



Γέφυρα μεταξύ της έρευνας στη σύγχρονη φυσική και της επιχειρηματικότητας στον τομέα της νανοτεχνολογίας

## Κβαντική Φυσική

*Η φυσική των πολύ μικρών στοιχείων με τις μεγάλες εφαρμογές*

### Προτάσεις για δραστηριότητες στην τάξη ώστε να κατανοηθούν οι κίνδυνοι των νανοστοιχείων

Τεκμηρίωση για τους εκπαιδευτικούς: Προαιρετική



ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ:



Εικόνα: Miriam Herrmann

Spin-Off χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση υπό το πρόγραμμα LLP Comenius (540059-LLP-1-2013-1-BE-COMENIUS-CMP).

Miriam Herrmann

Στοιχεία επικοινωνίας: [miriam.herrmann@fhnw.ch](mailto:miriam.herrmann@fhnw.ch)



Lifelong  
Learning  
Programme

**Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές (CC BY-NC-SA 4.0)**

Υπό τους ακόλουθους όρους:

- Αναφορά στον δημιουργό — Πρέπει να κάνετε κατάλληλη μνεία, να παρέχετε σύνδεσμο στην άδεια και να δηλώνετε τυχόν τροποποιήσεις. Αυτό μπορείτε να το κάνετε με οποιονδήποτε εύλογο τρόπο, χωρίς όμως να υπονοείται ότι ο αδειοδότης εγκρίνει εσάς ή τη χρήση σας.
- Μη-εμπορική — Δεν επιτρέπεται η χρήση του υλικού για εμπορικούς σκοπούς.

Μπορείτε να:

- Μοιραστείτε - να αντιγράψετε και να αναδιανείμετε το υλικό με οποιονδήποτε μέσο ή μορφή
  - Προσαρμόσετε - να αναμείξετε, να τροποποιήσετε και να δημιουργήσετε πάνω στο υλικό
- Ο δικαιούχος δεν μπορεί να ανακαλέσει αυτές τις ελευθερίες, εφόσον τηρείτε τους όρους της άδειας.

Αναφορά στο έργο πρέπει να γίνεται ως εξής:

Herrmann M. (2014). Quantum SpinOff Learning Stations. Zentrum für Naturwissenschafts- und Technikdidaktik, Pädagogische Hochschule, Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)

## Κατανοώντας τους κινδύνους που εγκυμονούν τα νανοσωματίδια

Οι μαθητές που συμμετέχουν στο πρόγραμμα Quantum Spin-Off παρατηρούν τον τρόπο που αλληλοσχετίζονται η έρευνα στο πεδίο των νανοεπιστημών και η νανοτεχνολογία. Σε ένα επόμενο στάδιο θα μπορούσαν να εξετάσουν τους κινδύνους που απορρέουν από τη νανοτεχνολογία.

**Μαθησιακός στόχος: ... η διαμόρφωση ή αλλαγή της προσωπικής αντίληψης για τους κινδύνους των νανοϋλικών με βάση ερευνητικά ευρήματα.**

Για το εγχειρίδιο που ετοιμάζουν οι μαθητές στο πλαίσιο του προγράμματος Quantum Spin-Off μπορεί να προστεθεί ένας ακόμα μαθησιακός στόχος:

... η διαμόρφωση μιας δήλωσης σχετικά με τη μεταφορά των ερευνητικών ευρημάτων στο πλαίσιο μιας εταιρείας spin-off (π.χ. στάθμιση των ωφελειών έναντι των κινδύνων, υπολογισμός των κοινωνικών συνεπειών, "πρόβλεψη του μέλλοντος")

**Διαδοχή: Τεκμηρίωση για τους εκπαιδευτικούς: Προαιρετική**

**Σύνοψη: Μπορούμε να αντιληφθούμε τη νανοτεχνολογία από οικονομικής άποψης: Υπογραμμίζονται οι καινοτομίες των νέων νανοτεχνολογιών που υπηρετούν το κοινό καλό. Εκτός από αυτήν την εμπορική και κοινωνική λειτουργικότητα της νανοτεχνολογίας, μπορούν να προσδιοριστούν και άλλες κοινωνικές λειτουργικότητες και σημασίες.**

Οι νέες τεχνολογίες προκαλούν αμφιθυμία, επειδή κρύβουν τόσο ευκαιρίες όσο και κινδύνους. Αυτή η αμφιθυμία εκφράζεται είτε ως αισιοδοξία είτε ως εναντίωση προς την τεχνολογία. Αντ' αυτού, θα ήταν ευπρόσδεκτη μια κοινωνική συζήτηση για το πώς θα χειριστούμε τις ευκαιρίες και τους κινδύνους των νέων τεχνολογιών. Μια τέτοια συζήτηση προϋποθέτει επιστημονικές έρευνες, λόγω χάρη, για τους κινδύνους που εγκυμονούν οι νανοτεχνολογίες. Τα ερευνητικά δεδομένα θα πρέπει επίσης να διατίθενται στο ευρύ κοινό, μέσω της χρήσης επικοινωνιακών διαύλων<sup>1</sup>. Μέλη του κοινού που είναι ενημερωμένα σχετικά με τις νανοτεχνολογίες μπορούν να σχηματίσουν μια διαφοροποιημένη άποψη και να την υποστηρίξουν σε πολιτικό επίπεδο.

Οι νέες τεχνολογίες αποτελούν εργαλείο για τον άνθρωπο, προκειμένου να διαμορφώσει το περιβάλλον του ανάλογα με τις ανάγκες του. Όταν ο άνθρωπος διαμορφώνει το περιβάλλον του με τη βοήθεια της τεχνολογίας, ανάλογα με τις ανάγκες του, το ερώτημα προκύπτει σε επίπεδο πολιτισμού, για το αν αυτή η δημιουργική δύναμη αποτελεί πρόοδο και οδηγεί τον πολιτισμό σε υψηλότερα επίπεδα ή αν οι κοινωνικές και υλικές συνθήκες βίου επιδεινώνονται με τη χρήση της νέας τεχνολογίας. Από οικολογικής άποψης, η απάντηση στο ερώτημα της βιωσιμότητας έχει αναδειχθεί σε σημαντικό παράγοντα για την αξιολόγηση των δυνατοτήτων μιας νέας τεχνολογίας.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ένας δυναμικός επικοινωνιακός διάλογος είναι η κινητή έκθεση Expro Nano: Η έκθεση προσεγγίζει τις ευκαιρίες και τους κινδύνους που απορρέουν από τη νανοτεχνολογία και δείχνει πού χρησιμοποιούνται ήδη νανοϋλικά. Πληροφορίες για την έκθεση και το διδακτικό υλικό: <http://expronano.ch/>. Έκθεση στο Empa στο St. Gallen: 26 Μαΐου 2014 - 4 Ιουλίου 2014

<sup>2</sup> Η παρακάτω πηγή έδωσε την έμπνευση για τις τρεις προηγούμενες ενότητες: Uwe Pfennig (18/11/2013): Von Technikfeen und Zauberlehrlingen: Zur Didaktik und Mythos des sozialen Sinns in der Technikbildung. [Για τις νεράιδες της τεχνολογίας και τους μαθητευόμενους μάγους: Διδακτική και μύθοι της κοινωνικής σημασίας της τεχνολογικής ανάπτυξης.] Kolloquium Naturwissenschafts- und Sachunterrichtsdidaktik. Basle: Κέντρο για τη διδακτική των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας, Κολλέγιο Παιδαγωγικής του FHNW  
Ο Uwe Pfennig εργάζεται για το Γερμανικό Κέντρο Αεροδιαστημικής (Deutsches Zentrum für Luft- & Raumfahrt). Stuttgart.

Με τον μαθησιακό σταθμό Χ, που αφορά στην Κατανόηση των κινδύνων που εγκυμονούν οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, οι μαθητές πληροφορούνται για την τρέχουσα έρευνα σχετικά με τους κινδύνους διάφορων εφαρμογών της νανοτεχνολογίας.

## Βιβλιογραφία

*Ο Gardener (2010) πραγματεύεται την αντίληψη του κινδύνου που έχουν οι μαθητές όσον αφορά στην εφαρμογή της νανοτεχνολογίας και τις επιπτώσεις αυτής στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών:*

*Με άλλα λόγια, κάθε εφαρμογή νανοτεχνολογίας μπορεί να έχει τις δικές της μοναδικές αμφιλεγόμενες πτυχές ανεξάρτητα από τη συζήτηση που διεξάγεται για τις νανοτεχνολογίες γενικά. Τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης υποδεικνύουν ότι αυτοί οι μαθητές αντιλαμβάνονται διαφορετικούς κινδύνους και οφέλη για κάθε τύπο εφαρμογής. Αν θέλουμε οι πολίτες του μέλλοντος να αγκαλιάσουν τις προόδους της νανοτεχνολογίας, είναι σημαντική η λεπτή διάκριση μεταξύ διαφοροποιημένων κινδύνων για διαφορετικές εφαρμογές.*

*Ο κίνδυνος αυτός καθ' εαυτός αποτελεί ένα θέμα που δεν αναδεικνύεται επαρκώς στην αγωγή των φυσικών επιστημών. Εφόσον το ρίσκο που απορρέει από τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία μπορεί να δραματίσει έναν τόσο σημαντικό ρόλο στη δημόσια συζήτηση σχετικά με τις αναδυόμενες τεχνολογίες, ωφέλιμη θα ήταν η συμπερίληψη ανάλογων συζητήσεων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας και της κοινωνικής αγωγής που πραγματοποιείται στο πλαίσιο της αγωγής στις φυσικές επιστήμες. Μελέτες στην περιβαλλοντική αγωγή έχουν αρχίσει να διερευνούν το εν λόγω πεδίο, αλλά η έρευνα στην αγωγή του ρίσκου παραμένει ένα ελάχιστο μελετημένο θέμα.*

*Όπως και κάθε αμφιλεγόμενο θέμα, δεν είναι δουλειά του εκπαιδευτικού να προωθήσει τις δικές του απόψεις, αλλά να εφοδιάσει τους μαθητές με τα απαιτούμενα εργαλεία, ώστε να μπορέσουν να διαμορφώσουν ξεκάθαρους στάσεις και αντιλήψεις σχετικά με αυτά τα συχνά σύνθετα θέματα. Δεν είναι όλες οι τεχνολογικές καινοτομίες εξ ορισμού θετικές για την κοινωνία στο σύνολό της, και οι μαθητές που τώρα μαθαίνουν το περιεχόμενο και τις κοινωνικές συνέπειες των αναδυόμενων τεχνολογιών είναι εκείνοι που θα λαμβάνουν τις αποφάσεις για το μέλλον της Έρευνας και Ανάπτυξης (R&D) καθώς και για τις δημόσιες πολιτικές. Αν οι εκπαιδευτικοί μπορέσουν να βοηθήσουν τους μαθητές να έχουν υπόψη τους το διάλογο αυτόν, όταν διδάσκονται το περιεχόμενο των συγκεκριμένων αντικειμένων, είναι πιθανό η αντίληψη του κινδύνου να είναι πιο αντικειμενική, καθώς θα βασίζεται σε εκτενή ερευνητικά δεδομένα, και οι μαθητές θα μπορούν να ανταπεξέλθουν στο δύσκολο έργο να συνδυάσουν τις αντιλήψεις που έχουν διαμορφώσει στο πλαίσιο της κοινωνίας με τα αποτελέσματα αυτά.*

## Εκτιμήσεις της διδακτικής τεχνολογιών

Τα αποτελέσματα της μελέτης στην οποία γίνεται αναφορά πιο πάνω (Gardener 2010) δείχνουν ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται διαφορετικούς κινδύνους και οφέλη ανάλογα με το είδος εφαρμογής της νανοτεχνολογίας. Ο Gardener (2010) καταλήγει στο εξής συμπέρασμα: Αν θέλουμε να είναι ευπρόσδεκτη η πρόοδος στον τομέα της νανοτεχνολογίας, τότε οι διαφορετικοί κίνδυνοι των ποικίλων εφαρμογών αποτελούν μια σημαντική σύλληψη. Η έννοια αυτή σχετίζεται με δύο δυσκολίες:

1. Η ζήτηση για έρευνα πάνω στους πιθανούς κινδύνους που σχετίζονται με την εφαρμογή διαφορετικών νανοϋλικών είναι πάρα πολύ μεγάλη, δείτε Furrer E. (χημικός, τμήμα Industrial Chemicals, BAFU), παρατίθεται στο Fitze (2013, σελ. 55)<sup>3</sup>: "Κάθε ουσία έχει χαρακτηριστικές ιδιότητες που αφορούν μόνο σε αυτήν. Αν τα νανοϋλικά δρουν σε συνδυασμό με άλλες ουσίες του περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά είναι δυνατό να μεταβληθούν. Αυτό δημιουργεί μεγάλες δυσκολίες στις μελέτες για την τοξικότητά τους." Για μελέτες σχετικά με τα ρίσκα των νανοσωματιδίων, πρέπει να

<sup>3</sup> Fitze U. (2013). Möglichen Risiken auf der Spur: Aktionsplan synthetische Nanomaterialien. [Στα ίχνη δυνητικών κινδύνων: σχέδιο δράσης για συνθετικά νανοϋλικά.] Umwelt, 3, 54-56.

μελετηθεί επίσης κατά πόσο εξαρτώνται από τη δόση και οι μακροπρόθεσμες συνέπειες. Ας παραθέσουμε τον Furrer E. (στον Fitze 2013, p.55) για μια ακόμα φορά: "Κάθε τεχνολογική καινοτομία εμπεριέχει αφενός μια υπόσχεση και αφετέρου αβεβαιότητα. Οι δυνητικοί κίνδυνοι πάντα εξαρτώνται από την ποσότητα και οι μακροπρόθεσμες συνέπειες είναι δύσκολο να διερευνηθούν - πρόκειται για μια σημαντικότερη πρόκληση όσον αφορά στα νέα χημικά." (σελ. 55)

Μέχρι σήμερα η έρευνα σχετικά με το βαθμό στον οποίο τα νανοσωματίδια από τα προϊόντα διεισδύουν στο περιβάλλον, π.χ. μέσω της τριβής, της καύσης αποβλήτων ή μετά από χρόνια σε χώρο υγειονομικής ταφής, είναι εξαιρετικά περιορισμένη.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> NZZ (09/03/2011) <http://www.nzz.ch/aktuell/startseite/wie-gruen-ist-die-nanotechnologie-1.9817407> [accessed on 08/05/2014]

2. Η ένδειξη που πληροφορεί για τη χρήση νανοϋλικών δεν είναι υποχρεωτική. Αυτό σημαίνει ότι οι καταναλωτές συχνά δεν γνωρίζουν ποια προϊόντα περιέχουν νανοϋλικά. Εξάιρεση: Υποχρεωτική είναι η σήμανση σε καλλυντικά προϊόντα εντός της ΕΕ από το 2013 και σε τροφές από το 2014 και εξής. Από τότε υποχρεωτικά επισημαίνεται η χρήση συστατικών στη νανοκλίμακα, με την αναγραφή της λέξης "νανο" στην ταμπέλα. Το BAG (η Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Υγείας της Ελβετίας) προς το παρόν ελέγχει τη δυνατότητα θέσπισης σχετικού κανονισμού και την προσαρμογή των συναφών θεσμικών διατάξεων.<sup>5</sup>

Καταλληλότητα ανάλογα με το φύλο: Το θέμα των Κινδύνων των Νανοσωματιδίων διεγείρει το ενδιαφέρον των κοριτσιών, καθώς επιδεικνύουν έντονο ενδιαφέρον για θέματα που αφενός έχουν αντίκτυπο στην ανθρωπότητα και την κοινωνία και αφετέρου πρακτικές εφαρμογές.

### **Δραστηριότητες για εκπαιδευτικούς**

Ο εκπαιδευτικός κάνει μια σύντομη εισαγωγή με αναφορά στην παραπάνω πληροφορία.

### **Δραστηριότητες για μαθητές**

Οι μαθητές διαβάζουν το άρθρο από το Die Zeit by Lütge (2013) με τίτλο Die wundersame Welt der Winzlinge: Produkte mit Nanopartikeln versprechen riesige Umsätze und grossen Nutzen. Aber schaden sie auch? [Ο εκπληκτικός κόσμος των μικροσκοπικών στοιχείων: Προϊόντα με νανοσωματίδια υπόσχονται τεράστια κέρδη και μεγάλα οφέλη. Είναι όμως και επικίνδυνα;]

Οι μαθητές επισκέπτονται δύο ιστοσελίδες με ερωτήσεις σχετικά με τη νανοτεχνολογία. Οι σύνδεσμοι στους ιστότοπους έχουν καταγραφεί στις παραπομπές. Κάθε μαθητής επιλέγει τρεις έως τέσσερις ερωτήσεις που τον ενδιαφέρει. Οι μαθητές συνεχίζουν να εργάζονται σε ζεύγη. Πρώτα απαντούν στην ερώτηση βάσει των γνώσεων που ήδη έχουν και από μια υποκειμενική σκοπιά, χωρίς να διαβάζουν την απάντηση. Στην επόμενη φάση οι μαθητές σημειώνουν γραπτώς σύντομες απαντήσεις στις ερωτήσεις. Στην τάξη, ο εκπαιδευτικός θέτει την παρακάτω ερώτηση:

Πώς άλλαξε η αντίληψη που είχατε για τη νανοτεχνολογία κατά τη διάρκεια αυτής της άσκησης;

### **Ασκήσεις για εκπαιδευτικούς (εκπαίδευση και επαγγελματική ανάπτυξη)**

Συζητήστε αν είναι θεμιτό ο εκπαιδευτικός να αποκαλύπτει την προσωπική του άποψη σχετικά με τις ευκαιρίες και τους κινδύνους που σχετίζονται με (συγκεκριμένα) νανοϋλικά στην τάξη. Δικαιολογήστε την άποψή σας.

<sup>5</sup>Πηγή: BAG website:

[http://www.bag.admin.ch/faq/index.html?lang=de&themen\\_id=5&subthemen\\_id=64&faq\\_submit=Suchen#faq\\_anker\\_611](http://www.bag.admin.ch/faq/index.html?lang=de&themen_id=5&subthemen_id=64&faq_submit=Suchen#faq_anker_611)  
[08.05.2014]

## Βιβλιογραφία για εκπαιδευτικούς

Gardener G. et al. (2010). Students' risk perceptions of nanotechnology applications: implications for science education. *International Journal of Science Education*, 32(14), 1951-1969.

## Βιβλιογραφία και σύνδεσμοι για τους μαθητές

Lütge G. (2013). Die wundersame Welt der Winzlinge: Produkte mit Nanopartikeln versprechen riesige Umsätze und grossen Nutzen. Aber schaden sie auch? [Ο εκπληκτικός κόσμος των μικροσκοπικών στοιχείων: Προϊόντα με νανοσωματίδια υπόσχονται τεράστια κέρδη και μεγάλα οφέλη. Είναι όμως και επικίνδυνα;] *Die Zeit*, 45, 26-27.

<http://www.zeit.de/2013/45/nanotechnologie-umsatz-nutzen-schaden/komplettansicht?commentstart=17#comments>

Συχνές ερωτήσεις σχετικά με τη νανοτεχνολογία (BAG)

[http://www.bag.admin.ch/faq/index.html?lang=de&themen\\_id=5&subthemen\\_id=64&faq\\_submit=Suchen](http://www.bag.admin.ch/faq/index.html?lang=de&themen_id=5&subthemen_id=64&faq_submit=Suchen)

Συχνές Ερωτήσεις για τη Νανοτεχνολογία (ιστοσελίδα που χρηματοδοτείται από την BAG, BAFU, Ομοσπονδιακό Υπουργείο Παιδείας και Έρευνας)

<http://nanopartikel.info/haeufige-fragen>

## Περισσότερες πληροφορίες

Linsmeier K.-D. (2012). "Die Dosis macht das Gift". [Η τοξικότητα εξαρτάται από τη δόση.] *Spektrum Spezial Physik – Mathematik – Technik*, 1, 33-35.<sup>6</sup>

Πληροφόρηση για την έρευνα κινδύνου (ιστοσελίδα της BAG)

[http://www.bag.admin.ch/nanotechnologie/12191/12195/index.html?lang=de#sprungmarke0\\_16](http://www.bag.admin.ch/nanotechnologie/12191/12195/index.html?lang=de#sprungmarke0_16)

Μελέτη για τους Ελβετικούς κανονισμούς έκτακτης ανάγκης: Φως στους κινδύνους που προκύπτουν από τα νανοϋλικά <http://www.empa.ch/plugin/template/empa/1351/132900/---/l=1>

Έρευνα για την ασφάλεια των νανοϋλικών: Κανένας κίνδυνος "νανόσκονης" από βαφές τοίχου

<http://www.empa.ch/plugin/template/empa/1358/143635/---/l=1>

Η τοξικότητα των συνθετικών νανοϋλικών για τον άνθρωπο και το περιβάλλον

[http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01697/index.html?lang=de&show\\_kat=/publikationen](http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01697/index.html?lang=de&show_kat=/publikationen)

Κινητή έκθεση Expro Nano: Η έκθεση προσεγγίζει τις ευκαιρίες και τους κινδύνους που απορρέουν από τη νανοτεχνολογία και δείχνει πού χρησιμοποιούνται ήδη νανοϋλικά. Πληροφορίες για την έκθεση και το διδακτικό υλικό: <http://expronano.ch/>

έκθεση στο Empa στο St. Gallen: 26 Μαΐου 2014 - 4 Ιουλίου 2014

<sup>6</sup> Το άρθρο συνίσταται σε μια συνέντευξη με τον H.F Krug, επικεφαλής του τμήματος "Materials meet Life" (Τα Υλικά συναντούν τη Ζωή) στο Empa. Ο Krug εξετάζει τους κινδύνους που προέρχονται από τη μαζική χρήση νανοσωματιδίων.