

ANNELIES DIGGELMANN Gymnasiallehrerin mbA für Bildnerische Gestaltung an der Kantonsschule Oerlikon Zürich

SIBYLLE HAUSAMMANN Prorektorin und Gymnasiallehrerin mbA für Bildnerische Gestaltung an der Kantonsschule Stadelhofen Zürich

ROLAND SCHAUB Gymnasiallehrer mbA für Bildnerische Gestaltung an der Kantonsschule Rychenberg Winterthur

RUEDI SEILER dipl. Arch. ETH/SIA, Dozent und Leiter der I+D, ETH Zürich

VERENA WIDMAIER Lehrerin für Bildnerische und Technische Gestaltung, Dozentin Fachdidaktik Bildnerische und Technische Gestaltung FHNW und am Institut

der pädagogischen Hochschule Zürich unterstrass.edu, Koordination berufspraktische Ausbildung Vermittlung von Kunst und Design, Zürcher Hochschule der Künste

JOHANNA WIRTH CALVO Kunsthistorisches Institut, Gymnasiallehrerin für Kunstgeschichte am Liceo Artistico Zürich

RUEDI WYSS Leiter gestalterische Vorbildung, Leiter gestalterisches Propädeutikum, Zürcher Hochschule der Künste

## 3. BIOLOGIE

HANS-MARTIN FISCHER, ZENSI HOPF, GUIDO RUTZ, FELIX STAUFFER, ROBERT STIDWILL

### 3.1 SITUATIONSANALYSE BIOLOGIE

#### *Biologie heute*

Wir leben in einer Gesellschaft, die auf Wissen basiert. Dazu hat die biologische Forschung in den letzten Jahrzehnten durch eine Vielfalt neuer Erkenntnisse und Denkansätze enorm viel beigetragen. Diese haben die Sicht vom Leben auf der Erde verändert und das anthropozentrische Weltbild in ein neues Licht gerückt: Wir Menschen sind Organismen unter vielen anderen und teilen mit ihnen die Welt, eingebunden in ein komplexes Netzwerk ökologischer Beziehungen. Die biologische Sicht des Lebens ist eines der nützlichsten und erfolgreichsten Konzepte, die Welt um uns und in uns zu interpretieren. Diese Sichtweise lässt sich dazu verwenden, die Vergangenheit zu verstehen und mögliche zukünftige Entwicklungen abzuschätzen, und zwar nicht nur uns Menschen betreffend, sondern auch bezüglich aller anderen Lebensformen auf unserem Planeten (nach Markl J. et al., 2006: Biologie. Spektrum-Verlag).

#### *Fokus Gymnasium*

Innerhalb unseres Bildungssystems kommt dem gymnasialen Biologieunterricht eine grosse Bedeutung zu, weil er das einzig relevante Gefäss ist, in dem gesellschaftlich und ethisch wichtiges, biologisches Fachwissen in verständlicher

Form und adäquater Tiefe allen zukünftigen Akademikerinnen und Akademikern zugänglich gemacht werden kann. In einer Zeit, die überwiegend von technokratisch-wirtschaftlichen Überlegungen und einer zunehmenden Entfremdung vieler Menschen von der Natur geprägt ist, wird dies immer dringlicher.

Der gymnasiale Biologieunterricht soll durch die unmittelbare Beschäftigung mit Lebewesen und Lebensgemeinschaften intellektuell und emotional ansprechen, wissenschaftliche Neugier und Entdeckungsfreude sowie Achtung vor dem Leben und Verantwortungsbewusstsein für die Gegenwart und Zukunft der Biosphäre fördern. Durch die Vermittlung grundlegender Konzepte gibt der Biologieunterricht Einblicke in die belebte Natur, die es erlauben, Systemzusammenhänge auf allen Ebenen, von Molekülen über Zellen, Organismen, Populationen, und Lebensräume bis zur Biosphäre zu erfassen und neue Entwicklungen in der Biologie und Medizin zu verstehen, um so bei gesellschaftlich wichtigen Fragen mitdenken zu können.

Dementsprechend ist der gymnasiale Biologieunterricht in ständigem Wandel. Er bemüht sich, zeitgemässe Einblicke in Themen wie Vielfalt der Lebewesen, Ökologie und Umweltwissenschaften, Gen- und Fortpflanzungstechnologie, Hirn- und Verhaltensforschung, Soziobiologie, Evolutionsbiologie





und eine Reihe gesundheitsbezogener Themen zu geben und zeigt dabei exemplarisch die naturwissenschaftliche Vorgehensweise und deren Grenzen zur Erkenntnisgewinnung auf. Damit trägt der Biologieunterricht zum Aufbau eines differenzierten Weltbildes bei.

Im Zeitalter der Biologie erstaunt immer wieder, wie veraltet und verzerrt die Vorstellungen vom Schulfach Biologie bei einem Teil der Elternschaft, im gymnasialen Lehrerkollegium und bei Bildungspolitikern, sind. Biologieunterricht wird auch in einer weiteren Öffentlichkeit oft missverstanden, für wenig relevant gehalten und reduziert auf Pflanzen-, Tier-, Menschen- und Sexualkunde, AIDS- und Drogenaufklärung, Gesundheitsvorsorge, «Betrachten von Blümlein und anderen harmlosen wie unnützen Dingen». Die Kluft zwischen der aktuellen Stellung der Biologie an den Gymnasien und der Bedeutung der Biowissenschaften in der heutigen Gesellschaft ist gravierend.

Die Vielschichtigkeit und Komplexität biologischer Phänomene und deren direkten Bezug zum eigenen Leben und zur Gesellschaft erfordern vom Biologieunterricht die Schulung von Fähigkeiten, wie Ergebnisse und Erkenntnisse in grössere Zusammenhänge einzuordnen, verschiedene Informationsquellen sinnvoll zu nutzen, mit der Informationsflut kritisch und ökonomisch umzugehen und wissenschaftliche Grafiken erfassen zu können.

Er fördert überfachliche Kompetenzen wie präzises Denken, Beharrlichkeit und Durchhaltevermögen sowie die Fähigkeit, Sachverhalte sprachlich, mündlich wie schriftlich, adäquat auszudrücken. Er schliesst die Anwendung gängiger Computerprogramme und, in höheren Klassen, das Lesen von englischen Texten ein.

Damit trägt der Biologieunterricht zur Unterstützung von kritischem, interdisziplinärem und vernetztem Denken bei und legt gleichzeitig wichtige Grundlagen für das Verständnis unserer Welt.

Die Situationsanalyse für das Fach Biologie zeigt, dass die jetzige Stundendotation nicht genügt. Die MAR-Reform 2007 bietet die Chance, den Naturwissenschaften in einem heute humanistisch-sprachlich geprägten Gymnasium, den ihrer gesellschaftlichen Bedeutung entsprechenden Stellenwert zukommen zu lassen. Wegen der Stundenverluste durch Verkürzungen der Dauer der gymnasialen Ausbildung ist dies wohl nur durch eine ausgeglichene Verteilung der zu Verfügung stehenden Lektionen auf die rund zwölf Fächer zu erreichen. Durch die Aufstockung des Anteils des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtes von 20% bis 30% auf 25% bis 35% liefert die MAR-Reform 2007 die nötige Grundlage. Aufgrund der Situationsanalyse erachten wir einen Mindestanteil

von 30% im Grundlagenfachbereich als zeitgemäss. Zudem braucht es eine Regelung, wonach Maturitätsprüfungen in mindestens einem naturwissenschaftlichen Fach erst am Ende der Mittelschulzeit stattfinden.

### *Fokus Hochschulen*

Gemäss dem Bericht EVAMAR I ergreifen rund 80% der Mittelschulabgänger/innen ein Hochschulstudium; von diesen wiederum gut 40% eines, zu dem biologisches Grundwissen von unmittelbarer Bedeutung ist (Medizin, Psychologie, Naturwissenschaften, Bewegungswissenschaften, Umwelt- und Ingenieurwissenschaften, Pharmazie).

Viele schweizerische Hochschulen und angegliederte Institute leisten in naturwissenschaftlichen, medizinischen und technischen Bereichen Hervorragendes und geniessen weltweit grosses Ansehen. Entsprechend sind sie darauf angewiesen, dass die Studienanfänger/innen nicht nur über ein solides Basiswissen aus der Mittelschule verfügen, sondern auch überfachliche Kompetenzen mitbringen, die im universitären Lehrbetrieb notwendig sind. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass viele Studienanfänger/innen diesen Ansprüchen nicht ausreichend gerecht werden.

Positiv gewertet werden zwar die beachtlichen Kenntnisse im Umgang mit gängigen Computerprogrammen, die Qualität mündlicher Präsentationen sowie die guten Englischkenntnisse. Demgegenüber wird von Hochschulseite aber vermehrt die mangelnde Abrufbarkeit wesentlicher Konzepte sowie das Fehlen von grundlegendem Wissen und Können in Mathematik, Physik, Chemie und Biologie beklagt. Beispielsweise wird auf beträchtliche Defizite im Wissen um die fundamentale Bedeutung evolutiver Prozesse hingewiesen, dem Schlüssel zum Verständnis aller Aspekte von Lebenserscheinungen. Auch sollte es nicht sein, dass Studierende erstmals in naturwissenschaftlichen Grundlagenvorlesungen von Redoxprozessen, chemischen Gleichgewichten und biologischen Regelkreisen, von organischer Chemie, Molekulargenetik, Sinnesphysiologie oder Verhaltensbiologie hören. Erwähnt werden auch die ungenügende Fähigkeit, bei komplexen Problemen Erfolg versprechende Lösungsstrategien zu entwickeln sowie die zum Teil ungenügende Motivation, Arbeitsdisziplin, Organisation und Zeiteinteilung. Tatsächlich bekunden viele Studienanfänger/innen beträchtliche Mühe, mit dem im Vergleich zum Gymnasium viel höheren Tempo der Stoffvermittlung, der enormen Stofffülle und den entsprechend langen Arbeitszeiten. Festgestellt wird schliesslich ein Mangel an Kritikfähigkeit sowie Schwächen im sprachlich angemessenen Ausdruck, insbesondere bei der Abfassung naturwissenschaftlicher Texte.

## 3.2 EMPFEHLUNGEN BIOLOGIE

### 3.2.1 DAS EVOLUTIONSPRINZIP ALS UMFASSENDE BASIS FÜR DEN BIOLOGIEUNTERRICHT

*Die Vermittlung des Evolutionsprinzips muss den gesamten Biologieunterricht an den Mittelschulen als Klammer umfassen und die Basis des Arbeitens sein.*

**BEGRÜNDUNG:** Moderne Biologie kann nur gelehrt und gelernt werden, wenn Evolution als die dynamische, treibende Kraft allen Lebens verstanden wird. Evolution ist heute in allen biologischen Teilgebieten wichtig für das Verständnis jeglicher Vorgänge, Strukturen und Muster. Es ist gerade für jene Gymnasiasten, welche in ihren späteren Funktionen in unserer Gesellschaft keinen direkten Bezug mehr zur Biologie haben werden, von grosser Wichtigkeit, Biologie im Evolutionskontext erfahren zu können.

Neben der Vermittlung eines Selbstverständnisses der modernen Biologie geht es nicht zuletzt darum, fundamentalistischen Tendenzen kreationistischer Kreise, wie sie in den USA und – wenn auch noch weniger ausgeprägt – in Europa Überhand zu nehmen drohen, rechtzeitig mit wissenschaftlich fundierten Argumenten Gegensteuer zu geben.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Der Biologieunterricht an Mittelschulen ist auf jeder Stufe so auszurichten, dass Evolution implizit Teil aller Lehrinhalte ist. Es geht nicht in erster Linie darum, über den geschichtlichen Hintergrund und die Entwicklung des Evolutionsgedankens zu sprechen (Darwin, Lamarck), sondern an jedem Unterrichtsbeispiel den Einfluss der Evolution aufzuzeigen.

An den Hochschulen müssen Lehrveranstaltungen angeboten werden, welche philosophische Aspekte der Evolution thematisieren.

### 3.2.2 ORGANISATIONSEBENEN DES LEBENS

*Der Biologieunterricht beschreibt die Grundlagen des Lebens auf verschiedenen Ebenen, von den Atomen bis zur Biosphäre. Diese Ebenen können nicht isoliert betrachtet werden, sondern es müssen auch die funktionalen Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen ihnen diskutiert werden.*

**BEGRÜNDUNG:** Das Schwergewicht der Schulbiologie lag lange Zeit hauptsächlich auf der zellulären und organismischen Ebene. Für ein umfassenderes Verständnis muss auch die molekulare und populationsbiologische Ebene berücksichtigt werden. Zudem werden mithilfe moderner Methoden (z.B. Strukturanalysen von Makromolekülen, live Mikroskopie, Systembiologie, «-omics»-Ansätzen) die Abgrenzungen zwischen den einzelnen Organisationsebenen mehr und mehr

verschwinden. Schliesslich sollte die Biologie noch enger mit Chemie und Physik verknüpft werden, da alle Lebensprozesse letztlich chemischen und physikalischen Gesetzmässigkeiten folgen (vgl. auch Empfehlung 6).

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Im Biologieunterricht sollen grundlegende biologische Konzepte (vgl. Empfehlung 3) auf allen relevanten Ebenen besprochen werden. Bei dieser «vertikalen Betrachtungsweise» sind Vorstellungen über Grössenordnungen (Dimensionen, Konzentrationen, Zeiträume) sehr hilfreich und sollten deshalb bereits im gymnasialen Unterricht verinnerlicht werden. Ferner sind für eine quantitative Betrachtungsweise biologischer Phänomene Kenntnisse über die chemisch-physikalischen Grundlagen unabdingbar, weshalb die Lehrinhalte von Biologie-, Chemie- und Physikunterricht sinnvoll koordiniert werden müssen (vgl. Empfehlung 6).

Biologische Phänomene, welche mehrere Organisationsebenen übergreifen und als solche diskutiert werden sollten, sind beispielsweise:

- Auswirkungen von Mutationen über veränderte Proteinfunktionen auf Zellen, Organismen und Populationen
- Genetische Veränderungen in Einzelorganismen und Populationen durch veränderte Umweltbedingungen
- Zell- und Gewebedifferenzierung, ausgelöst durch Signalmoleküle und deren spezifischer Lokalisation
- Von der Myosin-Actin-Interaktion zur Muskelkontraktion
- Von lichtabsorbierenden Molekülen zu farbigen Bildern
- Umweltfaktoren und Biodiversität

**VERANTWORTUNG:** Biologie-, Chemie-, Physiklehrpersonen, Fachschaften evtl. in Zusammenarbeit mit Universitätsdozierenden.

### 3.2.3 VERMITTLUNG ZENTRALER BIOLOGISCHER BASISKONZEPTE

*Eine begrenzte Zahl biologischer Basiskonzepte bildet den Kern des Unterrichts. Damit lässt sich eine grosse Vielfalt biologischer Phänomene effizient analysieren und ökonomisch im Gedächtnis verankern. Mit diesen Konzepten erhalten die Lernenden wichtige Werkzeuge zum grundlegenden Verständnis der Biologie in die Hand.*

**BEGRÜNDUNG:** Teilgebiete wie Humanbiologie, Botanik, Zoologie, Genetik, Gentechnologie usw. werden im Unterricht bisher zeitlich oft isoliert voneinander vermittelt. Die Phänomene der Biologie anhand von Basiskonzepten zu erklären, ermöglicht, den Gesamtzusammenhang aufzuzeigen. Das

Verständnis von Konzepten zeigt exemplarisch auf, dass die grundlegenden biologischen Phänomene themenübergreifend sind und in ganz unterschiedlichen Inhalten auftauchen können. Das vertiefte Verständnis von biologischen Konzepten fördert das flexible Denken und gibt den Gymnasiast/-innen die Mittel, biologische Phänomene, die ihnen im Alltag auch nach der abgeschlossenen Gymnasialzeit begegnen, erklären und verstehen zu können.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Die Fachschaften Biologie an Gymnasien und Hochschulen sollen vermehrt Gewicht darauf legen, Basiskonzepte möglichst nah am biologischen Objekt zu erarbeiten und so auch den emotionalen Aspekt zu betonen. Die folgende Liste nennt eine Auswahl solcher Konzepte im Sinne von Denkanstössen. Sie ist jedoch unvollständig und kann selbstverständlich modifiziert werden:

- Organisationsebenen des Lebendigen (vom Atom zur Biosphäre)
- Baustein-Prinzip: Die Zelle als Grundbaustein der Organismen
- Kopplung von Bau und Funktion
- Biomoleküle: Klassen, allg. Struktur, Funktionen
- Schlüssel-Schloss-Prinzip
- Prinzipien des Stofftransports (Diffusion, Osmose, ...)
- Prinzip der Oberflächenvergrößerung
- Grundphänomene der Expression und Weitergabe genetischer Information: DNA, Transkription, Translation, Mutation, Genomik und Proteomik, Epigenetik
- Moderne (molekular)biologische Methoden (z.B. anhand von Anwendungen in der medizinischen Diagnostik)
- Prinzip von Evolutionsprozessen, Prinzip der Selektion, der Anpasstheit, der Artbildung
- Soziobiologische Konzepte, z.B. Fortpflanzungsstrategien, Prinzip Eigennutz, Prinzip Altruismus
- Organismen als offene Systeme in Wechselwirkung mit ihrer Umwelt
- Proximate und ultimate Aspekte biologischer Phänomene
- Prinzip der ökologischen Nische, des Konkurrenzausschlusses, der Optimierung etc.
- Stoffkreislauf und Energiefluss, Gleichgewichte
- Prinzip des Regelkreises, der Rückkopplung (negative, positive) und der Informationsverarbeitung
- Stabilität und Verletzlichkeit biologischer Systeme
- Entwicklung und Bedrohung der Biodiversität

- Hypothesisch-deduktives Denken zur Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften
- Modellorganismen
- Wissenschaft als Prozess
- Wechselwirkung zwischen Biologie, Technik und Gesellschaft (Ethik und Politik)

### 3.2.4 STÄRKUNG DER ORGANISMISCHEN BIOLOGIE UND DER ARTENKENNTNISSE

*Als Resultat der Stammesentwicklung finden wir auf der Erde eine grosse Vielfalt von Mikroorganismen, Pilzen, Pflanzen und Tieren. Der Biologieunterricht soll Artenkenntnisse vermitteln. Dies kann nur geleistet werden, wenn die angehenden Lehrpersonen in ihrer Ausbildung selbst entsprechende Kenntnisse erworben haben.*

**BEGRÜNDUNG:** Auch allgemeinbiologische Themen werden letztlich immer an konkreten Lebewesen behandelt. Während es in einer mehrheitlich landwirtschaftlich geprägten Gesellschaft selbstverständlich war, Pflanzen und Tiere der Umgebung zu kennen, ist dies heute nicht mehr der Fall. Nicht nur im Hinblick auf eine Allgemeinbildung, sondern als Voraussetzung für Bemühungen zur Erhaltung der Biodiversität sind Artenkenntnisse und Grundkenntnisse der organismischen Biologie zentral.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:**

*Lehrerbildung:*

- In den Zulassungsbedingungen für den Studiengang MAS SHE Biologie soll der Nachweis von Artenkenntnissen enthalten sein. In der Fachdidaktik Biologie respektive dem berufspraktischen Ausbildungsteil (z.B. berufspraktische Übungen) sollen Themen der organismischen Biologie und ihre Umsetzung im Unterricht bearbeitet werden. Dazu gehört auch die Vermittlung der Fähigkeiten zur «Freilandbiologie» wie der Durchführung von Exkursionen.
- Die Teilnahme an Exkursionen, die nicht durch die Hochschule, sondern durch Organisationen wie Pro Natura, WWF, Vogelschutz, Botanische und Zoologische Gesellschaften angeboten werden, könnte in den Lehrgang integriert werden.
- Das Life Science Learning Center bietet Weiterbildungen im Bereich der organismischen Biologie und zur Umsetzung im gymnasialen Biologieunterricht an.

*Biologieunterricht:*

- Einblicke in Artenkenntnisse und ökologische Zusammenhänge sollen bis zur Matur in den Unterricht integriert werden.

- Die Schulleitungen schaffen Voraussetzungen für Freilandarbeiten und Exkursionen.

### 3.2.5 EXPERIMENTE PLANEN, DURCHFÜHREN, DOKUMENTIEREN UND INTERPRETIEREN

*Der Biologieunterricht vermittelt ausser Fakten und Konzepten auch Methoden und Wege, wie jene erarbeitet, dokumentiert und interpretiert werden. Das Formulieren von Fragen und Hypothesen, Entwerfen und Durchführen von Experimenten, exaktes Beobachten, empirische Vorgehensweise, Evaluieren und Dokumentieren von Daten sind integrale Elemente der Ausbildung und sollten berücksichtigt werden – nicht zuletzt auch in Maturitätsarbeiten.*

**BEGRÜNDUNG:** Biologie ist heute weitgehend eine experimentelle Wissenschaft, in der Hypothesen in geeigneten Experimenten überprüft werden. Dieser Prozess gliedert sich üblicherweise in drei Schritte:

1. Formulierung einer überprüfbaren Hypothese und Entwerfen eines Experiments
2. Praktische Durchführung eines Experiments (inkl. aussagekräftiger Kontrollen)
3. Dokumentieren und Interpretieren der Resultate (inkl. kritisches Hinterfragen)

Während Punkt 2 im Mittelschulunterricht eher ausreichend verankert ist, sind bei Studierenden betr. der Punkte 1 und hauptsächlich 3 recht häufig Defizite feststellbar. Zunehmend auffällig sind Schwächen in der sprachlichen Ausdrucksfähigkeit und mangelnde Sorgfalt beim Darstellen von biologischen Sachverhalten sowie bei der mathematischen Alltagskompetenz (Kopfrechnen, Abschätzen von Grössenordnungen und Signifikanz). Diese Punkte, die nicht notwendigerweise auf die Biologie beschränkt sind, sollen als integrale Bestandteile des Mittelschulunterrichts mehr Beachtung finden und explizit als Ausbildungsziele definiert werden.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Anleitung zum systematischen Planen von Experimenten und Verfassen von Versuchsberichten (nicht nur «Messprotokolle»). Diskussion und Interpretation von «einfachen» biologischen Schlüsselexperimenten anhand von Originaldaten. Übungen zur Analyse und Präsentation von Daten (z.B. mithilfe von Excel). Abschätzungen von Grössenordnungen (Kopfrechnen) und Signifikanz (Statistik). Im Zentrum einer Maturitätsarbeit im Fach Biologie soll, wenn immer möglich, eine praktische Arbeit stehen.

**VERANTWORTUNG:** Biologie- und Mathematiklehrpersonen

### 3.2.6 VERKNÜPFUNG BIOLOGIE MIT CHEMIE/PHYSIK/MATHEMATIK/INFORMATIK/ GEOGRAFIE

*Zahlreiche aktuelle Themen (Klimawandel, Entwicklung diagnostischer und therapeutischer Verfahren in der Medizin*

*usw.) hängen zentral mit der Biologie zusammen, betreffen jedoch oft gleichzeitig mehrere weitere Fachgebiete.*

**BEGRÜNDUNG:** Die Bewältigung komplexer Fragestellungen ist ohne die Zusammenarbeit zwischen Fachleuten verschiedener Disziplinen undenkbar geworden. Die Verständigung unter den Fachleuten setzt vom Einzelnen ein Grundverständnis für die Denk- und Arbeitsweisen aller beteiligten Fachrichtungen voraus. Für Gymnasiast/innen ist es daher gewinnbringend, wenn sie ihre Kenntnisse und Werkzeuge aus Bereichen wie z.B. der Chemie, der Physik, der Mathematik, der Informatik und der Geografie im Fachunterricht Biologie anwenden. Ein Engagement der Lehrkräfte in dieser Richtung realisiert zudem ein Grundanliegen des MAR – nämlich die Förderung der Interdisziplinarität auf der Stufe Gymnasium. Die zeitliche und räumliche Nachbarschaft von Disziplinen an Mittelschulen bietet dazu einzigartige Voraussetzungen.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Die Kerngruppe Biologie erarbeitet eine Sammlung von Themenbeispielen für den Lehralltag, die den Einbezug der oben genannten Fachbereiche in den Biologieunterricht deutlich macht. Das Dokument ist als Handreichung für praktizierende Lehrkräfte gedacht. Die Sammlung wurde anlässlich der Fachkonferenz II vorgestellt.

**VERANTWORTUNG:** Kerngruppe Biologie/Fachkonferenz Biologie/Fachschaften.

### 3.2.7 BIOLOGIE UND GESELLSCHAFT

*Biologische und medizinische Forschung haben in den letzten Jahrzehnten unser Verständnis der Natur und von uns Menschen enorm erweitert. Viele neue Erkenntnisse sind für unsere Gesellschaft und ihre Weiterentwicklung von Bedeutung. Der Biologieunterricht soll dem Erkenntnisstand laufend angepasst werden.*

*Die Hirnforschung revolutioniert unser Verständnis von Verhaltenssteuerung, des Zusammenspiels von Intellekt und Emotionen, von Bewusstsein, Suchtverhalten, Lernprozessen; die Verhaltensbiologie charakterisiert die Kräfte, welche das Leben in Gemeinschaften formen, beschreibt Konfliktlösungsstrategien und verändert das Menschenbild ebenso wie die Evolutionsbiologie, die beide neue Antworten auf die Fragen ermöglichen, wieso wir so sind, wie wir sind; Ökologie und Umweltforschung liefern gigantische Datenmengen, welche die rasche Veränderung der Welt durch uns Menschen dokumentieren und machen klar, wie vernetzt alle Lebewesen auf unserem Planeten sind; Gentechnologie, Reproduktionsbiologie und Stammzellforschung eröffnen neue wissenschaftliche, medizinische und*

*wirtschaftliche Möglichkeiten und werfen viele ethische Fragen auf; das Wissen um unsere Gesundheit und ihre Gefährdung hat sich enorm erweitert.*

*Im Biologieunterricht sollen diese gesellschaftsrelevanten Themen sowie der respektvolle Umgang mit der Natur angemessen behandelt werden.*

**BEGRÜNDUNG:** Alle angehenden Akademikerinnen und Akademiker müssen im Verlaufe des gymnasialen Biologieunterrichts Einblicke in wesentliche Aspekte dieser neueren Erkenntnisse erhalten. Nur so ist es möglich, sich zu vielen der aktuellen Gesellschaftsfragen eine eigene Meinung zu bilden und Lösungen finden zu helfen.

So sollte ein zukünftiger Jurist wissen, was ein DNA-Fingerprint ist, eine angehende Theologin, was embryonale Stammzellen sind; einer zukünftigen Gemeindepräsidentin sollte die Biodiversität genauso etwas sagen wie einer zukünftigen Wirtschaftsfachperson der anthropogene Einfluss auf den globalen Kohlenstoffkreislauf.

**UMSETZUNGSVORSCHLÄGE UND ADRESSATEN:** Überdenken bestehender Lehrgänge, periodische Weiterbildung der Mittelschullehrpersonen, Angebot bioethischer Lehrveranstaltungen und naturwissenschaftlicher Vorlesungen für Nichtnaturwissenschaftler (analog zur Verpflichtung der ETH-Studierenden im Bereich Geistes- und Sozialwissenschaften).

**VERANTWORTUNG:** Fachschaften/Fachkonferenz/Hochschulleitungen.

### 3.2.8 **AUSBAU DES KONTAKTES ZWISCHEN GYMNASIUM UND HOCHSCHULE**

*Die Kontakte zwischen den Biologielehrkräften der Gymnasien und den Dozierenden der Hochschulen sollen erhalten bzw. ausgebaut werden.*

**BEGRÜNDUNG:** Die bestehenden und neu geknüpften Kontakte sind sehr bereichernd für beide Seiten.

**UMSETZUNGSVORSCHLÄGE:**

- Nutzung/Ausbau der Angebote des Life Science Learning Centers
- Regelmässige Weiterbildung für (und gegebenenfalls unter Mithilfe von) Biologielehrpersonen an den Hochschulen
- Einsatz von Hochschuldozierenden als Kontaktpersonen für Fachfragen, als Mitbetreuende von Maturitätsarbeiten, als Experten an Maturitätsprüfungen oder als Gastreferierende an Mittelschulen
- Aufbau und Betrieb eines Internetportals, welches sämtliche Aktivitäten im Bereich Biologie an der Schnittstelle von Gymnasium und Hochschulen (ETHZ und Universität Zürich) bündelt und aktualisiert. Dies soll am Life

Science Learning Center, unter Mithilfe von erfahrenen Mittelschullehrpersonen, realisiert werden. Die Hochschulleitungen stellen dem Life Science Learning Center zusätzliche Ressourcen zur Verfügung, damit dieser Auftrag erfüllt werden kann.

**ADRESSATEN:** Fachkreise Biologie der Kantonsschulen, Hochschuldozierende von biologischen und medizinischen Richtungen.

**VERANTWORTUNG:** Hochschulleitungen Universität und ETH Zürich, Life Science Learning Center.

### 3.2.9 **AUS- UND WEITERBILDUNG DER DOZIERENDEN IN METHODISCH-DIDAKTISCHEN BEREICHEN**

*Die Hochschulen leisten einen Beitrag zur Verbesserung des Übertritts der Studierenden von der Mittelschule zur Hochschule durch eine sorgfältige Aus- und Weiterbildung ihrer Dozierenden in methodisch-didaktischen Bereichen und verbessern so auch die Erfolgsaussichten der Studierenden.*

**BEGRÜNDUNG:** Die Hochschulen stellen an die Mittelschulabgänger/innen hohe Ansprüche in fachlichen wie überfachlichen Bereichen. Im Gegenzug ist die Forderung der Studierenden nach sorgfältig aufgebauten Lehrveranstaltungen gerechtfertigt. Die Zielsetzungen der Unterrichtseinheiten sollen von den Dozierenden klar vermittelt und der Prüfungstoff transparent umrissen werden. Damit der Übertritt vom Gymnasium zur Hochschule im Sinne einer Kontinuität in methodisch-didaktischer Hinsicht optimiert werden kann, braucht es vermehrt auch Anstrengungen von Seiten der Hochschulen.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG UND ADRESSATEN:** Die Dozierenden der Hochschulen besitzen neben den fachspezifischen Kompetenzen auch moderne methodisch-didaktische Instrumente. Sie nutzen didaktische Werkzeuge und verbessern ihre Kompetenzen durch Weiterbildung.

**VERANTWORTUNG:** Dozierende, Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik Universität, Didaktikzentrum ETH Zürich.

### 3.2.10 **STÄRKUNG DER NATURWISSENSCHAFTEN AN DEN GYMNASIEN**

*Der Erneuerungsprozess an Gymnasien soll auch wichtige Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (Erhaltung von Lebensgrundlagen, nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen, Diskussion von Wünschbarkeit und Form der Nutzung biologischer und medizinischer Möglichkeiten, Gesundheitsfragen) gebührend berücksichtigen.*

**BEGRÜNDUNG:** Es gilt, der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Natur- und Ingenieurwissenschaften Schlüssel für die Wertschöpfung unserer Gesellschaft sind. Die Suche nach

Lösungen der Probleme des 21. Jahrhunderts erfordert ein solides Grundwissen, zu dem alle naturwissenschaftlichen Richtungen wesentliche Beiträge liefern und bedarf der interdisziplinären und internationalen Zusammenarbeit von Wissenschaften, Technik, Wirtschaft, Politik, Schulwesen und Kultur. Alle Absolventinnen und Absolventen von Gymnasien, ob sie später als Forschende, Ingenieure, Wirtschaftsfachpersonen, Politiker/innen, Journalisten, Lehrpersonen auf irgend einer Schulstufe oder als Kunstschaffende tätig sein werden, sollen über ein zeitgemässes naturwissenschaftliches Grundwissen und -verständnis verfügen.

**UMSETZUNGSVORSCHLAG:** Die Stundendotationen der Fächer Mathematik, Physik, Chemie und Biologie beträgt für alle gymnasialen Maturitätsprofile mindestens 30% (Erhöhung zugunsten der Naturwissenschaften).

Mindestens ein naturwissenschaftliches Fach muss bis zum Ende der Mittelschulzeit unterrichtet werden.

**ADRESSATEN:** Kerngruppe Biologie; ETHZ, UZH; Bildungs-

direktion, Bildungsrat, EDK, Schweizerische Maturitätskommission.

### *Kerngruppe*

**ZENSI HOPF** Kerngruppenleiterin, Gymnasiallehrerin mbA für Biologie an der Kantonalen Maturitätsschule für Erwachsene Zürich

**PROF. DR. HANS-MARTIN FISCHER** Professor für Mikrobiologie, ETH Zürich

**PROF. GUIDO RUTZ** Gymnasiallehrer mbA für Biologie und Chemie an der Kantonsschule Rychenberg Winterthur, Fachdidaktiker für Biologie, Universität Zürich

**PROF. FELIX STAUFFER** Gymnasiallehrer mbA für Biologie an der Kantonsschule Zürcher Oberland Wetzikon

**PROF. DR. ROBERT STIDWILL** Professor für Zoologie, Universität Zürich, Studienkoordinator Fachbereich Biologie

## 4. CHEMIE

ROGER ALBERTO, RETO BEELI, CHRISTOPHE ECKHARD, ANTONIO TOGNI

### 4.1 SITUATIONSANALYSE CHEMIE

Das MAR mit seinen Wahlmöglichkeiten im letzten Jahr vor der Matur, erlaubt es jedem Schüler/jeder Schülerin, vertiefte Informationen in gewissen Fachrichtungen zu erwerben. Das Grundlagenfach Chemie muss auch in Zukunft den allgemeinen Hochschulzugang ermöglichen. Die jüngste Reform der MAR mit einem höheren prozentualen Anteil an Naturwissenschaften im Fächerkanon geht diesbezüglich sicher in die richtige Richtung. Die Stundendotationen an den einzelnen Schulen sind und bleiben aber weiterhin sehr unterschiedlich (und sollten für das Grundlagenfach mindestens sieben Jahresstunden betragen). Das hohe Niveau unserer Hochschulen, gerade auch im naturwissenschaftlichen Bereich, darf unter keinen Umständen sinken. Daher sind die Dozierenden aus den betroffenen Fakultäten darauf angewiesen, dass die neu eintretenden Studierenden über ein ausreichendes und solides Basiswissen aus der Chemie verfügen.

Für einen mündigen, reifen Staatsbürger ist der allgemeinbildende Aspekt der Chemie (Naturwissenschaften im Allgemeinen) zentral. Umwelt, Gesundheit, Ernährung oder Anwendungen von Werkstoffen setzen Kenntnisse der Chemie voraus, um sich ein ausgewogenes Urteil bilden zu können. Die chemische Industrie ist und bleibt ein wichtiger und star-

ker Industriezweig unseres Landes. Da die Chemie mit einer eigenen Sprache Naturphänomene beschreibt und diese mit naturwissenschaftlichen (analytischen) Mitteln hinterfragt, stellt sie einen Baustein naturwissenschaftlichen Denkens dar. Das gute Verständnis einer fachspezifischen Sprache setzt eine ausreichende Stundendotation voraus. Analytische Fragen müssen mit ausreichender Tiefe behandelt werden können, um ein Verständnis der Zusammenhänge zu gewährleisten.

Immerhin wird durch die Aufhebung der fächerübergreifenden Noten infolge der MAR-Reform dieser Denkweise am Gymnasium wieder mehr Gewicht gegeben.

Lehrpläne sind nicht unser Ziel, weil sie eine einseitige Vorgabe sind und die Probleme an der Schnittstelle nicht beheben. Es ist auch nicht unser Auftrag, einen Stoffplan zu erstellen. Er würde die Lehrfreiheit beschneiden und nicht zum gewünschten Ziel führen. Die interne Absprache der Hochschulvertreenden über ihre Vorstellungen an die Zuliefererinstitution soll sich daher in Form von zehn Geboten äussern. Diese beinhalten die wichtigsten oder wünschenswertesten chemischen Fertigkeiten aus Sicht der Hochschule. Die dadurch ausgelöste Diskussion über den Sinn und die Durchführbarkeit der zehn Gebote am Gymnasium bestimmen deren Wert.