

Informatik begreifen – Zur Nutzung von Veranschaulichungen im Informatikunterricht

Manuela Kalbitz, Hendrik Voss, Carsten Schulte
Königin-Luise Str. 24-26,
Freie Universität Berlin
14195 Berlin

Abstract: Viele informatische Lerngegenstände sind abstrakt, d.h. nicht direkt beobachtbar, und werden daher im Unterricht formal bzw. symbolhaft dargestellt. Das gilt für Algorithmen, Funktionsprinzipien von Hardware usw. Daher sind Veranschaulichungshilfen relevant. Ausgehend von Bruner lassen sich auf dem Weg zur Symbolebene enaktive und ikonische Veranschaulichungen als Hilfsmittel zum Be-Greifen unterscheiden. Im Beitrag gehen wir in einer nicht-repräsentativen und eher qualitativ angelegten empirischen Studie der Frage nach, wie weit diese drei Repräsentationsebenen im Informatikunterricht verwendet werden. Dazu gehen wir zunächst auf die lerntheoretischen Hintergründe ein. Anschließend präsentieren wir dann die Umfrage und deren Ergebnisse.

1 Einführung

Informatik, als Wissenschaft der „automatischen Verarbeitung von Information“, befasst sich mit symbolhaft repräsentierter Information. Der Zugang zu den dabei verwendeten abstrakten, arbiträren und formalen Notationen und das Verstehen der zugeordneten Semantik sind nicht immer einfach. Daher werden etwa in der Modellierung auch halb- oder in-formale Notationen verwendet; zum Teil werden Informationen sogar durch Handlungen wie Rollenspiele ausgedrückt. Informatische Konzepte zu erlernen, bedeutet also zumeist Zugang zu und Verstehen von symbolhaft repräsentierter Information. Um diesen Zugang zu erleichtern, kann die symbolische Darstellungsebene durch in- und halbformale (=ikonische) oder auch handelnde (=enaktive) Darstellungen ergänzt werden. Zurückgehend auf den Psychologen Bruner ist dieses Verfahren auch als EIS-Prinzip bekannt (EIS für den Wechsel von *Enaktiv*, *Ikonisch* und *Symbolisch*).

In diesem Artikel gehen wir in einer nicht-repräsentativen und eher qualitativ angelegten empirischen Studie der Frage nach, wie weit dieses EIS-Prinzip im Informatikunterricht verwendet wird. Dazu gehen wir zunächst auf die lerntheoretischen Hintergründe ein. Anschließend erläutern wir dann den Aufbau der Studie und präsentieren deren Ergebnisse.

2 (Lern-)theoretische Fundierung

Wie sich die Art des Denkens eines Kindes im Laufe der Jahre verändert, hat der Schweizer Entwicklungspsychologe Jean Piaget (1896 - 1980) erforscht. Für die Didak-

tik interessant sind vor allem drei Hauptstadien, die sich wesentlich voneinander unterscheiden (der folgende Abschnitt nach [Ze98], S. 89 ff.):

Zunächst ist das Denken von Zwei- bis Sechsjährigen im *präoperationalen Stadium* durch konkrete Handlungen an Objekten geprägt. Zum Beispiel können sie nur handhabbare Objekte – etwa Puppen – in ihrer Größe vergleichen, während sie keine gezeichneten Streifen in eine gedankliche Reihenfolge von klein nach groß sortieren können. Die Erfahrungen der unmittelbaren Anschauung können erst Kinder im Grundschulalter gedanklich zusammenfügen oder umkehren. Piaget spricht von dem *Stadium der konkreten Operationen*. Der Größenvergleich von Puppen kann nun aus der eigenen Imagination heraus auf gezeichnete Streifen übertragen werden – einzelne Vergleiche werden in Gedanken zu einer Reihung zusammengesetzt. Erst ab etwa zwölf Jahren vermögen es Kinder, auch aus Sprache und Symbolen abstrakte Sachverhalte zu erschließen. In diesem *Stadium der formalen Operationen* sind etwa Größenvergleiche so weit verinnerlicht, dass auch Aufgaben der Art „a ist kleiner als b und b ist kleiner als c, was ist am kleinsten?“ gelöst werden können. Diese Erkenntnisse verarbeitete der US-amerikanische Psychologe Jérôme Bruner (1915) zu seiner Theorie der drei Darstellungsebenen, welche den drei Stadien Piagets entsprechen. So lernt der Mensch *enaktiv* durch das Experimentieren am konkreten Material – er begreift also im wörtlichen Sinne seine Umwelt. Zweitens erkennt er Sachverhalte durch Bilder und Zeichnungen, welche als *ikonische* Darstellungen bezeichnet werden. Und schließlich gibt es noch die *symbolische* Ebene, in welcher Erkenntnisse gewonnen werden können. Sie umfasst nicht nur Zeichensysteme, sondern auch verbale Mitteilungen. Schließlich zeichnet sich nach Bruner ein intellektueller Erwachsener dadurch aus, dass er flexibel zwischen den Darstellungsebenen wechseln kann.

In den 1970er-Jahren war der Umgang mit Computern auf die symbolische Ebene beschränkt. Informatikern wie Alan Kay war klar, dass die Arbeitsweise von Computern für Laien zu kompliziert ist, um sie lediglich symbolisch darzubieten. So hat er bereits bei der Entwicklung des Desktops versucht, die symbolische Ebene durch eine ikonische (bildliche) Oberfläche mit „Fenstern“ zu ergänzen, um den Umgang mit einem Computer einfacher zu gestalten ([Ka09], S. 197). Dazu hat er sich bewusst an das EIS-Prinzip angelehnt und darauf aufbauend eine auf den Computer bezogene Darstellungsebene definiert: die *enaktiv-ikonische*, die das Arbeiten mit der Maus (Zeigen, Auswählen Drag'n'Drop) beschreibt. Eine Art ‚Zwischenebene‘, denn obwohl das Umgehen mit der Maus motorische Handlung ist, kann sie nicht unbedingt als enaktiver Zugang zur Wirklichkeit bzw. zum Gegenstand verstanden werden. Aktuelle Touchscreens verschieben diese Ebene durch haptisches Feedback und den Ersatz der Maus durch den Finger weiter in Richtung der enaktiven Ebene. Doch gleich, ob nun drei oder vier Ebenen unterschieden werden, didaktisch bedeutsam ist der Wechsel. Darauf weisen verschiedene Arbeiten hin: Wird ein Unterrichtsstoff von Beginn an ausschließlich durch Symbolik und Sprache gelehrt, fällt die Verknüpfung mit bereits Bekanntem schwer. Denn Symbolsprachen sind häufig unbekannt und nicht mit Erfahrungen verbunden.

Gerade dies ist aber, wie die empirische Forschung bzw. die Gehirnforschung bestätigt, für langfristige Verbindungen von Neuronen – also einem nachhaltigen Verinnerlichen – von großer Bedeutung ([Kl08], S. 15). Correll sieht gar einen Zusammenhang zwischen der unangemessenen Darbietung von Lernstoff und Lernstörungen ([Co89], S. 50). Und

die „Erleuchtung“ oder „Einsicht“, die Erwachsene oft haben, sei nichts anderes als das Ergebnis von abtastenden Versuchen auf der Vorstellungsebene ([Ro69], S. 260). Also können gerade ikonische Visualisierungen dem Vereinfachen und Strukturieren von Inhalten und Prozessen dienen.

Weitere Erkenntnisse der Hirnforschung besagen, dass jeder Mensch auf andere Weise am besten Sinneseindrücke wahrnehmen und verarbeiten kann: entweder durch das Hören, das Sehen oder das eigene Handeln. Guski kommt hingegen zu dem Ergebnis, dass visuell mehr Informationen aufgenommen werden können als auditiv ([Gu89], S. 167 f.). Auch für das Gedächtnis sind Reize auf allen drei Ebenen sinnvoll. So belegen Studien von Schnotz und Bannert, dass auditiv-sprachliche und visuell-bildliche Informationen unterschiedlich abgespeichert und verarbeitet werden. Allerdings kann die gleichzeitige Verarbeitung verschieden dargebotener Informationen auch zu Belastungen des Arbeitsgedächtnisses führen, wenn die Darbietungen nicht direkt das Verständnis fördern [Sc99]. Dennoch behalten Menschen auch laut Gemmer etwa 20 Prozent von dem im Gedächtnis, was sie hören, 30 Prozent von dem, was sie sehen, und 90 Prozent von dem, was sie unter Einsatz unterschiedlicher Sinne selbst tun ([Ge04], S. 74).

Nicht nur aus empirischer Sicht, auch aus bildungstheoretischer Sicht wird das EIS-Prinzip als bedeutsam eingeschätzt: W. Klafki [Kl07] diskutiert die Relevanz verschiedener Repräsentationsweisen im Zusammenhang mit dem Prinzip des exemplarischen Lernens und stellt dabei vier seiner Meinung nach wesentliche Gesichtspunkte heraus: 1) Die Repräsentationsebenen bauen aufeinander auf. Die höhere ist auf die vorausgehende zwingend angewiesen. 2) Das bedeutet jedoch nicht, dass die drei Stufen in jedem „besonderen Lernakt“ vollzogen werden müssen ([Kl07], S. 158). 3) Oft sind zwei der drei Stufen eng miteinander verzahnt und 4) ab dem 10-12 Lebensjahr kann man in wachsendem Maße „symbolische geistige Akte erwarten“ ([Kl07], S. 158). Aber auch für Erwachsene gelte, dass die ersten beiden Stufen eine große Bedeutung besitzen. Klafki schlussfolgert: „Einer der gravierenden Mängel unseres üblichen Schulunterrichts in allen Schulformen und auf allen Schulstufen dürfte darin liegen, daß eben dieser Sachverhalt vielfach verkannt wird und daß verstehendes/entdeckendes Lernen gerade auch auf der abstrakt-symbolischen Stufe geradezu verhindert wird, weil man zu früh und zu ausschließlich auf dieser Ebene ansetzt“ ([Kl07], S. 159).

Nicht zuletzt wird das EIS-Prinzip auch in der Informatikdidaktik diskutiert. Auf die Bedeutung des EIS-Prinzips für den Informatikunterricht weisen verschiedene Autoren hin: Humbert betont, dass „im Zusammenhang mit dem EIS-Prinzip dem >>E<< im Informatikunterricht eine besondere Rolle zukommt [...]“, denn „gerade abstrakte Gegenstände [sollten] enaktiv zugänglich gemacht werden“ ([Hu06], S. 78). Hartmann et.al. behaupten: „Die enaktive Repräsentationsform eignet sich besonders für den Einstieg in ein Thema. Der Stoff wird für die Lernenden zugänglicher und besser im Gedächtnis verankert.“ ([HNR07], S.116) Allerdings sei „der Vorbereitungsaufwand für enaktive Repräsentationen [...] nicht zu unterschätzen und muss optimiert werden.“ ([HNR07], S.117) Zuletzt betonte Jürgen Müller im LOG IN Heft Nr. 160/161, dass symbolische Modelldarstellungen auch im Informatikunterricht oft erhebliche Schwierigkeiten bereiten und daher gegenständliche Realisationen und ikonische Darstellungen „von besonderer Wichtigkeit“ sind ([Mü09], S. 24). Schließlich führt er gemeinsam mit Andreas Schwill Ideen für gegenständliche Methoden an.

Aus der Literaturanalyse schlussfolgern wir, dass die Repräsentationsebenen auch für den Informatikunterricht bedeutsam sind. Ein Arbeiten nach dem EIS-Prinzip begünstigt Methodenvielfalt und Motivation. Die verschiedenen Methoden - im Wechsel eingesetzt - können Eintönigkeit verhindern und konkretes Material kann Neugier wecken. Der Einsatz eigener motorischer Fähigkeiten spricht speziell handwerklich Begabte an. Darüber hinaus begünstigen speziell die enaktiven Methoden die Aneignung outputbezogener Kompetenzen. Fähigkeiten werden beobachtbar: es ist zu sehen, ob die Schülerinnen und Schüler den Sachgegenstand beherrschen. Und Fehler, die auf der symbolischen Ebene nicht identifiziert werden können, drücken sich mitunter auf der enaktiven ganz anders aus. Man denke hierbei an Verständnisproblemen von objektorientierter Sprache, welche im Rollenspiel, bei dem keine Syntaxprobleme für Verwirrung sorgen können, nachvollziehbar während des Durchlaufs offenbart werden.

Neben Rollenspielen (z.B. [DGZ05], [Fo07]) bietet der Informatikunterricht einige Möglichkeiten für enaktives Arbeiten. Sortieralgorithmen können zum Beispiel an konkretem Material, etwa einer Bücherreihe oder einer CD-Sammlung, durchgeführt werden. Roboter können programmiert werden, sodass sie sich entsprechend eines selbst geschriebenen Programms bewegen. Die Auswirkungen des Quelltextes werden direkt sichtbar und können in verschiedenen Raumsituationen getestet werden. Weiterhin ermöglicht das Basteln zum Beispiel eines Wikis aus Papier und Fäden (siehe z.B. [Ho07]) ein Gestalten nach eigenen Vorstellungen, wodurch anfangs gestellte Vermutungen und Erwartungen überprüft und handhabbar gemacht werden.

Uns ist jedoch keine empirische Studie bekannt, die die Verwendung dieses Prinzips im Informatikunterricht untersucht hat.

3 Umfrage zur Nutzung des EIS-Prinzip im Informatikunterricht

Um die Verwendung des EIS-Prinzips zu überprüfen, wird eine Umfrage unter Informatiklehrkräften durchgeführt. Wie im Abschnitt 2 anhand der Literaturdiskussion deutlich wurde, ist das EIS-Prinzip einerseits als relevant für den Informatikunterricht einzuschätzen, andererseits wird es möglicherweise jedoch kaum oder zu wenig angewendet – was eventuell auch an der schwierigen Umsetzung bzw. den fehlenden Materialien liegen könnte – insbesondere für den enaktiven Repräsentationsmodus. Uns interessieren daher die folgenden beiden Fragen: Wie groß ist der Anteil an Lehrerinnen und Lehrern, die regelmäßig das EIS-Prinzip in den meisten Themengebieten anwenden? Wie groß ist das Potential des enaktiven Repräsentationsmodus für eine vermehrte Anwendung im Informatikunterricht?

3.1 Konstruktionsprinzipien für das Instrument

Es stellt sich nun die Frage, wie man die unterrichtliche Verwendung des EIS-Prinzips empirisch erheben kann. Der Schwerpunkt unserer Erhebung sollte auf der relativen Häufigkeit liegen, mit der das EIS-Prinzip im Informatikunterricht angewendet wird; und zwar unabhängig davon, ob der Lehrkraft der Begriff „EIS-Prinzip“ bekannt ist oder

nicht. Daher ist eine Befragung der Lehrer nach den Darstellungsebenen, die sie im Unterricht einsetzen, vonnöten. Falls alle drei Darstellungsebenen innerhalb eines Themengebietes regelmäßig, d.h. über mehrere Jahre hinweg, angewendet werden, kann eine Arbeit nach dem EIS-Prinzip angenommen werden.

Wie kann nach der regelmäßigen Verwendung gefragt werden, ohne große Unsicherheiten oder subjektive Verzerrungen durch die Fragestellung zu bewirken? Beispielsweise könnte durch die Erwähnung des dahinterliegenden Prinzips eine soziale Erwünschtheit in der Beantwortung der Fragen auftauchen, die das Antwortverhalten beeinflusst – so bezeichnet etwa W. Klafki die Nicht-Beachtung des EIS-Prinzips als einen „gravierenden Mangel unseres üblichen Schulunterrichts“ ([K107], S. 159).

Ein weiteres Problem: Wie können Deutungsschwierigkeiten der Begriffe „enaktiv“, „ikonisch“, „symbolisch“ oder „Darstellungsebene“ bzw. „Repräsentationsmodus“ vermieden werden? Klafki findet eine prägnante Formulierung für das EIS-Prinzip, welche den Weg für die Konstruktion des Umfrage-Instruments weist. Er beschreibt das EIS-Prinzip als „drei Weisen oder Niveaus, denen entsprechend die Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit und ihre Aneignung im Lernprozess erfolgen kann: * In der Weise direkten, handelnden Umgangs mit der Wirklichkeit (i.w.S.d.W.), z.B. im Explorieren und Erproben [...] * Im Medium von Bildern, Schemata, Skizzen, anschaulichen Erzählungen und Berichten, Darstellungen (z.B. im Rollenspiel [...]) * Im Medium abstrakter Begriffe [...], ‘nur noch‘ gedanklich vollzogenen Operationen und theoretischen Argumentationen“ (S. 157). Die von Klafki vorgenommene Übertragung der Repräsentationsebenen auf deren Rolle im Lernprozess verdeutlicht, dass diese im Unterricht in Form von verwendeten Medien und Methoden beobachtbar werden. Wir können also ‚neutraler‘ nach verwendeten Methoden und Medien/Materialien anstatt nach einem lerntheoretischen Prinzip fragen. Dies sollte einer Lehrperson ohne allzu große subjektive Verzerrungen möglich sein. Es ergibt sich also eine Matrix mit den Dimensionen „Themengebiet“ und „Methode/Material“, sowie einer Angabe der entsprechenden Häufigkeit. Letztere wurde in vier Stufen eingeteilt: „Nie“, „Selten“, „Oft“ und „Jedes Mal“. Das Eintragen einer der beiden letzten Stufen wird als notwendige Bedingung für eine Verwendung des EIS-Prinzips angesehen.

Um den Fragebogen gut auswertbar zu gestalten und dennoch kurz zu halten, werden verschiedene Einschränkungen vorgenommen. Zunächst werden Themengebiete vorgegeben, in denen das EIS-Prinzip verwendet werden könnte. Dazu wird nach denjenigen gefragt, welche im Berliner Rahmenlehrplan vorgeschrieben sind. Im Lehrplan sind unter anderem die Themengebiete Algorithmen, Automaten, Datenbanken, Kryptologie, Objektorientierung und Sprachen aufgeführt. Da wir voraussetzen möchten, dass symbolische Methoden auf jeden Fall verwendet werden, um sie nicht überprüfen zu müssen, betrachten wir nur Themengebiete, in welchen die symbolische Ebene mit großer Sicherheit ausführlich im Unterricht behandelt wird. Daher werden die Themen „Informatik, Mensch und Gesellschaft“, „Datenschutz“ und „Datensicherheit“ im Fragebogen nicht aufgeführt. Das soll nicht heißen, dass diese Themen belanglos wären oder für diese Themen das EIS-Prinzip nicht gilt. Allerdings erübrigt sich durch diese Beschränkung ein Erfragen von Methoden, die die symbolische Darstellungsebene ansprechen und der Umfang der Matrix wird den Befragten zumutbar.

Für den Fragebogen müssen nun die Darstellungsebenen den Methoden und Medien

zugeordnet werden. Das ist nicht unproblematisch, wie man an der erwähnten Methode des Rollenspiels kurz erläutern kann. Klafki hat es der ikonischen Ebene zugeordnet (siehe Zitat oben), als lebendige Darstellung eines Sachverhalts. Wir haben uns im Gegensatz dazu entschieden, dass Rollenspiel der enaktiven Ebene zuzuordnen, also als direkten und handelnden Umgang mit dem Lerngegenstand. Wir sehen eher die ‚spielenden‘ SuS, während Klafki vermutlich eher an die beobachtenden SuS gedacht hat. Obwohl wir versucht haben, die Ebenen treffend zuzuordnen, haben wir im Zweifelsfall eher die grundlegendere Ebene gewählt. Das Erhebungsinstrument könnte also die enaktive und ikonische Ebene leicht überbewerten. Da wir – ähnlich wie die zitierten Autoren – insgesamt jedoch davon ausgehen, dass diese beiden unteren Ebenen im Informatikunterricht eher zu wenig vorkommen, sollte diese Subjektivität nicht zu einer falschen Bestätigung der Ausgangsvermutung beitragen. Insgesamt werden die enaktive und die ikonische Ebene folgendermaßen für den Informatikunterricht präzisiert: Das Besondere an der enaktiven Ebene ist die Möglichkeit der Interaktion mit den Materialien, sodass dem eigenen Handeln eine direkte Rückmeldung gegeben wird. Daher gehören Applets, welche aufgrund der optischen Aufbereitung zwar als bildlich, sprich ikonisch, eingestuft werden, aber interaktive Abläufe visualisieren können, genau genommen zu einer Zwischenstufe, der enaktiv-ikonischen Ebene. Da dies allerdings eine subjektive Interpretation ist und da wir enaktiv als Arbeit fern vom Computer verstehen, zählen wir Applets im Folgenden zu der ikonischen Ebene. Rein ikonisch sind hingegen Tätigkeiten wie das Zeichnen oder Skizzieren. Die bildhafte Darstellung wird zwar im Prozess erschaffen, erlaubt aber keine Erfahrungen durch reale Handlungen. So sind auch Methoden wie das Auswerten von Zeichnungen und Skizzen, das Anschauen von kurzen Videosequenzen oder längeren Dokumentationsfilmen ikonisch. Deutlich wird dabei auch, dass die Verwendung von Darstellungsebenen mit Unterrichtsmethoden verknüpft ist: Applets werden benutzt, Videos angesehen usw. Im Fragebogen wird daher auch von Methoden gesprochen.

Der resultierende Fragebogen setzt sich aus zwei Tabellen und fünf Fragen zusammen. Die erste Tabelle besteht aus sechs Spalten, in denen die oben genannten Schwerpunktthemen des Informatikunterrichts genannt werden. In den acht Zeilen werden verschiedene Unterrichtsmethoden erwähnt, die in zwei Gruppen (ikonisch und enaktiv) unterteilt werden können. Die Befragten sollen angeben, wie oft sie die jeweiligen Methoden in den verschiedenen Themengebieten verwendet haben (0 oder leere Zelle = nie bis 3 = jedes Mal). Um das Erinnern an entsprechende Methoden zu erleichtern, wird empfohlen, den Bogen spaltenweise auszufüllen – anhand eines Unterrichtsthemas dürften sich Lehrerinnen und Lehrer gut der eingesetzten Methoden entsinnen.

Es folgt eine zweite, kleinere Tabelle, in der den einzelnen Methoden ein „Effektivitätswert“ zugeordnet werden soll (0 = nicht effektiv bis 3 = sehr effektiv). Sollte durch die vorherige Bearbeitung der Tabelle eine Beeinflussung stattfinden, so ist sie nicht negativ zu werten. Die Bewertung einer Methode im Alltag dürfte viel mehr dadurch beeinflusst sein, wie oft sie bereits von der Lehrkraft verwendet wurde, als umgekehrt die Bewertung der Methode die Angabe zur Häufigkeit der Umsetzung beeinflusst. Für ein „alltägliches“ Ergebnis empfiehlt sich also erstere Reihenfolge.

Die abschließenden Fragen, etwa ob das EIS-Prinzip bekannt ist, stehen bewusst am Ende der Befragung. Unseres Erachtens nach könnten Fragen, die vor den Tabellen plat-

ziert werden, ersichtlich machen, worauf der Fragebogen abzielt und somit das Ankreuzverhalten der Lehrerinnen und –lehrer an einem entsprechenden Idealbild von sich selbst anpassen. Auf diese Weise sollte ein möglicher Einfluss durch das Phänomen der „sozialen Erwünschtheit“ im Antwortverhalten minimiert werden.

3.2 Durchführung der Befragung

Die über die Berliner GI-Landesgruppe organisierten Lehrerinnen und Lehrer werden als Stichprobe ausgewählt. Auf der dortigen jährlich stattfindenden Jahrestagung und im E-Mail-Verteiler sind über 300 Personen erreichbar. Diese werden über einen in kurzer Zeit ausfüllbaren Fragebogen, der zumeist vorgegebene Antwortmöglichkeiten bereithält, aber auch einige offene Fragen stellt, befragt. Insgesamt wurden 40 Fragebögen zurückgegeben, die als Grundlage dieser Auswertung dienen.

3.3 Ergebnisse und Auswertung

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Überblick. In den Zeilen werden die Themenbereiche des Informatikunterrichts aufgeführt, in den Spalten verschiedene Methoden bzw. Medien, die hier im Gegensatz zum Fragebogen in einen enaktiven und ikonischen Bereich aufgeteilt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass enaktive Methoden (linke Tabellenhälfte) wesentlich seltener eingesetzt werden als ikonische. Der Durchschnitt aller Werte der enaktiven (3,87) gegenüber dem der ikonischen Methoden (11,17) ist weniger als halb so groß. Vor allem die Themengebiete Datenbanken und Sprachen werden fast gar nicht durch enaktive Methoden unterrichtet.

Darstellungsebene Thema	Enaktiv				Ikonisch			
	Basteln	Nicht elektronische Materialien	Roboter	Rollenspiel	Applets	Zeichnen/Malen	Bilder/Skizzen/ Videoclips	Längere Filme
Algorithmen	2	8	11	5	16	10	24	2
Automaten	1	4	8	3	18	13	21	2
Datenbanken	0	5	0	2	2	6	22	3
Kryptologie	7	8	0	2	8	3	15	6
Objektorientierung	1	3	4	9	10	11	21	1
Sprachen	0	3	5	2	7	4	13	2

Tabelle 1: Die Werte geben die Anzahl an, wie viele der Befragten die entsprechende Methode im entsprechenden Themengebiet anwenden. Rot und horizontal gestreift sind Werte unter zehn Prozent aller Befragten, blau sind die Werte über 30 Prozent.

Die Umfrage-Ergebnisse sprechen nicht für einen bewussten Einsatz des EIS-Prinzips. Es scheint so, dass lediglich intuitiv passende Methoden oder Materialien eingesetzt

werden, wie z.B. Verschlüsselungsschablonen in der Kryptologie. Außerdem werden enaktive Methoden von recht wenigen Lehrerinnen und Lehrern häufiger verwendet. Im Gegensatz dazu sind ikonische Methoden weit häufiger im Einsatz, was gerade bei Bildern, Skizzen oder kurzen Videoclips an dem damit verbundenen geringen Zeitaufwand erklärbar ist.

Bei welchen Themen fällt es schwer bzw. leicht, geeignetes Material zu finden? Im Fragebogen haben wir die Befragten gebeten, Themen zu nennen, bei denen es ihnen besonders schwer bzw. besonders leicht fällt, schüleraktivierendes Material zu finden. Abbildung 1 zeigt, dass zu Algorithmen, Objektorientierung und Kryptologie die meisten Lehrerinnen und Lehrer am leichtesten Materialien finden, mit denen gearbeitet werden kann. Wie gesehen, werden in diesen Themengebieten auch am meisten enaktive Methoden eingesetzt. Eine Ausnahme sind die Automaten: Obwohl gerade bei diesem Thema vor allem ikonische Methoden verwendet werden (siehe Tabelle 1), empfinden es 8 der 40 Befragten als schwierig, geeignetes Material zu diesem Thema zu finden.

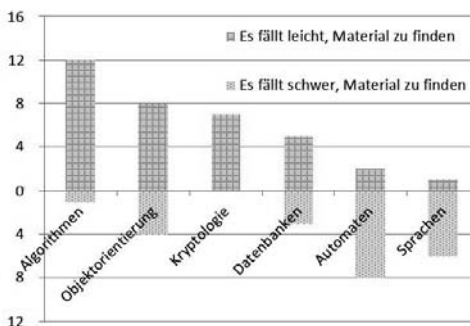


Abbildung 1: Zugänglichkeit geeigneter Unterrichtsmaterialien für die Themengebiete

Umgekehrt verhält es sich mit den Automaten und Sprachen. Die Befragten kennen und verwenden kaum handhabbare Materialien zu den Themen. Insgesamt zeigt sich, dass die meisten Lehrerinnen und Lehrer nur diejenigen enaktiven Methoden kennen, welche sie auch im Unterricht verwenden. Es besteht nach diesem Stand durchaus die Möglichkeit, dass bei einem verbreiteten Wissen zu enaktiven Methoden diese auch vermehrt angewendet werden würden.

Für wie effektiv werden die enaktiven Methoden gehalten? Zunächst sollen hier die Ergebnisse auf die Frage nach der Effektivität der einzelnen Methoden dargestellt werden. Die Ergebnisse sehen im Einzelnen wie folgt aus:

	Skizzen/Bilder/kurze Videoclips (ikonisch)	2,4
	Abläufe visualisierende Applets (ikonisch)	2,1
Nicht elektronische Materialien (enaktiv)		1,7
Roboter (enaktiv)		1,7
Rollenspiel (enaktiv)		1,7
	Zeichnen/Malen (ikonisch)	1,5
	Längere Filme (ikonisch)	1,3
Basteln (enaktiv)		1,0

Tabelle 2: Bewertung der Effektivität (0-3), Mittelwerte

Werden die Methoden, die als effektiv betrachtet werden, wirklich öfter genutzt? Zwischen *kaum effektiv* und *effektiv* wird die Grenze 1,5 für als effektiv betrachtete Methoden gewählt. Daher werden im Folgenden nur die Methoden näher betrachtet, die einen durchschnittlichen Effektivitätswert von 1,5 oder höher haben (Tabelle 3).

Skizzen/Bilder/kurze Videoclips	2,4
Abläufe visualisierende Applets	2,1
Nicht elektronische Materialien	1,7
Roboter	1,7
Rollenspiel	1,7
Zeichnen/Malen	1,5
Tabelle 3: Rangfolge der als effektiv bewerteten Methoden	

Skizzen/Bilder/kurze Videoclips	23
Abläufe visualisierende Applets	17
Zeichnen/Malen	11,5
Roboter	9,5
Nicht elektronische Materialien	8
Rollenspiel	7
Tabelle 4: Rangfolge des Methodeneinsatzes	

Nun wird geprüft, ob diese Methoden tatsächlich öfter im Unterricht verwendet werden als die übrigen vorgestellten Methoden. Es werden die Angaben aus Tabelle 1 verwendet, wobei pro Methode lediglich die zwei Spitzenwerte verrechnet werden. Diese Beschränkung wird vorgenommen, da manche Methoden eventuell tatsächlich nicht in allen Themengebieten sinnvoll eingesetzt werden können.¹ (Tabelle 4). Zunächst einmal kann man erkennen, dass die beiden „Spitzenreiter“ des „Effektivitätsrankings“ auch bei der Verwendung im Unterricht ganz vorn stehen (Skizzen/Bilder/Videoclips und Applets). Auch die nicht elektronischen Materialien, die Roboter und das Rollenspiel, stimmen mit der Reihenfolge der oberen Tabelle überein. Die einzige Ausnahme bildet „Zeichnen und Malen“, das als wenig effektiv bewertet wird, aber dennoch häufiger benutzt wird als die drei genannten Methoden. Das bestätigt den oben genannten Gewöhnungseffekt, der sich auf die ikonische Ebene ausrichtet.

4 Fazit

Festzustellen ist, dass bei der Mehrzahl der Informatiklehrerinnen und Informatiklehrern von keinem bewussten Gebrauch des EIS-Prinzips gesprochen werden kann. Obwohl fast ein Drittel der Befragten das Prinzip kennt, ist die Quote derjenigen, die regelmäßig enaktive Methoden und Materialien einsetzen, deutlich geringer. Und auch die ikonischen Methoden werden von höchstens sechzig Prozent häufiger in bestimmten Themengebieten der Informatik angewandt. Insgesamt werden ikonische Methoden innerhalb unserer Angaben eine doppelt so häufige verwendet wie enaktive Methoden. Daher wird gefolgert, dass ein Informatikunterricht nach dem EIS-Prinzip nur selten stattfindet. Zum einen kennen anscheinend viele der Befragten kaum Alternativen. Zum anderen scheint es noch keine Studie zu geben, die die Effektivität des EIS-Prinzips für den Informatikunterricht belegt. Bilder, Skizzen und Videoclips werden am häufigsten regelmäßig eingesetzt. Dabei spielt möglicherweise auch der Zeitaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Materialerstellung eine Rolle. Allerdings werden diese Methoden pro

¹ Die Beschränkung erwirkt übrigens keine Änderung der Reihenfolge außer zwischen Robotern und nicht elektronischen Materialien.

Themengebiet nur von etwa der Hälfte aller Befragten genutzt. Unter den enaktiven Methoden werden nur die Standardbeispiele von mehreren Lehrern (um die 20 Prozent) eingesetzt. Übereinstimmung besteht darin, in welchen Themengebieten es leicht- und in welchen es schwerfällt, enaktive Darstellungen zu verwenden. Es scheint also, dass bekannte Darstellungsweisen eingesetzt werden und nicht bewusst das EIS-Prinzip abgelehnt wird.

Insgesamt sind wir optimistisch, dass sich das EIS-Prinzip im Informatikunterricht künftig größerer Beliebtheit erfreuen wird. Dafür ist es jedoch notwendig, das EIS-Prinzip bereits in der Ausbildung der Informatiklehrerinnen und –lehrer fest zu verankern, indem es thematisiert und vor allem erprobt wird.

5 Literaturverzeichnis

- [Co89] Correll, W.: Lernschwächen und Leistungsstörungen erkennen und überwinden. 1989.
- [DGZ05] Diethelm, I.; Geiger, L.; Zündorf, A.: Mit Klebezettel und Augenbinde durch die Objektwelt. In: Friedrich, S. (Hrsg.): Unterrichtskonzepte für informatische Bildung, INFOS 2005. S. 149-160, 2005.
- [Fo07] Fothe, M.: Algorithmen in spielerischer Form. In: Stechert, P. (Hrsg.) Informatische Bildung in der Wissensgesellschaft, S. 31-42, 2007. https://www.unijena.de/unijenamedia/INFOS_Fothe-p-10947.pdf
- [Ge04] Gemmer, B.; Sauer, C.; Konnertz D.: Mind Mapping. Klett, 2004.
- [GI08] GI e.V. (Hg.): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule. Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. 2008
- [Gu89] Guski, R.: Wahrnehmung: eine Einführung in die Psychologie der menschlichen Informationsaufnahme, Bd. 7. In: Guski, R.; Selg, H. (Hrsg.): Grundriss der Psychologie: eine Reihe in 22 Bänden. Kohlhammer, 1989.
- [Ho07] Honegger, B. D.; Wiki und die fundamentalen Ideen der Informatik. In: Schubert, S.: Didaktik der Informatik in Theorie und Praxis, INFOS 2007. S. 207-216, 2007.
- [HRN07] Hartmann, W.; Näf, M.; Reichert, R.: Informatikunterricht planen und durchführen. 2007
- [Hu06] Humbert, L.: Didaktik der Informatik. 2. Aufl. 2006.
- [Ka90] Kay, A.: User Interface: A Personal View. In: Laurel, B.: The Art of human-computer interface design, 1990.
- [Kl07] Klafki, W.: Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik. Beltz, 6. Aufl, 2007
- [Kl08] Klippert, H.: Planspiele: 10 Spielvorlagen zum sozialen, politischen und methodischen lernen in Gruppen. 2008.
- [Mü09] Müller, J.: Einsatz von Modellen in der informatischen Bildung. Beilage zu LOG IN, 29. Jg., Heft Nr. 160/161, 2009.
- [Po07] Poth, O.: Parameter - Untersuchungen zur Vermeidung verbreiteter Fehlvorstellungen im Informatikunterricht der gymnasialen Oberstufe. Schriftliche Hausarbeit. Studienseminar für Lehrämter an Schulen Hamm, 2007. <http://www.ham.nw.schule.de/pub/bscw.cgi/d675586/Examensarbeit-Poth.pdf>
- [Ro69] Roth, H.: Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. 11. Aufl., 1969.
- [Sc99] Schnotz, W., Bannert, M.: Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Bild- und Textverstehen. Zeitschrift für experimentelle Psychologie 46, S. 216-235, 1999.
- [SLB09] Seyfahrt, T.; Leibfritz, J.; Blunck, A.: Lernen – erinnern – vergessen. 2009.
- [Ze98] Zech, F.: Grundkurs Mathematikdidaktik. 9. Aufl. Beltz, 1998.