

Funktionen des Computers

Betrachtet man den Computer als Werkzeug, so lassen sich verschiedene Nutzungskategorien festmachen (Köhler, 2004; Weitzel, 2004; Spannagel, 2007). Diese Kategorien sind in Abbildung 1 dargestellt. Sie sind nicht trennscharf; so können Wikis beispielsweise der Informationssuche dienen (Recherchewerkzeug) oder der textbasierten Zusammenarbeit (Kollaborationswerkzeug).

Abb. 1: Funktionen des Computers mit exemplarischen Aspekten

Abb. 1: Funktionen des Computers mit exemplarischen Aspekten

“

!

Links zu dem im Kapitel beschriebenen Beispielen finden Sie in der L3T Gruppe bei Diigo unter Verwendung der Hashtags #l3t #mathematik.

Computer als Rechenwerkzeug

Erstes, nachstehendes, Element wird ans Ende der vorherigen Seite gestellt

Im Mathematikunterricht spielt Tabellenkalkulation eine wesentliche Rolle.

Tabellenkalkulationssoftware kann Lernende von einfachen, oftmals wiederkehrenden Berechnungen befreien und so kognitive Ressourcen für das tiefere Verständnis von Lerninhalten freiräumen: Routineaufgaben werden vom Computer gelöst, während sich die Lernenden anspruchsvolleren Aufgaben widmen können. Der Computer übernimmt dabei die Funktion des (funktionsmächtigeren) Taschenrechners. So können beispielsweise Daten von naturwissenschaftlichen Experimenten einfach ausgewertet werden, ohne dass dabei Kenngrößen wie Mittelwerte und Standardabweichungen von den Lernenden selbst berechnet werden müssen.

In diese Kategorie gehören auch Computeralgebrasysteme, die den Lernenden algebraische Umformungen abnehmen können. Der Einsatz des Computers als Rechenwerkzeug hängt von den gesetzten Lernzielen ab: Wenn bestimmte Berechnungsroutinen erlernt werden sollen, dann sollte man vom Einsatz des Computers oder Taschenrechners absehen oder ihn allenfalls zur Überprüfung der Ergebnisse einsetzen. Sollen sich die Lernenden hingegen Problemaufgaben widmen, dann kann der Computer zu einer Entlastung von Routineaufgaben beitragen.

Ein weiterer Aspekt des Computers als Rechenwerkzeug berührt die Frage, wie das Berechnungsprinzip eines Programms (oder einer Programmierung) selbst zum Lerngegenstand werden kann, um so das Schülerrepertoire an verfügbaren Heuristiken für die Lösung von komplexen Problemstellungen zu erweitern. So bilden zum Beispiel Tabellenkalkulationssysteme das reduktionistische Problemlöseprinzip ‚Teile und Herrsche‘ dadurch ab, dass die Gesamtlösung eines Problems auf die Vernetzung von Lösungen separierter Teilprobleme verweist, die auf mehrere Zellen des Kalkulationsblattes oder anderer Kalkulationsdateien verteilt sind (Gieding & Vogel, 2012).

Computer als Explorationswerkzeug

Lernende können die Berechnungskapazitäten des Computers nutzen, um Hypothesen schnell zu testen, ohne jedes Mal selbst wieder alle Rechnungen durchzuführen. So können sie beispielsweise Zufallsexperimente mit dem Computer simulieren: Mit Hilfe einer Tabellenkalkulation kann ein virtueller Würfel auf Knopfdruck beliebig oft geworfen werden, und das Resultat kann sofort mit Hilfe von Diagrammen visualisiert werden. Ebenso dienen dynamische Geometriesysteme (DGS) der Exploration. Im Gegensatz zu geometrischen Konstruktionen auf Papier oder auf der Tafel können Konstruktionen in einem DGS dynamisch verändert werden. Wird beispielsweise der Thaleskreis konstruiert, so kann man mit einem DGS die Größe des Winkels am Kreisbogen explorativ untersuchen, indem man die entsprechende Ecke des Dreiecks entlang des Kreisbogens bewegt, oder umgekehrt lässt sich der Thaleskreisbogen als Spur eines variablen Punktes über einer Strecke finden, dessen Verbindungslinien zu Anfangs- und Endpunkt der betreffenden Strecke einen rechten Winkel einschließen.

“

!

Beispiel zu Unterrichtsmaterialien:

- <http://www.dynamische-geometrie.de/index1.htm>
- http://www.juergen-roth.de/dynageo_roth.html

Phänomene in der Natur sind nicht immer im Original ‚erlebbar‘, und naturwissenschaftliche Versuche sind zuweilen entweder zu kostspielig, aufwändig, zeitintensiv, schlecht realisierbar oder schlicht zu gefährlich, um sie im Unterricht real durchzuführen. Mit Hilfe von computergestützten Technologien lassen sich beispielsweise durch Simulationen die relevanten Grundlagen für das Verständnis von Phänomenen eigenständig erarbeiten, dokumentieren und interpretieren. Mit Hilfe

von Sensoren können zudem Daten der ‚wirklichen Welt‘ generiert und in einer virtuellen Welt verarbeitet, interpretiert und zusammengefasst werden. So können Funktionsweisen des menschlichen Körpers, wie beispielsweise die elektrische Aktivität des Herzens, mit einfachen Schnittstellen erfasst, bearbeitet und mit geeigneten digitalen Werkzeugen ausgewertet werden. Darüber hinaus bieten Simulationen wie die interaktiven Bildschirmexperimente (IBE) (Kirstein & Nordmeier, 2007) die Möglichkeit, die Funktionsweise von Geräten zu erkunden, ohne Gefahr zu laufen, reale Geräte zu beschädigen. Nach der Explorationsphase am Computer können die Lernenden zur Bedienung der echten Geräte zugelassen werden. Je nach erwünschtem Lernziel können aber auch virtuelle Experimente (siehe Kapitel #labor) die reale Durchführung ersetzen, wenn wenig Zeit oder finanzielle Ressourcen für naturwissenschaftliche Experimente zur Verfügung stehen. Grundsätzlich steht hier die kognitive Aktivierung im Vordergrund, das haptische Handhaben von Messgeräten führt nicht unbedingt zu besseren Lernerfolgen.

Mobile Computertechnologien eröffnen die Möglichkeit zu ortsbezogenen Aktivitäten an außerschulischen Lernorten oder in der Natur. Der Einsatz von Geoinformationssystemen (zum Beispiel unter Nutzung von GPS) ermöglicht beispielsweise Lern- und Arbeitsformen zum eigenständigen und selbstgesteuerten Entdecken von Lebensräumen, bei denen der/die Lernende entweder an interessanten Stellen relevante Informationen abrufen kann oder mit deren Hilfe auch motivierende Lern-Spielformen realisiert werden können (ausführlich in Lude et al., 2013; Schaal, 2013).

Computer als Visualisierungswerkzeug

Erstes, nachstehendes, Element wird ans Ende der vorherigen Seite gestellt

Mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen oder Statistiksoftware können Daten aus naturwissenschaftlichen Experimenten einfach aufgenommen und beispielsweise durch Diagramme visualisiert werden. Darüber hinaus bieten die Interaktivität und Dynamik computerbasierter Repräsentationen den Lernenden die Möglichkeit, Veränderungen zu sehen und nachzuvollziehen, die sie sich aus eigener Kraft nicht ohne externe Hilfsmittel vorstellen können (Supplantation; Salomon, 1994). So können zum Beispiel abstrakte Repräsentationen wie Funktionsgraphen dynamisch mit den repräsentierten Sachverhalten als multiple externe Repräsentationen verknüpft werden (Ainsworth, 1999; Vogel, 2006). Durch die externe Repräsentation dynamischer Beziehungen können die Lernenden direkt sehen, was vorstellbar ist. Nimmt man diese Unterstützung sukzessive zurück (engl. ‚fading out‘), dann sollten die Lernenden zunehmend in der Lage sein, sich die dynamischen Beziehungen selbst vorstellen zu können. Dynamische Animationen können somit den Aufbau dynamischer mentaler Modelle unterstützen.

Naturwissenschaftliche Modellbildung entzieht sich häufig der unmittelbaren Wahrnehmung, ebenso wie das Verständnis von komplexen Zusammenhängen in natürlichen Systemen. Viele

Merkmale von Lebewesen erschließen sich nicht durch deren äußere Betrachtung. Computergestützte Technologien lassen es zu, grundlegende naturwissenschaftliche Inhalte so aufzubereiten und darzustellen, dass Lernende bei der Konstruktion von tragfähigem Wissen und mentalen Modellen unterstützt werden können. In geeigneten interaktiven Bildern können beispielsweise weiterführende Informationen enthalten sein, die bei Bedarf abgerufen werden. Animationen unterstützen die Lernenden auf dem Weg von der unmittelbaren Wahrnehmung hin zum Modell, und zeitlich beziehungsweise räumlich ausgedehnte Prozesse lassen sich leicht darstellen. Gegenüber traditionellen Medien wie Buch oder Film ist der entscheidende Vorteil computergestützter Technologien, dass die Visualisierungen dynamisiert werden können und Lernende durch vielfältige Interaktionsmöglichkeiten stets aktiv-regulierend in den Darstellungsprozess eingreifen und ihre individuellen Lernprozesse steuern können.

Computer als Recherchewerkzeug

Seit den frühen 1990er Jahren halten Computertechnologien als riesige Informationsspeicher Einzug in die Gestaltung von Lehr- und Lernumgebungen. Die effiziente und kritische Nutzung dieser Wissensressourcen in formalen aber auch informellen Bildungsprozessen will erlernt sein, insbesondere wenn auf Quellen aus dem Internet zurückgegriffen wird oder wenn individuelles und kollektives Wissen interagieren (Kimmerle et al., 2010). Aber auch lokale digitale Nachschlagewerke bieten gegenüber traditionellen Lexika in Buchform vielfältige Vorteile. Insbesondere im naturwissenschaftlichen Unterricht können die Lernenden im Internet oder in digitalen Enzyklopädien nach Medien wie Texten, Bildern und Filmen zu bestimmten Themen suchen und die gefundenen Informationen zusammentragen, zusammenfassen und bewerten (siehe Kapitel #literatur).

Computer als Strukturierungswerkzeug

Bei der Planung und Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen in den naturwissenschaftlichen Disziplinen ist die Berücksichtigung vorhandener Vorstellungen und des inhaltsbezogenen Vorwissens der Lernenden mitentscheidend für den Lernerfolg (Duit, 2003; Duit, 2008; Müller et al., 2004). Aber auch die kognitive Strukturierung eines Wissensbereichs ist für die Abrufbarkeit in Anwendungssituationen von entscheidender Bedeutung (Beisser et al., 1994). In beiden Fällen können computergestützte Strukturierungshilfen genutzt werden. Digitale Mind-Maps und Concept-Maps bilden Wissen ab und können bei der kooperativen Wissensstrukturierung ohne Weiteres flexibel verändert werden. Die unmittelbare Verknüpfung neuer Wissenseinheiten mit bestehenden Strukturen fördert die Anbindung an das thematische Vorwissen (Chen & McGrath, 2003). Digitale Concept-Maps ermöglichen es einerseits, Begriffe und Relationen (im Vergleich zu traditionellen papiergestützten Verfahren) flexibel zu strukturieren und in der Komplexität dem eigenen

Expertisegrad anzupassen. Andererseits kann konzeptuelles Wissen durch die Verknüpfung mit vertiefenden Inhalten (zum Beispiel weiteres Bild- und Textmaterial, Animationen, Hyperlinks, etc.) erweitert werden (,concept knowledge' und ,content knowledge'; Tergan et al., 2006).

Für die Anwendbarkeit von naturwissenschaftlichem Wissen reicht es meist jedoch nicht, Objekte hierarchisch einzuordnen, sondern für verstehende Lernprozesse sind gerade Beziehungen zwischen ihnen entscheidend (Novak, 2010). Beide Mapping-Techniken erlauben zudem anhand ihrer Struktur einen schnellen Einblick in den gegenwärtigen Leistungsstand der Lernenden sowie Rückschlüsse auf das Erreichen intendierter Lehr-/Lernziele (Schaal et al., 2010).

Computer als Produktions- und Präsentationswerkzeug

Lernende können mit Hilfe von Technologie ihre Arbeitsergebnisse dokumentieren und präsentieren. So bieten Präsentationsprogramme die Möglichkeit, Ergebnisse mathematisch-naturwissenschaftlicher Projekte auf Folien zusammenzustellen und den Mitschülerinnen und Mitschülern vorzustellen. Naturwissenschaftliche Beobachtungen und Experimente können zudem auf Video aufgezeichnet und anschließend im Internet auf einer Videoplattform (zum Beispiel YouTube) öffentlich gemacht werden. Aufwändig durchzuführende Beobachtungen (zum Beispiel Verhalten von Tieren) und Experimente können so einmalig aufgenommen werden, und die Videos lassen sich auch in anderen Klassen immer wieder einsetzen, wenn die Bedingungen die Durchführung des Versuchs nicht zulassen.

Darüber hinaus bietet auch der Computer die Möglichkeit, Erklärungen der Lehrperson dauerhaft zugänglich zu machen, wenn diese auf Video aufgenommen wurden und zum Beispiel im Internet oder Intranet der Schule zur Verfügung gestellt werden. Schülerinnen und Schüler können sich so bei Bedarf nochmal etwas ,von der Lehrperson' erläutern lassen, wenn sie etwas nicht verstanden haben. Computer bieten so die Möglichkeit, differenzierend Erläuterungen bereit zu stellen. Im *Flipped Classroom* oder *Inverted Classroom* (Bergmann & Sams, 2012) kann auch den Schülerinnen und Schülern als Hausaufgabe aufgegeben werden, sich mittels solcher Videos auf die nächste Schulstunde vorzubereiten. In der Stunde selbst bleibt dann mehr Zeit für das gemeinsame Üben und die Klärung von Fragen und Problemen.

Computer als Kommunikations- und Kollaborationswerkzeug

Insbesondere neuere Technologien des Web 2.0 ermöglichen es, orts- und zeitungebunden zu kommunizieren und zusammenzuarbeiten. Wikis beispielsweise bieten einen Raum für Lernende,

gemeinsam bestimmte mathematisch-naturwissenschaftliche Inhalte zu bearbeiten. Ein Beispiel hierfür ist ein virtuelles Herbarium, das heißt eine virtuelle Sammlung von Pflanzen und ihren Eigenschaften. Lernende können in der Natur Pflanzen mit ihren Handys fotografieren, in das Wiki einstellen und dort beschreiben. Wenn unterschiedliche Gruppen verschiedene Pflanzen einstellen, dann entsteht mit der Zeit eine kollaborativ erstellte Sammlung von Pflanzenbeschreibungen. In Kombination mit GPS-Daten können die beschriebenen Standorte auch direkt besucht werden, und so wird die virtuelle mit der realen Umwelt verbunden. Manche Wikis ermöglichen über das Einbinden von Bildern hinaus noch weitere mediale Möglichkeiten (beispielsweise das MediaWiki mit entsprechenden Erweiterungen). So können Lernende im Mathematikunterricht erstellte DGS-Konstruktionen in das Wiki einbinden, oder sie erstellen Rechenübungen mit Überprüfungsfunktion für ihre Mitschüler/innen (zum Beispiel das Wiki des Regiomontanus-Gymnasiums in Haßfurt). Neben dem Erstellen und Einstellen von Inhalten bieten viele Plattformen zudem die Möglichkeit zur Diskussion der Inhalte. Darüber hinaus können sich Schulklassen, die in mehrere räumlich getrennte Gruppen aufgeteilt sind, mit Informationstechnologie vernetzen und austauschen.

Ein Beispiel hierfür sind ‚remote accessible field trips‘, in denen Gruppen von Schülerinnen und Schüler von einem außerschulischen Lernort direkt ins Klassenzimmer berichten (vergleiche EU-Projekt RAFT).

“

!

Grundlegend für die erfolgreiche Technologienutzung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht sind innerhalb der genannten Beispiele eine Reihe allgemeiner Kriterien (Girwidz et al, 2006):

- Computerunterstütztes Lernen findet in Kontexten statt, die alltags- und wirklichkeitsnah sind (‚anchored instruction‘, ‚situated learning‘)
- Computerunterstütztes Lernen bietet Möglichkeiten zur aktiven Arbeit (Interaktivität)
- Computerunterstütztes Lernen soll kognitive Ressourcen erhöhen und diese nicht (darstellungsbedingt) reduzieren (‚usability‘, ‚cognitive load‘)
- Computerunterstütztes Lernen nutzt die Vorteile gegenüber klassischer Medien (Multicodierung, Multimodalität)
- Computerunterstütztes Lernen findet, wenn möglich, Verbindungen zu Lernaktivitäten in der realen Welt

Computer als Übungswerkzeug

Es gibt zahlreiche Lernsoftware, die insbesondere für den Nachmittagsmarkt produziert wird. So können Lernende mit entsprechenden Produkten arithmetische Übungen durchführen (zum Beispiel das Rechnen im Zahlenraum bis 100 oder Bruch rechnen). Das Spektrum reicht dabei von einfacher Übungssoftware bis hin zu Edutainment-Produkten, die in motivierenden Lernumgebungen anregende Problemlöseaufgaben bereithalten.

Revision #2

Created 28 February 2025 21:18:15 by Bernd Grabner

Updated 13 February 2026 14:21:35 by Github Admin