

Fuchs, Thomas; Wößmann, Ludger

Article

Computer können das Lernen behindern

ifo Schnelldienst

Provided in Cooperation with:

Ifo Institute – Leibniz Institute for Economic Research at the University of Munich

Suggested Citation: Fuchs, Thomas; Wößmann, Ludger (2005) : Computer können das Lernen behindern, ifo Schnelldienst, ISSN 0018-974X, ifo Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, München, Vol. 58, Iss. 18, pp. 16-23

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/164232>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

Die Forderung, alle »Schulen ans Netz« zu bringen, ist in der öffentlichen Diskussion weit verbreitet, und in den politischen Bestrebungen zu ihrer Umsetzung werden erhebliche finanzielle Mittel aufgewendet. Gleichzeitig wenden viele Eltern eine Menge Geld auf, um ihren Kindern zu Hause die besten Computer und die neueste Lernsoftware bieten zu können. Dies alles geschieht in der Hoffnung, die Bildungschancen der Schülerinnen und Schüler zu verbessern. Umfangreiche Analysen der internationalen PISA-Daten deuten aber darauf hin, dass diese Hoffnung weitgehend vergebens ist. Die Verfügbarkeit von Computern zu Hause und die intensive Nutzung von Computern in der Schule gehen nicht mit besseren, sondern zumeist sogar mit schlechteren Schülerleistungen in den PISA-Basiskompetenzen einher. Damit zeigt sich wie schon für die in der letzten Ausgabe des *ifo Schnelldienst* betrachtete Verkleinerung der Klassengrößen, dass das Heil der deutschen Bildungspolitik wohl nicht in einer kostenintensiven Politik der Ausweitung der in den Schulen verfügbaren materiellen Ressourcen zu suchen ist. Mehr versprechen da schon die in den nächsten beiden Ausgaben des *ifo Schnelldienst* in den weiteren Folgen der Serie »Ökonomische Beiträge zur Schuldebatte« untersuchten institutionellen Reformen des Schulsystems.¹

In der arbeitsmarktökonomischen Forschung liegen umfangreiche Ergebnisse darüber vor, dass eine bessere Bildung individuell mit einem höheren Einkommen einhergeht.² Vieles deutet darauf hin, dass es dabei nicht in erster Linie auf die rein quantitative Dauer der Ausbildung ankommt, sondern wesentlich mehr darauf, welches qualitative Ausmaß an kognitiven Basiskompetenzen wie Mathematik-, Naturwissenschafts- und Sprachleistungen erlernt wurde.³ Im Gegensatz zu den substantiellen Erträgen auf Basiskompetenzen findet die Literatur hingegen kaum Evidenz dafür, dass die reine Fähigkeit, Computer zu nutzen, auf dem Arbeitsmarkt ursächliche Erträge abwerfen würde.⁴

Da also für den späteren Erfolg das Erlernen von kognitiven Basiskompetenzen weit wichtiger zu sein scheint als das Er-

lernen der Fähigkeit, Computer zu nutzen, fokussieren wir uns im Folgenden auf die basiskompetenzpolitisch relevante Frage zum Computereinsatz: Können durch die verstärkte Verfügbarkeit und Nutzung von Computern zu Hause und in der Schule die kognitiven Basiskompetenzen der Schüler verbessert werden? Dieser Fragestellung gehen wir nach, indem wir empirisch schätzen, wie die in PISA erhobenen Testleistungen der Schüler in Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen mit der Computerverfügbarkeit und -nutzung zusammenhängen.

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, bestehen innerhalb Deutschlands durchaus große Unterschiede sowohl in der Verfügbarkeit als auch in der Nutzung von Computern und sowohl zu Hause als auch in der Schule. Dabei fällt etwa auf, dass 82% der in PISA 2000 getesteten deutschen 15-jährigen Schüler einen oder mehr Computer im Haushalt zur Verfügung haben, aber 46% den häuslichen Computer so gut wie nie zum Recherchieren im Internet oder zum Senden von E-Mails nutzen. Immerhin geben nicht weniger als 65% der deutschen Schüler an, zu Hause Bildungssoftware zu haben.

An deutschen Schulen kommt im Durchschnitt auf je 17 Schüler ein Personalcom-

¹ Die im vorliegenden Beitrag berichteten Ergebnisse basieren zum großen Teil auf dem Artikel »Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School«, der in Kürze im *Brussels Economic Review* erscheinen wird und auch als *CESifo Working Paper* 1321 vorliegt (Fuchs und Wößmann 2004).

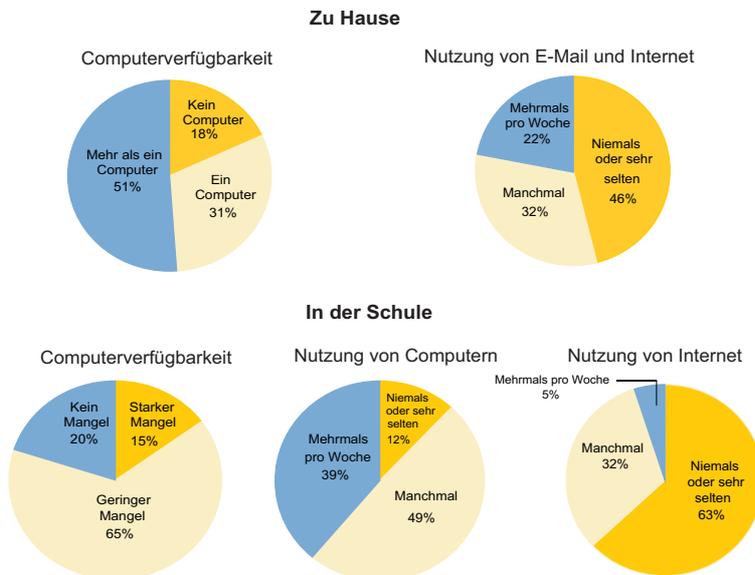
² Vgl. dazu die Überblicksartikel von Card (1999) und Harmon et al. (2003) sowie für deutsche Evidenz Jochmann und Pohlmeier (2004).

³ Vgl. dazu vor allem Bishop (1989; 1992), Murnane et al. (1995); Neal und Johnson (1996); Altonji und Pioretti (2001) sowie Currie und Thomas (2001) und die darin enthaltenen Literaturverweise.

⁴ Vgl. dazu DiNardo und Pischke (1997); Entorf et al. (1999) und Borghans und ter Weel (2004).

Abb. 1
Computerverfügbarkeit und -nutzung durch deutsche Schüler

Anteil der in PISA getesteten deutschen Schüler mit den jeweiligen Eigenschaften



Quelle: Berechnungen des ifo Instituts anhand der PISA-Mikrodaten.

puter und auf je 43 Schüler ein Personalcomputer mit Internetzugang. Während nur 12% der Schüler in der Schule niemals oder sehr selten einen Computer gebrauchten, nutzen 63% in der Schule so gut wie niemals das Internet. Die in Abbildung 1 berichteten Zahlen belegen, dass sich der Computereinsatz beim Lernen zwischen deutschen Schülern stark unterscheidet. Welchen Einfluss haben solche Unterschiede in Computerverfügbarkeit und -nutzung auf die schulischen Leistungen der Schüler?

Was ist vom Computereinsatz zu erwarten?

In der Diskussion um den Computereinsatz beim Lernen gibt es sowohl Befürworter als auch Kritiker. Die Befürworter verbinden mit dem Einsatz von Computern zumeist die Hoffnung, dass das Lernen durch speziell auf die Fähigkeiten einzelner Schüler ausgerichtete Lernprogramme individualisiert werden kann. Diese Art des individualisierten Lernens soll entsprechend dieser Theorie die Schülerleistungen steigern und die Basiskompetenzen der Schüler erhöhen (vgl. Oppenheimer 1997).

Die Kritik am Computereinsatz weist vor allem auf drei mögliche Gefahren hin. Eine Hauptsorge besteht darin, dass durch Computernutzung zu Lehrzwecken in der Schule die Interaktion zwischen Lehrern und Schülern eingeschränkt und das kreative Denken von Schülern weniger stark gefördert wird als durch alternative Unterrichtsformen (vgl.

Healy 1999). Es besteht also die Gefahr, dass die Beschränkung des Denkmusters von Schülern auf die Programmstruktur ihre Kreativität einschränkt.

Eine zweite Sorge ist, dass sowohl die ausgegebenen Mittel für Computer als auch die vor dem Computer verbrachte Unterrichtszeit nicht die effektivsten Verwendungszwecke der eingesetzten Ressourcen sind. Muss aufgrund der Ausstattung einer Schule mit Computern an anderer Stelle wie zum Beispiel bei der Anschaffung besserer Lehrbücher gespart werden und wären diese alternativen Verwendungszwecke für die Schülerleistungen förderlicher gewesen, so hätte die Computerausstattung negative Folgen auf die Lernleistungen der Schüler. Ebenso ist es denkbar, dass computerunterstützter Unterricht bei gegebener Unterrichtszeit effektivere Unterrichtsformen verdrängt.

Eine dritte Gefahr für das Lernverhalten von Schülern wird im Ablenkungspotential durch Computerspiele gesehen. Dies ist insbesondere zu Hause relevant und kann dazu führen, dass Schüler Zeit, die sie sinnvoller für die Erledigung der Hausaufgaben oder Lernen benutzt hätten, vor dem Computer verbringen.

Wie vielfältig die existierenden Meinungen über die Auswirkungen von Computern auf Schülerleistungen sind, wird beispielhaft an zwei Zitaten führender britischer Persönlichkeiten deutlich. Der britische Schatzkanzler Gordon Brown begründete seine Ankündigung von Mitte März 2005, zusätzlich zu den bereits ausgegebenen Mitteln in Höhe von 2,5 Mrd. £ weitere 1,5 Mrd. £ für Schulcomputer bereitzustellen, mit der Aussage: »Die Lehr- und Bildungsrevolution besteht nicht länger in Tafel und Kreide, sie besteht in Computern und elektronischen Whiteboards.«⁵ Demgegenüber vertritt der britische Thronfolger Prinz Charles eine entgegengesetzte Ansicht: »Ich glaube einfach nicht, dass Leidenschaft für Lehrfächer oder Qualifikation, kombiniert mit begeisterndem Unterricht, durch computerbasierte Module ersetzt werden kann, die einen unverhältnismäßigen Anteil der derzeitigen Praxis in Anspruch zu nehmen scheinen.«⁶ Um zu sehen, welche dieser höchst unterschiedlichen Erwartungen Recht behält, möchten wir im Folgenden einen empirischen Beitrag zur öffentlichen Diskussion über den Einsatz von Computern beim Lernen leisten, in-

⁵ »The teaching and educational revolution is no longer blackboards and chalk, it is computers and electronic whiteboards.« (Daily Telegraph 2005).
⁶ »I simply do not believe that passion for subject or skill, combined with inspiring teaching, can be replaced by computer-driven modules, which seem to occupy a disproportionate amount of current practice.« (BBC Online 2004).

dem wir anhand der PISA-Mikrodaten untersuchen, ob die positiven oder negativen Effekte der Computerbereitstellung und -nutzung überwiegen.

Das methodische Problem: Bivariate und multivariate Analysen

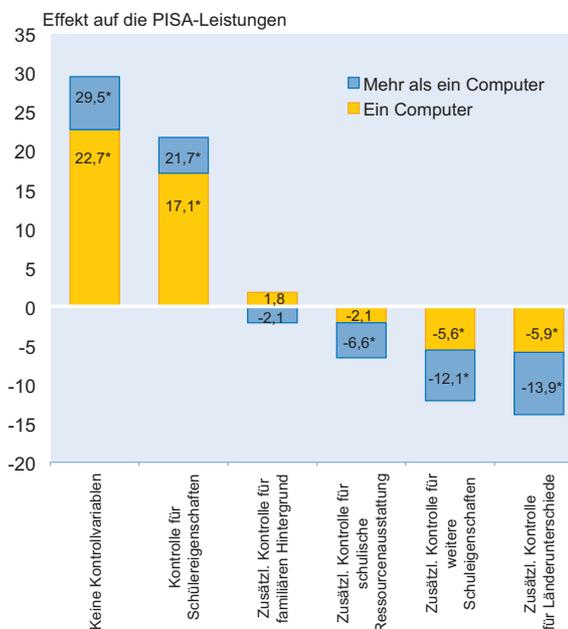
Die Schätzung der Auswirkungen von Computerbereitstellung und -nutzung auf Schülerleistungen, die auf den ersten Blick ganz leicht scheint, wirft bei näherer Betrachtung einige methodische Probleme auf. Viele Studien betrachten lediglich eine bivariate Korrelation zwischen Computern und Schülerleistungen. So berichtet etwa die offizielle Veröffentlichung der Ergebnisse durch die OECD (2001, 118), dass Schüler mit stärkerem Computerinteresse im PISA-Test besser abschneiden.

Ein ähnlicher positiver, statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Computern zu Hause und den PISA-Schülerleistungen findet sich auch in unserer eigenen Analyse der Mikrodaten des 2000 durchgeführten internationalen PISA-Tests, der 15-jährige Schüler in Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen geprüft hat (vgl. OECD 2001 für Details zum PISA-Test). Die PISA-Leistungen wurden auf einer Skala mit einem internationalen Mittelwert von 500 und einer Standardabweichung von 100 gemessen. Wie aus dem ersten Balken in Abbildung 2 ersichtlich ist, schneiden Schüler, die in ihrem Haushalt einen Computer haben, im PISA-Mathematiktest im Durchschnitt statistisch signifikant 22,7 Punkte besser ab als Schüler ohne Computer zu Hause. Schüler mit mehr als einem Computer zu Hause schneiden sogar 29,5 Punkte besser ab.⁷ Um einen Vergleichsmaßstab für die Stärke dieses Zusammenhangs zu haben, sei erwähnt, dass der durchschnittliche Leistungsunterschied zwischen Schülern der neunten und zehnten Klasse (den beiden größten Jahrgangsstufen im PISA-Test) 30,3 Punkte beträgt. Der Leistungsvorsprung von Schülern mit mehreren Computern im Haushalt ist also fast so groß wie der Leistungsunterschied einer ganzen Klassenstufe.

Mit solchen positiven Zusammenhängen werden oftmals positive Auswirkungen von Computern auf die Schülerleistungen suggeriert. Es ist aber zu beachten, dass es sich bei dem untersuchten Zusammenhang lediglich um eine bivariate Korrelation handelt. Eines der Hauptprobleme bei bivariaten Korrelationen besteht darin, dass sie andere Faktoren, die die Schülerleistungen beeinflussen können, wie beispielsweise den wirtschaftlichen und sozialen Hintergrund der Schüler und der Schule, nicht berücksichtigen. So weist

⁷ Da die berichteten Ergebnisse für Leistungen in Naturwissenschaften und Lesen qualitativ identisch sind, berichten wir hier nur über die Ergebnisse für Leistungen in Mathematik; vgl. Fuchs und Wößmann (2004) für Details.

Abb. 2
Verfügbarkeit von Computern zu Hause und PISA-Leistungen



Koeffizienten an zwei Indikatorvariablen über die Verfügbarkeit von Computern zu Hause in verschiedenen internationalen Regressionspezifikationen mit der PISA-Mathematik-Punktzahl als abhängiger Variable. * = der geschätzte Koeffizient unterscheidet sich statistisch mit 99%iger Wahrscheinlichkeit von null.

Quelle: Basierend auf Fuchs und Wößmann (2004, Tabelle 3a).

etwa die in PISA bereitgestellte Berufsklassifikation der Eltern (nach der Internationalen Standardklassifikation der Berufe ISCO) einen Korrelationskoeffizienten von 0,28 mit den Schülerleistungen in Mathematik auf. Gleichzeitig ist die Berufsklassifikation der Eltern auch positiv mit der Computeranzahl zu Hause korreliert, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,17.

Berücksichtigt man bei der Schätzung des Effektes der Computerverfügbarkeit nicht, dass es diesen Zusammenhang des Berufes der Eltern sowohl mit den Schülerleistungen als auch mit der Anzahl der Computer im Haushalt gibt, dann besteht die Gefahr, dass die bivariate Korrelation von Computern zu Hause und Schülerleistungen zu einem gewissen Grad die positive Korrelation des elterlichen Berufes mit den Schülerleistungen widerspiegelt. Mit anderen Worten: Wenn Schüler, deren Eltern einen entsprechend der Klassifikation anspruchsvolleren Beruf ausüben, aus verschiedensten Gründen bessere Leistungen aufweisen und gleichzeitig auch mehr Computer im Haushalt haben, dann käme es zu einer positiven bivariaten Korrelation zwischen Computern und Schülerleistungen, obwohl es zwischen beiden möglicherweise gar keinen kausalen Zusammenhang gibt.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu beheben, besteht darin, eine multivariate Analyse durchzuführen, die die Einflüsse anderer Faktoren, die ebenfalls die Schülerleistungen be-

einflussen, kontrolliert. Multivariate Analysen rechnen also etwa die Effekte des sozioökonomischen Hintergrunds der Eltern heraus, bevor sie den Einfluss von Computern auf Schülerleistungen schätzen. Im PISA-Datensatz können die multivariaten Analysen neben zahlreichen Merkmalen des familiären Hintergrunds auch noch zahlreiche Merkmale der einzelnen Schüler sowie der Ausstattung, institutionellen Gestaltung und Zusammensetzung der Schulen berücksichtigen. Die bedingten Korrelationen, die man so erhält, geben ein realistischeres Bild des Zusammenhangs zwischen Computereinsatz und Schülerleistungen wieder.⁸

Verfügbarkeit von Computern zu Hause

Wie die in Abbildung 2 berichteten Ergebnisse zunehmend umfangreicherer multivariater Schätzungen belegen, erweist sich der positive bivariate Zusammenhang zwischen der Verfügbarkeit von Computern zu Hause und den Schülerleistungen bei der zusätzlichen Berücksichtigung weiterer Einflussfaktoren als trügerisch. So wird der Zusammenhang schon schwächer, wenn man die Einflüsse verschiedener Schülereigenschaften herausrechnet.⁹ Dabei erlaubt die Nutzung von Individualdaten für 96 855 Schüler in 31 Ländern hier wie auch in sämtlichen weiteren in diesem Beitrag berichteten Analysen eine Kontrolle der Einflüsse dieser Eigenschaften auf der Ebene jedes einzelnen Schülers.¹⁰

Nach Berücksichtigung der Einflüsse der Variablen des familiären Hintergrunds wird der Zusammenhang zwischen Computern und PISA-Leistungen sehr klein und statistisch insignifikant.¹¹ Und wenn schließlich auch noch die Einflüsse häuslicher und schulischer Inputs¹², institutioneller Ge-

gebenheiten¹³ und sonstige Länderunterschiede¹⁴ berücksichtigt werden, dann kehrt sich der Zusammenhang gar in einen statistisch signifikant negativen Effekt um. In dieser umfassendsten Modellspezifikation sind die Leistungen von Schülern mit einem Computer zu Hause 5,9 Punkte schlechter und die von Schülern mit mehr als einem Computer zu Hause 13,9 Punkte schlechter als die von Schülern ohne Computer zu Hause. Dies entspricht etwas weniger als der Hälfte des Leistungsunterschieds zwischen der neunten und zehnten Klasse in der PISA-Studie. Der so geschätzte Effekt verdeutlicht das negative Potential, das von der Verfügbarkeit von Computern zu Hause auf die Schülerleistungen ausgehen kann. Offensichtlich werden zu Hause verfügbare Computer nicht in erster Linie zum Erlernen von Basiskompetenzen, sondern für lernfremde Zwecke genutzt – eine Hypothese, der wir im nächsten Abschnitt näher nachgehen werden.

Das Ergebnismuster verdeutlicht, wie irreführend einfache bivariate Betrachtungen sein können – auch wenn sie selbst in hochqualitativen Dokumenten wie den offiziellen PISA-Veröffentlichungen der OECD berichtet werden. Im vorliegenden Fall zeigt es sich, dass die Verfügbarkeit von Computern zu Hause stark vom Bildungsniveau und Beruf der Eltern abhängt. Gut ausgebildete Eltern legen aber auch mehr Wert auf die Ausbildung ihrer Kinder. Daher ist es nicht verwunderlich, dass Kinder gut ausgebildeter Eltern sowohl zu Hause einen besseren Zugang zu Computern haben als auch bessere Schulleistungen erbringen als Kinder aus bildungsferneren Schichten. Um den Einfluss der Computerverfügbarkeit auf die Schulleistungen zu bestimmen, muss man die Leistungen von Schülern mit gleichen familiären Verhältnissen miteinander vergleichen, was in der multivariaten Regressionsanalyse geschieht. Und dann ergibt sich eben kein positiver, sondern sogar ein negativer Zusammenhang.

Es ist beachtenswert, dass die zusätzliche Berücksichtigung fixer Ländereffekte gegenüber der Modellspezifikation, die für alle weiteren beobachteten Eigenschaften kontrolliert, keinen substantiellen Unterschied für die Ergebnisse macht. Die umfangreichen berücksichtigten Kontrollvariablen scheinen also die wichtigsten verzerrenden Einflüsse aufzufangen. Wenn man ausschließlich die deutschen PISA-Daten betrachtet – im Unterschied zu den in Abbildung 2 berichteten Ergebnissen, die auf dem gesamten internationalen

⁸ Obwohl der umfangreiche Einsatz von Kontrollvariablen das Problem nicht berücksichtigter Einflussfaktoren und damit die Gefahr von Verzerrungen der Schätzergebnisse vermindert, ist es auch bei den multivariaten Schätzungen nicht auszuschließen, dass aufgrund anderer nicht berücksichtigter Faktoren, wie etwa nicht messbarer angeborener Fähigkeiten der Schüler, die Schätzergebnisse verzerrt werden. Der hier verwendete Einsatz von einer Vielzahl von Variablen, die auch auf Schulebene für Stratifikation nach familiären Hintergrundvariablen kontrollieren, lässt die Wahrscheinlichkeit solcher Verzerrung aber erheblich kleiner erscheinen.

⁹ Die berücksichtigten acht Variablen der Schülereigenschaften sind: Geschlecht, Alter und sechs Indikatorvariablen für die Jahrgangsstufe; vgl. Fuchs und Wößmann (2004) für alle weiteren Details der Schätzgleichung.

¹⁰ Im Falle der Leseleistungen, die zu ganz ähnlichen Ergebnissen führen, umfasst der Datensatz sogar 174 227 Schüler (vgl. Fuchs und Wößmann 2004).

¹¹ Die berücksichtigten 28 Variablen des familiären Hintergrunds sind: fünf Indikatorvariablen für den Bildungsstand der Eltern, drei Indikatorvariablen dafür, ob der Schüler, die Mutter und der Vater im Land geboren wurden, drei Indikatorvariablen für den Familienstatus (alleinerziehende Mutter, alleinerziehender Vater, beide Elternteile), drei Indikatorvariablen über den Status der Berufstätigkeit der Eltern, zwei Indikatorvariablen für den Beruf der Eltern, sechs Indikatorvariablen über die Anzahl der Bücher im Haushalt, fünf Indikatorvariablen über die geographische Lage der Schule sowie das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf des Landes.

¹² Die berücksichtigten zwölf Variablen der Ressourceninputs sind: Klassenstärke, Bildungsausgaben pro Schüler, zwei Indikatorvariablen über die Verfügbarkeit von Lehrmaterialien, drei Indikatorvariablen über den Bildungsstand der Lehrer, Unterrichtszeit, zwei Indikatorvariablen für Hausaufgaben sowie zwei Indikatorvariablen für elterliche Unterstützung.

¹³ Die berücksichtigten zwölf Variablen der institutionellen Gegebenheiten sind: externe Abschlussprüfungen, standardisierte Tests, acht Indikatorvariablen über Schulautonomie in der Bestimmung der Lehrinhalte, in der Auswahl der Lehrbücher, in der Formulierung des Schulbudgets, in der Entscheidung über Budgetallokationen, in der Einstellung und Kündigung von Lehrern und in der Bestimmung der Anfangsgehälter und der Gehaltserhöhungen der Lehrer, eine Indikatorvariable für öffentliche oder private Schulträgerschaft sowie der Anteil öffentlicher Mittel am Schulbudget.

¹⁴ Länderunterschiede werden durch einen kompletten Satz von 30 Länderdummies kontrolliert.

PISA-Datensatz beruhen –, ergibt sich übrigens ein ganz ähnliches qualitatives Bild. Zwar sind die Ergebnisse natürlich zumeist weniger präzise, da weit weniger Beobachtungen genutzt werden, aber das Ergebnis ist trotzdem, dass sich nach der umfassenden Berücksichtigung anderer Einflussfaktoren ein statistisch signifikant negativer Zusammenhang zwischen Computerverfügbarkeit zu Hause und den PISA-Leistungen in Deutschland ergibt.

Nutzung von Computern zu Hause

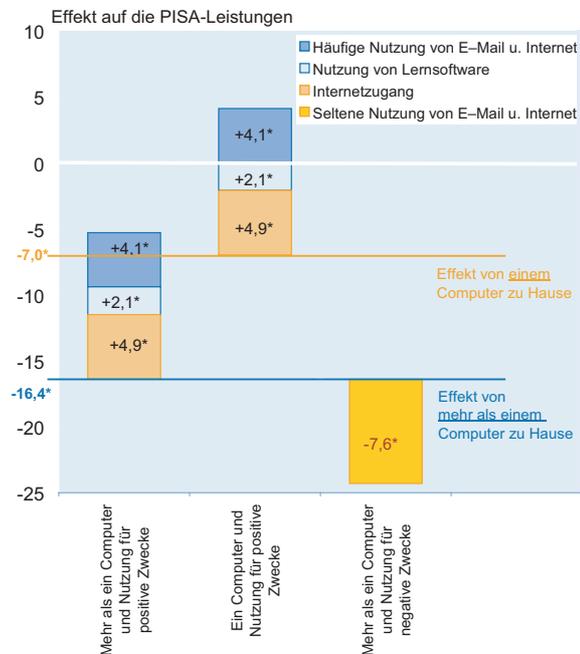
Zu einer umfassenden Betrachtung der Auswirkungen von Computern auf Schülerleistungen sollte nicht nur die Verfügbarkeit von Computern analysiert werden, sondern auch, für welche unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten die verfügbaren Computer genutzt werden. Die bisherigen Ergebnisse suggerieren implizit, dass Computer zu Hause von Schülern für Anwendungen genutzt werden, die einen negativen Einfluss auf die Schülerleistungen haben. Diese Annahme wird durch verschiedene fragebogenbasierte Erhebungen in der Tat unterstützt. So stellen Wirth und Klieme (2003) fest, dass Schüler Computer zu Hause vor allem zur intensiven Nutzung von Computerspielen verwenden. Wenn dies dann auf Kosten der Hausarbeiten oder sonstiger lernfördernder Betätigungen geht, ist der negative Zusammenhang zwischen Computerverfügbarkeit zu Hause und den PISA-Leistungen durchaus verständlich.

Da ein Computer allerdings nicht nur zum Spielen, sondern auch für möglicherweise lernfördernde Zwecke eingesetzt werden kann, ist eine detailliertere Betrachtung der Auswirkungen verschiedener Nutzungsmöglichkeiten eines Computers auf die PISA-Leistungen angeraten. In der Schätzanalyse hat sich gezeigt, dass eine häufige Nutzung des Computers für Internetrecherche und E-Mail-Kommunikation, die Nutzung von Lernsoftware und ein zu Hause vorhandener Internetzugang einen signifikant positiven Zusammenhang mit den PISA-Leistungen aufweisen. Demgegenüber weist eine seltene Nutzung für Internetrecherche und E-Mail-Kommunikation einen signifikant negativen Zusammenhang mit den PISA-Leistungen auf (vgl. Fuchs und Wößmann 2004 für Details).

In Abbildung 3 sind diese Ergebnisse der Auswirkungen unterschiedlicher Computernutzung auf die PISA-Leistungen für eine kleine Auswahl der denkbaren Fälle graphisch dargestellt.¹⁵ Der erste Balken stellt den kumulierten Effekt der Verfügbarkeit von mehr als einem Computer zu Hause und der Nutzung dieser Computer für lernfördernde Zwecke

¹⁵ Die leicht unterschiedlichen Schätzwerte der negativen Effekte der Verfügbarkeit von einem oder mehr als einem Computer zu Hause im Vergleich zu den in Abbildung 2 berichteten Werten kommt dadurch zustande, dass die Schätzanalyse, auf der Abbildung 3 beruht, gleichzeitig für die berichteten Effekte der Computernutzung kontrolliert.

Abb. 3
Nutzung von Computern zu Hause und PISA-Leistungen



Kombination verschiedener Schätzkoeffizienten einer internationalen Regression mit der PISA-Mathematik-Punktzahl als abhängiger Variable. * = der geschätzte Koeffizient unterscheidet sich statistisch mit 99%iger Wahrscheinlichkeit von null.

Quelle: Basierend auf Fuchs und Wößmann (2004, Tabelle 5a, Spalte II).

cke (Computer mit Internetzugang, häufige Internet- und E-Mail-Nutzung und Nutzung von Lernsoftware) dar. Der negative Effekt der Computerverfügbarkeit wird von den lernfördernden Zwecken teilweise kompensiert. Allerdings bleibt in diesem Fall immer noch ein negativer Gesamteffekt bestehen, der 5,3 Punkte beträgt.

Der zweite Balken illustriert den Fall der Verfügbarkeit von einem Computer zu Hause und der Nutzung des Computers für die genannten lernfördernden Zwecke. Der anfängliche negative Einfluss der Computerverfügbarkeit wird durch die lernfördernden Anwendungen überkompensiert, so dass sich ein positiver Gesamteffekt von 4,0 Punkten ergibt. Der dritte Balken illustriert, was passiert, wenn zwei Computer zu Hause verfügbar sind und diese nicht für lernfördernde Zwecke genutzt werden. In diesem Fall kumulieren sich die Teileffekte zu einem negativen Gesamteffekt von 24,0 Punkten.¹⁶

Der Unterschied zwischen den Gesamteffekten des ersten und dritten Balkens zeigt die Gefahr einer Nutzung von Computern für wenig lernfördernde Zwecke. Wenn Computer wie im dritten Fall mutmaßlich lediglich zum Spielen eingesetzt

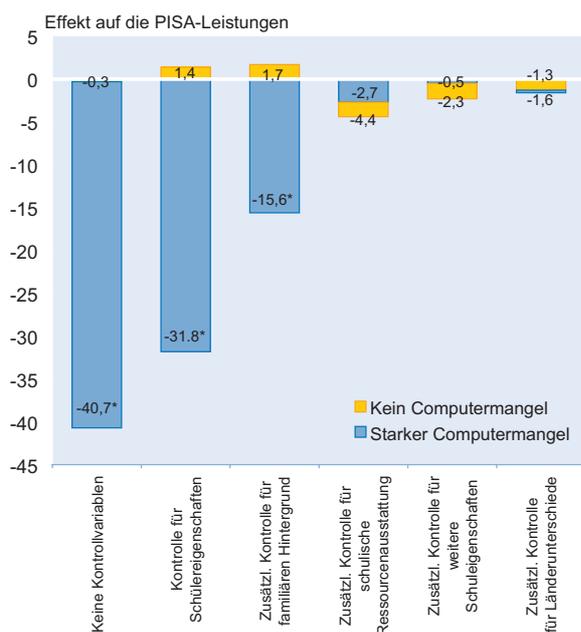
¹⁶ Wenn statt dem internationalen lediglich der deutsche PISA-Datensatz verwendet wird, können die Effekte der Computernutzung zu Hause statistisch nicht signifikant geschätzt werden.

werden, besitzen sie ein hohes Ablenkungspotential und können andere Aktivitäten wie Hausaufgaben und Lernen beeinträchtigen, was auf Kosten der Schulleistungen geht. Achten allerdings die Eltern und Schüler darauf, dass der Computer in erster Linie nicht für Spielzwecke, sondern für lernfördernde Tätigkeiten wie Internetrecherche oder Umgang mit Lernsoftware genutzt wird, vermindert sich der negative Einfluss der Verfügbarkeit von Computern auf Schülerleistungen und kann sich im günstigsten Fall wie im zweiten Balken dargestellt sogar in einen leicht positiven Gesamteffekt umkehren.

Verfügbarkeit von Computern in der Schule

Natürlich haben nicht nur Computer zu Hause einen Einfluss auf die Lerntätigkeit. Mindestens genauso sehr wird über Computer in der Schule diskutiert. Wir betrachten wiederum zunächst die Effekte der reinen Verfügbarkeit von Computern in der Schule, bevor wir uns im nächsten Schritt der jeweiligen Nutzung dieser Computer zuwenden. Die Schulleiter der in PISA getesteten Schulen berichten, zu welchem Grade das Lernen an ihrer Schule durch den Mangel an Computern für den Unterricht behindert wird. Abbildung 4 gibt die PISA-Leistungen von Schülern in Schulen ohne Computermangel und mit starkem Computermangel jeweils relativ zur mittleren Kategorie von Schülern in Schulen mit geringem Computermangel wieder.

Abb. 4
Computerausstattung der Schule und PISA-Leistungen



Koeffizienten an zwei Indikatorvariablen über die Verfügbarkeit von Computern in der Schule in verschiedenen internationalen Regressionspezifikationen mit der PISA-Mathematik-Punktzahl als abhängiger Variable. * = der geschätzte Koeffizient unterscheidet sich statistisch mit 99%iger Wahrscheinlichkeit von null.

Quelle: Basierend auf Fuchs und Wößmann (2004, Tabelle 4a).

Die einfache bivariate Korrelation suggeriert für den Fall des starken Computermangels einen sehr großen, statistisch signifikanten negativen Effekt von 40,7 Punkten. Doch wie schon im Fall der Verfügbarkeit von Computern zu Hause zeigt sich auch hier, dass die Ergebnisse der bivariaten Analyse trügerisch sind und einer multivariaten Analyse nicht standhalten. Schon nach Kontrolle für Schütereigenschaften und familiären Hintergrund schwächt sich der Zusammenhang stark ab. Berücksichtigt man zusätzlich noch die Einflüsse der sonstigen Ressourcenausstattung der Schulen, so wird der bisher statistisch signifikante Effekt in allen darauf folgenden Spezifikationen insignifikant: Der Einfluss der Computerausstattung einer Schule auf die PISA-Leistungen der Schüler lässt sich nicht signifikant von null unterscheiden, obwohl die Schätzungen statistisch sehr präzise sind.¹⁷ Das gleiche Ergebnis eines insignifikanten Zusammenhangs ergibt sich übrigens auch, wenn man statt der beiden in Abbildung 4 betrachteten Indikatorvariablen die Anzahl der in der Schule pro Schüler verfügbaren Personalcomputer betrachtet.

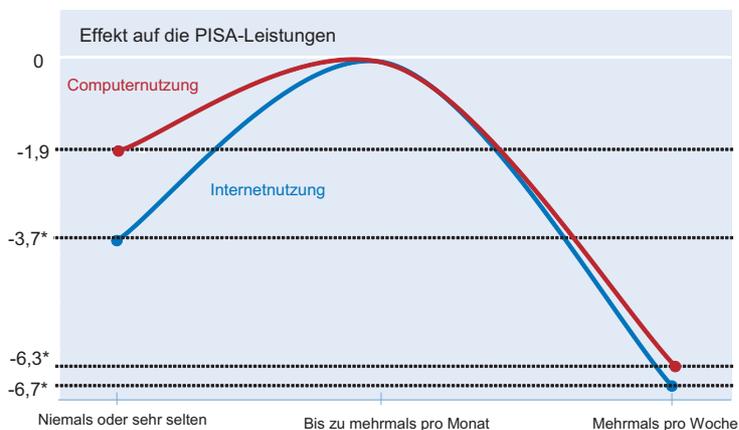
Die Ergebnisse verdeutlichen wiederum die Notwendigkeit einer multivariaten Analyse, da bivariate Betrachtungen irreführende Ergebnisse liefern können. In diesem Fall scheint die Computerausstattung der Schulen stark mit sonstigen Merkmalen der Schulen zusammenzuhängen, die einen positiven Einfluss auf die Schülerleistungen haben. Rechnet man diese positiven Einflüsse der weiteren Schulmerkmale heraus, so zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang mehr zwischen der Verfügbarkeit von Computern in den Schulen und den Schülerleistungen. Das gleiche Ergebnismuster ergibt sich übrigens auch, wenn anstatt des internationalen Datensatzes nur die deutschen PISA-Daten betrachtet werden.

Nutzung von Computern in der Schule

Die Ausstattung einer Schule mit Computern ist im Hinblick auf Mittelkürzungen in anderen Bereichen aufgrund der Ausgaben für Computer sicherlich ein wichtiger Untersuchungsgegenstand. Von mindestens so großem Interesse ist aber auch, welche Auswirkungen die Nutzungsintensität von Computern im Unterricht hat. Die Auswirkungen des Computereinsatzes als Unterrichtsmittel wurden in verschiedenen quasi-experimentellen Studien (Angrist und Lavy 2002; Rouse und Krueger 2004) bereits analysiert, mit dem Ergebnis tendenziell negativer Effekte einer intensiven Computernutzung für Unterrichtszwecke. Im Folgenden berichten wir über die Ergebnisse des Zusammenhangs zwischen Computernutzung und Schülerleistungen im PISA-Datensatz, der Informationen sowohl über die Nutzungsintensität der Com-

¹⁷ Die Standardfehler der beiden Koeffizienten des letzten Balkens sind zum Beispiel beide kleiner als zwei PISA-Punkte.

Abb. 5

Effekte der Nutzung von Computern und Internet in der Schule

Koeffizienten an Indikatorvariablen über die Häufigkeit der Nutzung von Computern und Internet in der Schule in einer internationalen Regression mit der PISA-Mathematik-Punktzahl als abhängiger Variable. * = der geschätzte Koeffizient unterscheidet sich statistisch mit 99%iger Wahrscheinlichkeit von null.

Quelle: Basierend auf Fuchs und Wößmann (2004, Tabelle 5a, Spalte III).

puter als auch über die Nutzungsintensität des Internets liefert.

Die Ergebnisse der multivariaten Analyse, die wie zuvor für Eigenschaften der Schüler, des familiären Hintergrunds, der Schule und jegliche Länderunterschiede sowie für die Computerausstattung der Schulen kontrolliert, sind in Abbildung 5 dargestellt. In Bezug auf die Nutzungsintensität sowohl von Computern als auch des Internets ergibt sich der in der Abbildung dargestellte Zusammenhang in Form eines umgekehrten U. Werden Computer oder das Internet niemals oder sehr selten im Unterricht genutzt, dann sind die Schülerleistungen geringer im Vergleich zu einer mittleren Nutzungsintensität, die von einigen Malen im Jahr bis zu mehrmals pro Monat reicht. Erhöht sich die Nutzungsintensität von Computern oder Internet darüber hinaus auf mehrmals pro Woche, so nehmen die Schülerleistungen wieder ab und fallen sogar unter die Leistungen der Schüler, die niemals oder nur sehr selten Computer oder Internet in der Schule nutzen. Die Effekte sowohl des aufsteigenden als auch des absteigenden Arms des U sind statistisch signifikant (im Falle des aufsteigenden Arms bei der Computernutzung auf dem 10%-Niveau).

Eine Erklärung für diesen Befund könnte darin liegen, dass eine moderate Computer- und Internetnutzung zu Unterrichtszwecken durchaus einen positiven Einfluss auf die PISA-Leistungen haben kann. Dieses moderate Nutzungsniveau würde dann ein optimales Niveau für die Nutzungsintensität für Computer und Internet in der Schule darstellen. Wird dieses optimale Niveau überschritten, besteht die Gefahr, dass alternative Unterrichtsformen wie der klassische tafeltafelbasierte Unterricht, die vielleicht wirkungsvoller sind, verdrängt werden, so dass computer- und internetbasierte Un-

terrichtsformen einen negativen Einfluss auf die PISA-Leistungen ausüben.

Eine alternative Erklärung für den umgekehrt U-förmigen Verlauf des Zusammenhangs zwischen Nutzungsintensität und PISA-Leistungen könnte eine systematische Verzerrung sein, die sich aufgrund der unterschiedlichen Nutzung von Computern und Internet für Schüler mit unterschiedlichen Leistungs-niveaus ergibt. Es ist durchaus denkbar, dass Lehrer Computer und Internet nur dann in ihrem Unterricht einsetzen, wenn sie die Klasse für befähigt halten, mit diesen umzugehen. Ist dies nicht der Fall, setzen sie Computer und Internet nicht ein. Dies könnte die schwachen Leistungen von Schülern, die so gut wie niemals Computer oder Internet nutzen, erklären: Sie wären nicht auf den fehlenden Computereinsatz zurückzuführen, sondern genau umgekehrt. Im Gegensatz dazu könnte der Leistungsabfall der Schüler, die Com-

puter und Internet mehrmals pro Woche nutzen, einen tatsächlichen Effekt einer hohen Nutzungsintensität widerspiegeln – was den Ergebnissen der zuvor angesprochenen quasi-experimentellen Untersuchungen entsprechen würde. Bei einer Beschränkung der Analyse auf den deutschen PISA-Datensatz ergibt sich im Fall der Internetnutzung genau dieses Bild einer systematisch mit zunehmender Nutzung sinkenden Schülerleistung: Die Leistungen der Schüler mit sehr seltener Internetnutzung sind sogar besser als die bei mittlerer Nutzungsintensität, und die Leistungen bei intensiver Internetnutzung sind schlechter, wobei beide Effekte statistisch auf dem 10%-Niveau signifikant sind.

Abschließend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse des Einflusses von Computer- und Internetnutzung in der Schule deren Wirksamkeit im Hinblick auf die PISA-Leistungen der Schüler in Frage stellen. Die Ergebnisse besagen nicht, dass der Einsatz von Computern an Schulen prinzipiell kein positives Potential für die Schülerleistungen hat. Sie verdeutlichen allerdings, dass ein solches positives Potential beim bisherigen Einsatz in der Schule nicht ausgeschöpft wurde und die Computernutzung zu Lehrzwecken vermutlich andere effektivere Unterrichtsformen verdrängt hat. In dieser Hinsicht scheint es geboten, vor einem großflächigen Einsatz von Computern in Schulen eine effektive Einsatzmöglichkeit von Computern im Unterricht zu finden und deren Wirksamkeit in Feldstudien zu verifizieren. Andernfalls bleibt die Wirksamkeit eines großflächigen Einsatzes von Computern an Schulen zweifelhaft. Seine Realisierung könnte sich letztendlich als Pyrrhussieg der Befürworter des Computereinsatzes erweisen, der den Steuerzahler viel Geld kostet, das für andere Zwecke besser eingesetzt werden könnte, und unsere Schüler im Vergleich zu einer Schule ohne Computer schlechter stellen würde.

Zusammenfassung und Ausblick

Zum Abschluss sind wir so frei, den langjährigen »Titanic«-Kolumnisten Max Goldt (2003) zu zitieren:¹⁸

Schulen nicht unbedingt ans Netz
 ... Politiker und Laien-Zukunftspäpste fordern, dass in den Schulen für jeden Schüler ein Internetzugang bereitzustehen habe. Wenn dies nicht im Handumdrehen geschehe, dann habe Deutschland binnen kurzem international abgekackt. Es werde von der Landkarte der relevanten und visionären Nationen binnen Jahrzehntfrist getilgt werden. Bundeskanzler Schröder und all die vielen, vielen, vielen anderen Menschen ... vertreten die Ansicht, dass der Umgang mit dem Internet eine *Kulturtechnik* sei, genauso wichtig wie Lesen und Schreiben.
 ... Die Schwierigkeit, ins Internet einzusteigen, liegt irgendwo zwischen dem Binden eines Windsorknotens und dem Erlernen von Standardtänzen. Ein noch besserer Vergleich ist das Autofahren. Das kann man auch nicht von Natur aus, aber in kurzer Zeit lernt es fast ein jeder ... Für viele Jobs ist ein Führerschein genauso Grundvoraussetzung wie für andere EDV-Kenntnisse. Würde man aber deshalb das Steuern eines PKWs als eine essentielle Kulturtechnik bezeichnen und die Schulen damit beauftragen, diese Technik zu vermitteln? Würde man nicht, Autofahren, Krawatten binden und Internet sollen die Menschen bitte in ihrer Freizeit erlernen. Für die Vermittlung von Grundkenntnissen in diesen Bereichen sind die allgemeinbildenden Schulen zu schade ...

Auch wenn wir als Wissenschaftler einen etwas anderen Sprachgebrauch als Satiriker an den Tag legen (müssen), so denken wir doch, dass unsere ökonomischen Befunde die hier vertretene schulcomputerkritische Sicht in wichtigen Punkten durchaus bestätigen. Die Tatsachen, dass die Verfügbarkeit von Computern zu Hause sowie die allzu intensive Nutzung von Computern in der Schule mit schlechten Leistungen der Schüler in den PISA-Basiskompetenzen einhergehen, zeigen, dass Computer das Erlernen relevanter Bildungsinhalte behindern können.

Dies soll nicht heißen, dass ein Computereinsatz in der Schule nicht etwa die Computerfähigkeiten der Schüler steigern könnte. Aber wie einleitend bemerkt deuten arbeitsmarkt-ökonomische Forschungsergebnisse darauf hin, dass es weniger die Computerfähigkeiten als vielmehr die allgemeinen Basiskompetenzen sind, welche sich als am Arbeitsmarkt wertvoll erweisen. Doch dazu lassen wir Max Goldt (2003) das letzte Wort:

Das Internet ist eine sehr praktische Angelegenheit. Diejenigen, die es beruflich nutzen, zur wissenschaftlichen Arbeit oder für Recherchen, werden kaum mehr darauf verzichten wollen. ...

... Wer eine gute Allgemeinbildung hat, sich auch in Fremdsprachen gut ausdrücken kann, der wird mit dem Internet keine Schwierigkeiten haben. Wer nichts weiß und schlecht spricht, wird kaum in die Verlegenheit kommen, im Berufsleben seine Internet-Kenntnisse unter Beweis zu stellen.

Literatur

- Altonji, J.G. und Ch.R. Pierret (2001), »Employer Learning and Statistical Discrimination«, *Quarterly Journal of Economics* 116(1), 313–350.
 Angrist, J. und V. Lavy (2002), »New Evidence on Classroom Computers and Pupil Learning«, *Economic Journal* 112(482), 735–765.
 BBC Online (2004), »Doubts about School Computer Use«, erschienen am 24. November 2004, verfügbar unter <http://news.bbc.co.uk/1/hi/education/4032737.stm>.
 Bishop, J.H. (1989), »Is the Test Score Decline Responsible for the Productivity Growth Decline?«, *American Economic Review* 79(1), 178–197.
 Bishop, J.H. (1992), »The Impact of Academic Competencies on Wages, Unemployment, and Job Performance«, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 37, 127–194.
 Borghans, L. und B. ter Weel (2004), »Are Computer Skills the New Basic Skills? The Returns to Computer, Writing and Math Skills in Britain«, *Labour Economics* 11(1), 85–98.
 Currie, J. und D. Thomas (2001), »Early Test Scores, School Quality and SES: Longrun Effects on Wage and Employment Outcomes«, *Research in Labor Economics* 20, 103–132.
 Daily Telegraph (2005), »Pupils make More Progress in 3Rs Without Aid of Computers«, erschienen am 21. März 2005, verfügbar unter <http://www.telegraph.co.uk/news/main.jhtml?xml=/news/2005/03/21/n teach21.xml>.
 DiNardo, J.E. und J.-St. Pischke (1997), »The Returns to Computer Use Revisited: Have Pencils Changed the Wage Structure Too?«, *Quarterly Journal of Economics* 112(1), 291–303.
 Entorf, H., M. Gollac und F. Kramarz (1999), »New Technologies, Wages, and Worker Selection«, *Journal of Labor Economics* 17(3), 464–491.
 Fuchs, Th. und L. Wößmann (2004), »Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School«, *CESifo Working Paper* No. 1321, verfügbar unter www.cesifo.de, erscheint in: *Brussels Economic Review* 47(3).
 Goldt, M. (2003), »Schulen nicht unbedingt ans Netz«, in: M. Goldt (Hrsg.), *Für Nächte am offenen Fenster*, Rowohlt, Reinbek, 115 – 123, Erstveröffentlichung: 8/2000 in *Titanic*; auch verfügbar unter http://home.snafu.de/think/goldt/heu/0008_intern.htm.
 Healy, J. (1999), *Endangered Mind: Why Children Don't Think and What We Can Do about It*, Simon and Schuster, New York.
 Jochmann, M. und W. Pohlmeier (2004), »Der Kausaleffekt von Bildungsinvestitionen: Empirische Evidenz für Deutschland«, in: W. Franz, H.J. Ramser und M. Stadler (Hrsg.), *Bildung*, Wirtschaftswissenschaftliches Seminar Ottobeuren, Band 33, Mohr Siebeck, Tübingen, 1–24.
 Murnane, R.J., J.B. Willett und F. Levy (1995) »The Growing Importance of Cognitive Skills in Wage Determination«, *Review of Economics and Statistics* 77(2), 251–266.
 Neal, D.A. und W.R. Johnson (1996), »The Role of Pre-market Forces in Black-White Wage Differences«, *Journal of Political Economy* 104(5), 869–895.
 Oppenheimer, T. (1997), »The Computer Delusion«, *Atlantic Monthly* 280(1).
 Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD (2001), *Knowledge and Skills for Life: First Results from the OECD Programme for International Student Assessment (PISA) 2000*, OECD, Paris.
 Rouse, C.E. und A.B. Krueger (2004), »Putting Computerized Instruction to the Test: A Randomized Evaluation of a »Scientifically Based« Reading Program«, *Economics of Education Review* 23(4), 323–338.
 Wirth, J. und E. Klieme (2003), »Computernutzung«, in: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.), *PISA 2000: Ein differenzierter Blick auf die Länder der Bundesrepublik Deutschland*, Leske + Budrich, Opladen, 195–209.

¹⁸ Den Hinweis auf die Goldt-Zitate verdanken wir Werner Musslers »Sonntagsökonom«-Artikel »Computer machen dumm« in der Frankfurter Allgemeinen Sonntagszeitung vom 19. Dezember 2004, S. 51.