

## Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung – Ein Forschungsrahmen für die Biologiedidaktik

Dirk Krüger

Freie Universität Berlin, FB Biologie/Chemie/Pharmazie, Didaktik der Biologie,  
Schwendenerstr. 1, 14195 Berlin, dkrueger@zedat.fu-berlin.de

### **Zusammenfassung**

*Komponenten biologiedidaktischen Arbeitens sind das Entwickeln von Lernangeboten und die fachdidaktische Forschung. Wird Entwicklungsarbeit mit Forschung verknüpft, kann daraus Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung werden. Im Rahmen dieser Forschung wird ein Lernangebot entwickelt, optimiert und schließlich seine Effektivität hinsichtlich der Ziele, die erreicht werden sollen, ermittelt. Die Entwicklung eines Lernangebotes und seine Evaluation vollziehen sich jeweils auf der Basis einer Theorie. Unter dem Einsatz entsprechender Messinstrumentarien in einer empirischen Studie gliedert sich Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung in zwei Phasen: Einerseits die formative Evaluation mit dem Ziel einer Optimierung des entwickelten Lernangebots und die summative Evaluation als Hypothesen prüfende abschließende Effektivitätsuntersuchung.*

### **Abstract**

*Components of biological educational work are the development of an instruction and research. If development studies are combined with research then development-orientated evaluation can take place. In the context of this research an instruction is developed, optimized and finally its effectiveness can be ascertained regarding the goals, which are to be achieved. Reference to a theory serves as a basis for the development of the instruction and its evaluation. By using appropriate measurement instruments in an empirical study development-orientated evaluation research consists of two phases: On the one hand formative evaluation with the aim of optimizing the developed instruction and on the other hand summative evaluation as final hypotheses examining the investigation for its effectiveness.*

---

## **1 Biologiedidaktische Forschung – Worum geht es eigentlich?**

Biologiedidaktik beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen von Biologie. Biologiedidaktische Forschung stellt zu diesem Aufgabenbereich Fragen und versucht mit geeigneten Methoden, einerseits auf Beobachtung basierend – empirisch – und andererseits auf Analyse und Interpretation von Texten beruhend – hermeneutisch – diese zu beantworten. Dabei geht es Biologiedidaktikern darum, die Qualität und Effektivität bei der Vermittlung zu verbessern sowie den Erwerb von biologischen Kenntnissen, Interesse an sowie Einstellungen zur belebten Umwelt und Fertigkeiten beim Umgang mit biologischem Material zu optimieren. Die Entwicklung von Kenntnissen, Fertigkeiten und Fähigkeiten im Rahmen von Biologieunterricht kann in verschiedenen Dimensionen vollzogen werden.

### **1.1 Kognition**

Unter der kognitiven Dimension werden intellektuelle Fähigkeiten zusammengefasst, also die Voraussetzung zum Aneignen von Wissen über biologische Inhalte, Methoden und Arbeitsverfahren, zum Denken in biologischen Zusammenhängen sowie zum Problemlösen. Intellektuelle Fertigkeiten andererseits sind durch Übung ausgebildete Denkprozesse und Schlussfolgerungen (ESCHENHAGEN et al. 1998). Nach der BLOOM'schen Taxonomie und nach der Überarbeitung von KRATHWOHL (2002) gliedert sich der kognitive Bereich des Wissens in Sachkenntnis (biologisches Basiswissen, um Probleme zu lösen), Begriffskennntnis (Beziehungen zwischen den grundlegenden biologischen Elementen), Methodenkenntnis (Kriterien und Techniken biologischer Erkenntnissammlung) und metakognitive Kennntnis (Bewusstsein über Wissen und Wissen von dem eigenen Erkennen). In Abgrenzung zur Zustandsbeschreibung der alten Kategorien mit Substantiven werden unter Berücksichtigung des Prozesses des Lernens die Kategorien des Wissens in der neuen Taxonomie mit Verben beschrieben. Außerdem sind die beiden letzten, in zunehmender Komplexität geordneten Kategorien in ihrer Reihenfolge vertauscht. Die Taxonomie der kognitiven Dimension lautet nun: Erinnern, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Werten, Erschaffen (KRATHWOHL 2002).

### **1.2 Emotion**

Die Taxonomie der affektiven Dimension ist nach dem zunehmenden Grad der Internalisierung, also der Eingliederung in das persönliche Wertesystem, geordnet (MOSTLER et al. 1985). Damit ergeben sich folgende Kategorien: Aufmerksam werden, Reagieren, Bewerten, Einordnen und dem Bestimmtheit

durch Werte (KRATHWOHL et al. 1964). Damit ist eine Ebene erreicht, die als nicht nur affektive Komponente Aspekte der Wertorientierung und ethischen Beurteilungsfähigkeit betrifft.

### **1.3 Psychomotorik**

Bei der motorischen Komponente wird nach dem Grad der erforderlichen Koordination, also der Automatisierung, hierarchisiert. Dabei gilt es, den sachgemäßen manuellen Umgang mit biologischem Material zunächst zu imitieren, zu manipulieren und zu präzisieren (ESCHENHAGEN et al. 1998). Dies geschieht zum Beispiel im Biologieunterricht bei der Vorbereitung von Untersuchungen zum Mikroskopieren, Präparieren oder Sezieren sowie beim Halten von Pflanzen und Tieren. Schließlich geht es um die Fähigkeit zur Handlungsgliederung, dem Automatisieren bzw. Interiorisieren (HARROW 1972).

### **1.4 Was soll gemessen werden?**

Unentbehrliche Voraussetzung fachdidaktischer Forschung ist es, dass Klarheit in der Bedeutung der zu untersuchenden Faktoren besteht. Es muss also deutlich werden, ob zum Beispiel Wissen, Vorstellungen, Einstellungen, Interessen oder Phantasien erhoben werden sollen. Spätestens in der Ausschärfung der Fragestellungen zu Hypothesen muss der Forscher die Aspekte präzise herausstellen, die er zu untersuchen beabsichtigt.

Der biologiedidaktische Forscher muss sich nach der Auswahl eines konkreten Untersuchungsgegenstandes über die mit diesem Inhalt angestrebten Ziele bei der Vermittlung und dem Erwerb von Biologie im Klaren sein. Je nach ausgewählter Dimension der Ziele ergeben sich unterschiedliche Probleme bei der Operationalisierung, also der präzisen Beschreibung eines beobachtbaren und damit messbaren Lernerverhaltens in Bezug auf die zu untersuchenden Faktoren. Dabei müssen Gegenstände und Situationen bezeichnet werden, auf die sich das Verhalten bezieht. Schließlich müssen Beurteilungsmaßstäbe angegeben werden, nach denen das Verhalten als erfüllt bzw. nicht erfüllt eingestuft werden kann (MAGER 1974). Beachtet werden muss außerdem, in welchem theoretischen Zusammenhang die zu erhebenden Faktoren stehen, um alle bedeutsamen Parameter zu berücksichtigen.

### **1.5 Grundsatzfragen empirischer Forschung**

Mit der Möglichkeit, bestimmte beobachtbare Verhalten zu messen, stellt sich die Frage nach dem Wert empirischer Untersuchungen für die Verbesserung des Biologieunterrichts. Bereits vor 20 Jahren wurde dies unter deutschen Bio-

logiedidaktikern diskutiert (KATTMANN 1983). Die 1983 aufgeworfenen Grundsatzfragen mündeten in einer deutlicher theoretisch fundierten biologiedidaktischen Forschung.

Auch 20 Jahre später, in der Konsolidierungsphase deutscher, biologiedidaktischer Forschungsinitiativen, lassen sich die Grundsatzfragen nach dem WAS, WARUM und WIE biologiedidaktischer Forschung aufwerfen (BAYRHUBER & BRINKMAN 1998). Dabei geht es in der biologiedidaktischen Grundlagenforschung im Wesentlichen um das WAS und WARUM, d.h. die Beantwortung der Frage nach den Beziehungen, Gesetzmäßigkeiten und Theorien der beim Lehren und Lernen in Beziehung stehenden Faktoren (Box 1). Grundlagenforschung, die sich mit dieser Frage befasst, versucht eine Erklärung für das von einer Theorie postulierte Beziehungsgefüge zu finden. Dabei werden Annahmen, Regeln und Theorien über das Lehren und Lernen von Biologie entwickelt und fortlaufend angepasst.

Eine andere Sichtweise kommt aus der Praxis. Sie fordert die Beantwortung des WIE. Die technische Umsetzung der theoretischen Kenntnisse und Beziehungen ist der Blickwinkel der Praktiker. Sie wünschen möglichst schnell eine Hilfe in konkreten Unterrichtssituationen (Box 1). Hierzu kann die Entwicklung von Lernangeboten auf der Basis von Grundlagenforschung Antworten geben und Unterstützung bieten.

### ***Biologiedidaktische Forschungsfragen***

#### **WAS?**

*Fragen zu dem Inhalt und der Struktur eines Gegenstandsbereiches und zu den Faktoren, die auf diesen wirken*

#### **WARUM?**

*Fragen nach den Beziehungen, Gesetzmäßigkeiten und Theorien zu den Faktoren, die auf den Gegenstandsbereich wirken und ihm innewohnen*

#### **WIE?**

*Fragen nach der Anwendbarkeit, dem praktischen Nutzen und der Kontrolle der Faktoren in der Praxis*

**Box 1:** Die drei grundsätzlichen Forschungsfragen.

## **2 Forschung und Entwicklung – Ergänzung oder Widerspruch?**

In der groben Zweiteilung der zu bearbeitenden Forschungsfragen, nach den eher grundsätzlich ausgerichteten Untersuchungen zum WAS und WARUM und den eher praktisch orientierten Ansätzen zum WIE, wird deutlich, dass

Biologiedidaktik zwei wesentliche Arbeitsfelder besitzt: Grundlagenforschung, die eine Theorie entwickelt oder verändert, und Interventions- und Evaluationsforschung, die Entwicklungen optimiert und überprüft. In diesem Sinne wären Entwicklungsarbeiten und ihre theoretisch fundierte Überprüfung als biologiedidaktische Forschung einzustufen.

Auf der Tagung 2003 in Berlin der Sektion Biologiedidaktik im Verband Deutscher Biologen werden in fünf Symposien Forschungsarbeiten vorgestellt. Diese beinhalten unter dem Symposiumstitel „Medien und Entwicklungsarbeiten im Biologieunterricht“ auch solche Entwicklungsarbeiten, die als Forschungsarbeiten aufgefasst werden können. Im Symposium „Best Practice“ hingegen geht es um Entwicklungen für die Schulpraxis, die die Kriterien von Forschungsarbeiten nicht erfüllen (BAUER et al. 2003). Gleichwohl können entsprechende Arbeiten einen wichtigen Beitrag in der Biologiedidaktik leisten, wenn sie Anregungen und Impuls für didaktische Forschung bedeuten. Biologiedidaktiker selbst unterscheiden also zwischen fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit (vgl. BAYRHUBER et al. 2001). Hieraus leitet sich die Frage ab, wann aus der Entwicklung von Angeboten oder praktischen Unterrichtsvorschlägen für die Praxis biologiedidaktische Forschung wird?

Tatsache ist, dass Biologiedidaktiker eine Menge plausibler Lernangebote für die Vermittlung von Biologie entwickelt haben. Diese Entwicklungsarbeiten sind beispielsweise in den biologiedidaktischen Zeitschriften<sup>1</sup> oder Handbüchern (ESCHENHAGEN, KATTMANN & RODI 1989-1999) veröffentlicht und stehen dem Lehrer zum Einsatz für die Lehre bereit. Mit allen vorliegenden Veröffentlichungen dürfte mittlerweile wohl zu jeder Stunde des Biologieunterrichts von der 1. bis zur 13. Klasse ein passendes Lernangebot bestehen. Allerdings haben diese Vorschläge nicht zu befriedigenden Ergebnissen bei TIMSS<sup>2</sup> (BAUMERT et al. 1997) und PISA<sup>3</sup> (BAUMERT et al. 2001) führen können. Dies lässt allerdings nur bedingt den Schluss zu, dass die veröffentlichten Lernangebote für den Biologieunterricht weniger als erhofft taugen. Denkbar ist auch, dass sich Lehrer dieser Anregungen nicht entsprechend bedienen.

Viele dieser auf Evidenz basierten Entwicklungsarbeiten sind nicht unter dem Anspruch veröffentlicht worden, biologiedidaktische Forschungskriterien zu erfüllen. Damit stellen sich einige Fragen: Welches sind die Kriterien für

---

<sup>1</sup> Unterricht Biologie, Friedrich Verlag, 291 Hefte; Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule, Aulis Verlag, 53 Jahrgänge, Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, Ferd. Dümmler<sup>3</sup> Verlag, 57 Jahrgänge

<sup>2</sup> Third International Mathematics and Science Study

<sup>3</sup> Programme for International Student Assessment

biologiedidaktische Forschung? Wann kann eine entsprechende (Entwicklungsarbeit) als Forschung eingestuft werden? Welche biologiedidaktischen Forschungsansätze gibt es im Zusammenhang mit Entwicklungsarbeiten?

Zur genaueren Unterscheidung werden im Folgenden biologiedidaktische Forschungsansätze in Grundlagenlagenforschung und in Interventions- und Evaluationsforschung eingeteilt. Beide Forschungsbereiche knüpfen an Verfahren der Pädagogik, Soziologie, Psychologie sowie Pädagogischen Psychologie an und sollten aufeinander aufbauen.

## 2.1 Biologiedidaktische Grundlagenforschung

Biologiedidaktische Grundlagenforschung versucht, Faktoren zu identifizieren und zu charakterisieren, die das Lernen von Biologie sowie das Interesse oder die Motivation an Biologie beeinflussen. Dabei ist es genuines Merkmal von Grundlagenforschung, Wissen über lernrelevante Faktoren zu generieren und Erklärungsmuster zu konstruieren, in denen Ursachen und Wirkungen der im Beziehungsnetz stehenden Faktoren beschrieben werden. Schließlich geht es bei Grundlagenforschung um die Entwicklung, Überprüfung oder Erweiterung wissenschaftlicher Theorien. Eine wissenschaftliche Theorie stellt ein schlüssiges Annahmengenüge über Ursachen und Wirkungen eines Sachverhaltes oder Phänomens dar. Dies kann durch wissenschaftliche Theorien beschrieben, erklärt oder sogar vorausgesagt werden. Die abgeleiteten theoretischen Modelle werden dann in konkrete Handlungsanweisungen zur praktischen Umsetzung der wissenschaftlichen Theorien fortentwickelt (BORTZ & DÖRING 2002, 105).

Grundlagenforschung zielt nicht unmittelbar auf ein schulisch verwendbares Produkt. Es geht generell weniger um den direkten Nutzen oder den funktionalen Wert der Forschungsergebnisse für die Praxis. Vielmehr geht es beim Generieren von Hintergrundwissen zum einen darum, die für den jeweiligen Gegenstand relevanten Einzelfaktoren aufzudecken. Zum anderen sollen mögliche Zusammenhänge dieser Faktoren konstruiert werden (BORTZ & DÖRING 2002, 103).

Die Didaktische Rekonstruktion (KATTMANN et al. 1997) beispielsweise bietet einen Rahmen für fachdidaktische Grundlagenforschung. Sie ist charakterisiert durch drei eng aufeinander bezogene und in Wechselwirkung stehende Teile eines Systems. Das fachdidaktische Triplet besteht aus den Elementen der fachlichen Klärung, dem Erfassen von Schülervorstellungen sowie der didaktischen Strukturierung. Dabei handelt es sich um hermeneutisch-analytische, empirische und konstruktive Forschungsschritte. Insbesondere das konstruktive Modul, die didaktische Strukturierung, eröffnet eine Perspektive

für die Praxis. In Vermittlungsabsicht wird ein Verfahren vorgeschlagen, wie aus den gleichwertigen Quellen der fachlichen Klärung und den Schülervorstellungen konkrete Unterrichtselemente entwickelt werden können (GROPENGIEBER 2001).

Grundlagenforschung ist eine Voraussetzung dafür, die Einflussnahme beim Lehren und Lernen von Biologie zu identifizieren. In der Biologiedidaktik wird mit der Grundlagenforschung zum Beispiel versucht, Vorstellungen über Biologie (GROPENGIEBER 2001) oder die Genese von Interesse an Biologie (VOGT 2000) zu verstehen. Es geht um den Erwerb von kognitiven Merkmalen sowie allgemeinen Kompetenzen. Forschungsfragen zu affektiven und psychomotorischen Merkmalen untersuchen Einstellungen, Arbeitshaltung, Lernfähigkeit, soziale Kompetenz, Motivation und Interesse. Die Forschungsintention bezieht sich auf das Lernen und Behalten, auf die allgemeinen und speziellen Lehrziele des Faches, auf das Lernklima und die Zufriedenheit, die Interessen und die Motivation der Lerner. Biologiedidaktische Grundlagenforschung behandelt daher auch die Lernvoraussetzungen, Vorstellungen und das Wissen, das Begriffslernen und die Interessen in Bezug auf Biologie. In den benannten Forschungsfeldern der Biologiedidaktik, wie der Interessenforschung (VOGT 2000), der Ermittlung von Lernerperspektiven (FRERICHS 1999, GROPENGIEBER 2001, BRINSCHWITZ 2002) im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (KATTMANN et al. 1997) aber auch der Curriculumforschung (KATTMANN & ISENSEE 1977) werden die Bedingungen für biologisches Lernen untersucht und Theorien bzw. Vorschläge, auf deren Grundlage Lernangebote basieren können, entwickelt.

## **2.2 Entwicklungsarbeiten – Zu Recht in der Kritik?**

Vielen Entwicklungen von Lernangeboten liegt keine explizit formulierte Theorie zugrunde. Sie basieren nur auf plausiblen Annahmen. Häufig werden diese Entwicklungen, die auf der Basis subjektiver Eindrücke entstanden sind, nach individuellen Kriterien einzelner, seltener mehrerer Lehrpersonen evaluiert.

So geprüfte Lernangebote halten wissenschaftlichen Forschungskriterien nach Objektivität, Validität und Reliabilität nicht stand. Es bedarf somit eines Forschungsrahmens, in dem sich diese Entwicklungsarbeiten einbetten lassen. Tabelle 1 zeigt einige biologiedidaktische Arbeiten, die auf der Basis von Grundlagenforschung stehen. In den verschiedensten Forschungsfeldern wurden Untersuchungen durchgeführt, die Kriterien biologiedidaktischer Entwicklungsforschung erfüllen. Im Folgenden sollen die Komponenten eines for-

schungslogischen Ablaufs Entwicklungsorientierter Evaluationsforschung charakterisiert werden.

<b>Grundlagenforschung</b> (Basis einer Entwicklung)	<b>Entwicklungsarbeiten</b> (Entwicklung für die Praxis)	<b>Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung</b> (Forschung in der Praxis)
<b>Beispiele</b>		
Forschung im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion KATTMANN et al. (1997)	Didaktisch strukturierte Lernangebote	Lernen mit didaktisch strukturierten Lernangeboten BRINSCHWITZ (2003)
Interessenforschung VOGT (2000)	Biologische Arbeitsweisen	Wirkung biologischer Arbeitsweisen im Unterricht auf das Interesse VOGT et al. (1999)
Medienforschung NERDEL et al. (2002)	Softwareentwicklung KRÜGER (2002a)	Lernen mit dem Computer im Biologieunterricht KRÜGER (2002b), KRÜGER (2002c)
Begriffsforschung GRAF (1989)	Schulbuchentwicklung HEDEWIG & WENNING (2002)	Verstehen von Texten im Biologieunterricht
Curriculumentwicklung KLIEME et al. (2003)	Experimente im Biologieunterricht GROPENGIEBER & KRÜGER (in Druck)	Vermittlung wissenschaftspropädeutischer Aspekte im Biologieunterricht

**Tab. 1:** Beispiele für Entwicklungen auf der Basis biomedizinischer Grundlagenforschung mit den korrespondierenden Perspektiven Entwicklungsorientierter Evaluationsforschung.

### 3 Komponenten Entwicklungsorientierter Evaluationsforschung

Ein Bereich von Entwicklungsforschung ist Interventionsforschung, die auf der Basis wissenschaftlicher Theorien Handlungsanweisungen für die praktische Umsetzung entwickelt (BORTZ & DÖRING 2002). Es geht also um eine erste Auswahl und Entwicklung von Lernangeboten. In seiner Dissertation im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion hat GROPENGIEBER (2001) neben der Ermittlung von Schülervorstellungen auch Vorschläge zur Umsetzung der Erkenntnisse im Unterricht entwickelt. Die in dieser letzten Komponente geleistete Arbeit war Interventionsforschung.

Einen Schritt weiter geht die Evaluationsforschung. Hierbei kommt es zur systematischen Anwendung empirischer Forschungsmethoden zur Bewertung eines Konzeptes, des Untersuchungsplans, der Implementierung und der Wirksamkeit des Lernangebotes (ROSSI et al. 1988). Mit der didaktischen Strukturierung, wie sie BRINSCHWITZ (2003) im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion anwendet, wird mit der Entwicklung von Interventionen und der qualitativen Lernprozessbeobachtung beim Vermitteln von Zellbiologie ein neuer Schritt hin zur Evaluationsforschung beschrritten. Zusammengefasst wird



aus Interventions- und Evaluationsforschung somit Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung. Sie stellt einen Forschungsrahmen zur Verfügung für die theoretisch fundierte Entwicklung eines Lernangebotes, seine Optimierung und die empirisch abgesicherte Überprüfung der Wirkung. Das erwartete Ergebnis Entwicklungsorientierter Evaluationsstudien lässt sich einfach zusammenfassen: Das Lernangebot ist erfolgreich und sollte beibehalten werden oder es stellt sich als unzureichend dar und muss aufgegeben werden. Damit identifiziert Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung den Erfolg oder Misserfolg eines Lernangebotes.

Die wesentliche Frage ist nun, wie der Rahmen aussieht, in dem Entwicklungsorientierte Forschung sich einordnen lässt. Welcher Komponenten bedarf es, um Entwicklungsforschung auf wissenschaftlichem Niveau zu betreiben?

### **3.1 Der Gegenstandsbereich der Untersuchung**

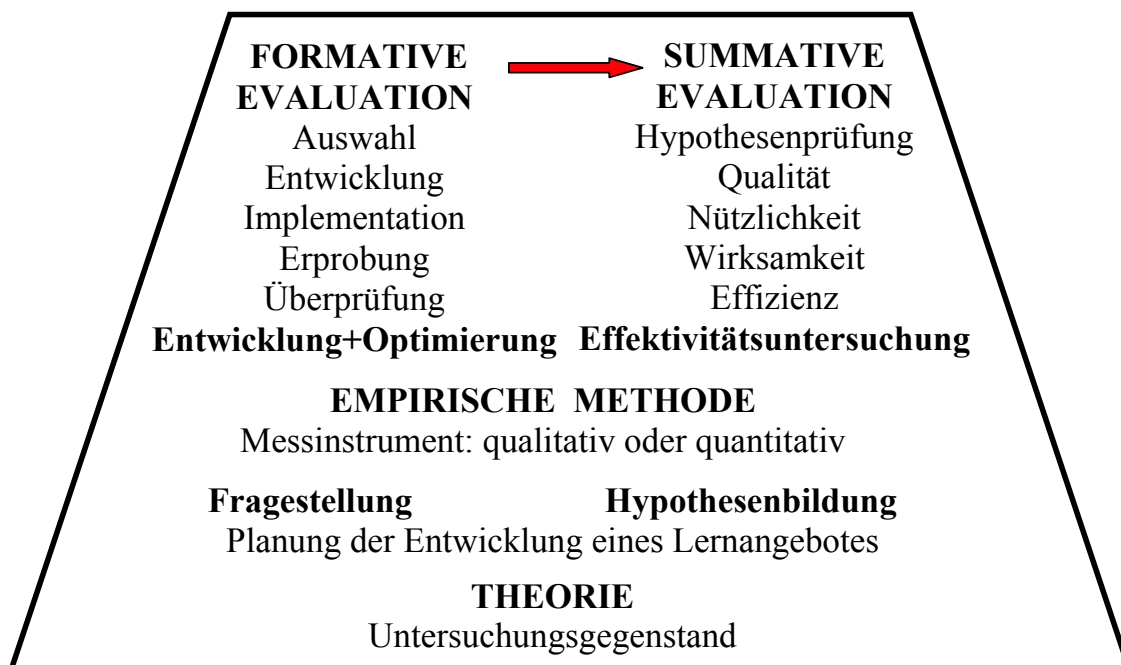
Grundsätzlich beginnt jede Forschung mit einem Untersuchungsgegenstand, der aus eigener Neugier oder besonderem Interesse entdeckt werden will oder bei einem Bedarf oder Zwang einer Untersuchung zugeführt werden sollte (Box 2). Um mit der Entwicklung eines Lernangebots, einer Maßnahme oder Intervention einen individuell oder gesellschaftlich identifizierten Bedarf zu decken, müssen Faktoren identifiziert werden, die sich operationalisieren lassen und es damit ermöglichen, den Wert der Entwicklung zu bestimmen.

### **3.2 Die theoretische Grundlage der Untersuchung**

Sind erst einmal Untersuchungsfaktoren identifiziert, wird es notwendig, die Beziehungen der zu untersuchenden Faktoren zu beschreiben, ihre Abhängigkeiten oder gegenseitigen Beeinflussungen zu kennen und gegebenenfalls weitere relevante Faktoren in die Untersuchung mit einzubeziehen. Ein solches Beziehungsnetz verschiedener Faktoren ist eine Theorie. Eine Theorie stellt also ein Hypothesensystem dar, das durch wiederholte und aus diversen Richtungen abgesicherte Ergebnisse der Grundlagenforschung bestätigt und damit als vertrauensvoll gelten kann. Diese hypothetische Rahmenkonzeption muss in sich und sollte gegenüber anderen Theorien widerspruchsfrei sein. Sie muss nachprüfbar sein, Probleme lösen, Beobachtungen erklären und eine Voraussagekraft besitzen.

In der Entwicklungsorientierten Evaluationsforschung werden Theorien für zwei verschiedene Bereiche benötigt, einerseits für Aspekte im unmittelbaren Zusammenhang mit der Konzeption und Optimierung der Entwicklung, andererseits bei der Evaluation der Entwicklung im Einsatz (Box 2). Die Theorie

liefert also zum einen die Basis, mit der es gelingen kann, bereits bei der Planung der Entwicklung eines Lernangebots alle relevanten Entwicklungsaspekte zu berücksichtigen. Zum anderen werden die Fragestellungen zu den Problemen, die mit der Entwicklung gelöst werden sollen, im Einklang mit einer dazu passenden Theorie entwickelt. Dabei wird sich die Absicht des zu entwickelnden Lernangebots verdichten. Grundsätzlich macht eine Fragestellung dann Forschung notwendig, wenn für die Lösung des Problems nicht unmittelbar und plausibel ein Vorschlag bekannt ist, mit dessen Hilfe das erfragte Ziel schnell erreicht werden kann.



**Box 2:** Komponenten entwicklungsorientierter Evaluationsforschung.

In der Umsetzung der Fragestellungen in Hypothesen wird ein Erklärungszusammenhang gesucht, der eine wissenschaftlich begründete Vermutung über eine Antwort auf die Frage enthält. Dies geschieht in einem neuen Forschungsfeld meist in Anlehnung an bekannte Sachverhalte und Theorien, also durch Vergleich und gegebenenfalls entsprechender Ableitung so, dass mit der Hypothese die bekannten Sachverhalte hinreichend gut beschrieben werden (Box 2).

### 3.3 Die Operationalisierung

Wesentliche Voraussetzung zum Bewerten eines Lernangebotes ist die Operationalisierung der in den Hypothesen beschriebenen Faktoren. Dabei ist es häufig notwendig, die zu untersuchenden Faktoren (Variablen, Phänomene) in repräsentative Ersatzgrößen (Eigenschaften, Indikatoren) auf zu splitten. Die Güte des Zusammenhangs zwischen den Ersatzgrößen, also den messbaren Größen einer Variablen, macht den Wert der Untersuchung aus. Prämisse einer Forschungsuntersuchung ist, dass sie exakt, gehaltvoll, überprüfbar und wiederholbar ist. Reproduzierbarkeit und Generalisierbarkeit der Ergebnisse sind Voraussetzungen, um Aussagen aus den Ergebnissen ziehen zu können. Dabei gilt es, die drei Hauptgütekriterien, aber auch die Nebengütekriterien zu erfüllen (Box 3).

<b>Hauptgütekriterien</b>	
<b>Objektivität</b>	Unabhängigkeit z.B. vom Versuchsleiter bei der Durchführung, Auswertung und Interpretation
<b>Reliabilität</b>	Zuverlässigkeit, Grad der Genauigkeit, mit der gemessen wird (Testwiederholung, Paralleltest)
<b>Validität</b>	Gültigkeit, Grad der Genauigkeit, mit der das gemessen wird, was gemessen werden soll
<b>Nebengütekriterien</b>	
<b>Normierung</b>	Ergebnisse verschiedener Tests sind miteinander vergleichbar, es existiert ein Bezugssystem für das individuelle Testergebnis
<b>Vergleichbarkeit</b>	Es existieren Parallelförmige oder andere validitätsähnliche Tests
<b>Ökonomie</b>	kurze Durchführung, einfache Handhabung, schnelle und bequeme Auswertung
<b>Nützlichkeit</b>	Erhebung relevanter Merkmale mit praktischem Klärungsbedürfnis bzw. theoretischem Interesse

Box 3: Gütekriterien Entwicklungsorientierter Forschung (BORTZ & DÖRING 2003).

### 3.4 Qualitative oder quantitative Forschung?

Eine Komponente Entwicklungsorientierter Evaluationsforschung ist Empirie (Box 2). Empirie meint die Gesamtheit aller sich auf unmittelbare Wahrnehmung gründenden Verfahren (Beobachtungen) zur Erlangung von Daten. Eine Beobachtung wird dann als wissenschaftliche Methode angesehen, wenn sie

- einem bestimmten Forschungszweck dient, also innerhalb eines theoretischen Bezugssystems vollzogen wird, zweckgerichtet und zusammenhängend durchgeführt wird;
- systematisch geplant und nicht dem Zufall überlassen wird;
- wenn sie ebenso systematisch aufgezeichnet und

- wenn sie grundsätzlich wiederholten Kontrollen hinsichtlich der Gültigkeit und Genauigkeit unterworfen werden kann (ATTESLANDER 2003).

Bei der Entscheidung, ob qualitativ oder quantitativ vorgegangen werden soll, sollte beachtet werden, dass sich bei biologiedidaktischer Forschung quantitative und qualitative Phasen abwechseln können. Dabei sei trotz des folgenden Versuchs, Kriterien quantitativer und qualitativer Forschung hervorzuheben, darauf verwiesen, dass es sich eher um „Etiketten für häufig nicht explizierte methodologische und forschungspraktische Grundpositionen“ (WOLF 1995, 313) handelt als um trennscharfe Forschungsansätze. In jedem Fall beginnt Forschung mit einer qualitativen Analyse bei der Entwicklung der Fragestellung, der Begriffs- und Kategorienfindung sowie der Auswahl des Analyseinstrumentariums. Erst mit der Anwendung eines bestimmten Analyseinstrumentariums – je nach dem Gegenstand und Ziel der Untersuchungsfragen – fällt die Entscheidung zwischen qualitativer oder quantitativer Forschung. Jede Forschung endet mit einer qualitativen Analyse durch den Rückbezug der Ergebnisse auf die Fragestellung und der abschließenden Interpretation (MAYRING 2003).

Kriterium	Qualitative Forschung	Quantitative Forschung		
<i>Begriffsform</i>	Klasseneinteilung	Zahlbegriffe und deren In-Beziehung-Setzen		
<i>Messniveau</i>	1. Nominalskala	2. Ordinalskala	3. Intervallskala	4. Verhältnisskala
	Die Ausprägungen der Variablen schließen sich logisch aus.			
<i>Eigenschaften der Variablen</i>	Sie sind gleich oder verschieden. Es gilt die Gleichheits- und Ungleichheitsrelation.	Sie lassen sich in eine Rangordnung bringen. Es gilt die Ordnungsrelation. Ein Wert ist kleiner als der andere.	Sie lassen sich in eine Rangordnung bringen. Die Unterschiede sind gleich groß, die Intervalle sind gleich (Äquidistanz). Verdopplung geht nicht.	Sie lassen sich in eine Rangordnung bringen. Die Unterschiede und Verhältnisse sind gleich groß. Es gibt einen absoluten Nullpunkt.
<i>Beispiele</i>	<i>Geschlecht, Tierstamm</i>	<i>Schulbildung, Interesse, Motivation</i>	<i>Temperatur (Celsius), Intelligenzquotient</i>	<i>Temperatur (Kelvin), Länge, Gewicht, Zeit</i>
<i>Wissenschaftsverständnis</i>				
<i>Verstehen – Erklären</i>	Gegenstände, Zusammenhänge und Prozesse verstehen, Orientierung am Besonderen (induktiv) und Individuum	allgemeine Prinzipien, Gesetze und gesetzmäßige Aussagen erklären, Orientierung am Allgemeinen (deduktiv)		
<i>Komplexität – Variablenisolation</i>	Komplexität eines Gegenstandes erfassen, menschliche Wirklichkeit ist vielfältig und komplex konstruiert	Zerlegung in einzelne Variablen, kausale Verknüpfungen nachweisen – möglichst frei von Nebeneffekten		
<i>Einzelfall – repräsentative Stichprobe</i>	Zufälliges Material, schwierige Verallgemeinerbarkeit	Kontrollierte Stichprobenziehung erlaubt fundierte Aussagen über Grundgesamtheit		

**Tab. 2:** Gegenüberstellung qualitativer und quantitativer Forschungskriterien (MAYRING 2003).

Beim Unterscheiden zwischen quantitativer und qualitativer Forschung müssen die vier Messskalen (Nominal-, Ordinal-, Intervall-, Verhältnisskala, Tab. 2) berücksichtigt werden. Qualitative Forschung erhebt Daten auf Nominalniveau, quantitative Forschung auf den drei anderen Messniveaus. Mit dieser Unterscheidung auf dem Niveau der Messung bzw. der Begriffsform, also bei qualitativer Forschung nach Klasseneinteilungen zu suchen und bei quantitativer Forschung nach Zählbegriffen und deren In-Beziehung-setzen, ist der Unterschied nicht erschöpft. Vielmehr wird auch nach dem unterschiedlichen Wissenschaftsverständnis unterschieden (Tab. 2): Qualitative Forschung versucht die Zusammenhänge und Prozesse zu *verstehen*, die insbesondere auch am einzelnen Subjekt auftreten, quantitative Forschung will *erklären* und allgemeine Prinzipien, Gesetze und Regeln aufstellen. Quantitativ arbeitende Forscher glauben durch das „Runter-Brechen“ der individuellen und sozialen menschlichen Komplexität in einzelne Variablen bei der Suche nach Zusammenhängen erfolgreich sein zu können. Sie meinen hiermit der Vielfältigkeit möglichst frei von Nebeneffekten begegnen zu können. Befürworter der qualitativen Methode hingegen halten gerade diese für angemessen, weil sie nur damit die menschliche Persönlichkeit, die vielschichtig und komplex strukturiert ist, in ihrer Gesamtheit erfassen können. Dabei wird der mit Einzelfallstudien arbeitenden qualitativen Forschung vorgeworfen, mit der zufälligen Auswahl von Personen fehlende Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse zu produzieren, während dem gegenüber quantitative Forschung mit kontrollierten Stichprobenziehungen dies leisten soll (Tab. 2).

### **3.4.1 Entwicklung, Optimierung und Effektivitätsuntersuchung**

Mit der Entscheidung zu einer Forschungsmethode und einem Forschungsdesign lässt sich entwicklungsorientierte Evaluationsforschung in zwei große Forschungssegmente gliedern (Box 2): Formative und summative Evaluation (SCRIVEN 1967, BORTZ & DÖRING 2003).

#### **3.4.2 Die formative Evaluation**

Der üblicherweise erste Schritt entwicklungsorientierter Evaluationsforschung betrifft die formative Evaluation (SCRIVEN 1967). Sie ist begleitende, erkundende Forschung und hat deskriptive Bedeutung, indem sie relevante Charakteristika der Entwicklung im Feldeinsatz beschreibt (Box 2). Sie hat evaluative Bedeutung, indem sie ein Werturteil vornimmt. Formative Evaluation hat außerdem diagnostische Bedeutung, indem sie nach bestimmten Kennzeichen kategorisiert. Sie dient der laufenden Kontrolle zur Entdeckung von Vorzügen

und Mängeln sowie zur Vermeidung unerwünschter Effekte und gegebenenfalls unbeabsichtigter Kosten (MASLOWSKI & VISSCHER 1999). Mit Hilfe formativer Evaluation werden Mängel versucht zu beheben, ohne ein Urteil darüber zu besitzen, woher die Mängel kommen. Ihr Ziel ist die Optimierung, die aufgrund der beobachteten Wirkungsverläufe auf der Basis von verständlichen und nützlichen Entscheidungsgrundlagen zu einer Modifizierung und Verbesserung des Lernangebotes führen. In dieser Phase der Forschung können andere Messinstrumentarien zum Einsatz kommen als in der summativen Evaluation, denn hierbei geht es insbesondere um die Beseitigung von groben und kleineren Fehlern, aber auch dem Aufspüren von Störungen und Nebeneffekten. Gleichzeitig können erkundungsmäßig Fragmente oder auch ganze Instrumentarien der summativen Evaluation zum Einsatz kommen, um auch diese Instrumentarien zu testen und erste Hinweise darüber zu erhalten, ob die Untersuchung in der geplanten und beabsichtigten Form durchzuhalten ist.

Ein Beispiel für formative Evaluation war der Schuleinsatz der Lerneinheit-Prototypen des „Lernprogramms Gentechnik“ (Krüger 2002a) im Rahmen von Staatsexamensarbeiten. Dabei ging es einerseits um die Optimierung der entwickelten Lerneinheiten, andererseits aber auch um das Testen von Items in Fragebögen für die geplante summative Evaluation.

### **3.4.3 Die summative Evaluation**

Die summative Evaluation erfolgt am Ende des Forschungsprozesses (SCRIVEN 1967). Sie ist eine hypothesenprüfende Untersuchung, die die Wirkung einer optimierten Entwicklung mit eindeutig operationalisierten Kriterien basierend auf einer Theorie zu erfassen versucht (BORTZ & DÖRING 2003). Ihr Ziel ist eine Effektivitätsaussage: Ohne Lernangebot bleiben die registrierten Veränderungen, Effekte oder Wirkungen aus. Das Lernangebot soll die Einflussgröße darstellen, die für die Ergebnisse verantwortlich ist. Mit der summativen Evaluation werden die im Zusammenhang mit der Theorie entwickelten Hypothesen auf ihren Gehalt hin untersucht (Box 2). Im Mittelpunkt ihrer Aufmerksamkeit steht nicht mehr die Optimierung der Entwicklung, sie kann aber durchaus trotzdem dazu beitragen.

#### Ein Beispiel

Als Beispiel sei die summative Evaluation des „Lernprogramms Gentechnik“ genannt, bei der es um die Effektivität der Vermittlung mit diesem Lernangebot ging (KRÜGER 2002b, KRÜGER 2002c). Dazu wurde ein Untersuchungsdesign gewählt, bei dem nur mit Hilfe des Computers Inhalte der Gentechnik vermittelt werden sollten. Dazu wurde außer mit dem „Lernprogramm Gentechnik“

zum Vergleich auch mit dem Programm „Genetik und Gentechnologie“ (FWU 1999) in drei aufeinander folgenden Doppelstunden das Interesse am computergestützten Unterricht, die emotionale Situation und das Lernen bei der Arbeit mit den beiden Computerprogrammen untersucht. Die summative Evaluation mit 257 Schülern ergab, dass der computergestützte Gentechnikunterricht durch das hohe Interesse der Schüler am Computer und am Thema Vermittlungserfolge verspricht, die hohe Erwartung an den computergestützten Unterricht bei den Jungen aus dem Interesse am Computer und bei den Mädchen aus dem Interesse am Inhalt resultierte, der Computereinsatz die Schüler emotional nicht beeinflusste und ein zufrieden stellender Lernerfolg im Bereich gentechnischer Methoden und eingeschränkt bei den Anwendungen erreicht wurde (KRÜGER 2002b, KRÜGER 2002c). Zusätzlich wurden spezielle Verbesserungsideen, die auch noch durch die summative Evaluation identifiziert werden konnten, in die marktreife Version integriert (KRÜGER 2002a).

### 3.5 Fragestellungen Entwicklungsorientierter Evaluationsforschung

Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung bearbeitet im Grunde vier unterschiedliche Fragestellungen (Box 4). Im Rahmen formativer Evaluation gilt es im ersten Schritt Planungsfragen zu klären. Dazu gehören Aspekte der Zielgruppe, den zu befriedigenden Bedürfnissen, der grundsätzlichen Entwicklungsintention und der dahinter stehenden Theorie. Im Zusammenhang mit dem Einsatz der Entwicklung müssen erwartete Wirkungen der Implementation im Voraus geschätzt und der Bedarf an Ressourcen für die Untersuchung überschlagen werden (Box 4).

<p><b>Planungsfragen</b>          Zielgruppe, Bedürfnisse, Entwicklungsintention, Theorie?          Wirkungen der Implementation?          Kosten?</p>
<p><b>Implementationsfragen</b>          Zielabweichungen?          Nebenwirkungen bei der Umsetzung der Entwicklung?</p>
<p><b>Wirkungsfragen</b>          Erreichen der intendierten Ziele?          Identifikation unerwünschter Wirkungen und intervenierende Faktoren?          Welches Lernangebot vermittelt optimal?</p>
<p><b>Kosten-Nutzen-Fragen</b>          Wirtschaftlichkeit, Effizienz, Usability?</p>

**Box 4:** Die vier Fragen Entwicklungsorientierter Evaluation (HELLSTERN & WOLLMANN 1984).

Im zweiten Schritt, ebenfalls während der formativen Evaluation, gilt es Implementationsfragen in Bezug auf Zielabweichungen beim Feldeinsatz zu beantworten und Nebenwirkungen bei der Umsetzung zu identifizieren (Box 4). Im Rahmen summativer Evaluation werden im dritten Schritt Wirkungsfragen bearbeitet, wobei zu klären ist, ob die intendierten Ziele erreicht werden und die theoretisch basierten Hypothesen bestehen bleiben können, modifiziert werden müssen oder grundsätzlich falsifiziert wurden (Box 4).

Der letzte und vierte Fragenkomplex befasst sich mit den Kosten-Nutzen Fragen. Dabei geht es um die Wirtschaftlichkeit, Effizienz und um den Gebrauchstauglichkeit der Entwicklung, die Usability (Box 3). Usability wird nach der Internationalen Organisation für Standardisierung folgendermaßen definiert: Usability eines Produktes ist das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufrieden stellend zu erreichen (ISO 9241-11:1999, Definition 3.1)<sup>4</sup>. Dabei bedeutet Effektivität die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer spezifizierte Ziele erreichen können (ISO 9241-11:1999, Definition 3.2). Effizienz beschreibt den in Relation zur Genauigkeit und Vollständigkeit eingesetzten Aufwand, mit dem Benutzer spezifizierte Ziele erreichen (ISO 9241-11:1999, Definition 3.3) und Zufriedenheit als die Freiheit von Unbequemlichkeit und eine positives Empfinden bei der Benutzung des Produkts (ISO 9241-11:1999, Definition 3.4).

## 4 Fazit

Mit den beschriebenen Schritten sollte es einer Theorie geleiteten Evaluation gelingen, fachdidaktische Entwicklungen von Lernangeboten zu bewerten. Die wissenschaftlich abgesicherte Herangehensweise dieses Forschungsrahmens darf allerdings nicht die Hoffnung wecken, dass Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung grundsätzliche und theoretisch neue Erkenntnisse über ein Lernangebot, eine Methode, ein Medium oder eine Unterrichtseinheit liefern wird. Das ist nicht ihr Anspruch. Entwicklungsorientierte Evaluationsforschung wird für die Praxis ein empirisch abgesichertes Lernangebot liefern, das einen hochwahrscheinlichen Erfolg beim Einsatz im Vermittlungsprozess verspricht.

---

<sup>4</sup> DIN EN ISO 9241-11(1999): Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten. Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (Usability)



Das ist nüchtern betrachtet viel Aufwand für ein kleines Steinchen im großen Mosaik der fachspezifischen Vermittlungsbereiche, aber ein wichtiges.

## Literatur

- ATTESLANDER, P. (2003): Methoden der empirischen Sozialforschung. 10. Aufl.. de Gruyter, Berlin.
- BAUMERT, J., E. KLIEME, M. NEUBRAND, M. PRENZEL, U. SCHIEFELE, W. SCHNEIDER, P. STANAT, K.-J. TILLMANN & M. WEIß (Deutsches PISA-Konsortium) (Hrsg.) (2001): PISA 2000: Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Leske + Budrich, Opladen.
- BAUMERT, J., R. LEHMANN, M. LEHRKE & AL. (1997): TIMSS - Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: deskriptive Befunde. Leske + Budrich, Opladen.
- BAYRHUBER, H. & F. BRINKMAN (Hrsg.) (1998): What – Why – How? Research in Didaktik of Biology Proceedings of the 1st Conference of European Researchers in Didaktik of Biology (ERIDOB), Kiel, November 26 - December 1, 1996.
- BAYRHUBER, H. et al. (2001): Biowissenschaften in Schule und Öffentlichkeit. Jubiläumstagung zum 25jährigen Bestehen der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol.
- BAUER, A. et al. (Hrsg.) (2003): Entwicklung von Wissen und Kompetenzen im Biologieunterricht. Tagungsband zur Internationalen Tagung der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol in Berlin.
- BORTZ, J. & N. DÖRING (2002): Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. 3. Aufl.. Springer Verlag
- BRINSCHWITZ, T. (2002): Lernervorstellungen von Zellen – Eine Re-Analyse der Befunde empirischer Erhebungen, 27-40. In: Vogt, H. & C. RETZLAFF-FÜRST (Hrsg.): Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Beiträge der 4. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im vdbiol in Rostock-Warnemünde
- BRINSCHWITZ, T. (in Druck): Denkpfade von Lernen mit didaktisch rekonstruierten Lernangeboten. In: VOGT, H., D. KRÜGER & U. UNTERBRUNER (Hrsg.): Erkenntnisweg Biologiedidaktik. Beiträge der 5. Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol in Salzburg. Selbstverlag, Kassel, Rostock.
- ESCHENHAGEN, D., U. KATTMANN & D. RODI (1998): Fachdidaktik Biologie. 4. Aufl.. Aulis, Köln.
- ESCHENHAGEN, D., U. KATTMANN & D. RODI (Hrsg.) (1989-1999): Handbuch des Biologieunterrichts, 8 Bände. Aulis, Köln.
- FRERICHS, V. (1999): Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion. DiZ, Oldenburg.
- FWU (1999). CD-ROM – Blick in die Forschung, Genetik und Gentechnologie. Film für Wissenschaft und Unterricht, München.
- GRAF, D. (1989): Begrifflernen im Biologieunterricht der Sekundarstufe I. Peter Lang, Frankfurt a. M..
- GROPENGIEBER, H. (2001). Didaktische Rekonstruktion des Sehens. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion. DiZ, Oldenburg.
- GROPENGIEBER, H. & D. KRÜGER (in Druck): Hautatmung beim Menschen – Einem kleinen Versuch naturwissenschaftlichen Geist einhauchen. SINUS.
- HARROW, A.J. (1972): A taxonomy of the psychomotor domain: A guide for developing behavioral objectives. David McKay, New York.
- HEDEWIG, R. & I. WENNING (2002): Fachliche Fehler in Biologieschulbüchern, MNU 55/5, 293-298.
- HELLSTERN, G.M. & H. WOLLMANN (1984): Handbuch zur Evaluierungsforschung, Band 1. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- KATTMANN, U. (1983): Wert und Unwert empirischer Untersuchungen für die Verbesserung des Biologieunterrichts. UB 7 (85), 41-43.
- KATTMANN, U., R. DUIT, H. GROPENGIEBER & M. KOMOREK (1997): Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftliche Forschung und Entwicklung. ZfDN 3 (3), 3-18.
- KATTMANN, U. & W. ISENSEE (Hrsg.) (1977): Strukturen des Biologieunterrichts, 2. Aufl.. Aulis, Köln.
- KLIEME, E., H. AVENARIUS, W. BLUM, P. DÖBRICH, H. GRUBER, M. PRENZEL, K. REISS, K. RIQUARTS, J. ROST, H.-E. TENORTH & H.J. VOLLMER (2003): Entwicklung nationaler Bildungsstandards. – Eine Expertise – [http://www.bmbf.de/pub/zur\\_entwicklung\\_nationaler\\_bildungsstandards.pdf](http://www.bmbf.de/pub/zur_entwicklung_nationaler_bildungsstandards.pdf).

- KRATHWOHL, D.R. (2002): A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice* 4 (41), 212-218.
- KRATHWOHL, D.R., B.S. BLOOM & B.B. MASIA (1964): Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals. *Handbook II: The affective domain*. David McKay, New York.
- KRÜGER, D. (Hrsg.) (2002a). CD-ROM – Lernprogramm Gentechnik. Cornelsen, Berlin.
- KRÜGER, D. (2002b). Lernen im computergestützten Gentechnikunterricht: Feldstudie zum Einsatz des Computers in der Sekundarstufe II. In: Klee, R. & H. Bayrhuber (Hrsg.): *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*, Band 1. Studienverlag, Innsbruck, 159-172.
- KRÜGER, D. (2002c): Entwicklungsorientierte Evaluation im computergestützten Gentechnikunterricht. *ZfDN* 8, 133-150.
- MAGER, R.F. (1974): *Lernziele und Unterricht*. Beltz, Weinheim.
- MASLOWSKI, R. & A.J. VISSCHER (1999): Formative Evaluation in Educational Computing Research and Development. *Journal of research on computing in education*, 2 (32), 239-255.
- MAYRING, P. (2003): *Qualitative Inhaltsanalyse, Grundlagen und Techniken*, 8. Aufl.. Beltz, Weinheim.
- MOSTLER, G., D. KRUMMWIEDE & G. MEYER (1985): *Methodik und Didaktik des Biologieunterrichts*. 2. Aufl.. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- NERDEL, C., H. PRECHTL & H. BAYERHUBER (2002). Wirkung computergestützter interaktiver Animationen auf das Verständnis von Konzepten komplexer biologischer Prozesse am Beispiel der Atmungskette. In: Klee, R. & H. Bayrhuber (Hrsg.): *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik*, Band 1. Studienverlag, Innsbruck, 173-185.
- ROSSI, P.H., H.E. FREEMAN & G. HOFMANN (1988): *Programm-Evaluation – Einführung in die Methoden angewandter Sozialforschung*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag
- SCRIVEN, M. (1967): The methodology of evaluation. In Tayler R., R. GAGNE & M. SCRIVEN (eds.): *Perspectives of Curriculum evaluation*. AERA Monograph series on curriculum evaluation. Rand: Mc.Nally & Company.
- VOGT, H. (2000): Generierung und Promotion von biologieorientierten Interessen bei Schülern. *Habilitationschrift*, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- VOGT, H., A. UPMEIER ZU BELZEN, T. SCHRÖER & I. HOEK (1999): Unterrichtliche Aspekte im Fach Biologie, durch die Unterricht aus Schülersicht als interessant erachtet wird. *ZfDN* 5 (3), 75-85.
- WOLF, W. (1995): Qualitative versus quantitative Forschung. In: König, E. & P. Zedler (Hrsg.): *Bilanz qualitativer Forschung*. Band I: Grundlagen qualitativer Forschung. Deutscher Studien Verlag, Weinheim, 309-329.