

Vernetzung der Forschung zur modernen Physik
mit dem Unternehmertum im Bereich der Nanotechnologie

Unterlagen für die Lehrperson

Version 2



Quantum Spin-Off wird durch die Europäische Union unterstützt unter dem LLP Comenius Programm
(540059-LLP-1-2013-1-BE-COMENIUS-CMP).

Miriam Herrmann, Renaat Frans, Salome Thommen (2015)

Kontakt: miriam.herrmann@fhnw.ch

renaat.frans@khlim.be



Lifelong
Learning
Programme

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
1.1	Übersicht Quantum Spin-Off Projekt	4
1.2	Struktur der Kapitel	6
2	Einstieg in die Nanowelt	6
2.1	Etymologie des Begriffs <i>nano</i>	6
2.2	Nanoskala verstehen	6
2.3	Nano im Alltag	7
3	Lernstationen: Quantenphysik – Neue Konzepte, um die Welt zu verstehen	8
4	Lernstationen zur Nanotechnologie	10
5	Publikationen aus dem Gebiet der Nanowissenschaften	11
5.1	Auswahl der Publikationen.....	11
5.2	Lesetechnik.....	12
6	Nano-Unternehmen – <i>The Business Model Canvas</i>	12
7	Schulklassen mit Nano-Forschenden und Nano-Unternehmenden in Kontakt bringen	13
8	Broschüre und Präsentation	15
9	Rückblick	16
10	Anleitung zum Gebrauch der Lernstationen	16
	Anhang	19
A	Literatur.....	19
B	Referenzen von wissenschaftlichen Publikationen für die Schülerinnen und Schüler	19
C	Kontaktliste zu Forschungslaboren und Unternehmen	20
D	Bewertungs-Kriterien für den Wettbewerb	24
E	Länderspezifische Informationen	28



Namensnennung-Nicht-kommerziell-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0)

Under the following terms:

- **Attribution** — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
- **NonCommercial** — You may not use the material for **commercial purposes**.

You can:

- **Share** — copy and redistribute the material in any medium or format
- **Adapt** — remix, transform, and build upon the material

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

Der Nachweis für diese Arbeit lautet wie folgt:

Herrmann M., Frans R, Thommen S. (2015, überarbeite Version 2). Quantum SpinOff – Unterlagen für die Lehrpersonen. Zentrum für Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) & Art of Teaching, UCLL, Diepenbeek, Belgium.

1 Einführung

Die vorliegenden Unterlagen für die Lehrpersonen wurden im Rahmen eines EU-Comenius-Projekts entwickelt. Die Projektpartner stammen aus Belgien, Estland Griechenland und der Schweiz. Je nach Interesse und zur Verfügung stehender Zeit kann nur eine Auswahl der verschiedenen Kapitel berücksichtigt werden.

Beim *Quantum Spin-Off* Projekt geht es um den Bereich der Nanowissenschaften und -technologien. Nanotechnologie wird allgemein als eine Schlüsseltechnologie dieses Jahrhunderts angesehen.

Das Projekt *Quantum Spin-Off* eröffnet für Gymnasiastinnen und Gymnasiasten einen Zugang zur Welt der modernen Physik. Es zeigt die Anwendung von Quantenphysik und gibt einen Einblick in den High-Tech Sektor. Die Gymnasiastinnen und Gymnasiasten kommen in den Kontakt mit nanowissenschaftlichen Forschungsinstitutionen und High-Tech Unternehmen (siehe Appendix, Teil C). Die Schülerinnen und Schüler sollen zuerst ein Grundverständnis für Quantenphysik erarbeiten und die Anwendungen der Forschungsergebnisse kennenlernen. Später arbeiten sie an der Entwicklung einer spezifischen Idee in enger Zusammenarbeit mit den Forschenden der teilnehmenden Institutionen und Unternehmen.

In der zweiten Phase des Projekts überlegen sich die Schülerinnen und Schüler ein Produkt oder Dienstleistung als konkrete Anwendung des Gelernten innerhalb der modernen Physik. Schlussendlich entwickeln sie ein Geschäftsmodell (*The Business Model Canvas*) für ihre eigenes, virtuelles Spin-Off Unternehmen, dabei werden sie von Geschäftspersonen unterstützt.

1.1 Übersicht Quantum Spin-Off Projekt

Zuerst stellen wir die Ziele und den Projektverlauf von *Quantum Spin-Off* vor.

Projektziel:

- Quantenphysik erforschen
- Schule mit der High-Tech Forschung vernetzen
- Kontakt von Unternehmen mit Schulen fördern

Der primäre Fokus nämlich die Quantenphysik zu erforschen, beinhaltet 12 Lernstationen und interaktive Aktivitäten zu Phänomenen und Konzepten der modernen Physik im Speziellen der Quantenphysik und Nanowissenschaft mittels forschend-entdeckendem Lernen.

Der zweite Fokus des Quantum Spin-Off Projektes besteht darin, den Kontakt zwischen Schulen und Forschenden sowie auch Unternehmenden im Bereich der Nanowissenschaften und -technologien zu etablieren.

Weiter werden die am Projekt teilnehmenden Schülerinnen und Schüler erleben, dass Interdisziplinarität typisch für die Nanowissenschaften und -technologien ist. Nanoforschende und Nano-Technologen und -Technologinnen arbeiten eng zusammen, um wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt zu ermöglichen (siehe Abb. 1).

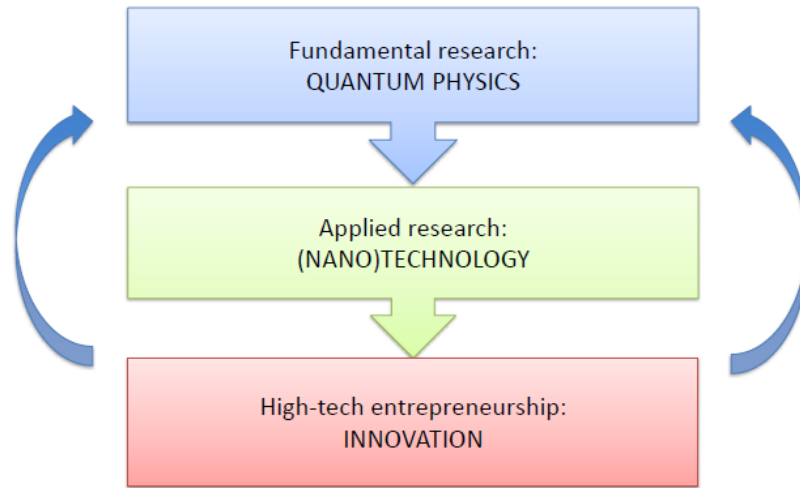


Abbildung 1: Die Quantum Spin-Off Philosophie.

Nachfolgend wird der Projektverlauf vorgestellt.

Klassentyp: Klassen des 10. bis 12. Schuljahres mit einem naturwissenschaftlichen / technischen Schwerpunkt oder interessierte Klassen des Grundlagenfachs Physik bzw. Chemie.

Webseiten-Adresse: Von nachfolgender Internet-Adresse können die Unterlagen für die Lehrpersonen heruntergeladen werden: www.quantumspinoff.eu

Besuche: Die Schulklassen besuchen ein Nano-Forschungslabor und ein Nano-Unternehmen. Sie treten in direkten Kontakt mit Forschenden und Unternehmenden.

Quantenphysik: Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten Lernstationen zur Quantenphysik.

Wissenschaftliche Publikationen: Die Lernenden erschliessen wissenschaftliche Publikationen aus einem Gebiet der Nanowissenschaften/Nanotechnologie, idealerweise mit Bezug zum Forschungsgebiet der besuchten Forschungslabore/Nanounternehmen. Sie stellen via E-Mail oder Skype Fragen an die Forschenden.

Virtuelles Spin-Off Unternehmen: Die Schülerinnen und Schüler entwerfen ausgehend von den Forschungsergebnissen der gelesenen Publikation ein virtuelles Spin-Off Unternehmen mit Hilfe eines einfachen Businessplans.

Broschüre und Präsentation: Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Broschüre als Grundlage für die Präsentation (15 min, 5 min Fragen).

Wir wünschen den Lehrerinnen und Lehrern sowie den Schülerinnen und Schülern viel Spass und Erfolg mit dem Quantum Spin-Off Projekt.

1.2 Struktur der Kapitel

Alle Kapitel sind weitgehend wie nachfolgend gegliedert:

1. Lernziel
2. Sequenz
3. Inhalt
4. Fachdidaktische Überlegungen
5. Aktivitäten der Lernenden und der Lehrperson
6. Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung)

Die *Lernziel*-Bekanntgabe schafft Transparenz für die Lernenden und erhöht den Lernerfolg. *Lernziele* können als Kompetenzen (Handlungsaspekt mit Themenbereich verbinden) formuliert werden. Unter dem Titel *Sequenz* wird ein Vorschlag gemacht, wann in der Unterrichtseinheit das entsprechende Thema behandelt werden kann. Im Kapitel *Inhalt* wird das Thema erläutert. *Die fachdidaktischen Überlegungen* werden mit einem Zitat zu Studienergebnissen eingeführt. Um eine Brücke vom Wissen zum Handeln zu schlagen, werden *Aktivitäten* für Schülerinnen und Schüler und *Übungen* für Lehrpersonen in Aus- und Weiterbildung vorgeschlagen.

2 Einstieg in die Nanowelt

2.1 Etymologie des Begriffs *nano*

Lernziel: ... den Begriff *nano* erklären.

Sequenz: Einführung [Lektion 1]

Literatur: *Kumar (2007) conducted an exploratory study of 109 Australian pre-service teachers' knowledge of nanotechnology. This study also found there was a lack of understanding of ... the etymology of the term 'nano'.*

Aktivitäten der Lehrperson:

Was hat das Wort *nano* mit Zwergen zu tun? Als Einstieg in die Unterrichtssequenz erläutert die Lehrperson die Etymologie (Herkunft) des Wortes *nano*. Das griechische Wort *nanos* heisst Zwerg, die Vorsilbe *Nano* stammt von *nanos* ab.

2.2 Nanoskala verstehen

Lernziel: ... ein Gefühl für die Nanoskala entwickeln.

Sequenz: Einführung [Lektion 1]

Literatur: *Kumar (2007) conducted an exploratory study of 109 Australian pre-service teachers' knowledge of nanotechnology. This study also found there was a lack of understanding of the underlying physical scale of nanoscience and nanotechnology, ... If teachers lack a fundamental knowledge of the size and scale of nanometers, it is not clear how they can understand and teach students about how materials behave differently and how tools and techniques differ when working at this small scale.*

Inhalt:

Die Nanowelt ist ein abstraktes Gebiet, weil Nano-Objekte sehr klein sind und die Vorgänge im Nano-Bereich nicht direkt beobachtet werden können. Ein Gefühl für die Nano-Größenordnung bildet sich nicht automatisch aus. Die Lernenden können ein Konzept der Nano-Größenordnung nur mit einem

Training entwickeln. Ein haptisches Feedback bei der Bedienung des Mikroskops wäre ideal, um eine Vorstellung der Nano-Grössenordnung herauszubilden. Eine andere Möglichkeit die Nano-Grössenordnung zu veranschaulichen sind Vergleiche:

- Wie viel Mal kleiner ist ein Nanometer als der Durchmesser eines menschlichen Haares? Das menschliche Haar hat einen Durchmesser von 0.1 mm. Ein Nanometer ist 10^5 (100'000) Mal kleiner als der Durchmesser eines Haares. ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m} = 0.000000001\text{ m}$). Ein Nanometer entspricht etwa der Grösse von drei Gold-Atomen.

Um die Nano-Grössenordnungen zu veranschaulichen eignet sich auch der Film **powers of 10** (9 min, eventuell nur zweite Hälfte des Films zeigen). Nachfolgend der Link zum Film (in Englisch): <http://www.powersof10.com/film>

Mikroskope (für STM siehe Lernstation VIII, für AFM siehe Lernstation X) sind das Fenster zur Nanowelt. Der Einsatz von Mikroskopen ermöglicht nanoskalige Phänomene zu verstehen (Nanowissenschaften) und zu nutzen (Nanotechnologie).

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler: Entwickeln Sie eine eigene Idee, um die Nano-Grössenordnung zu veranschaulichen. Die Idee muss einfach sein, so dass sie in der Klasse in 5 min präsentiert werden kann.

Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung): Welche Leitfrage(n) oder Aufgabenstellung können Sie den Schülerinnen und Schüler zum Film „Powers of Ten“ stellen? Mit der Beantwortung der Leitfrage sollen die Schülerinnen und Schüler das nachfolgende Lernziel erreichen: ... ein Gefühl für die Nanogrössenordnung entwickeln.

2.3 Nano im Alltag

Lernziel: ... neues Wissen (Fähigkeiten) mit dem Alltag verknüpfen (konstruktivistische Lerntheorie)

Sequenz:

Einführung [Lektion 1] oder Lehrpersonen Aus- und Weiterbildung

Literatur: *We learn by constructing our own understandings based upon our experiences, which are unique and thereby make our understandings unique. New information that we receive is compared to what we know from our experiences: what we learn is affected by what we already know. We apply what we know to a new situation: if new information does not fit with what we know, we may have to adjust how we think about the initial information and find where misconceptions occurred. Elworthy (2004)*

Fachdidaktische Überlegungen: Die Schülerinnen und Schüler haben meistens noch keine Erfahrungen mit der „Nanowelt“. Zu Beginn der Unterrichtssequenz kann die Nanotechnologie mit dem Alltag der Lernenden verknüpft werden. Mit der Verbindung zur Lebenswelt der Jugendlichen wird das Interesse der Lernenden für die Nanowissenschaften und die Nanotechnologie geweckt. Der Lernvorgang wird unterstützt, wenn an das Vorwissen angeknüpft wird, neu Gelerntes wird mit Bekanntem verglichen und vernetzt.

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler:

Nano-Produkte werden im Klassenverband gezeigt. Die Schülerinnen und Schüler müssen entscheiden, welche Nano-Eigenschaften die jeweiligen Produkte aufweisen.

- Selbst-reinigende Oberflächen: z.B. Skibrillen, Spiegel-Spray, Lotusblatt (ebenso Blatt von Frauenmänteli *Achemilla*, Kapuzinerkresse *Tropaeolum*, Wassersalat *Pistia*, Akelei *Aquilegia* etc.)
- Antimikrobieller Effekt von Nano-Silber: z.B. Kleidungsstück, Silbermünze in Milch (Früher hat man eine Silbermünze in die Milch gelegt, um die Haltbarkeit der Milch zu verlängern. Die Silbermünze führt zu einer langsameren Vermehrung der Bakterien.)
- Verbesserte Materialeigenschaften durch Karbon-Nanoröhrchen: z.B. Tennisschläger, Fahrradrahmen
- Oberflächeneffekt: z.B. schillernde Käferflügel, Muschel-Perlmutter (z.B. Seeohr, *Haliotis*), Geckofuss-Unterseite

Unter nachfolgendem Link können spielerisch Nanogegenstände in einem Raum gesucht werden:

<http://www.swissnanocube.ch/nanorama/?L=3>

Spiel *Nanorama-Loft*: Gesucht sind 42 Produkte aus dem Alltag, die Nanomaterialien enthalten oder mit Hilfe von Nanotechnologie hergestellt werden. Zu den Produkten gibt es Aufgaben im Multiple-Choice Format. Aus drei Antworten muss ausgewählt werden, was die Nano-Eigenschaft des Produkts ist.

Hausaufgabe für die Schülerinnen und Schüler: Die Jugendlichen können Nanoprodukte, die sie zu Hause finden in den Unterricht mitbringen. Alternative: Die Lehrperson bringt die Nanoprodukte mit.

Link mit Informationen zu Nanoprodukten im Alltag:

<http://www.swissnanocube.ch/anwendungen-produkte/>

Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung): Nach der moderat konstruktivistischen Lerntheorie eignen sich Alltagsgegenstände als Anknüpfungspunkt im Unterricht. Die Lernenden können auf der Basis vorhandener Erfahrungen mit Nanoprodukten neues Wissen aktiv konstruieren.

Als Lehrperson entwickeln Sie eine Aufgabenstellung/eine kurze Unterrichtssequenz zu Nanoprodukten, welche die Schülerinnen und Schüler aus dem Alltag kennen. In der Veranstaltung erproben Sie die Unterrichtssequenz. Sie bekommen eine Rückmeldung von den anderen Teilnehmenden zu nachfolgenden Kriterien:

- Aktivierung der Schülerinnen und Schüler
- Verknüpfung mit dem Alltag
- Originalität der Idee

3 Lernstationen: Quantenphysik – Neue Konzepte, um die Welt zu verstehen

Die Unterrichtsmaterialien sind in 12 Lernstationen aufgeteilt. Hier eine kurze Übersicht der verschiedenen Themen:

- I-V Quantenphysik (siehe Kapitel 3)
- VI-XIII Brücke zur Technologie (siehe Kapitel 4)

- Experimente (siehe Kapitel 3)
- *The Business Model Canvas* (Unternehmen, siehe Kapitel 6)
- Unterlagen für Lehrpersonen mit länderspezifischem Anhang (siehe dieses Dokument)

Die Lernstationen fokussieren sich auf das wesentliche Verständnis, betonen die Selbstaktivität und Visualisierung. Die Experimente sollen die Schülerinnen und Schüler zum aktiven Lernen herausfordern.

In diesem Kapitel konzentrieren wir uns auf die Lernstationen I-V, die sich auf die Quantenphysik beziehen und die dazugehörigen Experimente.

Lernziel: ... Schülerinnen und Schüler gewinnen einen Überblick über Phänomene und Konzepte der Quantenphysik und die dazugehörigen Technologien.

Sequenz: 5 Lernstationen zur Quantenphysik [Lektionen 2 bis 8] Je nach zur Verfügung stehender Zeit kann eine Auswahl der Lernstationen getroffen werden (z.B. Lernstation I mit Nr. 1 &2, Lernstation II, Lernstation III ohne elektromagnetische Felder, Lernstation IV mit Nr. 1 &2).

Inhalt:

Um die Nanowelt zu verstehen, braucht man eine neue Physik. Im Unterricht werden Nanowissenschaften mit existierenden wissenschaftlichen Konzepten verknüpft. Die Einmaligkeit des Materialverhaltens im Nano-Bereich wird hervorgehoben.

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler:

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit den 5 Lernstationen (Teil 1) - diese können mit den Experimenten ergänzt werden (Teil 3).

TEIL 1: WARUM QUANTENPHYSIK?

Lernstation I: Mit klassischer Physik unerklärliche Phänomene?

Lernstation II: Was ist Licht?

Lernstation III: Licht als Wellen: Was schwingt mit Licht?

Lernstation IV: Dualität der Wellen und Teilchen – Quanta of Quantum Fields

Lernstation V: Vorhersage des Wasserstoffemissionsspektrums mit der Quantenphysik

Fachwissenschaftliche Überlegungen: Es ist wichtig zu sehen, dass die einzelnen Lernstationen mit Phänomenen starten, die nicht mit der klassischen Physik erklärt werden können. z.B:

- das Doppelspalt-Experiment mit dem das klassische Konzept des Weges bedeutungslos wird
- die diskreten Emissions-Linien der Elemente, die mit dem klassischen Atom-Modell von Rutherford nicht verstanden werden können. Deshalb wurde eine neue Wahrnehmung der Natur unvermeidbar.

Mit der Lernstation V können die Schülerinnen und Schüler die Frequenz der beobachteten Wellenlängen des Emissionsspektrums von Wasserstoff (mit einer Genauigkeit von mehr als drei Stellen!) mit dem Quanten-Modell des französischen Physikers *Louis De Broglie* berechnen. *De*

Broglie wurde von den Harmonien der Musik inspiriert, und diese Idee wurde als didaktisches Analogon für die Lernstation V gebraucht. Für einige Lernende kann diese letzte Lernstation V etwas schwierig sein. Aber wenn die Lernenden Erfolg haben, können sie die Erfahrung machen, wie eine wissenschaftliche Theorie zur Erklärung (eines Teils) der Welt herangezogen werden kann.

Wenn genügend Zeit zur Verfügung steht, arbeiten die Schülerinnen und Schüler mit den vier Lernstationen von Teil 3, wobei sie mit *hands-on* Experimenten einige Quanten-Phänomene und Eigenschaften des Lichts untersuchen.

TEIL 3: HANDS-ON ACTIVITIES

Diskretes Emissions-Spektrum von chemischen Elementen

Messung der Plank's Konstante mit LED

Beugung von Licht an einem Haar

Beugung von Elektronen an einem Kohlenstoff-Kristall

Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung): Worin liegen die Vorteile der methodisch-didaktischen Konzeption ein Thema mit Lernstationen zu erarbeiten? Welche Rolle hat die Lehrperson, wenn die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit Lernstationen arbeiten?

4 Lernstationen zur Nanotechnologie

Lernziel: ... Quantenkonzepte in Technologien praktisch anwenden.

Sequenz: [Lektion 9-10]

In dieser Sequenz können Lernstationen zur Nanotechnologie basierend auf quantenmechanischen Eigenschaften bearbeitet werden. Bei Zeitmangel muss eine Auswahl der nachfolgenden Lernstationen getroffen werden.

Inhalt:

Nanotechnologie: Die *Technik* ist ein Mittel des Menschen die Umwelt nach seinen Bedürfnissen zu gestalten. Anwendungen der *Nanotechnologie* sind in den Gebieten der Biomedizin (z.B. Diagnostik, Medikamenten-Verabreichung), Nanoelektronik (z.B. kleine Transistoren) und neue Materialien (z.B. nanobasierte Materialien, die stark und leicht sind oder superhydrophobe Oberflächen) zu finden.

Nanoforschung: Der Erfolg der *Naturwissenschaften* ist darauf begründet, dass mit wissenschaftlichen Theorien konsistente Erklärungsgebäude geschaffen werden, die Vorhersagen ermöglichen, welche an Phänomenen überprüft werden können. Naturwissenschaftliche Gesetze beschreiben formell Zusammenhänge zwischen beobachtbaren Phänomenen. Unter *Nanowissenschaften (Nanoforschung)* werden interdisziplinäre Studien (Physik, Chemie, Biologie und Materialwissenschaften) von Objekten der Nano-Größenordnung verstanden.

Interdisziplinarität: Die *Interdisziplinarität* ist den Nanowissenschaften und der Nanotechnologie immanent. Für den Wissensfortschritt arbeiten Nanoforschende und Nanotechnologen eng zusammen.

Das Quantum Spin-off Projekt ist interdisziplinär konzipiert:

- Nanowissenschaft (wissenschaftliche Paper & Patente zu interdisziplinären Studien)
- Nanotechnologie (Anwendung von Forschungsergebnissen in Form einer Technologie)
- ökonomische Aspekte bei der Gründung eines virtuellen Nanounternehmens (*The Business Model Canvas*)

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler: Die Schülerinnen und Schüler arbeiten mit ausgewählten Lernstationen des Teils 2: Quanten-Eigenschaften und -Technologie

Teil 2: QUANTEN-EIGENSCHAFTEN & -TECHNOLOGIE

Lernstation VI: Vom Photo-elektrischer Effekt zum digitalen Bild Lernstation

VII: Halbleiter

Lernstation VIII: Tunneling und STM

Lernstation IX: Spin und seine Anwendung

Lernstation X: Rasterkraftmikroskop (AFM)

Lernstation XI: Von der Quantenmechanik zu Nanopartikeln und deren Anwendungen

Lernstation XII: Kleinste mikrobielle Brennstoffzellen

Mit den Lernstationen des Teil 2 wird es klar, wie die – auf den ersten Blick sehr philosophischen – Quanten-Konzepte in der Natur, die mit den ersten fünf Lernstationen des Teils 1 erarbeitet wurden, praktische Anwendungen in den ‚alltäglichen‘ Technologien haben. Ohne unsere neuen Erkenntnisse im Bereich der Quantenphysik, würden wir keine Elektronik, Solarzellen, MRI-Scanner oder Nano-Oberflächen haben. Somit ist die neue Sicht auf die Natur im Zentrum von fast allen modernen (nachhaltigen) Technologien zu finden. Auch das Leben selber (z.B. Photosynthese) basiert auf den Quanten-Interaktionen zwischen Licht und Materie. So ist das, was als Spezialfall *der Physik des Kleinen* begann eigentlich im Zentrum von allem zu finden.

Die Lernstationen VI bis XII zur Quanten-Technologie wurden von den Projektpartnern der vier beteiligten Länder (Belgien, Estland, Griechenland, Schweiz) individuell entwickelt und an das Forschungsgebiet der beteiligten Institutionen adaptiert.

5 Publikationen aus dem Gebiet der Nanowissenschaften

5.1 Auswahl der Publikationen

Ziel: Die wissenschaftlichen Publikationen werden so ausgewählt, dass geschlechterstereotype Trennlinien aufgelöst werden.

Sequenz: Arbeit mit Publikationen [Lektion 11-14]

Literatur: Die wissenschaftlichen Publikationen werden länderspezifisch ausgewählt.

Inhalt:

Mädchen und Frauen interessieren sich für neue Technologien, wenn sie in diesen einen Gewinn für die Gesellschaft sehen.

Mädchen sind speziell an interdisziplinären Themen interessiert:

- Elektronik im Gesundheitssektor
- Biomedizinische Anwendungen, wie Medikamenten-Abgabe oder Diagnostik
- Energiesparende Technologien, wie Solarzellen

Den Lernenden ist idealerweise neben der englischsprachigen Original-Publikation auch eine populärwissenschaftliche Publikation in der Muttersprache zum selben Thema zur Verfügung zu stellen. Damit ist die Sprachhürde geringer und die fachlichen Inhalte sind schülernah bzw. niveaugerecht aufbereitet.

5.2 Lesetechnik

Lernziel: ... die SQ3R-Lesetechnik anwenden.

Sequenz: Wissenschaftliche Publikation lesen

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler beim Anwenden der SQ3R-Methode

Survey: Überblick über den ganzen Text verschaffen, dazu Überschriften lesen und Abbildungen & Tabellen mit Legenden studieren

Question: Überschriften als Fragen formulieren

Read: Text lesen und dabei:

- wichtige Schlüsselwörter und Sätze farbig hervorheben (allenfalls mit mehreren Farben arbeiten)
- unklare englische Wörter mit Duden übersetzen
- Fachbegriffe mit Hilfe der Lehrperson/Internet/Forschenden klären
- inhaltliche Fragen an den Text den Forschenden oder an die Lehrperson richten

Recite: Zusammenfassung erstellen (z.B. stichwortartig, mit Mindmaps oder Concept Maps)

Review:

- Anwendungsmöglichkeiten der Forschungsergebnisse überlegen
- Brainstorming: Wie können Forschungsergebnisse in einem virtuellen Nanounternehmen verwertet werden?

Zum Schluss:

- Publikation mit drei Kernaussagen zusammenfassen
- Eventuell Kernaussagen einem Gruppenmitglied präsentieren

6 Nano-Unternehmen – *The Business Model Canvas*

Lernziel: ... virtuelles Nano-Unternehmen gründen.

Forschungs-Ergebnisse aus der Publikation werden mit der Gründung eines virtuellen Nano-Unternehmens nutzbar gemacht.

Sequenz: *The Business Model Canvas* [Lektion 15-16]

Inhalt:

Einstieg: Gründungsgeschichte Nanosurf AG in Liestal. Die Geschichte handelt von drei Physikstudierenden, die aus ihrer Nano-Forschungstätigkeit eine internationale Firma aufgebaut haben.

Die Lernunterlagen zu *The Business Model Canvas* sind unter folgendem Link einzusehen:

<http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/gesch%C3%A4ftsmodell>

Unter nachfolgenden beiden Links wird das *Business Model Canvas* in zwei Minuten in Form einer Animation erklärt.

<http://www.businessmodelgeneration.com/canvas>

<http://www.youtube.com/watch?v=VfqEhQRMG1s>

Ein Geschäftsmodell umfasst folgende Komponenten:

- Produzenten (Schlüsselpartner, Schlüsselaktivitäten, Schlüsselressourcen)
- Produkt
- Kunden (Kunden-Beziehungen, Kunden-Segmente, Vertriebskanäle)
- Ausgaben und Einnahmen

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler: Brainstorming zu *The Business Model Canvas*

- Wie können Forschungsergebnisse aus der gelesenen Publikation in Form einer Technologie angewendet werden?
- Wie kann die neue Technologie von einem Unternehmen vermarktet werden? Diese Frage kann mit dem Geschäftsmodell *The Business Model Canvas* beantwortet werden.

Die Vorlage *The Business Model Canvas* kann auf A3-Format vergrössert werden. Die Schülerinnen und Schüler schreiben ihre Überlegungen direkt unter die verschiedenen Komponenten (handschriftlich, Zeichnungen oder Post-its aufkleben).

Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung):

Welche Methoden gibt es, das Brainstorming zum *Business Model Canvas* zu moderieren? Machen Sie konkrete Vorschläge.

7 Schulklassen mit Nano-Forschenden und Nano-Unternehmenden in Kontakt bringen

Lernziel: ... Kontakt mit Nano-Forschenden und Nano-Unternehmenden knüpfen.

Sequenz: Besuch Nano-Labor und Nano-Unternehmen

Literatur: Falloon (2013) argues that achieving the theorised position of a shared partnership space at the intersection of the worlds of scientists and teachers is problematic, and that scientists must instead be prepared to penetrate deeply into the world of the classroom when undertaking any such interactions. Findings indicate epistemological differences, curriculum and school systems and issues, and teacher efficacy and science knowledge significantly affect the process of partnership formation.

Damit mit dem Besuch von ausserschulischen Lernorten (z.B. Nanolab, Nanounternehmen) ein Lerneffekt erzielt wird, muss der Besuch im Unterricht vor- und nachbereitet werden. Wie kann im *Quantum Spin-Off* Projekt der Besuch eines Nanolabs/Nanounternehmens in den Unterricht eingebettet werden?

- Lernstation VI-XII bearbeiten (praktische Anwendungen von Quantenkonzepten in Form von Technologien)
- Die Schülerinnen und Schüler bereiten Fragen an die Nanoforschenden vor und
- Die Schülerinnen und Schüler pflegen den Kontakt zu den Forschenden und Unternehmenden nach dem Besuch via E-Mail weiter (Schülerinnen und Schüler stellen Fragen zur wissenschaftlichen Publikation und zum Transfer von Forschungsergebnissen in ein virtuelles Spin-Off Unternehmen)

Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler:

Fragen, um den Forschenden der Klasse vorzustellen:

- Können Sie uns etwas über ihren beruflichen Werdegang und Ihre Tätigkeit hier im Nanolabor erzählen?
- Worin besteht ihre Faszination für die Nanowissenschaften?
- Warum nehmen Sie am Projekt „Quantum Spin-Off“ teil?
- Am Ende des Besuchs: Wie haben Sie den Besuch der Schülerinnen und Schüler im Nanolabor erlebt?

Fragen zur Perspektive der Schülerinnen und Schüler:

- Mit welchen Erwartungen treten Sie den Besuch des Nanolabors an?
- Welche Fragen haben Sie an den Nano-Forschenden?
- Am Ende des Besuchs: Was haben sie heute über die Arbeit der Nano-Forschenden gelernt?

Übungen für Lehrpersonen (Aus- und Weiterbildung): zum Besuch von ausserschulischen Lernorten wie Nanolab & Nano-Unternehmen

Wie können die Lehrpersonen zwischen der Perspektive der Schülerinnen und Schüler und jener der Forschenden vermitteln?

Literatur: Firstly, there must be consistency, agreement, and understanding of the pedagogical model underpinning partnerships and that these models should align with contemporary learning theories that acknowledge the agency and contribution of students. Secondly, scientist should be prepared to work exclusively within the limitations and constraints of teachers and schools. Thirdly, it needs to be accepted that partnerships are most likely not going to yield any significant benefits for scientists' work and that interactions are more likely to resemble outreach initiatives. (Falloon 2013)

Drehbuch für den Kontakt mit den Nano-Forschenden und Nano-Unternehmern:

Nano-Forschungs-Labor bzw. Nano-Unternehmen, wenn möglich in der Nähe der Schule suchen (siehe separate Kontakt-Liste im Anhang)

Erste Kontakt-Aufnahme durch Lehrperson: Den Forschenden und Unternehmern müssen die Lernbedingungen und -voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler klar gemacht werden. Dazu gehört das fachliche Vorwissen der Schülerinnen und Schüler und die Möglichkeiten wie bei einem Besuch an den Alltag der Schülerinnen und Schüler angeknüpft werden kann. Ein Physiker erzählt seinen Lebenslauf und die Faszination am Fach Nanowissenschaften. Ein Unternehmender erzählt die Gründungsgeschichte seines Unternehmens. Weiter erläutert er die Merkmale eines erfolgreichen Unternehmens.

Besuch vorbereiten: Programm, Ziel (Einblick in Nano-Labor & Nano-Unternehmen), eventuell bereiten Schülerinnen und Schüler eigene Fragen an Forschende bzw. Unternehmer vor.

Besuch: Ideal wäre, wenn die Schülerinnen und Schüler während des Besuchs selber aktiv werden:

- Fragen beantworten/Fragen stellen: z.B. Schülerinnen und Schüler stellen Fragen zu Gegenständen, die sie im Forschungslabor entdecken
- Eigenes Experiment durchführen oder Demonstrationsexperiment dokumentieren
- Notizen zu Kurzvortrag verfassen
- Besuch mit eigenen Fotos (nur wenn Fotografieren erlaubt ist) und Kommentaren dokumentieren

Der Kontakt mit Schulen dient aus Sicht der Forschenden und Unternehmer primär der Nachwuchsförderung.

Kontakt mit Forschenden nach dem Besuch: Wie könnte die Menge und der Stil der E-Mails kontrolliert werden, um eine angemessene Kommunikation zwischen Studierenden und Forschenden zu ermöglichen?

Wie kann die Lehrperson den E-Mail Kontakt von Forschenden und Lernenden so beeinflussen, dass nicht zu wenige und nicht zu viele E-Mails von den Schülern abgeschickt werden?

- Bandbreite für die Anzahl E-Mails vorgeben (Erfahrungsgemäss schreiben die Jugendlichen eher wenig E-Mails an die Forschenden).
- Grussformeln, Abschiedsformeln und Dank mit Jugendlichen thematisieren.
- Kommunikation mit Forschenden im Anhang der zu erstellenden Broschüre dokumentieren (z.B. Fragen und Antworten aufführen)

Neben E-Mails kann der Kontakt zwischen Forschenden und Schülerinnen und Schüler auch über Skype oder mit einem Schulbesuch des Forschenden ermöglicht werden.

The Business Model Canvas nach dem Besuch des Nano-Unternehmens: Das Schema zum *The Business Model Canvas* kann beispielhaft für das besuchte Nano-Unternehmen bereits während dem Besuch und mit Hilfe eines Unternehmers ausgefüllt werden. (siehe Kapitel 6: Nano-Unternehmen – *The Business Model Canvas*)

8 Broschüre und Präsentation

Lernziel: Broschüre erstellen und Präsentation für den Spin-Off Day vorbereiten [Lektion 17-18 und als Hausaufgabe].

Broschüre: Die Lehrperson kann den verlangten Umfang für die Broschüre auf die zur Verfügung stehende Zeit abstimmen.

Mögliches Inhaltsverzeichnis für die Broschüre zum *Quantum Spin-Off Projekt*

1. Einleitung (Ziel des Projektes)
2. Von der modernen Wissenschaft zur Technologie (Forschungsergebnisse von Publikationen, technologische Nutzung von Forschungsergebnissen)
3. Von der Anwendung zum Unternehmen (Gründung eines Spin-Off Unternehmens)
4. Stellungnahme zum Transfer der Forschungsergebnisse in ein Spin-Off Unternehmen (z.B. gesellschaftliche Auswirkungen, „Blick in die Zukunft“, Nutzen und Risiken abwägen)
5. Anhang: Dokumentation der Fragen an die Forschenden und der dazugehörigen Antworten

Bewertungskriterien für die Broschüre: Kreativität, Fachliche Richtigkeit, Verständlichkeit, Vollständigkeit, Gestaltung/Layout

Präsentation: Vortrag z.B. mit einer Power Point Präsentation

Zeit pro Gruppe: z.B. 20 min, 5 min Fragen

Inhalt: siehe unter Broschüre

Bewertungskriterien für die Präsentation: Fachliche Richtigkeit, Auftritt, Einsatz der Medien, Beantwortung der Fragen

9 Rückblick

Lernziel: Reflexion

Sequenz: Abschluss [Lektion 18]

Frage:

Was haben Sie mit der Teilnahme am Projekt *Quantum Spin-Off* gelernt?

Frage mündlich als Blitzlicht oder schriftlich beantworten.

10 Anleitung zum Gebrauch der Lernstationen

Die Absicht des Projektes ist, den Schülerinnen und Schülern die Verbindung zwischen den Nanowissenschaften und dem Unternehmertum zu zeigen. Deshalb empfehlen wir eine mögliche Lernleitlinie, wie die Lernstationen mit der Klasse bearbeitet werden können. Dabei müssen nicht alle Lernstationen behandelt werden, die Lehrperson kann eine Auswahl treffen. Es ist somit auch möglich mit einer Lernstation des zweiten Teils "Technologie" zu starten. Jedoch ist es teilweise empfohlen die Reihenfolge der Lernstationen beizubehalten, um das Verständnis der dahinterliegenden Physik zu gewährleisten. Die Lehrperson sollte die Schülerinnen und Schüler nicht die ganze Zeit alleine lassen, wenn diese an den Lernstationen arbeiten. Um den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe verständlich zu machen, sollte die Lehrperson das Vorgehen erläutern. Dabei

sollten auch verschiedene didaktische Methoden zur Anwendung kommen. Die untenstehende Tabelle zeigt auf, wie viel Zeit bei den Lernstationen ungefähr aufgewendet werden sollte.

Legende: e=empfohlen, f=wahlfrei

Teil 1: Was ist Quantenphysik?	Geschätzte Zeit: Min.	e/f
Lernstation I: Unerklärliche Phänomene mit klassischer Physik?	45	e
Lernstation II: Was ist Licht?	45	e
Lernstation III: Was schwingt im Licht?	45	e
Lernstation IV: Dualität der Wellen und Teilchen – Quanta of Quantum Fields	45	e
Lernstation V: Vorhersage der Wasserstoffemissionen mit der Quantenphysik	45	e*
Teil 2: Quanteneigenschaften und Technologie	--	--
Lernstation VI: Vom Photo-elektrischen Effekt zum digitalen Bild	30	f
Lernstation VII: Halbleiter	45	e
Lernstation VIII: Tunneling und STM	30	f
Lernstation IX: Spin und seine Anwendung	30	f
Lernstation X: Rasterkraftmikroskop (AFM)	30	f
Lernstation XI: Von der Quantenmechanik zu Nanopartikeln und deren Anwendungen	30	f
Lernstation XII: Kleinste mikrobielle Brennstoffzellen	30	f
Teil 3: Experimente	--	--
Diskretes Emissions-Spektrum von chemischen Elementen	30	e
Messung der Plank's Konstante mit LED	30	e
Beugung von Licht an einem Haar	30	e
Beugung von Elektronen an einem Karbon-Kristall	30	e

*Lernstation V: empfohlen bis zum Abschnitt 4 und Abschnitt 6. Der Abschnitt 5 "Rechnen mit dem Quanten-Atommodell" ist fakultativ.

Entwickeln eines Lehrpfades:

Bevor die Lehrpersonen mit dem Projekt starten, sollten sie einen Lehrpfad aufstellen, der auf ihre Klasse abgestimmt ist. Die Lehrperson kann folgende Fragen nutzen, um die Lektionen zu planen:

1. Einführung in das Projekt für die Schülerinnen und Schüler: Wie wollen Sie anfangen? Worin besteht die Verbindung zum Alltag der Lernenden?
2. Welche Klasse? Wie viele Stunden pro Woche? Welche Lektionen? Es ist empfehlenswert eine Klasse auszuwählen, welche schon zusätzliche Physik-Lektionen wöchentlich hat.
3. Wie wollen Sie die Lernstationen einsetzen?
4. Welche Lernstationen? Wollen Sie die irgendwie abändern? Wollen Sie zusätzliche Experimente einführen?
5. Wollen Sie einen Wettbewerb veranstalten? (innerhalb der Klasse/der Schule oder auf nationaler Ebene; um andere Lehrpersonen für einen Wettbewerb zu finden, können Sie den nationalen Projektleiter kontaktieren)
6. Wissenschaftliche Publikationen: Wie suchen? Welche Art? Wollen Sie diese aussuchen oder lassen Sie die Schülerinnen und Schüler aus Vorschlägen auswählen?
7. Wollen Sie einfach eine Publikation mit der ganzen Klasse behandeln und die Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Aufgaben beauftragen oder arbeiten verschiedene Gruppen mit unterschiedlichen Publikationen?
8. Wollen Sie einen Besuch bei einem Unternehmen organisieren? Wie finden Sie ein geeignetes Unternehmen?
9. Wollen Sie mit einem Nano-Forschenden zusammenarbeiten?
10. Wollen Sie mit einer anderen Lehrperson zusammenarbeiten, z. B. aus dem Fach Wirtschaft, Englisch (wenn die Lernstationen in Englisch verwendet werden)?
11. Wie wollen Sie Webseite verwenden?
12. Welche Art und welchen Umfang der Abschlussarbeit geben Sie ihren Schülerinnen und Schüler vor? Präsentation, Bericht, Ausstellung, Broschüre...?

Anhang

A Literatur

Elworthy, A. (2004). Constructivist theory of learning. *Interaction*, 18(2), 28.

Fallon, G. (2013). Forging school-scientist partnerships: A case of easier said than done? *Journal of Science Education and Technology* 22(2), 858-876.

Kumar, D.D. (2007). Nanoscale science and technology in teaching. *Australian journal of Education in Chemistry*, 68, 20-22.

Empfohlene Literatur:

Jones, M.G. et al. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.

B Referenzen von wissenschaftlichen Publikationen für die Schülerinnen und Schüler

Hier werden nur die Publikationen, welche für die Schweiz relevant sind, aufgelistet. Für länderspezifische Publikationen muss die englische Version der Unterlagen für die Lehrperson (Teacher Guidelines) abgerufen werden. Nachfolgend der direkte Link auf die Webseite, um das Dokument herunterzuladen: <http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/unterlagen-f%C3%BCr-die-lehrpersonen>

Brustkrebs-Diagnose mit AFM

- Loparic, M., Plodinec, M., Lim, R. & Sum, R. (2013). Potentielle medizinische Anwendungen des Atomic Force Microscope. *Schweizerisches Medizin-Forum*, 13(41), 830-832.
- Plodinec M. et al. (2012). The nanomechanical signature of breast cancer. *Nature Nanotechnology*, 7, 757-765.

Magnetic racetrack memory

- Parkin S.S.P. (2012). Bits auf der Überholspur. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 36-41.
- Parkin, S.S.P., Hayashi, M. & Thomas L. (2008). Magnetic Domain-Wall Racetrack Memory. *Science*, 320, 190-194.

Kohlenstoffnanonetze für die Elektronik

- Gruner G. (2012). Kohlenstoffnanonetze für die Elektronik. *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 43-50.
- Baughman, R.H., Zakhidov, A.A. & de Heer, W.A. (2002). Carbon Nanotubes - the Route Toward Application. *Science*, 297, 787-792.

Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom

- Samulat G. (2012). Liegt die Zukunft unserer Energieversorgung in einer Verschmelzung von Photonik und Nanotechnologie? *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik, 1*, 30-32.
- Grätzel M. (2004). Conversion of sunlight to electric power by nanocrystalline dye-sensitized solar cells. *Journal of Photochemistry and Photobiology, 164*, 3-14.

C Kontaktliste zu Forschungslaboren und Unternehmen

Nachfolgend sind Kontakte zu Forschungslaboren im Bereich der Nanowissenschaften und zu Unternehmen im Bereich der Nanotechnologie aufgeführt. Mit Hilfe dieser Kontaktliste können Lehrpersonen Schulklassen ermöglichen, in direkten Kontakt mit Forschenden und Unternehmenden zu treten. Auch hier werden nur die Kontakte aus der Schweiz aufgelistet. Die Kontakte für die anderen beteiligten Länder sind in der englischen Version einzusehen unter dem Link <http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/unterlagen-f%C3%BCr-die-lehrpersonen>

Universitäten

Institution	Kontakt	Nanobereich
<u>Universität Basel</u>	+41 61 267 14 72 <u>info(at)unibas.ch</u>	<u>Swiss Nanoscience Institute SNI</u>
<u>Universität Freiburg</u>	+41 26 300 70 34 <u>uni-info(at)unifr.ch</u>	<u>Adolph Merkle Institut</u> (in Englisch)
<u>Universität Bern</u>	+41 31 631 31 75 <u>info(at)unibe.ch</u>	<u>Institut für Anatomie</u>
<u>Universität Lausanne</u>	+41 21 692 20 66 <u>info(at)unil.ch</u>	<u>Nanopublic - Plateforme interdisciplinaire nanotechnologies et société</u> (in Französisch)

Quelle der Tabelle : Swiss Nano-Cube Plattform:

<http://www.swissnanocube.ch/en/science-research/forschungsinstitutionen-ch/universitaeten/>

Universität Basel: Das *Swiss Nanoscience Institute (SNI)* bietet einen Studiengang in Nanoscience an. Schulklassen können das *SNI Visitor Center* besuchen oder es werden Vorträge und kleinere Werkstätten an der Schule organisiert.

SNI Communications & Events
 Meret Hornstein MSc. nano
 Klingelbergstrasse 82
 CH-4056 Basel
 +41 (0)61 267 15 21
 Meret.Hornstein@unibas.ch

Eidgenössische Hochschulen und Institute

Institution	Kontakt	Nanobereich
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich ETHZ	+41 44 632 40 39 info(at)ethz.ch	Micro and Nano Science Platform (in Englisch)
Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt EMPA	+41 44 823 45 92 info(at)empa.ch	Nanoscale Materials Science (in Englisch)
École Polytechnique Fédérale de Lausanne EPFL (in Französisch)	+41 21 693 21 78 info(at)epfl.ch	Center of MicroNanoTechnology CMI (in Englisch)
Paul Scherrer Institut PSI	+41 56 310 29 16 info(at)psi.ch	Laboratory for Micro- and Nanotechnology (in Englisch)

Quelle der Tabelle : Swiss Nano-Cube Plattform:

<http://www.swissnanocube.ch/en/science-research/forschungsinstitutionen-ch/eidg-hochschulen-und-institute/>

Fachhochschulen

Institution	Kontakt	Nanobereich
<u>Nanoplattform - Swiss Universities of Applied Sciences</u>	+41 32 321 63 81 peter.walther(at)bfh.ch	
<u>Fachhochschule Ostschweiz</u>	+41 81 755 33 62 info(at)fho.ch	<u>NTB Buchs - Institut für Mikro- und Nanotechnologie MNT</u>
<u>HSR Hochschule für Technik Rapperswil</u>	+41 55 222 44 02 forschung(at)hsr.ch	<u>Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik UMTEC</u>
<u>Fachhochschule Nordwestschweiz</u>	+41 56 432 43 80 info.technik(at)fhnw.ch	<u>Hochschule für Technik - Institut für nanotechnische Kunststoff-Anwendungen INKA</u>
<u>Fachhochschule Nordwestschweiz</u>	+41 61 467 42 42 info.lifesciences(at)fhnw.ch	<u>Institut für Life Sciences</u>
<u>Fachhochschule Zentralschweiz</u>	+41 41 288 40 34 info(at)hslu.ch	<u>Kompetenzzentrum Fluidmechanik & Hydromaschinen</u>
<u>Fachhochschule Westschweiz</u>	+41 24 557 28 00 info(at)hes-so.ch	<u>Institut de Micro & Nano Techniques (in Französisch)</u>
<u>Berner Fachhochschule</u>	+41 32 321 62 33 office(at)bfh.ch	<u>Technik & Informatik - Angewandte Laser-, Photonik- und Oberflächentechnologien</u>
<u>Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften</u>	+41 58 934 75 26 info(at)zhaw.ch	<u>Institut für Chemie und Biologische Chemie</u>

Quelle der Tabelle : Swiss Nano-Cube Plattform:

<http://www.swissnanocube.ch/en/science-research/forschungsinstitutionen-ch/fachhochschulen/>

Unternehmen im Bereich der Nanotechnologien

Es ist nur eine kleine Auswahl von Unternehmen in der Schweiz im Bereich der Nanotechnologie aufgeführt.

Unternehmen / Standort	Kontakt	Bereich der Nanotechnologie
BASF Basel	+41 61 636 48 88 berufsausbildung(at)basf.com	Nanobasierte funktionelle Farbstoffe, Elektronik und andere funktionale Anwendungen
CSEM Neuchâtel, Zürich, Muttenz, Alpnach, Landquart	+41 61 690 60 11 info(at)csem.ch	Muttenz: - Photovoltaik: thin-film Optik - Surface engineering: printable electronics
EMPA Dübendorf	+41 58 765 45 98 remigius.nideroest(at)empa.ch	- Nanomaterialien in Elektronik & Batterien - Forschungen zur Sicherheit von Nanotechnologie - Lithium-Ionen-Batterien etc. Laborrundgang/Führung kann an Fokus angepasst werden Die EMPA setzt zahlreiche Forschungs- und Entwicklungsvorhaben mit Partnern aus der Industrie um Technologietransfer-Infos für Industriepartner
EMPA St. Gallen	+41 58 765 74 74 info(at)empa.ch	- Plasmabeschichtungen für Textilien (H ₂ O-abweisend, schmutzresistent) - Silber- & Goldbeschichtungen von Textilfäden
IBM Research Rüschlikon	+41 44 724 81 11 info(at)zurich.ibm.com	Binnig and Rohrer Nanotechnology Center: - Cleanroom for micro/ nanofabrication - "Noise-free" labs
Nanosurf AG Liestal, Baselland	+41 61 927 47 47 info(at)nanosurf.com	Entwicklung und Produktion von Mikroskopen (STM, AFM)
Roche Basel Roche Rotkreuz	Basel: +41 61 688 11 11 basel.visits(at)roche.com Rotkreuz: www.roche.ch – Rotkreuz - Kontaktformular	Basel: Nanotechnologie im Bereich Pharma Rotkreuz: Nanotechnologie im Bereich Diagnostics
Rolic	+41 61 487 22 22 info(at)rolic.ch	Flüssigkristalle, LCD, Sicherheitselemente

Allschwil		
Sensirion	+41 44 306 40 00 info(at)sensirion.com	Sensorik, Mikrotechnologie, Halbleitertechnologie
Stäfa ZH		
Straumann	+ 41 61 965 11 11 info(at)straumann.com	Zahnimplantate
Entwicklung: Basel Produktion: Villeret (JU)		

Weitere Kontaktmöglichkeiten finden Sie unter nachfolgenden Links:

Unter nachfolgendem Link sind gegen 50 Firmen, die im Nanotechnologie-Bereich tätig sind, aufgeführt. Jede Firma wird kurz charakterisiert und mit der Homepage verlinkt.

http://www.nanowerk.com/nanotechnology/Nanotechnology_Companies_Research_and_Degree_Programs_in_Switzerland.php

Bei i-net (innovation networks) können Sie sich nach weiteren Kontakten zu Unternehmen in der Region Nordwestschweiz erkundigen: <http://www.i-net.ch>

Unter nachfolgendem Link sind Informationen zur Ausbildung und zu Berufen im Nanobereich aufgeführt:

<http://www.swissnanocube.ch/nanoteachbox/module/liste/#m30>

D Bewertungskriterien für den Wettbewerb

Dies ist eine Liste von Kriterien, welche für den nationalen und europäischen *Quantum Spin-Off* Wettbewerb verwendet wurde. Sie dient dazu, die Lehrpersonen für einen eigenen Wettbewerb zu inspirieren.

Das Ziel der Präsentation besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler dem Publikum und der Jury erzählen, was sie im Rahmen des *Quantum Spin-Off* Projekts gelernt haben.

Die Bewertungskriterien für die nationalen Juries sind einheitlich, um vergleichbare Bewertungen der Präsentationen zu erhalten. Die ausgefüllten Bewertungsformulare für jedes teilnehmende Team bleiben bei der Jury und werden weder den Schülerinnen und Schülern noch den Lehrpersonen mitgeteilt. Es wird nur die Rangliste bekannt gegeben.

Die Sprechzeit pro Präsentation beträgt 10 Minuten, weitere 5 Minuten sind für Fragen eingeplant.

Die Jury ist idealerweise aus mindestens drei Personen zusammengesetzt: Ein Forschender, ein Unternehmender und eine Person aus dem Bildungsbereich. Jedes Jury-Mitglied füllt zur Bewertung einer Präsentation das Kriterien-Formular aus. Am Ende der Präsentationen werden die Mitglieder der Jury die Punktzahl, mit der eine Präsentation bewertet wird, gemeinsam bestimmen. Die Punktzahl setzt sich aus der Summe der fünf Zahlen aus dem Formular zusammen. Jedes Kriterium wird gleich stark gewichtet.

Die Schülerinnen und Schüler erstellen eine Zusammenfassung in Form einer Broschüre zur Projektarbeit. Die Präsentation am Wettbewerbstag basiert auf dieser Broschüre. Die Broschüre wird der Lehrperson in Papierform abgegeben.

Die Preise werden aufgrund der Rangierung durch die Jury verliehen. Für den europäischen Wettbewerb wurden zum Beispiel vier Preise an die teilnehmenden Schulen mit den höchsten nationalen Punktzahlen verliehen. Für den nationalen Wettbewerb ist das Verfahren dasselbe, die Anzahl der Preise jedoch kann für jedes Land variieren. Jede teilnehmende Schule erhält ein Diplom, die gewinnende Klasse erhält ein Diplom in einem Rahmen und einen Preis. Der Hauptpreis besteht aus didaktischer Ausrüstung für die Schule. Die anderen Preise werden durch die lokalen Organisatoren bestimmt.

Kriterien

Die Kriterien für die Jury sind:

1. Von Modernen Naturwissenschaften zur Technologie
2. Von der Technologie zur Anwendung
3. Von der Anwendung zum Business
4. Präsentation
5. Kreativität

Nach der Präsentation am *Spin-Off Day* stellen die Jury-Mitglieder Fragen. Dies ermöglicht den Schülerinnen und Schülern zu zeigen, wie gut sie das Konzept der modernen Wissenschaft/Quantenphysik, die wissenschaftlichen Publikationen, die Nano-Technologien und das Geschäftsmodell *Canvas* verstanden haben. Zuhörende aus dem Publikum können ebenso Fragen stellen.

Das Bewertungs-Formular ist am Ende dieses Dokumentes zum Ausdrucken beigelegt. Nachfolgend werden die fünf Kriterien kurz erläutert:

Von Modernen Naturwissenschaften zur Technologie

Die Schülerinnen und Schüler zeigen, dass sie die Konzepte der Quantenphysik/modernen Naturwissenschaften verstanden haben. Ausgehend von ihren Erfahrungen mit den Lernstationen und der Arbeit im Klassenverband, präsentieren die Jugendlichen jene naturwissenschaftlichen Konzepte, die als Ausgangspunkt für die virtuelle Gründung des Spin-Off Unternehmens dienen. Ein spezielles Kapitel der Broschüre wird zu den Konzepten der Quantenphysik/modernen Naturwissenschaften verfasst.

Weiter präsentieren die Jugendlichen ihre Erfahrungen mit den Forschenden und der relevanten Literatur. Sie präsentieren kurz die naturwissenschaftlichen Publikationen, die für die Gründung eines Spin-Off Unternehmens genutzt wurden. Die Lernenden erklären wie die wissenschaftlichen Erkenntnisse für die Entwicklung des virtuellen Produkts genutzt wurden.

Von der Technologie zur Anwendung

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben auch ihre Erfahrungen mit den Forschenden und den Einblick in die Forschungsgebiete des Nano-Labors: Sie erklären, was sie mit dem Dialog/ihren Fragen an die Forschenden und mit dem Besuch des Nano-Labors gelernt haben.

Die Jugendlichen präsentieren ihr virtuelles Produkt und erläutern den kreativen Prozess bei der Produktentwicklung. Das Produkt sollte:

- gesellschaftlich relevant sein und das Leben auf eine bedeutungsvolle, sinnvolle Art besser machen.
- realistisch sein. (Es kann virtuell sein, aber es muss gezeigt werden, dass es möglich wäre, das Produkt herzustellen und zu vertreiben.)
- unter Einbezug von Überlegungen zu verantwortungsvoller Forschung und Innovation entwickelt werden. (Für eine Definition von responsible research and innovation/RRI siehe <http://www.rri-tools.eu/about-rri>)

Von der Anwendung zum Business

Die Lernenden beziehen die neun Elemente des *Business Model Canvas (BMC)* bei der Gründung eines virtuellen Unternehmens ein. Bei der Produktentwicklung werden auch die Erkenntnisse aus der wissenschaftlichen Publikation genutzt. Die neun Elemente des *BMC* sind:

1. Schlüsselpartner
2. Schlüsselaktivitäten
3. Schlüsselressourcen
4. Wertangebote
5. Kundenbeziehungen
6. Vertriebskanäle
7. Kundensegmente
8. Kostenstruktur
9. Einnahmequellen

Präsentation

Die Kriterien für die Präsentation sind:

- Präsentationstechnik:
 - Begeisterungsfähigkeit und Energie (damit verbunden sind: Betonung, Lautstärke, freies Sprechen/notfalls nur einen kleinen Spickzettel einsetzen, Selbstvertrauen, Kontakt mit dem Publikum, stimulierende Elemente, für den Anlass passende Kleidung)
 - Ausgeglichene Beiträge von allen Teammitgliedern
 - Verwendung visueller Hilfsmittel – effektiver Einsatz von Multimediaanwendungen und/oder anderem
- Aufbau der Präsentation:
 - Verständliche und prägnante Erklärungen
 - Effektive Nutzung der Zeit (Aufbau der Präsentation, Einhaltung der Zeitvorgabe)

Kreativität

Mit dem Kriterium Kreativität soll das kreative Potential der Jugendlichen gefördert werden. Die Schülerinnen und Schüler haben mit der Teilnahme am *Quantum Spin-Off* Projekt die Gelegenheit, Probleme zu erkennen und Probleme zu lösen, Verbindungen zwischen verschiedenen Bereichen herzustellen, Ideen zu entwickeln, eigene Fragen zu stellen und die kreative Tätigkeit eines Unternehmenden zu erleben oder zu simulieren. Das Ausmass der Neuheit der präsentierten Arbeit wird bei der Bewertung berücksichtigt.

Fragen, an denen sich die Jugendlichen orientieren können:

- Gab es in der Vergangenheit eine ähnliche Geschäftsidee, die von einem Unternehmen umgesetzt wurde? Wenn dies der Fall ist, wie könnte die Idee abgewandelt und verbessert werden?
- Beinhaltet der Einsatz des Produkts kreative Lösungsansätze für existierende Probleme in einem bestimmten Bereich?
- Wie könnte die Geschäftsidee die industrielle Produktion/das Konsumverhalten verändern?

Bewertungsformular für ein Team

BEWERTUNGS-KRITERIEN		Ungenügend	Genügend	Gut	Sehr gut
1	Von der modernen Naturwissenschaften zur Technologie	1	2	3	4
2	Von der Technologie zur Anwendung	1	2	3	4
3	Von der Anwendung zum Buisness	1	2	3	4
4	Präsentation	1	2	3	4
5	Kreativität	1	2	3	4
TOTAL					

E Länderspezifische Informationen

Schweiz

Vorschlag für das Verständnis von Nano-Risiken

Schülerinnen und Schüler, welche am *Quantum Spin-Off* Projekt teilnehmen, lernen wie die Nanoforschung und die Nanotechnologie zusammen hängen. Als weiteren Schritt können die Chancen und Risiken der Nanotechnologien thematisiert werden.

Lernziel: Die persönliche Wahrnehmung der Risiken von Nanomaterialien aufgrund einer Recherche verfeinern.

Die zusätzliche Lernstation (Wahrnehmung des Nanorisikos – Additum zu den Unterlagen für die Lehrpersonen) auf Deutsch ist auf der Projekt-Webseite herunterzuladen: <http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/lernstationen>

Für die Broschüre, welche die Schülerinnen und Schüler als Teil des *Quantum Spin-Off* Projektes erstellen, kann ein zusätzliches Lernziel hinzugefügt werden: Eine Aussage aufgrund der Recherche zu Risiken und Chancen zum Produkt, welches vom virtuellen Spin-Off Unternehmen vertrieben wird, machen (z. B. Abwägen der Chancen und Risiken, abschätzbare gesellschaftliche Konsequenzen, "Vorhersagen für die Zukunft")

ICT-Werkzeuge

Auf der Projekt-Webseite sind Filme und Simulationen zu finden, die im Unterricht eingesetzt werden können:

<http://ch.qs-project.ea.gr/en/content/simulationen>

Eine Plattform für die Nanotechnologie und Bildung

www.swissnanocube.ch

Mikroskop-Ausleihe

Nachfolgend sind die Bezugsquellen für die Mikroskope AFM oder STM aufgeführt.

A) AFM (Atomic Force Microscope = Rasterkraftmikroskop)

Mikroskart	AFM
Typenbezeichnung	Nanosurf easyScan E-AFM
Einsatz	Charakterisierung von harten nichtleitenden Oberflächen
Probeset (wird ausgeliehen)	CD-Master-Stamper, DVD-Master-Stamper, Mikrochip (Wafer), Interferenzgitter, Bakterien (Kokken), Gore-Tex, Vibrisse (Tasthaar Katze), Muschel, Rote Blutzellen (Mensch), Rauheitsmass
Weitere Informationen	http://www.nanoforschools.ch/afm-mikroskopie/ausleihe-afm/

Anfragen und Reservation	martin.vonlanthen@ehb-schweiz.ch T: 031 910 37 30
---------------------------------	--

B) STM (Scanning Tunneling Microscope = Rastertunnelmikroskop)

Mikroskart	STM
Typenbezeichnung	Nanosurf easyScan 2 STM
Einsatz	Eigenes Experimentieren an unterschiedlich präparierten Oberflächen, Visualisierung von Atomen
2 vorbereitete Proben	Graphit, Gold
Weitere Informationen	http://www.eduphys.ethz.ch/school_labs/stm/index_DE
Anfragen und Reservation	vaterlaus@phys.ethz.ch