

Analoge vs. digitale Uhrzeitformate
- Ein zeitloses Für und Wider? -**Philipp Raack**Universität Siegen, Didaktik der Physik, Adolf-Reichwein-Straße 2, 57068 Siegen
raack@physik.uni-siegen.de**Kurzfassung**

Die Zeit ist eine fundamentale physikalische Größe, die auch für die Schulphysik einen unbestritten hohen Stellenwert besitzt. Bereits in der Primarstufe wird ein Grundverständnis des Zeitbegriffs vermittelt, insbesondere in den Fächern Sachunterricht und Mathematik wird auf verschiedene Aspekte des Phänomens „Zeit“ eingegangen: Kennenlernen von Zeitstrukturen, Einführung des Kalenders, mit Zeitintervallen und -punkten rechnen, aber vor allem die Uhr zu *lesen* sind grundlegende Kompetenzen, die die Schüler*innen erlernen sollen.

In Bezug auf die Fähigkeit des Uhr-Ablesens stellt sich die Frage nach der Aktualität des analogen Uhrzeitformats und ob dieses weiterhin gelehrt werden solle. Im Rahmen dieses Beitrags werden analoge und digitale Repräsentationsformen der Uhrzeit u.a. auf deren didaktische Potentiale und Grenzen hin kritisch beleuchtet, um der teilweise sehr subjektiv und emotional geführten Debatte rund um die Abschaffung analoger Formate mehr Substanz zu verleihen. Als hilfreich können sich dabei beispielsweise Befunde aus Studien der Kognitionspsychologie erweisen, anhand derer sich didaktische Empfehlungen ableiten lassen.

1. Diskussion

Im Mai 2018 berichtete das Nachrichtenmagazin „Der Spiegel“ auf seiner Internetpräsenz von Überlegungen britischer Lehrkräfte, analoge Uhren abzuschaffen und diese durch digitale Uhren zu ersetzen [1]. Hintergrund dieser Maßnahme soll das zunehmende Unvermögen der Kinder und Jugendlichen im Umgang mit analogen Zifferblattdarstellungen sein. Insbesondere in Prüfungssituationen haben Schüler*innen damit zu kämpfen, sich die noch zu verbleibende Zeit einzuteilen. Malcolm Trobe – stellvertretende Generalsekretär des britischen Schulleiterverbandes ASCL – behauptet, Schüler*innen würden bei der Einteilung der Restzeit mit digitalen Uhrzeitformaten weniger Fehler machen, da sie tagtäglich fast ausschließlich mit ebendiesen Formaten in Berührung kämen. In Anbetracht der auch bei Kindern und Jugendlichen stetig wachsenden Abundanz von Smartphones, Tablets und anderen mobilen Endgeräte ist dies keine Überraschung, da die Uhrzeit dort zumeist – womöglich aus platzökonomischen Gründen – in digitaler Form angezeigt wird.

Handelt es sich bei diesem Wechsel von analogen zu digitalen Uhren lediglich um eine Veränderung im Zuge des technologischen Fortschritts und der flächendeckenden Digitalisierung; oder kann gar von einer nachhaltigen Wachablösung im Sinne eines „Kulturverlustes“ die Rede sein? Nur am Rande sei an dieser Stelle auf ähnlich gelagerte, aber keineswegs direkt vergleichbare Fälle verwiesen, wie zum Beispiel den (immer früher einhaltenden) Einzug des Taschenrechners in den Mathematikunterricht, der ebenfalls kontrovers diskutiert wurde und wird.

Anhand der 145 Leserkommentare unter dem Online-Artikel erhält man einen ersten Eindruck des offenbar sehr gespaltenen Meinungsbildes rund um das zu bevorzugende Format und dessen Vor- und Nachteile. Die dort teils mit einem Übermaß an Subjektivität angereicherten Standpunkte sind für eine rationale Bewertung wenig hilfreich, insbesondere auf der Suche nach einer fundierten Antwort, welche/s Format/e gelehrt werden sollte/n. Abhilfe kann ein Blick in die kognitionspsychologische Forschung schaffen, um beispielsweise wesentliche Unterschiede beider Uhrzeitdarstellungen und objektivierte Empfehlungen für die Unterrichtspraxis herauszuarbeiten.

2. Empirische Befunde zu beiden Zeitformaten

Eine der wichtigsten Studien auf diesem Gebiet ist die von Friedman et al. durchgeführte Untersuchung zu Ablesefähigkeiten und Zeitintervalloperationen mit beiden Formaten von Schüler*innen der Klassenstufen 1 bis 5 [2]. Dabei sollte zunächst lediglich die korrekte Uhrzeit von analogen und digitalen Zeitformaten abgelesen werden. Die Ergebnisse im digitalen Bereich liegen wenig überraschend knapp unterhalb der hundertprozentigen Makellosigkeit, da bei digitalen Darstellungen die Aufgabe einzig darin besteht, die bezifferten Stellenwerte zu identifizieren. Bei den analogen Uhrzeitdarstellungen treten nur bei „krummen“ Uhrzeiten (z.B. --:43) leichte Schwierigkeiten auf; die Lösungshäufigkeiten wachsen bei diesem Format klassenübergreifend sukzessive an und erreichen in der 5. Klasse bei circa 80% einen Höchstwert, dem ein Wert von 34% in der 2. Klasse gegenübersteht.

Klassenstufe	Analog			Digital		
	--:30	--:23	--:50	--:30	--:23	--:50
2	59	16	41	50	28	25
3	72	34	53	78	41	47
4	97	53	75	97	50	59
5	91	44	72	91	72	75
Mittelwert \bar{O}	80	37	60	79	48	52

Tab. 1: Ergebnisse zu Zeitintervalloperationen mit analogen und digitalen Uhren, Werte entnommen aus: [1]

Von besonderem Interesse für die u(h)reigenen Unterschiede beider Formate sind die Ergebnisse der oben bereits erwähnten Zeitintervalloperationen, die die Probanden ebenfalls mit beiden Formaten und identischen Test-Zeiten durchführen sollten. Die Kinder wurden angeleitet, diverse Uhrzeiten unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades (z.B. 4:30 Uhr, 4:23 Uhr und 4:50 Uhr mit variierenden Stundenwerten) zu ermitteln und diese gedanklich um 30 Minuten zu ergänzen („Wie spät wäre es in 30 Minuten?“). Die prozentualen Anteile an korrekten Lösungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Die weit unterdurchschnittlichen Ergebnisse aus der 1. Klasse wurden hier im Gegensatz zur Originalquelle nicht für die Mittelwertbildung berücksichtigt, da sie dessen Aussagekraft zu stark beeinträchtigen. Darüber hinaus erscheinen die schlechten Ergebnisse im ersten Schuljahr wenig verwunderlich, da die Uhr zumeist erst im darauffolgenden Jahr gelehrt wird und auch die mathematischen Grundlagen für den sicheren Umgang mit beiden Uhrzeitdarstellungen noch nicht vorausgesetzt werden können.

Während die Halb-Zeiten (--:30) mit circa 80% nahezu identische Lösungshäufigkeiten für beide Formate aufweisen, lassen sich bei den anderen Zeiten konträre Tendenzen erkennen (vgl. Tab. 1): den Ergebnissen zufolge wurde die Rechenoperation bei den 23-Nach-Zeiten (--:23) mit dem digitalen häufiger als mit dem analogen Format gelöst (48% zu 37% pro digital). Bei den Zehn-Vor-Zeiten (--:50) wiederum verkehren sich die Anteile interessanterweise (60% zu 52% pro analog). Über die zugrunde liegenden Ursachen für diese Umverteilung liefern die ebenfalls erhobenen Lösungsstrategien der Schüler*innen Aufschluss (vgl. Tab. 2).

In Tabelle 2 sind zu jeder Lösungsmethode der prozentuale Anteil für beide Uhrzeitformate aufgelistet; die farbliche Kodierung entspricht jener von obiger Tabelle 1. Fett markiert sind die Strategien, die je Uhrzeit am häufigsten angewandt wurden. So erkennen wir rasch, dass bei der analogen Uhr jeweils verschiedene Ansätze (Vervollständigung der Stunde, Addition und 5er-und/oder-10er-Schritzzählung) Anwendung fanden, während beim digitalen Format einzig die Methode der Addition bei verschiedenen uhrzeitlichen Konstellationen dominierte.

2.1. Didaktische Implikationen

Aus diesen Ergebnissen lassen sich immens wichtige Erkenntnisse für den schulrelevanten, gewissenhaften Umgang mit beiden Uhrzeitformaten ableiten. Wie es bereits die unterschiedliche Verteilung der fett markierten, häufigsten Lösungsstrategien suggeriert, scheint sich die analoge Uhr durch eine Vielseitigkeit ihrer Lösungsansätze auszuzeichnen, während beim digitalen Format das additive Verfahren offenbar nahezu konstitutiven Charakter besitzt.

Methode	--:30		--:23		--:50	
Lösung gewusst	17	14	0	0	1	1
5er oder 10er-Schritte	16	9	31	17	55	19
Addition	22	35	51	70	21	60
Stunde vervollständigt	32	22	0	0	0	0
Minutenzeiger	10	-	4	-	10	-
Analog-Bezug	-	12	-	3	-	12
Anderes	3	8	14	9	13	7

Tab. 2: Lösungsstrategien korrekter Antworten, in Bezug zu Tab. 1 (analog = grün, digital = rot), Werte entnommen aus [1].

Hier nicht abgebildet, aber der Vollständigkeit halber erwähnenswert ist, dass die Strategie „Addition“ auch bei den falschen Antworten zur Digitaluhr stets den größten Anteil ausmacht.

Die strategische Mannigfaltigkeit der Zugänge auf der einen und die dominante Einfalt auf der anderen Seite bergen freilich Vor- und Nachteile. So ließe sich pro Digitaluhr argumentieren, dass für die Rechnungen mit Zeitspannen via Analoguhr gleich mehrere Fähigkeiten vonnöten seien, wohingegen für die Digitaluhr lediglich arithmetische Grundprinzipien erforderlich sind. Diese äußerst pragmatische Betrachtungsweise greift im pädagogisch-didaktischen Rahmen nach Auffassung des Verfassers jedoch zu kurz. Wir werden im späteren Verlauf noch genauer verstehen, inwiefern diese eindimensionale Methodik im

Umgang mit Zeitspannen auf digitalem Format ein Problem darstellen kann (vgl. Kap. 3).

Erste Hinweise darauf lassen sich bereits den Angaben aus Tabelle 2 entnehmen. So gelang es bei den 23-Nach-Zeiten noch 70% der Schüler*innen mit der Digitaluhr dieser Uhrzeit erfolgreich eine halbe Stunde hinzuzufügen, bei den Zehn-Vor-Zeiten hingegen gelang dies nur noch 60%. Der zugegebene geringe, dennoch vorhandene Rückschritt in der Lösungshäufigkeit kann auf mathematische Schwierigkeiten zurückgeführt werden, die beim Übertrag zur vollen Stunde und dem Rechnen darüber hinaus entstehen. Eine erschwerende Besonderheit des hier stattfindenden, teilschrittartigen „Päckchen Rechnens“ ist der Transfer vom vertrauten Dezimal- zum Sexagesimalsystem der Minutenzählung.

2.2. Statistiken zu tragbaren Uhren

In Anbetracht der hier nicht vollumfänglich zur Entfaltung kommenden Analyse aller Rechenoperationen beider Uhrzeitformate liefert die dargestellte Problematik rund um die Additionslastigkeit bei Digitaluhren exemplarisch erste Anhaltspunkte, die eingangs erwähnte Hypothese von Trobe mit angemessener Skepsis zu betrachten.

Die Frage nach Ursache und Ausmaß der vermehrt aufkommenden Schwierigkeiten junger Menschen die Zeigeruhr zu entziffern, stellt einen überaus wichtigen Aspekt in der derzeitigen Diskussion dar. Angesichts der stetig fortschreitenden Digitalisierung unserer und der Umwelt unserer Kinder, kommt man unweigerlich zu dem Schluss, dass die enorme Verbreitung von mobilen Endgeräten (Smartphones, Tablets, Smartwatches, etc.) als Hauptursache genannt werden muss. Darüber herrscht in der Fachliteratur Konsens.

Als Indikator für den voranschreitenden Verlust der Lesefähigkeit analoger Uhren kann ein Vergleich zwischen früheren und aktuellen Studien herangezogen werden. Nach einer Studie aus Oklahoma aus dem Jahre 2017 besitzen gar nur rund 10 Prozent der 6- bis 12-Jährigen eine analoge Armbanduhr. Einer deutschen Studie zufolge aus den 1980er-Jahren stehen diesem Wert mit 34 Prozent an Uhrenträgern gegenüber [3, 4].

Aus dem Besitz einer analogen Uhr allein kann freilich nicht auf die sichere Beherrschung ebenjener geschlossen werden. Dennoch lässt sich ein Zusammenhang vermuten, wenn man die Lösungshäufigkeiten zur Ablesungssicherheit der beiden genannten Studien vergleicht. So waren in den frühen Achtzigerjahren nach der deutschen Erhebung in der 4. Klasse beispielsweise noch 78% der Angaben korrekt, im Jahr 2017 sind es in Oklahoma über Klassen 1 bis 7 gemittelt nur noch 20%. Dieser Mittelwert ist deswegen so drastisch, weil in dessen Berechnung die Ergebnisse des ersten Schuljahres ebenfalls eingeflossen sind. Es handelt sich hierbei also um eine eingeschränkte Vergleichbarkeit.

Eine australische Studie der Queensland University of Technology kommt bei analogen Uhren auf einen Anteil von gemittelten 68% (ohne 1. Klasse). Das Bemerkenswerte an allen Studien zu diesem Sachverhalt ist, dass die Anzahl der korrekten Antworten übereinstimmend mit den Klassenstufen zunimmt, obwohl die Uhr zumeist in Klasse 2 gelehrt und in folgenden Schuljahren nicht weiter thematisiert wird. Der Zuwachs kann also nur damit erklärt werden, dass die Kinder ihre Uhrlesefähigkeit außerhalb der Schule unwillkürlich verbessern. Hier kommt die außerordentliche Bedeutung der Alltagsbedingungen der Kinder zum Vorschein, wenn es um die Frage geht, mit welchem Uhrzeitformat sie konfrontiert werden. Geht man von der gut dokumentierten Verbreitung mobiler Endgeräte und deren Stellenwert in der Lebenswelt von Kindern und Jugendlichen aus, wäre eine aktuelle Untersuchung der mutmaßlichen Dominanz des digitalen Formats wünschenswert.

2.3. Fragwürdige Zeitökonomie

Ein weiterer, wesentlicher Unterschied bei der Handhabung beider Formate findet sich auf der Ebene kognitionspsychologischer Prozesse. Im Rahmen einer kooperativen Studie der Universitätskliniken Aachen und Nimwegen wurde untersucht, ob und bei welchen verbalen Uhrzeitangaben ein zugrunde liegendes Uhrverständnis erforderlich ist [5]. Den Probanden wurden verschiedene Uhrzeiten in analogem und digitalem Format präsentiert, die sie erkennen und artikulieren sollten. Zuvor wurden sie jedoch blockweise angewiesen, die Uhrzeit entweder in relativer („Viertel vor vier“) oder absoluter Form („drei Uhr fünf-

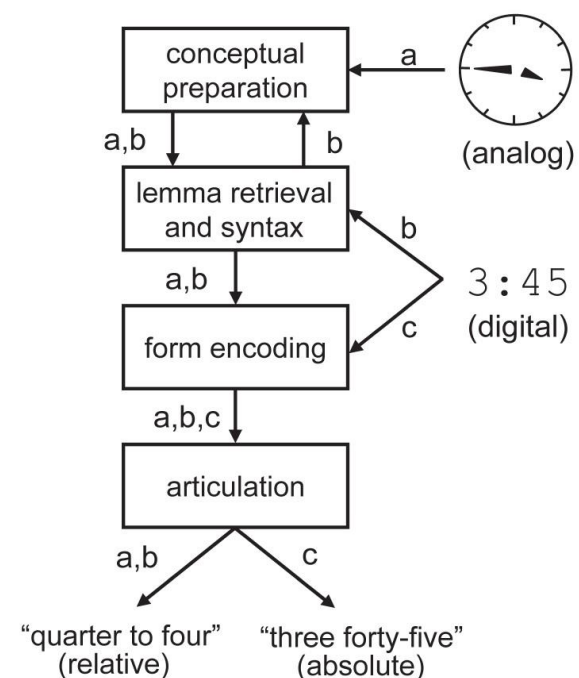


Abb. 1: Kognitives Verarbeitungsschema verschiedener Artikulationsmodi [5]

vierzig“) anzugeben.

Abbildung 1 veranschaulicht drei Wege, die ausgehend vom jeweiligen Uhrzeitformat in eine relative oder absolute Wiedergabe der Uhrzeit münden. Der wesentlichste Unterschied zwischen den relativen (a, b) und den absoluten (c) Pfaden besteht in der Aktivierung des (analogen) Uhrlesekonzeptes. Exemplarisch sei dies an Pfad b erläutert, wenn nach erfolgreicher Identifizierung der Digits (Zifferstelle) der erkannte Uhrzeitwert auf das analoge Konzept übertragen, darin verarbeitet, decodiert und letztlich artikuliert wird. Pfad c hingegen kennzeichnet einzig die Decodifizierung der digitalen Anzeige und die stellenwertgerechte Äußerung ebendieser.

Darüber hinaus wurde für alle drei „Routen“ die Zeit von der in Augenscheinnahme bis zur Artikulation der Uhrzeit gemessen. Die nachstehende Tabelle 3 zeigt neben den Durchschnittswerten über alle in der Studie erhobenen Uhrzeiten hinweg beispielhaft zwei Uhrzeiten (--:00 „volle Uhrzeiten“ und --:20 „Zwanzig-Nach-Zeiten“), für die die wenigste und meiste Zeit benötigt wurde.

	(a) Analog relativ	(b) Digital relativ	(c) Digital absolut
--:00	976	576	477
--:20	1054	748	487
∅	1016	670	484

Tab. 3: Gemessene Zeitspannen in Millisekunden von Erfassung bis Artikulation bei verschiedenen Uhrleseparadigmen, Werte entnommen aus [5]

Auf eine detaillierte Darstellung der jeweiligen Standardabweichungen wird an dieser Stelle verzichtet, dennoch soll angemerkt werden, dass diese im Verhältnis a:b:c wie 3:1,5:1 zueinander stehen. Anhand der Mittelwerte wird deutlich, dass die digital-absolute Uhrzeitangabe im Schnitt weniger als die Hälfte der Zeit beansprucht, die es für die analog-relative Methode braucht. Variante (b) benötigt ebenfalls weniger Zeit, muss aber nach erfolgreicher Ermittlung der Stunden- und Minutenwerte noch in das analoge Zifferblatt-Konzept transferiert werden, wodurch die leichte Verzögerung im Vergleich zu (c) erklärt werden kann.

Zurück zur didaktischen Diskussion: Wir sehen, dass die absolute Zeitangabe via Digitaluhr mit Abstand am schnellsten erfolgt. Pro Ablesung lässt sich also mehr als die Hälfte der Zeit „einsparen“. Sollte die dokumentierte, zeitliche Effizienz nicht Argument genug sein, um sich für digitale Formate auszusprechen? Ein Kritikpunkt hinsichtlich dieser wenig subtilen Suggestivfrage besteht in der (Nicht-)Beteiligung des bildlichen Zifferblattkonzeptes, das offenbar – dem Modell aus Abb. 1 folgend – für die längere kognitive Verarbeitungszeit verantwortlich zu sein scheint. Demgegenüber steht der schnellere, digital-absolute Weg, der ebendiese Schleife nicht durchläuft und demnach auch als „konzeptlose“ Wiedergabe der

Uhrzeit bezeichnet werden kann. Ähnliche Ergebnisse erbrachten auch andere Studien, in denen der Unterschied zwischen konzeptgestützten (eigenständige Erfassung und Benennung eines Objektes) und konzeptlosen Prozessen (Lesen des Objekt-Namens) untersucht wurde [6].

Die Forscher*innen der Studie zu den Uhrzeitformaten formulieren den Scheinvorteil der digital-absolute Ablesung in ihrem Schlusswort äußerst treffend: „Evidently, speakers can tell time without having to know what time it is“ [5].

Diese Erkenntnis mag erwachsene Menschen vielleicht zu einem Denkanstoß anregen, die eigene Perspektive auf beide Formate reflexiv neu zu bewerten. Gegenüber Kindern jedoch, die in der Primarstufe erstmals an die Uhrzeit herangeführt werden und dem Dargebotenen keinerlei kritische Haltung entgegenzusetzen können, sollte ein gänzlich anderes Verantwortungsbewusstsein herrschen. Bei allen Erschwernissen und Widrigkeiten, die sich auf dem Weg zur sicheren Beherrschung der analogen Darstellungsweise auftun, darf trotzdem der Bequemlichkeit halber keine vermeintliche „Abkürzung“ über das digitale Format führen. Im letzten Kapitel des vorliegenden Artikels wird sich dieser Grundfrage ausführlicher gewidmet.

Im Anschluss an die vorgestellte Studie wäre indes eine Untersuchung von großem Interesse, in welcher Form (relativ oder absolut) digitale Uhrzeitdarstellungen intuitiv abgelesen werden, *ohne* jegliche Artikulationsanweisung im Vorfeld zu erteilen und welche Rückschlüsse daraus auf die Praktikabilität im Umgang mit Zeitintervallen gezogen werden können.

3. Charakteristika der Uhrzeit-Formate

Die bisher gewonnenen Erkenntnisse der vorgestellten Studien wurden in Tabelle 4 unter grundschulrelevanten Gesichtspunkten eingepflegt. Neben der vordergründigen Absicht der resümierenden Gegenüberstellung beider Uhrzeitformate hinsichtlich Ablesung, Intervalloperationen und generellen Schwierigkeiten, werden im unteren Feld auch philosophische Ansätze aufgezeigt, die sich zum Phänomen „Zeit“ in analogen und digitalen Darstellungen manifestieren.

3.1. Ablesung der Uhrzeit

Der erste Block der Tabelle soll Voraussetzungen, aber auch Herausforderungen beim Ablesen beider Uhrzeitformate umreißen. Die aufgeführten Erfordernisse, beispielsweise für die Erlernung der analogen Uhr, rufen den (mathematischen) Komplexitätsgrad für Schüler*innen der 2. Klasse erneut hervor und sensibilisieren für die aus der Sicht eines Anfängers anspruchsvollen Fertigkeiten. Die unterschiedlichen Skalen des Stunden- und Minutenzeigers (manchmal auch Sekundenzeigers) oder aber auch einzelne Ziffern verlangen flexible Interpretations- und Transfer-

Analog	Digital
Uhrzeit ablesen – Voraussetzungen und Herausforderungen	
Komplexität einzelner Ziffern, Bsp. 9: „neun“, 45, Viertel (vor), drei Viertel, 21 bzw. 9 am/pm	Konzeptloses Erfassen der digitalen Anzeige
Stunden-/Minutenanzeige: 1/5, 2/10, ... , 4/20 usw. (Multiplikation mit 5)	Zahlenraum bis 60, Stellenwerte 0 bis 9, numerisch, informatisch
Relative Ablesung beider Zeiger (Bruchbezüge)	
Zeitintervalle addieren/ subtrahieren	
Methodenvielfalt: ikonisch (z.B. halbe Stunde = diametrale Spiegelung am Uhrmittelpunkt) und enaktiv lösbar (analoge Lernuhr kinästhetisch erfahrbar)	Ohne Transfer auf analoges Zifferblatt nur arithmetisch
Bildliche Unterstützung beim „Abgehen“ von 5er- und 10er-Schritten	Abstraktes, numerisches Vorstellungsvermögen, Berücksichtigung verschiedener Stellenwertsysteme
Artikulatorische Schwierigkeiten	
Rechenoperationen z.B. von 7 Uhr morgens bis 12 Uhr mittags, dann wieder von „1“ (13) Uhr zu 2 (14) Uhr	
Philosophie und Potentiale der Uhrzeitformate	
Veranschaulichung der zyklischen Struktur der Zeit	Isolierte Abzählcharakteristik der Zeit
Zeit als analoges Kontinuum	Diskrete Uhrzeitwerte
Bezug zu Zeitdimensionen „Vergangenheit – Gegenwart – Zukunft“; kontinuierlich fortschreitendes Verstreichen der Zeit	„Bewegungslos“, reduziert auf infinitesimale Gegenwart
Sprachgebräuchliches Kulturgut: Im Uhrzeigersinn, Validität des diagnostischen draw-a-clock-Tests, Nutzbarkeit als Kompass, Raum-Navigation („auf 3 Uhr“) oder Stoppuhr	Didaktik: (Un)Zugänglichkeit für Kinder mit Dyskalkulie, andere Lernschwächen Alltag: raumökonomisch (Displays)

Tab. 4: Gegenüberstellung diverser Charakteristika analoger und digitaler Uhrzeitformate

leistungen, wie dort am Beispiel der „9“ des Zifferblattes illustriert. Nach erfolgreicher, noch voneinander isolierter Identifizierung der Stunden- und Minutenwerte müssen diese in Relation zueinander gesetzt und uhrzeitlichen Sprachkonventionen folgend artikuliert werden. Bei „markanten“ Uhrzeiten werden bei der Versprachlichung Bezüge zu elementaren Bruchwerten herangezogen („viertel“, „halb“), die für Grundschulkindern vermutlich zunächst lediglich auswendig gelernte Wortmarken darstellen. Dennoch kann hier schon wertvolle Vorarbeit geleistet und ein Fundament für (kontextorientiertes) Bruchrechnen gegossen werden.

Die Ablesung der Digitaluhr – wie bereits im vorangegangenen Abschnitt besprochen – erfordert zumindest für die (womöglich in digitaler Weise begünstigte) absolute, flüchtige Ablesung keinerlei Konzept. Eine analoge Einbettung erfolgt allenfalls bei der relativen Angabe, deren nähere Untersuchung auf Grundlage digitaler Anzeigen bereits vorgeschlagen wurde (vgl. 2.3).

3.2. Umgang mit Zeitintervallen

Die wichtigsten Unterschiede im Umgang mit Zeitintervallen bei beiden Formaten wurden in Abschnitt 2

und 2.1 offenbart. Es zeigte sich, dass die Methode der Addition bei der Verwendung von Digitaluhren den Anspruch der Unvermeidbarkeit erhebt, während die analoge Uhr den Nutzer*innen vielfältige Lösungsstrategien eröffnet (vgl. Tab. 2). Insbesondere in der Grundschule sollte ein breites Angebot an Repräsentationsformen eine didaktische Selbstverständlichkeit sein, das den flexiblen Wechsel zwischen verschiedenen Darstellungen beliebiger Inhalte erlaubt, um unterschiedliche Zugänge zu gewährleisten. Bezüglich der analogen Uhr muss hier die plastische Lernuhr als das geläufigste Beispiel genannt werden, mit der die Schüler*innen ein Gefühl für die Umlaufmechanik der Zeiger erfahren können. Dem in der Didaktik häufig herangezogenen, lernpsychologischen Grundmuster von Bruner folgend – auch als „EIS-Prinzip“ (Enaktiv, Ikonisch, Symbolisch) – entspricht die praktische Herangehensweise an die materielle Uhr dem „enaktiven“ Zugang [7]. Auf einer höheren Abstraktionsebene folgt dann die ikonische Darstellung in Form des analogen Zifferblattes, um (gedankliche) Kalkulationen mit Zeitspannen bildlich zu unterstützen. Exemplarisch seien hier die diametrale Spiegelung des Minutenzeigers am Uhrmittelpunkt genannt, um in die halbstündige „Zukunft zu

sehen“, wie es auch in obiger Studie von den Probanden gefordert wurde, oder das Rechnen mit Winkel- feldern. Die Versprachlichung der Uhrzeit bezüglich des analogen Konzepts stellt darüber hinaus eine wei- tere, sprachliche Repräsentationsebene dar.

Das Format der digitalen Anzeige entspricht der stärksten Ausprägung auf der Abstraktionsskala: der symbolisch-mathematischen Darstellung. Auf diesem anschaulichkeitsfernen Niveau erscheint es nahelie- gend, dass die rein additive, eher anspruchsvolle Me- thode unter den Lösungswegen die (nahezu) einzige ist (vgl. Tab. 2). Der Schwierigkeitsgrad wird noch erhöht, wenn wie im mathematischen Größenfeld der Uhr mit verschiedenen Stellenwertsystemen operiert werden muss.

Paradoxerweise steht dem höchsten Abstraktionsgrad hinsichtlich digitaler Darstellung und Rechenoperati- onen die schnelle, sehr anforderungsarme Ablesung der Uhrzeit dort gegenüber. Exakt darin liegt ein fun- damentaler Irrtum bedenklichen Ausmaßes begrün- det, man könne notwendige Anforderungen für ein vollumfängliches „Zeitverständnis“ mit Hilfe einer Abkürzung über den pseudo-effizienteren, digitalen Weg umgehen.

3.3. Didaktische Potentiale

Vor dem Hintergrund des besonderen Anspruchs der Kopfrechenfähigkeit müssen bei einer zeitgemäßen Bewertung analoger und digitaler Uhrzeitformate Schüler*innen mit diagnostizierten Rechen- oder auch generellen Lernschwächen berücksichtigt wer- den. Mehrere Studien bestätigen übereinstimmend ein- en korrelativen Zusammenhang zwischen Leistun- gen im Fach Mathematik und der Fähigkeit, u.a. die Uhr zu lesen [4, 8]. Hier entsteht angesichts der einer- seits leichter zu bewältigenden Ablesung beim digita- len Format, aber sehr kopfrechenlastigen Operationen mit Zeitspannen auf der anderen Seite eine besondere Herausforderung für Lehrkräfte und betroffene Ler- nende. Überaus interessant, aber gleichwohl äußerst diffizil bis unmöglich wäre eine empirische Untersu- chung, die über solche, quantitativ gut erfassbaren Zusammenhänge hinausgeht und negative Konse- quenzen im alltäglichen Umgang mit „Zeit“ bei Lern- schwächeren offenlegt, die womöglich auf das Nicht- vorhandensein eines konzeptgestützten Uhr-Ver- ständnisses zurückzuführen sein könnten. Damit sind keineswegs populärwissenschaftliche Ratschläge für ein modernes Zeitmanagement gemeint, sondern viel- mehr basale Fähigkeiten, die am treffendsten mit zeit- lichem Orientierungsvermögen zu bezeichnen sind (Pünktlichkeit, reflektiertes Zeitgefühl, Zeitstruktu- ren, etc.).

Das allgemeindidaktisch akzeptierte Abstraktions- modell nach Leisen kann für unsere Diskussion be- züglich der Uhrzeitformate und ihrer (Lehr-)Berech- tigung ebenfalls einen wertvollen Beitrag leisten [9]. Dabei entspricht die materielle, zumeist analoge Lernuhr der gegenständlichen Darstellungsebene, auf

der sich mit der Uhr handgreiflich vertraut gemacht werden kann; das analoge Zifferblatt kann den bildli- chen Darstellungen und das digitale Format der sym- bolisch-mathematischen Ebene zugeordnet werden. Über den wachsenden Anspruchsgrad mit steigender Abstraktion haben wir in Anlehnung an Bruners recht ähnlichem Modell bereits gesprochen. Leisen emp- fiehlt darüber hinaus idealerweise einen gut frequen- tierten Wechsel aller Darstellungsformen, um der He- terogenität der Lerngruppe mit Zugängen zu unter- schiedlichen Wahrnehmungskanälen zu begegnen (vgl. [9]).

Anhand dieser polyabstrakten Erscheinungsformen lässt sich zudem die Vieldimensionalität des Phäno- mens „Zeit“ unter interdisziplinären Blickwinkeln aufzeigen. Die Analoguhr als illustrierter Repräsen- tant der zyklischen Struktur der Zeit erlaubt nahe lie- gende Verknüpfungen zu menscheitsgeschichtli- chen Ursprüngen der Zeitmessung und ihrer Orientie- rung an der Periodizität der Himmelskörper, derer man sich im Laufe der technologisierten Zeit sukzes- sive abwandte.

Der analogen, räumlichen Zeigerbewegung steht die digitale Zeitanzeige gegenüber, die die Zeit auf ihre für Menschen leicht fassliche Abzählcharakteristik reduziert. In ihrer für den Schulrahmen übererforder- lichen Akkuratessse verzichtet sie dabei auf jegliche räumliche Bewegung – ohne die jede Zeitmessung unmöglich wäre – und umfasst in der Repräsentation einzig die infinitesimale Gegenwart. Im engsten Wortsinn können wir bei der digitalen Anzeige auch von diskreten Uhrzeitwerten sprechen, die in häufiger Abwesenheit einer Sekundenangabe ein „Zeitver- streichen“ im Minutentakt suggeriert. Die digitale Anzeige liefert fortwährend ein Ergebnis als Antwort auf eine Frage, die (sich) niemand mehr stellen muss.

Möchten wir die Zeit als eine kontinuierlich verstre- ichende Größe verstehen, unterstützt die verbildlichte Uhr diese Anschauung mit Hilfe ihrer jeweils gleich- förmig rotierenden Zeiger. Das analoge Format schlägt eine Brücke zwischen der bereits erwähnten zyklischen Struktur der Zeit und ihren linearen Di- mensionselementen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Beim Blick auf jede Uhr interessiert primär freilich die aktuelle Uhrzeit, das analoge Blatt kann im Rahmen des peripheren Blickfeldes jedoch auch Bezüge zu den genannten, verstandesgemäß konstru- ierten Zeitdimensionen herstellen, indem vor dem geistigen Auge etwa relative Zeigerstellungen mitei- nander verglichen werden können. Die Zeit – genauer gesagt der Zeitpunkt – wird im zirkulären Zeigersys- tem sozusagen aus ihrer dreigliedrigen, prozessualen „Wirklichkeit“ heraus interpretiert. Im digitalen Pen- dant dagegen wird der instantane Moment aus dieser Vergangenheit und Zukunft umfassenden Realität herausgelöst und ihre natürliche, beobachtbare Er- scheinung wegrationalisiert. Mit der gewonnenen Präzision der Digitaluhr erkaufte sich der Nutzende eine klinische Zeit mit sequenziellen Gegenwarts- momenten.

Die hier am Exempel der Uhrzeit angedeutete Diskussion inklusive der besprochenen Unterschiede erstreckt sich auch auf andere Bereiche naturwissenschaftsdidaktischer Relevanz. So erscheinen generell Messgeräte aller Art mit Bedeutung für den Unterricht (Thermometer, Volt- und Amperemeter etc.) oder andere Anzeigeformate betrachtenswert, wenn zwischen analogen und digitalen Varianten gewählt werden soll. Ähnlich wie bei der Digitaluhr verschleiert ein digitales Thermometer den eigentlich von staten gehenden physikalischen Prozess und wird seitens der Lernenden aufgrund der sogenannten Technikgläubigkeit noch begünstigt. Dieser zu unkritischen Haltung sind sich junge Schüler*innen in der Regel freilich nicht bewusst und sollte somit zwingend Gegenstand didaktischer Überlegungen sein, um auf Chancen, aber auch Grenzen verschiedener Formate aufmerksam zu machen.

Neben diesen technischen und philosophischen Facetten rücken aber auch reflexive Überlegungen in den Vordergrund, die den gesellschaftlichen Umgang mit der Zeit tangieren und Fragen zum Verantwortungsbewusstsein bezüglich der grundsätzlichen Ausrichtung von (Grundschul-)Bildung aufwerfen. Wenn wir die Erkenntnisse der oben vorgestellten Studien berücksichtigen, die selbstredend nur eine erlesene Auswahl aus Literatur und Forschung darstellen können, erkennen wir kollektive Tendenzen, die über die Grenzen pädagogischer Grundfragen hinausgehen und vielmehr historisch gewachsene Entwicklungen betreffen: die Gefahr des Hilfsmittelmisbrauchs auf Kosten eines tragfähigen Verständnisses. Die Beispiele dafür sind zahlreich; ob es der Taschenrechner, das Smartphone, digitale Navigationsgeräte oder andere technische Hilfsmittel sind, die in der Anzahl ihrer Einsatzbereiche wachsen und uns den Alltag erleichtern oder „zeitsparend“ wirken, muss sich der Konsequenzen für die menschliche Denkleistungsfähigkeit ausdrücklich bewusstgemacht werden. Für Kinder gelten nicht dieselben Regeln wie für Erwachsene, da sich Schüler*innen noch in einem sensiblen, entwicklungsgeprägten Alter befinden [für vertiefende Einblicke sei hier auf das Werk „Digitale Demenz“ des Gehirnforschers Manfred Spitzer verwiesen, 10].

So gewinnt die Debatte im Rahmen der fortschreitenden Digitalisierung auch im Bildungsbereich immens an Bedeutung, da die Art und Weise, wie wir unsere Kinder erziehen und ausbilden, maßgeblich für die Gestaltung der Zukunft entscheidet. Ein Muskel, der nicht trainiert wird, verkümmert. Überlassen wir das Denken zunehmend den Maschinen, welche Aufgabe kommt dann langfristig unserem Gehirn zu?

4. Literatur

- [1] O.V. (2018): Lehrer diskutieren über die Abschaffung analoger Uhren. In: Spiegel Online, vom 04.05.2018. Online unter:

- <https://www.spiegel.de/lebenundlernen/schule/grossbritannien-lehrer-diskutieren-ueber-die-abschaffung-analoger-uhren-a-1206027.html>, [Stand: 26.04.2019].
- [2] Friedman, W.J., Laycock, F. (1989): Children's Analog and Digital Clock Knowledge. In: *Child Development* 60 (2), S. 357-371.
- [3] Parry, H. (2017): Time to learn! Eighty percent of Oklahoma City children aged six to 12 don't know how to read a clock because they rely on smartphones and iPads to tell the time. In: Dailymail Online, vom 15.03.2017. Online unter: <https://www.dailymail.co.uk/news/article-4316104/Majority-Oklahoma-City-kids-t-read-clock.html>, [Stand: 26.04.2019].
- [4] Schorch, G. (1982): Kind und Zeit: Entwicklungen und schulische Förderung des Zeitbewußtseins. Bad Heilbrunn/Obb.: Klinkhardt Verlag.
- [5] Korvorst, M., Roelofs, A., Levelt, W.J.M. (2007): Telling Time from Analog and Digital Clocks. A Multiple-Route Account. In: *Experimental Psychology* 54 (3), S. 187-191.
- [6] Levelt, W.J.M., Roelofs, A., Meyer, A.S. (1999): A theory of lexical access in speech production. In: *Behavioral and Brain Sciences* 22 (1), S. 1-38.
- [7] Bruner, J., Oliver, R., Marks Greenfield, P. (1988): Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart: Kohlhammer.
- [8] Burny, E., Valcke, M., Desoete, A. (2012): Clock Reading: An Underestimated Topic in Children With Mathematics Difficulties. In: *Journal of Learning Disabilities* 45 (4), S. 351-360.
- [9] Leisen, J. (2007): Visualisierungen durch den Wechsel der Darstellungsformen. In: *Praxis Schule 5-10* 78 (5), S. 34-38.
- [10] Spitzer, M. (2012): Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. München: Droemer Verlag.