

Killermann, Wilhelm; Rieger, Wolfgang

Unterricht mit Video oder Mikroskop? Vergleichende empirische Untersuchung zur Effizienz dieser Verfahren

Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 2 (1996) 2, S. 15-20



Quellenangabe/ Reference:

Killermann, Wilhelm; Rieger, Wolfgang: Unterricht mit Video oder Mikroskop? Vergleichende empirische Untersuchung zur Effizienz dieser Verfahren - In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften : ZfDN 2 (1996) 2, S. 15-20 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-314770 - DOI: 10.25656/01:31477

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-314770>

<https://doi.org/10.25656/01:31477>

in Kooperation mit / in cooperation with:



IPN

Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

<https://www.leibniz-ipn.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS

DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung

E-Mail: pedocs@dipf.de

Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

WILHELM KILLERMANN UND WOLFGANG RIEGER¹

Unterricht mit Video oder Mikroskop? Vergleichende Empirische Untersuchungen zur Effizienz dieser Verfahren

Zusammenfassung:

Am Thema „Zellen und ihre Bestandteile“ wurde die Effizienz zweier unterschiedlicher Unterrichtsverfahren - Arbeit mit Schülermikroskopen oder mit Videofilm - getestet; dabei ging es um den kognitiven und affektiven Bereich. In die Studie waren 30 achte Klassen der Hauptschulen im Raum Oberbayern mit insgesamt 619 Schülern einbezogen. Die Untersuchungsmethode war ein Cross-Verfahren (wechselweise Unterricht mit Mikroskop oder Video in Parallelklassen); zur Evaluation dienten schriftliche Tests und kurze Schülerbefragungen. Wichtige Teilergebnisse waren u.a.: Der Unterricht mit Mikroskopieren brachte einen signifikant höheren Behaltenserfolg als das Videoverfahren. - Über 75% aller Schüler bevorzugten in freier Wahl das Mikroskopieren; dabei nannten sie insbesondere die Selbsttätigkeit als Wahlmotiv. Weitere Teilresultate werden referiert. Als Forderung für den Biologieunterricht ergibt sich daraus, die Schüler bei geeigneten Themen selbst mikroskopieren zu lassen und die modernen Videoverfahren bleibt ergänzend einzusetzen.

Abstract:

Two different teaching models - using either microscopes or video films - are compared, and their effectiveness in both cognitive and affective terms is analysed. The subject of the lessons in this study was an introduction into cells and their parts. In this study 619 students from the 8th grade of the Bavarian „Hauptschule“ were involved. A cross-design was used, each of two classes alternately having a lesson with microscopes or videofilm. The results were measured by means of written tests and by asking the students orally. The method based on using microscopes resulted in a significant higher level of knowledge. 75% of all students preferred lessons with microscopes rather than with videos. They explained their choice especially by the possibility of doing activities for themselves. As a consequence in biology lessons greater importance ought to be placed on practical biological work with microscopes. Modern videos should rather be used additionally.

1. Aufgabenstellung

Das Arbeiten mit Schülermikroskopen wird sowohl in didaktischen Veröffentlichungen wie auch in Lehrplänen immer wieder gefordert. Theoretischer Anspruch und Praxis des Schulalltags klaffen jedoch weit auseinander. Schülerübungen mit dem Mikroskop werden in vielen Schulen, wenn überhaupt, nur gelegentlich durchgeführt. Gründe sind einerseits mangelnde Ausstattung der Schulen, andererseits grundsätzliche Erwägungen, etwa ob der höhere Aufwand an Zeit und Vorbereitungsarbeiten auch wirklich zu einem entsprechenden Erfolg führt. Dazu ist offensichtlich eine eher skeptische Einstellung verbreitet. So wei-

sen Studien zur Frage, inwieweit im Biologieunterricht tatsächlich experimentelle Verfahren angewandt werden, auf erhebliche Defizite hin, insbesondere auch bezüglich des Mikroskopierens (vgl. z. B. Düppers 1975; Löwe, B., Weigelt, Ch. und Dhingrer, R. 1990; Weigelt, Ch. und Grabinski, E. 1992). In den meisten Lehrplänen wird ausdrücklich gefordert, daß den Schülern die Biologie als Wissenschaft mit ihren spezifischen Fragestellungen und Methoden erschlossen werden soll.

Betrachtet man unter diesem Aspekt biologische Arbeitsweisen im Hinblick auf altersgemäße Möglichkeiten der selbständigen Naturerkundung, so wird deutlich, daß das

¹ Wolfgang Rieger führte diese Untersuchungen mit sehr großem persönlichem Engagement durch. Er verstarb kurz nach erfolgreich abgeschlossener Dissertation; der Beitrag ist seinem Andenken gewidmet.

Mikroskopieren für das Verständnis und die Wertschätzung des Faches Biologie erhebliche Bedeutung haben könnte.

Ausgangspunkt für unsere Untersuchung war deshalb die Frage, ob und in welcher Hinsicht ein Unterricht, in dessen Mittelpunkt das Mikroskopieren steht, den Lernerfolg und die Motivation beeinflussen kann.

Zur Klärung dieses Problems wird das mikroskopierende Verfahren mit einem Unterricht verglichen, der in Lerninhalten und Feinzielen möglichst identisch ist, sich aber in einem wesentlichen, die gesamte Lernsequenz prägenden Aspekt unterscheidet: die Visualisierung erfolgt im ersten Fall durch das Arbeiten mit dem Mikroskop, im zweiten durch entsprechende Bildsequenzen im Medium Film. Bei der Überprüfung auf breiter empirischer Basis ging es um den Erfolg des jeweiligen Verfahrens im kognitiven Bereich, aber auch um die affektive Komponente, also insgesamt um die Frage: Erweist sich das Mikroskopieren oder der Videoeinsatz als das effizientere Unterrichtsverfahren?

2. Durchführung der Untersuchung

Die Untersuchung wurde in achten Jahrgangsstufen an Hauptschulen Bayerns durchgeführt, also an vierzehn- bis fünfzehnjährigen Schülern. Der Lehrplan sieht für diese Jahrgangsstufe „Einzellige Lebewesen - Aufbau von Pflanzen und Tieren aus Zellen“ vor. In eine Voruntersuchung wurden zwölf Klassen mit 175 Schülern einbezogen, in die folgende Hauptuntersuchung 30 Klassen mit 619 Schülern. Die Testschulen waren über ganz Oberbayern verstreut. Ihr Einzugsgebiet wies recht unterschiedliche Sozialstrukturen auf - von der großstädtischen Industriegegend bis zu mehr agrarisch geprägten Kleinstädten. Die Voruntersuchung diente der Bewältigung organisatorischer Schwierigkeiten, der genaueren Wahl des konkurrierenden Unterrichtsverfahrens, der Erprobung der Tests sowie der Formulierung einzelner Untersuchungshypothesen. Dabei zeigte sich u.a., daß das statische Mikrodia die Schüler viel weniger motivierte als der Videofilm. So fiel die Wahl auf

das Videoverfahren, das in Konkurrenz zum Mikroskopieren vergleichend getestet werden sollte. Einzelbeobachtungen von Schülerinnen und Schülern erweckten den Eindruck, daß die Mädchen bei der Handhabung des Mikroskops eher Schwierigkeiten hatten als die Buben.

Für die Hauptuntersuchung im darauffolgenden Schuljahr wurden folgende Hypothesen formuliert:

1. Die Behaltensleistung der Schüler beim mikroskopierenden Verfahren ist größer als beim Videoverfahren.
2. Die Leistung der Mädchen beim Mikroskopieren ist geringer als die der Buben.
3. Die Leistung der Schüler, die sich in freier Wahl für das Mikroskopieren entschieden haben, (= Mikroskopwähler) ist besser als die Leistung der Schüler, die sich für das Videoverfahren entschieden haben (= Videowähler).
4. Im Entscheidungstest wählen mehr Schüler das mikroskopierende Verfahren als das Videoverfahren.
5. Die positiven emotionalen Äußerungen für das mikroskopierende Verfahren überwiegen gegenüber den positiven emotionalen Äußerungen für das Videoverfahren.

Als Thema der Unterrichtseinheit wurde „Zellen und ihre Bestandteile“ gewählt; Teilthemen aufeinanderfolgender Stunden waren die Pflanzenzelle und die Tierzelle. Die Teststunden wurden so konzipiert, daß sie in Zielen und Inhalten jeweils identisch waren; nur das methodische Vorgehen zur Visualisierung erfolgte auf unterschiedliche Weise, entweder mit Hilfe des Schülermikroskops oder durch einen Videofilm. Die Stoffsicherung geschah verbal sowie durch Schülerzeichnungen, Tafelskizzen und Ausfüllen eines Arbeitsblattes. Letzteres wurde am Stundenende eingesammelt, denn im Test nach einer Woche sollte nicht der Fleiß der Schüler, sondern allein die Behaltenseffizienz des Verfahrens gemessen werden. Der Zeitaufwand war bei beiden Verfahren etwa gleich.

Das Thema „Pflanzenzelle“ wurde mikroskopisch mit Hilfe zweier Frischpräparate (Elo-dea, Zwiebelhäutchen) und zweier Dauer-

präparate erarbeitet, für das Thema Tierzelle standen lebende Amöben und drei Dauerpräparate zur Verfügung. Das häufig für unterrichtliche Zwecke empfohlene Pantoffeltierchen (*Paramecium*) wurde bewußt nicht gewählt, und zwar wegen seiner komplexeren Strukturen und der Schwierigkeit, die Tierchen für das Beobachten ruhig zu stellen. Demgegenüber konnten die lebenden Amöben - jeder Schüler erhielt mehrere Exemplare - in Muße betrachtet und ihre Fortpflanzung sowie die Tätigkeit einzelner Organellen (z. B. kontraktile Vakuole) ohne Schwierigkeiten beobachtet werden.

Das konkurrierende Unterrichtsverfahren bediente sich zweier Videofilme, die die Themen in schülergemäßer Weise darboten; es wurde jeweils ein Ausschnitt von ca. acht Minuten verwendet, einer der beiden Filme nachvertont.

Der Filmausschnitt zur Pflanzenzelle zeigte, z. T. stark vergrößert, die einzelnen Zellbestandteile und den Vorgang der Plasmolyse. Der Videofilm zum Thema Amöbe veranschaulichte die größeren Organellen des Einzellers, seine Fortbewegung, Nahrungsaufnahme und die Zellteilung (für letztere erhielten die „Mikroskopiker“ ein Dauerpräparat).

Als Untersuchungsmethode wurde ein „Cross-Verfahren“ gewählt: zwei Parallelklassen erarbeiteten Pflanzenzelle und Tierzelle wechselweise mit Mikroskopeinsatz oder Videofilm. So waren gleiche Erfahrungen der Schüler in den Versuchsklassen gegeben. Jeweils eine Woche nach der Erarbeitung erfolgte ein schriftlicher Behaltenstest; er sollte Aufschluß über den kognitiven Erfolg bringen. Dabei wurde darauf geachtet, den Test für Pflanzen- und Tierzelle gleich schwierig zu gestalten, um möglichst große Objektivität zu gewähr-

	Klasse 1	Klasse 2
1. Stunde	„Pflanzenmikroskopiker“: Die Pflanzenzelle erarbeitet im mikroskopierenden Verfahren Behaltenstest über die Pflanzenzelle	„Amöbenmikroskopiker“: Die Pflanzenzelle erarbeitet im Videoverfahren Behaltenstest über die Pflanzenzelle
2. Stunde: eine Woche später	Die Tierzelle (Amöbe) erarbeitet im Videoverfahren Behaltenstest über die Tierzelle	Die Tierzelle (Amöbe) erarbeitet im mikroskopierenden Verfahren Behaltenstest über die Tierzelle
3. Stunde: wieder eine Woche später	Entscheidungstest mündlich unter vier Augen Spontantest Fragebogentest Erarbeitung des Pantoffeltierchens in in zwei Gruppen: Mikroskop- oder Videogruppe nach Wahl	Entscheidungstest mündlich unter vier Augen Spontantest Fragebogentest Erarbeitung des Pantoffeltierchens in zwei Gruppen: Mikroskop- oder Videogruppe nach Wahl

Abb. 1: Ablauf der Hauptuntersuchung

Der Inhalt dieser Filme wurde im Unterrichtsgespräch erarbeitet, die Filme dabei abschnittsweise gezeigt, entsprechend der Vorgehensweise beim Mikroskopieren.

leisten. Die Fragen bezogen sich auf Bezeichnungen und Funktionen von Zellorganellen. Ein Test, der das Vorwissen der Schüler feststellt, erschien bei dieser Thematik nicht not-

wendig. Die Themen „Zellen, Mikroorganismen“ kommen in den Lehrplänen früherer Schülerjahrgänge nicht vor, wegen der Kleinheit der Objekte sind keine Alltagserfahrungen der Schüler vorhanden. So wurde auf einen derartigen Vortest, auch aufgrund von Erfahrungen in der Voruntersuchung, verzichtet. Zur Evaluierung der affektiven Komponente dienten verschiedene Testverfahren, nämlich zunächst der Entscheidungstest: Jeder Schüler konnte in der dritten Unterrichtsstunde allein und frei wählen, ob er die nächsten Kleinlebewesen im Mikroskop oder im Videofilm erarbeiten wollte. Nach dieser Entscheidung sollte jeder Schüler auf einem vorbereiteten Zettel kurz seine Wahl für oder gegen das Mikroskop schriftlich begründen (= Spontantest). Schließlich konnten die Schüler im Klassenzimmer ihre Entscheidung anhand vorgegebener Fragen noch zusätzlich erläutern (= Fragebogentest). Die Anonymität der Schüler war bei allen Tests gewährleistet. Aus Gründen der Vergleichbarkeit erhielt jeder jedoch eine Nummer, die er durch alle Tests hindurch beibehielt. Die gewonnenen Daten wurden statistisch ausgewertet (Untersuchungsdesign vgl. Abb. 1).

3. Ergebnisse im kognitiven Bereich (vgl. Abb. 2, 3):

- Der Unterricht mit Mikroskopieren erbrachte eine signifikant höhere Behaltensleistung als das Videoverfahren. [Hypothese 1]

- In der Behaltensleistung waren keine signifikanten Unterschiede zwischen Buben und Mädchen zu verzeichnen. [Hypothese 2]

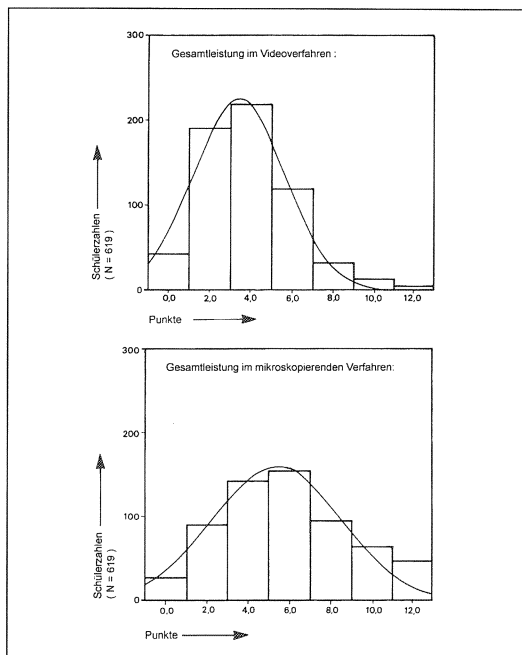


Abb. 3: Ergebnisse des Behaltenstests, Gesamtleistung

- Schüler, die sich zur Erarbeitung des nächsten Kleinlebewesens für das Mikroskopieren entschieden hatten („Mikroskopwähler“), erzielten eine signifikant höhere Behaltensleistung als die Schüler, die das Videoverfahren wählten („Videowähler“). [Hypothese 3]

t-Test für gepaarte Stichproben				
Variable	Anzahl d. Paare	arithmet. Mittel	Standardabweichung	Standardfehler der arithm. Mittel
Gesamtleistung Video	619	3,3926	2,202	0,088
Gesamtleistung Mikro	619	5,4087	3,089	0,124
t-Wert 16,53	Freiheitsgrade 618	einseitige Signifikanz p 0,0025		

Abb. 2: Vergleich zwischen der Behaltensleistung im Videoverfahren und im mikroskopierenden Verfahren durch den 6 - Test

4. Ergebnisse zur affektiven Komponente

- Dreiviertel aller Schüler (78,8 %) bevorzugten in freier Wahl das Mikroskopieren („Mikroskopwähler“). [Hypothese 4]
- Die Selbsttätigkeit wurde von fast zwei Dritteln (64 %) der Mikroskopwähler (im Fragebogentest) als Wahlmotiv genannt; zweithäufigstes Wahlmotiv war, daß im Mikroskop lebende Objekte betrachtet werden können.
- Die emotional positiven Äußerungen der Mikroskopwähler für das Mikroskopieren sind prozentual doppelt so zahlreich wie die emotional positiven Äußerungen der Videowähler für das Videoverfahren. (Spontanest!) [Hypothese 5]
- Schließlich wird die Lerneffizienz des Unterrichts mit Mikroskopieren von zwei Dritteln aller Schüler höher eingeschätzt als die Lerneffizienz des Videoverfahrens.

5. Diskussion

Bei den Ergebnissen fällt zunächst der deutlich größere Behaltenserfolg des Unterrichts mit Mikroskopieren ins Auge. Mehrere Aspekte können zur Erklärung herangezogen werden:

Das Mikroskopbild ist - richtig eingestellt - scharf und hochauflösend im Gegensatz zum Videobild, das durch sein Zeilenraster in der Wiedergabe kleinster Details beeinträchtigt ist; jeder Schüler hat dieses mikroskopische Bild bzw. Präparat gleichsam für sich allein, es gibt keine „schlechten Plätze“ wie bei einer Videovorführung. Vor allem aber ermöglicht das mikroskopische Arbeiten das Verweilen bei einer Sache, ruhiges Betrachten und konzentriertes Arbeiten. Ganz offenbar ist auch das mikroskopische Zeichnen nicht so unbeliebt wie mancher Lehrer vielleicht annehmen würde. Entgegen manchen Vorurteilen ist in diesem Zusammenhang auch bemerkenswert, daß die technischen Besonderheiten des Mikroskops die Mädchen in ihrem Lernerfolg nicht beeinträchtigen, sondern sie offenbar genauso fördern wie die Buben.

Die eben angeführten Vorteile des Mikroskopierens mögen zum besseren Lernerfolg beigetragen haben, in erster Linie oder allein verantwortlich sind sie sicher nicht. Es muß vielmehr die insgesamt sehr positive Einstellung der Schüler zum Mikroskopieren, d.h. die starke Motivation, die dieses Verfahren ausübt, in Betracht gezogen werden.

Schüler lernen in ihrer Mehrzahl lieber mit dem Mikroskop. Über 75 % von ihnen entschieden sich in freier Wahl für das arbeitsaufwendigere Mikroskopieren und nicht für das bequemere Videoverfahren, nachdem sie beide Methoden kennengelernt hatten. Dieses Ergebnis ist überraschend und war keinesfalls von vornherein zu erwarten. Es zeigt jedoch die Berechtigung alter didaktischer Forderungen nach Selbsttätigkeit, nach Handlungsorientierung, nach Begegnung mit dem originalen Objekt. Und genau diese Gesichtspunkte, nämlich Selbsttätigkeit und Kontakt mit den Lebewesen wurden ja auch überwiegend von den Schülern als Wahlmotiv genannt. Sie waren auch von sich aus der Meinung, daß man mit dem Mikroskopieren mehr lernen würde als mit dem Videofilm. Der Gesichtspunkt der unterrichtlichen Abwechslung durch dieses Verfahren wurde nur von einer sehr geringen Anzahl als Wahlmotiv im Spontan- und Fragebogentest genannt, spielte demzufolge keine wesentliche Rolle. Es seien einige Schüleräußerungen aus dem Spontanest wiedergegeben, gewissermaßen stellvertretend für zwei große Gruppen von Begründungen der Verfahrenswahl (rationale und emotionale):

„Ich habe das Mikroskopieren gewählt, weil ich dabei selber etwas tun kann“,

„Die Tiere und Pflanzen sind noch lebendig“

„Man sieht alles in echt“,

„Es ist interessant! Es ist ein Wunder der Natur. Ich bin begeistert!“,

„Mikroskopieren macht Spaß“,

„Weil man es selbst erlebt“.

Das Mikroskopieren sollte also bei passenden Themen im Biologieunterricht einen hohen Stellenwert einnehmen und mehr als bisher im Unterricht praktiziert werden. Unsere Ergebnisse sprechen deutlich dafür, daß Schü-

lerinnen und Schüler durch das selbständige Erschließen der mikroskopischen Dimension zu mehr Wissen, mehr Verständnis und zu größerer Motivation gelangen als durch rein mediale oder verbale Vermittlung.

Dabei sollen Vorteile medialer Darbietung dieser Dimension keinesfalls gering geschätzt werden. Bei der Videoproduktion stehen modernste mikroskopische Verfahren zur Verfügung, viel Information wird geboten; Videofilme können auch in sehr großen Klassen eingesetzt werden, sie beanspruchen wenig Vorbereitungszeit des Lehrers. Außerdem werden sie von Schülern schwächerer Lernbegabung bzw. geringerer Behaltensleistung bevorzugt.

So stellt der Videofilm eine wertvolle Ergänzung des Mikroskopierens dar, nicht aber eine Alternative. Es geht nicht um ein „entweder - oder“, sondern um ein „sowohl als auch“. Als Forderung für die Schule ergibt sich daraus, die Schüler bei geeigneten Themen selbst mikroskopieren zu lassen und die heute üblichen modernen Videoverfahren ergänzend einzusetzen.

Konsequenzen aus solchen Untersuchungen ergeben sich auch für die Lehrerbildung an der Universität. Studierende sollten erfahren, welche große Bedeutung dem praktischen Arbeiten im naturwissenschaftlichen Unterricht zukommt. Sie müssen damit vertraut werden, wie Schüler zum Mikroskopieren anzuleiten sind und welche Objekte für entsprechende Übungen besonders geeignet sind.

Literatur

- Dietle, H. (1983). Das Mikroskop in der Schule. Stuttgart: Franck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Düppers, W. (1975). Wieweit ist der Biologieunterricht experimenteller Unterricht? In: MNU, 28, 197 - 199
- Killermann, W. (1995). Biologieunterricht heute. Eine moderne Fachdidaktik. Donauwörth: Auer.
- Krauter, D. (1974). Mikroskopie im Alltag. Stuttgart: Franck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Löwe, B. Weigelt, Ch. und Dhingra, R. (1990). Zur Situation des Biologieunterrichts. In: Biologie heute. Nr. 378, 1 - 3
- Löwe, B. (1992). Biologieunterricht und Schülerinteresse an Biologie. Weinheim: Deutscher Studien-Verlag.
- Nultsch, W. & Grahle, A. (1986). Mikroskopisch-Botanisches Praktikum. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Rieger, W. (1995). Das Mikroskop als Arbeitsmittel im Biologieunterricht der Hauptschule und sein Einfluß auf Lernerfolg und Motivation. Diss. Institut für die Didaktik der Biologie Univ. München. Münchener Schriften zur Didaktik der Biologie, Bd. 10.
- Vater-Dobberstein, B. & Hilfrich, H.-G. (1982). Versuche mit Einzellern. Experimentierbuch für Lehrer und Schüler. Stuttgart: Franck'sche Verlagsbuchhandlung.
- Weigelt, Ch. und Grebinski, E. (1992). Leistungsfähigkeit und Handlungsbedarf. VdBiol-Schulumsfrage. In: Biologie heute, Nr. 402, 1 - 4
- Dr. Wilhelm Killermann ist Leiter des Instituts für Didaktik der Biologie im Fachbereich Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Wolfgang Rieger war Hauptschullehrer im bayerischen Schuldienst.

Prof. Dr. W. Killermann
Institut für die Didaktik der Biologie
der Universität München
Barbarastraße 16/V
80797 München