

## Nur geringes Wissen über Zellbiologie

### Eine empirische Studie an Lehramtsstudierenden

Manfred Hesse

#### **Kurzfassung**

*Lehramtsstudierende (SI, Studienanfänger) wurden über mehrere Jahre nach ihren Kenntnissen zur Zellbiologie befragt. Folgende Probleme wurden bei der Beantwortung sichtbar:*

- *Probleme bei dem Umgang mit der Fach-, aber auch der Umgangssprache;*
- *Unkenntnisse bei einfachsten Sachverhalten, die Grundlage für einführende Vorlesungen sind;*
- *zu oft Kenntnisse von Termini, nicht aber der zugehörigen Begriffe (es fehlt exaktes, strukturiertes Wissen).*

*Bei einem größeren Teil der Studienanfänger wird man daher wenig Verständnis für größere biologische Zusammenhänge erwarten können. Insgesamt gesehen dürfte diese Situation zu einem erschwerten Studienbeginn, zu Verzögerungen des Studiums durch Prüfungswiederholungen und auch zu Studienabbrüchen führen.*

#### **Keywords**

*Lehramtsstudierende, Zellbiologie, Grundkenntnisse, Fachsprache, Studienwunsch*

---

## **1 Einleitung**

Die Untersuchung diente ursprünglich dazu, um die Vorlesung "Zellbiologie" auf das Vorwissen der Studierenden einzustellen. Nach einigen Semestern war der Fragebogen insofern ein "Selbstläufer", da zugleich mit der Befragung an Hand einer didaktischen Erläuterung der Fragen und deren Beantwortung den Studierenden die "Erwartungshaltung" für die Vorlesung aufgezeigt bzw. das Programm in seinen Schwerpunkten vorgestellt wurde: u.a. Membranaufbau und -funktion, Plastidenbau (mit Entwicklung), Zellwand (Bau und Entstehung; Bedeutung), genetische Information, Proteinbiosynthese, so dass Studierende gegebenenfalls Wissensdefizite vor der jeweiligen Vorlesung anhand von SII-Literatur ausgleichen konnten.

In der Publikation von MÜLLER und GERHARDT (2000) zum Ökologiewissen wurde aufgezeigt, dass "Schüler nur über geringe ökologische Grundkenntnisse" verfügen und "kaum in der Lage sind, ökologische Zusammenhänge herzustellen" (z. B. bei Stoffkreisläufen). Analog zeigten sich auch in der hier vorgestellten Befragung gravierende Verständnisprobleme bei grundlegendem, auch für die Ökologie notwendigem Wissen in der Zellbiologie, und dieses bei Lehramtsstudierenden. Deswegen sollen die Erfahrungen aus der Lehrerbildung wiedergegeben werden, auch wenn es sich um ältere Erhebungen handelt, die nicht für eine Veröffentlichung bestimmt waren. Weiterhin stellt diese Studie an Lehramtsstudierenden eine Ergänzung zu den umfangreichen Untersuchungen unserer Arbeitsgruppe dar, die an Schülern der SII-Stufe unternommen wurden (LUMER & HESSE, 1997).

## **2 Methode**

### **2.1 Teilnehmer der Studie**

- Studierende des Lehramtes SI (Biologie) der Vorlesung Zellbiologie.
- Es wurden alle Studierenden bis zum WS 1986/7 zu einer Gruppe zusammengefasst, sowie ab WS 1986/7 alle 1. Semester und ab WS 1987/8 die 3. Semester zu weiteren Gruppen.
- Der Grund für die Gruppenbildung lag in einer Änderung der Studienordnung, wonach die o.a. Hauptstudiumsveranstaltung (Wahlpflicht) zu einer Pflichtveranstaltung des Grundstudiums mit Klausur (Zwischenprüfung nach dem 3. Semester) wurde.

### **2.2 Durchführung der Befragung**

- Zur Entwicklung des Fragebogens wurden die gewünschten grundlegenden Inhalte für die Vorlesung gesammelt und mit den Anforderungen der Richtlinien und der Schulbücher abgeglichen (SI, SII). Weitere Hinweise stammten aus eigenen Untersuchungen (HESSE, 1981).
- In dieser Studie war im Gegensatz zu parallelen Untersuchungen (z. B. LUMER & HESSE, 1993) der Anteil an Items mit chemischen Details geringer gehalten; stattdessen wurden übergreifende Fragestellungen bevorzugt: Tier - Pflanze; Pigmente - Pflanzenfarben; vergrößerte Oberfläche; "Verarbeitung" der genetischen Information.
- Verteilung eines einseitigen Fragebogens mit 10 Fragen zu Beginn der Veranstaltung. Der Zeitbedarf zur Beantwortung war großzügig bemessen.
- Im Anschluss an die Beantwortung wurden die einzelnen Fragen in der Vorlesung didaktisch analysiert: Welche Bedeutung haben die Inhalte für

die Biologie, für die Vorlesung "Zellbiologie", für die Schule? In welchen Veranstaltungen konnten die gewünschten Kenntnisse erworben werden (SI, SII; Grundstudium)? Welche Antwortmöglichkeiten (richtige und falsche) waren zu erwarten? Es wurden i.d.R. Literaturhinweise zur selbständigen Wiederholung der gefragten Inhalte gegeben (Schulbücher der SII-Stufe).

### 2.3 Vorgehensweise bei der Auswertung der Antworten

Um die Darstellung zu straffen, wurden die Frage nach dem Aufbau des Golgiapparates, eines Leitbündels, nach organischer Säure, Zellulose und Flechten nicht aufgenommen. Es folgt - falls notwendig - die Auswertung einzelner Items in der Reihenfolge des Fragebogens (entspricht der Tab. 1; hier Angabe eines Kurztitels):

- **4 Pigmente.** Chlorophyll wurde dann als Antwort gewertet, wenn nicht zugleich auch eine der beiden Formen Chl a oder Chl b genannt wurde.
- **Vergrößerte, innere Oberflächen?** ER wurde zusätzlich akzeptiert, da der Begriff „innere“ Oberfläche den Studierenden augenscheinlich nicht selbstverständlich war.
- **Pflanzliche - tierische Zelle.** Die Antwort konnte entweder der Pflanze *oder* dem Tier zugeordnet sein:  
Muster: Chloroplast  $\approx$  Chlorophyll  $\approx$  Plastid  $\approx$  PS  $\approx$  Pigmente (obwohl letzteres nur aus dem Zusammenhang akzeptiert werden kann).  
 Zellwand  $\approx$  Zellulose  $\approx$  in besonderen Fällen z.B. auch „andere, bes. dicke“ Membran (als falsch gilt jedoch Doppelmembran).  
 Vakuole  $\approx$  keine pulsierende V. bei Pflanzen.
- **DNS-Aufbau?**  
Muster: Zucker  $\approx$  Desoxyribose (Ribose kam nicht vor);  
 4 Basen  $\approx$  Basen  $\approx$  Base  $\approx$  Einzelnennung von Basen;  
 Phosphat  $\approx$  PO<sub>4</sub>  $\approx$  Phosphorsäure  $\approx$  -rest (Phosphor wurde als falsch gewertet); Nucleotide wurden nicht unter Moleküle gerechnet, wohl aber unter richtig (1x).
- **Organelle für Proteinherstellung?** Ribosomen  $\approx$  Polysomen; ER ohne Ribosomenbesatz wurde als falsch gewertet.
- **Nötige Nukleinsäuren?**<sup>1</sup> Falls m- oder tRNA genannt wird, wurde zusätzliche Nennung "RNA" nicht gewertet; die alleinige Nennung der RNA wurde getrennt gewertet und abschliessend unter mRNA subsummiert.

---

<sup>1</sup> Die deutsche bzw. englische Schreibweise „-acid“, „-säure“ wurden nicht getrennt ausgewertet.

### 3 Ergebnisse

Die wesentlichen Ergebnisse sind nebst Fragestellung in Tabelle 1 zusammengefasst.

- Pigmente:

Es erfolgten erstaunlich wenige Nennungen (bei Studierenden des 1. Semesters 1,45 pro Student), d.h. außer dem Chlorophyll und dem Carotin werden kaum weitere Pigmente genannt. Mit zunehmender Studiendauer wird diese Kenntnis erweitert (2,0 Nennungen bei Drittsemestern), aber die "Lücke" (4 Pigmente waren gewünscht) wird nicht geschlossen.

Fast 24% der Studierenden (1. Sem.) nennen kein einziges Pigment; die exakte Bezeichnung des Photosynthesepigmentes, nämlich des „Chl a“, auf das man bei genauerer Kenntnisnahme der Photosynthese gestoßen sein müsste, wird nur sehr selten genannt (von 14%); Chlorophyll b wird übrigens genauso selten erwähnt.

- Organelle – Oberfläche:

Das ER wird genau so häufig genannt wie die Chloroplasten (jeweils von etwa 18%); der (in einer anschließenden Frage) gewünschte Terminus „Thylakoide“ wurde von etwa 5% angegeben. Mitochondrien scheinen hingegen in der Schule vorrangig behandelt zu werden - sie werden von 60% genannt. 33% machen zu diesem Item keine Angaben.

- Unterschiede zwischen Pflanzen und Tiere:

Diese Merkmalsunterscheidung ist Lernziel in den ersten Klassen des Gymnasiums: mit knapp 50% nennen etwa gleich viele der befragten Studierenden die Zellwand / die Zellulose bzw. den Chloroplasten / das Chlorophyll.

Von den insgesamt n=299 Studierenden des 1. bis 8. Semesters wird zudem als Unterschied genannt: der Kern (13x), Mitochondrien (7x), 4x irrelevante Organellen; 40x wird keine Angabe gemacht.

Die Tab. 2 gibt kategorisiert die Antworten wieder, die sich auf die äußere Abgrenzung als Unterscheidungskriterium zwischen Tier und Pflanze beziehen. Hierbei sind es vor allem die Erstsemester, die dieses Kriterium außer acht lassen (32 von 37); ganz ähnlich ist zu sehen, dass 15 Erstsemester sind von den 18, die keinerlei Angaben zu der Frage "Welche Unterschiede bestehen zwischen pflanzlicher und tierischer Zelle?" gemacht haben. Die Drittsemester haben also aus den Grundvorlesungen (insbesondere der Botanik) ihr Wissen aufgefrischt. Ohne Nachfragen kann man nicht klären, ob diejenigen,

**Tab. 1:** Auswahl an Fragen und Antwortmöglichkeiten. 3. bis 6. Semester (1983/4-1986/7) ohne Zwischenprüfung in Zellbiologie; ab 1986 neue Zwischenprüfungsordnung mit Zellbiologie als Pflichtvorlesung mit Leistungsnachweis. Angaben in %.

	WS 86/7 - WS 91/2		bis WS 86/7
	1. Sem	3. Sem	3.-6. Sem
Gesamtanzahl an Befragten	N=142	N=83	N=74
<b>Nennen Sie 4 Pigmente aus Pflanzen</b>			
Chlorophyll	61,3	66,3	60,9
Chl a	14,1	18,1	25,7
Carotin(oide)	42,3	60,2	75,7
Keine richtige Nennung	23,9	10,8	1,3
<b>Welche beiden Zellorganellen besitzen vergrößerte, innere Oberflächen? <sup>2</sup></b>			
Chloroplasten	17,6	42,2	10,8
Mitochondrien	59,9	84,3	67,6
ER	18,3	21,7	37,9
Keine richtige Nennung	33,1	4,8	19,0
<b>Welche Unterschiede bestehen zwischen pflanzlicher und tierischer Zelle?</b>			
Zellwand	48,6	79,5	68,9
Chloroplast/Chlorophyll	46,5	56,6	52,7
Vakuole	21,8	48,2	32,4
Keine richtige Nennung	22,5	3,6	6,8
Zwei und mehr richtige Nennungen	33,1	63,9	50,0
<b>Aus welchen Molekülen ist die DNS aufgebaut (ohne Formel)?</b>			
Zucker	53,5	56,6	52,7
Phosphorsäure	35,2	38,6	27,0
(4) Basen	73,2	84,3	70,3
<b>An welchen Organellen werden Proteine hergestellt? Welche Nukleinsäuren sind hierbei nötig?</b>			
Ribosomen	69,7	79,5	68,9
mRNA <sup>3</sup>	41,7	54,2	44,6
tRNA	33,8	37,3	18,9
Keine richtige Nennung	26,8	18,0	18,9
Drei und mehr richtige Nennungen <sup>4</sup>	31,7	33,7	18,9
<b>Aus welchen Molekülen bestehen Proteine? <sup>5</sup></b>			
Fehlende Angaben	32,4	19,3	28,4
Falsche Angaben	16,9	26,5	12,2

<sup>2</sup> In einer anschließenden Frage wurden die "exakten wissenschaftlichen Bezeichnungen für diese Membranen" gewünscht; zwischen 1,3 und 7,2 % richtige Antworten.

<sup>3</sup> Zusammengefasster Wert aus RNA und mRNA, resp. RNS; vgl. S. 23.

<sup>4</sup> DNA sowie rRNA wurden jeweils zwischen 9 und 11 % genannt.

<sup>5</sup> Die Frage war unterteilt: Geben Sie a) die allgemeine Bezeichnung und b) die korrekte chemische Bezeichnung für einen speziellen Baustein wieder.

**Tab. 2:** Welche Unterschiede bestehen zwischen pflanzlicher und tierischer Zelle? Angaben zu Wand - Membran (225 Befragte des 1. und 3. Semesters aus 1986 bis 1991; keine Doppelnennungen)

Antwortmöglichkeiten	Nennungen
Keinerlei Beantwortung der Frage	18
Angaben zu Wand - Membran fehlen völlig	37
Eine Wand ist nur bei Pflanzen vorhanden	86
Pflanzen haben eine (feste) Wand - Tiere eine Membran	27
Exakter: Pfl. mit Wand u. Membran - Tiere nur mit Membran	4
Allgemeiner Hinweis auf Zellulose bei Pflanzen	12
Pflanzen haben keine Zellwände	7
Pflanzen / Tiere haben eine andere Membran	15
Pflanzen / Tiere haben eine andere Wand	3
Pflanzen haben eine Doppelmembran	8
Pflanzen haben keine Membran	4
Tiere haben keine Membran	4

welche die Wand bzw. die Membran als Unterscheidungsmerkmal angeben (27x), den Pflanzen *zusätzlich auch* eine Membran zubilligen (nur weitere 4 geben die exakte Antwort). Die Antworten, die unterhalb der Doppellinie stehen, zeigen jedoch ein erhebliches Dilemma bei der Benennung der äußeren Abgrenzung auf: Wand, Membran oder Doppelmembran wird als Terminus benutzt, aber die Kenntnis der Begrifflichkeit kann bei diesen 41 Studierenden nicht vorausgesetzt werden.

- Molekularer Aufbau der DNS:

Bei vielen Studierenden sind zumindest Grundkenntnisse des Aufbaus vorhanden, wobei die zahlreiche Nennung der „Basen“ der Bedeutung, die diesen zukommt, entspricht. Andererseits wird Phosphat/Phosphorsäure nur von einem Drittel aller Studierenden (n=299) angegeben. In den Antworten der Jahrgänge 1986/7 bis 1991/2 (n=225; vgl. Tab. 3) fand sich 33x Phosphor statt Phosphat; DNA/DNS soll aus RNA/RNS/Nukleinsäuren aufgebaut sein (23x) oder aus Aminosäuren/Protein (30x).

- Proteine – Biosynthese (beteiligte Organelle, Nukleinsäuren):

Gut bekannt sind die Ribosomen (bei 70% der Erstsemester aufgeführt); häufig werden genannt RNA bzw. der Terminus mRNA (insgesamt 42%). Die ebenfalls benötigte und für das Verständnis bedeutsame tRNA wird nur von 34% angegeben. Die selten genannte DNA/DNS (keine 10%) ist vermutlich nicht im Gesamtzusammenhang der Biosyntheseprozesse gesehen worden. Die Frage *nach den Namen* der beteiligten Nukleinsäuren wurde 32x nicht mit dem

Terminus der gesuchten Nukleinsäuren beantwortet (Tab. 3), sondern es wurden spezielle Baudetails von Nukleinsäuren (u.a. Name der Basen, Basenpaarungen) genannt, die aber überhaupt nicht gefragt waren, oder sonstige Termini.

• Proteine – Aufbau:

Unzureichend vorhanden scheint bei fast 50% der Studierenden das grundlegende Wissen, dass Aminosäuren die Proteine aufbauen: Bei 20 bis 30% fehlen Angaben hierzu; ein erheblicher Anteil an falschen Antworten ist auffällig (Tab. 3). Der Name für eine spezielle Aminosäure wurde nur vereinzelt genannt.

**Tab. 3:** Häufige Fehler bei ausgewählten Items (225 Befragte des 1. und 3. Semesters aus 1986 bis 1991)

Item	Genannte Begriffe in den Antworten	Nennungen
Nennen Sie 4 Pigmente aus Pflanzen	"Zelle, Gewebe"	3x
	Organelle (oft Plastid)	31x
	Anderer Zellbestandteil (Plasma, ...)	9x
	Andere chemische Stoffe	13x
Aus welchen Molekülen ist die DNS aufgebaut?	Proteine/Aminosäuren	30x
	RNS/Nukleinsäure	23x
	Phosphor	33x
	Andere chem. Stoffe, auch Elemente	19x
Organell für PBS ...	Falsches Organell (i.d.R. ER)	26x
Welche Nukleinsäuren sind für PBS nötig?	i.d.R. Nennung der Basen	32x
	Aminosäuren	4x
Aus welchen Molekülen bestehen Proteine?	Angabe der Bestandteile der Nucleins. (i.d.R. Nennung der Basen)	10x
	Andere chem. Stoffe, auch Elemente	27x

## 4 Diskussion der Ergebnisse

Bei der kritischen Durchsicht der Ergebnisse schälten sich folgende Problemkreise heraus:

- Bewältigung der (Fach-/Umgangs-)Sprache,
- Wissen über einfache Sachverhalte, das bei allen Studienanfängern erwartet werden sollte,
- Exaktheit des Wissens,
- Photosynthese als herausragendes Merkmal der Pflanzen.

#### 4.1 Fach-/Umgangssprache

Es zeigte sich, dass die Beantwortung der Items mehrfach aufgrund sprachlicher Probleme erschwert war, da fachliche Termini als auch umgangssprachlich verwendete (Fach-)Wörter nicht oder nur unzureichend bekannt waren.

So wurde bei Item 1 der Terminus „Pigment“ mehrfach nicht als „farbige chemische Verbindung“ verstanden sondern als Zellbestandteil (Tab. 3: 31x wurde der Name einer Organelle genannt, weiterhin noch Plasma, Zellwand, Membran) oder anscheinend als eine chemische Verbindung, die in Zellen vorkommt (13x).

Ganz entsprechend wird bei dem Item zur Unterscheidung von Pflanze und Tier „Pigmente vorhanden“ als Pflanzenmerkmal angegeben – auch hier scheint die Wortbedeutung nicht hinreichend bedacht worden zu sein.

Es sollte hierzu untersucht werden, inwiefern bei Verwendung eines undifferenzierten Terminus wie „Chlorophyllkörner“, der noch im Studium verwendet wird (!), durch falsche Rücksichtnahme das Verständnis für Zusammenhänge erschwert wird.

Wenn Phosphor statt Phosphorsäure/Phosphat als Baustein der DNA genannt wird, so kann dies vermutlich oft aus "Sprachfaulheit" oder als Folge unpräziser Ausdrucksweise geschehen sein, könnte aber auch auf fehlende Kenntnis naturwissenschaftlicher Grundlagen hindeuten.

Bei dem Item zur Proteinbiosynthese (PBS) wurde der Terminus „Organelle“ mehrfach mit „chemischer Verbindung“ (z.B. mit Enzymen) verwechselt (Tab. 3). Statt der gewünschten Namen der Nukleinsäuren, die bei der PBS benötigt werden, wurden spezielle Baudetails von Nukleinsäuren genannt (32x; Tab. 3), womit aber auf die Frage nicht eingegangen wurde.

Inwiefern hier außer sprachlichen Problemen „Lösungsstrategien“ aus der Schulzeit eine Rolle spielen, sollte als Arbeitshypothese künftig beachtet werden. Erfahrungen mit Bewertungen bei Klausuren in der Schule könnten die Studierenden verleitet haben, einen weniger bekannten Sachverhalt "in seinem Umfeld" (am Rande einer Themenverfehlung) zu beschreiben, um zu zeigen, dass man hierzu etwas weiß, und um dadurch noch eine positivere Bewertung zu erzielen.

Der Terminus Molekül wird mehrfach mit chemischem Element verwechselt (Tab. 3: bei dem Aufbau der Proteine und der DNS).



Die Bedeutung grundlegender Begriffskennnisse für das Verständnis und für naturwissenschaftliche Bildung muss hier nicht wiederholt werden (vgl. Literaturverzeichnisse: BERCK, 2001; BERCK & GRAF, 1991; LUMER & HESSE, 1997; MÜLLER & GERHARDT, 2000).

Viele Schwierigkeiten ergeben sich durch die – zumeist lateinisch/griechische – Herkunft vieler Fachbegriffe, die dann (ohne Kenntnis der etymologischen Wurzeln) nur in einer Näherungsweise richtig geschrieben werden (z.B. Cromatin, Nucleolite, Nucleine, Nucleo, Plastizid). Zusätzlich mögen Studierende auch „irgendetwas“ aufschreiben, was dem vermuteten Sachverhalt nahekommen könnte: Xerophyll, Xylophyll, Leucoplastin, Cytoplasten, Aminsäure, Urasin. Die Sicherheit im Umgang mit derartigen Termini, vor allem auch der Begriffe selber ist somit bei diesen Studierenden nicht vorhanden.

#### 4.2 Wissen bei einfachen Sachverhalten

Die Obergrenze der jeweils erreichbaren Punkte ist fast nie von den Studierenden erzielt worden. Als Ursache könnte man viele Tatsachen anführen: Abwahl der Biologie oder der Chemie in der Oberstufe, Unterrichtsausfall, normale Vergessensrate.

Trotz dieser Gründe bleibt es erstaunlich und derzeit nicht zu erklären, wieso bestimmte Items (oder Teile von ihnen) nur von max. 80 bzw. max. 60% und nicht von 100% der Studierenden des 1. Semesters (daneben auch noch oft des 3. Semesters) beantwortet werden können, obwohl diese Items von Allen ohne allzu großes Nachdenken vollständig hätten beantwortet werden müssen (Beispiele sind im Kasten angegeben). Diese Leistung sollte auch ohne Erwerb eines umfassenden, lexikalischen Wissens (ein beliebter Vorwurf gegen derartige Anforderungen) möglich sein.

Nur etwa 70-80% der Studierenden beantworten richtig:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chlorophylle sind pflanzliche Pigmente;</li> <li>- Basen sind Bausteine der DNS;</li> <li>- Ribosomen sind die Organelle, an denen die Proteinbiosynthese (PBS) stattfindet.</li> </ul>
Nur etwa 50-60% der Studierenden beantworten richtig:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carotin ist ein pflanzliches Pigment;</li> <li>- Chloroplasten sind Kennzeichen der Pflanzen gegenüber den Tieren;</li> <li>- (m)RNS wird zur PBS benötigt;</li> <li>- Aminosäuren sind Bestandteile der Proteine</li> </ul>
Vgl. jedoch:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chloroplasten besitzen eine vergrößerte innere Oberfläche (unter 20%).</li> </ul>

### 4.3 Exaktes Wissen

Diese Darlegungen führen zu dem zweiten Problempunkt: Es entwickelt sich aus dem soeben Aufgezeigten und aus weiteren Daten die Frage, in welchem Umfang etliche Studierende ein exaktes Wissen von biologischen Grundlagen und nicht nur generalisierende Kenntnisse besitzen. Beispielhaft seien die Membranen und die Proteine aufgeführt.

Auf der gymnasialen Oberstufe ist ein moderner Biologieunterricht ohne (zumindest prinzipielle) Kenntnisse der Membran nicht vorstellbar. Dennoch werden bei der Unterscheidung von Tier und Pflanze bei über 25% der Studierenden, die zur äußeren Abgrenzung Stellung beziehen (Antworten unterhalb der Doppellinie in Tab. 3), die Membran- und Wandverhältnisse fehlerhaft dargestellt (z. B. "die tierische Zelle hat keine durchgehende Zellmembran", "die tierische Membran ist durchlässig". Weiterhin wird sehr oft betont, dass Tierzellen durch eine Membran abgegrenzt werden, pflanzliche Zellen hingegen *nur durch eine Zellwand*, wobei aber offen bleibt, ob auch noch eine Membran vorhanden ist.

Erstaunlich ist, dass als Unterschied zwischen Tier und Pflanze der Kern genannt wird (13x) und die Mitochondrien (7x), wodurch erhebliches Unverständnis über grundlegende Einsichten in Lebewesen offenbart wird.

Als nächstes Beispiel sei die Proteinbiosynthese aufgeführt.

Bausteine der Proteine und der DNS sowie die Proteinbiosynthese sind ausführlich an SII-Schülern untersucht worden (LUMER & HESSE, 1997). Vielfach wurde folgendes nachgewiesen: "Fachbegriffe, Definitionen und Merksätze werden gelernt, besitzen aber keinerlei Bedeutungsinhalt; sie erweisen sich als Worthülsen, die wahllos eingesetzt werden." Weiterhin wurde gezeigt, dass "ein Zusammenhang besteht hinsichtlich profunder Kenntnisse zum Aufbau der Moleküle und der Fähigkeit, Grundzusammenhänge der Proteinbiosynthese darzustellen."

Von einigen Studierenden wird das „Ribosom“ nicht als eigenständige Organelle anerkannt, wenn die Herstellung von Proteinen 26x an „falschen Organellen“ (zumeist ER) beschrieben wird (Tab. 3). Wesentlich schwerer sind Angaben zur DNA zu bewerten, wenn diese aus RNA/RNS/Nukleinsäuren (23x) aufgebaut sein soll oder aus Aminosäuren/Protein (30x).

Im übrigen scheint die Umsetzung der genetischen Information in die Proteinbiosynthese (PBS) von vielen nicht erfasst worden zu sein: Zwar ist die mRNA relativ bekannt (wird oftmals jedoch nicht von anderen RNA-Sorten unterschieden und nur „allgemein“ als RNA bezeichnet), aber die tRNA ist bei

den Nennungen unterrepräsentiert; augenscheinlich wird sie in ihrer Bedeutung für die Aminosäureauswahl von etwa 2/3 der Erstsemester nicht gekannt und fehlt somit für das zusammenhängende Verständnis der PBS.

Diesem Problem haben wir uns im Gebiet der PBS gewidmet. Durch Einführung des sog. Concept-mapping-Verfahrens kann man Lernende im Aufbau von Wissensstrukturen fördern (LUMER, PICARD & HESSE, 1998; LUMER & PICARD, 2003, im Druck). In derart erarbeitetes "exaktes", d.h. strukturiertes Wissen können sodann neue Inhalte (hier: der Vorlesung) schneller und sinnvoll eingeordnet werden.

#### **4.4 Photosynthese als herausragendes Pflanzenmerkmal**

In den Antworten, die sich auf die Photosynthese (und in diesem Zusammenhang auf die besonderen Pflanzenmerkmale) beziehen, treten immer wieder große Defizite auf. Fast 24% der Studierenden (1. Sem.) nennen kein einziges Pigment (also auch nicht das Chlorophyll). Dieser Befund wird ergänzt durch die ähnlich zu bewertende Angabe bei der Frage nach den Zellorganellen mit vergrößerter Oberfläche: Knapp 18% nennen die Chloroplasten, aber 3x so viele die Mitochondrien.

In dem gleichen Zusammenhang ist die Unterscheidung von Tier und Pflanze zu sehen: Auch hier scheint der Chloroplast in dem Schulunterricht bei vielen Studierenden vernachlässigt worden zu sein (korrekte Angabe von weniger als 50% der Erstsemester); genau so viele Studierende nennen die Zellwand bzw. die Zellulose. Insgesamt sind lediglich etwa 1/4 der Erstsemester in der Lage zwei Merkmale zur Unterscheidung dieser beiden Gruppen an Lebewesen zu nennen.

Auch das Verständnis weiterer Zusammenhänge im Stoffwechsel (und zwar zu der Atmung) wird durch die oben bereits zitierte Angabe „Mitochondrien sind bei Tieren vorhanden“ verschiedentlich erheblich erschwert.

## **5 Überlegungen und Folgerungen**

### **• Biologische Zusammenhänge**

Ein Verständnis für größere biologische Zusammenhänge ist oftmals wegen der fehlenden Grundlagen nicht zu erwarten. So ist z.B. zu vermuten, dass der Zusammenhang „Pflanze – Chloroplast – Primärproduzent“ aus den o.a. Gründen von einer größeren Zahl an Studierenden kaum konkret durchdrungen worden sein kann. Für ökologische Fragestellungen bedeutet dies, dass die

Leistungen der Pflanzen, die hinter diesen biochemischen Vorgängen stecken, oftmals nicht erfasst werden. Die bei MÜLLER & GERHARDT (2000: Abb. 6) zu beschriftende Abbildung "eines stark vereinfachten Schemas" zu "Stoffkreisläufen in einem terrestrischen Ökosystem" konnte nur von einer Minderheit von SII-Schülern vollständig ausgefüllt werden. Es wird geschlossen, dass die Verknüpfung von Stoffgruppen und Organismengruppen (also das Erkennen von Zusammenhängen) fehlt. Wir haben festgestellt, dass bereits bei der Kenntnis bestimmter Stoffgruppen bzw. einfachster Grundkenntnisse Fehlvorstellungen vorliegen können.

#### • **Fachwahl der Studierenden - Fortschritte in der Ausbildung**

Wenn man es ernst nimmt, dass "Der wichtigste Faktor, der das Lernen beeinflusst, das ist, was der Lernende bereits weiß" (AUSUBEL et al., 1980, 5), dann wird sehr schnell ersichtlich, welche erheblichen Anstrengungen manche Studierende machen müssen, um dem Lehrangebot folgen zu können. War der Fragebogen anfangs konzipiert, um auf den Kenntnisstand der Studierenden in einer Vorlesung besser eingehen zu können, so zeigt er andererseits auch die Grenzen auf. Ein erheblicher Teil der Studienanfänger kann nicht dort abgeholt werden, wo er steht.

Es muss festgehalten werden, dass für zu viele Schüler in der Schule weder eine Basis für ein Studium der Biologie noch für das Lehramt P oder SI gelegt worden ist.

Es ist erstaunlich, dass sich unter den Studierenden etliche (etwa 1/4 bis 1/3) zutrauen, Biologie für das Lehramt (SI) zu studieren, obwohl sie erhebliche Mängel in der Beherrschung von grundlegendem Schulstoff zeigen: Beispiele: Pigmente, Unterscheidung Tier-Pflanze. Des Weiteren findet man, dass sehr viele dieser Studierende anscheinend einfachste Kenntnisse zur Struktur der auffallendsten Organelle nicht besitzen: 33% machen zu diesem Item (Innere Oberflächen) keine Angaben.

Hieraus folgt, dass die Ausbildung von Studierenden im SI-Bereich erschwert wird durch falsche Fachwahl von Studierenden (sowohl an der Universität, wie auch in der Schule; vgl. hierzu die wesentlich besseren Kenntnisse über den "Weg vom Gen zum Merkmal" bei Schülern, die in der Oberstufe am Chemieunterricht teilgenommen haben - LUMER & HESSE, 1993); sie haben anscheinend nur begrenzte Information über die Inhalte des zu wählenden bzw. des gewählten Studienfaches und dessen Anforderungen: Es sind oftmals keine "Naturwissenschaftler" oder „Biologen“, die Biologielehrer werden wollen.

Hieraus ist abzuleiten, dass für einen erheblichen Prozentsatz der Neuimmatrikulierten ein umfangreiches, eigenständiges Nacharbeiten des Schulstoffs der Biologie unumgänglich ist, um die geforderten Leistungen an der Hochschule zu erbringen. Mehrfache Prüfungswiederholungen, eine hohe Zahl an Studiumsabbrüchen wird aus dem geschilderten Leistungsstand heraus erklärbar.

## Zitierte Literatur

- AUSUBEL, D. P., J. D. NOVAK & H. HANESIAN (1980): Psychologie des Unterrichts. Bd.1. Beltz, Weinheim
- BERCK, K.-H. (2001): Biologiedidaktik: Grundlagen und Methoden. Quelle & Meyer, Wiebelsheim
- BERCK, K.-H. & GRAF, D. (1991). Begriffsbildung. – Hypothesen über das schlechte biologische Grundwissen der Schüler und Vorschläge zur Abhilfe. *Biologie heute* **390**, 1-3
- HESSE, M. (1981): Wird das CO<sub>2</sub> in der Photosynthese reduziert oder oxidiert? *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie* **30** (9), 268-276
- LUMER, J. & HESSE, M. (1993): Chemiekennntnisse von Studienanfängern. - Untersuchung zur Stellung der Chemie im Biologieunterricht. *IDB, Münster* **2**, 63-76
- LUMER, J. & HESSE, M. (1997): Schülervorstellungen über den Weg vom Gen zum Enzym. Teil I und II. *MNU* **50** (2), 100-107 und (3), 165-171
- LUMER, J. & F. PICARD (2003): Eine Concept-Mapping-Aufgabe zu Aufbau und Struktur von Proteinen und Nukleinsäuren. *MNU* **56**, im Druck
- LUMER, J., F. PICARD & HESSE, M. (1998): Concept-Mapping-Verfahren zur Konsolidierung des Lernstoffes. *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie* **47** (1), 31-36
- MÜLLER, S. & A. GERHARDT-DIRCKSEN (2000): Nur geringes Wissen über Ökologie - eine empirische Studie. *MNU* **53** (4), 202-209

**Verfasser:** Prof. Dr. Manfred Hesse, Institut für Didaktik der Biologie, Fliednerstr. 21, 48149 Münster, Fax: 0251-83-31330; hessema@uni-muenster.de