesorgane besitzen nur eine Öffnung an der Spitze. Alle Sinnesorgane werden durch eine oder mehrere Sinneszellen (spezialisierte Nervenzellen) innerviert, deren Dendriten in die Nähe der Poren in den Wänden reichen. Die Sinneszellen setzen die durch die Dendriten aufgenommene «chemische Information» in Nervenimpulse um, die durch die Axone zum zentralen Nervensystem (Hirn) weitergeleitet werden. Über dem Schwellenwert der einzelnen Zelle entspricht einer zunehmenden Konzentration des Stimulus eine zunehmende Frequenz der Nervenimpulse. Einige der bis heute identifizierten «chemischen» Sinneszellen sind nur auf wenige Stoffe empfindlich. Dies trifft vor allem auf Zellen zu, die auf Komponenten von Sexuallockstoffen und gewisse Stoffe von Wirtspflanzen spezialisiert sind. Andere Zellen, zum Beispiel solche, die auf giftige Bitterstoffe empfindlich sind, reagieren dagegen auf viele, chemisch unterschiedliche Stoffe; das heisst, sie haben ein breites Reaktionsspektrum. Da jedes Tier Zellen mit verschiedenen Reaktionsspektren zur Verfügung hat, muss man annehmen, dass diese auf spezifische, komplexe Stimuli der Umgebung (z. B. Duft oder Saft einer Pflanze) mit typischen Reaktionen antworten. Diese Art von kodierter Information an das zentrale Nervensystem wird «across fiber pattern» genannt.

Um den Kode der Sinnesorgane zu verstehen, muss deren Untersuchung mit Verhaltensbeobachtungen ergänzt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Verhalten nicht nur durch die chemischen Sinne, sondern auch durch andere Sinnesempfindungen (Gehör, Vibrationssinn, Augen) und die innere Bereitschaft (Aktivitätszyklen, Lerneffekte usw.) beeinflusst wird.

Erkenntnisse über Geschmacks- und Geruchswahrnehmungen von Schadinsekten können auf verschiedene Weise praktisch ausgenützt werden. So wurden in den letzten Jahren spezifische Fallen für verschiedene Schädlinge entwickelt, die es erlauben, die landwirtschaftliche Praxis so zu beraten, dass weniger und gezielter Pflanzenschutz betrieben werden kann.

8. Dezember

Prof. Dr. Heinrich Zoller, Universität Basel:

Pflanzensoziologische Grundlagenkartierung der Schweiz

Mit seinen immensen technischen Möglichkeiten beeinflusst der Mensch die Biosphäre in nie gekanntem Masse: Landwirtschaftliche Melioration, Urbanisierung, Industrialisierung und Tourismus haben für die meisten Lebensgemeinschaften und Organismen einen rapiden Rückgang zur Folge. Der einzige Weg, diese regressiven Tendenzen in der Biosphäre zu erfassen, ist die wiederholte kartographische Dokumentation ihrer Verbreitung. Neben anderen Erhebungen, wie die Kartierung der Schweizer Flora, bildet die pflanzensoziologische Grundlagenkartierung dazu einen Ausgangspunkt und zugleich die Basis für geeignete Massnahmen, bedrohte Lebensgemeinschaften festzustellen und zu schützen.

Aufnahme und Auswertung erfolgten nach der Gitternetzmethode. Als Grundeinheit wurde das Koordinationsnetz der Landeskarten 1 : 25 000 verwendet, dessen Maschen je 1 km² umfassen. Für jeden einzelnen der 40 000 Quadratkilometer der Schweiz wurden die folgenden Daten erhoben: Mittlere Meereshöhe, geologische Unterlage, Vorkommen, Ausdehnung und Ausbildung von 120 verschiedenen Pflanzengesellschaften, Länge von Seeufern, Flüssen und Bächen, Länge von Hecken und Waldrändern, Bauten und Landschaftsschäden ausserhalb von Siedlungen usw.

Sämtliche Daten wurden computergerecht auf OMR-Karten notiert. Über die Einzelheiten der Datenbeschaffung vergleiche man die unten angeführte Literatur. Das auf Magnetband gespeicherte Material erlaubt eine vielseitige Auswertung mit EDV, wie Diversitätskarten für jeden Quadratkilometer bestimmter Regionen, Verbreitungskarten der aufgenommenen Vegetationstypen, kombinierte Karten, welche das Vorkommen verwandter Pflanzengesellschaften darstellen, Naturschutzwertkarten, Konfliktkarten usw. Am Beispiel der Ufervegetation des Neuenburgersees und der Torfmoore des Oberengadins wird gezeigt, wie die gewonnenen Daten für Naturschutzzwecke verwendet werden können.

Béguin, C., Hegg, O., Zoller, H.:

1975: Pflanzensoziologisch-ökologische Kartierung der Schweiz mit der Gitternetzmethode zu Naturschutzzwecken. Intern. Ges. f. Vegetationskunde, Symposium 1974.

1975: Landschaftsökologisch-vegetationskundliche Bestandaufnahme der Schweiz zu Naturschutzzwecken. Verh. Ges. f. Ökologie, Erlangen 1974.

1976: Utilisation d'écogrammes pour une étude éco-phytosociologique de la Suisse. Doc. Phytosociol. Fasc. 19-20.

1978: Kartierung der Vegetation der Schweiz nach einem Kilometer-Raster. Geographica Helvetica.

12. Januar

Prof. Dr. Augusto Gansser, ETH Zürich:

Der Himalaya, ein faszinierendes Forschungsmodell

Der Himalaya, als höchstes Gebirge der Welt, zusammen mit Tibet, der grössten positiven Landmasse der Erde, ist als einzigartiges Modell für sämtliche Forschungsrichtungen von grösster Bedeutung.

Den Erdwissenschaften zeigt er, was geschieht, wenn zwei Kontinentalmassen zusammenstossen, kollidieren und der ursprünglich dazwischenliegende Ozean verschwindet. Über die Dimensionen dieses Ozeans sind sich die Geophysiker und die Geologen noch heute recht uneinig. Seine Reste finden wir jetzt als stark tektonisierte basische und ultrabasische Gesteine (Ophiolite) und Tiefseesedimente längs einer 2500 km langen, grossartig aufgeschlossenen, aber schwer zugänglichen Suture-Zone (Narbenzone).

Wir wissen heute, dass sich nach dem Zusammenschub der Himalaya mitsamt Tibet, eine gewaltige Masse von 2 500 000 km², seit dem beginnenden Pleistozän um ca. 4000 m gehoben hat. Chinesische Forscher haben diese schon früher vermuteten Bewegungen (die morphogene Phase) anhand von Floren und Faunenfundorten subtropischen Ursprungs in Terrassen auf über 5000 m Höhe bestätigt. Das jetzige morphologische Bild deutet an, dass dieser Vorgang noch heute andauert und dass ein Hebungsbeitrag angenommen werden muss, der den der Alpen (ca. 1 mm pro Jahr) um das Fünffache übersteigt.

Die Anpassung der Floren und Faunen an diese Höhen, wie auch die durch die Hebung bedingten neuen meteorologischen Verhältnisse, sind wichtige Forschungsthemen. Der Strahlungseffekt dieser ariden Hochmassen hat zu einer neuen Luftzirkulation geführt. Die Kontraste zwischen dem Monsun im Süden und dem ariden Klima im Norden verstärken sich. Der Ganges ist heute der Fluss mit dem grössten Sedimentvolumen der Erde. Der kurzsichtige Mensch hilft dazu mit der Abholzung.

Über die ursprüngliche Besiedlungsgeschichte des Himalaya und Tibet wissen wir noch sehr wenig. Die archäologische Forschung hat hier kaum begonnen. Zwischen dem Neolithikum und den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung klafft eine grosse Lücke.

Im Hochhimalaya und Südtibet hat sich aus der animistischen Bön-Religion – über die meist nur sagenhafte Überlieferungen existieren – der buddhistische Lamaismus mit seinen vielen Sekten entwickelt. Es ist eine Religion, die einem Hochlandvolk wie den Tibetern eine leider nicht immer richtig verstandene wichtige Stütze in seinem Lebenskampf gibt. Der Versuch einer chinesischen Besiedlung dieser Hochlandgebiete bringt hochaktuelle geopolitische Probleme. Die Chinesen sind diesem Hochland klimatisch nicht gewachsen. Vom tibetischen Lamaismus bleibt aber nicht viel übrig. Die grössten Klöster werden zu Museen. Kann aber ein Hochlandvolk ohne seinen Glauben überleben? Verliert es die «Heiterkeit der Seele»?

Der letzte noch ursprünglich-lamaistische und unabhängige Himalayastaat ist Bhutan. Dieses Land könnte wegweisend sein für eine Weiterentwicklung der Hochlandvölker, von deren Lebensphilosophie unsere zerfahrene Zivilisation noch so viel lernen könnte und sollte.

26. Januar

Prof. Dr. Armin Fiechter, ETH Zürich:

Technische Biologie

Die an Mikroben entwickelten Methoden zur submersen Kultivierung erlauben es heute, auch schwierigere Objekte wie pflanzliche oder tierische Zellen unter Massenkultur zu nehmen. Allerdings sind in diesen letzteren Fällen noch beträchtliche Schwierigkeiten zu überwinden.

Anhand von mikrobiellen Systemen werden die zentralen Probleme der technischen Biologie aufgezeigt. Die hohen Syntheseleistungen der Zelle können nur ausgenützt werden, wenn durch geeignete technische Vorrichtungen die ausreichende Versorgung mit Nährstoffen gewährleistet werden kann. Dabei ermöglicht die Anwendung kontinuierlicher Verfahren nicht nur die Leistungssteigerung mikrobieller Prozesse, sondern auch eine systematische Untersuchung der biologischen Regulation. Damit sind wesentlich verbesserte Grundlagen zur Prozessentwicklung verfügbar geworden, und schwierige Objekte können der Untersuchung zugänglich gemacht werden. Am Beispiel der thermophilen Lebensformen, die sich bei Temperaturen bis zu mehr als 80 °C entwickeln, wird die Suche nach neuen, wärmebeständigen Enzymen erläutert und die Verwendung von immobilisierten Biokatalysatoren zur Durchführung erwünschter Reaktionen erwähnt (Technik, Klinik, Analytik).

Die Suche nach neuen Rohstoffen hat die Untersuchung des biologischen Kohlenwasserstoffabbaues stark gefördert. Diese Substrate werden in einigen Ländern grosstechnisch für die Proteinherstellung verwendet. Ebenso sind Prozesse auf der Basis von Methanol zur Herstellung von Protein, Nucleinsäuren und bestimmten Lipidfraktionen wichtig geworden.

Auch auf dem Gebiete der Kohlenhydrate werden grosse Anstrengungen unternommen, um zu billigen Produkten zu gelangen. Neben der Verwendung von zuckerhaltigen Rohstoffen wie Zuckerrohr für die Gasoholproduktion wird intensiv am biologischen Abbau von Holz gearbeitet. Wesentliche Fortschritte sind bei der enzymatischen Hydrolyse von Zellulose erreicht worden. Für die wirtschaftliche Verwendung der verfügbaren Biomasse werden allerdings noch erhebliche Anstrengungen notwendig sein. Insbesondere existieren für den Abbau der Ligninkomponenten noch keine praktischen Möglichkeiten. Es ist aber damit zu rechnen, dass neben der Äthanolherstellung die pflanzliche Biomasse für die Gewinnung einer ganzen Anzahl wertvoller Chemikalien eine wichtige Bedeutung erlangen wird.

9. Februar

Prof. Dr. Heinrich Leutwyler, Universität Bern:

Fortschritte in der physikalischen Grundlagenforschung: Quarks, Leptonen und ihre Wechselwirkungen

In den letzten Jahren zeichnet sich eine bemerkenswerte Klärung unserer Vorstellungen über die mikroskopische Struktur der Materie ab. Dies ist einerseits der Erkenntnis zuzuschreiben, dass viele der sogenannten Elementarteilchen (Proton, Neutron, π -Meson, ...) nicht elementare, sondern aus *Quarks* zusammengesetzte Objekte sind; andererseits sind in der Theorie der Naturgesetze, die die Kräfte zwischen den Bausteinen der Materie beschreiben, wesentliche Fortschritte zu verzeichnen, die mit den beiden Stichwörtern *Eichfeldtheorie* und *spontaner Symmetriezusammenbruch* zu tun haben.

23. Februar

Prof. Dr. Robert Schwyzer, ETH Zürich:

Neuropeptide und die neue Endokrinologie

In den letzten 4–6 Jahren sind gut 30 Peptide in den zentralen und peripheren Abteilungen des Nervensystems entdeckt worden, die z. T. schon als gastrointestinale Hormone und als Hormone endokriner Drüsen bekannt waren. Viele dieser Peptide haben ihre strukturell fast identischen Korrelate in der Haut von Amphibien. Im Bereiche der Wirksubstanzen kann man zwischen Neurologie und Endokrinologie nicht mehr unterscheiden, sie sind eins geworden: eine Neue Endokrinologie also.

Einzelne Peptide, wie die Substanz P, welche als erstes gemeinsames Peptid von Darm und Hirn durch U. von Euler und J.H. Gaddum schon 1931 beschrieben wurde, besitzen Eigenschaften von Neurotransmittern, d.h. sie übertragen Nervenreize über die Synapsen hinweg. Viele andere sind offensichtlich Neuromodulatoren, d.h. ihr Vorhandensein reguliert die Reizschwelle von Neuronen. Enkephalin setzt sie z. B. für die Übertragung von Schmerz- und gewissen motorischen Reizen hinauf, wirkt also ähnlich wie Morphium: es ist eines der «endogenen Morphine», Endorphine, wie sie genannt werden. Das altbekannte Angiotensin hat neben seinen peripheren Wirkungen auf Blutdruck, Nierenausscheidung und Aldosteronsynthese auch zentrale Wirkungen. Sowohl das zentral synthetisierte wie auch das Peptid der Blutbahn erzeugen über Rezeptoren im Gehirn Durst und lösen artspezifische Verhaltensmuster der Wassersuche aus. Das Bombesin, erstmals in Amphibienhaut entdeckt, beeinflusst das zentrale Wärmezentrum, Corticotropin und Melanotropin erhöhen die Aufmerksamkeit und verbessern damit – wie auch Vasopressin – das Gedächtnis. Solche Beispiele werden laufend entdeckt. Es gibt Arbeiten, die es möglich erscheinen lassen, dass auch die Akupunktur via periphere oder zentrale Ausscheidung von Neuromodulatoren, z. B. den Enkephalinen, wirken könnte.

Vermutlich alle diese Peptide entstehen, wie das Angiotensin, durch enzymatische Spaltung grösserer inaktiver Proteine, sogenannter Prohormone, welche die Speicherform darstellen, in aktive Peptidbruchstücke. Dabei können in gewissen Fällen aus einem Prohormon mehrere, verschiedene Peptidagonisten entstehen. Ein Beispiel ist das Proopiocortin, welches in Corticotropin, α -Melanotropin, β -Lipotropin, β -Melanotropin, verschiedene Endorphine und Enkephalin zerfällt.

Die Information, für die Wirkung der Neuropeptide, ist in deren individuellen Aminosäuresequenzen verschlüsselt. Man kann die Peptide mit Sätzen unserer geschriebenen Sprache vergleichen: Gruppen aufeinanderfolgender Aminosäuren bilden Wörter, welche für die verschiedenen Wirkungen ein und desselben Peptids verantwortlich sind. Dies wurde vom Verfasser anhand des adrenocorticotropen Hormons während vieler Jahre im Detail ausgearbeitet. Die meisten Neuropeptide scheinen nach diesem «synchnologischen» Muster aufgebaut zu sein. Es gewährleistet die Pleiotropie und damit die Koordination der Wirkungen der einzelnen Peptide und damit der Gene, welche ihren Bau bestimmen.

Die Rezeptoren, welche die Information der Neuropeptide ablesen und in physiologische Wirkung umsetzen, sitzen in der äusseren Membran der Empfängerzellen; vermutlich sind es Proteine. Das Studium der Hormon-Rezeptor-Wechselwirkung mittels gereinigter, chemisch isolierter Rezeptoren wäre sehr wünschenswert, u. a. weil dadurch Einblicke in die Pathologie von Rezeptorkrankheiten und die Ursachen von Gewöhnung und Sucht gewonnen werden könnten. Mit unserem neuen Konzept der «kooperativen Affinität», zwischen Peptiden und ihren Rezeptoren, welches auf der Zusammenfassung mehrerer Moleküle von Neuropeptiden auf starren Trägern wie dem Tabak-Mosaik-Virus beruht, wurden Stoffe entwickelt, die wie «superaktive» Hormone und «künstliche Rezeptorantikörper» wirken. Mit ihrer Hilfe kann der enzymatische Abbau der Peptide verhindert, ihre Wirkungen verstärkt und verlängert und die Isolierung und Lokalisierung spezifischer Rezeptoren verwirklicht werden.