



## Liebe Kolleginnen und Kollegen,

gehören Sie zu den Personen, denen Sport gar nichts sagt? Die lieber in Muße im Wald spazieren gehen, im Freundeskreis einen Skat klopfen oder abends am Kamin ein Buch lesen? Oder gehören Sie zu denjenigen, die sich ein Leben ohne Sport nicht vorstellen können? Die locker über weite Wiesen laufen, im Kollegenkreis Volleyball spielen oder nach Feierabend im Schwimmbad ihre Bahnen ziehen?

Egal, welcher Gruppe Sie angehören, eines verbindet uns: Wir wollen jungen Menschen – und uns selbst – immer wieder Wege zur Physik erschließen, Wege, die Kinder, Jugendliche und wir selbst in Muße beschreiten oder locker erlaufen können.

Bewegung und Sport gehören zu diesen Wegen. Wie dieses Themenheft zeigen soll, laden sie uns ein,

- Physik zu lernen in und durch Bewegung,
- fächerübergreifend Sport und Physik zu verbinden,
- Schülerinnen und Schüler abzuholen,
- sich in Spiel und Bewegung zu begegnen,
- Lernfähigkeit und Gesundheit zu fördern,
- Wege zum Wohlbefinden zu beschreiten.

Als begeisterter Schwimmer, Jogger, Bergwanderer und Skitourenfahrer – und als ebenso begeisterter Physiklehrer und -didaktiker – hat mir die Herausgabe dieses Heftes großen Spaß bereitet. Mögen Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler gleich viel Freude und Lerngenuss beim Umsetzen der vorgestellten Unterrichtsinhalte erleben. Bringen wir den Physikunterricht in Bewegung!

Mit diesem Wunsch grüßt herzlich

Ihr

*Peter Labudde*

### Ihre Service-Nummern im Friedrich Verlag

Abo-Service: (05 11) 4 00 04-151

Leserservice: (05 11) 4 00 04-188

Redaktion: (05 11) 4 00 04-125

[www.friedrich-verlag.de](http://www.friedrich-verlag.de)

Herausgeber: Prof. Dr. Peter Labudde, Bern

## BASISARTIKEL

Peter Labudde und Ferdy Firmin  
Physikunterricht in Bewegung

4

## UNTERRICHTSPRAXIS

Martin de Bruin und Peter Labudde

Durch Physik in schwimmerische Höhen aufsteigen –  
durch Schwimmen in physikalische Tiefen tauchen

10

Wieland Müller

Vom Spiel zur Physik

Das Beispiel Basketball

15

Wieland Müller

Tauchen

Physik unter Wasser

18

Alex Stacoff und Bruno Leisinger

Biomechanik als Verbindung zwischen Sport und Physik

24

Helmuth Mayr

Sportliches im Physikunterricht

29

Hans Kläy

Das bewegte StrO(H)M-Gesetz

32

Ferdy Firmin

Die aktive Pause als Lernhilfe

35

Kurzfassungen unter  
[www.friedrich-verlag.de](http://www.friedrich-verlag.de)

## MAGAZIN

### DISKUSSION

Jan-Peter Braun

Vom Unanschaulichen zum Wahrnehmbaren  
– ein paradoxer Lernweg?

38

### ANREGUNGEN

Erhard Marhenke

Kapazitätsbestimmung von Kondensatoren

40

Otto Lührs

Stroboskop

Phänomene und Anwendungen

48

### AUFGABE

Martin Volkmer

Die Laufzeit des Lichtes von der Sonne zu einzelnen Planeten

43

### REZENSION

Otto Ernst Berge

Donnerwetter – Physik!

44

### INFORMATIONEN

Bodo Eckert, Werner Stetzenbach und Hans-Jörg Jodl

Low-Cost-/High-Tech-Freihandversuche Physik  
Workshop zum Buch

45

Martin Volkmer

Datenübertragung zwischen  
galvanisch getrennten Stromkreisen

46

### VERSUCHSKARTEI

Martin Volkmer

Modell eines Wechselstrommotors

51

Otto Ernst Berge

Der Fahrraddynamo als Motor

51

Vorschau/Rückschau/Impressum

53



Foto: dpa

# Physikunterricht in Bewegung

Von Peter Labudde und Ferdy Firmin

Als Physiklehrkräfte vertrauen wir auf bewährte Unterrichtsinhalte und -methoden. Wir suchen aber auch immer wieder nach Möglichkeiten, um Kindern, Jugendlichen und nicht zuletzt auch uns neue Wege in die Physik zu erschließen: „Lernen in Bewegung“ ist eine dieser Möglichkeiten. Es geht hier um mehr und vor allem auch anderes als das Erarbeiten physikalischer Inhalte anhand von Sportbeispielen ([1], [2]). Mit dem Unterrichtskonzept „Lernen in Bewegung“ soll eben nicht nur diese eine Dimension – die Bereicherung des Unterrichts durch Beispiele aus dem Sport – erschlossen werden, sondern sechs Dimensionen:

- Physik lernen in und durch Bewegung (*lernpsychologische Dimension*),
- fächerübergreifend Sport und Physik verbinden (*inhaltliche Dimension*),
- Schülerinnen und Schüler abholen (*motivationale Dimension*),
- sich in Spiel und Bewegung begegnen (*soziale Dimension*),
- Lernfähigkeit und Gesundheit fördern (*physiologische Dimension*),

- Wege zum Wohlbefinden beschreiten (*affektive Dimension*).

Die sechs Dimensionen, die sich gegenseitig ergänzen und teilweise auch überlappen, werden auf den folgenden Seiten beschrieben und anhand von Beispielen illustriert. Während sich die ersten drei Dimensionen direkt auf das Lernen von Physik beziehen, ist der Bezug der anderen drei zum Physikunterricht indirekt. Sie sind nichtsdestotrotz äußerst wichtig, denn Klassenklima, Lernphysiologie und Wohlbefinden haben entscheidenden Einfluss auf den Unterrichtserfolg.

Es sei nicht verschwiegen, dass das Unterrichtskonzept „Lernen in Bewegung“ auch Probleme mit sich bringen kann: Zeitaufwand, Lärm und Unruhe, Verletzungsgefahren, zwar Freude am Spiel, dann aber wenig Motivation für eine physikalische Beschreibung. Wollen Sie sich auf dieses Konzept einlassen, empfiehlt es sich, mit einem Thema und einem Beispiel zu beginnen, für das Sie sich selbst begeistern können, sowie mit einer Klasse, der Sie ein solches Lernen in

Abb. 1: Neue Wege: Im Konzept „(Physik-)Lernen in Bewegung“ steckt viel mehr, als den Unterricht durch Beispiele aus dem Sport zu bereichern

Bewegung zutrauen. Auch schafft das Übertragen von Verantwortung an die Schülerinnen und Schüler eine günstige Voraussetzung für deren Identifikation mit Inhalt und Unterrichtsmethode. Die Zusammenarbeit mit einer Sportlehrkraft hilft, anfängliche Unsicherheiten leichter zu tragen, und öffnet allen Beteiligten neue Horizonte.

Der Physikunterricht kommt mit den hier vorgestellten Konzepten in doppeltem Sinn in Bewegung: Wir, d. h. Schülerinnen und Schüler, Lehrer und Lehrerinnen, bewegen uns im wörtlichen Sinn, damit begegnen wir uns zugleich, lernen und verstehen, unternehmen Schritte in Richtung Gesundheit und Wohlbefinden. Gleichzeitig geraten im übertragenen Sinn Unterricht und Schule in Bewegung ([3], [4]). Als Lehrkräfte setzen wir neue

Ideen um, erproben neue Unterrichtsinhalte und -methoden. Wir machen uns als Fachleute für das Lernen und Lehren der Physik auf den Weg.

## 1. Dimension: Physik lernen in und durch Bewegung

Diese Dimension wird bewusst als erste aufgeführt. Sie ist der Lernpsychologie zuzurechnen und wurde bisher in der Physikdidaktik kaum thematisiert. Auf ihr liegt ein besonderer Akzent dieses Themenheftes.

In der Entwicklung des Menschen vom Neugeborenen zum Erwachsenen sind Wahrnehmung, Bewegung und Lernprozesse untrennbar miteinander verbunden. Das gilt nicht nur für motorische Lernfelder, sondern ebenso für die emotionale, kognitive und soziale Handlungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter. Vester [5] unterscheidet vier Wahrnehmungskanäle, so genannte Eingangskanäle, über die Lernprozesse ausgelöst werden können:

- auditiver Input (hören und verstehen),
- visueller Input (sehen, beobachten und erkennen),
- haptischer Input (anfassen und fühlen),
- verbal-abstrakter Input (Formeln vermitteln, Begriffe erläutern).

Im Physikunterricht werden vor allem die auditiv-visuellen und verbal-abstrakten Eingangskanäle für die Wissensvermittlung benutzt.

Im bewegten Lernen soll ein weiterer Eingangskanal zum Tragen kommen: der kinästhetische Lernkanal. Unter Kinästhesie versteht die Sportwissenschaft die „Wahrnehmung der Raum-, Zeit- und Spannungsverhältnisse der Eigenbewegung über bewegungsempfindende Analysatoren“ [6]. Die Kinästhesie bereichert das Lernen, weil sie auch die rhythmische und räumliche Wahrnehmung beinhaltet.

Im Physikunterricht können Bewegung, Sport und Spiel Lernwege erschließen, die bisher meist ungenutzt blieben. Der Unterricht erhält dadurch eine neue Qualität. Die Bewegung eröffnet einen zusätzlichen Lernkanal, indem sie „Körper-Ich-Erfahrungen“ fördert. Das heißt, Schülerinnen und Schüler lernen physikalische Einwirkungen auf den Körper beobachten, einschätzen und mit physi-

## Aerodynamischer Auftrieb

### ▼ MATERIAL

- präparierter Flügel eines großen Vogels, z. B. Schwan- oder Reiherflügel aus der Biologiesammlung
- Statt eines Vogelflügels, der besonders naturnah und eindrucklich ist, kann auch der Flügel eines Modellflugzeugs, eine Platte aus Balsaholz oder ein großer Kartondeckel (mind. DIN A3) verwendet werden.

### ▼ BEWEGUNGSPHASE

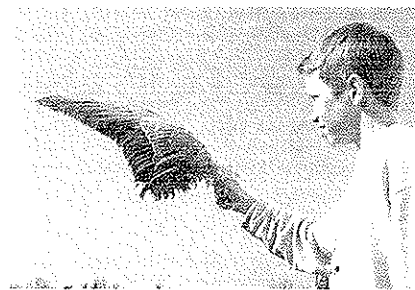
Die Lernenden halten den präparierten Flügel in der Hand (Abb. 2) und bewegen ihn mit unterschiedlichen Anstellwinkeln mal schnell, mal langsam vorwärts und spüren je nachdem einen größeren oder kleineren Auftrieb.

### ▼ ANKNÜPFUNGEN IM PHYSIKUNTERRICHT

Haben Schülerinnen und Schüler den aerodynamischen Auftrieb kinästhetisch am eigenen Leib gespürt, verstehen sich physikalische Begriffe wie Anstellwinkel, Anströmgeschwindigkeit oder Widerstandsbeiwert fast wie von selbst.

Je nach Altersstufe führen die Lernenden in einem nächsten Schritt noch quantitative Experimente zum aerodynamischen Auftrieb durch [9].

## Physiklernen in und durch Bewegung



### Aerodynamischer Auftrieb

Anstellwinkel

Anströmgeschwindigkeit

Widerstandsbeiwert

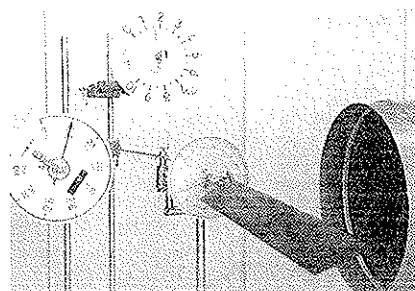


Abb. 2: Der aerodynamische Auftrieb: vom Greifen und Begreifen zu qualitativen Begriffen und quantitativen Zusammenhängen

kalischen Begriffen verbinden. Durch die selbsttätige Eigenerfahrung vertieft sich das Verständnis von Begriffen und physikalischen Zusammenhängen nach dem didaktischen Dreiklang „Greifen → Begreifen → Begriff“. Forschungsergebnisse und Erfahrungen von Kolleginnen und Kollegen mit bewegtem Lernen zeigen, dass Kinder und Jugendliche sich die Lerninhalte besser „einverleiben“ und ihr Verständnis handelnd erweitern können ([7], [8]).

Das Beispiel im Kasten oben skizziert Unterricht zum aerodynamischen Auftrieb, der diese Dimension bewegten Lernens in den Mittelpunkt stellt. Weitere Beispiele für Physiklernen mittels kinästhetischer Erfahrungen finden sich bei Mayr zum Thema Schleuderball (S. 30) sowie bei de Bruin und Labudde zum statischen und dynamischen Auftrieb beim Schwimmen (S. 10–14).

## 2. Dimension: fächerübergreifend Sport und Physik verbinden

Die inhaltliche Dimension ist uns als Physiklehrkräften wahrscheinlich die vertrauteste. Hier handelt es sich um das Thema „Physik und Sport“ in einem eng gefassten Sinn: Physikalische Begriffe, Zusammenhänge und Modelle werden anhand von Beispielen aus der Welt des Sports veranschaulicht. Fächerübergreifender Unterricht im exemplarischen Sinn: sei es als fachüberschreitender Unterricht, d. h. Lernende und Physiklehrkraft erarbeiten Sportbeispiele im Physikunterricht, oder sei es als fächerkoordinierender Unterricht, d. h. Lernende, Physik- und Sportlehrkraft arbeiten im Physik- und Sportunterricht oder in einer Projektwoche gemeinsam an einem sportphysikalischen Thema.



Abb. 3: Abstoßen, kurven und bremsen: Wie müssen die Rollerblades geneigt bzw. gestellt werden und in welche Richtung wirken welche Kräfte?

In der Literatur finden sich hierzu zahlreiche Beispiele. Wenn wir dem Titel und didaktischen Grundprinzip dieses Heftes „Lernen in Bewegung“ folgen, dann sollten die Beispiele allerdings nicht nur an der Wandtafel gerechnet, sondern konsequent im Physikunterricht durchgeführt werden. Hierzu eignen sich nicht alle Inhalte aus der Sportphysik. Müller (S. 18–23) sowie Leisinger und Stacoff (S. 24–28) beschreiben Themen, die sich die Lernenden während der Unterrichtsstunde in Bewegung erarbeiten können.

Weitere mögliche Themen sind z. B. ([1], [2], [3], [10]):

- Geschwindigkeitsmessungen beim Tennis, Handball oder Elfmeter-Schießen (s. S. 31),
- der schiefe Wurf anhand von Basketball (s. S. 15–17) oder Schleuderball,

- Reibungs-, Rückstoß- und Radialkräfte beim Inline-Skating (Abb. 3),
- gekrümmte Bahn, Radialkraft und Neigungswinkel beim Fahrradfahren,
- der Magnus-Effekt im Tischtennis oder Fußballspiel.

In den meisten Fällen müssen die Schülerinnen und Schüler die Experimente außerhalb des Physikzimmers durchführen: auf dem Pausen- oder Sportplatz, in der Eingangs- oder Turnhalle. Je nach Schulumgebung bieten sich oft noch lokal- oder regionalspezifische Möglichkeiten an:

- die schiefe Ebene anhand von Snowboard- oder Skifahren,
- Kräfte beim Klettern an einer Fels- oder Kletterwand,
- die Vektoraddition anhand des Windsurfens oder Segelns,
- die Addition von Geschwindigkeitsvektoren beim Flussschwimmen.

Welche Chancen eröffnen derartige Unterrichtsinhalte? Viele Vorteile werden bereits im Zusammenhang mit den anderen Dimensionen genannt: die Integration des Vorverständnisses, die höhere Motivation, das soziale Lernen oder der Beitrag zu Gesundheit und Wohlbefinden. Bei der inhaltlichen Dimension steht jedoch ein anderer Vorteil im Vordergrund: Beispiele aus dem Sport stellen einen Bezug zur Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen her. Physikalische Inhalte sind damit eingewurzelt im Alltag. Physikalische Begriffe und Zusammenhänge bleiben für die Lernenden nicht abstrakt und fremd, sondern werden an konkreten Beispielen erarbeitet und mit diesen verbunden. In der Pädagogik spricht man hier auch von originaler Begegnung oder authentischer Sachbegegnung. Beispiele aus Sport und Spiel dienen als Türöffner zur außerschulischen Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler, hier zu ihren Hobbys.

### 3. Dimension: Schülerinnen und Schüler abholen

Bewegtes Lernen mit Beispielen aus Sport und Spiel ist für viele Kinder und Jugendliche besonders motivierend – aus mindestens drei Gründen:

- Schülerinnen und Schüler können ihr Vorwissen einbringen, das im Bereich Sport, Spiel und Körpererfahrungen besonders ausgeprägt ist. Anknüp-

fend an das Vorwissen ist es für sie leichter, vorhandene und neue Wissensfragmente zu verbinden, zu rekonstruieren und neu zu ordnen. Ganz im Sinne der konstruktivistischen Lerntheorie [11] bauen Schülerinnen und Schüler neues Wissen auf. Sie erleben einen Kompetenzzuwachs, der ihr Selbstvertrauen und damit auch ihre Motivation in Bezug auf das Lernen und die Physik erhöht.

- Das, was Kinder und Jugendliche in unseren Unterricht mitbringen, weist nicht nur eine kognitive Komponente auf – das Vorwissen –, sondern auch eine affektive Komponente – den gefühlsmäßigen Aspekt einer Erfahrung. Viele Schülerinnen und Schüler verbinden mit Bewegung, Sport und Spiel positive Emotionen. Es macht einfach Spaß. Diese positiven Gefühle können auf die Physik ausstrahlen. Es sei an dieser Stelle allerdings ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es auch Kinder und Jugendliche gibt, die gegenüber Bewegung und Sport negative Gefühle haben. Hier bedarf es unseres pädagogischen Geschicks, des Signalisierens von Verständnis für ihre Einstellung, um auch diese Schülerinnen und Schüler in bewegtes Lernen mit einzubeziehen.
- Unterrichtsbeispiele mit Bewegung, Sport und Spiel enthalten oft Probleme und Herausforderungen, die die Ler-



Abb. 4: Jugendliche beim Basketballspiel abh

nenden ansprechen und motivieren: Kann ich völlig regungslos auf dem Wasser liegen, ohne unterzugehen (S. 11)? Wer erbringt beim Treppensteigen die größte Leistung? Wie lässt sich ein Bewegungsablauf genau aufzeichnen und analysieren? Schülerinnen und Schüler sind hier intrinsisch, durch das Problem selbst motiviert.

Ein Beispiel mag die motivationale Dimension eines Physikunterrichts in Bewegung illustrieren:

- Muckenfuß beschreibt in einer anderen Ausgabe dieser Zeitschrift detaillierte Unterrichtsvorschläge zur Veranschaulichung von Energieumsätzen [12]. Letztere werden in mehreren Lernstationen gemessen und berechnet: Hantel stemmen, Liegestütze bzw. Klimmzüge machen, Kanister hochziehen, Treppen hochrennen. All diese Experimente werden von Lachen und Fröhlichkeit begleitet, die Jugendlichen sind bei der Sache.

Christian Morgenstern sagte einmal: „Lachen und Lächeln sind Tür und Pforte, durch die viel Gutes in den Menschen hinein huschen kann.“ Möge dies auch für unsere Beispiele gelten: Das Spiel in der Gemeinschaft, verbunden mit lautem fröhlichem Lachen, oder das Lernen von etwas Neuem, verbunden mit einem stillen befriedigenden Lächeln, können der Physik Tür und Pforte öffnen: Sie huscht in Kinder und Jugendliche hinein.



(vgl. Müller, S. 15–17)

## Elektrischer Stromkreis

### ▼ BEWEGUNGSPHASE

Die Klasse steht im Kreis (Abb. 5). Jede Person (sie entspricht dem Atomrumpf eines Metallatoms) hält einen Tennisball (Elektron) in der Hand. Ein Schüler spielt den Generator und ist durch ein einfarbiges T-Shirt speziell hervorgehoben. Zudem ist der eine Ärmel mit +, der andere mit – gekennzeichnet. Dieser Schüler setzt den Elektronenfluss jeweils in Bewegung. Eine außerhalb des Kreises stehende Schülerin wirkt als „Schalter“, kann also den Stromkreis unterbrechen bzw. schließen. Bei geschlossenem Stromkreis geben alle Schülerinnen und Schüler ihren Ball jeweils in die gleiche Richtung der Nachbarperson weiter. Nirgends sollte ein Stau oder eine Lücke entstehen.

### ▼ ANKNÜPFUNGEN IM PHYSIKUNTERRICHT

Während und nach der Spielphase wird diskutiert: Was ist die Aufgabe des ge-

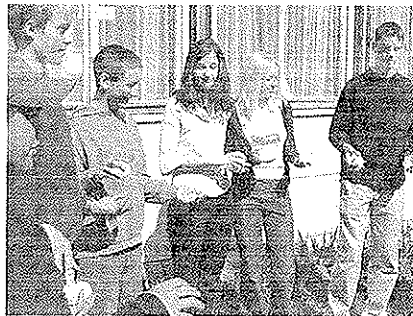


Foto: Peter Labucke

Abb. 5: Bewegungsspiele wie die Simulation eines elektrischen Stromkreises verbessern Sozialkompetenz und Unterrichtsklima

## Sich in Spiel und Bewegung begegnen

spielten bzw. eines richtigen Dynamos? Woher erhält dieser seine Energie? Wofür zahlen wir eigentlich die Stromrechnung?

### ▼ ERWEITERUNGEN

In nächsten Schritten spielen und diskutieren die Lernenden:

- *Leiter und Nichtleiter:* Wie lassen sich diese in unserem Modell darstellen?
- *Stromstärke:* Was bedeutet  $I = Q/t$  in unserer Analogie?
- *Parallelschaltung:* An einer Stelle verzweigt sich der Stromkreis, zwei Reihen von je 4–5 Personen bilden parallele Leiter. Bei der Verzweigung werden die Bälle auf die Leiter verteilt. Wann sollten die Bälle auf die beiden Leiter gleichmäßig verteilt werden, wann nicht? Wie groß ist die Stromstärke in den parallelen Leitern, in der zu- und abführenden Leitung?

### ▼ SOZIALES LERNEN

In diesem Beispiel zur Modellbildung „elektrischer Stromkreis“ müssen die Lernenden sich immer wieder absprechen und arrangieren: Wie schnell wird ein Ball weitergegeben und in welche Richtung? Wer spielt den Dynamo, wer den Schalter? Kurz: Soziales Lernen in Bewegung. Denn dieses Stromkreismodell funktioniert nur dann, wenn die Beteiligten Regeln aufstellen und einhalten, wenn sie sich aktiv engagieren und sich ihrer Aufgabe sowie Verantwortung bewusst sind.

## 4. Dimension: sich in Spiel und Bewegung begegnen

Durch die Bewegung erschließt sich der Mensch den Zugang zur Welt. Menschliche Bewegung ist ein Doppel-Medium, d. h. sie wirkt auf zwei Arten: Einerseits ist sie eine Art Werkzeug, mit dem wir die materielle und soziale Umwelt wahrnehmen. Andererseits dient uns Bewegung als Instrument der Gestaltung. Durch Bewegungen haben wir die Möglichkeit, mit anderen Menschen in Kontakt zu treten und unsere sozialen Beziehungen zu

gestalten. Das Bewegtsein vermittelt zwischen Menschen und bekommt im Miteinander einen instrumentellen Charakter. Bewegung, Sport und Spiel bringen etwas in den Physikunterricht, das andere sozial förderliche Unterrichtsformen wie Gruppenarbeiten oder Schülerexperimente weniger hineinbringen können.

Bewegen und Spielen nebeneinander, miteinander oder gegeneinander können die Sozialkompetenz der Einzelperson wie die der Klasse fördern und so zu einem positiven Lernklima beitragen:

- Die Schülerinnen und Schüler lernen, ihre Bedürfnisse, Wünsche und Ab-

## Lernfähigkeit und Gesundheit fördern

### Gleichmäßig beschleunigte Bewegung

#### AUFGABENSTELLUNG

Beim Thema „gleichmäßig beschleunigte Bewegung“ forderte ich die Jugendlichen einer neunten Klasse auf, ein Experiment zu planen und durchzuführen, mit dem sich die Beschleunigung beim Start eines 100-m-Laufes messen lässt.

#### BEWEGUNGSPHASE

Die Jugendlichen überlegten und diskutierten einige Minuten, um dann auf den Pausenplatz zu gehen. Dort maßen sie eine 30-m-Strecke ab und stoppten die Zeiten, die verschiedene Mitschülerinnen und Mitschüler vom Start bis zur 2,5-, 5-, 10-, 20- bzw. 30-m-Marke benötigten (Abb. 6).

#### ERGEBNISSE

Die Berechnung der Beschleunigung über  $a = 2s/t^2$  ergab Werte von  $3\text{--}4\text{ m/s}^2$  für die ersten 10 bzw. 20 m und etwas niedrigere Werte für die 30-m-Marke.

Die Jugendlichen zogen den richtigen Schluss, dass es sich auf den ersten 20 m um eine ungefähr gleichmäßig beschleunigte Bewegung handeln müsse und nachher die Beschleunigung abnehme. Verblüfft waren sie über ihre im Vergleich zu einem Auto oder Zug hohen Beschleunigungswerte.

Meine persönlichen Eindrücke mit dieser 20-minütigen Unterrichtssequenz auf dem Pausenplatz: Die Schülerinnen und Schüler waren an der frischen Luft, bewegten sich viel, einige sprinteten immer wieder aufs Neue, um noch höhere Beschleunigungswerte zu erzielen, sie diskutierten intensiv miteinander, lachten und fühlten sich sichtlich wohl. Ähnliche Erfahrungen schildern auch die anderen Autoren dieses Hefts.

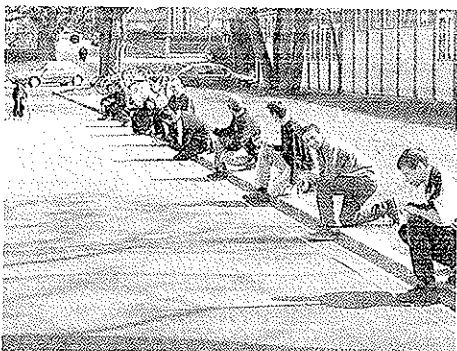


Foto: Peter Labadie

Abb. 6: Beschleunigungsmessung beim Start zum 100-m-Lauf

sichten einander mitzuteilen, Regeln zu vereinbaren und durchzusetzen.

- Spielrollen, -materialien und -räume werden verteilt und begrenzt.
- Das Verhältnis zu den Mitspielenden muss geklärt werden und erhält gleiche Bedeutung wie der Bezug zum Spielobjekt.
- Es wird eine Einsatz- und Anstrengungsbereitschaft zu Gunsten der Gruppe bzw. Klasse erwartet.
- Eigene Ideen und Wünsche müssen zu Gunsten der Spielpartnerschaft zurückgestellt werden.

So lässt sich z. B. in einem Modell der elektrische Stromkreis spielen (s. Kasten auf S. 7 und [13]). Weitere Beispiele finden sich in ([2], [14], [15]) sowie in diesem Heft auf S. 11–12 (Strömungswiderstand des Wassers; Stationen 2 und 3) oder auf S. 33–34 (ohmsches Gesetz).

Für Kinder und Jugendliche bilden Spiel und Sport wichtige soziale Handlungsfelder, in denen sie selbst tätig werden und Beziehungen aufbauen können: In der Gruppendynamik werden die Selbst- und Sozialkompetenz gefördert, die Beziehungen zwischen Lehrenden und Lernenden sowie unter den Lernenden verbessert. Dies kommt dem Physikunterricht zugute: Ein positives Lernklima schafft günstige Voraussetzungen für das individuelle und gemeinsame Lernen, für die „Ko-Konstruktion von Wissen“, wie es in der konstruktivistischen Lerntheorie heißt. Es kommt aber auch allgemein der Teamfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zugute, einer vielfach geforderten Schlüsselqualifikation.

#### 5. Dimension: Lernfähigkeit und Gesundheit fördern

Unsere „Sitzschule“ verleitet Schülerinnen und Schüler dazu, den Unterricht abzusitzen. Obwohl langes Sitzen keine optimale Lernhaltung ist, lernen Kinder und Jugendliche seit Jahrhunderten sitzend im Unterricht. Haltungsschwächen und -schäden bei vielen Kindern und Jugendlichen sind die Folge. Aber nicht nur der Bewegungsapparat leidet unter der eingeschränkten Bewegungsmöglichkeit, sondern auch die Atmung verkümmert und das Gehirn wird ungenügend mit Sauerstoff versorgt. Damit reduziert sich die geistige Leistungsfähigkeit, das Lernen wird unnötig erschwert.

Es ginge auch anders, medizinische und sportwissenschaftliche Studien zeigen dies eindeutig ([4], [8]): Schon eine geringe körperliche Belastung von 25 Watt erhöht die Hindurchblutung um 13,5 %. Ein gut durchblutetes, also mit Sauerstoff und Glukose optimal versorgtes Gehirn ist deutlich leistungsfähiger. In der Sportwissenschaft spricht man von der menschlichen Bewegung als „Aktivationsoptimierer“. Bewegung aktiviert bei einem zu niedrigen Aktivationsniveau (Müdigkeit) und deaktiviert bei einem zu hohen Aktivationsniveau (Aufregung, Panik). In Bezug auf die Leistungsfähigkeit bedeutet mehr Bewegung:

- Die Hindurchblutung und damit die physiologischen Lernvoraussetzungen werden verbessert.
- Kinder und Jugendliche sind wacher und konzentrierter bei der Sache.
- Die Gedächtnisleistungen steigen, Bekanntes wird schneller erkannt, Neues besser behalten.
- Schülerinnen und Schüler kommunizieren mehr untereinander.
- Die Lernenden fühlen sich subjektiv in der Lernsituation wohler.

In Schule und Unterricht liegt es in unserer Verantwortung als Lehrkräfte, die Sitzbelastungen abzubauen und einen regelmäßigen Ausgleich mit Bewegungs-, Begegnungs- und Entspannungspausen zu schaffen. Auch der Physikunterricht kann hier einen Beitrag leisten (siehe das **Beispiel** im Kasten links). Dabei muss der Bewegungsausgleich nicht in jedem Fall direkt mit der Physik verknüpft sein, sondern kann auch als kurze, gezielt eingesetzte Entspannungspause einen Beitrag zur momentanen Leistungsfähigkeit und langfristigen Gesundheitsförderung leisten (S. 35–37).

#### 6. Dimension: Wege zum Wohlbefinden beschreiten

Das emotionale Befinden verfügt über eine reiche „Skala“ (siehe Kasten auf S. 9) und lässt viele Variationen zu. Der eigene Leib nimmt als „Wahrnehmer“ eine besondere Stellung ein. Er ist die nächste und engste personale „Umwelt“, in der sich die individuelle Geschichte in Form- und Haltungs-, Bewegungs- und Wahrnehmungsstrukturen eingepägt hat. Die vom Leib ausgehenden Empfindungen sind für den Menschen am intensivsten

spürbar. Deshalb ist uns das leibliche Wohlergehen auch so wichtig.

Die sportive Bewegungskultur deckt viele Bedürfnisse nach Fitness, Anerkennung, Attraktivität und Eigenwirksamkeit von Jugendlichen ab. In neuen Sportlehrmitteln [16] werden sechs Sinnrichtungen des mehrdimensionalen Sportunterrichts unterschieden, die tendenziell auch für bewegtes Lernen im Physikunterricht gelten:

- gestalten und darstellen,
- erfahren und entdecken,
- dabei sein und dazu gehören,
- sich wohl und gesund fühlen,
- herausfordern und wetteifern,
- üben und leisten.

Gleichberechtigt in der Gesundheitsförderung durch Spiel und Sport und in der bewegten Schule unverzichtbar sind die Angebote der meditativen Bewegungskultur [17]. Dabei sind die Übergänge von der meditativen zur sportiven Bewegungskultur und umgekehrt fließend. Sanftes, meditatives Bewegen führt nach innen zur inneren Ruhe. Günstig für das meditative Bewegen sind Bewegungsmuster, die sich rhythmisch wiederholen und eine gewisse Monotonie beinhalten (Walken, Wandern, Skilanglaufen, Schwimmen, Rudern). Durch neurophysiologisch erklärbare Umschaltvorgänge werden meditative Erfahrungen möglich wie Wohlbefinden, Harmonie und Geborgenheit, Zuversicht und innere Ruhe.

Durch eine sportive und meditative Bewegungskultur öffnen sich Schülerinnen und Schülern Wege zum Wohlbefinden, von der „*motion*“ zur „*emotion*“ ist es nicht weit. Auch wenn bewegtes Lernen im Physikunterricht hier nur einen kleinen Beitrag leisten kann, gehört diese Dimension in unser Unterrichtskonzept. Zum Beispiel können das bewusste Spüren des Auftriebs im Wasser und das ruhige Liegen auf der Wasseroberfläche (S. 11) zum psychischen und physischen Wohlbefinden beitragen. Es liegt an uns Lehrkräften, die Unterrichtssituation so zu gestalten, dass Kinder und Jugendliche, die zunächst lärmern, plantschen und prusten, auch diesen Aspekt des Schwimmens und Schwebens spüren.

**„Keiner kann andere bewegen,  
er bewege denn sich selber“**

Setzen wir uns mit diesem Ausspruch Leonardo da Vincis in Bewegung! Als

Das (Wohl-)Befinden des Menschen lässt sich in drei Bereiche differenzieren:

- in **psychisches Befinden** wie
  - sich wohl fühlen,
  - sich freuen können,
  - sich mitteilen können,
  - sich ausgeglichen fühlen,
  - sich kompetent fühlen,
- in **physisches Befinden** wie
  - sich in seinem Körper sicher und gut fühlen,
  - sich fit und beschwerdefrei fühlen,
  - sich stark und handlungsfähig fühlen,
  - sich attraktiv und begehrenswert fühlen,
- in **soziales Befinden** wie
  - sich anerkannt und eingebunden fühlen,
  - sich verantwortlich fühlen.

Physiklehrerinnen und -lehrer können wir in Unterricht und Schule sehr Vieles in Bewegung bringen. Bewegtes Lernen stellt hier eine Möglichkeit dar, bildet einen Baustein im Unterrichtsmosaik. Es erschließt nicht nur den Lernenden neue Dimensionen, sondern auch uns Lehrpersonen: Entdecken wir mit bewegtem Lernen neue Facetten der Physik und physikalischer Lernprozesse, begegnen wir den Schülerinnen und Schülern in Bewegung und Spiel, fördern wir auch bei uns Gesundheit und Wohlbefinden!

Dass dies möglich ist, zeigen nicht nur die Beispiele in diesem Heft, sondern vor allem und an erster Stelle die unzähligen Kolleginnen und Kollegen: sie, die sich oft still, unerkannt und bescheiden immer wieder aufs Neue in Bewegung setzen.

## Literatur

- [1] Schlichting, H. J. (Hrsg.): Physik und Sport. Unterricht Physik 3 (1992), Heft 12.
- [2] Model, G. u. a.: Impulse Physik 2. Themenband Sport und Physik. Stuttgart: Klett, (erscheint Dez. 2002). ISBN 3-12-772562-0.
- [3] Bockemühl, M.: Güterwagen-Schieben. Grunderfahrungen vom Zusammenhang zwischen Kraft und Beschleunigung. In: Unterricht Physik 6 (1995), Heft 129, S. 16–17.
- [4] Klupsch-Sahlmann, R.: Bewegte Schule. Seelze: Friedrich, 2000.
- [5] Vester, F.: Denken, Lernen, Vergessen. München: dtv, 1978.
- [6] Röthig, P. (Hrsg.): Sportwissenschaftliches Lexikon. Schorndorf: Karl Hofmann, 1983, S. 187. [www.hofmann-verlag.de](http://www.hofmann-verlag.de)

- [7] Firmin, F.: Bewegter Unterricht ist lernwirksam. In: Schweizerische Lehrerzeitung 18 (1991), S. 4 ff.
- [8] Schweizerischer Verband für Sport in der Schule: Bewegtes Lernen. Schorndorf: Karl Hofmann, 2000.
- [9] Labudde, P.: Erlebniswelt Physik. Bonn: Dümmler, 1993.
- [10] Labudde, P.: Alltagsphysik in Schülerversuchen. Bonn: Dümmler, 1996.
- [11] Labudde, P.: Konstruktivismus im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Bern: Haupt, 2000.
- [12] Muckenfuß, H.: Was wird denn da gespart? In: Unterricht Physik 10 (1999), Heft 53, S. 14–18. Und: Muckenfuß, H.: Suppe kochen per Hand. In: Unterricht Physik 8 (1997), Heft 40, S. 11–13.
- [13] Labudde, P.: Gespielte Physik. In: Kircher, E.; Schneider, W. B. (Hrsg.): Physikdidaktik in der Praxis. Berlin: Springer, (im Druck).
- [14] Vornholz, D.: Rollenspiele in der Astronomie. In: Unterricht Physik 5 (1994), Heft 24, S. 12–15.
- [15] Schätz, U.: „Einführung in die Physik“: Beobachten und Messen. Ein Wahlkurs für Schülerinnen und Schüler der 6. Jahrgangsstufe. In: Unterricht Physik 11 (2000), Heft 60, S. 8–12.
- [16] Sporterziehung. Bd. 1–6. Eidg. Sportkommission 1997. Eidgenössische Materialzentrale EDMZ Bern. [www.edmz.ch](http://www.edmz.ch)
- [17] Firmin, F.: Meditatives Bewegen – ein Weg zum gesundheitsfördernden Wohlbefinden. In: Colombani, P. C.; Frey, W. O.; Wenk, C. (Hrsg.): Manuskripte zur nationalen Fachtagung Bewegung – Ernährung – Erholung (Davos 2001). Zürich: 2002.

► Prof. Dr. Peter Labudde,  
Physik-, Chemie- und Mathematiklehrer, seit 1988 als Dozent für Didaktik der Naturwissenschaften an der Universität Bern in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften tätig.

Universität Bern  
Höheres Lehramt  
Postfach  
CH – 3000 Bern 9  
[labudde@sis.unibe.ch](mailto:labudde@sis.unibe.ch)

Prof. Dr. Ferdy Firmin,  
Pädagogik-, Psychologie- und Sportlehrer, seit 1983 als Dozent für Sportpädagogik und -didaktik am Institut für Sport und Sportwissenschaft der Universität Bern in der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften tätig.

Universität Bern  
Institut für Sport und Sportwissenschaft  
Bremgartenstr. 145  
CH – 3012 Bern  
[ferdy.firmin@issw.unibe.ch](mailto:ferdy.firmin@issw.unibe.ch)