

die Untersuchung einbezogen, für die eine zufriedenstellende Übereinstimmung der Beobachter festgestellt wurde.

Auch muss darauf hingewiesen werden, dass die Beobachtung und Bewertung von Videoaufzeichnungen sich von der Beobachtung von Unterricht in vivo unterscheidet. So wurde, um den Unterricht so wenig wie möglich zu stören, lediglich eine einzige Kamera für die Aufzeichnung des Unterrichts verwendet. Mit dieser konnte jedoch nur ein Ausschnitt des Unterrichtsgeschehens eingefangen werden. Die Kamera wurde auf einem Stativ im vorderen Teil der Klasse positioniert. Da sich die vorliegende Untersuchung auf die Unterrichtsgestaltung durch den Lehrer konzentrierte, war die überwiegende Kameraeinstellung die auf den Lehrer gerichtete Totale. Die Kamera folgte dem Lehrer bei seinen Bewegungen im Klassenraum. Um trotzdem einen globalen Eindruck der Schülerreaktion zu bekommen, wurde die Einstellung auf den Lehrer durch gelegentliche Schwenks zur Schülergruppe unterbrochen. Aufgrund der Beschränkungen durch die Aufnahmetechnik war es vor allem schwierig, die Wirkung des Unterrichts auf die Schüler zu beobachten. Auch eine detaillierte Beurteilung der Interaktion der Schüler untereinander, im Einzelgespräch mit dem Lehrer und mit den Laptops konnte auf der Grundlage des vorliegenden Materials nicht geleistet werden. Auf die Detailanalyse der Unterrichtsbeobachtungen auf diesem Niveau wurde deshalb verzichtet, obwohl es vor dem Hintergrund der Lehrer- und Schüleraussagen in den Interviews sicher interessant gewesen wäre, solche detaillierten Beobachtungsdaten in die Analyse einzubeziehen.

## 10. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion

Im Zentrum der vorliegenden Untersuchung stand die Frage, ob der Einsatz mobiler Computer zu einer Realisierung konstruktivistischer und schülerzentrierter Unterrichtsmethoden beiträgt. Dazu sollten unterschiedliche Teilaspekte des Unterrichts genauer betrachtet werden, wie der Einsatz der Laptops im Unterricht, die eingesetzten Sozialformen und Handlungsmuster und die im Unterricht mit Laptops verfolgten Lernziele. Soweit im Rahmen dieser Fallstudie möglich, sollte darüber hinaus festgestellt werden, welchen Einfluss Lehrervariablen und schulorganisatorische Rahmenbedingungen bei der Integration von Laptops in den Unterricht haben. Schließlich sollte die Bedeutung der Besonderheiten eines Laptop-Projekts eruiert werden, nämlich dass die Schüler mit mobilen Computern ausgestattet und eine Vollausstattung der Schüler und Lehrer realisiert wurde.

Die drei Teilstudien haben hierzu eine Vielzahl von Befunden erbracht. Um zu einer Integration der Ergebnisse zu gelangen, werden in diesem Teil die Einzelergebnisse an den eingangs

formulierten Fragestellungen entlang miteinander in Verbindung gebracht. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie werden an dieser Stelle auch mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen, die in den Kapiteln 3 und 4 dieser Arbeit vorgestellt wurden.

### 10.1 Einsatz der Laptops im Unterricht

Erwartungsgemäß ist die Häufigkeit der Computernutzung, wie in vielen anderen Studien auch (Abrams, 1999; Bruck et al., 1998; Robertson et al., 1996; Rockman et al., 1998), mit der Einführung von Laptops stark angestiegen. Angesichts der geringen Ausstattung der Schule mit stationären Computern, die großteils in zentralen Computerräumen untergebracht sind (vgl. 6.1), lässt sich dieser Anstieg primär auf die gesteigerte Ausstattungsdichte und die erhöhte Zugänglichkeit mobiler Computer zurückführen (vgl. dazu auch 10.8). Die mehrjährige Betrachtung zeigt, dass die Computernutzung sich auch langfristig auf einem hohen Niveau einpendelt.

Ebenfalls übereinstimmend mit anderen Untersuchungen, insbesondere aktuellen Laptopstudien, wurde gefunden, dass Anwendungssoftware und das World Wide Web in seiner Funktion als Informationsmedium gegenüber Lernsoftware, die für spezifische Inhalte entwickelt wurde, von herausragender Bedeutung ist. Dabei konnte die dominante Nutzung des Computers als Schreibwerkzeug (Abrams, 1999; Bruck et al., 1998; Hill et al., 2001; Rockman et al., 1998) repliziert werden. Der Einsatz von inhaltsgebundener Lernsoftware, z. B. von Drill-and-Practice-Programmen und tutoriellen Systemen, wurde, anders als in anderen Studien (Pelgrum & Schipper, 1993; Meyer, 2001) im Unterricht so gut wie gar nicht beobachtet. Wenn überhaupt, wurden den Schülern solche Anwendungen für die zumeist freiwillige häusliche Nutzung zur Verfügung gestellt. Übereinstimmend mit Anderson und Ronkvist (1999) lässt sich als ein wesentlicher Grund hierfür die Zugänglichkeit der Software feststellen. Die Interviewbefragung ergab, dass fachspezifische Lernsoftware im vorliegenden Projekt nur in begrenztem Umfang zur Verfügung stand. Die Lehrer gaben hierzu an, dass sie für die behandelten Unterrichtsthemen in vielen Fällen keine Lernsoftware hätten finden können, die ihren Ansprüchen genüge. Sie wichen deshalb auf fachunspezifische Anwendungssoftware aus. Dabei bestand, wie die typologische Analyse zeigt, zwischen verschiedenen Lehrergruppen eine unterschiedlich große Bereitschaft und Kreativität darin, die Nutzung von Anwendungssoftware mit fachinhaltlichen Lernzielen zu verbinden. Besonders die Lehrer, die den Typen 1 (Subsumption unter lehrergeleiteten Unterricht) und 3 (Curricular-inhaltlicher Fokus) zugeordnet wurden, fokussierten die curricularen Lerninhalte und sahen in der Nutzung von Anwendungssoftware nur punktuell Verknüpfungsmöglich-

keiten mit den fachlichen Unterrichtszielen. Sie bemühten sich jedoch, den Computer so einzusetzen, dass mit dem Medium eine qualitative Verbesserung des fachlichen Lernens erreicht wurde (bes. Typ 3). Das Fehlen fachspezifischer Lernsoftware wurde dennoch beklagt, weil diese sich nach Meinung der Lehrer dieses Typs besser in den Unterricht hätte integrieren lassen.

Eine weitere Gruppe von Lehrern (Typ 2, Fokus auf Technik und Medienkompetenz) nutzte Anwendungssoftware primär zur Vermittlung von technischer Handhabungskompetenz. Hier kam es nur zu einer oberflächlichen Verknüpfung der Nutzung des Computers mit den fachlichen Lerninhalten. Das Potential des Computers als kognitives Werkzeug im Sinne eines konstruktivistischen Unterrichtskonzepts wurde von diesem Lehrertyp kaum ausgeschöpft. Auch wenn die durch das pädagogische Konzept der Schule vorgegebene fachintegrierte Nutzung der Computer vorsah, dass die Geräte vor allem im Rahmen eines konstruktivistischen Lernens *mit* Computern und weniger für das Lernen *über* Computer eingesetzt werden sollten, zeigt sich somit, dass die fachintegrierte Nutzung von Anwendungssoftware nicht automatisch dazu führt, dass der Computer als kognitives Werkzeug eingesetzt wird (vgl. auch 10.3). Im Projektverlauf wurden allerdings vor allem von den konstruktivistisch orientierten innovativeren Lehrern (Typ 5, konstruktivistische Integration) in dieser Hinsicht fachintegrierte Nutzungskonzepte entwickelt, die, unterstützt durch die Kooperation der Lehrer in Laptop-AG und gemeinsamen Fortbildungen, zunehmende Verbreitung unter den Laptoplehrern fanden. Offen bleiben muss hierbei die Frage, ob eine verstärkte Bereitstellung von Programmen, die speziell auf konstruktivistisches Lernen ausgelegt sind (wie etwa das Algebra-System *Derive*) auch bei den Lehrern der Typen 1 bis 3 zu einer stärkeren Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmustern geführt hätte.

Im Medienverbund zeigt sich, dass der Einsatz von Laptops zu einer generellen Abnahme der Nutzung anderer Medien führt. Der Laptop-Unterricht ist stärker monomedial vom Computer dominiert, während der traditionelle Unterricht durch einen Medienmix gekennzeichnet ist, bei dem Tafel und Arbeitsheft am relativ häufigsten genutzt werden. Aus den Befragungen bei Lehrern und Schülern lassen sich zwei Gründe für diese Veränderung im Muster der Mediennutzung ableiten. Einerseits übernimmt der Computer durch sein multimediales Potenzial die Funktion mehrerer Medien im Unterricht. So wird aus den Interviews deutlich, dass er Tafel und Lehrbuch in ihrer Veranschaulichungsfunktion ersetzt. Gleichzeitig substituiert er das Arbeitsheft, in dem die Schüler nun mit ihren Laptops Aufgaben bearbeiten und Arbeitsergebnisse festhalten. Von einer Mehrheit der Lehrer und Schüler wird der Laptop dabei nicht einfach als ein Ersatz für die traditionellen Medien gesehen, sondern es wird - mit

den oben genannten Einschränkungen - darauf hingewiesen, dass mit der Nutzung qualitative Verbesserungen des Lernens verbunden sind (dynamisierte Veranschaulichung, verbesserte Überarbeitungs-, Strukturierungs- und Archivierungsmöglichkeiten, etc.). Andererseits ergibt sich die veränderte Mediennutzung auch daraus, dass, durch die Laptops vermittelt, bei zahlreichen Lehrern eine Veränderung der Unterrichtsmethodik eingetreten ist. So nimmt die Nutzung der Tafel auch deshalb ab, weil im Laptop-Unterricht in der Tendenz weniger häufig frontal unterrichtet wird.

## 10.2 Veränderung von Sozialformen

Im Unterricht ohne Laptops zeigte sich eine deutliche Dominanz des lehrergelenkten Frontalunterrichts, der 69% des Unterrichts ausmachte. Ähnliche Zahlen wurden in der Studie von Hage et al. (1985) als typisch für den gymnasialen Unterricht in Deutschland berichtet, so dass davon ausgegangen werden kann, dass die Stichprobe der Lehrer, die am Laptop-Projekt teilnahmen, sich nicht grundsätzlich in ihrer Unterrichtsführung von anderen Lehrern unterscheidet. Im Unterricht mit Laptops ging der Frontalunterricht auf 54% zurück. Die Nutzung von Laptops scheint also zu einer Verstärkung von Phasen mit aufgebender Methode, d. h. Phasen, in denen die Schüler allein oder in Gruppen an Aufgabenstellungen arbeiten, beizutragen.

Genauere Auskunft hierzu geben Lehrer- und Schülerinterviews sowie die schriftliche Befragung der Schüler. Übereinstimmend deuten die verschiedenen Teilstudien darauf hin, dass sich durch die Integration der Laptops der Anteil der Einzelarbeit erhöht. Sowohl die Unterrichtsbeobachtungen als auch die Aussagen verschiedener Lehrer unterstützen dieses Ergebnis. Phasen der Einzelarbeit, die auch im klassischen Unterricht vorkommen, verlängern sich bei der Arbeit mit Laptops. Abhängig vom Lehrertyp wurde dies damit begründet, dass der Computer besonders gut zum individuellen, differenzierten Üben geeignet ist (Typ 1, Typ 3, mit Einschränkung Typ 4) oder damit, dass die Lehrer sicherstellen wollen, dass die Umgangskompetenzen mit dem Computer von allen Schülern gleichermaßen erworben werden (Typ 2).

Bezüglich der Häufigkeit von kooperativen Arbeitsformen deutet keine der drei Teilstudien eindeutig auf einen Anstieg hin. Zwar äußerten Lehrer und Schüler der ersten Kohorte in der Fragebogenbefragung und im Interview übereinstimmend, dass die Einführung der Laptops dazu beigetragen hätte, im Unterricht mehr in Gruppen zu arbeiten. In Kohorte 2 und 3 sind die Meinungen dagegen geteilt und belegen in ihrer Gesamtheit nicht, dass die Einführung der Laptops in diesen Kohorten zu einer signifikanten Zunahme kooperativer Arbeitsformen

geführt hat. Die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen unterstützt diesen Eindruck. Bei dem Anstieg von Gruppenarbeit zu Beginn des Projekts in der ersten Kohorte scheint es sich also um ein kohortenspezifisches Phänomen zu handeln, das als Teil der anfänglichen Experimentierphase begriffen werden muss, die Rockman (1999) beschreibt. Dabei wird der Laptop auch in den Kohorten 2 und 3 sowohl von Lehrern als auch von Schülern als hilfreiches Werkzeug für die Zusammenarbeit beurteilt. Es liegt also offensichtlich nicht an der Wahrnehmung des Mediums, dass es nicht häufiger für Gruppenarbeit eingesetzt wird, sondern an anderen Faktoren, insbesondere der internen Weitergabe von Erfahrungen. So wurde der verstärkte Einsatz von Gruppenarbeit in der ersten Kohorte im ersten Projektjahr von Lehrern und Schülern im Nachhinein kritisch beurteilt. Die Veränderung der Arbeitsformen, besonders der zeitlich schlecht koordinierte gleichzeitige Einsatz von Projektarbeit in mehreren Fächern, wurde von Schülern und Lehrern als Überforderung erlebt, zumal sich Unterrichtsroutinen mit dem Laptop noch nicht sicher eingespielt hatten. Bei den folgenden Kohorten wurde entsprechend im ersten Jahr der Schwerpunkt auf die individualisierte Vermittlung von Handlungsroutinen gelegt, während zunächst deutlich weniger mit neuen Unterrichts- und Sozialformen experimentiert wurde. An diesem Beispiel zeigt sich, wie sehr der Einfluss von Computern auf den Unterricht von äußeren Faktoren, wie z. B. der Lehrerweiterbildung, abhängt.

Bezogen auf die herausgearbeiteten Lehrertypen kommt hinzu, dass nur für die Lehrer der Typen 2 und 4 festgestellt wurde, dass sie in Abhängigkeit der Laptopnutzung die Häufigkeit der Gruppenarbeit erhöht haben. Dabei sehen die Lehrer des Typs 2 hierin vor allem eine Anpassung, um das Schülerwissen im Bereich der Medienkompetenz effektiver auszunutzen, während die Gruppenarbeit als Methode der fachlichen Auseinandersetzung in den Hintergrund tritt. Letztlich kann nur für die Lehrer des Typs 4 gesagt werden, dass sie durch die Integration der Laptops dazu gebracht wurden, kollaborative Arbeitsformen inhaltsbezogen häufiger einzusetzen als in der Vergangenheit.

Die Ergebnisse zu den Sozialformen widersprechen damit zahlreichen anderen Befunden, die sowohl bei der Nutzung stationärer wie auch mobiler Computer in erster Linie einen starken Anstieg bei kollaborativen Arbeitsformen gefunden haben (z. B. Bertelsmann Foundation, 1998; Bruck et al., 1998; Collis & Carleer, 1993; Chen & Looi, 1999; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer, 1994; Ekhaml et al., 1998; Eschenauer, 1999; Fouts & Stuen, 1997; Hammond, 1994; Rockman et al. 1998; Ross et al., 2000; Schofield, 1997; Scott et al., 1992; Wiburg et al., 1999). Allerdings haben auch einige wenige Studien ähnliche Ergebnisse wie die vorliegende erbracht (Hill et al., 2001; Ross et al., 2001). Worin könnte das abweichende Ergebnis

der vorliegenden Studie begründet liegen? Oben wurde bereits ausgeführt, dass es sich um eine Besonderheit dieses Projekts handeln könnte, bei der eine ungünstige Erfahrung aus dem ersten Projektjahr den weiteren Einsatz von Gruppenarbeit stark negativ beeinflusst hat. Ein weiterer möglicher Grund liegt in den unterschiedlichen Rahmenbedingungen der Studien. Es gilt zwar für das hier evaluierte Projekt wie für die meisten der oben referierten Studien, dass die Steigerung des kollaborativen Arbeitens zu seinen pädagogischen Zielvorstellungen gehörte. In einigen der obigen Projekte wurde eine solche Unterrichtsveränderung jedoch durch Weiterbildung und Unterstützung der Lehrkräfte stärker gefördert als im vorliegenden Projekt (z. B. Ross et al., 2000; Wiburg et al., 1999). Hinzu kommt, dass „kollaboratives Arbeiten“ in der Mehrzahl der o. g. Studien qualitativ wenig differenziert wurde und die Ergebnisse lediglich auf Befragungen, z. T. sogar nur einer beteiligten Gruppe (Lehrer, Schüler) beruhen. Insofern ist es möglich, dass in einigen Studien die Auswirkungen auf das Ausmaß der unterrichtsbezogenen Teamarbeit überschätzt wurde. Der überraschende Anstieg der Einzelarbeit ließe sich darüber hinaus, Cohen (1988) und Cuban (1993) folgend, auch mit der Lernkultur der untersuchten Schule in Verbindung bringen. So gilt das Gymnasium als diejenige deutsche Schulform, in der am stärksten ein kompetitives Unterrichtsklima und individualisierte Lernformen gepflegt werden. Die Ergebnisse anglo-amerikanischer Studien zum Einsatz von Laptops, in denen besonders der Anstieg von Gruppenarbeit betont wird, lassen sich in diesem Punkt u. U. nicht uneingeschränkt auf die deutschen Verhältnisse übertragen.

Eine große Übereinstimmung mit den o. g. Studien besteht dagegen hinsichtlich der Zunahme von „informeller“ Kooperation im Unterricht. Die vorliegende Untersuchung kann diesen gut abgesicherten Befund dahingehend differenzieren, dass als Auslöser die neue Lernsituation, in der ein für viele Schüler sowie den Lehrer relativ neuer Kompetenzbereich erworben werden muss, eine zentrale Rolle spielt. Diese Situation bietet zahlreiche Anlässe dafür, dass die Schüler einander unterstützen und weiterhelfen. Von einigen Lehrern und vielen Schülern wird gegenseitige Hilfeleistung auf Schülerebene auch als organisatorische Notwendigkeit gesehen, da im Unterricht mit Laptops mehr Fragen und Probleme auftauchen bzw. Fragen bereitwilliger geäußert werden als im traditionellen Fachunterricht. Der Lehrer könnte diese unmöglich als alleiniger Ansprechpartner lösen, so dass gegenseitige Hilfe der Schüler eine spontane und fast natürliche Reaktion darstellt. Wie besonders aus den Schülerinterviews deutlich wird, funktioniert dieses Schülertutoring in Abhängigkeit von der Computerkompetenz des Lehrers unterschiedlich gut. Besonders Lehrer, die selbst im Umgang mit dem

Computer unsicher sind, scheinen mit der gegenseitigen Unterstützung der Schüler Probleme zu haben (vgl. 10.4).

### 10.3 Veränderung von Handlungsmustern

Im vorliegenden Modellversuch wurde, abweichend von anderen Untersuchungen (Bourke & Hillman, 1999; Ekhaml et al., 1998; Fouts & Stuen, 1997; Rockman et al., 1998; Ross et al., 2000) gefunden, dass sich die Handlungsmuster im Unterricht mit Laptops zunächst *nicht* in Richtung eines konstruktivistischen Unterrichts verschieben, sondern das Gegenteil der Fall ist. In der Anfangsphase nehmen lehrerzentrierte Handlungsmuster (Lehrervortrag, stark durch den Lehrer vorstrukturierte Übungen) im Unterricht vieler Lehrer zu. Dieser Effekt hat sich auf der Grundlage der im vorangegangenen Abschnitt ausgeführten Erfahrungen der ersten Kohorte im Einstiegsjahr sogar in den folgenden Jahrgängen noch verstärkt. Begründet wird dies von den Lehrern damit, dass sich ein stark lehrergeleitetes Vorgehen als zweckmäßig erwiesen habe, um computerbezogene Grundqualifikationen zu vermitteln. Von den Schülern wird ein solches Vorgehen unterschiedlich bewertet. Während diejenigen, die im Umgang mit dem Computer noch unerfahren und unsicher sind, eine lehrergeleitete Vorgehensweise als angemessen empfinden, fühlen sich Schüler, die bereits beim Einstieg in das Projekt über umfangreicheres Vorwissen verfügen, durch den lehrergelenkten Unterrichtsstil eingeschränkt.

Von der Einführungsphase abgesehen, ist der Bereich der Handlungsmuster jedoch derjenige, in dem alle drei Teilstudien die meisten Belege für eine Veränderung der Unterrichtspraxis hin zu mehr konstruktivistischem Lernen erbracht haben. In den Lehrerinterviews wurde deutlich, dass die Lehrer im Rahmen des Projekts durch die Möglichkeiten des elektronischen Editierens, des Experimentierens mit Formeln, des Visualisierens von Daten oder des Austausches und gemeinsamen Bearbeitens von Dateien in allen Fächern vielfältige neue Möglichkeiten der Aufgabenstellungen und der konstruktivistischen Auseinandersetzung mit Fachinhalten entdecken. Anwendungssoftware wurde also - mit den unter 10.1 erläuterten Einschränkungen - ansatzweise im Sinne eines kognitiven Werkzeuges eingesetzt. Zu nennen sind hier auf der äußeren Seite des Unterrichts die vermehrte Konfrontation der Schüler mit offenen und komplexen Aufgabenstellungen und auf der inneren Seite eine Steigerung der Aktivierung der Schüler, eine interessantere Darbietung der Lerninhalte und eine höhere Anschaulichkeit durch alltagsnahe Problemstellungen. Besonders in den Fächern Deutsch und Englisch wurde in diesem Zusammenhang auch auf die qualitative Verbesserung der Projektarbeit hingewiesen. Die vorliegende Studie bestätigt damit die grundsätzlich positive Beur-

teilung von Computern und Laptops im Zusammenhang mit schülerzentrierten und konstruktivistischen Handlungsmustern (Bertelsmann Foundation, 1998; Bruck et al., 1998; Dwyer, 1994; Wiburg et al., 1999). Eine generelle Zunahme, wie sie beispielsweise Bourke und Hillman (1999), Ekhaml et al. (1998), Fouts und Stuen (1997), Rockman et al. (1998) oder Ross et al. (2000) fanden, kann dagegen nicht belegt werden. Die typologische Analyse der Lehrerinterviews zeigt, dass verschiedene Lehrertypen in unterschiedlichem Ausmaß zu einer Veränderung gelangen. So wurde bei Lehrern des Typs 3 (curricular-inhaltlicher Fokus) nur innerhalb eng umgrenzter Unterrichtsphasen eine Hinwendung zu konstruktivistischen Handlungsmustern festgestellt. Bei Typ 2 (Fokus auf Technik und Medienkompetenz) konnte gezeigt werden, dass Handlungsmuster nur oberflächlich und bezogen auf den technischen Umgang mit dem Computer „konstruktivistischer“ wurden. Nur Typ 4 (didaktisch-methodischer Fokus) und 5 (konstruktivistische Integration) setzten relativ kontinuierlich und fachlich substantiell konstruktivistische Handlungsmuster ein.

Die Analyse der Unterrichtsbeobachtungen bestätigt die Aussagen der Lehrer. Sie belegt, ebenso wie die Befragung der Schüler, dass offene Aufgabenstellungen und forschend-kreatives Lernen - für die Gesamtheit der Lehrer und den vollständigen Projektzeitraum betrachtet - nach wie vor auf einem eher niedrigen Niveau stattfinden. Inhalt wie auch Form der Aufgaben werden weiterhin von der Mehrheit der Lehrer relativ stark vorstrukturiert. Auf der Grundlage der Beobachtungsstudie können die Handlungsmuster in ihrer Gesamtheit also lediglich als „weniger eng vorstrukturiert“ und „weniger nachvollziehend-reproduzierend“ denn als „offen“ und „forschend-kreativ“ charakterisiert werden. Das Potenzial, das der Computer als kognitives Werkzeug bietet, wird vor allem im ersten Projektjahr nicht vollständig ausgeschöpft.

Die Interviews, insbesondere die, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, deuten jedoch darauf hin, dass der vermehrte Einsatz schülerzentrierter Handlungsmuster und die konstruktivistische Nutzung der Laptops sich in einem längerfristigen Prozess entwickelt. So hat zumindest bei den Lehrern, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, die Selbständigkeit, die den Schülern auch bei substanzielleren Unterrichtsaspekten (Themen, Informationsquellen und Arbeitsformen) zugebilligt wird, kontinuierlich zugenommen.

#### **10.4 Veränderung des Rollenverständnisses**

Die Veränderung der Lehrerrolle weg von der des zentralen Wissensvermittlers im Unterricht, die auch Becker (2000), Duffy und McMahon (1999), Dwyer et al. (1990), Hill et al. (2001), Hinsch und Schneider (2001), Fisher und Stolarchuk (1998) und Rockman et al. (1999) fest-



stellten, kann in der Tendenz bestätigt werden. Die Ergebnisse zeigen jedoch auch hier, dass es sinnvoll ist, Veränderungen im Rollenverständnis differenziert zu betrachten, da die Veränderungen, wie schon bei den Sozialformen und Handlungsmustern, qualitativ auf unterschiedlichen Ebenen angesiedelt sind. Veränderungen in der Lehrer- und Schülerrolle wurden nur von einem Teil der Lehrer wahrgenommen, die in der typologischen Analyse den Typen 2, 3 und 4 zugeordnet wurden. Alle drei Lehrertypen stellen fest, dass sie sich im Unterricht mit Laptops im Vergleich zum regulären Unterricht stärker zurücknehmen, wobei wiederum nur für die Lehrer, die dem Typ 4 zugeordnet wurden, eine konsequente und substantielle Veränderung ihres Rollenverständnisses konstatiert werden kann. Nur die Lehrer dieser Gruppe sehen sich nicht allein auf computer-technischer Ebene als Mitlernende und Lernberater (wie die Lehrer, die dem Typ 2 zugeordnet wurden). Nur sie bemühen sich um ein grundsätzlich gleichberechtigteres Verhältnis mit den Schülern im Unterricht, anstatt lediglich für einzelne Projektphasen eine geringe Steigerung der Wahlfreiheit zuzulassen (wie die Lehrer, die dem Typ 3 zugeordnet wurden).

Bestätigt hat sich der Befund, dass einige Lehrer zunächst Probleme haben, die Verantwortung für den Lernprozess an die Schüler abzugeben, wie dies auch in den Studien von Duffy und McMahon (1999), Dwyer (1994), Sheingold et al. (1990) und Wiburg et al. (1999) berichtet wurde. In der vorliegenden Studie handelt es sich hier vor allem um Lehrer der Typen 2 und 3, d. h. Lehrer, die von einem lehrerzentrierten Unterrichtsmodell ausgehen und auf verschiedenen Ebenen mit einer Steigerung der Schülerverantwortung experimentieren. Mit der Erfahrung, dass die Schüler die gestellten Aufgaben mehrheitlich erfolgreich und zunehmend sicher lösen konnten, kehrte bei einigen Lehrern, insbesondere den dem Typ 2 zugeordneten, eine größere Sicherheit bei der Gestaltung von Projektarbeitsphasen ein und die Bereitschaft, die Schüler „laufen zu lassen“, stieg, so dass sie sich im Projektverlauf in der Typologisierung dem Typ 4 annäherten. Die Tatsache, dass eine Rollenveränderung zumeist erst nach einer längeren Zeit des Unterrichtens mit Laptops festgestellt wird (Becker, 2000; Dwyer et al., 1990), lässt sich damit auch in diesem Projekt beobachten.

Wie in anderen Studien (Bruck et al., 1998; Duffy & McMahon, 1999; Hunneshagen et al., 2001b, Rockman et al., 1999; Schofield, 1997) wurde auch hier bestätigt, dass der gemeinsame Erwerb von Computerkompetenz einen bedeutenden Anteil an der Auflösung der klassischen Rollenverteilung im Unterricht trägt. Diese Erfahrung war in der vorliegenden Studie jedoch ambivalent. Die Lehrer sahen zwar, anders als in verschiedenen Studien berichtet (Bruck et al., 1998; Hinsch & Schneider, 2001), die Verschiebung ihrer Rolle hin zu der eines Mitlernenden mehrheitlich positiv. Die Aussagen der Schüler zum Erwerb neuer Software-

Kompetenzen und die typologische Analyse differenzieren dieses Bild jedoch. Es scheint gleichzeitig von der technischen Medienkompetenz der Lehrkräfte und ihrer allgemeinen „Unterrichtsphilosophie“ abzuhängen, ob es in dieser Situation tatsächlich zu einem gemeinsamen Lernen kommt. Insbesondere die Lehrer, deren Medienkompetenz eher gering war und die gleichzeitig grundsätzlich eine eher lehrerzentrierte Idealvorstellung von Unterricht hatten, legten (besonders in der Anfangsphase) Wert auf eine starke Strukturierung, die es ihnen erlaubte, die Unterrichtssituation trotz der eigenen Unsicherheit kontrollieren zu können. Diese Lehrer versuchten, die Situation des „Mitlernens“ zu vermeiden, was besonders von den computererfahrenen Schülern negativ beurteilt wurde. Lehrer mit einer hohen Medienkompetenz und/oder einer eher schülerzentrierten Unterrichtseinstellung gingen dagegen mit der Einführungssituation der Laptops souveräner um. Sie legten weniger Wert auf eine hohe Lenkung und vertrauten stärker darauf, Probleme mit den Schülern gemeinsam lösen zu können.

Widersprüchliche Aussagen bestehen zur Selbständigkeit beim Lernen bzw. zu den Möglichkeiten der Mitbestimmung der Schüler. Die generelle Zunahme, die in zahlreichen anderen Studien gefunden wurde (Bertelsmann Foundation, 1998; Collis & Carleer, 1993; Dwyer et al., 1990; Eschenauer, 1999; Schofield, 1997; Scott et al., 1992), konnte in der vorliegenden Studie nicht eindeutig repliziert werden. Während die Lehrer und auch die Unterrichtsbeobachtung eine Zunahme der Selbständigkeit der Schüler feststellten, waren die Schüler selbst in der Fragebogenbefragung weder der Ansicht, dass sie ihre Arbeitsweise und -tempo stärker selbst bestimmen können als im traditionellen Unterricht, noch dass sie ein größeres Mitspracherecht bei Themen und Inhalten haben. Im Verlauf des Projekts zeigte sich in der ersten Kohorte über die ersten drei Jahre sogar eine eher abnehmende Tendenz. Demgegenüber wurde in den Interviews im Verlauf des Projekts zunehmend häufiger berichtet, dass die Eigenständigkeit beim Lösen von Arbeitsaufträgen zugenommen habe und die Schüler über Themen und Arbeitsformen zunehmend mitbestimmen könnten. Zum einen könnte der gefundene Widerspruch damit zusammenhängen, dass die Schüler qualitativ wie quantitativ von verschiedenen Lehrertypen unterschiedlich stark an der Unterrichtsgestaltung beteiligt wurden (s. o.). Auch die Unterrichtsbeobachtung belegt, dass schülerzentrierte Phasen nach wie vor in ihrer Gesamtheit relativ stark durch den Lehrer initiiert und vorstrukturiert werden (vgl. 10.3). Aus Sicht der Schüler ist deshalb die Wahrnehmung verständlich, dass ihre Mitbestimmungsmöglichkeiten begrenzt waren. Aus Lehrersicht wurde die Eigenständigkeit der Schüler beim Lösen von Aufgaben dagegen positiv als Anstieg der Selbstän-

digkeit bewertet, da sie diesen Unterricht mit ihrem regulären Unterricht, den sie noch wesentlich stärker vorstrukturieren, verglichen.

### 10.5 Veränderung der Lernziele

Im Bereich der Lernziele wurde insgesamt die geringste Veränderung festgestellt. Zwar betont die Mehrzahl der Lehrer und der Schüler, dass zu den curricularen Inhalten die Vermittlung von Computerkompetenzen als neues Lernziel hinzugekommen ist. Auf der Ebene der fachlichen Inhalte hat sich jedoch wenig verändert. Verschiebungen, wie sie bei einer Hinwendung zu einem konstruktivistischen Unterrichtskonzept zu erwarten sind, z. B. eine Fokussierung auf die Vermittlung von alltagsnahem Handlungs- und Anwendungswissen, auf lernstrategisches Wissen und meta-kognitive Kompetenzen sowie die Beteiligung der Schüler an der Auswahl von Lernzielen und -methoden, wurde nur eingeschränkt beobachtet. Von der Mehrzahl der Lehrer wurde die Veränderung der Lernziele, falls eine solche beobachtet wurde, eher als eine „Erweiterung“ der curricular vorgegebenen Lerninhalte charakterisiert, denn als grundsätzliche Neuorientierung. Dabei wurde, besonders von den Lehrern, die den Typen 3, 4 und 5 zugeordnet wurden, jedoch zumindest in der Tendenz eine konstruktivistische Ausrichtung bei den Lernzielen im Laptopunterricht beschrieben (z. B. Steigerung der Alltagsnähe durch komplexere Problemstellungen im Fach Mathematik, Fokus auf strategisch-methodische Kompetenzen beim Umgang mit Texten im Fach Deutsch). Die Ergebnisse deuten somit insgesamt in eine ähnliche Richtung wie die der Befragung von Hunneshagen et al. (2001), die ebenfalls fanden, dass bei der Nutzung des Computers Methodenkompetenzen und Medienkompetenz stärker als im normalen Unterricht in den Vordergrund treten.

Insgesamt wird im Bereich der Lernziele jedoch offensichtlich, wie eng die Grenzen für eine Veränderung des Unterrichts in diesem Projekt durch äußere Rahmenbedingungen gezogen waren. Da die Lernziele des Lehrplans nach wie vor für die Laptoplehrer bindend waren, konnte es hier nur in sehr begrenztem Ausmaß zu Innovationen kommen. So beklagen besonders die Lehrer des Typs 1 und 3, dass die im Lehrplan vorgesehene Stofffülle bereits im traditionellen Unterricht kaum vollständig bearbeitet werden könne. In dieser Hinsicht wurde die Teilnahme am Laptop-Projekt von vielen Lehrern als zusätzliche Belastung empfunden, da die Einführung von Computerkompetenzen sowie die Integration der Geräte in den täglichen Unterricht zunächst wertvolle Unterrichtszeit kosteten. Der Curriculumsdruck wirkte sich damit so aus, dass Lehrer nur zögernd neue Lernformen erprobten oder neue Inhalte und Lernziele in den Unterricht aufnahmen (vgl. 10.7).

## 10.6 Einfluss von Lehrervariablen

Unter den Lehrervariablen zeichnen sich in der vorliegenden Studie vor allem zwei Komplexe als bedeutsam für eine Veränderung des Unterrichts ab. Dies ist zum einen die Computerkompetenz der Lehrer, die eine entscheidende Voraussetzung dafür zu sein scheint, ob die Lehrer die Sicherheit besitzen, von ihrer dominanten Position im Unterricht abzurücken und den Schülern (zumindest beim Erwerb von Computerkompetenz) konstruktivistisches Lernen, d. h. unterschiedliche Lernwege und das Einbringen eigener Ideen und Herangehensweisen zu ermöglichen. Für die Realisierung konstruktivistischer Unterrichtsformen auf fachlicher Ebene scheinen darüber hinaus, wie dies bereits Veen (1995) und Becker (2000) feststellten, die persönlichen Einstellungen der Lehrer von zentraler Bedeutung zu sein. Beide Studien stellten fest, dass Lehrer eine starke Tendenz haben, ihren Unterrichtsstil auch bei der Integration des Computers beizubehalten. Ein konstruktivistischer Unterrichtsstil wurde deshalb in der Regel nur bei Lehrern beobachtet, die ohnehin eine eher schülerzentrierte und konstruktivistische Idealvorstellung von Unterricht hatten. Dieser Aussage stehen zahlreiche Studien entgegen, die eine generelle Hinwendung des Unterrichts zu einer stärker konstruktivistischen Methodik beobachtet haben (Bertelsmann Foundation, 1998; Duffy & McMahon, 1999; Dwyer et al., 1990; Wiburg et al., 1999). Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass der Zusammenhang komplizierter ist, als in den genannten Studien postuliert. Weder kann von einer allgemeinen Veränderung noch von einer generellen Beibehaltung eines jeweiligen Unterrichtsstils ausgegangen werden. Die typologische Analyse fand nur zwei Gruppen von Lehrern, die bei ihrem bisher praktizierten Unterrichtsstil blieben, wie Veen (1995) und Becker (2000) beobachteten. Dabei war die Gruppe derjenigen, die die Arbeit mit Laptops weitgehend einem zuvor praktizierten lehrergelenkten Unterrichtsstil unterordneten, sehr klein (Typ 1). Dieser steht eine ebenso kleine Gruppe von Innovatoren gegenüber. Sie beurteilte den Einsatz der Laptops zwar positiv und als hilfreich für die Realisierung schülerzentrierter und konstruktivistischer Unterrichtsmethoden, jedoch war sie nicht der Ansicht, dass sie ihren Unterrichtsstil durch die Einführung von Laptops verändert hat, da sie sich ohnehin um einen schülerzentrierten Unterrichtsstil bemüht.

Für drei Gruppen, und damit für die Mehrheit der Lehrer in der untersuchten Stichprobe zeigte sich jedoch eine Veränderung ihres Unterrichtsstils infolge der Teilnahme am Laptop-Projekt. Diese Lehrer vertraten grundsätzlich eine eher lehrerzentrierte Vorstellung von Unterricht, die sich im Verlauf der Projekts hin zu einer eher konstruktivistischen Unterrichtssicht wandelte. Unterschiede bestanden allerdings darin, wie tiefgreifend die Veränderungen

waren und welche Rolle das Medium Laptop bei der Veränderung spielte (vgl. 10.2, 10.3 und 10.4). Weiterhin konnte die Tendenz festgestellt werden, dass Lehrer, die zunächst auf die Vermittlung von Medienkompetenz fokussierten, im Verlauf des Projekts häufiger zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis und einem konsequenten Medieneinsatz gelangten. Ihre Kollegen, die bei der Entscheidung für den Einsatz der Laptops stark vom curricularen Inhalt ausgingen, blieben dagegen auch langfristig häufig bei einem Muster des phasenweisen Einsatzes der Laptops, bei dem es nicht zu einer grundsätzlichen Veränderung der Unterrichtspraxis kam.

Von besonderer Wichtigkeit dafür, dass es in diesem Projekt für eine Reihe von Lehrern zu einer Veränderung der Unterrichtspraxis kam, scheint der Austausch bzw. die Ermutigung der Kollegen zu sein (vgl. 10.7). Im Vergleich zu der Studie von Veen haben die Lehrer in diesem Modellversuch deutlich mehr Unterstützung erhalten, was für die divergierenden Ergebnisse verantwortlich sein könnte. Lehrer, die berichteten, durch die Teilnahme am Laptop-Projekt darin bestärkt worden zu sein, neue Unterrichtsformen zu erproben, haben sich häufig am Modell ihrer Kollegen orientiert.

### **10.7 Rolle des schulorganisatorischen Kontexts**

Hinsichtlich des schulorganisatorischen Kontextes bestätigen sich die Annahmen und Beobachtungen, die in Kap. 3.3.4 dieser Arbeit vorgestellt wurden. Als fördernder Faktor für die Veränderung von Unterricht erwies sich die Unterstützung, die von schulorganisatorischer Seite für die Lehrer angeboten wurde. Besonders die Möglichkeiten der internen Fortbildung und des kollegialen Austauschs bei der Entwicklung von Unterrichtsentwürfen und der Konzeption von Unterrichtsreihen, wurden von vielen Lehrern gelobt. Wie bereits unter 10.6 ausgeführt, schuf eine solche Infrastruktur die Möglichkeit, dass innovative Lehrer ihren konservativeren Kollegen ein Modell dafür boten, wie schülerzentrierte und konstruktivistische Unterrichtsformen mit dem Computer realisiert werden können und sie dazu ermutigten, mit neuen Methoden zu experimentieren. Die unterschiedlichen Integrationsmuster zeigen dabei jedoch, dass auch, wenn sich die Lehrer durch gegenseitige Unterstützung und Diskussion auf ein bestimmtes pädagogisches Vorgehen einigen, ein weiter Spielraum existiert, wie die Laptops vom einzelnen Lehrer im Unterricht eingesetzt werden. Die Interviewstudie, insbesondere die typologische Analyse macht deutlich, dass pädagogisches Konzept und Weiterbildung lediglich einen Orientierungsrahmen bieten, innerhalb dessen nach wie vor ein breites Spektrum von eher lehrerzentrierten bis zu schülerzentrierten Unterrichtsformen realisiert wird.

Weiterhin wurde besonders von Lehrerseite die technische Unterstützung des Projekts durch Schultechniker und Medienkoordinator als äußerst hilfreich gelobt. Für die Lehrer erwies es sich als ungemein förderlich, auf zuverlässige technische Hilfe bei Problemen und Ausfällen zählen zu können. Einige Lehrer hielten das Projekt ohne diese Hilfe für gar nicht durchführbar. Durch die technische Unterstützung wurde nicht nur die Unterrichtsorganisation erleichtert, da Defekte an den Geräten auf ein Minimum reduziert und zügig behoben werden konnten. Sie stärkte auch das Vertrauen der Lehrer, die im Umgang mit den Geräten eher unsicher waren.

Als schulorganisatorisch geschickt hat sich darüber hinaus erwiesen, die Laptop-AG für interessierte Lehrer, die noch nicht mit Laptops unterrichten, zu öffnen. So konnte in der Schule ein günstiges Promotorenmodell realisiert werden, das dazu beigetragen hat, eine wachsende Zahl von Lehrern an dem Projekt zu interessieren<sup>34</sup> und Berührungängste mit dem Medium Computer in der Schule abzubauen. Gleichzeitig muss darauf hingewiesen werden, dass die relativ große Aufgeschlossenheit für neue Medien im Unterricht sicherlich nicht nur dem Laptop-Projekt zu verdanken ist, sondern auch mit der langjährigen Teilnahme der Schule am Medienprojekt in Zusammenarbeit mit der Bertelsmann-Stiftung zusammenhängt (vgl. 6.1). Insofern bestätigt der vorliegende Modellversuch auch die Befunde von Scholl und Prasse (2001), dass eine positive Haltung der Schulleitung, die den Einsatz von Medien befürwortet und unter den Lehrern kontinuierlich für Akzeptanz und Offenheit für den Umgang mit neuen Medien wirbt, von entscheidender Bedeutung für die Verbreitung neuer Medien in der Schule ist.

Die Grenzen des Projekts zeigten sich besonders dort, wo auf schulorganisatorischer Ebene Rahmenbedingungen vorgegeben wurden, die sich nur schwer mit einer Veränderung des Unterrichts in Richtung auf konstruktivistisches Lernen vereinbaren lassen. Dies gilt zum einen für die unter 10.5 angesprochene Bindung an den Lehrplan, die von Seiten der Schulleitung (bzw. ihrer übergeordneten Ebenen) kaum gelockert wurde. Hier erweist es sich als hinderlich, dass in jedem Jahrgang Klassen mit und ohne Laptopnutzung in einem Konkurrenzverhältnis zueinander standen. Für die Einführung konstruktivistischer Unterrichtsmethoden kann eine solche Orientierung am Lehrplan nur kontraproduktiv sein, vor allem, weil die Kompetenzen, die die Schüler im Laptop-Projekt zusätzlich erworben haben, bei einer einseitigen Orientierung an traditionellen Lehrplänen nicht positiv zu Buche schlagen. Dieses Problem wird von Cohen (1988) und Cuban (1994) benannt, und stellte sich auch im „Apple

---

<sup>34</sup> Nach Angabe des Medienkoordinators besuchten im vierten Jahr des Laptop-Projekts bereits mehr als ein Drittel des Kollegiums die Laptop-AG. Außerdem wurde beschlossen, den Unterricht in Laptopklassen in das Schulprofil aufzunehmen und damit zu einem Schwerpunkt des Schulprogramms zu machen.

Classrooms of Tomorrow“-Projekt als zentraler hemmender Faktor für eine konsequente Veränderung des Unterrichts heraus (Dwyer, 1994). Auch andere, bereits von Cohen (1988) und Cuban (1994) angesprochene schulorganisatorische Grundprobleme bestätigten sich in diesem Modellversuch. So wurde bisher die Fächertrennung und die Gliederung des Schultages in 45-minütige Einheiten beibehalten. Auch dies setzt der Realisierung schülerzentrierter und konstruktivistischer Lernformen enge Grenzen. Projektorientiertes Arbeiten ist in einem solchen Setting kaum möglich, da die im Unterricht zur Verfügung stehende Zeit sehr begrenzt ist. Andere selbstorganisierte Arbeitsformen wie Wochenplan-Arbeit lassen sich unter diesen Bedingungen überhaupt nicht realisieren. Insofern erstaunt es nicht, dass bisher so gut wie gar nicht berichtet wurde, dass die Schüler fächerübergreifend arbeiteten, die Bearbeitung von Projekten häufig in die Hausaufgabe verlegt wurde und die beobachteten Laptopstunden nach wie vor eine relativ große Ähnlichkeit mit dem traditionellen lehrergeleiteten gymnasialen Unterricht aufwiesen.

### 10.8 Bedeutung der Mobilität der Computer und Vollausrüstung

Für die Beantwortung der Frage, welche Bedeutung für die beobachteten Veränderungen die Tatsache hat, dass die Schüler in diesem Projekt mit eigenen Geräten, die sie in der Schule und zuhause benutzen konnten, sind die Interview-Aussagen zu den Vor- und Nachteilen von Computerraum vs. Laptop-Projekt besonders aufschlussreich. Zunächst bestätigen die Lehrer das Ergebnis verschiedener anderer Studien (Beynon, 1993; Culley, 1993), dass die erzwungene Gruppenarbeit im Computerraum durch die mangelnde Anzahl von Geräten die Schüler benachteiligt, die gegenüber der Technik zurückhaltender sind. Im Laptop-Projekt gelingt es dagegen, diese Gruppen in ihrer Computerkompetenz zu fördern. Diesen Eindruck bestätigt eine Studie von Schaumburg (2001b), die ebenfalls im Rahmen der Begleitforschung zu diesem Projekt durchgeführt wurde. Auch die Dynamik bei der Gruppenarbeit wird nach Ansicht der Lehrer und, mit Einschränkung auch der Schüler, verbessert, wenn jedem Schüler ein eigener Computer zur Verfügung steht, da die Schüler sich gleichberechtigter einbringen können. Das “I’m the thinkist, you’re the typist“-Muster, mit dem Sheingold et al. (1990) die ungleichgewichtige Aufteilung von Gruppenarbeit am Computer beschreiben, lässt sich bei der Arbeit mit Laptops leichter vermeiden.

Die Transportabilität der Geräte wurde vor allem aus unterrichtsorganisatorischer Perspektive positiv beurteilt. Im Laptop-Projekt wurde damit eine ungleich höhere Flexibilität für den Einsatz von Computern im Unterricht erreicht. Die Computer standen nicht nur jederzeit für die Nutzung im Unterricht zur Verfügung, sie konnten auch für Hausaufgaben eingesetzt

werden, so dass computer-basierte Arbeiten vor- oder nachbereitet werden konnten. Bestimmte langfristige Arbeiten mit dem Computer, wie der Aufbau eines Grammatikarchivs liessen sich ohne die kontinuierliche Nutzung, wie sie im Laptop-Projekt realisiert wurde, nicht verwirklichen. Auch die Integration des Computers als ein Werkzeug, das selbstverständlich neben anderen Unterrichtsmedien genutzt wird, könnte nicht durch gelegentliche Unterrichtsreihen im Computerraum geleistet werden.

### 10.9 Zusammenfassung: Konstruktivistisches Lernen durch Laptops?

Erfüllen Laptops nun die in sie gesetzte Hoffnung, als Katalysator für eine Reform des schulischen Lernens hin zu einer konstruktivistischen Unterrichtsmethodik zu wirken?

Einiges spricht dafür: Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die Integration von Laptops einen unmittelbaren Wandel des Unterrichts mit sich bringt. Bestimmte Unterrichtsformen und -abläufe, insbesondere der lehrergelenkte Frontalunterricht, werden durch das Vorhandensein der Laptops ausgehebelt oder lassen sich zumindest nur sehr schwer mit Laptops realisieren. Als Ursache hierfür kann die gesteigerte Variationsbreite von Handlungsoptionen, die der Laptop den Schülern bietet, gesehen werden. Dies gilt vor allem für die Vielzahl individueller technischer Fragen und Probleme, die in der Anfangsphase auftauchen und die in der Frontalsituation nur mit großem zeitlichen Aufwand und in für Lehrer und Schüler unbefriedigender Weise gelöst werden können. Für Lehrer und Schüler wird in dieser Phase spürbar, dass der lehrerzentrierte Unterricht, so wie sie ihn kennen, mit Laptops nicht funktioniert. Der Einstieg ins Laptop-Projekt gibt unmittelbar den Anstoß, über eine Veränderung des Unterrichtsablaufs nachzudenken. Viele Lehrer machen bereits an dieser Stelle gute Erfahrungen damit, sich konstruktivistischer Unterrichtsmuster zu bedienen, indem sie Kontrolle und Verantwortung an die Schüler abgeben oder Schülerkooperation zur Lösung von Problemen einsetzen. Der Einsatz konstruktivistischer Unterrichtsmuster auch auf fachlich-inhaltlicher Ebene wird somit durch die Besonderheiten des Laptop-Unterrichts in der Anfangsphase vorbereitet.

Bei der Lösung unterrichtsbezogener Arbeitsaufträge bietet der Laptop den Schülern ebenfalls in verschiedener Hinsicht mehr Spielraum und mehr individuelle Experimentier- und Lösungsmöglichkeiten als traditionelle Medien. Aus Sicht der Lehrer lässt sich auf diese Weise die Selbständigkeit und das explorierende Lernen der Schüler steigern - der Laptop wird also als ursächlich für eine Veränderung des Unterrichts gesehen. Der entscheidende Faktor dürfte jedoch die Aufgabenstellung sein, die den Schülern mehr oder weniger Freiheitsgrade lässt. Prinzipiell lassen sich auch mit klassischen Medien sehr offene und mit dem



Computer hochgradig vorstrukturierte Aufgaben stellen. Bei der Arbeit mit dem Computer ist es nun jedoch so, dass viele Lehrer die Zahl der möglichen Lösungsalternativen selbst nicht vollständig überblicken und gleichzeitig den Schülern, besonders ihre technischen Fertigkeiten betreffend, eine höhere Kompetenz zutrauen als bei Arbeitsaufträgen im regulären Unterricht. Die Lehrer sind deshalb eher bereit, Arbeitsaufträge so zu formulieren, dass sie den Schülern mehr Freiheiten zugestehen. Gleichzeitig zeigen die Schüler, zunächst bezogen auf technische, später auch auf inhaltliche Fragen, ein größeres Selbstvertrauen, von Lehrervorgaben abzuweichen. Auch auf diese Weise verändert der Laptop also die Unterrichtsgestaltung hin zu einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis.

Ein dritter Grund, warum Laptops die Funktion eines Katalysators für die Reform des Unterrichts einnehmen, ist, dass das Projekt für die Lehrer einen äußeren Anlass geschaffen hat, die eigene Unterrichtspraxis zu überdenken und sich stärker als sonst im Schulalltag üblich mit Kollegen über Unterrichtsführung und -methodik auszutauschen. Insofern führte die Einführung von Laptops verbunden mit der Zielsetzung, eine Innovation der Unterrichtspraxis anzustoßen, auch auf diesem Weg zu Veränderungen des Unterrichts.

Es kann somit zunächst festgehalten werden, dass die Laptops direkt und indirekt eine Veränderung des Unterrichts bewirken, wobei sie in der Tendenz konstruktivistische und schülerzentrierte Unterrichtsformen unterstützen und lehrerzentrierte Unterrichtsformen schwächen.

Auf der Grundlage der detaillierten Betrachtung der verschiedenen Methodenebenen des Unterrichts sowie weiterer Faktoren wie Lehrervariablen und Rahmenbedingungen muss die Wirkung von Laptops als Schrittmacher für eine Veränderung des Unterrichts jedoch eingeschränkt werden. So zeigt sich, dass die Hinwendung zu einer konstruktivistischen Unterrichtsmethodik auf unterschiedlichen Methodenebenen verschieden schnell und einfach gelingt. Der Bereich der Handlungsmuster weist in der vorliegenden Untersuchung das größte Veränderungspotenzial auf, während hinsichtlich der Lernziele die geringste Veränderung festgestellt wurde. Das Veränderungspotenzial bei Sozialformen und Rollenverständnis liegt zwischen diesen beiden. Der Grund hierfür kann darin gesehen werden, dass auf der Ebene der Handlungsmuster relativ oberflächliche und kurzzeitige Veränderungen möglich sind, ohne dass der Unterricht sich grundsätzlich verändern muss. Auf dieser Ebene kann mit der methodischen Gestaltung von Einzelphasen des Unterrichts experimentiert oder Aufgabenstellungen geringfügig modifiziert werden (z. B. durch Arbeitsaufträge, die die Schüler zum experimentierenden Lernen anregen), ohne dass der Lehrer dabei notwendigerweise Sozialformen, Lernziele oder das Rollenverständnis im Unterricht ändern muss. Eine Neuorientierung des Rollenverständnisses verlangt dagegen ein tiefgreifendes Umdenken und eine grund-

sätzlichere Veränderung des Unterrichts, von der in der Regel auch Handlungsmuster, Sozialformen und, mit Einschränkung, die Lernziele des Unterrichts betroffen sind. Die typologische Analyse hat gezeigt, dass es vom individuellen Lehrer abhängt, wie der Laptop in den Unterricht integriert wird und auf welchem Niveau dabei eine Hinwendung zu konstruktivistischen Unterrichtsmethoden erreicht wird.

Im Bereich der Lernziele kommen bildungspolitische bzw. schulische Rahmenbedingungen hinzu, die eine Hinwendung zu konstruktivistischen Lernzielen, und damit ebenfalls eine grundsätzliche Reform des Unterrichts fördern oder unterbinden können. Die vorliegende Fallstudie macht an diesem Teilaspekt anschaulich, welchen Anteil unterrichtsübergeordnete Ebenen daran haben, dass eine konstruktivistische Unterrichtsmethodik nicht konsequent umgesetzt werden kann.

Laptops können also auf dem Weg zu einer konstruktivistischen Innovation des Unterrichts wichtige Impulse geben. Als Motor für eine Veränderung reicht aber die Bereitstellung der Technik und begleitender Fortbildungsmaßnahmen nicht aus. Hinzu kommen müssen individuelle Hilfestellungen für Lehrer, um sie, abhängig von ihrem bisher praktizierten Unterrichtsstil, ihren didaktischen Kenntnissen und Erfahrungen und ihrer Innovationsbereitschaft darin zu unterstützen, sich einer konstruktivistischen Unterrichtspraxis anzunähern. Von entscheidender Bedeutung ist darüber hinaus die Bereitschaft, sich zumindest auf der Ebene der Einzelschule von den Anforderungen des Curriculums und anderen bildungspolitischen Vorgaben zu lösen, um eine umfassende Veränderung des Schulunterrichts zu erreichen.

## 11. Ausblick

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, den Zusammenhang von Laptop-Einsatz mit der Realisierung eines konstruktivistischen Unterrichts zu untersuchen. Dieses Forschungsfeld, dessen Verständnis bisher lückenhaft ist, wurde explorativ untersucht, um differenzierte Ergebnisse darüber zu erhalten, ob und wie die Integration des Computers auf unterschiedlichen Methodenebenen des Unterrichts wirkt. Die Studie strebte also nicht an, verallgemeinerbare Aussagen zu liefern, wohl aber, mögliche Wirkmechanismen aufzuzeigen, die die Grundlage zukünftiger hypothesenprüfender Untersuchungen sein könnten. An dieser Stelle wird reflektiert, wo die Grenzen der vorliegenden Untersuchung liegen und welche Richtung zukünftige Forschungsbemühungen, aufbauend auf der vorliegenden Arbeit, nehmen könnten. Abschließend werden auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse vorläufige Empfehlun-