
Chancen und Risiken von Nanomaterialien

Ausführungsplan des Nationalen Forschungsprogramms NFP 64

Bern, 6. Oktober 2009

Inhaltsverzeichnis

Was ist ein Nationales Forschungsprogramm (NFP)?	3
Zusammenfassung	4
1 Einleitung	5
1.1 Hintergrund und Definition von Nanomaterialien	5
1.2 Das nationale und internationale Forschungsumfeld	6
2 Ziele des Forschungsprogramms	8
3 Forschungsschwerpunkte	8
3.1 Modul 1: Anwendungen in der Medizin	9
3.2 Modul 2: Umwelt	10
3.3 Modul 3: Nahrungsmittel und Konsumgüter	11
3.4 Modul 4: Energie und Bauwesen	11
3.5 Modul 5: Innovative Nanomaterialien	12
4 Praktischer Nutzen und Adressatenkreis	12
4.1 Praktischer Nutzen	12
4.2 Adressatenkreis	12
5 Eingabeverfahren	13
5.1 Projektskizzen	14
5.2 Forschungsgesuche	15
5.3 Auswahlkriterien	15
6 Zeitplan und Budget	16
7 Organisation	16

Was ist ein Nationales Forschungsprogramm (NFP)?

Im Rahmen der NFP werden Forschungsprojekte durchgeführt, die einen Beitrag zur Lösung wichtiger Gegenwartsprobleme leisten. Gestützt auf Artikel 6 Absatz 2 des Forschungsgesetzes vom 7. Oktober 1983 (Stand am 25. Februar 2008) bestimmt der Bundesrat die Fragestellungen und Schwerpunkte, die in den NFP untersucht werden sollen. Für die vom Bundesrat entsprechend in Auftrag gegebene Durchführung der Programme zeichnet der Schweizerische Nationalfonds verantwortlich.

Das Instrument NFP wird in Artikel 4 der Verordnung zum Forschungsgesetz vom 10. Juni 1985 (Stand am 1. Januar 2009) wie folgt beschrieben:

«¹ Mit den Nationalen Forschungsprogrammen sollen untereinander koordinierte und auf ein gemeinsames Ziel ausgerichtete Forschungsprojekte ausgelöst und durchgeführt werden. Sie sollen wenn nötig ermöglichen, ein zusätzliches Forschungspotenzial zu schaffen.

² Als Gegenstand Nationaler Forschungsprogramme eignen sich vor allem Problemstellungen,

- a. deren wissenschaftliche Erforschung von gesamtschweizerischer Bedeutung ist;*
- b. zu deren Lösung die schweizerische Forschung einen besonderen Beitrag leisten kann;*
- c. zu deren Lösung Forschungsbeiträge aus verschiedenen Disziplinen erforderlich sind;*
- d. die weder ausschliesslich der reinen Grundlagenforschung, der Forschung der Verwaltung (Ressortforschung) noch der industrienahen Forschung zugeordnet werden können;*
- e. deren Erforschung innerhalb von etwa fünf Jahren Forschungsergebnisse erwarten lässt, die für die Praxis verwertbar sind.*

³ Bei der Auswahl wird auch berücksichtigt, ob die Programme

- a. als wissenschaftliche Grundlage für Regierungs- und Verwaltungsentscheide dienen können;*
- b. in einem internationalen Projekt bearbeitet werden könnten und auch für die Schweiz von grossem Interesse sind.»*

Zusammenfassung

Das nationale Forschungsprogramm „Chancen und Risiken von Nanomaterialien“ (NFP 64) soll Bereiche mit Forschungsbedarf identifizieren und fördern, um die wichtigsten Chancen und möglichen Risiken von auf Nanomaterialien basierenden Produkten besser verstehen zu können. Die im Rahmen dieses Programms durchgeführte Forschung soll wissenschaftliche Grundlagen für die Formulierung von Empfehlungen und geeigneten Massnahmen bei Herstellung, Gebrauch und Entsorgung von Nanomaterialien liefern. Dadurch soll die Gesellschaft von den wissenschaftlichen Fortschritten im Bereich der auf Nanomaterialien basierenden Anwendungen profitieren, und gleichzeitig sollen Konsumenten und Umwelt geschützt werden.

Dieses Programm bezieht Objekte von Nanometergrösse und Nanokomposite ein, die in ihrem Lebenszyklus jederzeit (durch Migration, Erosion usw.) wieder ihre partikelförmige Beschaffenheit annehmen können. Der Schwerpunkt liegt auf technisch hergestellten Nanomaterialien, d. h. synthetisch entwickelten Verbindungen mit strukturellen Komponenten wie Fasern und Partikeln, die mindestens eine Abmessung im Nanobereich haben, gewöhnlich ≤ 100 nm. Bevorzugt sollen Nanomaterialien untersucht werden, denen Mensch und Umwelt mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgesetzt sind, da Exposition sowohl von Mensch als auch von Umwelt mit gefährlichen Nanomaterialien für diese ein Risiko bedeuten könnte.

Das Programm konzentriert sich auf fünf Anwendungsbereiche: (1) Medizin; (2) Umwelt; (3) Nahrungsmittel und Konsumgüter; (4) Energie und Bauwesen; und (5) innovative Nanomaterialien. Nach Programmabschluss sollen folgenden Ziele erreicht sein:

- Grundlagen zur Entwicklung von Methoden und Werkzeugen werden erarbeitet, mit denen das Verhalten von Nanomaterialien und deren potentielle Auswirkungen in allen Stadien ihres Lebenszyklus auf den Menschen, die Umwelt sowie die Pflanzen- und Tierwelt in unterschiedlichen Kompartimenten (Luft, Boden, Wasser) überwacht und beurteilt werden können.
- Es werden wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet, um Werkzeuge zu entwickeln, die dazu beitragen können die Chancen und Vorteile von synthetischen Nanomaterialien zu maximieren und die damit allenfalls verbundenen Gesundheits- und Umweltrisiken während ihres gesamten Lebenszyklus zu minimieren.
- Wissen wird erworben, das die Entwicklung und Ausführung sicherer und effektiver Anwendungen von auf Nanomaterialien basierenden Technologien unterstützt.

Informationen werden bereitgestellt, die sowohl von der Regierung als auch von den Herstellern und den Vertreibern zur Ausarbeitung von Arbeitspraktiken und Regulierungen benötigt werden.

Das NFP 64 verfügt über einen Finanzrahmen von CHF 12 Millionen und einer Forschungsdauer von fünf Jahren.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Definition von Nanomaterialien

Nanomaterialien stellen einen wichtigen Teil der Nanotechnologie dar, einer der wichtigsten Technologien des 21. Jahrhunderts. Für die Zukunft wirtschaftlich vielversprechende Nanomaterialien finden z. B. in der Informationstechnologie und der Elektronik, in Baumaterialien, Haushaltsgeräten, Textilien, Kosmetika und Nahrungsmitteln sowie in der Umwelttechnik, Energietechnik und der Medizin Verwendung.

Sowohl die Chancen als auch die Risiken von Nanomaterialien sind nicht nur aus wissenschaftlicher sondern auch aus wirtschaftlicher und sozialer Sicht für die Schweiz von höchster Bedeutung. Nach Aussagen von Fachleuten verspricht die Anwendung von auf Nanomaterialien basierenden Technologien nicht nur eine positive wirtschaftliche Entwicklung sondern auch wichtige Verbesserungen in den Bereichen Gesundheit und Umweltschutz. Trotz schneller Fortschritte in der Entwicklung von Nanomaterialien und einer wachsenden Anzahl von im Handel erhältlichen Produkten, die auf Nanomaterialien basieren, ist nur sehr wenig über die Auswirkungen einer Exposition von Mensch und Umwelt mit Nanomaterialien bekannt. Auf internationaler Ebene hat dieses Thema bereits eine Anzahl von Forschungsinitiativen eingeleitet.

Die Schweiz nimmt in der Forschung im Bereich der Nanowissenschaften und Nanomaterialien bereits eine Führungsposition ein. Mithilfe innovativer und interdisziplinärer Forschung, gefördert vom NFP 64, möchte die Schweiz diese Position aufrechterhalten und dabei Vorteile für die schweizerische Wirtschaft und Industrie sowie den Arbeitsmarkt erzielen. Das Land soll auch in der Risikobewertung und zu Themen der behördlichen Kontrolle an der Spitze stehen.

Dieses Programm schliesst Objekte von Nanometergrösse und Nanokomposite mit ein, die in ihrem Lebenszyklus jederzeit (durch Migration, Erosion usw.) wieder ihre partikelförmige Beschaffenheit annehmen können. Der Schwerpunkt liegt auf technisch hergestellten Nanomaterialien, d. h. synthetisch entwickelten Verbindungen mit strukturellen Komponenten wie Fasern und Partikeln, die mindestens eine Abmessung im Nanobereich haben, gewöhnlich ≤ 100 nm. Bevorzugt sollen Nanomaterialien untersucht werden, denen Mensch und Umwelt mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgesetzt sind.

Die physikalische Beschränkung von Materialien auf Nanogrösse verändert das Verhalten der Elektronen, wodurch sich wiederum die Art und Weise verändern kann, wie sie Elektrizität und Wärme leiten und mit elektromagnetischer Strahlung wechselwirken. Zudem können technisch hergestellte Materialien in Nanogrösse in Zwischenräume eindringen, die für grössere Materialien unzugänglich sind, und bieten daher neue Nutzungsmöglichkeiten. Allerdings bedeuten solche Verhaltensweisen möglicherweise auch, dass synthetische Nanomaterialien auf noch unverstandene Art und Weise schädigend wirken können.

Bei allen Projekten muss berücksichtigt werden, dass Nanomaterialien mit biologischen Systemen anders interagieren können als Materialien, die aus grösseren Partikeln und individuellen Moleküle bestehen (100 nm und darüber). Dieses Wissen kann bei der Handhabung von Nanomaterialien im Allgemeinen sowie in vielen Anwendungsbereichen hilfreich sein. Schliesslich ist dieses Wissen auch bei der Erstellung von Sicherheitsmassnahmen von Nutzen. Zum Studium dieser biologischen Auswirkungen sind moderne und innovative Methoden sowie neue Modelle erforderlich.

Folglich sollten die Projekte multidisziplinär sein, eine enge Zusammenarbeit zwischen den Materialwissenschaften und sicherheitsorientierter Forschung vorsehen und anwendungsorientiert sein. Inter- und transdisziplinäre Projekte sind ausdrücklich erwünscht. Durch den anwendungsorientierten Charakter des Programms werden auch Fachhochschulen und die eidgenössischen Forschungsanstalten aufgefordert, ihre eigenen Projekte entweder selbständig oder in Zusammenarbeit mit einer anderen Fachhochschule, eidgenössischen technischen Hochschule oder Universität einzureichen.

Die Eingabe von Einzelskizzen im Rahmen eines Verbunds (Antragsbündel) ist möglich. Dabei ist jedoch darauf zu achten, dass die Einzelskizzen, welche im Kontext des Antragsbündels stehen, so abgefasst sind, dass diese auch als Einzelanträge beurteilt und bewertet werden können.

Am 28. November 2007 hat der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) damit beauftragt, das nationale Forschungsprogramm „Chancen und Risiken von Nanomaterialien“ (NFP 64) durchzuführen. Der Nationale Forschungsrat des SNF wählte eine Leitungsgruppe für die strategische Leitung des NFP. Dieser Ausführungsplan wurde am 24. September 2009 vom Vorsteher des Eidgenössischen Department des Innern (EDI) genehmigt.

1.2 Das nationale und internationale Forschungsumfeld

Eine bedeutende Anzahl international anerkannter schweizerischer Institute und Organisationen sind bereits im Forschungsbereich Nanomaterialien tätig:

- NFS Materialien mit neuartigen elektronischen Eigenschaften (MaNEP), Leading House an der Universität Genf
- NFS Nanowissenschaften (NCCR Nanoscale Science), Leading House an der Universität Basel
- NFP 62 Intelligente Materialien
- nano-tera.ch – the Swiss initiative in engineering and information technology for health and security of the human being and the environment
- Competence Centre for Materials Science and Technology (CCMX) des ETH-Bereiches
- Micro and Nano Science Platform (MNSP), ETH Zürich
- Materials Research Centre (MRC), ETH Zürich
- Science et génie des matériaux, EPF Lausanne
- Institut de microtechnique, EPF Lausanne
- Nanoscale materials science, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)
- Nanotech@surfaces, Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA)

- Fribourg Center for Nanomaterials (FriMat), Universität Freiburg
- Adolphe Merkle Institut (AMI), Universität Freiburg
- Swiss Nanoscience Institute (SNI), Universität Basel
- Aktionsplan Synthetische Nanomaterialien (BAG, BAFU und SECO)
- ERA-Net Nanomedizin, Leading House an der Universität Basel

Insbesondere der Nationale Forschungsschwerpunkt (NFS) Nanowissenschaften konzentriert sich auf die fundamentalen und quantitativen Aspekte von „Nano“ als Disziplin der Naturwissenschaften. Der Aktionsplan Synthetische Nanomaterialien wurde vom Bundesamt für Gesundheit (BAG), dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) erarbeitet. Der Aktionsplan will u. a. regulatorische Rahmenbedingungen für einen verantwortlichen Umgang mit Nanopartikeln während deren Herstellung, Handhabung und Entsorgung schaffen. Das ERA-Net Nanomedizin ist ein von CLINAM (Clinical NanoMedicine, www.clinam.org) initiiertes Netzwerk zur Einrichtung eines europäischen Forschungszentrums für klinische Nanomedizin in Basel.

Auf internationaler Ebene nehmen die Erforschung innovativer neuer Nanomaterialien und deren Anwendungen sowie Aktionspläne mit Empfehlungen und Bestimmungen für Nanomaterialien in ganz Europa und darüber hinaus zu, zum Beispiel: die SPP 1313 „Biological responses to nanoscale particles“ der DFG¹, die ERA-Net Nanotechnologie Projekte², die National Nanotechnology Initiative in den USA³, die IMPART – Nanotox Initiative des sechsten Rahmenprogramms der Europäischen Kommission⁴, die OECD Working Party on Manufactured Nanomaterials (WPMN)⁵ und deren Forschungsdatenbank für internationale Zusammenarbeit⁶, das SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks⁷, die nationalen Initiativen für ethische, rechtliche und soziale Auswirkungen (ELSI) von Nanomaterialien und das NanoImpactNet Program der Europäischen Kommission⁸.

Im Verlauf von 2009 werden auch viele neue europäische Projekte initiiert, Einzelheiten sind jedoch noch nicht bekannt. Die EU versucht Projekte in diesem Bereich zusammenzufassen, um die Aktivitäten zu koordinieren und eine gemeinsame Nutzung von Ressourcen und Fachwissen durch mehrere Projekte zu ermöglichen. Die entsprechenden Strukturen wurden aber bisher noch nicht geschaffen.

Das NFP 64 würde eindeutig von internationalen Verbindungen profitieren, weshalb die Integration in ein internationales Netzwerk auf der Projekt- sowie der Programmebene ausdrücklich begrüsst wird.

¹ http://www.uni-due.de/~hb0082/website/homepage/univer/startseite_83/de/de_startseite_univer_1.php

² http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/pressroom_projects_nmp7.htm

³ <http://www.nano.gov/>

⁴ <http://www.impart-nanotox.org/>

⁵ http://www.oecd.org/departement/0,3355,en_2649_37015404_1_1_1_1_1,00.html

⁶ http://www.oecd.org/document/26/0,3343,en_2649_37015404_42464730_1_1_1_1,00.html

⁷ http://ec.europa/health/ph_risk/committees/04_scenir/scenir_opinions_en.htm#nano

⁸ http://www.nanoimpactnet.eu/object_class/nano_men_home.html

Das NFP 64 soll die oben genannten Programme ergänzen, insbesondere den Aktionsplan „Synthetische Nanomaterialien“, den NFS Nanowissenschaften und das NFP 62 „Intelligente Materialien“.

2 Ziele des Forschungsprogramms

Das NFP 64 soll Chancen erkennen helfen, die aus dem Gebrauch von Nanomaterialien für die menschliche Gesundheit, die Umwelt und natürliche Ressourcen entstehen. Gleichzeitig soll es mögliche Risiken aufzeigen, die Nanomaterialien für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen. Nach Abschluss sollen folgende Ziele erreicht sein:

- Grundlagen zur Entwicklung von Methoden und Werkzeugen werden erarbeitet, mit denen das Verhalten von Nanomaterialien und deren potentielle Auswirkungen in allen Stadien ihres Lebenszyklus auf den Menschen, die Umwelt sowie die Pflanzen- und Tierwelt in unterschiedlichen Kompartimenten (Luft, Boden, Wasser) überwacht und evaluiert werden können.
- Es werden wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet, um Werkzeuge zu entwickeln, die dazu beitragen können die Chancen und Vorteile von synthetischen Nanomaterialien zu maximieren und die damit allenfalls verbundenen Gesundheits- und Umweltrisiken, die von synthetischen Nanomaterialien während ihres gesamten Lebenszyklus ausgehen können, zu minimieren.
- Wissen wird erworben, das die Entwicklung und Ausführung sicherer und effektiver Anwendungen von auf Nanomaterialien basierenden Technologien unterstützt.
- Informationen werden bereitgestellt, die sowohl von der Regierung als auch den Herstellern und Vertreibern zur Ausarbeitung von Arbeitspraktiken und Regulierungen benötigt werden.

Zudem soll dieses Programm die in der Schweiz vorhandenen Fachkenntnisse und -Kompetenzen bei der Entwicklung von innovativen Nanomaterialien sowie bei der Risikobewertung verbessern und vertiefen. Erfolgreiche Projekte innerhalb des NFP 64 werden ermuntert, sich nach Programmende für fortführende Unterstützung im Rahmen anderer Förderinstrumente, auch solche innerhalb des SNF (www.snf.ch), zu bemühen.

3 Forschungsschwerpunkte

Die Projekte im Rahmen des NFP 64 sollen Chancen und Risiken untersuchen, die von Nanomaterialien in den verschiedenen Stadien ihres Lebenszyklus ausgehen. Sie sollten entweder integrativ (Nutzen-/Risikountersuchung) sein, risikobezogene Forschung für wirtschaftlich wichtige Anwendungen vorsehen oder Gefahrenfeststellung und Risikobewertung in Anbetracht des Lebenszyklus behandeln. Risikobezogene Forschung kann Expositions- und/oder Gefahren-(Toxizitäts-) Forschung für den Menschen und die Umwelt beinhalten. Projekte, bei denen eine eindeutige Zusammenarbeit zwischen Nanomaterial-Entwicklern und Risikoforschung besteht, z. B. über die Verknüpfung mit bereits bestehenden Projekten zur Materialentwicklung, werden bevorzugt.

Ebenso werden Projekte bevorzugt, die Methoden zur Minimierung der Exposition untersuchen und entwickeln; Projekte, die sich auf die Entwicklung neuer Nanomaterialien oder die Manipulation vorhandener Nanomaterialien konzentrieren, wenn diese eine Risikobewertung mit einschliessen; Projekte, die das Zusammenwirken von Nanomaterialien mit biologischen Systemen untersuchen; Projekte, die eine physiko-chemische Charakterisierung von Nanomaterialien vorsehen; Projekte, die sich mit Nanomaterialien in Nahrungsmitteln, Nahrungsmittelverpackungen und gesundheitsfördernden Zusätzen beschäftigen; Projekte, die Nanomaterialien untersuchen, die bei verminderter Grösse neue oder signifikant veränderte (verbesserte oder verschlechterte) Eigenschaften zeigen, vorausgesetzt, dass der Versuchsplan Kontrollgruppen von Materialien grösserer Dimension als die untersuchten Nanogrössen einbezieht; Projekte, die sich mit der Risikoanfälligkeit von Menschen und anderen Organismen (unter spezieller Berücksichtigung besonders empfindlicher Gruppen) befassen; Projekte, die den Lebenszyklus, die Exposition und die Gefahren von Nanomaterialien erforschen; sowie Projekte, die Nanomaterialien in Kosmetika untersuchen. Es wird in allen Fällen nahegelegt, die Forschungsergebnisse mit den Eigenschaften und dem Verhalten von Materialien ausserhalb des Nanobereichs zu vergleichen.

Insbesondere sind Projekte erwünscht, in denen mehrere Anwendungen für Nanomaterialien vorgesehen sind; Projekte, die den Einsatz von Nanomaterialien in Umweltsanierungen untersuchen; sowie Projekte, die die Auswirkungen von Nanomaterialien auf Mensch und Umwelt feststellen oder den Verbleib und das Verhalten von Nanomaterialien in der Umwelt untersuchen.

Des Weiteren wird Projekten der Vorzug gegeben, die integrative und multidisziplinäre Ansätze enthalten; die Materialentwicklung und -anwendungen einbeziehen; sowie gezielten Forschungsprojekten, die sowohl Grundlagenforschung beinhalten als auch einen anwendungsorientierten Ansatz aufweisen.

Projekte, die sich ausschliesslich mit der Entwicklung von Untersuchungs- und Messwerkzeugen sowie klassischen Materialanwendungen befassen, werden nicht berücksichtigt. Ebenso werden keine Projekte berücksichtigt, die sich auf unbeabsichtigt hergestellte Nanomaterialien, insbesondere Nanomaterialien die aus Verbrennungsprozessen entstanden sind, z. B. Dieselpartikel (Treibstoffzusätze werden jedoch nicht ausgeschlossen) konzentrieren; Projekte ohne geeignete physikalisch-chemische Charakterisierung; sowie Projekte, die sich auf Nanotechnologien konzentrieren.

Anträge können einem Modul oder einem Bereich angehören oder modulübergreifend sein.

3.1 Modul 1: Anwendungen in der Medizin

Neue Nanomaterialien führen zu bahnbrechenden Entwicklungen im Bereich neuer Medikamente und medizinischer Geräte und verwischen den Unterschied zwischen diesen beiden. Synthetische Arzneimittel auf Nanopartikelbasis ermöglichen eine neue Generation gezielter Multifunktionsmedikamente. Sie kombinieren die Eigenschaften konventioneller Medikamente mit denen von Geräten zur Diagnose und Behandlung von Erkrankungen in situ. Bei diesen örtlichen Behandlungen kann mit geringen Mengen aktiver Wirkstoffe grössere Effekte erzielt werden. Die

unkonventionelle Beschaffenheit dieser synthetischen Medikamente auf der Basis von Nanomaterialien wirft jedoch Fragen zu möglichen Auswirkungen auf die Gesundheit auf, die sich durch konventionelle Beurteilungsverfahren nicht beantworten lassen. Der Transport im Körper, die Bioakkumulation, die Wirkungsmechanismen sowie unkonventionelle (oder selbst nichtexistierende) Metabolismuswege und Ausscheidungspfade dieser neuen Therapeutika stellen neue Anforderungen an die Sicherheitsbewertung. Biopersistente Medikamente erfordern u. U. neue Ansätze zur Evaluation der Langzeitwirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt nach ihrer Ausscheidung.

Dazu gehört, dass das Expositionspotential zu jedem Zeitpunkt im Lebenszyklus eines Nanomaterials festgestellt wird; geeignete Ansätze zur Materialcharakterisierung, Expositionsbewertung und Dosischarakterisierung entwickelt werden; die Materialumwandlung und deren Auswirkungen auf die Exposition, den Transport und die Toxizität erforscht werden; der biologische Wirkungsmechanismus untersucht wird; sowie für Materialien von Nanogrösse relevante Toxizitätstests entwickelt werden. Je mehr neue synthetische Nanomaterialien entwickelt werden, desto schwieriger wird es, mit der quantitativen Risikobewertung Schritt zu halten. Deshalb sind zusätzlich innovative Ansätze zur Risikobewertung sowie zum Risikomanagement erforderlich, die Entscheidungen auf der Grundlage begrenzter Daten ermöglichen.

Ebenso gehören zu diesem Modul Untersuchungen bezüglich des Aufnahmemechanismus (auf verschiedenen Ebenen, einschliesslich Organe, Gewebe und Zellen) und der Einfluss der Partikel auf Zellfunktionen unabhängig von der Anwendung (z. B. Verabreichung von Medikamenten, Bildgebung usw.). Zu den weiteren Anwendungen gehört z. B. der Einsatz von Nanomaterialien in Implantate. Es ist wichtig, die Reaktionen des Körpers auf solche Implantate und deren Stabilität festzustellen. Die Abnutzung des Implantats, die zur Freisetzung von Nanomaterialien in Partikelform führen kann, sowie deren Verbleib müssen ebenfalls untersucht werden.

Projekte, die sich auf die Anwendung von Nanopartikeln oder Nanotechnologie für medizinische Geräte, Implantate oder Bildgebung konzentrieren, werden nicht berücksichtigt, wenn sie nicht mit Untersuchungen wie den oben genannten in direktem Bezug stehen.

3.2 Modul 2: Umwelt

Synthetische Nanomaterialien können durch ihre Freisetzung zur gezielten Anwendung in der Umweltsanierung und -kontrolle in die Umwelt gelangen. Ausserdem können sie als Abwasserkomponenten aus der Herstellung, durch den Gebrauch (und Zerfall) von Produkten, die das Material enthalten, und bei der Entsorgung freigesetzt werden. Obwohl manches über Partikel von Nanometergrösse in der Umwelt bekannt ist, können Freisetzung, Transport, Umwandlung, Akkumulierung und eventuelle Umweltauswirkungen von synthetischen Nanomaterialien noch nicht mit abschliessender Gewissheit bewertet werden.

Die Umwandlung von Nanomaterialien im Laufe ihres Lebenszyklus, einschliesslich Agglomeration, Deagglomeration und Wechselwirkung mit anderen Stoffen in der Umwelt, machen es besonders schwierig, potentielle Auswirkungen zu verstehen.

Neue Forschung ist erforderlich, um die Auswirkungen von synthetischen Nanomaterialien auf die Umwelt im Verlauf ihres gesamten Lebenszyklus zu bewerten und zu steuern - von ihrer Herstellung bis zur Entsorgung und dem Recycling.

3.3 Modul 3: Nahrungsmittel und Konsumgüter

Die optimale Versorgung einer wachsenden Bevölkerung mit Nahrungsmitteln, die ausreichend, erschwinglich, attraktiv, gesund und sicher sind, wird ganz wesentlich von der Entwicklung und dem Einsatz neuer Technologien abhängen. Synthetische Nanomaterialien können Produktivität steigern, Nahrungsmittelsicherheit verbessern, Haltbarkeit verlängern, den Nährwert erhöhen und das Aussehen von Nahrungsmitteln verbessern. Wenn synthetische Nanomaterialien aber einen weitverbreiteten, nachhaltigen Einsatz in Nahrungsmitteln finden sollen, gilt es wichtige wissenschaftliche Barrieren und Wahrnehmungsmuster in Bezug auf die Sicherheit zu überwinden. So ist z. B. über die Auswirkungen von verbesserten Dosisleistungen, die auf Nahrungsmittelkomponenten von Nanogrösse zurückzuführen sind, wenig bekannt. Das gleiche gilt für den biologischen Transport von Materialien, die mit technisch hergestellten Nanopartikeln beschichtet wurden. Es ist unklar, ob die aktuellen Kontrollen mögliche Auswirkungen auf die Gesundheit auf geeignete Weise einschätzen können, wenn synthetische Nanomaterialien in die Verarbeitung oder Verpackung von Nahrungsmitteln einbezogen oder als Nahrungsmittelzusätze verwendet werden. Auch bei der Synthese von konventionellen Inhaltsstoffen auf Nanogrösse ist nur wenig darüber bekannt, wie sich das Risikoprofil dadurch eventuell ändert und wie ein sicherer Gebrauch gewährleistet werden kann.

Einfache synthetische Nanomaterialien werden bereits bei einer Reihe von Konsumgütern verwendet. Dazu gehören z. B. Textilien und Kunststoffprodukte, die Nanopartikel aus Silber enthalten; Sportgeräte, die aus Kohlenstoff-Nanoröhren-Verbundstoffen gefertigt sind; und Kosmetika, die auf nano-verkapselten Inhaltsstoffen beruhen. Bisher ist nur wenig über das Ausmass und die Eigenschaften von Nanomaterialien bekannt, die in Konsumgütern eingesetzt werden und darüber, ob diese Materialien ein erhöhtes Risiko für den Konsumenten darstellen oder wie ein sicherer Gebrauch gewährleistet werden kann. Die Forschung ist angehalten, die Eigenschaften von synthetischen Nanomaterialien in Konsumgütern zu evaluieren und das Expositions- und Freisetzungspotential in die Umwelt und deren mögliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt zu bewerten. Sichere Entsorgung und effizientes Recycling von nanomaterialhaltigen Gebrauchsgütern stellen besondere Herausforderungen an die Forschung.

3.4 Modul 4: Energie und Bauwesen

Anwendungen im Energie- und Bausektor umfassen oft Nanomaterialien, die in eine Matrix eingeschlossen sind. Die Anwendungen sind sehr vielseitig. Sie haben das Potential, die menschliche Lebensqualität zu sichern und wesentlich zu verbessern; den nachhaltigen und effizienten Verbrauch von natürlichen Ressourcen zu fördern; und den Umweltschutz zu erhöhen. Derartige Technologien können eine effizientere Verwendung, Umwandlung und Speicherung, sowie einen besseren Transport von Energie ermöglichen. Auf ähnliche Weise wird im Bauwesen eine bessere Nutzung

natürlicher Ressourcen und Materialien bei verbesserten Eigenschaften der Baumaterialien erzielt. Dennoch müssen neue und neuartige Nanomaterialien, die für den Energie- und Bausektor entwickelt werden, einer Risikobewertung, die den gesamten Lebenszyklus umfasst, unterzogen werden. Nur so können sie eine optimale Leistung erbringen, ohne Mensch und Umwelt Schaden zuzufügen.

3.5 Modul 5: Innovative Nanomaterialien

Die zuvor erwähnten Module beziehen sich auf bereits bewährte Anwendungen in gut definierten Bereichen, während dieses Modul die Berücksichtigung völlig neuer und bisher nicht definierter Materialien und Anwendungen ermöglicht. Innovative Nanomaterialien erzielen unerwartete Fortschritte bei technischen Möglichkeiten, die aus früheren Entwicklungen nicht leicht vorhersehbar waren. Sie können zu neuen Nanomaterialien führen und steigern nicht einfach den Wert bereits bestehender Technologien.

Ein Beispiel für innovative Nanomaterialien, die zu neuen Technologien führen, ist der Einsatz von komplexen Flüssigkeiten in Schutzkleidung, die bei einem Aufprall hart werden. Ein anderes Beispiel sind Nanopartikel aus Gold mit paramagnetischem Verhalten, die als Kontrastmittel bei MRIs eingesetzt werden können.

Innovative Nanomaterialien stellen besondere Herausforderungen für wissenschaftsgestützte Risikobewertungen dar, da oft nur wenig Information über mögliche Risiken an Mensch und Umwelt von vergleichbaren Materialien zur Verfügung steht.

4 Praktischer Nutzen und Adressatenkreis

4.1 Praktischer Nutzen

Der praktische Nutzen von Nanomaterialien ist durch mehrere im Handel erhältliche und wirtschaftlich erfolgreiche Produkte und Industriebetriebe klar dokumentiert. Es ist daher wichtig, dass die Schweiz im internationalen Wettbewerb gut sichtbar ist. Das NFP wird nicht nur den wissenschaftlichen Fortschritt fördern, sondern auch den Wissensstandort Schweiz als Innovationszentrum für ausgewählte Hochtechnologien stärken. Die interdisziplinäre Forschung soll verbessert und neue Kompetenzen geschaffen werden.

Es ist nicht zu erwarten, dass aus dem Programm direkt vermarktbarere Produkte resultieren. Hingegen werden in intensiver und integrierter Forschung die Chancen und Risiken untersucht, die Produkte auf der Basis von Nanomaterialien mit sich bringen. Dies soll zur Entwicklung von nachhaltigen Produkten führen, wissenschaftsbasierte Erkenntnisse ermöglichen, das allgemeine Wissen zu dieser Thematik verbessern und damit eine sachkundige öffentliche Diskussion fördern. Und schliesslich soll es Ämtern und Behörden eine Grundlage für Entscheidungen und das Ausarbeiten von Empfehlungen und Bestimmungen liefern, die den gesamten Lebenszyklus von Produkten auf der Basis von Nanomaterialien abdecken.

4.2 Adressatenkreis

Atome und Moleküle werden dazu verwendet, immer kleinere Strukturen zu bauen. Die Eigenschaften der daraus entstehenden Materialien weichen zunehmend von den Makro-Versionen ähnlicher Materialien ab. Weil sie ein signifikant grösseres Verhältnis von Oberfläche zu Volumen aufweisen, verhalten sich diese Materialien überwiegend gemäss den Gesetzen der Oberflächenchemie. Diese Eigenschaften schaffen neue Möglichkeiten von grossem wissenschaftlichem, wirtschaftlichem und öffentlichem Interesse, haben jedoch möglicherweise auch zur Folge, dass synthetische Nanomaterialien auf neue Weise auf Mensch und Umwelt schädigend wirken können.

Werden die Risiken und Chancen erst einmal besser verstanden, ist das mögliche Marktpotential von Hochleistungsprodukten auf der Basis von Nanomaterialien enorm. Für die Zukunft wirtschaftlich vielversprechende Nanomaterialien finden z. B. in der Informationstechnologie und der Elektronik, in Baumaterialien, Haushaltgeräten, Textilien, Kosmetika und Nahrungsmitteln sowie in der Umwelt und der Medizin Verwendung.

Das nötige Wissen ist in der schweizerischen Forschungsgemeinschaft vorhanden, deckt einen weiten Bereich von Disziplinen ab und bezieht Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den unterschiedlichsten Richtungen ein, z. B. aus Naturwissenschaften, Chemie, Physik, Medizin, Biologie, Pharmazie, Umweltwissenschaften und -technologien, Ingenieurwissenschaften, Materialwissenschaften und Mathematik. Diese sind in verschiedenen Instituten des ETH-Bereichs (ETHZ, EPFL, PSI, EMPA, EAWAG, WSL), an den Universitäten Basel, Bern, Freiburg, Genf, Neuenburg und Zürich, an verschiedenen Fachhochschulen und am Swiss Centre for Electronics and Microtechnology (CSEM) zu finden. Allein schon diese breite Abdeckung illustriert den stark interdisziplinären Charakter des NFP 64 und die nötige enge Verzahnung zwischen Grundlagenforschung und anwendungsorientierter Forschung innerhalb des Programms. Aus diesem Grund ist auch zu erwarten, dass dieses NFP nicht nur die Forschung in einem der technologischen Schlüsselbereiche fördert, sondern auch der Aus- und Weiterbildung dient, sowohl in der interdisziplinären Forschung als auch an der Schnittstelle zwischen Grundlagenwissenschaften und industriellen Anwendungen.

5 Eingabeverfahren

Der Ausführungsplan sowie relevante Anweisungen, Reglemente und Formulare für die Eingabe von Gesuchen über das mySNF-Portal können auf der Website des SNF abgerufen werden: www.snf.ch

Im NFP 64 kommt ein zweistufiges Eingabeverfahren zur Anwendung: zuerst Projektskizzen und dann Forschungsgesuche. Skizzen und Gesuche müssen in englischer Sprache abgefasst sein. Zur Begutachtung der Projektskizzen und Forschungsgesuche wird eine Gruppe internationaler Expertinnen und Experten beigezogen.

Projektskizzen und Forschungsgesuche sind online über das Web-Portal mySNF einzureichen. Um mySNF nutzen zu können, ist eine vorgängige Registrierung auf der Startseite von mySNF als Benutzer oder Benutzerin erforderlich (www.mysnf.ch). Bereits angelegte Benutzerkonten sind weiterhin gültig und gewähren Zugang zu

sämtlichen Förderinstrumenten des SNF. Neue Benutzerkonten müssen für eine termingerechte elektronische Einreichung bis spätestens 14 Tage vor dem Eingabetermin beantragt werden. Das Einreichen der Gesuche auf dem Postweg kann nur in Ausnahmefällen und nur nach Rücksprache mit dem SNF akzeptiert werden.

Die Forschungsprojekte sind nach den Richtlinien des Nationalfonds zu formulieren und auf eine Dauer von höchstens 36 Monate zu beschränken. Aufgrund der Auswertung von Zwischenberichten entscheidet die Leitungsgruppe, ob einzelne Projekte um maximal 24 Monate verlängert werden können.

Die Zusammenarbeit mit internationalen Forschungsgruppen ist erwünscht, wenn durch die grenzüberschreitende Kooperation ein ausgewiesener Mehrwert erzielt werden kann oder wenn die Schweizer Forschung durch externe Impulse inhaltlich und methodisch substanziell bereichert wird. Zu diesem Zweck hat der SNF mit verschiedenen staatlichen Finanzierungsstellen Vereinbarungen getroffen. In manchen Fällen ist eine Finanzierung der ausländischen Forschungspartnerinnen und Forschungspartner möglich. Weitere Informationen zu diesen Plänen sind auf der Website www.snf.ch zu finden. Das Sekretariat steht zur Verfügung, um mit allen beteiligten Parteien zu besprechen, welches Finanzierungsverfahren für den ausländischen Teil in einem bestimmten Forschungsprojekt am besten geeignet ist.

Die Beitragsempfängerinnen und Beitragsempfänger haben auf den Zusprachen des SNF grundsätzlich keine Mehrwertsteuer zu entrichten (Bundesgesetz über die Mehrwertsteuer [SR 641.20], Art. 33 Abs. 6). Der SNF erteilt im Rahmen der Programmforschung keine Forschungsaufträge, sondern einzig Beiträge zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in der Schweiz.

5.1 Projektskizzen

Interessierte Forschende reichen zunächst eine Projektskizze ein. Einsendeschluss für Projektskizzen ist 14. Januar 2010. Die Projektskizze soll über folgende Punkte Auskunft geben:

A. Online anhand des vorgegebenen Formulars einzureichen:

- Grunddaten und Zusammenfassung
- Nationale und internationale Zusammenarbeit
- Ungefähre personelle und materielle Kosten (Budget)

B. Als Anlage beizufügen PDF-Dokumente auf der mySNF Plattform:

- Forschungshypothesen und Zielsetzung des Projekts
- Stand der Forschung
- Methodisches Vorgehen
- Zeitplan und Meilensteine
- Anwendungspotenzial der Resultate
- Referenzen

- CV und Liste der fünf wichtigsten Publikationen auf dem Gebiet der Anwendung für jeden Gesuchstellenden (jeweils höchstens zwei Seiten)

Forschungspläne dürfen nicht länger als fünf A4-Seiten sein.

Die Leitungsgruppe begutachtet die eingegangenen Projektskizzen und entscheidet darüber unter Beizug internationaler Expertinnen und Experten letztinstanzlich gemäss den unten aufgeführten Kriterien.

5.2 Forschungsgesuche

Für die zweite Phase lädt die Leitungsgruppe die Autorinnen und Autoren, deren Skizzen zur weiteren Ausarbeitung vorgesehen sind, zur Eingabe eines Forschungsgesuchs ein. Die Forschungsgesuche sind gemäss den Richtlinien des Nationalfonds über das Portal mySNF einzureichen (siehe oben).

Forschungsgesuche werden ebenfalls international begutachtet (peer review). Zudem werden die Gesuchstellenden eingeladen, ihr Projekt der Leitungsgruppe vorzustellen. Im Anschluss entscheidet die Leitungsgruppe, welche Forschungsgesuche dem Nationalen Forschungsrat (Abteilung IV; Präsidium) zur Genehmigung beziehungsweise Ablehnung empfohlen werden sollen.

5.3 Auswahlkriterien

Der inhaltlichen Begutachtung geht eine formale Prüfung durch das Sekretariat der Abteilung IV voraus (siehe dazu Beitragsreglement des SNF). Anträge, welche die formalen Kriterien nicht erfüllen, werden keiner materiellen Prüfung unterzogen.

Projektskizzen und Forschungsgesuche werden aufgrund folgender Kriterien evaluiert:

- **Wissenschaftliche Qualität und Originalität:** Die Projekte müssen theoretisch wie methodisch dem Wissensstand und den internationalen wissenschaftlichen Standards der heutigen Forschung entsprechen.
- **Machbarkeit und Übereinstimmung mit den Programmzielen des NFP 64:** Die Projekte müssen mit den im Ausführungsplan beschriebenen wissenschaftlichen Zielen und Schwerpunkten übereinstimmen und in den Gesamtrahmen des NFP 64 passen.
- **Anwendung und Umsetzung:** Nationale Forschungsprogramme müssen sich auf relevante Ergebnisse/Ziele konzentrieren, die potentiell zu praktischen Anwendungen führen. Hohe Priorität kommt deshalb Vorhaben mit hoher Praxisrelevanz zu.
- **Personal und Infrastruktur:** Die Arbeiten müssen in einem für das Projekt adäquaten personellen und infrastrukturellen Rahmen durchgeführt werden können.

6 Zeitplan und Budget

Der Zeitplan des NFP 64 sieht wie folgt aus:

Öffentliche Ausschreibung:	22. Oktober 2009
Eingabefrist für Projektskizzen:	14. Januar 2010
Einladung zur Einreichung von Forschungsgesuchen	Mitte April 2010
Definitiver Entscheid über Forschungsgesuche:	Ende Oktober 2010
Beginn der Forschung:	1. Dezember 2010

Das NFP 64 verfügt über einen Finanzrahmen von CHF 12 Millionen für eine Forschungsdauer von fünf Jahren. Die zur Verfügung stehenden Mittel werden voraussichtlich wie folgt auf die verschiedenen Forschungsmodule und Verwaltungsaufgaben verteilt:

Modul 1: Anwendungen in der Medizin	CHF 2'550'000., (21%)
Modul 2: Umwelt	CHF 2'550'000., (21%)
Modul 3: Nahrungsmittel und Konsumgüter	CHF 2'040'000., (17%)
Modul 4: Energie und Bauwesen	CHF 2'040'000., (17%)
Modul 5: Innovative Nanomaterialien	CHF 1'020'000., (9%)
Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung:	CHF 1'800'000., (15%)

7 Organisation

Leitungsgruppe

Prof. Dr. Peter Gehr, Institut für Anatomie, Medizinische Fakultät, Universität Bern, CH (**Präsident**)

Prof. Dr. Vicki Stone, School of Life Sciences, Edinburgh Napier University, Edinburgh, UK

Prof. Dr. Ueli Aebi, M.E. Müller Institute for Structural Biology, Biozentrum, Universität Basel, CH

Prof. Dr. Heinrich Hofmann, Powder Technology Laboratory, Institute of Material Science, EPFL, Lausanne, CH

Prof. Dr. Patrick Hunziker, Cardiology, Department of Internal Medicine, Kantonsspital Basel, CH

Prof. Dr. Andrew Maynard, Director, Risk Science Center, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

Prof. Dr. Wolfgang Parak, Fachbereich Physik, Philipps-Universität Marburg, D

Prof. Dr. Anders Baun, NanoDTU, Department of Environmental Engineering, Technical University of Denmark, DK

Forschungsratsdelegierter der Abteilung IV

Prof. Dr. Peter Schurtenberger, Adolphe Merkle Institute, Universität Freiburg, CH

Programmkoordinatorin

Dr. Marjory Hunt, Schweizerischer Nationalfonds (SNF), Bern

Umsetzungsbeauftragter

N.N.

Bundesbeobachter

Dr. Christof Studer, Bundesamt für Gesundheit BAG (ab 1. November 2009), Bern

Für das Staatssekretariat für Bildung und Forschung (SBF)

Dr. Claudine Dolt, SBF, Bern

Schweizerischer Nationalfonds
Wildhainweg 3
Postfach 8232
CH-3001 Bern
Telefon +41 (0)31 308 22 22
Fax +41 (0)31 305 29 70
E-mail nfp64@snf.ch
www.snf.ch
www.nfp64.ch

© 06.10.2009