

Usain Bolt – Der schnellste Mensch der Welt Entwicklung einer kontextstrukturierten Unterrichtseinheit

P. Gabriel*, U. Backhaus*

*Fakultät für Physik, Universität Duisburg-Essen, patrik.gabriel@uni-due.de, udo.backhaus@uni-due.de

Kurzfassung

Die Forderung kontextorientiert zu unterrichten stellt Lehrerinnen und Lehrer vor die Frage, was diese Art zu unterrichten ausmacht. Aufbauend auf einer literaturbasierten Analyse des breiten Spektrums bisher entwickelter Konzepte wird ein Modell synthetisiert, mit welchem kontextorientierter Physikunterricht differenziert beschrieben werden kann. Innerhalb dieses Spektrums wurde das Konstrukt der Kontextstrukturierung noch selten konsequent entwickelt und im Schulalltag erprobt. Als exemplarische Umsetzung wurde eine Einheit didaktisch rekonstruiert, in der die Weltrekorde von Usain Bolt Ausgangspunkt und Ziel physikalischer Untersuchungen darstellen. Im Zentrum des Artikels stehen die ersten Erfahrungen aus der konkreten praktischen Umsetzung. Als Ausblick wird diskutiert, wie diese Erfahrungen genutzt werden können, um Lehrerinnen und Lehrer bei der Planung und Durchführung solcher Vorhaben zu unterstützen.

1. Einleitung

Die Forderung, kontextorientiert zu unterrichten, folgt einer langen Tradition und hat sich vor einigen Jahren in fast allen Curricula Deutschlands niedergeschlagen. Aus den Schwierigkeiten, dieser Forderung nachzukommen, ist das Problembewusstsein für diese Arbeit entstanden. Die damit einhergehende Skepsis der Lehrerinnen und Lehrer im Hinblick auf die dahinter stehenden Veränderungen des Physikunterrichts (vgl. [23]) wird verstärkt durch die Vielzahl unterschiedlicher Konzepte, die mit dem Label „Physik im Kontext“ versehen sind.

Von den unterschiedlichen Vorstellungen und Hoffnungen, die mit dem Kontextgedanken verfolgt werden, wird in diesem Artikel ein differenzierter Blick auf das Konzept der *Kontextorientierung* entwickelt. Darauf aufbauend konzentrieren wir uns auf das Konzept der *Kontextstrukturierung*, bei dem die Erschließung eines Kontexts Ausgangspunkt und Ziel des Unterrichts darstellt. Dazu wurde exemplarisch eine kontextstrukturierte Unterrichtseinheit zum Thema „Usain Bolt – der schnellste Mann der Welt“ entwickelt und im Unterricht erprobt. Darüber soll hier berichtet und damit der Versuch unternommen werden, zur Entwicklung kontextstrukturierter Unterrichtseinheiten anzuregen.

Als Ausblick werden Möglichkeiten diskutiert, wie eine solche Einheit in den Unterricht gelangen und (in Kooperation mit aktiven LehrerInnen) weiterentwickelt werden kann.

2. Was bedeuten Kontexte für den Unterricht und wie kann man diesen dadurch verbessern?

In nahezu allen Bundesländern werden Lehrer mit der Aufgabe konfrontiert kontextorientiert zu unterrichten. Doch wie ist diese Aufgabe zu verstehen? Der Containerbegriff Kontext ist sehr abstrakt und lässt aufgrund des weiten Interpretationsspielraums kein Konzept eines konkreten Unterrichts erkennen.

Als kleinster gemeinsamer Nenner wird unter kontextorientiertem Unterricht häufig lediglich die Einbeziehung der Lebenswelt bei der Vermittlung von Wissenschaft genannt, die dann (hoffentlich) motivierend auf die Schülerinnen und Schüler (SchülerInnen) wirkt. Dass diese Einbeziehung nicht banal und ein so verstandener Unterricht nicht selbstverständlich sind, wurde im deutschsprachigen Diskurs erstmals von Muckenfuß stichhaltig aufgedeckt und kritisiert. Den Physikunterricht vom „Modus des Physiktreibens“ und dem „synthetischen Charakter“ zu befreien, sind seither zentrale Ziele fachdidaktischer Bestrebungen [22].

Im englischsprachigen Diskurs hat die Verwendung von in diesem Sinne verstandenen Kontexten in der Didaktik der Naturwissenschaften schon eine lange Forschungstradition. Entsprechende Bestrebungen sind seit den frühen 70er Jahren im Zusammenhang mit STS- (science-technology-sociology) und context-based-Ansätzen diskutiert und fortentwickelt worden (vgl. [1], [2], [4]&[11]).

Während international zum neuen Jahrtausend die vielen Kontextprojekte in Form einer Metaanalyse von Bennett et. al. gesichtet und schematisiert wurden, blieb der Diskurs in der deutschsprachigen Community – auch und gerade für den Physikunterricht – weitgehend aus, sodass sowohl die großen Kontextprojekte ([6], [8] & [26]) als auch die Curriculumsentwicklung (z. B. [15]) differenzierte Ansätze und eine klare theoretische Fundierung vermissen lassen. Erst die Arbeit von Dennis Nawrath [23] stellt den englischsprachigen Diskurs in Deutschland zur Diskussion und differenziert Kontextansätze und Forschungsergebnisse auf einer Metaebene.

Die fachdidaktische Forschung gibt Hinweise darauf, dass in beiden Kultursphären viele LehrerInnen kein klares Verständnis davon haben, was unter dem Begriff Kontext zu verstehen ist. Deshalb birgt die in ganz Deutschland angeregte Implementation von Kontexten für die Unter- und Mittelstufe durch die

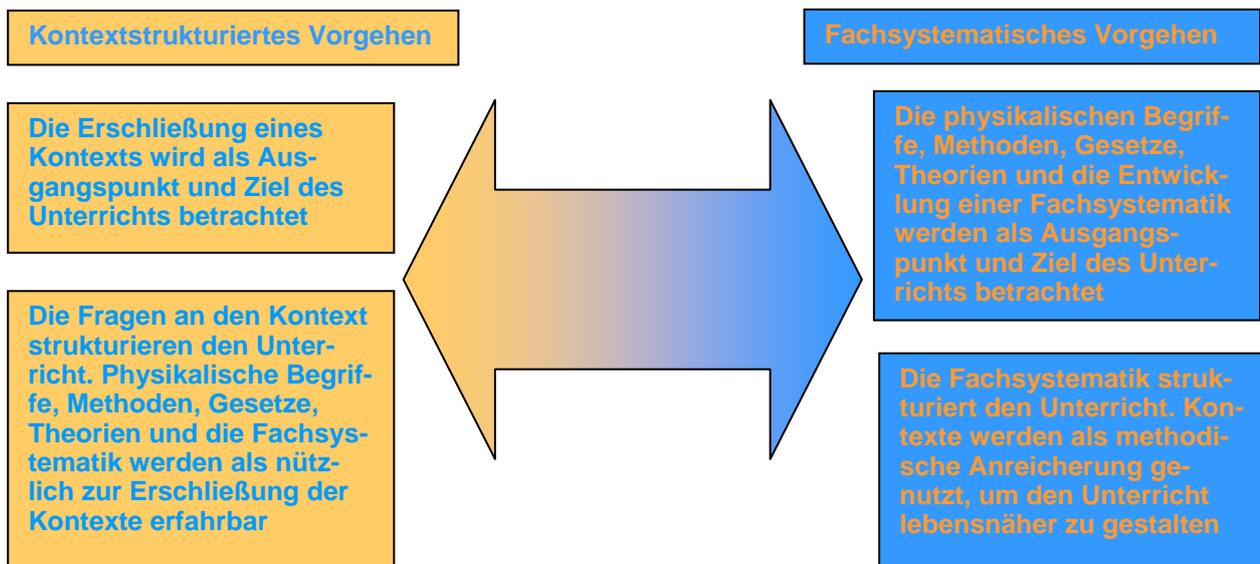


Abbildung 1: Modell zur Beschreibung von Kontextorientiertem Unterricht

KMK [16], die in NRW sogar zu einer Verpflichtung auf einen konkreten Kanon von Kontexten geführt hat [15], die Gefahr, dass bei den Lehrpersonen Unsicherheiten, Willkür und Frustration entstehen, die den Zielen, die mit kontextorientiertem Unterricht verfolgt werden, zuwider laufen. Die unkonkreten Vorstellungen können darüber hinaus zu einer Verstärkung der Tendenz führen, an einem traditionellen, fachsystematisch geprägten Physikunterricht festzuhalten. Zumindest legen Studien im englisch- [31] und deutschsprachigen [13] Raum nahe, dass bei einem Großteil der Lehrpersonen kontextorientiertes Unterrichten nicht nachhaltig in die gängige Praxis übernommen wird.

Durch die Verankerung von Kontexten in den Lehrplänen sehen wir dennoch eine Chance, positiven Einfluss auf den Physikunterricht zu nehmen.

Die Misserfolgsbilanz für den deutschen Physikunterricht, die sich aus der IPN-Studie von 1996 [13] ergibt und die sich vor allem in dem Abfall des Interesses der SchülerInnen im Laufe ihrer Schullaufbahn bei gleichzeitig zunehmender Überzeugung von der Bedeutung der Physik für das menschliche Leben zeigt, bildete für Muckenfuß den Anstoß für seine Vorschläge zur Kontextorientierung. Spätestens seither wird darin auch in Deutschland eine Chance gesehen, das Interesse an Physikunterricht zu vergrößern.

Aus einer Analyse von diversen Großprojekten hat Schmit [28] acht Funktionen extrahiert, die Kontexte im Physikunterricht übernehmen können. Die Interessens- und Motivationssteigerung kann dabei als fundamental betrachtet werden. Kontextorientierter Unterricht wird aus motivationspsychologischer Sicht in vielerlei Hinsicht als aussichtsreich bewertet. In der Literatur wird häufig die Motivationssteigerung hervorgehoben, die damit zusammen hängt, dass den SchülerInnen die Relevanz des Lernens für das alltägliche Leben bewusst gemacht wird (vgl. z.B. [2]). Für die Ausrichtung des Kontexts an den Interessen der SchülerInnen kann man sich aus fach-

didaktischer Sicht bisher lediglich an den Ergebnissen der IPN-Interessensstudie [13] und der ROSE-Studie [12] orientieren. Einen interessanten Kontext zu finden ist dabei nur eine Seite des Problems. Die eigentliche Aufgabe besteht darin, diesen motivierend in den Unterricht einzubringen.

Für die Planung eigenen Physikunterrichts kann man ihn in Anlehnung an Arbeiten von Holman [11], Aikenhead [1] und später auch Nawrath [23] zunächst hinsichtlich der Nutzung von Kontexten in einem eindimensionalen Spektrum verorten (siehe Abb. 1). Am rechten Ende dieses Spektrums steht der klassische fachsystematische Unterricht, der sich im Zuge der Systematisierung der Naturwissenschaften international herausgebildet hat und der vornehmlich dem Ziel dient, die Fachsystematik zu entwickeln und den SchülerInnen Inhalt für Inhalt näher zu bringen.

Am anderen Rand des Spektrums steht die Erschließung des Kontexts im Mittelpunkt. Fragen an den Kontext dienen dort als Ausgangspunkt, und deren Beantwortung ist das zentrale Ziel des Unterrichts. Die Vermittlung der Fachsystematik tritt dagegen in den Hintergrund.

Das Plädoyer von Muckenfuß, den „Sinnegehalt physikalischer Begriffe und Gesetze erst aus der Anwendung auf einen konkreten, bedeutungsvollen Sachverhalt“ erwachsen zu lassen ([22], S.144), lässt erkennen, dass seine Konzeption von Sinnstiftung und Strukturierung (noch) stark fachsystematisch geprägt ist. Im Sinne der Kontextstrukturierung müsste man den Satz eher so umformulieren: Aus der Auseinandersetzung mit einem konkreten, bedeutungsvollen Sachverhalt erwächst die Motivation, ja die Notwendigkeit, physikalische Begriffe und Gesetze zu entwickeln.

Dabei werden ausschließlich Inhaltsfelder thematisiert, die zur Erschließung des Kontexts von Interesse sind. Die didaktische Rekonstruktion solcher Unterrichtsvorhaben rückt somit die SchülerInnen stärker in den Fokus.

Zur Verortung des Unterrichts in dem durch das Spektrum veranschaulichten Spannungsfeld muss man sich als Lehrer und auch als Didaktiker bewusst machen, welche übergeordneten Ziele man mit der Reihe akzentuieren will. Beim *fachsystematischen* Vorgehen stehen fachimmanente Ziele und die Entwicklung der Fachsystematik im Mittelpunkt. Durch diesen Unterricht wird die Qualifizierungsfunktion von Schule im Sinne der Propädeutik für wissenschaftliche Studienfächer und Berufsausbildungen stärker betont.

Durch *kontextstrukturiertes* Vorgehen, bei dem, Wissen über einen lebensnahen Kontext erschlossen und Methoden zur Begegnung mit lebensweltlichen Fragen erarbeitet werden, wird der Schwerpunkt dagegen eher auf die Orientierungsfunktion gelegt. Das geht mit einer humanistischen Perspektive auf Bildung einher, die den Auftrag der Sozialisation und Menschenbildung durch Schule als übergeordnetes Ziel ernst nimmt, wie es im Grundgesetz, allen Schulgesetzen und in den Curricula formuliert ist.

Betrachtet man die Forschungslage, so bleiben die Konzepte der Kontextorientierung in dieser Hinsicht in der Regel unscharf: Kontexte werden tendenziell lediglich als methodische Anreicherung, nur selten, und dann nur in Ansätzen, auch zur Strukturierung und Sinnstiftung genutzt.

Die fachsystematisch orientierte, auf Qualifizierung ausgerichtete Seite ist klassischer Schulalltag. Deshalb gibt es zu solch traditionellen, mit Kontexten geschmückten Konzepten diverse Good-Practice-Unterrichtsentwürfe, die in Studien mehr oder weniger ausgiebig untersucht wurden. Versuche aber, die eher auf der anderen Seite des Spektrums zu verorten sind, wurden noch selten systematisch entwickelt und untersucht.

3. Was ist unter „kontextstrukturiertem Physikunterricht“ zu verstehen?

Die Innovation von kontextorientiertem Unterricht wird weniger in der methodischen Anreicherung des klassischen naturwissenschaftlichen Unterrichts mit beispielhaften Alltagsbezügen gesehen, als vielmehr in den sinn- und strukturgebenden Funktionen von Kontexten für den Unterricht. Der Lernprozess wird hier nicht um seiner selbst willen initiiert und vorangetrieben, sondern von den SchülerInnen durch die Auseinandersetzung mit einem Kontext getragen.

Im Zentrum der Unterrichtstätigkeit steht das Lernen mit und über den Kontext. Einzelaspekte des gewählten Kontextbereichs bestimmen die Strukturierung des Unterrichts. Die Untergliederung in Sinn-einheiten (Elementarisierung) wird stärker von den Schülerfragen zum Kontext und weniger von der Sache ausgehend vollzogen.

Ziel ist es, durch den Bezug zu gesellschaftlichen Problemen, Anwendungen, Technik- oder Alltagssituationen Lernprozesse anzuregen, nachhaltig zu unterstützen und dabei auch die gelernten fachlichen Inhalte zu festigen. Physikalische Begriffe, Gesetze und Theorien werden bei der Behandlung konkreter Problemstellungen mitgelernt, und zwar in der

Form, dass sie als nützliche Hilfen zur Lösung beitragen.

Aufbauend auf einer konstruktivistischen Sicht auf das Lernen haben wir in Anlehnung an das Handlungsorientierte Unterrichtskonzept nach Meyer (z.B. [7]), der Basismodelltheorie nach Oser [25], Ansätze der Situierung [19] und des forschend-entwickelnden / problemlösenden Unterrichts [30] für diese Kontextstrukturierung ein Modell für die Strukturierung von Reihen abgeleitet (Abb. 2)¹.

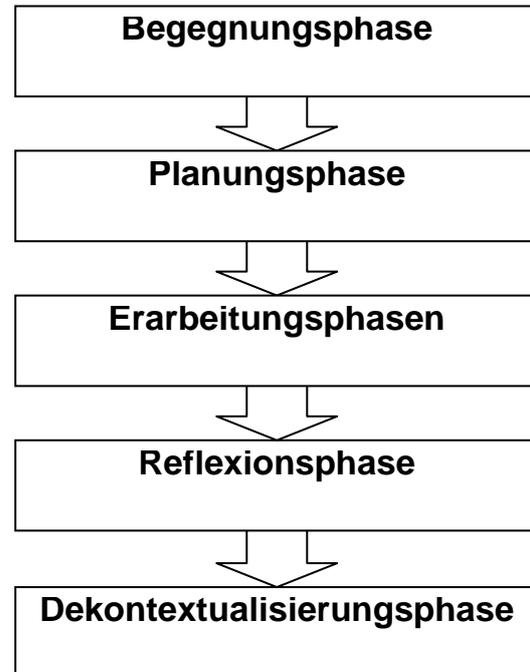


Abbildung 2 Strukturierungsmodell für kontextstrukturierte Vorhaben

Bei einem problemorientierten Vorgehen, das in der hier vorgestellten Kontextstrukturierung mit angelegt ist, muss eine Frage bzw. kognitive Barriere herausgearbeitet werden, für deren Beantwortung bzw. Überwindung keine Routine existiert [25]. Die *Begegnungsphase* dient dazu, das Problem zu generieren, bewusst zu machen und evtl. erste Lösungsstrategien zu entwerfen. In der *Planungsphase* müssen die Probleme präzisiert, selektiert, geordnet und ein Weg skizziert werden, auf dem man sich der Lösung des Problems nähern kann. Dieser Weg kann in der Regel in verschiedene *Erarbeitungsphasen* untergliedert werden, welche nach Lernzielen systematisiert und mit Hilfe der Basismodelltheorie strukturiert werden können.

Während beim fachsystematischen Vorgehen Phasen der Konzeptbildung [25] für sich stehen können, sind diese beim kontextstrukturierten Vorgehen nur innerhalb eines Problemlöseprozesses denkbar. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich innerhalb des Problemlösungsprozesses auf natürliche und im Muckenfuß'schen Verständnis sinnstiftende Art auch Phasen

¹ Auf die Theorie hinter diesem eklektizistisch anmutendem Modell kann hier nicht näher eingegangen werden.

der Konzeptbildung ergeben, in denen Begriffe und Prinzipien entwickelt werden können.

Am Ende des Vorhabens muss der Lernprozess reflektiert werden, das heißt, die Strategie, die zur Lösung geführt hat, muss explizit gemacht werden (*Reflexionsphase*). Im Idealfall sollte diese Strategie dann in anderen Zusammenhängen angewendet werden (*Dekontextualisierungsphase*).

Das Modell ist an die in den Großprojekten entstandenen Modelle ([6], [8] & [26]) angelehnt, wurde jedoch speziell für die Reihenplanung von Kontextstrukturiertem Physikunterricht rekonstruiert.

Als exemplarische Umsetzung für eine Kontextstrukturierung im hier entwickelten Sinne wurde eine Einheit erprobt, in der die Weltrekorde von Usain Bolt Ausgangspunkt und Ziel physikalischer Untersuchungen darstellen.

4. Usain Bolt – der schnellste Mensch der Welt. Erste Erfahrungen mit kontextstrukturiertem Unterricht



Abbildung 3: Zieleinlauf von Usain Bolt beim 100m-Sprint-Finale in Peking 2008 [22]

Die Entscheidung für diesen Kontext ist einerseits gefallen, weil enorm viel Material zu diesem medienwirksamen Superstar bereit steht. Nach den bisherigen Leistungen ist außerdem davon auszugehen, dass Usain Bolt auch weiterhin aktuell bleiben wird. Hinzu kommt, dass dieser Kontext in einem von den Studien zur Interessenslage günstigen Bereich liegt². Dabei sollten bei diesem ersten Versuch die fachlichen Inhalte und Methoden nicht zu komplex sein, um Beobachtungs- und Reflexionsschwerpunkte auf die methodische Ausgestaltung des Unterrichts legen zu können.

Die Unterrichtsreihe wurde bisher in fünf achten Klassen von einem der Autoren (Gabriel) erprobt. Die Unterrichtsbesuche wurden videografiert, um

² Bei Untersuchungen zu Interesse und Motivation werden die einzelnen Faktoren bisher unabhängig vom Unterricht untersucht. Ob ein Unterricht zu einer bestimmten Thematik für SuS als interessant wahrgenommen wird, ist jedoch auch von vielen anderen Faktoren abhängig, die sicher in einem komplexen Wirkungsverhältnis zueinander stehen (Methodik, Klassenklima, Selbstkonzept des Lehrkörpers...).

die Reflexion über die Stunde zu erleichtern. Zusätzlich konnte der hospitierende Fachlehrer das Konzept einer kritischen Überprüfung unterwerfen.

Vor der ersten Erprobung wurde das Material aus dem Internet, Zeitungen und Videos gesichtet und kategorisiert. Im Austausch mit Kollegen wurde dann auf der Basis fachdidaktischer Literatur zu den Bereichen Kinematik und Mechanik ein erstes grobes Konzept im Sinne einer „didaktischen Rekonstruktion“ entwickelt (vgl. z. B. [21]). Dabei wurden verschiedene Fragestellungen antizipiert und untersucht, welche Experimente und Messmethoden sich zu ihrer Beantwortung eignen (siehe [3]). Die von Lehrplänen geforderte und in Schulbüchern obligatorisch thematisierte Unterscheidung zwischen Bewegungen mit konstanter Geschwindigkeit und mit konstanter Beschleunigung erwies sich dabei als zu fachsystematisch gedacht und zu weit weg von den Fragen der SchülerInnen.

Um den linken Bereich des Spektrums (Abb. 1) genauer zu untersuchen, wurde versucht, so nah wie möglich am Kontext zu bleiben und die Fragen der SchülerInnen in den Mittelpunkt zu stellen.

Mit Hilfe des heuristischen Modells zur Reihenplanung (Abb. 2) konnte ein grober Verlauf der Reihe vorab abgesteckt werden, der sich durch mehrmalige Erprobung zu folgendem Strukturmodell entwickelt hat (Abb. 4).

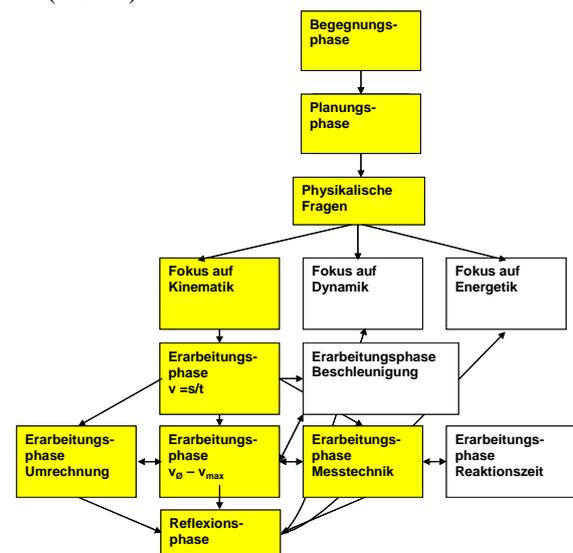


Abbildung 4: Sachstrukturmodell des Unterrichts

Der gelb hervorgehobene Gang deckt den Kern der bisher erprobten Unterrichtstätigkeit ab, welcher im Folgenden genauer geschildert wird.

In der Begegnungsphase werden den SchülerInnen ein bis zwei Videos von Bolts ersten bahnbrechenden Rekorden bei der Olympiade 2008 vorgeführt. Entscheidend in dieser Phase ist, dass die SchülerInnen die Atmosphäre des 100m Sprints und die unglaubliche Leistung dieses Ausnahmetalents wahrnehmen (Situierung). Daraufhin werden die SchülerInnen aufgefordert, Fragen zu diesem Ereignis zu



Abbildung 5: Exemplarische Schülerfragen

sammeln, denen sie in den folgenden Stunden des Physikunterrichts nachgehen möchten.

Damit sich die SchülerInnen intensiver mit dem Kontext beschäftigen, hat sich eine Think-Pair-Share-Methode zur Problemgenerierung bewährt (z. B. [5]). Zunächst soll hier jeder Schüler für sich mindestens zwei Fragen schriftlich formulieren. Im zweiten Schritt diskutieren die SchülerInnen zu zweit über ihre Fragen, beantworten diese wenn möglich und entscheiden sich abschließend für eine besonders interessante Frage. In einem letzten Schritt schließen sich zwei Paare zusammen und einigen sich auf eine für sie zentrale Frage, die sie auf einem Plakat festhalten. Durch diese Methode werden redundante Schülerfragen herausgefiltert, die Kommunikation angeregt und die Zielrichtung der Fragen auf das für sie Wesentliche kanalisiert und spezifiziert. Ein typisches Ergebnis dieser Phase ist in Abb. 5 zu sehen. Im Anhang wird ein Überblick über die bisher gefundenen Schülerfragen gegeben (siehe Anhang 9.). Auf den ersten Blick fällt auf, dass der Kontext viele Fragen mit sich bringt, die sehr gut in den Physikunterricht passen.

Aufgrund der Lehrplanvorgaben für die Gymnasien in NRW und der schulinternen Curricula mit den geforderten fachlichen Inhaltsfeldern Kinematik und Mechanik in der achten Klasse konnte bisher nur eine relative inhaltliche Offenheit umgesetzt werden, bei der der Fokus eindeutig auf physikalischen – größtenteils kinematischen – Betrachtungen lag.

Die Abgrenzung des physikalischen Herangehens von anderen Sichtweisen ist zentraler Unterrichtsgegenstand der anschließenden Planungsphase. Die Erarbeitung der Fragedimensionen verschiedener naturwissenschaftlicher Domänen und deren Abgrenzung können hier entwickelt werden, um „Physik als einen spezifischen und begrenzten Aspekt menschlicher Naturbegegnung zu vermitteln“ ([22],

S. 191). Eine physikspezifische Herangehensweise wird im folgenden Unterricht anhand der formulierten Fragen exemplarisch entwickelt. Dafür müssen physikalische Fragen identifiziert und die Reihenfolge der Herangehensweise geklärt werden. Neben der Häufigkeit der Nennung dient auch die Fachsystematik als Strukturierungskriterium.

Bisher wurden im Schwerpunkt der folgenden Erarbeitungsphasen kinematische Fragen angegangen. Da immer die meisten Fragen zur Geschwindigkeit gestellt wurden, liegt diese Schwerpunktlegung nahe. Außerdem kann man den SchülerInnen durch Zeitungsüberschriften³ deutlich machen, dass auch der Rest der Welt Fragen in diese Richtung stellt.

Holt man von den SchülerInnen Abschätzungen und Hypothesen zur Geschwindigkeit von Usain Bolt ein, hat man eine gute Arbeitsgrundlage, um Erkenntnisgewinnungsprozesse anzustoßen. Die einzelnen sich daran anschließenden bisher erprobten Erarbeitungsphasen sind dem Diagramm zu entnehmen (Abb. 4). Um einer Antwort auf die Fragen in Richtung Maximalgeschwindigkeit näher zu kommen, muss zunächst eine Konzeptbildung zur physikalischen Größe Geschwindigkeit entwickelt werden. Neben einer fragend-entwickelnden Methode wurden dazu verschiedene Arbeitsblätter konzipiert, mit deren Hilfe der Geschwindigkeitsbegriff erarbeitet werden kann.

Damit können die SchülerInnen die Durchschnittsgeschwindigkeit von Bolt bestimmen. Es bleibt jedoch offen, wie groß seine Maximalgeschwindigkeit ist. Da aus den Videos lediglich Meter- und

³ Eine Sammlung von Zeitungsartikeln und -überschriften zu den Themenkomplexen „Wie schnell kann ein Mensch laufen“ und „Wie schnell hätte Usain Bolt laufen können“ ist auf folgender Seite abrufbar [10].

Sekundenangaben zu entnehmen sind, liegt die Frage nach der Umrechnung in km/h sehr nahe, um das Ergebnis mit den Geschwindigkeiten anderer Bewegungen aus der Lebenswelt der SchülerInnen vergleichen zu können.

In einer Klasse schloss sich ohne Umrechnungen eine Messreihe zur Untersuchung der Frage an, ob man Bolt irgendwie „aus eigener Kraft“ schlagen kann. In einer anderen Klasse wurde hingegen eine Routinebildungsphase zur Umrechnung von Einheiten thematisiert.

Sofern die SchülerInnen nicht selber auf das Problem der Unterscheidung zwischen Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit kommen, liegt die Thematisierung sehr nahe. Um diese mit einer von den SchülerInnen formulierten Frage zu erarbeiten, wurden in allen Klassen Sprintexperimente durchgeführt.

Ein Sprintexperiment kann sehr gut als Großprojekt der ganzen Klasse umgesetzt werden, bei dem jeder Schüler eine spezielle Aufgabe zu erfüllen hat (Sportler, Startsignalgeber, Zeitnehmer, Streckenmarkierer, Schriftführer...). Die Durchführung des Experiments hängt von der genauen Fragestellung ab. Für die Durchführung können fünf Messmethoden unterschieden werden:

1. Start-Ziel-Messung
2. Intervallmessung Start - feste Ortsmarke
3. Intervallmessung zwischen festen Ortsmarken
4. Selektivmessung der schnellsten Phase
5. Intervallmessung in festen Zeitintervallen

Außerdem können die Messungen abhängig von den schulischen Voraussetzungen und den Schülerideen mit verschiedenen Messgeräten durchgeführt werden:

- a) Messungen mit Maßband und Stoppuhr
- b) Messung mit Lichtschranken
- c) Messung mit GPS
- d) Videoanalyse
- e) Messungen mit Beschleunigungssensoren (primär Pedometer-Messung)
- f) Doppler-basierte Messungen
- g) Verschränkungen verschiedener Messmethoden⁴ (Die folgenden Diagramme werden anhand dieses Kategoriensystems ausgezeichnet)

Zu Beginn lohnt es sich, die Messungen mit einfachsten Mitteln durchführen zu lassen, damit den SchülerInnen das Grundprinzip zur Bestimmung der abgeleiteten Größe Geschwindigkeit – die Division aus den Messwerten eines Streckenabschnitts und der dafür benötigten Zeit – ohne technische Ablenkungen und Abkürzungen verständlich wird.

Abhängig von der Forschungsfrage gilt es, die zur Verfügung stehenden Ressourcen möglichst effizient auszunutzen. So lohnt es sich zu hinterfragen, ob die Messung mit einem Zeitnehmer alle 10m über die gesamte Strecke untersucht wird oder ob mit mehre-

ren Stoppfern pro Station in 5m Abständen im Bereich von 30 bis 50m nach dem Start gemessen wird. Exemplarisch zeigt das Abbildung 6 eine in einer Klasse entstandene Intervallmessung zwischen festen Ortsmarken in 10m-Abständen untersucht mit Hilfe von Stoppuhren und Maßband (Messmethode/Messgerät 3a) zu der Frage, wie schnell der Schnellste der Klasse laufen kann.

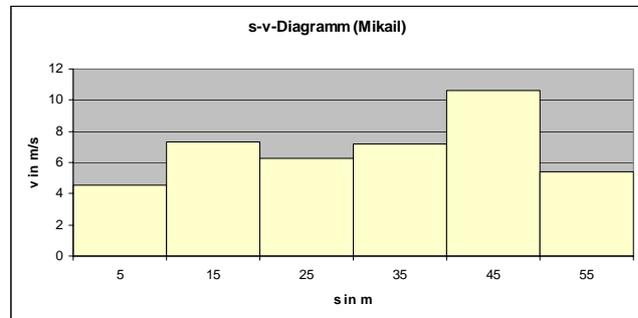


Abbildung 6: s-v-Diagramm zu der Frage: Wie schnell kann der Schnellste der Klasse laufen? (3a)

In einer anderen Klasse lautete die Frage: „Kann man aus eigener Kraft schneller sein als Usain Bolt?“

Zur Beantwortung traten die SchülerInnen mit Fahrrad, Skateboard und Rollerblades imaginär gegen Usain Bolt an. Der Versuch eines Radfahrers liegt der Abb. 7 zugrunde.

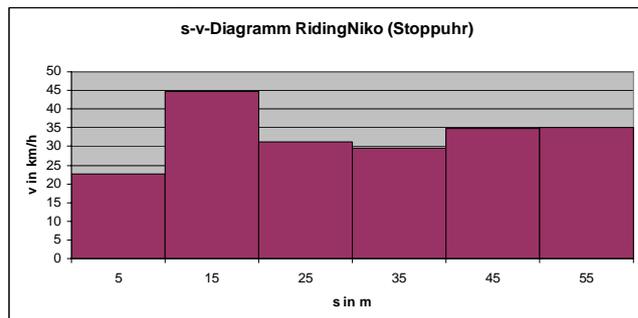


Abbildung 7: s-v-Diagramm zu der Frage: Kann man aus eigener Kraft schneller sein als Usain Bolt? (3a)

Die Stoppuhrmessungen bringen in der Regel bei allen Messmethoden die Frage nach der Messgenauigkeit mit sich, die man daraufhin gut thematisieren kann. Um die Messfehler zu verringern, kann man die Messmethode und das Messgerät optimieren. In den erprobten Stunden kamen auch Smartphones, Videoanalyse-Verfahren und GPS-Geräte zum Einsatz.

Abb. 8 zeigt die mit einer Frequenz von 10 Hz aufgenommenen Messwerte einer GPS-Aufzeichnung desselben Sprints wie in Abb. 7

⁴ Smartphones könnten theoretisch bereits verschiedene Messmethoden integrieren (Bewegungssensoren, GPS, Gyroskopinformationen und die Entfernung von Empfangsstationen)

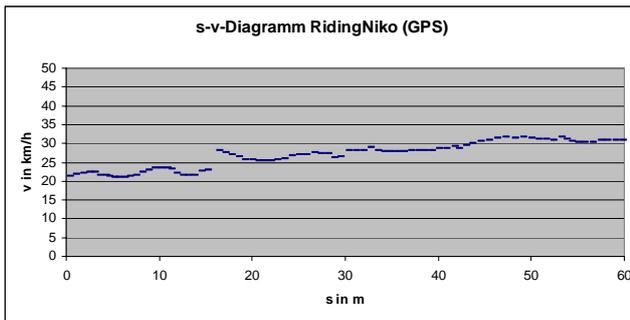


Abbildung 8: s-v-Diagramm zu der gleichen Bewegung und der gleichen Frage wie in Abb. 7 (3c 10Hz)

Die Entwicklung immer besserer Messreihen kann in der Reflexion sehr gut als naturwissenschafts- und speziell physikspezifisch herausgearbeitet werden. Am Ende der Reihe kann Material von den „Profis“ eingebracht werden. Abbildung 8 ist einer Veröffentlichung von Biomechanikern aus Frankfurt und Dresden entnommen [14].

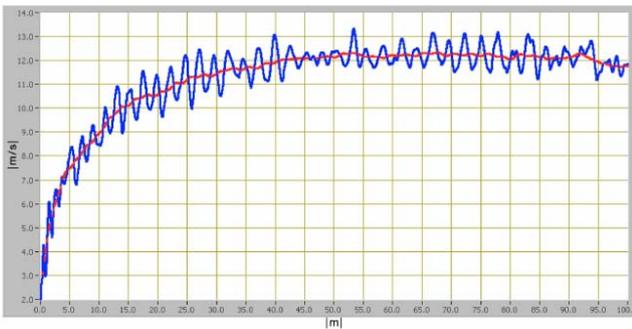


Abbildung 9: Biomechanische Analyse vom Weltrekordsprint 2009 (5g) [14]

Die Auflösung der Laser-basierten Dopplermessung reicht aus, um die einzelnen Schritte Bolts aufzulösen. Obgleich die Messung prinzipiell auf einer Zeitintervallmessung mit 100Hz basiert, sind in der Veröffentlichung lediglich Zeitwerte in 10m Schritten tabelliert⁵. Deshalb wurden genauere Daten aus der Grafik ausgelesen und in einer Excel-Tabelle nutzbar gemacht. Bei einer Klasse wurde direkt von Anfang an mit Tabellenkalkulationssoftware gearbeitet, wodurch die Bestimmung der Maximalgeschwindigkeit besonders gut möglich war.

Sofern in der Begegnungsphase Fragen eher biologischer oder sportwissenschaftlicher Art auftreten, können sich im Austausch mit LehrerkollegInnen fruchtbare Möglichkeiten der Zusammenarbeit ergeben.

Drei Klassen nahmen nach dem Ende der Reihe an einer gemeinsamen Skiexkursion teil. Diese günstige Konstellation wurde dazu genutzt zu untersuchen, ob man auf Skiern mit Usain Bolt mithalten kann. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden in einem anderen Artikel thematisiert [3].

⁵ Genauere Recherche hat ergeben, dass auch die beteiligten Forschergruppen zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen sind, weshalb die gesamten Messwerte der Öffentlichkeit nicht zugänglich sind.

5. Resümee der ersten unterrichtspraktischen Erprobungen

In der Reihe bekommen die SchülerInnen durch den Vergleich mit ihrem eigenen Können eine Vorstellung von der Leistung von Usain Bolt. Und genau hierin liegt die Begründung und Sinnstiftung für die Einführung der physikalischen Größe Geschwindigkeit: Die Schnelligkeiten nicht gleichzeitig ablaufender Bewegungen können miteinander verglichen werden. Dabei erarbeiten sie vom physikalischen Gegenstand her aufbauend auf der physikalischen Größe Geschwindigkeit anhand von Experimenten den Unterschied zwischen Momentan- und Durchschnittsgeschwindigkeit.

In den hier erprobten Reihen konnte, besonders in der Reflexion des Lernprozesses, das Gegenstandsfeld und eine „idealtypische“ Methodik der Physik herausgearbeitet werden, in der Hypothesen, Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten eng miteinander verbunden sind.

Dabei haben sich gute Möglichkeiten ergeben, „sich mit spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinander zu setzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete naturwissenschaftliche Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht“ [16].

Durch die Offenheit der Ausgangssituation wurden in den unterschiedlichen Klassen verschiedene Schwerpunkte gesetzt. So wurde in einer Klasse von Anfang an mit Computern gearbeitet, wo sehr dankbar Diagramme erstellen und auswerten geübt werden konnte. In einer anderen Klasse wurde mehr Zeit in die verschiedenen messtechnischen Möglichkeiten und deren Vor- und Nachteile investiert.

Insgesamt nahm in allen Klassen das Schülerexperiment zum Sprint eine zentrale Position ein, welches sich allein wegen des Eventcharakters und der sozialen Komponente als motivierend erwies.

Durch die Messung in der Alltagswelt werden die SchülerInnen für Messfehler und das Bestreben, möglichst exakt zu messen, sensibilisiert.

In den wenigen für die Erprobung zur Verfügung stehenden Stunden wurde die Zeit (maximal 8 bis 10 Schulstunden) ausschließlich für die Unterrichtsentwicklung genutzt. Für systematisch eingesetzte Motivations- und Leistungstest im Pre-Post-Follow-up-Design fehlte deshalb die Gelegenheit. Wir haben lediglich den Test zur aktuellen Motivation nach Kuhn mitlaufen lassen, um zusätzlich Rückmeldung zu erhalten [17]. Ebenso wie der Nachtest fielen die Feedbackbögen insgesamt positiv aus, was mit dem Gefühl der Beteiligten und den Eindrücken aus den Videoausschnitten übereinstimmt.

Obgleich die Konzeptentwicklung nicht als abgeschlossen zu betrachten ist, können sowohl die Erfahrungen aus der Umsetzung als auch die entstandenen Materialien – die gesammelten Fotos, Zeitungsartikel und Videos – die Planung und Umsetzung dieses Unterrichtsvorhabens wesentlich erleichtern.

6. Wie können LehrerInnen bei der Planung von kontextstrukturiertem Unterricht entlastet werden?

Die ersten Erfahrungen mit kontextstrukturiertem Unterricht haben gezeigt, dass diverse Ideen und Erwartungen aus der theoretischen Planung sich in der Umsetzung als belanglos herausstellten (z.B. Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit und Beschleunigung). Andere Aspekte dagegen, die in der theoretischen Planung eher als nebensächlich betrachtet oder gar nicht beachtet wurden, gewannen an Gewicht (z.B. Momentangeschwindigkeit, Messfehler, Umrechnungen von Einheiten...). Es liegt nahe zu vermuten, dass es mit zunehmender Offenheit des Unterrichts schwieriger wird, die Fragen der SchülerInnen und die Inhalte des Unterrichts zu antizipieren. Nach mehrmaliger Wiederholung kann jedoch auch bei möglichst geringen Einschränkungen – zumindest in der Begegnungsphase – ein kulturspezifischer Ereignishorizont⁶ abgesteckt werden.

Die Entwicklung von der theoretischen Planung zu einer brauchbaren, in der Praxis erprobten Reihe benötigt viel Zeit (vgl. [18]&[22]). Damit nicht jeder diese Arbeit von vorn beginnen muss, ist Zusammenarbeit sinnvoll. Auch bei der hier beschriebenen Entwicklung sind viele Ideen erst durch den Austausch verschiedener Ansichten entstanden.

Um diesen Austausch zu ermöglichen, sind Netzwerke nötig. Diese sind auf persönlicher Ebene ohne zusätzliche Fördermittel in der Regel auf das Kollegium beschränkt, bei dem eine in die Tiefe gehende Unterrichtsentwicklung durch andere Arbeitsbelastungen erschwert wird. Aus erfolgreichen Arbeitsgemeinschaften ist ferner bekannt, dass „ein inhaltlicher und organisatorischer Rahmen wichtig“ ist, um die Kooperation zu unterstützen ([27], S. 72).

Für die inhaltliche Arbeit bieten die hier entwickelten Modelle (Abb.1 & 2) ein differenzierteres Bild von kontextorientiertem Unterricht, mit denen ein klarerer Bezugsrahmen für fruchtbare(re) Entwicklungsarbeit erhofft wird.

Von fachdidaktischer Seite können neben Lehrerfortbildungen in Zusammenarbeit mit praktizierenden Lehrern Aufgaben, Materialien, Experimente und Lehrgänge entwickelt werden, die dann in Materialsammlungen, Schulbüchern, Curricula oder auf Internetseiten bereitgestellt werden. Dabei ist die Forschungslage, wie Lehrerinnen und Lehrer Ihren Unterricht aktuell vorbereiten und was sie mit diesem Angebot anfangen, recht unklar.

Die Hypothese, dass bereits jetzt die Materialien im Internet dem Schulbuch den Rang abgelaufen haben, müsste genauer erforscht werden. Gewiss wird sich die Unterrichtsvorbereitung jedoch den Veränderungen der technischen Zivilisation nicht entziehen können.

⁶ Für die Umsetzung in Real- und Hauptschulen werden unterschiedliche Unterrichtsverläufe abhängig von unterschiedlichen Schülerfragen erwartet, deren Erprobung wir für reizvoll betrachten.

Als Vorteile von Internetvorbereitung seien hier nur die Interaktivität (Durch Kommentare werden Rückmeldungen erleichtert und Bewertungen möglich), die klarere Strukturierung durch Hypertext (Durch hierarchische Strukturen wird eine Fokussierung auf Wesentliches erleichtert) und Multimedialität (Verlinkungen zu Multimedia Dateien wie Applets, Filmen, Bilder etc. sind problemlos möglich) genannt.

Bei der hier vorgestellten offenen Konzeption kann es kein Ziel sein, einen starren Lehrplan als Ergebnis dieser Zusammenarbeit zu erstellen.

Vielmehr wird ein Angebot an inhaltlichen und methodischen Unterrichts Anregungen, an Materialien (Zeitungsartikel, Videos, Aufgabenblätter) und an experimentellen Möglichkeiten angestrebt, welches das zentrale Ziel verfolgt, die Unterrichtsvorbereitung zur Umsetzung eines solchen Vorhabens zu erleichtern.

In diesem Sinne wurde in Anlehnung an bewährte Seiten ([20], [21]...) das entstandene Material zu der Reihe auf einem Moodle-Kursraum an der Universität Duisburg Essen bereitgestellt, welcher sich aktuell in der Erprobung befindet.

7. Diskussion und Ausblick

Wir sehen durch die in ganz Deutschland mit den Standards geforderten Empfehlungen, kontextorientiert zu unterrichten, einerseits die Gefahr, dass das fehlende Konstruktverständnis zu Unsicherheiten, Willkür und Frustration bei den Lehrpersonen führt, die sich negativ auf den Unterricht auswirken müssen. Auf der anderen Seite sehen wir Kontextorientierung als Chance, den naturwissenschaftlichen Unterricht schülernäher zu gestalten, um so (hoffentlich) das Interesse für das Fach aufzuwerten. Dafür halten wir ein klareres Verständnis davon für nötig, was unter Kontextorientierung zu verstehen ist.

Betrachtet man die Umsetzungen von kontextorientierten Konzepten, so findet man ein breites Spektrum an Vorhaben, denen lediglich die Einbeziehung der Lebenswelt der SchülerInnen gemein zu sein scheint. Um dieses Spektrum besser beschreiben und differenzieren zu können, wurde ein Modell entwickelt, welches den Unterricht im Hinblick auf seine Zieldimension differenziert (siehe Abb. 1).

Am einen Ende dieses Spektrums ist der traditionelle fachsystematische Unterricht verortet, bei dem Kontexte lediglich als methodische Anreicherung zur Herstellung beispielhafter Alltagsbezüge dienen. Ziel dieses Unterrichts ist die Erarbeitung eines Kanons physikalischer Begriffe, Prinzipien, Gesetze und Theorien, die zur Entwicklung der Fachsystematik beitragen.

Am anderen Ende des Spektrums ist die Erschließung lebensweltlicher Kontexte primäres Ziel des Unterrichts, bei der die Physik hilfreiche Werkzeuge für die Lösung der Schülerfragen bereitstellt. Die Kontexte werden hier in ihrer sinn- und strukturgebenden Funktion genutzt.

Während beim fachsystematischen Vorgehen Phasen der Konzeptbildung für sich stehen können, sind

diese beim Kontextstrukturierten Vorgehen nur innerhalb eines Problemlöseprozesses denkbar.

Um das gesamte Spektrum experimentell empirisch zu erschließen, wurde ein möglichst radikales⁷ kontextstrukturiertes Vorhaben im Sinne einer didaktischen Rekonstruktion entwickelt. Die Erfahrungen mit der exemplarischen Umsetzung dieses Konzepts, welches an fünf Gymnasialklassen der Jahrgangsstufe acht erprobt wurde, stehen im Zentrum dieses Beitrags.

Beim hier entwickelten Kontext erwächst das Interesse aus den herausragenden, mediengetragenen Rekorden von Usain Bolt. Die nähere Auseinandersetzung mit den Weltrekorden führte bisher in allen Klassen zu einem Interesse herauszufinden, wie schnell Bolt in Bezug auf Geschwindigkeiten aus der Lebenswelt der SchülerInnen gelaufen ist. Dieses kontextstrukturierte Vorhaben legt damit den Akzent, Physik als eine interessante Methode der Welterschließung zu vermitteln. Die Entwicklung des Geschwindigkeitskonzepts, Umrechnungen und die Unterscheidung zwischen Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit können dabei als brauchbare Hilfen wahrgenommen werden.

Bei diesem Unterricht geht man stärker von den SchülerInnen und deren Interesse an der Sache aus, weshalb die Kontextstrukturierung problemorientiert konzipiert wurde. Es bleibt zu überprüfen, ob die in der Pisa-Studie bemängelten Defizite deutscher SchülerInnen in Transfer- und Problemlöseaufgaben [27] durch die in dem Vorhaben vermittelten Kompetenzen vermindert werden können.

Die bisher in der Forschungslandschaft evaluierten Unterrichtseinheiten zur Kontextorientierung sind häufig in ihren Ansätzen schwer vergleichbar. Die Reduktion der Überprüfung des Outputs auf standardisierte Fachwissenstests beschneidet sie häufig gerade um ihre ursprünglichen Intentionen.

Der spezifische Ertrag des Konzepts muss abhängig von den spezifischen Zielen, die in dem Vorhaben akzentuiert werden, untersucht werden. Obgleich diese psychometrischen Untersuchungen noch ausstehen, sind die ersten Erfahrungen, vor allem in Bezug auf das Interesse der SchülerInnen, welche sich auf die Wahrnehmungen der KollegInnen, die Videoaufnahmen und die Fragebögen stützen, überaus positiv.

Daher wurde das entstandene Material strukturiert und auf einer Internetseite verfügbar gemacht, deren Passwort bei den Verfassern per Email angefordert werden kann. Sowohl Lehrerinnen und Lehrer als auch Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker sind herzlich eingeladen die Internetseite zu besuchen,

⁷ Aufgrund des gängigen Fachunterrichts und den vom Fach geforderten spezifischen inhaltlichen Zielen, wurde bisher von der noch radikaleren Öffnung in Richtung auf einen fachunabhängigen Projektunterricht abgesehen. Eine Erprobung des Unterrichtskonzepts in naturwissenschaftlichen Klassen, wie sie zumeist in Gesamtschulen zu finden sind, ist eine interessante Forschungsperspektive, um das Unterrichtskonzept weiter zu öffnen.

mitzuwirken, Rückmeldung zu geben und sich daran zu beteiligen, den Unterricht weiter zu entwickeln.

8. Literatur

- [1] Aikenhead, Glenn & Solomon, Joan (1994): STS Education: International Perspectives on Reform. Teachers College Press, New York
- [2] Aikenhead, Glenn (2003): STS Education: A Rose by Any Other Name. In Cross, R.T. (Ed.), A Vision for Science Education: Responding to the Work of Peter J. Fensham. Routledge Press, pp. 59 - 75.
- [3] Backhaus, Udo & Gabriel, Patrik (2011): Einsatzmöglichkeiten moderner GPS-Geräte im Mechanikunterricht. Tagungsbeitrag DPG-Frühjahrestagung in Münster
- [4] Bennett, Judith, Lubben, Fred, Hogarth, Sylvia (2007): Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching
- [5] Biermann, Christine. Fink, Michael. Hänze, Martin. Heckt, Dietlinde. Meyer, Meinert. Stäudel, Lutz (2008): Individuell Lernen . Kooperativ arbeiten. Friedrich Jahresheft XXVI
- [6] Biologie im Kontext (Stand (03/2011): <http://www.bik.ipn.uni-kiel.de/>
- [7] Bovet, Gislinde & Huwendiek, Volker (2008): Leitfaden Schulpraxis: Pädagogik und Psychologie für den Lehrberuf. Cornelsen
- [8] Chemie im Kontext (Stand 03/2011): <http://www.chik.de/>
- [9] Flick, Laurence B. & Lederman, Norman G. (2005): Scientific Inquiry and Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education
- [10] Gabriel, Patrik (Stand: 3/2011): Moodle Kursraum zu der Reihe: Usain Bolt – der schnellste Mensch der Welt
- [11] Holman, J. (1987): Resources or courses? Contrasting approaches to the introduction of industry and technology to the secondary curriculum. School Science Review, 244 (68), 432-438
- [12] Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007): Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften; Jg. 13
- [13] Hoffmann, L., Häußler, P. & Lehrke, M. (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN.
- [14] Hommel, Helmar et al.: Biomechanical analysis 12th IAAF World Championships in Athletics: http://berlin.iaaf.org/mm/document/development/research/05/31/54/20090817073528_httppost_edfile_analysis100mmenfinal_bolt_13666.pdf (Stand 03/2011)
- [15] Kernlehrplan für das Gymnasium – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Physik: 2008)

- Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen, Ritterbach Verlag GmbH, Frechen
- [16] Homepage der KMK: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss: http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf (Stand 03/2010)
- [17] Kuhn, Jochen (2010): Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktionen- und Lehr-Lern-Forschung Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht
- [18] Labudde, Peter (1993): Erlebniswelt Physik. Dümmler-Verlag Bonn
- [19] Lave, J. & Wenger, E. (1991): Situated learning: Legitimate peripheral participation. New York: Cambridge University Press
- [20] Homepage Learnline: http://www.learnline.schulministerium.nrw.de/app/suche_learnline/ (Stand 03/2011)
- [21] Leifi <http://www.leifiphysik.de/>
- [22] Muckenfuß, Heinz (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Cornelsen, Berlin
- [23] Nawrath, Dennis (2010): Kontextorientierung - Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht.
- [24] Noows Nachrichten (Stand 03/2011): <http://www.noows.de/bildergalerie/174>
- [25] Oser, Frotz; Patry, Jean-Luc (1990): Choreografien unterrichtlichen Lernens – Basismodelle des Unterrichts
- [26] Physik im Kontext (Stand 02/2011): <http://www.uni-kiel.de/piko/>
- [27] Prenzel, Manfred et al. (PISA-Konsortium Deutschland) (2005): PISA 2003. Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland - Was wissen und können Jugendliche? Münster: Waxmann. S. 396
- [28] Prenzel, Manfred, Friedrich, Anja, Stadler, Matthias (Hrsg.) (2009): Von SINUS lernen - Wie Unterrichtsentwicklung gelingt. Seelze-Velber: Kallmeyer Klett
- [29] Schmit, S. (2007): Fachdidaktische Analyse zur Bedeutung von Kontexten in nationalen und internationalen Projekten für den Physikunterricht. Bachelorarbeit, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
- [30] Schmidkunz, Heinz & Lindemann, Helmut (2003): Das Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Westarp Wissenschaftenverlagsgesellschaft
- [31] Wilkinson, J. W. (1999): Teachers' perceptions of the contextual approach to teaching VCE physics. Australian Science Teachers' Journal, 45 (2), 58-65.

9. Sammlung von Fragen aus der Begegnungsphase

Alle Fragen unter Clusterbegriffen systematisiert:

Selektierte Fragen, die als Strukturierungshilfen für den Unterricht dienen, sind **fett** gedruckt.

Selektierte Fragen, die nicht explizit im Unterricht erarbeitet wurden, sind **fett-kursiv** gedruckt.

Physik: als Wissenschaft

Was hat Sprinten mit Physik zu tun?

Was ist Physik

Hat das mit Physik zu tun, dass dieser Mann als erster ins Ziel kommt?

Was hat das Video mit dem Physikunterricht zu tun?

Was hat der Videoausschnitt mit Physik zu tun?

Was hat der Videoausschnitt mit Physik zu tun?

Was hat das Video mit Physik zu tun?

Physik: Geschwindigkeit/Schnelligkeit

Wie schnell bekommt ein Läufer eine solche Geschwindigkeit?

Wie schafft es ein Mensch so eine Geschwindigkeit zu erreichen und woher nimmt er die Energie dafür?

Wie schnell läuft er (in km/h)?

Wie schnell kann ein Mensch laufen?

Wie schnell kann ein Mensch (in km/h) werden?

Wie kann ein Mensch so schnell sein?

Warum ist er am Anfang so langsam und am Ende so schnell?

Wie schnell ist der Sportler gelaufen?

Warum sind dunkelhäutige so schnell?

Wieso sind Maximalpigmentierte immer so schnell?

[Skizze mit „Geschwindigkeitsskala“]

Wie kann sich der Läufer auf so kurzer Strecke so schnell hochsteigern?

Warum laufen Farbige schneller als Weiße?

Wie misst man die Geschwindigkeit?

Wie kann man so schnell auf eine so hohe Geschwindigkeit beschleunigen wie der Sportler?

Mir welcher Technik läuft U.B. so schnell?

Warum war er erst so langsam und nachher der Schnellste?

Warum läuft der so schnell?

Kann ein Mensch noch schneller laufen?

Wie schnell ist er gelaufen?

Können Menschen noch schneller laufen?

Ist es die Reaktion die ihn wesentlich schneller macht?

Wie kann ein Mann so schnell laufen?

Wie kommt ein Mann dazu so schnell zu laufen?

Wieso sind Afrikaner immer so sportlich und schnell?

Kann ein Mensch wirklich so schnell laufen?

Wieso sind farbige Menschen immer so schnell?

Warum sind die so schnell?

Warum war der Läufer so schnell?

Woher hat U.B. nach dem nicht so guten Start die Schnelligkeit hergenommen?

Warum läuft er so schnell? Bzw. wie?

Wie schnell sind die Personen gelaufen?

Wie misst man das (Geschwindigkeit)?

Wie schafft er das so schnell zu rennen?

Wieso war er so schnell?

Wie schnell war er?

Physik: Beschleunigung

Wie schnell bekommt ein Läufer eine solche Geschwindigkeit?

Wie schafft es ein Mensch so eine Geschwindigkeit zu erreichen und woher nimmt er die Energie dafür?

Wie schnell bekommt ein Läufer eine solche Geschwindigkeit?

Wie kann man so schnell auf eine so hohe Geschwindigkeit beschleunigen wie der Sportler?

Wie kann sich der Läufer auf so kurzer Strecke so schnell hochsteigern?

Warum kann Bolt mitten im Rennen noch mal schneller werden?

Wie kann er so schnell so eine Geschwindigkeit aufbauen?

Woran lag es, dass der Sportler so schnell beschleunigen konnte?

Physik: Dynamik-Kraft

Würden die Läufer ohne Luft schneller laufen?! (wegen Widerstand)
Wie stark ist der Wi(e)derstand des Windes?
Wie wirkt sich die Schwerkraft auf die Geschwindigkeit des Sprinters aus?
Spielt die Windschnittigkeit der Person oder des Anzugs auch eine Rolle?
Wie stark war der Rücken- und Gegenwind und bremst Ihn das ab?
Ist Bolts Kräfteinteilung der Schlüssel zum Erfolg? [Skizze mit „Geschwindigkeitsskala“]
In wie fern spielen die Arme bzw. die Armmuskeln eine Rolle beim Laufen?

Physik: Energie

Wie schafft es ein Mensch so eine Geschwindigkeit zu erreichen und woher nimmt er die Energie dafür?
Woher nimmt Usain Bolt diese Energie?
Woher holt er sich die Energie?
Woher holt er die Energie?

Physik: Messtechnik

Wie kann man genau auf die hundertstelsekunde messen?
Wie misst man die Geschwindigkeit?
Wie misst man die Geschwindigkeit?
Warum filmt die Kamera so gut?
Womit wird die Kamera auf der Schiene betrieben und wie?
Wie wird am Start gemessen und wie am Ende?
Wie schafft es die Kamera dies so genau zu filmen?
Wie kann man das messen auf die hundertstel Sekunde?
Woher weiß man, dass die Zeit genau gemessen wird?
Wie kann man den Weltrekord auf die hundertstel Sekunde genau messen?

Biologie: Schwarz/Weiß

Warum sind dunkelhäutige so schnell?
Wieso sind Maximalpigmentierte immer so schnell?
Wieso sind Afrikaner immer so gut im Sport?
Wieso sind Afrikaner immer so sportlich und schnell?
Wieso sind farbige Menschen immer so schnell?
In wie fern ist es wahr, dass der Körperbau eines Schwarzen zu dem eines Weißen unterscheidet, dass die schwarzen beim Laufen gut sind und die Weißen beim Schwimmen?
Wieso sind die Menschen aus Amerika und Jameica schneller als die Deutschen und die anderen?

Biologie: Doping

Wie funktioniert Doping?
War der Läufer gedopt?
Wie hat er das geschafft (Drogen)?
Wie schafft er das so schnell zu rennen?
Hat es mit Doping zu tun?
Wie kann man wissen, dass er nichts zu sich genommen hat?
Wie kann man wissen, dass er wirklich nichts Verbotenes zu sich nimmt?

Biologie: Reaktion

Ist es die Reaktion, die die Menschen schneller macht? (Nach dem Startsignal)?
Ist es die Reaktion die ihn wesentlich schneller macht?
Woher hat U.B. nach dem nicht so guten Start die Schnelligkeit hergenommen?
Wie schnell kann ein Mensch nach dem Start reagieren?
Wie schnell kann eine Reaktion nach dem Startsignal sein?

Biologie/Chemie

Woher holt er sich die Energie?
Wieviel Sauerstoff verbraucht er?

Sport/Trainingslehre

In wie fern spielen die Arme bzw. die Armmuskeln eine Rolle beim Laufen?
Mir welcher Technik läuft U.B. so schnell?

Haben die Sprinter eine bestimmte Lauftechnik? (Wenn ja welche und warum?)

Wie kann man so schnell auf eine so hohe Geschwindigkeit beschleunigen wie der Sportler?

Mir welcher Technik läuft U.B. so schnell?

Wie schafft es ein Mensch so schnell zu laufen?

Läuft er anders als normale Menschen?

Haben die Läufer eine bestimmte Technik?

Warum kann Bolt mitten im Rennen noch mal schneller werden?

Hat Bolt eine bestimmte Technik die sich von den anderen unterscheidet?

Warum sind die so schnell?

Wie hat er trainiert?

Warum war der Läufer so schnell?

Lag dies nur am Training?

Hat er eine bestimmte Technik?

Wie schafft er das so schnell zu rennen?

Diverses:

Wie konnte der Läufer so einfach einen Weltrekord aufstellen und auf den letzten 15m noch faxen machen?

Was war der Weltrekord?

Wie heißt der Mann?

Wann war das?

Warum gibt es das Video nur auf Englisch?