



LUDWIG-
MAXIMILIANS-
UNIVERSITÄT
MÜNCHEN



KURZBERICHT

Auswirkungen digitaler Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule

Frank Fischer, Christof Wecker & Karsten Stegmann
Ludwig-Maximilians-Universität München

Oktober 2015
(aktualisierte Fassung)

Dieser Kurzbericht geht der Frage nach, welche wissenschaftlich gesicherten Erkenntnisse es zu den Auswirkungen von digitalen Medien auf den Wissens- und Kompetenzerwerb in der Schule gibt. Dabei stehen quantitativ messbare Effekte im Vordergrund. Unter digitalen Medien werden hier computerbasierte Technologien verstanden, die fachliche und überfachliche Inhalte präsentieren oder eine Interaktion mit oder über diese Inhalte ermöglichen. Zwei Teilfragen werden bearbeitet:

(1) Welche Auswirkungen haben digitale Medien auf das fachliche Lernen?

(2) Welche Auswirkungen haben digitale Medien auf fächerübergreifende Kompetenzen (z.B. Medienkompetenz) und auf die Lernmotivation?

Dazu werden vorrangig Überblicksarbeiten (Metaanalysen) herangezogen, die die Ergebnisse vieler Einzelstudien quantitativ zusammenfassen. Die Wirkung digitaler Medien wird anhand sogenannter Effektstärken ermittelt. Kleine (ab 0.2), mittlere (ab 0.5) und große (ab 0.8) Effektstärken entsprechen Wahrscheinlichkeiten von 56 %, 64 % bzw. 72 %, dass eine zufällig ausgewählte Person, die mit Hilfe einer bestimmten Methode unterrichtet wird, einen höheren Lernerfolg erzielt als eine zufällig ausgewählte Person, die *nicht* mit Hilfe dieser Methode unterrichtet wird¹.

1 Welche Auswirkungen haben digitale Medien auf das fachliche Lernen?

Gibt es überhaupt einen nachweisbaren, positiven Effekt der Nutzung digitaler Medien auf den Lernerfolg? Digitale Medien haben durchschnittlich einen nachweisbaren, allerdings eher kleinen positiven Effekt (0.30 bis 0.37)².

Hängt die Wirkung von der Art der Verwendung digitaler Medien ab? Die Effekte sind umso größer, je stärker die eingesetzten Medien eine kognitiv aktive (z.B. Notieren) und konstruktive (z.B. Argumentieren) Betätigung der Lernenden anregen. Beispielsweise sind die Effekte digitaler Präsentationen gering (0.11)³, die von Animationen (0.37)⁵, Serious Games (0.30–0.35)⁶, kognitiven Tutoren (0.44–0.50)⁷, und interaktiven Videos (0.50)⁸ stärker, und die des Erstellens von Begriffsnetzen mit Concept-Mapping-Anwendungen am stärksten (0.82)⁹. Konsistent hiermit erwiesen sich „konstruktivistische“ Lernumgebungen für den Bereich der Mathematik als wirksam, die Lernenden eine aktiv-konstruktive Rolle zuweisen und oft auch kooperatives Lernen ermöglichen (0.46)¹⁰. Die Effekte sind ausgeprägter, wenn als Lernerfolgskriterium nicht Faktenwissen (0.17), sondern anspruchsvollere Maße wie das Entwickeln und Vertreten einer eigenen Position berücksichtigt werden (0.90).

Ist ein „Mehr“ beim Einsatz digitaler Medien immer auch besser? Nein. Die Wirksamkeit digitaler Medien nimmt mit der *Länge des Einsatzes* im Unterricht von unter vier bis über 26 Wochen nicht zu, sondern sogar leicht ab (0,45 auf 0,36)¹¹. Bezüglich der *Intensität des Einsatzes von Medien* zeigt sich für den Mathematikunterricht, dass die besten Effekte bei einem mittleren Ausmaß (30-75 min/Woche) erzielt werden¹². Für das Leseverstehen erweist sich dagegen eine hohe Intensität (mehr als 75 min/ Woche) als am günstigsten¹³.

Sind digitale Medien effektiver, wenn sie mit dem Unterricht verknüpft sind oder sind „Stand-alone“- Lernprogramme ebenso wirksam? Metaanalytisch zeigt sich ein klares Bild: Die Effekte sind größer für digitale Medien, die mit dem Unterricht verknüpft sind und diesen unterstützen, als für Technologien, die eine eigenständige Instruktion unabhängig vom Unterricht liefern¹⁴.

Profitieren Jungen mehr als Mädchen vom Lernen mit digitalen Medien? Mit Blick auf das fachliche Lernen finden sich nur geringe Geschlechtsunterschiede, die auf digitale Medien zurückgeführt werden können (Mädchen 0,25, Jungen 0,33)¹⁵.

Sind digitale Medien für Lernende mit ungünstigeren und günstigeren Lernvoraussetzungen unterschiedlich gut geeignet? Im Allgemeinen unterscheidet sich in den bislang vorliegenden Studien die Wirksamkeit nur minimal zwischen Schülern mit geringen, mittleren und hohen allgemeinen kognitiven Fähigkeiten (0,33-0,38)¹⁶. Für das Leseverstehen gibt es Hinweise, dass geringer und mittel begabte Lernende stärker vom digitalen Medieneinsatz profitieren als höher begabte¹⁷.

Gibt es hinsichtlich der Wirksamkeit digitaler Medien Unterschiede zwischen den Schulfächern? Zwischen den untersuchten Schulfächern bzw. Themengebieten variieren die Effekte in beschränktem Ausmaß im Bereich kleiner Effekte (0,21-0,48). Eine Ausnahme stellt die Rechtschreibförderung dar, für die deutlich größere Effekte nachgewiesen werden konnten (0,73)¹⁸.

2 Welche Auswirkungen haben digitale Medien auf fächerübergreifende Kompetenzen und die Lernmotivation?

Können mit digitalen Medien Lese- und Schreibkompetenzen gefördert werden? Computerbasierte Tutoren erzielen in diesem Bereich geringe positive Effekte (0.19). Im Vergleich zum Tutoring durch Erwachsene (0.70) und dem Tutoring durch ältere Schüler (1.05) sind Effekte digitaler Medien zur Förderung des Lesens und Schreibens aber deutlich schwächer¹⁹. Die Verwendung von *Textverarbeitungsprogrammen* führt im Vergleich zu Papier und Stift zu längeren (0.54) und qualitativ besseren (0.41) Texten²⁰. Im Vergleich mit anderen Förderansätzen hat der Einsatz von Textverarbeitungsprogrammen einen ähnlich großen Effekt (0.47) wie umfassende Schreibtrainings (0.42), ist jedoch weniger wirksam als gezielte Trainings zur Strategievermittlung (1.02)²¹.

Gibt es Effekte des Einsatzes digitaler Medien auf andere kognitive Fähigkeiten? Der durchschnittliche Effekt des Einsatzes von digitalen Medien zur Förderung der *Problemlösekompetenz* von Schülerinnen und Schülern liegt bei 0.57²². Digitale Lernspiele und Simulationen (Serious Games) zeigen ebenfalls positive Effekte (0.32) auf allgemeine kognitive Fähigkeiten²³.

Können durch kooperatives computergestütztes Lernen Kooperationskompetenzen gefördert werden? Es reicht nicht aus, Lernende computerunterstützt zusammenarbeiten oder diskutieren zu lassen – unstrukturiertes kooperatives Lernen führt auch mit digitalen Medien zu suboptimalen Lernergebnissen. Die Effekte von kooperativem Lernen auf Kooperationskompetenzen (z. B. Argumentationskompetenz) sind aber dann von bedeutsamer Größe, wenn beim Kooperieren zusätzlich gestufte Hilfen verfügbar sind, die die Lernenden bei der Zusammenarbeit und dabei insbesondere darin unterstützen, die Beiträge der Lernpartner aufzugreifen und weiter zu entwickeln.²⁴

Wirken sich digitale Medien förderlich auf Lernmotivation, Interesse und Einstellungen aus? Für positive motivationale Effekte digitaler Medien im Allgemeinen gibt es keine belastbare Evidenz aus Metaanalysen. Vorliegende speziellere Analysen zu Serious Games zeigten keine bedeutsamen Effekte auf die Lernmotivation²⁵. Geringe positive Effekte des Einsatzes verschiedener Arten von digitalen Medien zeigen sich allerdings bezüglich der Einstellung zu digitalen Medien (0.18) und der Einstellung zu den Lerninhalten (0.28)²⁶.

Zusammenfassung und Folgerungen²⁷

Sowohl das fachliche Lernen als auch fächerübergreifende Kompetenzen können mit digitalen Medien mit kleinen bis mittelgroßen Effekten gefördert werden. Es gibt zwar einige andere Unterrichtsbestandteile (z. B. Feedback) mit größeren Effekten. Allerdings gibt es auch viele Maßnahmen, die deutlich geringere Effekte haben (z.B. Verringerung

der Klassengröße). Investitionen in digitale Medien für Schule und Unterricht erscheinen vor diesem Hintergrund lohnend.

Zu beachten ist jedoch, dass nicht jeder Medieneinsatz gleichermaßen effektiv ist. Zu den vermutlich am meisten eingesetzten digitalen Medien zählt PowerPoint, das aber keinen nachweisbaren Mehrwert über den Effekt eines guten Lehrervortrages hinaus bietet. Die Wirkung digitaler Medien ist hingegen umso höher, je stärker digitale Medien dazu eingesetzt werden die, Schüler in eine aktive oder konstruktive Rolle zu bringen, etwa mit interaktiven Videos, Übungen mit Feedback, Simulationen, oder mit einer angeleiteten Webrecherche zur Vorbereitung einer Klassendiskussion. Dabei sollten die digitalen Medien unterrichtsunterstützend eingesetzt werden. Die Effekte von unterrichts-unabhängiger Lernsoftware sind geringer.

Allerdings nutzen Lehrkräfte in Deutschland digitale Medien im internationalen Vergleich weniger regelmäßig im Unterricht²⁸. Insbesondere effektive Verwendungsformen, die aktive und konstruktive Lernprozesse bei den Schülern unterstützen, kommen selten zum Einsatz. Wichtige Einflussgrößen auf den Einsatz digitaler Medien im Unterricht sind die mediendidaktische Kompetenz der Lehrkräfte sowie die Einschätzung des Lehr-/Lernpotentials digitaler Medien durch die Lehrkräfte, die Priorisierung des Medieneinsatzes an der Schule und die quantitative Computerausstattung der Schule²⁹. Hieraus ergeben sich folgende Konsequenzen:

(1) *Sicherstellen der schulischen Ausstattung mit digitalen Medien und evidenzbasierte Entwicklung von Unterrichtskonzepten.* Bezüglich der Hardwareausstattung ist das zahlenmäßige Verhältnis der Schüler pro Computer ein Hauptansatzpunkt³⁰. Darüber hinaus sollte die Entwicklung und Evaluation von Unterrichtskonzepten³¹ und die Bereitstellung von dafür geeigneten digitalen Medien für verschiedene Fächer und Altersstufen gefördert werden. Kooperationen zwischen Lehrkräften (z. B. wechselseitige Unterrichtsbesuche) und mit der Wissenschaft können sich bei Entwicklung und Evaluation solcher Unterrichtskonzepte als besonders hilfreich erweisen.

(2) *Systematischere mediendidaktische Qualifizierung der Lehrkräfte.* Lehrkräften benötigen vor allem Kompetenzen in der Einschätzung des Lehr-/Lernpotentials spezifischer Verwendungsformen digitaler Medien sowie im gezielten und dosierten Einsatz im Rahmen von geeigneten Unterrichtskonzepten. Die vorliegenden internationalen Vergleichsstudien zeigen allerdings, dass in Deutschland Lehrkräfte in geringerem Maß an mediendidaktischen Fortbildungen teilnehmen³². Es sollte sichergestellt werden, dass Lehrkräfte im universitären Studium und durch Fortbildungen die benötigten Qualifikationen erwerben. Dazu sollte auch erwogen werden, ob nicht die im Studium und in Fortbildungen erworbenen mediendidaktischen Qualifikationen bei Einstellung und Beförderung stärker als bisher berücksichtigt werden können.

(3) *Priorisierung des evidenzbasierten Einsatzes digitaler Medien an den Schulen.* Ob Lehrkräfte digitale Medien im Unterricht einsetzen, hängt auch davon ab, ob die Schule den Medieneinsatz priorisiert und die damit verbundenen Anstrengungen und Fortbildungen wertschätzt. Daher könnten Anreize dafür geschaffen werden, dass Schulen den evidenzbasierten Einsatz digitaler Medien in ihr Profil aufnehmen.

Anmerkungen

¹ McGraw, K. O. & Wong, S. (1992). A common language effect size statistic. *Psychological Bulletin*, 111(2), 361-365, S. 361.

- ² Hattie, J. A. C. (2009). *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge, S. 220; Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning a second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28, S. 14 f.
- ³ Wecker, C. (2013). *Does PowerPoint foster learning? A meta-analysis*. Vortrag auf der 15th Biennial Conference for Learning and Instruction der European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI) "Responsible Teaching and Sustainable Learning", München, 27. bis 31. August 2013.
- ⁵ Höffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17, 722-738, S. 727.
- ⁶ Wouters, et al., 2013, S. 253 ; Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. S. (2015). Digital Games, Design, and Learning A Systematic Review and Meta-Analysis. *Review of educational research*, DOI: 10.3102/0034654315582065, S. 18.
- ⁷ Kulik, J. A. & Fletcher, J. D. (2015). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*. doi: 10.3102/0034654315581420, S. 19; Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918. doi: 10.1037/a0037123 and 10.1037/a0037123.supp (Supplemental), S. 907.
- ⁸ Fletcher, J. D. (1989). The Effectiveness and Cost of Interactive Videodisc Instruction. *Machine-Mediated Learning*, 3(4), 361-85, S. 372.
- ⁹ Nesbit, J. C. & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413-448, S. 427.
- ¹⁰ Rosen, Y., & Salomon, G. (2007). The differential learning achievements of constructivist technology-intensive learning environments as compared with traditional ones: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 36(1), 1-14.
- ¹¹ Hattie, 2009, S. 222.
- ¹² Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 9, 88-113. Hier wurden nur Langzeitstudien (über zwölf Wochen) einbezogen; dies könnte erklären, weshalb die Effektstärken hier allerdings insgesamt auf niedrigerem Niveau liegen.
- ¹³ Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2012). How features of educational technology applications affect student reading outcomes: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 7(3), 198-215. Hier wurden ebenfalls nur Langzeitstudien (über zwölf Wochen) einbezogen und Effektstärken auf insgesamt niedrigerem Niveau festgestellt.
- ¹⁴ Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: a second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 8(1), 4-28, S. 15.
- ¹⁵ Hattie, 2009, S. 222.
- ¹⁶ Hattie, 2009, S. 222.
- ¹⁷ Cheung & Slavin, 2012
- ¹⁸ Hattie, 2009, S. 222; siehe auch Tamim et al., 2011, S. 15.
- ¹⁹ Jun, S. W., Ramirez, G., & Cumming, A. (2010). Tutoring adolescents in literacy: a meta-analysis. *McGill Journal of Education*, 45(2), 219-238, S. 230.
- ²⁰ Goldberg, A., Russell, M., & Cook, A. (2003). The effect of computers on student writing: a meta-analysis of studies from 1992-2002. *The Journal of Technology, Learning and Assessment*, 2(1), 1-51, S. 13; 15.
- ²¹ Graham, S., McKeown, D., Kiuvara, S., & Harris K. R. (2012). A meta-analysis of writing instruction for students in the elementary grades. *Journal of Educational Psychology*, 104(4), 879-896, S. 885.
- ²² Hattie, 2009, S. 222.
- ²³ Clark, D. B., Tanner-Smith, E. E., & Killingsworth, S. (2013). *Digital games for learning: a systematic review and meta-analysis*. SRI International. S. 2. (Download unter <http://www.sri.com/sites/default/files/brochures/digital-games-for-learning-brief.pdf>)
- ²⁴ Vogel, F., Kollar, I., Wecker, C., & Fischer, F., (2013). *The Impact of CSCL Scripts on the Acquisition of Knowledge and Skills: A Meta-Analysis*. Paper presented at the 15th Biennial Conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI), 2013. Munich, Germany.

-
- ²⁵ Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 249, S. 258.
- ²⁶ Hattie, 2009, S. 222.
- ²⁷ Darüber hinausgehende Fragen, wie etwa ob gewalthaltige Medieninhalte die Nutzer aggressiver, häufiger Medienkonsum zu Übergewicht führt oder bestimmte Videospiele ihre Spieler sogar intelligenter machen, haben mittlerweile ebenfalls interessante metaanalytische Antworten erhalten (z.B. Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., et al. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in Eastern and Western countries: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin, 136*(2), 151-173.). Diese konnten hier allerdings nicht berücksichtigt werden. Einen sehr guten deutschsprachigen Überblick über die Befundlage zu weiteren erzieherischen bzw. sozialisatorischen Wirkungen digitaler Medien wurde kürzlich vorgelegt: Appel, M. & Schreiner, C. (2014). Digitale Demenz? Mythen und wissenschaftliche Befundlage zur Auswirkung von Internetnutzung. *Psychologische Rundschau, 65* (Preprint unter http://www.uni-koblenz-landau.de/landau/fb8/ikms/medpsych/appel/2013_appel-schreiner_digitale-demenz.pdf)
- ²⁸ Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K. & Lorenz, R. (2014). Schulische Nutzung von neuen Technologien in Deutschland im internationalen Vergleich. In W. Bos, B. Eickelmann, J. Gerick, F. Goldhammer, H. Schaumburg, K. Schwippert, M. Senkbeil, R. Schulz-Zander & H. Wendt (Hrsg.), *ICILS 2013 – Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich* (S. 197-229). Münster: Waxmann.
- ²⁹ Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K. & Lorenz, R. (2014).
- ³⁰ Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K. & Lorenz, R. (2014).
- ³¹ Herzig, B. (2014). *Wie wirksam sind digitale Medien im Unterricht?* Bielefeld: Bertelsmann Stiftung. (Download unter http://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_IB_Wirksamkeit_digitale_Medien_im_Unterricht_2014.pdf)
- ³² Eickelmann, B., Schaumburg, H., Drossel, K. & Lorenz, R. (2014).