

Anhang A - Materialanhang

Anhang A1: Interessenfragebogen Renzulli, Gardner

Interessefragebogen

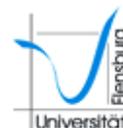
- 1 fotografieren, einen Videofilm drehen
- 2 Denkspiele machen und Rätsel lösen
- 3 über Erlebnisse in Ruhe nachdenken
- 4 Experimente machen
- 5 ein Musikinstrument spielen lernen
- 6 technische Geräte auseinandernehmen und reparieren
- 7 Bücher lesen
- 8 einem andern Kind etwas Interessantes beibringen oder erklären
- 9 malen, zeichnen, modellieren
- 10 komplizierte Rechnungen lösen
- 11 Fantasiegeschichten ausdenken, aufschreiben oder zeichnen
- 12 einen eigenen Garten haben oder Pflanzen pflegen
- 13 in einem Chor oder Orchester mitmachen
- 14 untersuchen, wie ein Gerät funktioniert (Rasenmäher, Nähmaschine..)
- 15 Fremdsprachen lernen
- 16 in einer Kinder- oder Jugendgruppe mitmachen oder Mannschaftssport betreiben
- 17 Puzzles oder Geometrieaufgaben lösen
- 18 auf dem Computer neue Dinge herausfinden
- 19 versuchen herauszufinden, warum ich manchmal traurig/verärgert/neidisch bin
- 20 Tiere beobachten
- 21 ein neues Lied erfinden/komponieren
- 22 basteln oder werken (mit Holz, Glas, Papier)
- 23 Theateraufführungen besuchen / Theaterstücke lesen
- 24 andern helfen oder für sie sorgen (den Eltern im Haushalt, Babysitter)

- 25 etwas konstruieren oder entwerfen (z.B. ein Legohaus, ein Kleidungsstück)
- 26 herausfinden, wie man im Lotto am meisten Geld gewinnen könnte
- 27 einen Plan machen, mir etwas vornehmen /z.B. mich weniger aufregen, mich besser auf Prüfungen vorbereiten)
- 28 die Sterne beobachten und Bücher über das Weltall lesen
- 29 auf einem Musikinstrument neue Sachen ausprobieren oder ein Stück aus dem Gedächtnis nachspielen
- 30 ein Fahrzeug bauen oder ein Kleidungsstück nähen/stricken
- 31 Geschichten, Gedichte oder ein Drehbuch für einen Film oder ein Hörspiel schreiben
- 32 für Kinder aus der Nachbarschaft eine Vorstellung organisieren (Zaubervorführung, Kaspertheater, Konzert)
- 33 etwas schön gestalten oder dekorieren (eigenes Zimmer, Einladungskarte)
- 34 Strategiespiele machen am Tisch oder auf dem PC (Schach, 4 gewinnt...)
- 35 über Fragen nachdenken oder mit jemandem diskutieren wie: Was habe ich gern an mir? Wie möchte ich sein?
- 36 herausfinden, wie der Körper funktioniert oder warum man krank wird
- 37 Lieder aus verschiedenen Ländern singen
- 38 eine neue Sporttechnik trainieren oder eine neue Tanzform lernen
- 39 Gedichte, Reime oder Liedtexte (z.B. Rap) aufsagen oder selber erfinden
- 40 eine Gruppe anführen, einen Club oder ein Team gründen, Klassenchef oder Chefin sein
- 41 etwas nach Plan zusammensetzen (Lego-Baupläne, Bastelanleitung)
- 42 verstehen, wie man etwas voraussagen kann (Wetter, Börse, Kriege)
- 43 ein Tagebuch führen (schreiben, zeichnen, Sachen einkleben)
- 44 Tiere zähmen oder trainieren
- 45 Vögel nach ihrem Gesang unterscheiden lernen
- 46 mit Velo, Inline-Skates, Snowboard usw. Kunststücke machen oder Akrobatik lernen
- 47 über etwas Interessantes einen Vortrag halten
- 48 ein Gruppengespräch/eine Diskussion leiten oder in einer Gruppe Streit schlichten
- 49 Landkarten lesen, im Wald oder in einer fremden Stadt nach dem Weg suchen
- 50 bekannte Sachen genau verstehen lernen /z.B. warum ist es im Winter kälter als im Sommer?
- 51 herausfinden, wem in meiner Familie ich am ähnlichsten bin und warum
- 52 verschiedene Pflanzen und Insekten sammeln und herausfinden, welche zueinander gehören
- 53 Konzerte, Opern, Musicals oder Musikfilme besuchen
- 54 Pantomimenspiele machen
- 55 Sprachspiele machen oder Witze erzählen (auch selber erfundene)
- 56 mit einem unbekanntem Kind oder Erwachsenen ein Gespräch beginnen (auf dem Spielplatz, im Zug...)

Anhang A2: EinsteIn Fragebogen Eltern



Einstein Studie 2009/2010
 Institut für Physik und Chemie
 und Ihre Didaktik
 Universität Flensburg



Liebe Eltern,

vielen Dank, dass Sie bei der **ersten Wiederholung** unserer Langzeitumfrage über die Entwicklung von „*Einstellungen zur Physik*“ mitmachen. Der Test mag Ihnen bekannt und ähnlich zum Vortest vorkommen. Dies ist Absicht. Nehmen Sie bitte, wie aus dem Vortest bekannt, zu den folgenden Punkten Stellung, indem Sie den Aussagen zustimmen oder nicht zustimmen.

Kreuzen Sie dazu zu jeder der folgenden „*Physik ist für mich...*“ Aussagen die passende Zahl auf der Skala an. Antworten Sie einfach so, wie es für Sie am treffendsten ist.

Physik ist für mich:

	stimmt nicht		stimmt teilweise		stimmt völlig
- <i>nur ein Schulfach</i>	1	2	3	4	5
- <i>schwer verständlich</i>	1	2	3	4	5
- <i>Alltag</i>	1	2	3	4	5
- <i>nur für Wissenschaftler und Experten</i>	1	2	3	4	5
- <i>praktisch überall</i>	1	2	3	4	5
- <i>verstehen lernen</i>	1	2	3	4	5
- <i>spannend</i>	1	2	3	4	5
- <i>anschaulich</i>	1	2	3	4	5
- <i>sehr interessant</i>	1	2	3	4	5
- <i>selbst erleben</i>	1	2	3	4	5
- <i>wichtig</i>	1	2	3	4	5
- <i>mit negativen Gefühlen verbunden</i>	1	2	3	4	5
- <i>wesentlicher Bestandteil der Allgemeinbildung</i>	1	2	3	4	5
- <i>auch eine Freizeitbeschäftigung</i>	1	2	3	4	5
- <i>selber denken</i>	1	2	3	4	5
- <i>etwas für meine Kinder</i>	1	2	3	4	5
- <i>etwas, das mich heute noch betrifft</i>	1	2	3	4	5
- <i>experimentieren und bauen</i>	1	2	3	4	5

Bitte ordnen Sie die folgenden acht Schulfächer in eine Reihenfolge. Ihr Lieblingsfach erhält die Zahl 1. Alle anderen Fächer erhalten höhere Zahlen. Schreiben Sie die Zahlen unter die Fächer.

Physik Biologie Mathe Englisch Sport Deutsch Geschichte Chemie

Zum Abschluss benötigen wir einige persönliche Daten zur internen Gruppenzuordnung.

(Alle Daten werden anonymisiert, streng vertraulich behandelt und nur im Rahmen der statistischen Auswertung der Studie verwendet)

Mein Geschlecht: männlich weiblich

Mein Alter: _____

Nachname meines Kindes : _____

Klasse meines Kindes : _____

Geben Sie den Fragebogen bitte bis **Freitag, den 10.07.09** an den Klassenlehrer Ihres Kindes zurück. Für Fragen, Anmerkungen oder weitere Informationen stehen wir oder Ihre Schule Ihnen jederzeit zur Verfügung. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Anhang A3: Onlinefragebogen Naturwissensch. Interesse von Schülern

Instruktion:

Herzlich Willkommen und vielen Dank, dass du bei unserer Umfrage mitmachst! Es geht heute um deine Meinung über die Naturwissenschaften in deiner Schule und im Alltag. Die Universität Flensburg befragt dich zu deinen Interessen, Einstellungen und Einschätzungen, um mit deiner Hilfe Projekte zu entwickeln, die Schule und Unterricht für dich noch spannender gestalten. Wichtig dabei ist deine ehrliche Meinung! Du kannst deine Meinung ganz frei mitteilen, denn die Umfrage ist anonym. Wichtig ist auch, dass du freiwillig an der Umfrage teilnimmst! Wenn du also nicht teilnehmen möchtest, teile dies bitte deinem Lehrer mit - er wird dir dann eine andere Aufgabe geben. Wenn deine Eltern nicht möchten, dass du teilnimmst gilt dies ebenfalls. Wenn dir eine Frage einmal nicht ganz klar ist dann Frage deinen Lehrer. Anmerkungen von uns im Fragebogen helfen dir bei den Fragen weiter. Und nun viel Spaß mit der Umfrage!

1. Persönliche Angaben

1.1 Welche Art von Schule besuchst du im Moment?

1.2 Welche Klassenstufe besuchst du gerade?

1.3 Bist du ein Junge oder ein Mädchen?

1.4 Hast du in diesem Schuljahr das Fach "Nawi" , PING oder ein ähnliches Unterrichtsfach, dass Naturwissenschaft behandelt?

1.5 Hast du in der Grundschule am Projekt "Miniphänomenta" teilgenommen?

2. Interesse

2.1 Wie sehr interessieren dich Dinge, die mit Naturwissenschaft zu tun haben. Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

- Mehr darüber erfahren, wie ein Fernrohr, ein Mikroskop oder ein Fotoapparat funktionieren

- Mehr über den Zusammenhang zwischen Lichtbrechung und Farbe des Lichts erfahren.

- Mehr darüber erfahren, durch welche Maßnahmen bei Häusern viel Wärme gespart und wie die - Sonnenenergie besser genutzt werden kann.

- Mehr darüber erfahren, was Wärme eigentlich ist.

- Mehr darüber erfahren, wie die Wahrscheinlichkeit eines Autounfalls und die Schwere der Unfallfolgen mit zunehmender Geschwindigkeit wachsen.

- Darüber nachdenken, wie man aus dem Bremsweg eines Autos seine Geschwindigkeit vor dem Abbremsen berechnen kann.

- Mehr darüber erfahren, was der elektrische Strom eigentlich ist.

- Ein elektrisches Gerät auseinandernehmen und das "Innenleben" untersuchen.

- Verschiedene Dinge bei starker Vergrößerung betrachten.

- Mehr darüber erfahren, wie die ganze Welt aus kleinen Teilchen aufgebaut ist und diese aus noch kleineren Teilchen aufgebaut sind.

- Mehr darüber erfahren, welche Stoffe in unserer Umgebung radioaktiv sind.

- Sich eine Methode ausdenken, wie man radioaktive Strahlen nachweisen könnte.

2.2 Wie sehr interessieren dich Tätigkeiten, die mit Naturwissenschaft zu tun haben? Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

- Mehr darüber erfahren, wie Farben am Himmel zustande kommen. (Regenbogen, Abendrot, Himmelsblau, usw.)

- Mehr darüber erfahren, wie das Wetter zustande kommt.

- Mehr darüber erfahren, wie Blitze entstehen und wie sie wirken.

- Ein einfaches optisches Gerät (Mikroskop, Fernrohr, Fotoapparat) aus Glaslinsen und schwarzer Pappe selbst bauen.
- Aus geeigneten Materialien (Holz, Stroh, Glaswolle) einfache Warmhaltegefäße bauen und ausprobieren.
- Mit Rollen und Seilen verschiedene Flaschenzüge bauen und ausprobieren.
- Sich eine elektronische "Lichtorgel" bauen.

2.3 Wie sehr interessieren dich naturwissenschaftliche Dinge in deiner Freizeit? Mein Interesse daran ist: (5 Punkte Skala sehr gering – sehr groß)

- Fernsehsendungen ansehen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben.
- Bücher lesen, die Themen aus den Bereichen Naturwissenschaft oder Technik behandeln.
- Technische Anlagen, Museen oder Ausstellungen, die mit Naturwissenschaft oder Technik zu tun haben besuchen.
- Mit Freundinnen oder Freunden über Themen aus der Naturwissenschaft oder Technik sprechen
- In Zeitungen oder Zeitschriften Berichte über naturwissenschaftliche oder technische Themen lesen.
- In einem Lehrbuch, Lexikon oder im Internet nachlesen, wenn eine techn. oder naturw. Frage auftaucht.
- Mich mit Experimentierkästen beschäftigen.
- Mich mit Technik-Baukästen beschäftigen.
- Technische Dinge basteln.
- Einen Beruf lernen, der mit Naturwissenschaft zu tun hat.
- Einen Beruf lernen, der mit Technik zu tun hat.

3. Einstellungen

3.1 Was fällt dir zum Begriff "Naturwissenschaft" ein? "Naturwissenschaft" finde ich: (7 Punkte Skala wenig – sehr)

- langweilig | interessant
- unwichtig | wichtig
- anstrengend | entspannend
- geplant | spontan
- abweisend | begeisternd
- unklar | verständlich
- überflüssig | nutzbringend
- negativ | positiv
- bedeutungslos | angesehen
- eintönig | abwechslungsreich

4. Häusliches Umfeld

4.1 Wie sehr spielen die Naturwissenschaften bei dir zu Hause eine Rolle? Nimm Stellung zu den Sätzen: (5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)

- Bei mir zu Hause gibt es ausreichend Werkzeug, um Reparaturen auszuführen.
- Fernsehsendungen über Naturwissenschaft und Technik können bei mir zu Hause immer angesehen werden.
- Bei mir zu Hause sind ausreichend Bücher vorhanden, um über naturwissenschaftliche und technische Dinge nachzulesen.
- Bücher, die mich interessieren, konnte ich mir immer kaufen oder wurden mir geschenkt.
- Bei mir zu Hause gibt es ausreichend Material, um technische Geräte zu bauen.

5. Selbstkonzept

5.1 Wie schätzt du dich selber im Schulfach "Nawi" (oder PING, o.ä.) ein? Nimm Stellung zu den Sätzen: (5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)

- Ich weiß in Nawi die Antworten auf Fragen schneller, als die Anderen.
- Manchmal fühle ich mich in Nawi meinen Mitschülern überlegen und glaube, dass sie noch so manches von mir lernen können.
- Ich kann in Nawi Sachen selbst rauskriegen.
- Ich finde ich kann in Nawi gut vor der Klasse sprechen.
- Es fällt mir in Nawi leicht, Aufgaben und Probleme zu lösen.
- In Nawi bekomme ich leicht gute Noten.
- Ich gehöre in Nawi zu den guten Schülern.
- Bei meiner Arbeit in Nawi habe ich ein gutes Gefühl.

6. Miniphänomenta

6.1 Wie oft war die Miniphänomenta an deiner Schule?

6.2 Haben deine Eltern oder jemand anderes aus deiner Familie geholfen die Miniphänomenta nachzubauen?

6.3 Wie hat dir die Miniphänomenta gefallen und wie hat sie dir weitergeholfen? Nimm Stellung zu den Sätzen: (5 Punkte Skala stimmt gar nicht – stimmt vollkommen)

- An der Miniphänomenta hatte ich viel Spaß
- An der Miniphänomenta habe ich viel gelernt
- An der Miniphänomenta konnte ich eigene Vermutungen überprüfen
- An der Miniphänomenta habe ich oft mit Freunden experimentiert
- An der Miniphänomenta habe ich Lust bekommen öfter zu experimentieren
- An der Miniphänomenta habe ich Lust bekommen mehr über Natur und Technik zu erfahren
- An der Miniphänomenta habe ich gemerkt, dass ich selbst Antworten auf Fragen finden kann
- Über die Miniphänomenta haben wir zu Hause oft gesprochen
- Über die Miniphänomenta habe ich mit meinen Freunden oft gesprochen
- An der Miniphänomenta würde ich auch heute noch viel Spaß haben
- An der Miniphänomenta habe ich Dinge gelernt, die mir heute noch in der Schule helfen
- An der Miniphänomenta habe ich gelernt, ohne dass mich jemand dazu gezwungen hat
- An der Miniphänomenta habe ich gemerkt, dass ich selbst gut experimentieren kann

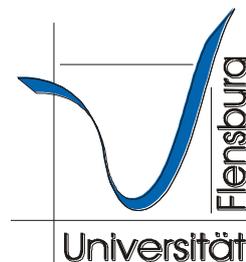
6.4 Wie viele Experimente aus der Miniphänomenta fallen dir noch ein?

6.5 Weist du noch in welcher Klasse du warst, als du die Miniphänomenta das erste mal gesehen hast?

Anhang A4: Elternbrief Rückmeldebogen

UNIVERSITÄT FLENSBURG

Institut für Physik und Chemie
und ihre Didaktik



Universität Flensburg • Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

An die Eltern der Orientierungsstufe
Gymnasium Brunsbüttel

Auf dem Campus 1
D-24943 Flensburg
Auskunft erteilt: S. Sommer
Fon: +49 (0) 176 / 49 10 1981
mail: sven-sommer@uni-flensburg.de
web: www.uni-flensburg.de/science

07.12.2010

Umfrage zu Schülereinstellungen

Liebe Eltern,

das Institut für Physik und Chemie und ihre Didaktik der Universität Flensburg untersucht derzeit Interessen und Einstellungen von Schülern der 5. und 6. Jahrgangsstufen zum Thema Physik. Wir möchten Sie mit diesem Brief über diese Studie informieren und zur Teilnahme aufrufen.

Zur Entwicklung und Verbesserung von interessenfördernden, naturwissenschaftlichen Schulprojekten und Unterrichtsmethoden erfassen wir Interessen, Einstellungen und Selbstkonzepte von Schülern der Orientierungsstufe mit Hilfe eines Onlinefragebogens. Unterrichtsbegleitend beantworten die Schüler dabei einen 15-minütigen Fragebogen, in dem Sie Stellung zu Ihrem Interesse an physikalischen Sach- und Fachinhalten nehmen und beschreiben, wie sie sich selber im naturwissenschaftlichen Unterricht sehen. Die Erhebung findet freiwillig und vollkommen anonym statt. Erhobene Daten werden ausschließlich im Rahmen der Studie verwendet.

Wir freuen uns, wenn Sie Interesse an der Studie haben und Ihren Kindern die Zustimmung zur Teilnahme an der Erhebung an Ihrer Schule am Freitag, den 19.02.2010 geben. Zu diesem Zweck haben wir einen Rückmeldebogen beigefügt, den Sie bitte bis zum 18.02.2010 an den Klassenlehrer Ihres Kindes weiterleiten. Sollten Sie Fragen oder Anmerkungen haben können Sie sich gerne telefonisch oder per E-Mail an mich wenden.

Mit freundlichen Grüßen

Sven Sommer
Universität Flensburg



Teilnahme an der Einstellungsumfrage der Universität Flensburg

Mein Kind nimmt an der Umfrage teil

Mein Kind nimmt nicht an der Umfrage teil

(zutreffendes bitte ankreuzen)

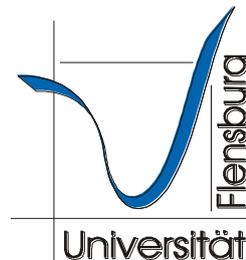
(Ort, Datum)

(Unterschrift Erziehungsber.)

Anhang A5: Schülerinfobogen

UNIVERSITÄT FLENSBURG

Institut für Physik und Chemie
und ihre Didaktik



Universität Flensburg • Auf dem Campus 1 • D-24943 Flensburg

An die Schüler der Orientierungsstufe
Weiterführende Schulen
Brunsbüttel und Marne

Auf dem Campus 1
D-24943 Flensburg
Auskunft erteilt: S. Sommer
Fon: +49 (0) 176 / 49 10 1981
mail: sven-sommer@uni-flensburg.de
web: www.uni-flensburg.de/science

07.12.2010

Umfrage zu Schülereinstellungen - Onlineumfrage

Liebe teilnehmende Schüler,

die heute in der Schule durchgeführte wissenschaftliche Umfrage zum Thema „*Naturwissenschaftliche Interessen und Einstellungen*“ kann aus logistischen Gründen nicht alle Schülerinnen und Schüler der Orientierungsstufe an einem Schultag befragen. Um den Unterrichtsbetrieb nicht unnötig zu belasten besteht die Möglichkeit für Schüler, die nicht in der Schule befragt wurden die Befragung „online“ von zu Hause aus durchzuführen. Zugang zur Umfrage bietet die Internetadresse:

<http://studie.netscience.de>

Wir freuen uns, wenn viele der noch nicht befragten Schülerinnen und Schüler sich die Zeit nehmen und die 15-minütige Umfrage am heimischen PC durchführen. Bis zum kommenden Montagabend besteht die Möglichkeit dazu.

Die Umfrage startet, wenn ihr auf obiger Internetseite auf den Textlink „*Naturwissenschaftliche Interessen von Schülern*“ klickt. Ein Infotext informiert euch dann über alles, was ihr wissen müsst. Ein Klick auf das Feld „weiter“ führt euch dann in die Umfrage und durch die Umfrage. Am Ende der Umfrage klickt ihr auf „absenden“, um die Eingaben zu bestätigen.

Für weitere Fragen könnt ihr gerne eine E-Mail schicken oder mich anrufen.

Mit freundlichen Grüßen

Sven Sommer
Universität Flensburg

Anhang A6: Die periodische Struktur des Lichtes (M. Wagenschein, 1968)

I.

Wollte jemand -was mir vorgekommen ist- behaupten, der Physikunterricht unserer Zeit sei "wirklichkeitsfremd", so wäre man zunächst geneigt, heftig zu widersprechen, da doch Physik eine Disziplin ist, die mehr als fast alle anderen mit offenbaren handfesten oder doch sinnfälligen Realitäten zu tun hat und sich auf Experimente stützt. Aber so ist es auch nicht gemeint: Schon die *Experimente*, meint jener, der sich seiner Schulzeit erinnert, erscheinen ihm zu wirklichkeitsfern. Sind sie das? -In Wahrheit sind sie doch immer aus Anzeigen der unmittelbar betrachteten Natur "hervorgegangen".

Aber dieser "Anlauf" kommt in der Schule oft zu kurz. Nicht, dass er einfach Übersprungen würde. Er wird jedoch vom Lehrer, der ja heute stets unter Zeitdruck und dem Leitbild aktueller Wissenschaftlichkeit steht, vernachlässigt und deshalb vom Schüler leicht vergessen. In dessen Gedächtnis bleibt später allenfalls *die* Station, bei der es ernst wurde: das entscheidende Experiment des Hörsaals oder gar seine Abbildung aus dem Lehrbuch.

Das wurde mir vor Jahren bewusst, als ich einen Lehrer im Wahlfach Physik prüfen sollte, der sich für den Realschuldienst gemeldet hatte -Spezialgebiet Optik. Es war gewiss nicht Bosheit, dass ich beim, wie ich meinte, Naheliegenden anfang, nämlich mit der Frage, was man denn von den sogenannten Lichtwellen im Alltag oder doch mit einfachsten Mitteln zu sehen bekommen könne? Ich wies ihn auf den lichterfüllten Garten hin, der sich vor dem Fenster des Prüfungsraumes ausbreitete. Aber das war offenbar nicht der richtige "Einstieg" für einen Kandidaten. Man ist auf anderes gefasst und vorbereitet. Hier auf die Frage: Welches ist das bekannteste Experiment, das die Wellennatur des Lichtes zeigt? Dann wäre gekommen -und es kam auch sofort, als ich nun so fragte -jene richtige Standardantwort: Der "Fresnelsche Spiegelversuch".

Den aber nur einer ausdenken konnte, der schon von den Wellen *wusste*, aus Vorzeichen, die offenbar aus bescheideneren, "natürlicheren" Anlässen sich mussten bemerkbar gemacht haben (aus solchen etwa, wie sie im Abschnitt 2 beschrieben sind).

Diese Situation ist nun nicht ganz selten: Auf die "Gravitationswaage" etwa, wie auch auf den "Foucaultschen Pendelversuch", konnte nur kommen, wer schon vorher sehr deutliche Anzeichen dafür hatte, dass alle Körper zueinander drängen und dass die Erdkugel sich umwälzt.

Wenn also der Physikunterricht dem Lernenden und späteren Laien ein zutreffendes Bild der lebenden, nicht nur der verwalteten, Wissenschaft geben will, so muss er sich davor hüten, ihm in Erinnerung zu bleiben als eine Kette von "gesuchten" Laborunternehmungen, ausgedacht von sehr klugen Leuten, die schon fast alles vorher wussten. Man sollte sich also darum bemühen, die "Anläufe" wichtiger zu nehmen. Und sie nicht mit "Geschichte der Physik" zu verwechseln. Denn "genetisch" vorgehen heißt hier nur: den Weg vom ersten unmittelbaren Anzeichen zum Experiment hin mindestens ebenso ernst zu nehmen wie die dann folgende zweite Etappe: vom Experiment zur endgültigen, womöglich quantitativ formulierten Einsicht.

Physiker dürfen sich nicht wundern, wenn Schüler, die nicht gerade Physik als Hobby oder Beruf wählen, später keinen rechten Begriff davon behalten, wie diese Wissenschaft eigentlich zustande kommt und dass sie nicht nur im Experimentierraum lebt, sondern in derselben Wirklichkeit, in welcher sich die Gärtner, die Germanisten und die Politiker tummeln (unter denen die letzteren ja nicht selten darüber entscheiden, welches Gewicht der Physikunterricht in der Schulen haben soll). Nun sind die Periodizitäten des Lichtes in der Tat nicht ganz leicht zu sehen. Grund genug, gerade darauf besonders zu achten. Sie *sind* zu bemerken, denn sonst wäre niemand auf sie gekommen. Zuerst sah sie der Jesuit Grimaldi (1665)¹, und zwar an den Rändern von Schatten, also nicht genau so, wie unsere Betrachtung im Abschnitt 2 anfängt. Huygens, der Urheber der "Undulationstheorie", wusste gleichwohl offenbar nichts von Periodizitäten². Newton dagegen hat sie genau beobachtet und gezeichnet am Schatten eines Spalts und wellenhafte Vorstellungen erwogen³. Der genetische Weg ist also nicht notwendig mit dem historischen identisch. Geschichtliche Studien aber werden eine Kur, die den Lehrer nicht etwa zu einer Art Antiquitätenhändler macht, sondern ihn im Gegenteil verjüngt, indem sie ihn ein wenig herauslöst aus der starren Frontal-Rüstung, die ihm ein Fachstudium anlegt, das noch immer so eingerichtet ist, als solle aus ihm ein Physiker werden und sonst nichts. Aber er braucht mehr: eine Genetisierung seines Fachwissens. (Von Pädagogik ist dabei noch gar nicht die Rede) Es wird vielleicht auch deutlich, dass dabei historische Studien weniger eine geschichtliche Gesamtübersicht aufsuchen sollten als Vertiefung in einzelne Themen der Physikgeschichte. Daraus wird dann von selbst eine "erkenntnispsychologische" Betrachtung, wie Mach sie nannte.

¹ Ernst Mach, Die Prinzipien der physikalischen Optik, Leipzig 1921, S.185.

² "...braucht man sich auch nicht vorzustellen, dass die Wellen selbst in gleichen Abständen aufeinander folgen." Abhandlung über das Licht (1678), Ostwalds Klassiker der EJakten Wissenschaften, Bd.20, Leipzig 1903, S.17.

³ Opticks (von 1730), Dover-Publications, 1952, S. 333 und 278 ". ...state, which in the progress of the Ray returns at equal Intervals."

Wie sehr das Endexperiment oder gar nur sein Lehrbuch-Bild (fettgedruckt, neuerdings bunt) unser aus der Schulzeit nachhallendes sogenanntes Wissen bestimmt, zeigt sich noch krasser bei sogar solchen Erscheinungen, die keineswegs so heimlich um uns herum existieren wie "Lichtwellen". Gespräche, die ich mit Studenten (nicht Physikern) über das "Brechungsgesetz" hatte, brachten zutage -jeder kann solche Befunde nachprüfen, dass von diesem Gesetz nur verbale Trümmer "da waren"; so dass ich schließlich zum Phänomen zurückging: ob man sich erinnere, wie denn ein schräg ins Wasser gehaltenes Ruder *aussehe*? Keiner konnte sich dessen entsinnen (auch nicht, als ich zu bedenken gab, es dürfe ja auch eine Zahnbürste sein, schräg im Wasserglas lehnd, oder, entsprechend, ein Löffel im Wassertopf). Aber die Lehrbuchfigur vom "gebrochenen *Lichtstrahl* war da", schob sich vor die Wirklichkeit, und man meinte, das Ruder erscheine nach unten abgeknickt (statt nach oben): Verdunkelndes Wissen⁴. (Es kamen noch andere Vorschläge, indenen sich als Vorbilder die Figuren zur "Planparallelen Platte" oder gar zur "Doppelbrechung" vermuten lassen.)

Vielleicht wird am konkreten Fall deutlich: Es geht beim genetischen Verfahren weder um einen romantisierenden noch um einen historisierenden Unterricht, sondern um einen, dem die *Qualität* des Wissens wichtig ist. Ein Wissen sollte es sein, *das fundiert* ist (und *bleibt*) auf möglichst unmittelbare und ungekünstelte Erfahrung. Nicht nur weil es dann besser "sitzt", sondern vor allem um der *Spaltung* vorzubeugen, die zunehmend die Gesellschaft (wie die einzelne Person) bedroht: in eine unverwurzelte Oberschicht, die sich nicht mehr verständlich machen kann der großen Menge, die nun so leicht wissenschaftsgläubig oder auch wissenschaftsfeindlich reagiert, statt wissenschaftsverständlich. Es geht in der Tat um die für die Lehrerbildung und die Schule rechte *Wissenschaftlichkeit*.

II. Dialog⁵

Besucher: Da wir gerade in Ihrem Labor sind: Könnten Sie mir nicht einmal "Licht-Wellen" zeigen?

Physiker: Hm -

Besucher: Aber wenn es Ihnen Mühe macht, die Apparatur aufzubauen und sicher bin ich überhaupt zu dumm dazu. ..

⁴ Andere Beispiele in: "Verdunkelndes Wissen?" In: Verstehen lehren. Beltz, Weinheim 61977, S. 41-54.

⁵ Der Abschnitt II erschien in der Zeitschrift "Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht" unter dem Titel "Natur und Apparatur" (20. Band, Heft 3, 1.6.67, S.109-112)-Er ist nicht unmittelbares Vorbild für eine Schulstunde, möchte aber gewisse Gesichtspunkte deutlich machen, die dem Verfasser für den Unterricht wichtig erscheinen.

Physiker: Aber nein. Und einen Apparat brauchen wir nicht gleich. -Gehen wir also lieber von hier weg, ins Freie, in den Garten!

Besucher: Kein Apparat? Das wäre mir sehr lieb! Denn ich muss Ihnen gestehen: obwohl ich von diesen Dingen ja einmal irgendetwas gehört und auch gesehen habe: es ist nicht richtig „an mich gegangen“, nicht „angekommen“, obwohl es sich wohl schon hätte interessieren können! Eben wegen der Apparatur hatte ich keinen Zugang.

Physiker: Aber wieso? Man könnte doch sagen: Die Apparaturen eröffnen ihn ja gerade.
Besucher: Sie tun es oft nicht, weil sie „künstlich“ sind; oder doch jedenfalls dem Anfänger und dem Laien manchmal noch zeitlebens so vorkommen: „unnatürlich“. Und dabei sollen sie doch von etwas überzeugen, das „von Natur aus“ da sein muss, auch ohne sie. Deshalb, wenn Sie ohne Apparate mir die Lichtwellen zeigen könnten, wäre ich sehr erfreut und von einer Befremdung befreit.

Physiker: Sie haben durchaus recht: Was in der Natur da ist, muss sich von sich aus zeigen können. Wäre es anders, so hätten wir es nicht bemerkt. Jedenfalls gilt das für die Anfänge. – Versuchen wir es also. Nur: erwarten sie nicht Unmögliches; „die Lichtwellen“ selbst, die kann ich Ihnen, fürchte ich, niemand zeigen, weder ohne noch mit Apparatur.

Besucher: Aber es gibt sie doch hoffentlich?

Physiker: „Es gibt sie“ gewiss. Nur muss man sich bei dieser Redewendung das Richtige denken.

Besucher: Ich dachte: Was es gibt, das kann man auch sehen?

Physiker: Glauben Sie das im Ernst?

Besucher: Nun ja -, aber in der Optik doch! Geht es da nicht genau um das, was man sehen kann?

Physiker: Nicht nur. Der Physiker sammelt sogar in der Optik nicht einfach die Sehenswürdigkeiten, er denkt sich auch etwas dazu. Und: er denkt sich etwas dazu!

Besucher: Dazu? Fügt er etwas hinzu?

Physiker: Wie das gemeint ist, kann man wohl nur am konkreten Fall verstehen. Jedenfalls gehören die Lichtwellen zu dem, was man sich dazu denkt,...

Besucher: Man phantasiert?

Physiker: ... was man sich dazu denken muss, wenn man alles unter einen Hut bringen will. Ich möchte Ihnen also nicht „die Lichtwelle“ zeigen – das kann man nicht -, sondern einige Phänomene.

Besucher: Das heißt?

Physiker: Das heißt etwa: das unmittelbar Vorzeigbare, das Sichtbare in unserem Fall. – „Phänomene“ also, die uns zu der Wellenlehre gezwungen haben. Diese Theorie selbst

scheint mir zu kompliziert für unser Gespräch. Die Hauptsache ist, dass Sie die Periodizität des Lichtes sehen...

Besucher: Was bedeutet das?

Physiker: Es ist schwer zu verstehen. Kann man „Wechselfähigkeit“ sagen? Ich fand das Wort „Periodizität“ bei Ernst Mach⁶. Es soll sagen, dass Licht etwas regelmäßig Wechselndes vor sich geht. Das ist der Kernpunkt der Wellenlehre des Lichts.

Besucher: "Etwas regelmäßig Wechselndes vor sich geht?" Ich kann mir nichts Rechtes dabei denken-

Physiker: Das ist ein gutes Zeichen. In einer Weile werden wir es deutlicher haben, falls es mir gelingt, klar zu sein. -Also? Gehen wir hinaus?

Besucher: Gern ! -Und ich dachte immer, es seien gleich komplizierte Apparate nötig: „Linsen“, „Prismen“ und was alles!

Physiker: Spätzustand! Nichts für Anfänger. Nichts für Sie. Physik gibt's überall. Sie ist nicht im Labor entstanden.

Besucher: Ja, aber. ..

Physiker: Gewiss. Was sie heute neu entdeckt, das allerdings setzt Apparaturen, sogar Technik, setzt schon alle Vordergrund- Physik voraus und enthüllt sich nur noch im Labor, in sehr künstlichen Arrangements, die der Natur "zusetzen". Aber die Anfänge der Physik kommen uns entgegen, ja sie drängen sich auf. Für den Laien ist es wichtig zu erfahren, dass dieser Eindruck der Künstlichkeit falsch ist, wenn man ihn auf die Physik überhaupt ausdehnt. Deshalb zeige ich Ihnen jetzt solche Phänomene, die in der Natur vorkommen, aus ihr hervorkommen, uns gewissermaßen zuzwinkern. Bei der Periodizität des Lichtes, da ist es freilich so, dass es ganz winzige und fast verborgene Winke sind, die uns gegeben werden. Deshalb entsteht dann sehr bald auf ganz natürliche Weise etwas wie eine Apparatur, die einem Unvorbereiteten unnatürlich vorkommen kann, wenn er nicht persönlich den Weg gegangen ist, der sich zu ihr von selber eröffnet.

Physiker: Hier ist es günstig: die Sonne steht schon tief, so dass Sie sie vor sich haben, und hinter diesem hohen Blätterdach der Buchen blitzt sie dann an einigen Stellen durch. Setzen Sie sich so, dass Sie ein kleines Stückchen der Sonne durch einen schmalen Blätterschlitz hindurch sehen können. -Haben Sie's?

Besucher: Ja. -Gut. -Es blendet ein bisschen. Man muss die Augen zukneifen.

Physiker: Gerade das brauchen wir: Fest zukneifen!

Besucher: Strahlen! Bunte Strahlen! -Sind das die "Lichtstrahlen"?

⁶ Ernst Mach, Die Prinzipien der physikalischen Optik, Leipzig 1921, S.185ff.

Physiker: N-nein. -Aber lassen Sie, bitte, diese Frage erst einmal beiseite. -Was sehen Sie noch?

Besucher: Viele Farben, Sterne, alles sehr wechselnd. -Man kann nicht ruhig halten.

Physiker: Ja, das liegt an uns. Die Lider zittern, der Kopf hält nicht still ...

Besucher: Und auch draußen: der Wind spielt mit den Blättern ...

Physiker: Und die Sonne wandert. ..

Besucher: Man müsste das alles festlegen und mehr in die Hand bekommen ...

Physiker: Nicht wahr? Bemerkten Sie, dass Sie auf dem Wege zu einer Apparatur sind? - Gehen wir also hinein. Die Sonne geht auch schon unter. -Aber noch nicht ins Labor. Nur in mein Arbeitszimmer .

Physiker: Ich ziehe die Vorhänge zu, dann wird es bald ganz dunkel sein.

Besucher: Ist es nicht merkwürdig, dass ein Physiker, der das Licht kennenlernen will, erst dunkel machen muss? Das erinnert an solche Biologen, die das Lebendige erst töten, ehe sie es untersuchen.

Physiker: Es gibt da Zusammenhänge. -Aber dies hier ist doch harmlos: Ich mache ja nur dunkel, um diese Kerze anzustecken. Sie erscheint Ihnen doch wohl noch nicht als "Apparat"?

Besucher: Nein. Ich denke an Weihnachten.

Physiker: Und dabei ist die Kerze schon ein recht kunstvolles Gebilde.

Besucher: Aber ich frage mich jetzt trotzdem: Warum machen Sie erst dunkel, wenn Sie es nachher wieder hell haben wollen?

Physiker: Sie haben den Eindruck, ich wolle das Zimmer wieder erleuchten? Nein, das ist meine Absicht nicht. Ich will nur dieses Stückchen Sonnenscheibe hinter dem Blätterdach durch eine feststehende Kerzenflamme ersetzen und damit "in die Hand bekommen". Dass die Zimmerwände etwas hell werden; stört mich nur.

Besucher: Warum?

Physiker: Die Physik isoliert gern. Sie untersucht scharf abgegrenzte Teile.

Besucher: Die Tapete ist zu hell. Hängen wir meinen schwarzen Mantel hinter die Kerze? - So?

Physiker: Schön! Und setzen Sie sich recht weit weg von der Kerze, so weit wie möglich.

Besucher: Warum?

Physiker: Die Physik liebt es, die Teile, die sie herausgreift, recht klein zu machen. Und je weiter die Flamme von uns absteht, desto kleiner sieht sie ja aus. Wir brauchen ein kleines, oder doch schmales, isoliertes und fixiertes Licht; Auch Newton machte den Laden zu und ließ nur ein kleines Loch für die Sonne offen. -Das ärgerte Goethe. Er empfand ähnlich wie Sie. Es kam ihm schon unnatürlich vor.

Besucher: Ist es ja auch.

Physiker: So scheint es: eine Auswahl, eine Einengung, ein Eingriff. Aber es ist doch wohl erlaubt: ist Augenzukneifen unnatürlich?

Besucher: Eigentlich nicht. -Wollen sehen, was sich zeigt, wenn ich sie nun zukneife. -Ja, es sieht dann ganz ähnlich aus, wie vorhin das draußen.

Physiker: Es ist also keine Angelegenheit der Sonne, sondern des Lichts!

Besucher: Ach ja! -Geht es auch mit einem Glühwurm?

Physiker: Ich gestehe, dass ich es noch nicht versucht habe. Aber ich bin ohne Sorge! Ich möchte jetzt, damit wir etwas geschwinder vorankommen, noch eine Änderung vorschlagen, einen Eingriff, wenn Sie wollen: So ein Auge ist kompliziert. Auch schon der Teil, auf dessen Zukneifen es hier ankommt. Da ist erstens der Lidspalt und zweitens, quer dazu, der Wimpernvorhang. Man weiß nicht, auf welches von beiden "es ankommt".

Besucher: Erst mal ohne Wimpern!

Physiker: Wie aber?

Besucher: Künstlich Lider ohne Wimpern, nah vor dem weit geöffneten Auge!

Physiker: Ausgezeichnet! -Wie wollen Sie's machen?

Besucher: Ja, einfach zwischen zwei Fingern durchgucken?

Physiker: Das wäre das natürlichste. -Ja, genauso; am besten zwischen den beiden Zeigefingern. Und nah; und das Auge weit auf.

Besucher: Aber dann läuft der Spalt senkrecht. Der Lidspalt lief waagerecht!

Physiker: Sie haben recht. Drehen Sie's mal, dass der Handspalt waagerecht liegt.

Besucher: Ja, das geht auch, aber schlechter wird's dann. -Ich verstehe: weil die Kerze senkrecht steht, passt es besser, wenn der Handspalt dazu parallel läuft. -Also senkrecht. Ja, wieder diese "Strahlen".

Physiker: Wie laufen sie?

Besucher: Waagerecht.

Physiker: Und Wenn Sie Ihren Handspalt so drehen, dass er waagerecht liegt?

Besucher: Dann laufen die "Strahlen" senkrecht. Also immer quer zum Spalt! Aber wenn die Strahlen senkrecht laufen, ist es nicht so schön.

Physiker: Also: senkrecht der Spalt! Können Sie nun beschreiben, was Sie sehen?

Besucher: Was soll ich sehen?

Physiker: Ich werde mich hüten, das zu sagen! Die Sache muss reden! Lassen Sie sich ruhig Zeit.

Besucher: Da seh' ich diese Strahlen. Oder, besser, ein Lichtband. -Immer quer zum Spalt. Manchmal ist das Band auch aufgeraut. -Es zerfällt! -Es zerfällt in Flämmchen, eng

nebeneinandergereihte! Es kommt darauf an, an welcher Stelle des Spaltes man durchguckt. Mir scheint: wenn der Schlitz eng ist, dann sieht man immer eine Reihe von Flämmchen. Sie stehen rechts und links von der Kerzenflamme. Dunkler sind diese Nebenflammen. Und nach außen, nach den Seiten, nach links und nach rechts, da werden sie immer schwächer. Verlieren sich, ins Dunkel. Wenn die Kerze flackert, dann flackern die Geisterflämmchen mit! Und Farben! Übrigens stehen diese Lichtgespenster dort hinten, im Raum, von mir eben so weit weg wie die Kerzenflamme selbst. Da, wo doch in Wirklichkeit kein Feuer ist. Ein Vorhang ist da. Er brennt nicht an. Aber es stört, dass der Spalt zwischen den Fingern nicht überall gleich breit ist. Und die Finger zittern immer etwas. Man müsse ...

Physiker: Ja?

Besucher: Haben Sie zwei Küchenmesser?

Physiker: Es scheint, dass Sie eine Apparatur aufbauen wollen. Hier: zwei Rasier- klingen.

Besucher: Jetzt ist es viel schöner.

Physiker: Die Physik liebt, wie die Mathematik, das Geradlinige. Und die Natur und wir sind so aufeinander eingerichtet, dass Geradlinigkeit die Sache klärt. Ich. ..

Besucher: Die Hände wackeln aber zu sehr. Man müsste noch, ...

Physiker: Ja?

Besucher: ..die Klingen irgendwie befestigen.

Physiker: Hier haben Sie einen Apfel, da können Sie sie hineinstecken. Und ein Buch als Unterlage! -Nun werden Sie bald nach Komfort rufen und sagen: man müsste noch den Spalt bequem verstellen können, ohne dass er seine Parallelität verliert.

Besucher: Das müsste man.

Physiker: Sehen Sie. -So etwas gibt es. Der Physiker nennt das einen "Spalt" .In einem Metallrahmen zwei verschiebbare Bleche mit scharfen Kanten, parallel. Wenn man an einer Schraube dreht, öffnet sich zwischen den beiden Kanten ein Spalt. Eng oder weit, wie man will. Das Ganze an einem Stiel, in einem Stativ befestigt. -Aber wir brauchen ihn vorläufig noch nicht. Sie sehen auch so schon das Wesentliche: Periodizität!

Besucher: Zu deutsch also: regelmäßige Wechsel zwischen Hell und Dunkel. Ja, es ist deutlich. Und höchst merkwürdig!

Physiker: Warum?

Besucher: Es ist durch nichts motiviert! Dahinten am Vorhangstehen keine Kerzen! Es sind Gespenster!

Physiker: Ja.

Besucher: Sie wundern sich auch?

Physiker: O ja, immer noch!

Besucher: Obwohl Sie es verstehen?

Physiker: Auch Sie werden es verstehen und können dann selbst spüren, wie weit uns dieses Verständnis bringt. Den ersten Schritt dahin werden Sie sicherlich allein tun können: Das Kerzenlicht kommt an den Spalt. Dieses Licht und der Spalt "tun" nun irgendetwas miteinander. Es fragt sich: welcher von beiden ist nun "schuld" an der Periodizität?

Besucher: Ich möchte annehmen: das Licht. Denn der Spalt ist ja einfach. Er hat von sich aus nichts Periodisches an sich. Stünde an seiner Stelle ein Kamm, so wäre das anders.

Physiker: Können wir also nicht schon jetzt, und vielleicht noch etwas vorsichtiger, so sagen: Es "liegt am" Licht. Aber es wird bemerkbar erst dann, wenn es mit dem Spalt in Konflikt kommt?

Besucher: Ja, damit würde man also ausdrücken: das Licht ist zu periodischen Phänomenen fähig -eben dann (und seltsamerweise), wenn der Spalt im Weg steht.

Physiker: Nicht nur fähig, sondern bereit. Das Licht hat die Neigung zu periodischen Phänomenen in sich. -Sie zögern?

Besucher: Ja, schon: es dürfte dann nämlich nicht nur gerade am Spalt zu periodischen Phänomenen kommen!

Physiker: Ausgezeichnet! (Vielleicht ist doch ein Physiker an Ihnen verlorengegangen ...)

Besucher: Diese Neigung des Lichtes müsste sich dann auch bei anderen Gelegenheiten, Anlässen. ..

Physiker: ...Konstellationen, Arrangements, Versuchsanordnungen, Apparaturen. äußern. Ja, ohne Zweifel.

Besucher: Erst dann. ..

Physiker: Ja, erst dann ...

Besucher: ...würden wir sicher sein dürfen, dass "es am Licht liegt".

Physiker: Ja!

Besucher: Nach so etwas müsste man also suchen. Können Sie mir solche Arrangements zeigen?

Physiker: Später! Das ist noch ein langer Weg. -Vorerst müssen wir uns das, was wir heute entdeckt haben, erst einmal richtiggenau betrachten. Sie haben noch nicht alles gesehen. Es hat uns noch mehr zu sagen. Beschreiben Sie doch bitte noch einmal, und genauer, was Sie sehen. Besonders: wie sich das Bild ändert, wenn Sie den Spalt immer enger machen.

III.

Wie die Untersuchung weitergehen könnte, soll hier nicht verfolgt werden. Allenfalls den nächsten Schritt kann jeder noch selber tun. Nur soviel: Es *ist* so, dass auch bei gewissen *anderen* Anlässen das Licht periodische Strukturen hervorbringt. Sie sind immer farbig, auch wenn das Licht weiß war: Rot tritt in relativ groben, Violett in enger gedrängten, gitterartigen Strukturen auf. (Die anderen Farbtöne ordnen sich dazwischen) -

Angenommen, ein Laie wüsste nur dies (und hätte es eindringlich gesehen), so wüsste er schon recht viel vom Licht. Könnte er zur Not nicht eher auf die "Lichtwellen" verzichten (die "hinter" den Phänomenen als Modelle sich sehr nützlich erweisen) als umgekehrt: von jenen Wellen zwar "gehört haben", aber nicht wissen, dass er im Licht des Alltags und in der eigenen guten Stube die periodischen Gestalten hervor- rufen kann, die das *Sichtbare* an den Lichtwellen sind?

Es ist bemerkenswert, dass die Volksschule (Hauptschule) die ganze "physikalische", die "Wellen"-Optik weglässt und, soviel ich weiß, auch diesen ersten, hier beschriebenen Schritt, der noch innerhalb der Phänomene bleibt. Dass sie dagegen bemüht ist, in die Sphäre der Atommodelle einzudringen, von der *kein* so unmittel- bares Phänomen zeugt wie jene Geisterflämmchen, die neben der Kerze so leicht zu beschwören sind.

Anhang A7: curriculum vitae

Name:	Sven Sommer, geb. Dietz
Adresse:	Dorfstrasse 18, 22113 Oststeinbek
E-Mail:	22034@t-link.de
Telefon:	040/ 53 27 24 70
Geburtstag/- ort:	23. Mai 1981/ Bad Oldesloe
Familienstand	verheiratet, 1 Kind
Staatsangehörigkeit	Deutsch

Ausbildung

August 1998 - Juni 2002	Berufliches Gymnasium Bad Oldesloe Profil: Ernährung
Oktober 2003 – Mai 2008	Realschullehramt Universität Flensburg 1. Staatsexamen Chemie Universität Flensburg 1. Staatsexamen Physik Universität Flensburg
seit 2008	Promotionsstudium Universität Flensburg

Tätigkeiten während des Studiums

November 2003 – Juli 2004	stud. Hilfskraft Science Center Phänomena Flensburg
Oktober 2005 – Juli 2007	wissensch. Mitarbeiter im Institut für Schulpädagogik Universität Flensburg
seit April 2007	Selbstständig Medienvertrieb "Sommer, Naturw. Medien"
seit April 2007	Mitarbeiter im Institut für Qualitätssicherung an Schulen Schleswig – Holstein Schwerpunkt: IT-Medien, Physik Didaktik

Berufserfahrungen

Mai 2008 – Januar 2009	Schuldienst an der Grund- und Gemeinschaftsschule Schule am Masurenweg Bad Oldesloe
seit Mai 2009	Lehrerfortbildungen "Miniphänomena"
seit Februar 2010	wissensch. Mitarbeiter am Deutschen Elektronensynchrotron Hamburg

Oststeinbek, den 12. Juli 2010