

Die physikalische Dimension des Sports

H. Joachim Schlichting

Aspektcharakter der Physik

*Wir sehen die Dinge nicht nur... von verschiedenen Seiten,
sondern auch mit anderen Augen*
Blaise Pascal

Sport hat auf den ersten Blick nichts mit Physik zu tun, nicht mehr jedenfalls als jedes andere lebensweltliche Handlungsfeld. Wenn wir sportliche Aktivitäten physikalisch betrachten wollen, so müssen wir uns ähnlichen Problemen stellen, die für die physikalische Erfassung an sich nicht physikalischer komplexer Gegenstände des Alltags typisch sind. Beispielsweise müßte man den Alltagsobjekten erst einmal einen physikalischen Aspekt abringen, bevor eine physikalische Betrachtung im üblichen Sinne einsetzen könnte.

Diesen "Umweg" meidet der Physikunterricht in der Regel: Die Schüler werden dort direkt und auf systematische Weise mit meist künstlichen, fiktiven Objekten und gereinigten Phänomenen in Verbindung gebracht, deren einziger Zweck darin besteht, einige isolierte physikalische Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten zu offenbaren. Der Versuch, die Welt durch Integration solcher Zusammenhänge und Gesetze zu rekonstruieren ist - wenn er denn überhaupt unternommen wird - zum Scheitern verurteilt. Denn ihm liegt ein unangemessenes Verständnis des Verhältnisses von physikalischem und lebensweltlichem Denken zugrunde. Die Lebenswelt ist eben kein kompliziertes physikalisches System. Sie besitzt allenfalls einen physikalischen Aspekt neben anderen. Ein Lehrer, der Ernst machen will mit der Forderung, den Schülern Hilfen zu geben, ihre wissenschaftlich technische und natürliche Welt physikalisch zu verstehen, muß sich und den Schülern erst einmal klarmachen, daß die Welt physikalisch zu erfassen, beinhaltet, sie "so zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren" [1]. Er muß Schluß machen mit der weit verbreiteten Vorstellung, die physikalische sei die eigentliche und überlegene Sehweise, die sich gewissermaßen von selbst ergebe, wenn man die Gegenstände nur genau genug, vorurteilslos und realistisch betrachte. Stattdessen muß die physikalische Sehweise als eine von vielen dargestellt und erkannt werden. Insbesondere müssen die Schüler wenigstens exemplarisch erfahren, welche Besonderheiten die physikalische Beschreibung auszeichnen, welche Vorteile (quantitative Gesetze, exakte Vorhersagen) aber auch, welche Nachteile (Absehen von erlebnishaften, sinnlichen und ästhetischen Aspekten) sie gegenüber der gewohnten mehr intuitiven Erfassung der Welt besitzt: Einerseits ermöglicht die physikalische Technik, eine Beethoven- Symphonie aus den Rillen einer Schallplatte, hervortreten zu lassen. Andererseits bleibt von dieser Symphonie, wie Einstein einmal hervorgehoben hat, physikalisch gesehen nur eine Luftdruckkurve übrig. Die beiden komplementären Aspekte der physikalischen und lebensweltlichen Sehweise hat Martin Wagenschein am Beispiel der "beiden Monde", ausdruckstark herauspräpariert [2].

Die Affinität zwischen Sport und Physik

*Jemand der nur Physik kennengelernt,
kennt auch diese nicht.*
frei nach Jean - Jacques Rousseau

Um die physikalische Sehweise auf möglichst einfache, im Physikunterricht realisierbare Weise herauszuarbeiten und einzuüben, scheinen uns neben der Behandlung von Spielen und Spielzeug [3] vor allem sportliche Aktivitäten und Gegenstände geeignet zu sein.

Einerseits muß der Sport als typisch nichtphysikalischer Bereich angesehen werden. Die Erlebnisdimension steht wie bei vielen anderen lebensweltlichen Aktivitäten im Vordergrund: Freizeiterfüllen und zweckfreies Leistungsstreben, körperliche Betätigung im spielerischen Wettkampf, die Möglichkeit zu Bewegung, körperlicher Ertüchtigung und ungezwungener Geselligkeit sind nur einige Aspekte des modernen Sports.

Andererseits läßt sich dem Sport ein physikalischer Aspekt sehr viel leichter abgewinnen als anderen lebensweltlichen Sachverhalten: Reduziert man nämlich den Sport auf seine phänomenale Dimension, so kommen vor allem Bewegungen, Bewegungsfiguren, Kräfte und Leistungen, aber auch das Beherrschende von Regeln und Techniken in den Blick. Im Sinne einer optimalen Ausgestaltung der sportlichen Betätigung entsteht das Inte-

resse an einer möglichst exakten Beschreibung und modellmäßigen Erfassung einzelner sportlicher Aktivitäten: Dabei erlangen u.a. die physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die den Bewegungen, der körperlichen Stärke und Leistungsfähigkeit sowie der Handhabung der Geräte zugrunde liegen eine besondere Bedeutung. Diese natürliche Affinität zur Physik prädestiniert den Sport in besonderer Weise dazu, unter physikalischer Perspektive betrachtet zu werden.

Die Realität ist nicht exakt

Was kann hierbei auf Maß, Zahl und Figur gebracht werden?

Georg Christoph Lichtenberg

Bei der Herausarbeitung des physikalischen Aspektes können die Schüler auf nachvollziehbare Weise erkennen, daß erst eine radikale Beschränkung des Blicks zu physikalischen Problemstellungen führt. Dabei wird beispielsweise "die Kreatur als ein Punkt betrachtet ..., die noch keinen Hintern, noch keine rechte und linke Hand hat" (Lichtenberg). Von einem die Sinne und Emotionen bewegenden Fußballspiel bleiben physikalisch z.B. nur noch die Flugbahn, die kinetische Energie oder die Impulsbilanz beim Stoß durch den Fuß des Spielers übrig; "die Angst des Torwarts vor dem Elfmeter" (Handke) reduziert sich auf einen unelastischen Stoß zwischen Ball und Torwart, den Bremsweg und die Flugzeit des Balls. Hinsichtlich des Spielausgangs steht die ernüchternde Erkenntnis, daß der Zufall dabei eine überwältigende Rolle spielt.

Diese Fragmente eines ursprünglichen lebensweltlichen Sinnzusammenhangs müssen weiter aufbereitet werden, um physikalisch "verdaubar" zu sein. So wird man - um bei dem Beispiel des Fußballspiels zu bleiben- die reale Flugbahn des Balls zunächst durch die Bahn eines in einem luftleeren Raumes fliegenden Massenpunktes zu approximieren versuchen und auf dieser Grundlage mögliche Flugweiten errechnen. Abweichungen von realen Beobachtungsdaten werden dann weiter in nichtelementare Bereiche, wie etwa der Physik des starren Körpers und der Aerodynamik führen.

Die Schüler erfahren auf diese Weise, daß die Realität nicht in einfacher und direkter Weise durch exakt lösbarre Berechnungsaufgaben beschreibbar ist, wie sie üblicherweise im Physikunterricht als "Anwendung" von einfachen Formeln herangezogen werden.

Formeln können allenfalls am Ende eines mehr oder weniger aufwendigen Elaborationsprozesses stehen, durch den zunächst qualitative physikalische Zusammenhänge aus den realen Erscheinungen abstrahiert wurden. Und selbst dann besitzen die mit Hilfe dieser Formeln durchgeführten Rechnungen meist nur den Stellenwert einer groben Abschätzung der tatsächlichen Verhältnisse. Die Bedeutung qualitativer Erörterungen, grober Abschätzungen- und seien es nur die Abschätzungen von Größenordnungen - sowie die Beschränkung auf äußerst schmale Realitätsausschnitte können auf diese Weise einsichtig gemacht werden. Indirekt lassen sich die Schüler dadurch an eine sachgerechte und realistische Einschätzung der Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Modellierungen der Realität heranführen. Sie werden darüber hinaus kritisch gemacht gegenüber der realen Bedeutung theoretischer physikalischer Beschreibungen und Modelle und gewinnen dadurch letztlich viel allgemeiner einen Eindruck von den Möglichkeiten und Grenzen physikalischer Erkenntnisse schlechthin.

Der körpereigene Maßstab

Es gibt, so scheint es, einen menschlichen Maßstab, den wir nicht verändern, sondern nur verlieren können.

Max Frisch

Lebensweltliche Erfahrungen stellen in den meisten Fällen eine in die Lebenspraxis verwobene Einheit aus gefühlsmäßigen, motorischen und intellektuellen Anteilen dar. Demgegenüber bleiben die Erfahrungen der Schüler im Physikunterricht in der Regel auf abstrakte Begriffe und Zusammenhänge beschränkt. Da die Schüler mit solchen Erfahrungen häufig nichts verbindet, sind Lernschwierigkeiten vorprogrammiert. Die allenthalben beklagte Unbeliebtheit des Physikunterrichts hat hier eine ihrer wesentlichen Ursachen.

Indem sportliche Aktivitäten auch den eigenen Körper betreffen können, bieten sie die Möglichkeit, die physikalischen Beschreibungen und Modellierungen mit entsprechenden motorischen, sinnlichen und gefühlsmäßigen Erfahrungen zu unterfüttern: Indem ich beispielsweise eine Sprung von 40 cm Höhe aus dem Stand mache, "weiß" ich auch körperlich und gefühlsmäßig, was es heißt, meine Beinmuskeln eine Kraftausübung von - sagen wir - 280 Newton ausüben zu lassen. Oder wenn ich mit dem Fahrrad mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h fahre und dies über einen Zeitraum von mehreren Stunden durchhalte, gewinne ich gewissermaßen einen

körperlichen Eindruck davon, was die Ausübung einer Dauerleistung von 75 Watt bedeutet, die für eine normale Glühlampe "eine der leichtesten Übungen" zu sein scheint. Aber auch extremere Erfahrungen, wie das "Durchleiden" eines Loopings in einer Achterbahn, die schrittweise, häufig im synergetischen Zusammenspiel mit anderen Menschen erfolgende "Erarbeitung" des Überschlags einer Jahrmarktsschaukel oder das Auskosten von Turnübungen auf der Matte oder am Reck geben so etwas wie einen erlebnishaften Kontext für ansonsten abstrakte physikalische Sachverhalte ab und können die Schüler mit einer Art körpereigenen Maßstab zur "Beurteilung" physikalischer Zusammenhänge ausstatten. In vielen Fällen ist dieser Maßstab noch über die ursprünglichen Erlebnisse hinaus extrapolierbar und erlaubt, sich auch mit solchen physikalischen Abläufen in "körperliche" Beziehung zu setzen, die nicht direkt erlebbar sind. Beispielsweise erlaubt mir die soeben erwähnte Erfahrung des Fahrradfahrens, ein "Gefühl" für die Energieverschwendungen im Haushalt zu entwickeln: Mit 20 km/h Rad zu fahren ist energetisch gerade so viel wert, wie eine zu den kleineren Verbrauchern des Haushalts zählende Glühlampe von 75 Watt Leistung leuchten zu lassen. Angesichts dieses Vergleichs spüren die Schüler, daß in dieser Hinsicht der alltägliche Energieverbrauch das menschliche Maß überschreitet.

Solche "persönlichen" Beziehungen zu physikalischen Sachverhalten tragen zwar nichts zur Wissenschaft Physik bei. Sie vermögen aber die Freude an der Physik zu fördern, ein tieferes Verständnis für physikalische Vorgänge zu entwickeln und eine realistischere Einschätzung der Bedeutung der Physik auch über den sportlichen Bereich hinaus zu begünstigen. Darüber hinaus kann die lerntheoretische Erkenntnis, daß solche Sachverhalte besser behalten werden, die von erlebnishaften Vorgängen begleitet sind, unmittelbar ausgenutzt werden.

Die Eigenwertigkeit des intuitiven Erkennens

Unser Körper gehört uns etwas weniger, als wir ihm angehören...

Paul Valery

Ein jeder weiß aus Erfahrung, daß eine sportliche Übung, beispielsweise ein Unterschwung am Reck oder das Fahrradfahren nicht am Schreibtisch erlernt werden kann. Obwohl es sich bei diesen Verrichtungen um rein physische analytische Beschreibung nicht aus, die Vorgänge so zu erfassen, daß sie sich in entsprechende Verhaltensweisen des Körpers "übersetzen" ließen. Umgekehrt wirken jene Personen, die den Unterschwung oder das Radfahren beherrschen, meist ziemlich hilflos, wenn sie ihr körperliches Verhalten in Worte fassen oder gar in physikalischen Begriffen ausdrücken sollten. Befragt man einen Radfahrer, wie er das Gleichgewicht beim Radfahren aufrechterhält, wenn das Fahrrad nach links umzukippen droht, so wird er (eigenen Befragungen zufolge) in der Regel antworten, durch Gegensteuern, also durch eine Drehung des Lenkers nach rechts. Diese zwar plausibel erscheinende Reaktion ist grundverkehrt. Sie würde unweigerlich zum Sturz des Radlers führen. In Wirklichkeit ist der menschliche Körper "intelligenter" als wir denken. Selbst Anfänger reagieren meist intuitiv korrekt. Ihnen mangelt es lediglich an einer Perfektionierung des subtilen Zusammenspiels zwischen Sportgerät und eigenem Körper.

Manchmal beobachtet man, daß verbale Beschreibungen, durch die man das Erlernen sportlicher Übungen vereinfachen möchte, genau das Gegenteil bewirken. Indem die Schüler die Inkommensurabilität zwischen intuitivem und analytischem, z.B. physikalischem, Lernen und Wissen aufgrund sportlicher Aktivitäten am eigenen Körper erleben, können sie erkennen, daß

- es verschiedene Akte gibt, die zu unterschiedlichen Arten des Bekanntwerdens mit einem Gegenstand führen und
- die Intuition keine Äquivalente in der analytischen Anstrengung hat, mithin eigentlich nicht in rationale Kriterien übersetzt werden kann [4].

Auf diese Weise erfahren die Schüler, daß es Wahrheiten gibt, die außerhalb des physikalischen, ja sogar des sprachlichen Bereichs liegen. Eine solche Erfahrung kann eine sinnvolle Ergänzung unseres durch die naturwissenschaftliche Form der Rationalität geprägten Denkens darstellen.

Der große Reiz der für viele Menschen von sportlichen Übungen und Spielen ausgeht, dürfte zu einem wesentlichen Teil in diesen körpereigenen "Erfahrungen" begründet sein, die sich jedem analytischen Zugang zu verschließen scheinen.

Erst wenn eine sportliche Übung intuitiv beherrscht wird, können aus physikalischen Modellierungen gewonnte Ergebnisse (z.B. im Sinne der Optimierung des sportlichen Wettbewerbsziels) bewußt zu einer entsprechenden Modifikation des sportlichen Tuns herangezogen werden. Darin besteht eine der wesentlichen Motivationen für physikalische Untersuchungen im Rahmen der Sportwissenschaften.

Das Interesse für Sport färbt auf die Physik ab

*Wer ein Phänomen vor Augen hat, denkt schon oft darüber hinaus;
wer nur davon erzählen hört, denkt gar nicht.*

Johann Wolfgang von Goethe

Schließlich sollte nicht unerwähnt bleiben, daß von der Behandlung sportlicher Themen im Physikunterricht eine große Motivation ausgeht. Wir haben im Unterricht beobachten können, daß in einem nicht unerheblichen Maße die Beliebtheit des Sports bei einem Großteil der Schüler in den Physikunterricht hinzübergerettet werden konnte. Insbesondere zeigten solche Schüler, die sich für Sport aber nicht für Physik interessierten, plötzlich ein großes Engagement an der physikalischen Beschreibung sportlicher Aktivitäten. Ja, der Unterricht wirkte teilweise sogar über den schulischen Rahmen hinaus. Beispielsweise hatten einige Schüler die Messungen, die im Unterricht am Beispiel des Fahrradfahrens und Laufens vorgenommen wurden, außerhalb der Schule fortgesetzt und ihre daraus gewonnenen Erfahrungen mit großem Engagement in den nachfolgenden Schulstunden eingebracht.

Zusammenfassung

Ziel dieser Ausführungen war es, auf die Bedeutung des Sports für den Physikunterricht hinzuweisen. Dabei sind wir zu folgenden Ergebnissen gelangt:

- Sport wird wie andere Teilbereiche der Lebenswelt zunächst nicht als physikalische Angelegenheit angesehen. Der physikalische Aspekt muß ihm erst abgerungen werden.
- Sport hat mit Bewegungen, Kräften, Energieumwandlungen, Gleichgewichtsverhalten, u.ä. zu tun und besitzt mithin eine gewisse Affinität zur Physik.
- Sport kann daher als Handlungsfeld angesehen werden, das sich zur Herausarbeitung des physikalischen Aspektes in besonderer Weise eignet. Angesichts der Tatsache, daß solche Aktivitäten im normalen Physikunterricht kaum stattfinden, kann dieser Gesichtspunkt in seiner Bedeutung nicht hoch genug eingeschätzt werden.
- Sportliche Abläufe sind komplex und von teilweise nur grob einschätzbar Faktoren abhängig. Ihre physikalische Erfassung erfordert ein qualitatives Verständnis der Vorgänge, um geeignete Modellvorstellungen zu entwickeln: Dabei erweisen sich qualitative, halbquantitative Abschätzungen sowie Abschätzungen von Größenordnungen als wesentlich und können zu einer gehaltvollen Bereicherung des herkömmlichen Physikunterrichts führen.

Literatur

- [1] Weizsäcker, C.F.v.: Die Tragweite der Wissenschaft. Stuttgart: Hirzel 1966.
- [2] Wagenschein, M.: Die beiden Monde. Scheidewege 4, 463 (1979).
- [3] Schlichting, H.J.: Spielzeug im Physikunterricht. Zur Veröffentlichung.
- [4] Kolakowski, L.: Henri Bergson. München: Piper 1985.