

Rittelmeyer, Christian

Körper-Rhythmen. Zur Bedeutung chronobiologischer Forschungen für die Schule

Die Deutsche Schule 93 (2001) 1, S. 30-45



Quellenangabe/ Reference:

Rittelmeyer, Christian: Körper-Rhythmen. Zur Bedeutung chronobiologischer Forschungen für die Schule - In: Die Deutsche Schule 93 (2001) 1, S. 30-45 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-275397 - DOI: 10.25656/01:27539

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-275397>

<https://doi.org/10.25656/01:27539>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Christian Rittelmeyer

Körper-Rhythmen

Zur Bedeutung chronobiologischer Forschungen für die Schule

Dass unser Körper mannigfaltigen Rhythmen unterliegt, dürfte bekannt sein. Dass diese Rhythmen z.B. durch den Kontakt mit anderen Menschen erheblich modifiziert und sogar sozial synchronisiert werden können, ist vielleicht nicht ebenso offensichtlich (z.B. Stern/McClintock 1998).

Solche *sozial moderierten Synchronisationen rhythmischer biologischer Vorgänge* sind in zahlreichen Forschungsarbeiten nachgewiesen worden. So berichtet z. B. Meier-Koll (1995, S. 85f.) von der Synchronisation des fötalen Aktivitätszyklus mit den REM-Phasen der Mutter. Die REM-Phasen (Rapid Eye Movements) sind „flache“, oft mit Träumen, mehr oder minder heftigen Augenbewegungen und auch gelegentlichem Aufwachen verbundene Schlafphasen, die mit „tiefen“, traumlosen Phasen zyklisch wechseln. Wenn nun die rhythmisch auftretende Unruhe des im Mutterleib heranwachsenden Kindes in die Tiefschlafphase der Mutter fällt, wird diese unter Umständen im Schlaf gestört und ebenso kann die von Zeit zu Zeit unruhige Mutter Ruhephasen ihres Kindes unterbrechen. Es hat daher durchaus einen physiologischen Sinn, wenn die Bewegungsmaxima des Kindes mit den zyklisch auftretenden Phasen des „unruhigen“ Schlafes der Mutter gekoppelt werden (das geschieht nicht notwendig in allen Fällen, auch nicht über die ganze Nacht, aber diese Synchronisation ist offenbar eine biologisch vorgegebene Möglichkeit).

Derartige *rhythmische Prozesse im menschlichen Organismus*, ihr Zusammenspiel und ihre unter Umständen problematische Desynchronisation, sind Gegenstand einer noch relativ jungen Forschungsdisziplin, der *Chronobiologie* (Gutenbrunner u.a. 1993, Hildebrandt u.a. 1987, Lloyd/Rossi 1992, Meier-Koll 1995, Mletzko/Mletzko 1985, Orlock 1995, Zulley 1993).

1. Die rhythmische Organisation des Menschen

Die soeben exemplarisch beschriebenen Studien machen uns auf zwei wichtige Sachverhalte aufmerksam, die durch die Chronobiologie aufgedeckt wurden: Sie erinnern einerseits an die schon bekannte Tatsache, dass der menschliche Organismus durch *verschiedenartige Rhythmen* bestimmt ist: man denke an den Rhythmus des Schlafens und Wachens, an den weiblichen Zyklus, an den Rhythmus von REM- und Tiefschlafphasen usw.. Ebenso wichtig ist aber auch die Erkenntnis, dass biologische Rhythmen „*plastisch*“ sind, d. h. in einem bestimmten Spielraum verändert, an äußere Verhältnisse angepasst bzw. mit den Rhythmen anderer Personen synchronisiert werden können. Auch dieser Sachverhalt ist uns aus Alltagserfahrungen vertraut. So bemerken wir z. B. nach einem Flug in eine entfernte Zeitzone an dem zunächst „weiterlaufenden“ Wachheits- und Müdigkeitszyklus, dass unsere „biologische Uhr“ nach

diesem rhythmischen Wechsel von Wachen und Schlafen verlangt, andererseits aber „neu eingestellt“ werden kann, so dass wir uns an den neuen Tages- und Nachtrhythmus anpassen können.

Im Hinblick auf Heranwachsende hat nun die Chronobiologie *eine ganze Reihe wichtiger Einsichten* gewonnen, an denen gezeigt werden kann, wie sehr in der Erziehung (und Erziehungstheorie) die rhythmische Natur des Menschen bisher vernachlässigt wurde und wie wichtig eine pädagogische Forschung auf diesem Gebiet wäre (vgl. zur Übersicht über chronobiologische Kindheitsforschungen: Hildebrandt 1994, Matthiolius u.a. 1995, Siegmund 1992, Schad 1994, Meier-Koll 1995, Rosslenbroich 1994). Möglicherweise würden die hier gewonnenen Erkenntnisse andersartige Tagesrhythmen in der Vorschulerziehung, veränderte Zeitgliederungen des Schulunterrichts oder überhaupt ein bewussteres Umgehen mit der Tatsache zur Folge haben, dass wir von unserer biologischen Organisation her „rhythmische Wesen“ sind. Lebewesen sind generell durch eine Vielzahl rhythmischer Prozesse gekennzeichnet – je komplexer jedoch die Organismen, umso komplexer auch ihre rhythmischen Lebensvorgänge. Meier-Kolls Feststellung „Leben ist ein Ensemble von Rhythmen“ macht darüber hinaus aber auch deutlich, dass diese rhythmischen Prozesse in wechselseitiger Abstimmung verlaufen (man denke an das Verhältnis von Atem und Herzrhythmus). Damit ist nicht gemeint, dass die verschiedenen rhythmischen Prozesse – z. B. der Rhythmus von Schlafen und Wachen und die rhythmischen Prozesse in der chemischen Zusammensetzung des Blutes – in streng feststehenden Relationen zueinander fungieren; es ist vielmehr das Kennzeichen organischer Prozesse, dass hier immer wieder Variationen auftreten. Dennoch fungieren diese verschiedenen Rhythmen grundsätzlich in einem bestimmten Synchronisationsverhältnis. Der Entdeckung rhythmischer Dispositionen des Menschen korrespondiert daher auch die Frage, wie sich äußerlich bedingte oder durch Krankheiten verursachte Desynchronisationen rhythmischer Prozesse im Menschen, wie sich Arrhythmien oder temporäre Rhythmusstörungen auf das Befinden, Lern- bzw. Arbeitsverhalten von Menschen auswirken. Was geschieht zum Beispiel, wenn der endogen angelegte circadiane (das heißt über eine Tagessequenz oszillierende) Schlaf-Wach-Rhythmus gestört und die Körpertemperatur infolgedessen nicht, wie es normal ist, auch *mit* diesem Rhythmus schwankt, sondern beide Rhythmen sich entkoppeln?

Wir wissen noch wenig über die körperlichen und psychischen Wirkungen solcher *internen Desynchronisationen*, die unter dem Einfluss umweltbedingter oder auch willentlich herbeigeführter Arrhythmien entstehen. Sie scheinen zumeist verhängnisvolle Folgen für die betroffenen Individuen zu haben, werden gelegentlich von diesen kurzfristig aber auch als angenehm erlebt (Lloyd/Rossi 1992, Bloom u.a. 1985, Kap. 5). Auf der Grundlage computer-simulierter Desynchronisationsprozesse verschiedener Parameter hat z.B. Meier-Koll die These vertreten, dass zylothymen, manisch-depressiven Erkrankungen solche Entkoppelungsprozesse zugrunde liegen (S. 69f.). Vermutlich wird man für solche Krankheitsphänomene jedoch komplexere Erklärungsmodelle heranziehen müssen, in deren Zusammenhang gleichwohl die Frage nach physiologischen Arrhythmien eine wichtige Rolle spielen könnte. In dieser Hinsicht ist gerade auch in der Pädagogik noch intensiv zu forschen.

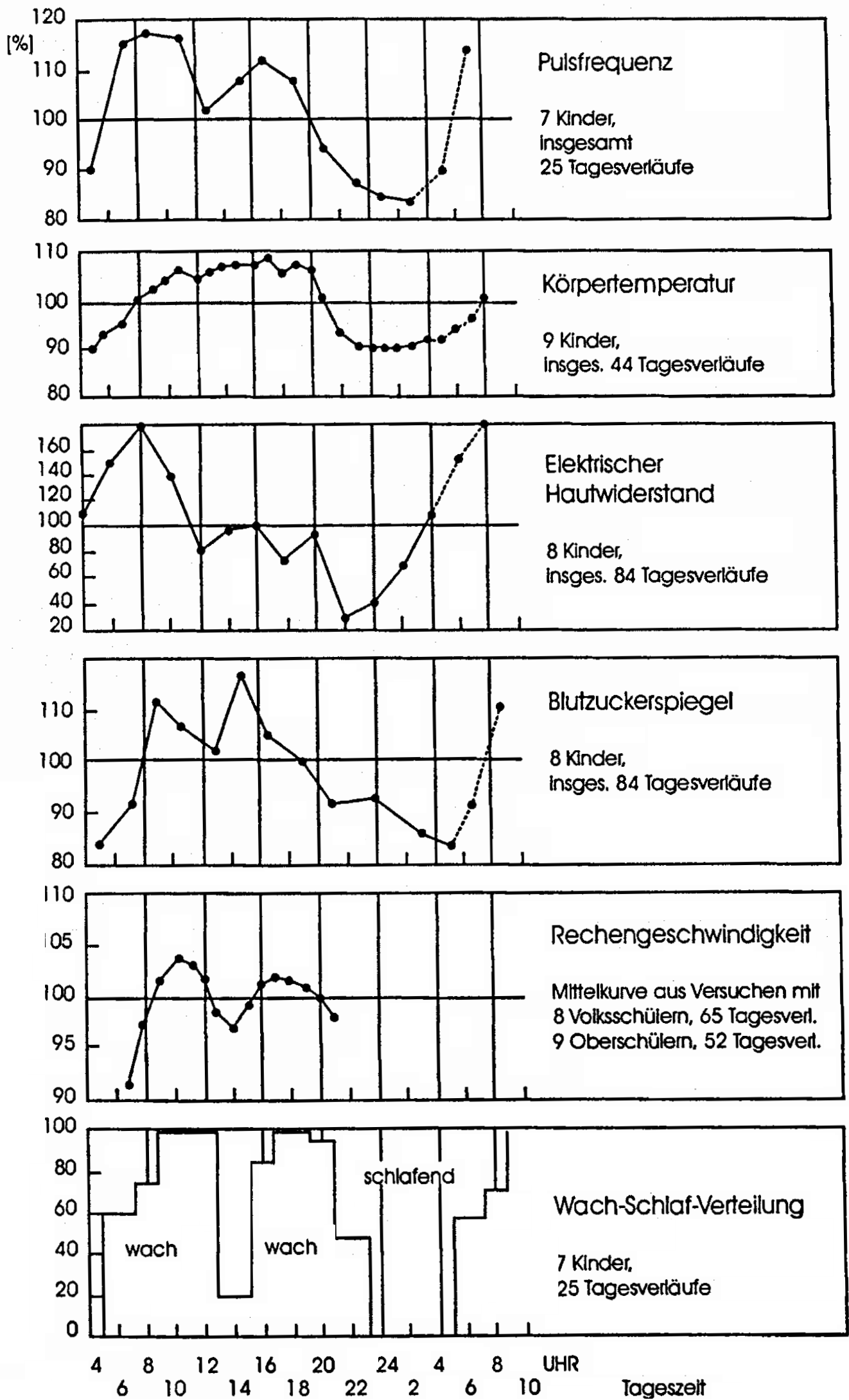
Immerhin machen erste Untersuchungen wahrscheinlich, dass eine längerfristige Arrhythmisierung physiologischer Prozesse z.B. durch eine arrhythmische Arbeits- bzw. Lebensweise auch *psychische Problemkonstellationen zur Folge* hat. Das ist nicht nur aus Untersuchungen zur wechselnden und insbesondere auch nächtlichen Schichtarbeit bekannt. Als Beispiel sei auch die empirisch gestützte These genannt, dass Störungen der intrazellulären Rhythmik die Krebsentstehung begünstigen (Gilbert/McKinnon 1992). Eine weitere These (vgl. Meier-Koll 1992) stellt einen Zusammenhang her zwischen der Desynchronisation menschlicher Rhythmen im Alter und der mangelnden Kontaktfähigkeit bzw. sozialen Isolation älterer Menschen. Ein wichtiger Indikator für folgenreiche Arrhythmien scheint auch der gestörte Puls-Atem-Quotient zu sein: Dieser schwankt zwar sowohl über die Zeit der Entwicklung Heranwachsender als auch im Tages- und Jahresrhythmus, längerfristige Desynchronisationen dieser jeweils grundlegenden Quotienten korrespondieren aber offenbar mit Labilisierungen des gesamten regulativen Systems (Matthiolius u.a. 1995). Diese Zusammenhänge genauer mit pädagogischen Fragestellungen zu erforschen, wäre Aufgabe einer fundierten *Gesundheitswissenschaft*, einer Forschungsdisziplin, die bisher leider kaum Kenntnis von der chronobiologischen Forschung genommen hat.

Die Chronobiologie unterscheidet zahlreiche *kurz- bis langfristige biologische Rhythmen*, auf die hier im Einzelnen nicht eingegangen werden kann. Rhythmen, die in Sekunden oder Sekundenbruchteilen wechseln, sind z. B. im Nervensystem beobachtbar; Minutenrhythmen kennen wir vom Puls und von der Atmung her, auch von der Gefäß- und Muskeltätigkeit (etwa Gefäßkontraktion und -dilation). Im Stundenrhythmus ist das Schlafen und Wachen organisiert, mit den Jahreszeiten variiert z. B. die Gewichtszu- und abnahme. Im Allgemeinen ist z. B. im Frühling das Längenwachstum beschleunigt, im Herbst die Gewichtszunahme (Tanner 1962, S. 123, Hildebrandt 1994). Geschlechtsspezifische Differenzen solcher Rhythmen wurden gelegentlich entdeckt, in anderen Fällen scheinen für Männer und Frauen die gleichen rhythmischen Prozesse zu gelten. Auch in dieser Hinsicht ist noch weitergehende Forschung notwendig. Im Folgenden sollen einige Beispiele chronobiologischer Forschung herausgegriffen und auf ihre mögliche pädagogische Bedeutung hin untersucht werden. Dabei muss gesehen werden, dass dieser Forschungssektor insbesondere im Hinblick auf menschliche Rhythmen erst in Umrissen entwickelt ist, so dass ein Bezug auf pädagogische Handlungsfelder eher in Form von Hypothesen als konkreten praktischen Hinweisen formuliert werden kann. Es dürfte also vorerst wichtiger sein, die Aufmerksamkeit auf rhythmische Prozesse überhaupt zu lenken, als schon nach eindeutigen Korrespondenzen des pädagogischen Tuns zu einzelnen chronobiologischen Forschungsergebnissen zu fragen.

2. Tages- und Wochenrhythmen und ihre mögliche Bedeutung für die Schule

Abbildung 1 zeigt die *Tagesgänge verschiedener physiologischer Funktionen von Schulkindern* (aus Hildebrandt 1994). Die Kurven verbinden jeweils die Mess-Mittelwerte der Kinder zu verschiedenen Tageszeiten. Die untersuchten Gruppen sind klein, so dass man allein von dieser Graphik her nicht auf Kinder überhaupt generalisieren sollte; ähnliche Verläufe zeigten sich aber auch in anderen Untersuchungen.

Abbildung 1: Tagesverläufe verschiedener Leistungsindikatoren



Man erkennt z. B., dass sich die Pulsfrequenz der Kinder ab etwa 4 Uhr morgens beschleunigt, ab 8 Uhr dann abflacht und ihren Gipfel erreicht, um dann zwischen 12 und 13 Uhr steil abzufallen; etwa um 16 Uhr wird nochmals ein Höhepunkt erreicht. Dann fällt die Kurve wieder steil ab, d. h. die Pulsfrequenz verlangsamt sich erheblich bis etwa 3 Uhr nachts, um schließlich mit einem Anstieg diesen Zyklus erneut zu beginnen. *Interessant ist für die verschiedenen hier wiedergegebenen Parameter der mehr oder minder ausgeprägte Messwertabfall um die Mittagszeit.* Diese Absenkung z. B. der Pulsfrequenz und des Blutzuckerspiegels korrespondiert offenbar mit einem leicht verzögert auftretenden Abfall des Leistungsniveaus bei Rechenaufgaben, die von den Kindern zu lösen waren. Unter diesem Aspekt sei der *Blutzuckerspiegel* einmal genauer betrachtet. Er bestimmt das Wachheits- und Aktivitätsniveau des Menschen wesentlich mit; ein niedriger Zuckerspiegel korrespondiert auch mit erniedrigten Leistungswerten. In den frühen Morgenstunden steigt der Blutzuckergehalt bis zu einem ersten Höhepunkt an, der etwa um 8 Uhr morgens erreicht wird; dann fällt er deutlich bis etwa 13 Uhr ab, steigt wieder an bis 15 Uhr, um dann kontinuierlich abzufallen bis zu einem Minimum um etwa 4 Uhr nachts. Könnte ein solches Messergebnis bedeutsam für die Unterrichtsorganisation sein?

Man wird die Messwerte gewiss nicht schematisch etwa auf die Organisation des Schulunterrichts beziehen können, z. B. um dessen Anforderungsniveau zu verschiedenen Tageszeiten auf die physiologischen Leistungsmaxima und -minima abzustimmen (z. B. Sáiz u.a. 1993). Tagesleistungs-Kurven sind zwar gelegentlich auch für den Schulunterricht erstellt worden. Oschütz (1993) z. B. hat die Empfehlung gegeben, das sportliche Training von Kindern nicht in die Zeit zwischen 13 und 15 Uhr zu legen. Es ist für die meisten Schulpraktiker sicher eine vertraute Erfahrung, dass von Schülern hohe Leistungen etwa im Fach Mathematik im Allgemeinen nicht um die Mittagszeit abgefordert werden können. Die gelegentlich zu hörende alternative Devise jedoch, in diese Zeit z. B. eher sportliche Betätigungen als intellektuelle zu legen, kann erheblich in die Irre führen und entspringt eigentlich einem abstrakten Nachdenken über das Problem. *Der Abfall verschiedener physiologischer Parameter um die Mittagszeit legt vielmehr nahe, dass hier echte Erholung und nicht körperliche Anstrengung physiologisch gefordert wird.* Mir scheint allerdings die empirische Basis der Messwertkurven bisher zu schmal zu sein, um darauf bezogen schon eindeutige Vorschläge zur Zeitorganisation und curricularen Gliederung des Unterrichts zu entwickeln. Überdies hat die chronobiologische Forschung gezeigt, dass es auch unter Jugendlichen so genannte *Morgen- und Abendtypen* gibt, d. h. Menschen, die ihre Leistungsmaxima zu unterschiedlichen Tageszeiten haben, zum Teil eher früh, zum Teil eher spät schlafen gehen bzw. früh oder spät aufstehen möchten. (Ich habe kürzlich einen Zeitungsbericht über Schulen in den USA gelesen, die für diese Morgen- und Abendtypen ein differenziertes Unterrichtsangebot zur Verfügung stellen). In dieser Hinsicht könnten sich bei größer angelegten Untersuchungen jedenfalls komplexere Wechselwirkungen zwischen Indikatoren wie Pulsfrequenz, Blutzuckerspiegel, Leistungswille und solchen Typenunterschieden ergeben. Ferner ist auch die erwähnte Tatsache der sozialen Synchronisation biologischer Rhythmen etwa in Schülergruppen zu beachten. *Mir scheint daher weniger eine pedantische Interpretation solcher Kurven wichtig zu sein als geschärfte Aufmerk-*

samkeit für das Phänomen rhythmischer Tagesgliederungen physiologischer Parameter überhaupt. Die Tagesverläufe dieser physiologischen Prozesse zeigen nämlich durchweg eine rhythmische (d.h. zyklische) Struktur; diese „biologische Uhr“ ist zwar „plastisch“, aber das Bedürfnis nach einem rhythmischen Wechsel von Anstrengung und Ruhe, von Spannung und Entspannung, von Vereinzelung und sozialer Aggregation ist als solches durch die chronobiologische Forschung deutlich gemacht worden. *Der Leib des Menschen ist insofern in einem gewissen Sinn auf die rhythmische Gestaltung z. B. des Schulunterrichts hin angelegt – d. h. auf eine lebendige Dramaturgie von Ruhe und Bewegung, Spannung und Entspannung, sinnlicher Vigilanz und intellektueller Tätigkeit, nach außen gerichteter geistiger Wachsamkeit und reflektierender Kontemplation, etc..*

In dieser Hinsicht ergeben sich interessante Berührungspunkte der chronobiologischen Forschung zur neueren *Lehrkunst*-Diskussion, in der Möglichkeiten eines lebendigen, erfahrungshaltigen, Schülerinteressen berücksichtigenden Unterrichts erörtert werden (vgl. meine Hinweise auf diese Diskussion in Heft 2/2000 der DDS). Auf solche Notwendigkeiten einer rhythmischen Unterrichtsgestaltung ist zwar auch mit biologischen Argumenten gelegentlich hingewiesen worden (z.B. Ortner 1979), jedoch zeigt sich nun mit den Resultaten der chronobiologischen Forschung deutlich die – im Sinne neuerer Gesundheitswissenschaften – *hygienische, gesundheitspropädeutische Funktion einer rhythmischen Unterrichtsgestaltung*. So stimmt z. B. die Entdeckung der Chronobiologie, dass Leistungsmaxima und -minima zyklisch etwa im Anderthalb-Stunden-Rhythmus schwanken, mit den Beobachtungen überein, dass im Schulunterricht und in Universitätsseminaren ungefähr in diesem Rhythmus deutliche Ruhepausen erforderlich werden (auch in Schulkonferenzen und ähnlichen langdauernden Versammlungen sollte darauf geachtet werden). Und wie in einer von Meier-Koll beschriebenen südamerikanischen Indianer-Gesellschaft der *rhythmische* Wechsel von Einzeltätigkeit und geselliger Aktivität beobachtbar ist, so liegt vielleicht dem vielfach praktizierten – aber auch richtig rhythmisierten? – Wechsel von „Stillarbeit“ und „Gruppenarbeit“ der Schüler ein im Grundsatz richtiges Gespür für diese auch biologischen Bedürfnisse zugrunde. Allerdings – und das ist sehr wesentlich – darf *Rhythmus* dabei keineswegs mit *schematischen Zeitgliederungen* verwechselt werden. Was ist „Rhythmus“?

Antike Schriftquellen scheinen auf zwei verschiedenartige Bedeutungen des Wortes „Rhythmos“ hinzuweisen: Sowohl Form, Proportion, Gestalt oder Gliederung der Zeit als auch ein Fließendes werden angedeutet (die letztgenannte Bedeutung ist auch etymologisch erschlossen worden). In einer sorgfältigen Analyse dieser beiden Bedeutungen hat Heike Klünker-Gundlach zu zeigen versucht, dass es sich hier um zwei Momente desselben Phänomens handelt: *um das relativ Regelmäßige und das Gestalthafte des Fließens*. Klünker-Gundlach verdeutlicht das Gemeinte am Beispiel einer Welle, die sich im Bach hinter einem Hindernis in charakteristischen Strömungsfeldern ausbildet. Die Formen dieser Welle schwingen nicht in einem gleichmäßigen Takt, sondern mit immer neuen leichten Abweichungen rhythmisch. Der Unterschied ist vielleicht am musikalischen Beispiel deutlich zu machen: Hört man beispielsweise ein Flötenspiel, das in strenger Weise dem Takt eines Metronoms folgt, so klingt dies oft mechanisch und unlebendig. Erst das geringfügige, individuelle Vari-

ieren der Tempi und Phrasierungen, eine gewisse Lösung des Spiels von der streng mechanischen Taktfolge bringt eine Belebung in das Spiel.

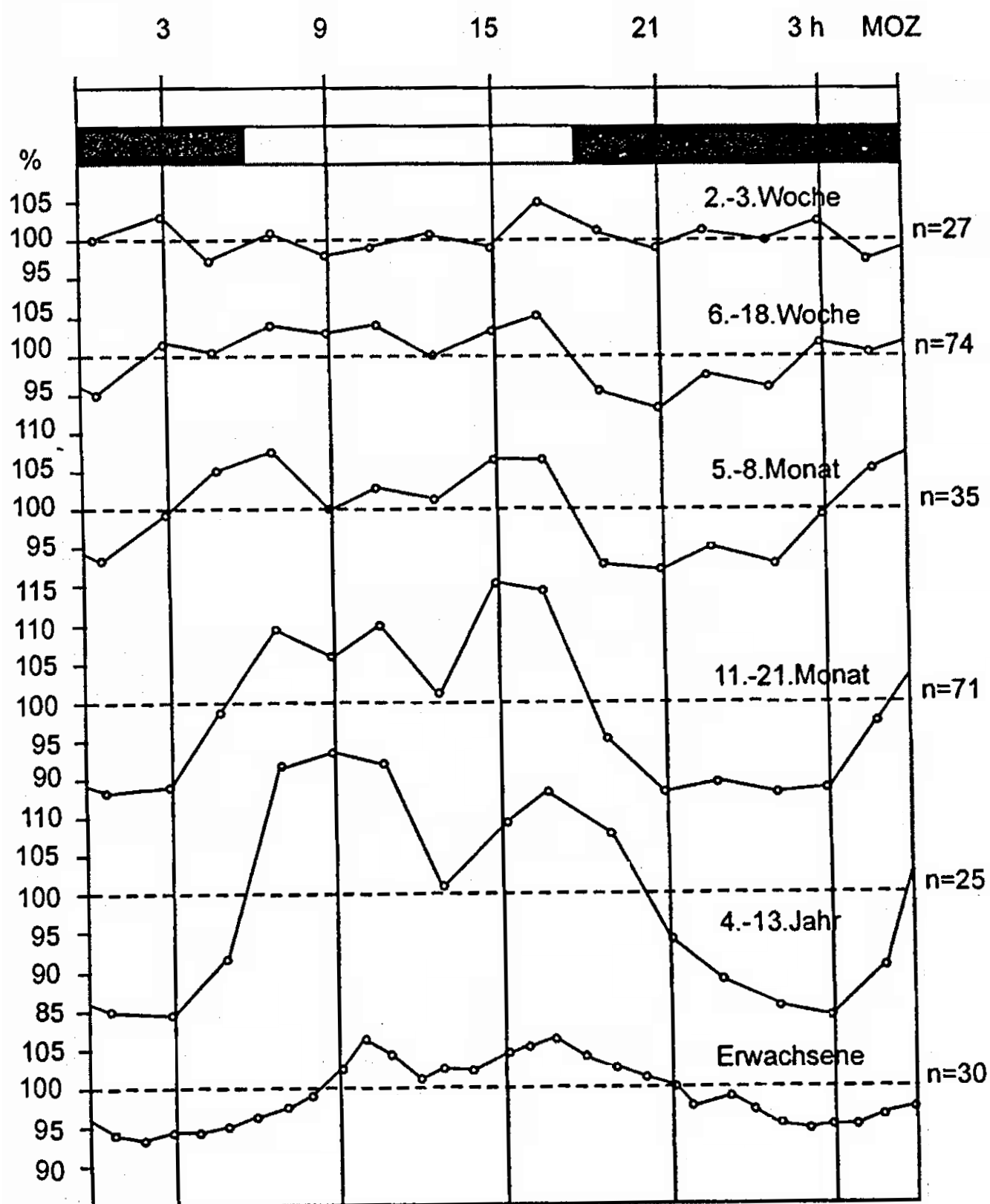
„Sowohl der Takt als auch die rhythmische Wellenbewegung sind gegliedert, aber nur beim Takt sind die Einheiten genau messbar und gleichen sich. Wächst die Vollkommenheit des Taktes mit zunehmender Regelmäßigkeit, so zeichnet sich der Rhythmos gerade durch das Fehlen exakten Gleichmaßes aus. Jede natürliche Wasserbewegung weicht merklich von der verflossenen ab, so dass man sagen könnte, der Rhythmos erneuere das Ähnliche und der Takt wiederhole das Gleiche. Auch andere periodische Vorgänge in der Natur wie der Wechsel zwischen Ebbe und Flut, der Phasen des Mondes, der Jahreszeiten usw. weisen die Wiederkehr des Ähnlichen auf. In der Natur wird ein exakt Gleiches kein zweites Mal hervorgebracht. Für die Lebensvorgänge im menschlichen Körper, die periodischen Schwankungen unterliegen, wie etwa das Körpergewicht oder die Häufigkeit und Stärke des Pulses im Verlauf eines Tages, kann man zwar Annäherungs- und Durchschnittswerte angeben; daraus folgt aber nicht, dass der gesunde Mensch jeden Morgen denselben Pulsschlag, dasselbe Gewicht hat ... Das organische Leben ist gekennzeichnet durch Abweichung von der exakten Regelmäßigkeit, es vollzieht sich nicht nach dem Gesetz des Taktes, sondern in *rhythmischer* Wiederkehr oder in der Erneuerung des Ähnlichen ... Das Ideal einer räumlichen und zeitlichen Gliederung scheint in klassischer Zeit nicht in dem Taktprinzip im weiteren Sinn, d. h. in der völligen Regelmäßigkeit und gleichen Abständen bestanden zu haben, sondern eher in der Wiederkehr des Ähnlichen und in lebendigen Abweichungen“ (Klünker-Gundlach 1984, S. 197f.).

Der Philosoph Hegel hat einmal richtig darauf hingewiesen, dass das „lebende Element“ in der *Literatur* nicht im Takt, sondern im Rhythmus zu sehen sei; dieser besteht nicht in schematischen Zeiteinteilungen, die Zeiteinheiten werden vielmehr immer wieder mehr oder minder geringfügig variiert (1970, S. 21ff.):

„.... der alte jambische Trimeter erhält seine Schönheit vornehmlich dadurch, dass er nicht aus sechs der Zeit nach gleichen jambischen Füßen besteht, sondern umgekehrt gerade an jeder ersten Stelle der Dipodie Spondeen oder als Auflösung auch Daktylen und Anapäste erlaubt und in dieser Weise die gleichmäßige Wiederholung desselben Zeitmaßes und damit das Taktartige aufhebt. Bei weitem wechselnder ohnehin sind noch die lyrischen Strophen, so dass es a priori gezeigt werden müsste, dass der Takt an und für sich notwendig wäre, denn a posteriori ist's nicht zu sehen“ (1970, S. 297).

Wie sehr „Takt“ und „Rhythmus“ in Konflikt geraten können, zeigen unter anderem Untersuchungen, in denen Menschen Texte vorlesen und dabei einen regelmäßigen Takt klopfen sollten: Der „Takt“ führte bei vielen Versuchspersonen zu erheblichen Sprachstörungen (Sokolow 1969). Dies hat, wie man vermutlich schon an diesem Satz bemerken kann, seinen Grund in den kinästhetischen Aktivitäten z. B. unserer Artikulationsorgane, die, ergänzend gesagt, auch das „innere Sprechen“ in Form minimaler Muskelaktivitäten begleiten *und* überhaupt erst sinnvolle und in der Selbstwahrnehmung memorierbare Subgliederungen des Sprachmaterials durch Phrasierung, *Intonationsvariation* und Betonungsakzente ermöglichen. – Man kann sich leicht davon überzeugen, wie angenehm gut rhythmisierte (eurhythmische) Texte wirken: Wie sehr schmiegt sich Goethes Ausführung „Über den Granit“ schon in ihrem Rhythmus der Cha-

Abbildung 2: Tagesverlauf der Herzfrequenz für verschiedene Altersstufen



rakteristik dieses „unendlich in die Tiefe sich fortsetzenden“ Gesteins an, wie einprägsam gilt dies, mit einem ganz anderen Sprachrhythmus, für jene Phase im „Werther“ vom 10. Mai, die das Naturerleben auf einer Waldlichtung schildert!

Eine derartige nicht durch „Zeittakte“, sondern durch Rhythmen im beschriebenen Sinn variierte „Lehrkunst“ zu entwickeln, wäre von der weiteren Aufklärung auch durch Chronobiologie her zu motivieren, bedarf aber noch erheblicher Forschungsarbeit

Historisch betrachtet, käme dies einem Wandel vom schematischen zum rhythmischen Unterricht gleich – oder vielmehr zum eurhythmischen, insofern Arrhythmien möglicherweise negative Einflüsse auf das heranwachsende Indi-

viduum haben. Zweifellos ist die Desynchronisation von Rhythmen bzw. die Arrhythmie ein hervorstechendes Merkmal unserer Zeit – man denke an die abrupten Veränderungen des Tagesablaufs durch die schematische Gliederung in Sommer- und Winterzeit (Landwirte berichten immer wieder über die Schwierigkeiten, die sie während der Umstellungszeit mit den Tieren haben). Eine kulturkritische Pädagogik hätte unter diesem chronobiologischen Gesichtspunkt z. B. die Aufgabe, nach dem Verlust von rhythmischer Struktur zu fragen, an deren Stelle eine schematische Schulorganisation tritt.

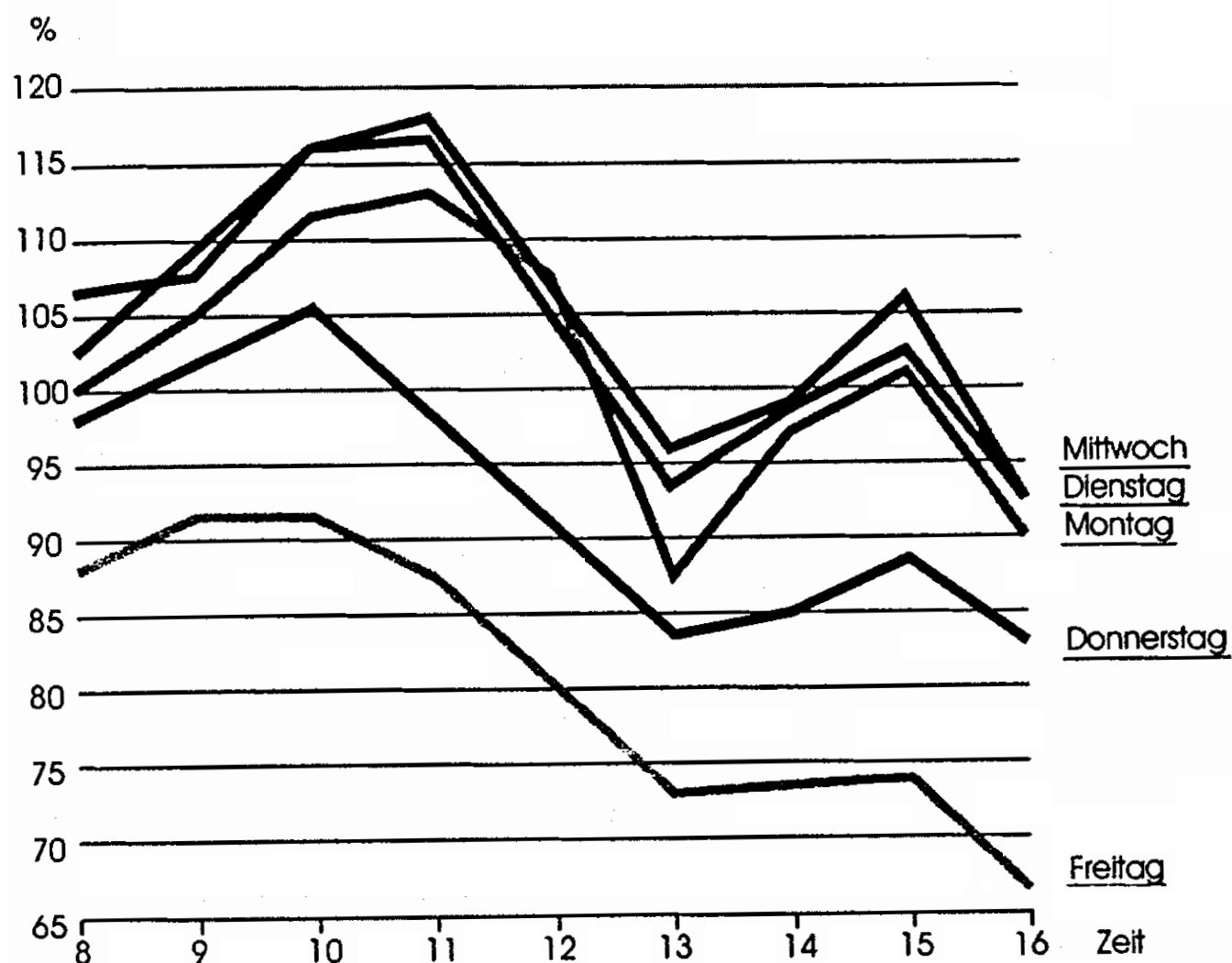
Die Frage, wie eine rhythmische Gestaltung z.B. von Unterrichtseinheiten aussehen kann, ist natürlich für den Bewegungsdrang eines Grundschülers anders als für 17- oder 18-jährige zu beantworten: hier kommen entwicklungspsychologische Aspekte ebenso wie chronobiologische ins Spiel. Wie manifest sich auch *rhythmische Prozesse im Verlauf der Entwicklung verändern können*, haben z.B. Matthiolius u.a. 1995 und Hildebrandt 1994 beschrieben (vgl. *Abbildung 2*).

Aber ein Kardinalproblem gegenwärtiger Unterrichtsorganisation für alle Altersstufen ist sicher der *Bewegungsmangel*, über dessen negative Auswirkungen auf die Schülerinnen und Schüler vielfach berichtet wurde (z. B. Berndt 1982, Ortner 1979). Ein Schulvormittag wäre aus dieser Perspektive nicht allein nach Fächern zu gliedern, sondern auch nach dramaturgischen Gesichtspunkten z. B. von Ruhe und Bewegung, von kontemplativem Nachdenken und sensorischer Aktivität, vielleicht im Rahmen von Projekten, in die verschiedene Unterrichtsfächer integriert werden können. Diese Spielräume waren Schulen bisher kaum zugestanden, könnten in autonomen Schulen oder Schulbünden aber entwickelt werden.

Die rhythmische Gestaltung betrifft aber nicht nur die Tagesorganisation, sondern auch die der Woche. *Abbildung 3* zeigt die *Tagesverläufe der Leistungsfähigkeit* in Schulen im Verlauf einer Woche von Montag bis Freitag (diese Daten sind allerdings schon vor einigen Jahrzehnten gewonnen worden, vgl. Ortner 1979).

Man erkennt wieder den Leistungsanstieg am Morgen, den Abfall zur Mittagszeit hin und einen etwas flacheren Anstieg zum Nachmittag, schließlich eine abfallende Leistungskurve am Spätnachmittag. Der – natürlich nur spezifische Leistungsindikatoren betreffende – Leistungsverlauf gestaltet sich aber über die Wochentage hin sehr unterschiedlich: Die relativ besten Leistungen mit einer allerdings auch besonders umfangreichen Varianz über den Tag hinweg werden am Montag (damals noch nicht unter dem Einfluss des „Fernseh-Wochenendes“), Dienstag und Mittwoch erreicht. Am Donnerstag fällt die Leistung bereits deutlich ab, am Freitag erreicht sie ihren niedrigsten Wert. Solche Leistungsunterschiede über die Woche hinweg können natürlich sehr verschiedenartige Ursachen haben: Der Leistungsabfall am Freitag kann z. B. in der hier untersuchten Stichprobe mit einer unterrichtsbedingten Überforderung der Schülerinnen und Schüler zusammenhängen, er kann aber auch außerschulische Ursachen wie z. B. eine besondere Belastung der untersuchten Schulkinder durch Freizeitaktivitäten haben. Auch in dieser Hinsicht wird es wieder darum gehen, solche Leistungsmaxima und –minima sowohl im Tagesverlauf als auch im Wochenverlauf aufmerksam zu beobachten, nach möglichen Ursachen zu fragen und darauf abgestimmt eine rhythmische Tages- und Wo-

Abbildung 3: Veränderung der Leistung im Tages- und Wochenverlauf



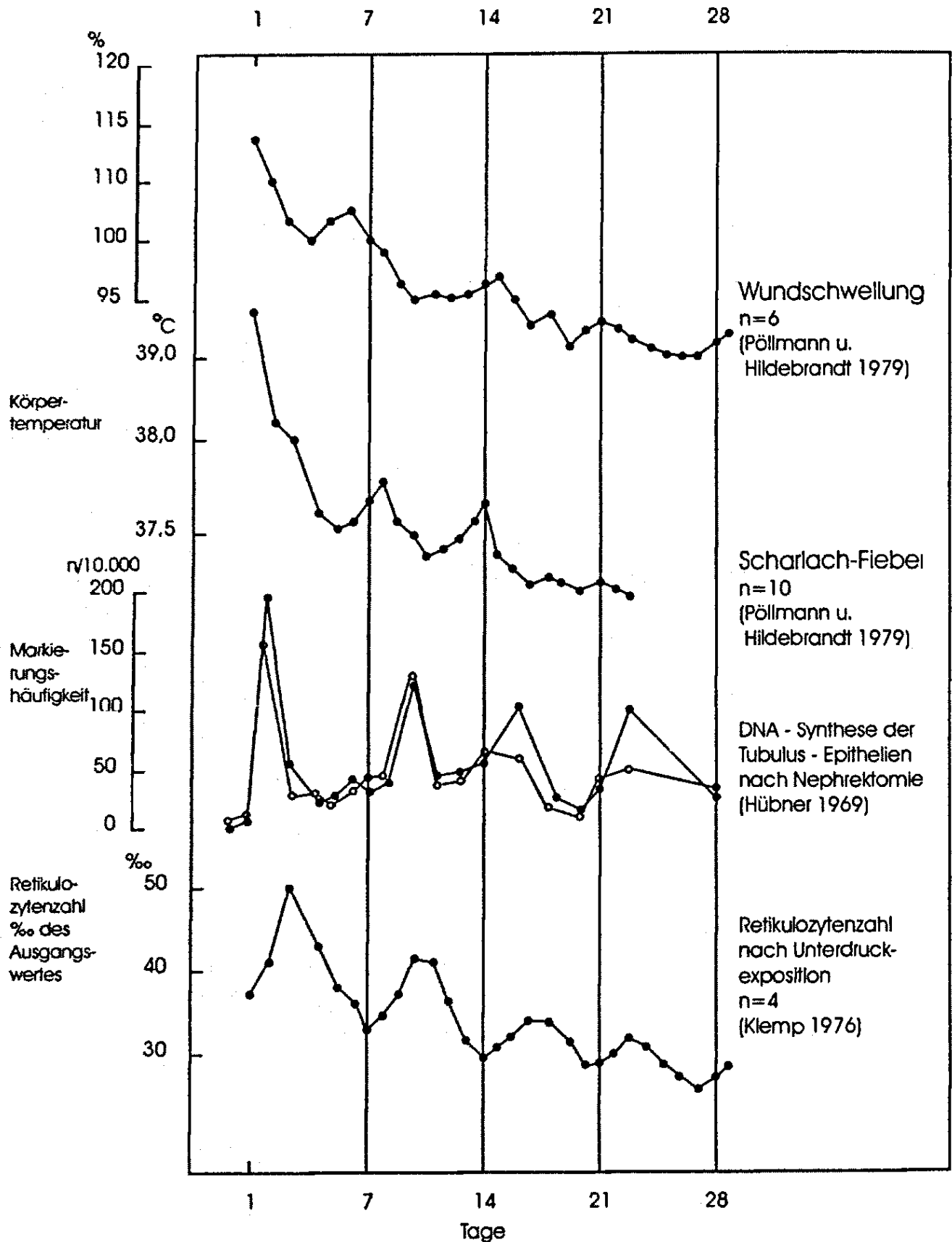
chengliederung zu planen, die den physiologischen Bedürfnissen Heranwachsender Rechnung trägt.

Es sei hier nur am Rande vermerkt, dass in den letzten Jahren beispielsweise die *Zeitgliederung in der Schule* häufiger diskutiert worden ist. Zukünftige chronobiologische Entdeckungen könnten dieser Frage nach dem Sinn verschiedener Zeitstrukturen das notwendige empirische Fundament geben. Interessant sind hier zumal die verschiedenen vergleichenden Untersuchungen zu den Zeitvorstellungen, die verschiedenen Schulstrukturen in europäischen und außereuropäischen Ländern zugrunde liegen (vgl. z. B. Mitter/Kopp 1995, Brinkmann u. a. 1991, 1992, Hesse/Kodron 1992). Gerade die Gliederung z. B. des Schulvormittages oder (in Ganztagschulen) des Schultages in Unterrichtszeiten, Pausen, Essenszeiten, darüber hinaus dann auch in Hausaufgabenzeiten, Nachhilfezeiten usw. könnten ein Muster aufweisen, das den rhythmischen Bedürfnissen von Kindern nicht entspricht, also Arrhythmie in den Tages- und Wochenverlauf bringt.

Eine weitere interessante Entdeckung der Chronobiologie ist auch die *circa-septan-periodische Gliederung verschiedener Heilungs-, Anpassungs- und Kompensationsprozesse* (Hildebrandt 1994; vgl. Abbildung 4).

Wiederum sind die Untersuchungsgruppen sehr klein, geben uns aber bereits einige Hinweise auch auf pädagogisch interessante chronobiologische Fragestellungen. Auffallend ist die etwa im 7-Tage-Rhythmus *schwankende Periodik der Krankheits-Indikatoren*. Herausgegriffen sei hier das Beispiel der Fieberkurve nach einer Scharlach-Erkrankung. Die durchschnittliche Körper-

Abbildung 4: Circaseptanperiodische Gliederung verschiedener Heilungs- und Kompensationsprozesse



temperatur der zehn beobachteten Fälle liegt zunächst, im Höhepunkt der Krankheit, bei etwa 40° Celsius. Sie fällt dann über etwa fünf Tage steil ab bis auf 37,5°, steigt dann wieder an, fällt weiter ab auf etwa 37°, steigt wieder an und erreicht schließlich nach 21 Tagen die Normaltemperatur des gesunden Körpers. Der Fieberabfall verläuft also nicht kontinuierlich, wenngleich eine deutlich abnehmende Tendenz erkennbar ist; es gibt vielmehr etwa im 7-Tage-Rhythmus schwächer werdende „Fieberschübe“. Auch bei auftretenden Komplikationen (hier nicht dargestellt) ist häufig diese circaseptane Periodik zu beobachten. „Umfangreiche Untersuchungen haben inzwischen gezeigt, dass

diese circaseptan-periodische Zeitstruktur für alle Selbstheilungsreaktionen, für immunologische Aktivitäten und adaptive Prozesse der verschiedensten Art typisch ist.

Es handelt sich dabei offensichtlich um eine ganz basale Zeitstruktur, die auch im Tierreich und sogar bei Einzellern aufgedeckt wurde ... Es ist gesichert, dass es sich bei der Circaseptan-Periodik nicht um den Einfluss der Siebentagewoche handelt, sondern um eine endogene Zeitstruktur, die der Organismus zur zeitlichen Gliederung umfassenderer Reaktionsabläufe jederzeit aktivieren kann“ (Hildebrandt 1994, S. 454). Wir wissen bisher noch wenig darüber, welche Folgewirkungen es z. B. hat, wenn in solche immunologisch offenbar sinnvollen Heilungsrhythmen medikamentös oder auf andere Weise eingegriffen wird. Die circaseptane Reaktionsperiodik tritt offenbar bevorzugt bei jüngeren Menschen auf, die über gute Selbstheilungskräfte verfügen, während mit zunehmendem Alter und der Tendenz zur Chronifizierung der Krankheiten längerwellige Zeitstrukturen hervortreten.

Beim Stand der gegenwärtigen Forschung zu solchen circaseptanen Rhythmen sind m. E. zurzeit keine unmittelbaren Folgerungen für die Schulorganisation denkbar. Körperprozesse wie die hier gezeigten können vielmehr zunächst die *Aufmerksamkeit für die Möglichkeit solcher Rhythmen wecken*. Man könnte sich beispielsweise vorstellen, dass Kinder, die sich in der Rekonvaleszenzzeit nach einer Scharlach-Erkrankung befinden, mit einem entsprechenden Bewusstsein beobachtet werden. Die Beobachtung des nach ca. einer Woche überwundenen Fiebers zeigt ja offenbar nicht notwendig an, dass ein Kind nun auch gesund ist. Auftretende neue Fieberschübe, vermutlich immunologische Selbstheilungsaktivitäten des Körpers, können die Leistungsfähigkeit dieser Kinder in der Schule temporär herabsetzen, während die zwischenzeitlichen Fiebersenkungen sich im Gefühl der Gesundheit für das Kind manifestieren könnten. Dass das Kind sich über einen relativ langen Zeitraum einem rhythmischen Prozess der Selbstheilung aussetzt, könnte also für seine richtige Begleitung im Unterricht, für das ihm entgegengebrachte Verständnis sehr maßgebend sein.

3. Ausblick

Was kann nun als pädagogischer Ertrag dieser kurzen Skizze festgehalten werden? – Der Begründer der Waldorfschulen, *Rudolf Steiner*, hat im Jahr 1909 einen Vortrag über „Rhythmen in der Menschennatur“ gehalten. Er wendet sich darin gegen gewisse Zeitgenossen, die unter dem Titel „Zurück zur Natur“ eine Wiedergewinnung der Synchronisation zwischen Naturrhythmen und menschlichen Rhythmen auch in der Pädagogik verlangten. Diese starke Einbindung der menschlichen Rhythmik in die Naturrhythmik, die natürlich auch heute in gewissen Bereichen fortbesteht, hatte in früheren Zeiten durchaus ihren Sinn. Es gehöre aber, so Steiner, gerade zum Wesen der menschlichen Freiheitsentwicklung, dass er sich aus dieser rhythmischen Symbiose zur umgebenden Natur partiell löse. „Alles jenes laienhafte Herumreden von einem Zurückkehren zur Natur versteht nichts von wirklicher Evolution. Wenn eine Bewegung heute den Menschen anweist, gewisse Nahrungsmittel nur zu bestimmten Jahreszeiten zu genießen, denn die Natur selbst zeige das schon dadurch an, dass die Nahrungsmittel nur zu besonderen Zeiten wachsen, so entspricht das einem ganz

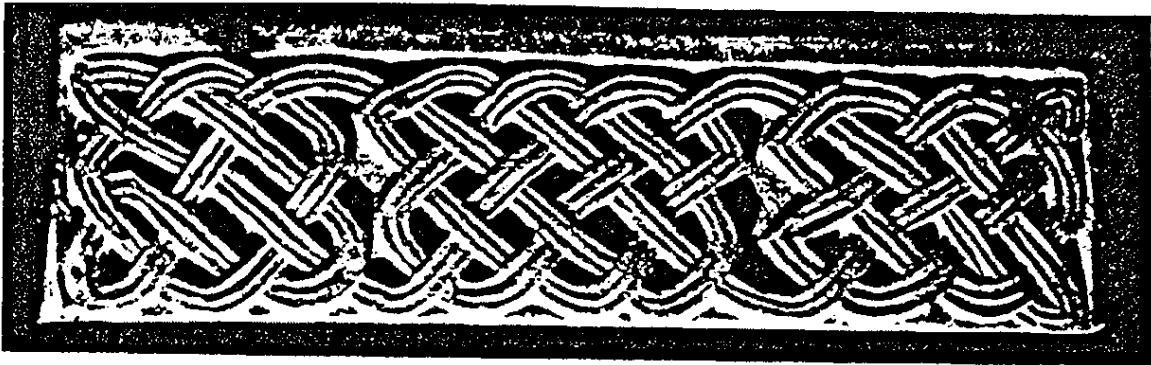
abstrakt-laienhaften Gerede. Gerade darin besteht die Entwicklung, dass der Mensch sich immer unabhängiger macht von dem äußeren Rhythmus. Man darf nun aber auch wieder nicht den Boden unter den Füßen verlieren. Nicht darin besteht des Menschen wahrer Fortschritt und sein Heil, dass er zum alten Rhythmus wieder zurückkehrt, dass er sich sagt: Wie lebe ich im Einklang mit den vier Mondesvierteln? denn es war notwendig in den alten Zeiten, dass der Mensch wie ein Siegelabdruck des Kosmos war. Aber wesentlich ist es auch, dass der Mensch nicht etwa glaubt, dass er ohne Rhythmen leben könne. Wie er sich von außen verinnerlicht hat, so muss er sich von innen heraus wiederum rhythmisch aufbauen.“

Steiner vertritt hier also die Meinung, dass wir rhythmische Wesen sind, also auf die rhythmische Gestaltung unserer Lebensweise angewiesen sind (das zeigt auch die Chronobiologie). Ebenso betont er aber, dass wir unseren je individuell und sozial zuträglichen Rhythmus erst finden und die entsprechenden rhythmischen Fähigkeiten in uns entwickeln müssen (dass dies möglich ist, zeigt die Entdeckung der Plastizität menschlicher Rhythmen innerhalb gewisser Grenzen). Das ist eine *These*, über die nachzudenken und zu forschen lohnend erscheint. Es ist in diesem Zusammenhang interessant, dass das von Steiner geforderte „rhythmische Aufbauen“ des Menschen ein wesentliches Anliegen der von ihm begründeten Waldorfpädagogik ist: Ich habe jedenfalls den Eindruck, dass der rhythmischen Natur des Menschen in keiner anderen Schulform eine so nachhaltige Aufmerksamkeit auch in der praktischen Unterrichtsgestaltung zukommt wie gerade in dieser Schulform. Nicht nur das Unterrichtsgeschehen selber wird durch vielfältige Mittel der „Lehrkunst“ rhythmisiert, gewiss in sehr unterschiedlichen Formen je nach Qualität der Schulen und Lehrkräfte. Auch in den Unterrichtsinhalten und Verfahrensweisen wie in bestimmten Fächern des Fächerkanons wird immer wieder versucht, Schülerinnen und Schüler *rhythmisch zu schulen*. Denn eine solche Schulung ist wohl die erste Voraussetzung dafür, auch ein Sensorium für die eigenen Eu- und Arrhythmien zu gewinnen. Zur Schulung dieses „rhythmischen Sinns“ kann man auf ein reichhaltiges Repertoire rhythmischer Vorlagen z. B. in den Strömungsformen verschiedener Naturprozesse (z.B. Schwenk 1995) oder in den schönen rhythmischen Mustern auf nordischen Stabkirchen, in der germanischen, iroschottischen oder langobardischen Kunst (Abbildung 5 oben) zurückgreifen.

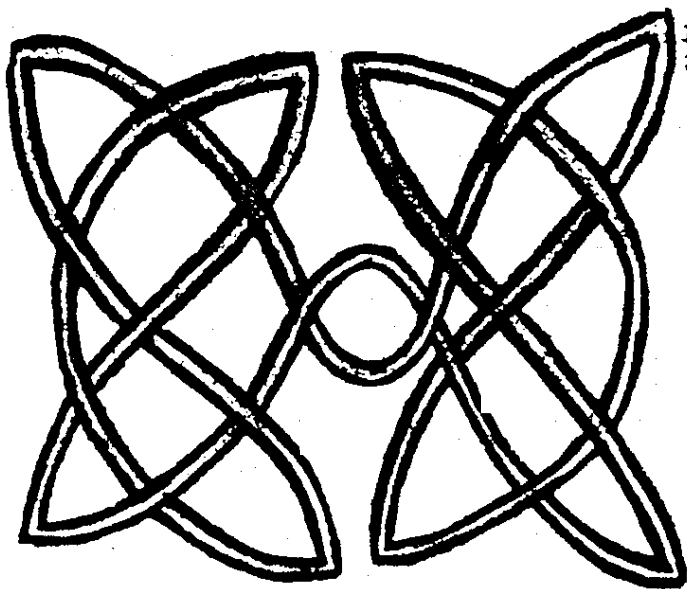
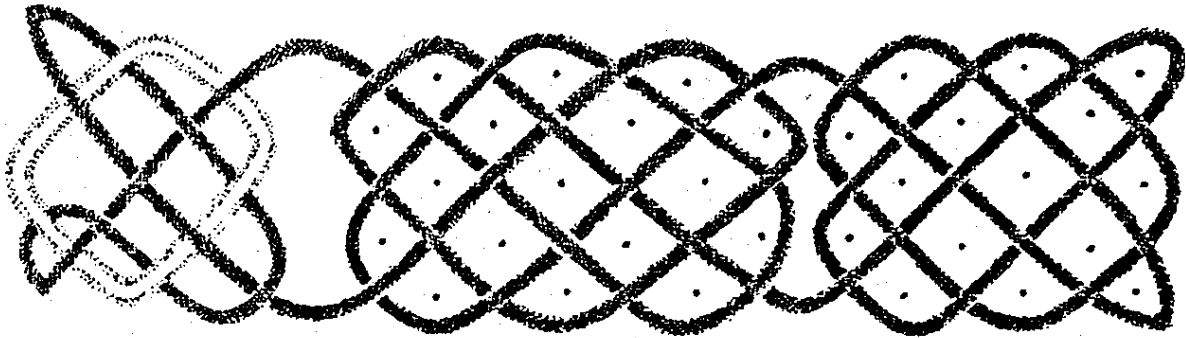
Man verfolge beispielsweise ein solches Flechtband aufmerksam: Es wird dann bemerkbar, wie man selber in eine rhythmische „Bewegung“ gerät. Typen des langobardischen Flechtbandmusters tauchen dann beispielsweise im *Formenzeichnen der ersten Klassen* auf, das einhändig, häufig aber auch gegenläufig zweihändig geübt wird (vgl. Kranich u.a. 1992, Kranich 1992 und Abbildung 5 links unten). Es gehört das *rhythmische Sprechen* beispielsweise von Gedichten im Klassenchor dazu, das Fach *Eurythmie* mit seinen rhythmischen Raumbewegungen (als Beispiel einer Lauffigur vgl. Abbildung 5 rechts unten) oder das intensive Miterleben des Jahreslaufs durch das Feiern der Jahresfeste (Weihnachten, Ostern, Pfingsten, Johanni, Erntedankfest usw.), das ja Steiners Devise einer Lösung aus symbiotischen Naturbeziehungen keineswegs widerspricht, vielmehr Bewusstsein für Jahresrhythmen weckt.

Das Interesse an „rhythmischer Erziehung“ hat zweifellos auch außerhalb der Waldorfschulen in den letzten Jahren in der Schulpädagogik stark zugenom-

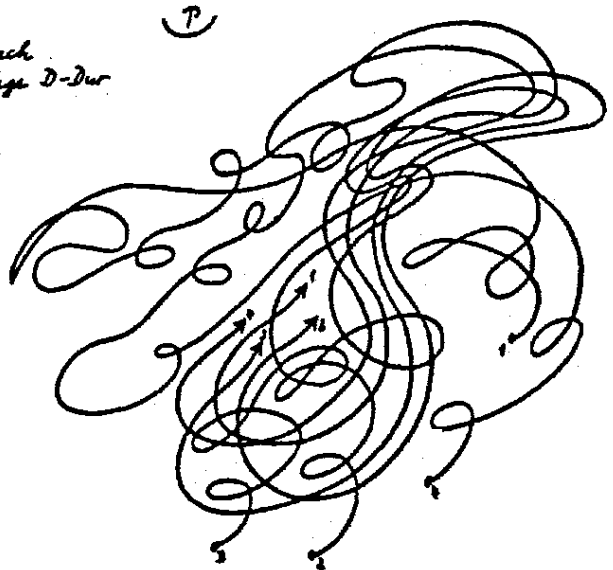
Abbildung 5: Rhythmische Muster aus Kunst und Schule



ORVIETO, Badia



Bach
Fuge D-Dur



men (z.B. Bilstein u.a. 1999, Schaub 1999). Überdies lässt sich erziehungsgeschichtlich zeigen, dass ein Bewusstsein für solche Prozesse wenigstens rudimentär in der Geschichte der Pädagogik immer wieder nachweisbar ist, wenn es dabei auch oft um Einzelaspekte wie das rhythmische, von körperlichen Bewegungen begleitete Auswendiglernen der Schulstoffe geht (z. B. bei Comenius oder Erhard Weigel, siehe dazu auch Schlee 1968, S. 91ff., Koch 1922, Neumann 1992, Wernet 1999). Auch in der Kleinkindforschung wird man mannigfaltige Hinweise auf rhythmische Bedürfnisse zum Beispiel in Kinderspielen finden, so etwa in Heinz Heckhausens Beobachtungen des kindlichen „Aktivierungszirkels“ von fortlaufender Spannung und Entspannung im Spiel (Heckhausen 1978). Ich glaube aber dennoch, dass sich im Hinblick auf die rhythmische Erziehung gerade in den Waldorfschulen inzwischen ein Erfahrungsschatz aufgebaut hat, der zahlreiche Anregungen auch für das staatliche Schulsystem enthält. Es bedarf allerdings noch erheblicher Forschungsaufwendungen, um zu klären, wie sich „rhythmische Erziehung“, die der rhyth-

mischen Natur des Menschen gerecht wird, auf das Lernklima in Schulen und auf die Gesundheit der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Zu schematisch und „taktartig“ wirken noch zahlreiche Vorschläge zur motorischen Auflockerung des Unterrichts. Übereinstimmend wurde z.B. 1996 im Hessischen Lehrerfortbildungsinstitut in Fulda von Praktikern, vom Bundesverband der Unfallkassen in München 1991 im Hinblick auf die Unfallhäufigkeit in Kindergärten, vom Bayrischen Kultusministerium 1995 mit Blick auf eine Vorsorgeuntersuchung bei Grundschulern *über den Bewegungsmangel heutiger Kinder und die daraus entstehenden körperlichen Probleme* berichtet. Die in regelmäßigen Abständen in den Kindergarten- und Schulalltag eingelagerten zehnminütigen Entspannungsübungen, die hier und da zur Vorbeugung vorgeschlagen werden, sind aber wiederum nicht aus der rhythmischen Natur des Menschen, sondern aus einem mechanischen Zeitverständnis entwickelt. Hier wären, wie erwähnt, die Lehrkunst auch aus Waldorfschulen und die Forschungsergebnisse der Chronobiologie für Ideen einer lebendigen Rhythmisierung des Unterrichtsgeschehens gewiss weitaus wegweisender.

Literatur

- Berndt, J.: Die Bedeutung der körperlichen Entwicklung für die Belastung und Beanspruchung von Schülern. In: J. Berndt (Hg.): Schul-Arbeit. Belastung und Beanspruchung von Schülern. Braunschweig 1982
- Bilstein, J. u.a.: Transformationen der Zeit. Erziehungswissenschaftliche Studien zur Chronotopologie. Weinheim 1999
- Bloom, F. E. u.a.: Brain, Mind and Behavior. Oxford 1985
- Brinkmann, G. u.a.: Zeit für Schule. Italien – Griechenland. Köln 1991
- Brinkmann, G. u.a.: Zeit für Schule. Niederlande, England und Wales. Köln 1992
- Endres, K. P. / Schad, W.: Biologie des Mondes. Mondperiodik und Lebensrhythmik. Stuttgart 1997
- Gilbert, D. A. / McKinnon, H.: Oscillations and Cancer. In Lloyd/Rossi 1992, S. 71-87
- Gutenbrunner, Chr. u.a. (Hg.): Chronobiology & Chronomedicine: basic research and applications. Proceedings of the 7th Annual Meeting of the European Society for Chronobiology, Frankfurt/M. 1993
- Heckhausen, H.: Entwurf einer Psychologie des Spielens. In: Flitner, A. (Hg.): Das Kinderspiel. München 1978, S. 138-155
- Hegel, G. F. W.: Vorlesungen über die Ästhetik, Band III. Frankfurt/M. 1970
- Held, M. / Geißler, K.A. (Hg.): Von Rhythmen und Eigenzeiten. Perspektiven einer Ökologie der Zeit. Stuttgart 1995
- Hesse, H.-G. / Kodron, Chr.: Zeit für Schule. Frankreich – Spanien. Köln 1992
- Hildebrandt, G.: Chronobiologische Aspekte des Kindes- und Jugendalters. In: Bildung und Erziehung 47 (1994), S. 433-460
- Hildebrandt, G. u.a. (Hg.): Chronobiology and Chronomedicine. Basic research and applications. Frankfurt/M 1987
- Hirsh, I.J. / Watson, C.S.: Auditory psychophysics and perception. In: Annual Rev. of Psychol. 47, 1996, S. 461-484
- Klünker-Gundlach, H.: Zur Bedeutung des gymnastischen Bildungsideals im klassischen Griechenland. Magisterarbeit, Pädagogisches Seminar der Universität Göttingen 1984
- Koch, B.: Der Rhythmus. Untersuchungen über sein Wesen in Kunst und Natur und seine Bedeutung für die Schule. Langensalza 1922
- Kranich, E.-M. u.a.: Formenzeichnen. Die Entwicklung des Formensinns in der Erziehung. Stuttgart 1992
- Kranich, E.-M. u.a.: Die Bedeutung des Rhythmus in der Erziehung. Stuttgart 1992

- Lloyd, D. / Rossi, E. L. (Hg.): *Ultradian Rhythms in Life Process*. London/Berlin u.a. 1992
- Lotze, M.: *Untersuchungen zur Tagesrhythmik visueller und akustischer Wahrnehmung*. Münster 1996
- Matthiolius, H. u.a.: Wandlungen der rhythmischen Funktionsordnung von Puls und Atmung im Schulalter. In: *Der Merkurstab*. 1995, , Heft 4, S. 297-312
- Meier-Koll, A.: *Ultradian Behaviour Cycles in Humans: Developmental and Social Aspects*. In: Lloyd/Rossi 1992, S. 243-281
- Meier-Koll, A.: *Chronobiologie. Zeitstrukturen des Lebens*. München 1995
- Mitter, W. / Kopp, B.v. (Hg.): *Die Zeitdimension in der Schule als Gegenstand des Bildungsvergleichs*. Köln 1995
- Mletzko, H.-G. / Mletzko, I.: *Biorhythmik. Elementareinführung in die Chronobiologie*. Wittenberg 21985
- Neumann, K.: *Zeitautonomie und Zeitökonomie. J. A. Comenius und die Dialektik pädagogischer Zeitstrukturen*. In: *Die Deutsche Schule*. 84, 1992, S. 212-223
- Orlock, C.: *Die innere Uhr. In natürlichen Rhythmen leben*. Stuttgart 1995
- Ortner, R.: *Kind – Schule – Gesundheit*. Donauwörth 1979
- Oschütz, H.: *Chronobiological differences in performance between trained and untrained children*. In: Gutenbrunner u.a. 1993, S. 513-517
- Rosslénbroich, B.: *Die rhythmische Organisation des Menschen. Aus der chronobiologischen Forschung*. Stuttgart 1994
- Saiz, D. u.a.: *A study of performance rhythms*. In: Gutenbrunner u.a. 1993, S. 508-512
- Schad, W.: *Die Zeitordnungen im Menschen und ihre pädagogische Bedeutung*. In: *Erziehungskunst*. 58, 1994, S. 393-416
- Schaub, H.: *Das Problem der Zeit an der Jahrtausendwende. Konsequenzen für die Grundschule*. In: *Grundschulunterricht*. 1999, 12, S. 2-5
- Schlee, H.: *Erhard Weigel und sein süddeutscher Schülerkreis*. Heidelberg 1968
- Schwenk, Th.: *Das sensible Chaos. Strömendes Formenschaffen in Wasser und Luft*. Stuttgart 1995
- Siegmund, R.: *Kultur und biologischer Rhythmus. Zur Chronobiologie ausgewählter frühkindlicher Verhaltensweisen*. In: *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität Berlin – Reihe Medizin*. Berlin 41, 1992, 2, S. 81-85
- Sokolow, A. N.: *Untersuchungen zum Problem der sprachlichen Mechanismen des Denkens*. In: Hiebsch, H. (Hg.): *Ergebnisse der sowjetischen Psychologie*. Stuttgart 1969, S. 430-464
- Stern, K. / McClintock, M.K.: *Regulation of ovulation by human pheromones*. In: *Nature*. 392, 1998, S. 177-179
- Steiner, R.: *Rhythmen in der Menschennatur*. In: ders.: *Geisteswissenschaftliche Menschenkunde*. Dornach 1989, S. 186-202
- Tanner, J. M.: *Wachstum und Reifung des Menschen*. Stuttgart 1962
- Themenheft „Zeit. Kritischer Faktor im Schulalltag“. *Westermanns Pädagogische Beiträge*. 38, 1986, Heft 12
- Wernet, A.: *Zeit als schulischer Handlungsrahmen*. In: Goodson, I. F. u.a. (Hg.): *Das Schulfach als Handlungsrahmen*. Köln 1999, S. 209-228
- Zulley, Z.: *Schlafen und Wachen. Ein Grundrhythmus des Lebens*. In: *Universitas*. 48, 1993, S. 324-334

Christian Rittelmeyer, geb. 1940, Professor für Erziehungswissenschaft am Pädagogischen Seminar der Universität Göttingen.

Anschrift: Pädagogisches Seminar der Universität, Baurat-Gerber-Str. 4, 37073 Göttingen

Email: Crittel@gwdg.de