

# Perspektiven der Nanotechnologie für die Landwirtschaft

Dr. Sibylle Schroer

Julius Kühn-Institut  
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen (JKI)  
Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz



Vortrag BÖLW Fachtag zur Nanotechnologie 27.07.08

# Nanotechnologie und Landwirtschaft, wie passt das zusammen?

---

Alle führenden Agrochemikalienproduzenten, wie BASF, Monsanto, Syngenta, etc. forschen derzeit an Entwicklungen der Nanotechnologie für den Einsatz in der Landwirtschaft

- ▶ Formulierungen für Wirkstoffe, um die Applikation zu verbessern, Langzeiteffekte und direkte Aufnahme durch Pflanzen zu erzielen
- ▶ Saatgutinkrustierungen zum Schutz vor bodenbürtigen Schaderregern
- ▶ Mikrochips zur Detektion von Sortenreinheit oder Krankheiten

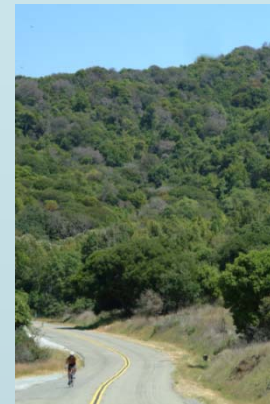
# Das JKI ist an zwei nanotechnologischen Forschungsprojekten involviert

---

- I. **Nano-biotechnologische Detektion von *Phytophthora*-Arten mittels elektrisch auslesbaren DNA-Chips**  
BMELV-gefördertes Innovationsprojekt: Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst des JKI, in Kooperation mit der BECIT GmbH und dem Institut für Photonische Technologien e.V.
- II. **Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnologischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Anbau**  
BMELV-gefördertes Innovationsprojekt: Phillips-Universität Marburg, Justus-Liebig-Universität Gießen, Schmotzer Agrartechnik GmbH, Trifolio-M GmbH, Institut für Strategien und Folgeabschätzungen im Pflanzenschutz des JKI

## I. Nano-biotechnologische Detektion von *Phytophthora*-Arten mittels elektrisch auslesbaren DNA-Chips

**Problemstellung:** Phytophthora-Arten gehören zu den bedeutendsten Phytopathogenen, weltweit werden durch mehr als 70 Arten Schäden vorwiegend an Gehölzen verursacht.



**Zielsetzung:** Aufwendige morphologische und molekulare Diagnoseprozesse sollen ersetzt werden mit einer zuverlässigen Methode, die direkt auf der Anbaufläche einsetzbar ist. Detektion mittels direktem RNA-Nachweis und kombiniertem Bio-Chip-System für Amplifikation von DNA.



### II. Nanofasern als neuartige Träger für flüchtige Signalstoffe zur biotechnologischen Regulierung von Schadinsekten im integrierten und ökologischen Anbau

**Problemstellung:** Enge Palette zugelassener Wirkstoffe mit hoher Spezifität und Effizienz. Naturidentisch synthetisierbare Insektenpheromone sind kostenaufwendig in der Ausbringung, da nur eine manuelle Applikation möglich ist.

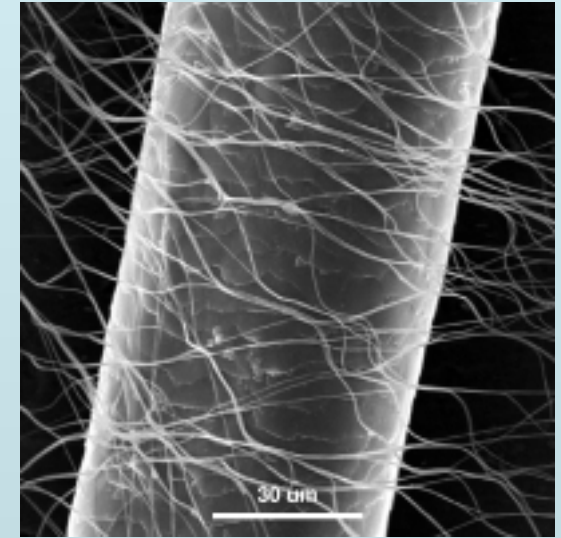
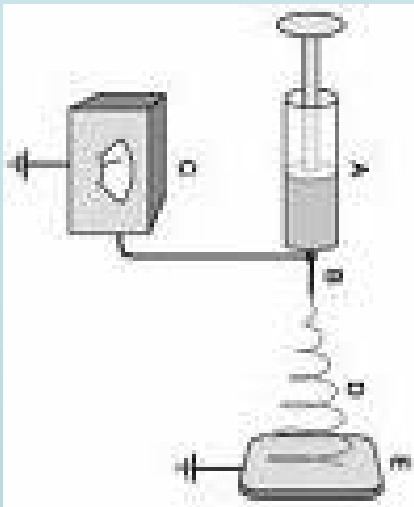


**Zielsetzung:** Anwendung elektrogesponnener Nanofasern als Trägermaterial für Pheromone zur Bekämpfung des Traubenwickler im Weinbau. Maschinelle Applizierbarkeit von Pheromonen für die Insektenbekämpfung mittels Verwirrmethode.



# Forschung im Fachbereich Makromolekulare Chemie der Phillips-Universität Marburg

## Elektrospinn- Verfahren im Labor



### Polymere:

- Polyethylenoxid
- Polyvinylalkohol
- Polylactide
- Cellulose-Azetate
- + Adjuvantien
- + Pheromone



- Bestimmung der Abgaberate der Pheromone im zeitlichen Verlauf
- Funktioneller Vergleich mit herkömmlichen Pheromon Dispensern
- Unterauftrag an TransMIT GmbH zur ökonomischen Bewertung des Einsatzes der Fasern

## Forschung an Unternehmen



- Optimierung der Formulierung für ideale Verspinnbarkeit und Abgaberate der Fasern



- Entwicklung eines Applikations-Prototyps für leichte Anwendung im Freiland



# Chancen durch den Einsatz der Nanofasern für den Weinbau

---



- ▶ Maschinelle Applikation der Pheromone zur Einsparung von Arbeitskosten
- ▶ Lange Wirkungsdauer von 3 bis 6 Monaten
- ▶ Gleichmäßige räumliche und zeitliche Verteilung der Sexuallockstoffe
- ▶ Kombination verschiedener Lockstoffe auf der Faser zur gleichzeitigen Verwirrung des Einbändigen sowie des Bekreuzten Traubenwicklers



# Aufgabe des JKI: Risikobewertung

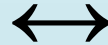
---

- ▶ **Schutz des Arbeiters und Bystanders:**
  - ▶ Treten Gefahren bei Applikation und Herstellung der Fasern auf?
  - ▶ Können lungengängige Stäube entstehen?
  - ▶ Reizen die Fasern die Haut, Augen, oder haben sie allergenes Potenzial?
- ▶ **Lebenszyklus:**
  - ▶ Wie lange sind die Fasern persistent?
  - ▶ Zerfallen die Fasern in kleinere Partikel, die lungengängig (auch für Wirbeltiere) sein könnten?
  - ▶ Durch welche Organismen werden die Fasern abgebaut und welche Auswirkungen haben sie auf diese?
  - ▶ Welche Interaktionen könnten die Fasern mit Mikroorganismen oder Insekten haben?
- ▶ **Abdrift:**
  - ▶ Sind Regelungen erforderlich, um Gefahren für Umwelt und Gesundheit durch Abdrift zu vermeiden?
  - ▶ Worst-Case-Scenarios: Wie verhalten sich die Fasern in den Kompartimenten Boden, Sediment und Wasser durch unkontrolliertes Eindringen

# Mögliche Risiken und Chancen der Nanofasern für den Weinbau

## Risiken

- ▶ Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Polymere
- ▶ Interaktionen mit Mikroorganismen
- ▶ Akkumulation von Schwermetallen durch erhöhte Bindigkeit
- ▶ Abdrift durch Wind
- ▶ Behinderung natürlicher Gegenspieler, z.B. räuberische Wanzen
- ▶ Änderung des Mikroklimas, Verbesserung der Bedingungen für Phytopathogene

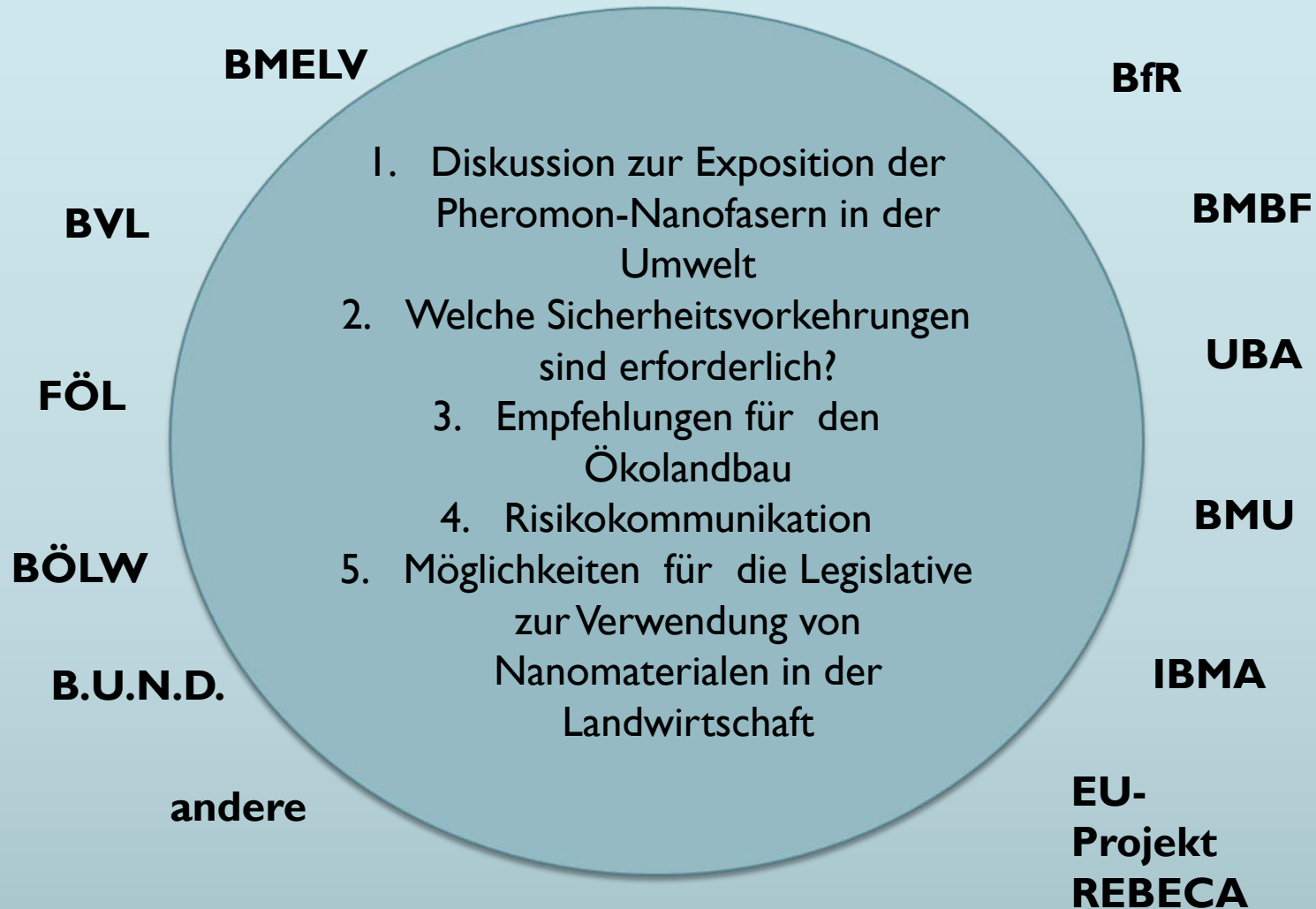


## Chancen

- ▶ Reduzierung des Adjuvantieneinsatzes
- ▶ Optimale Bio-degradibilität der versponnenen Polymere
- ▶ Auszug von z.B. Kupfer aus belasteten Böden, Anbindungs-Möglichkeiten für Blattdünger mit Langzeiteffekt
- ▶ Optimale Verteilung im Feld
- ▶ Etablierung von Gegenspielern, z.B. Raubmilben in jungen Rebanlage
- ▶ Erwärmung des Mikroklimas, Schutz vor Frost

# Workshop initiiert durch das JKI

---



# Nanotechnologische Forschung zur Formulierung von Agrochemikalien

---

- ▶ Reduzierung des Adjuvantieneinsatzes bzw. der Applikationsmenge durch optimierte Verteilung
- ▶ Verbesserung der Wasserlöslichkeit
- ▶ Minderung der Verstopfungsgefahr in Filtern und Düsen
- ▶ Minderung von Oberflächenabfluss
- ▶ „Quick- / Slow- Release – Effekte“ Wirkstoffummantelungen lösen sich nach Kontakt mit der Pflanze oder durch bestimmte chemische Bedingungen, z.B. alkalisches Milieu von Insektenmägen
- ▶ Ummantelungen von Samen zum Schutz vor bodenbürtigen Schaderregern

# Entwicklungen von nanotechnologischen Sensoren für die Landwirtschaft

---

- ▶ zur Detektion von Krankheiten in situ
- ▶ zur Regulierung von Frostschutz- oder Bewässerungsanlagen
- ▶ zur nicht invasiven Überwachung von Biotopen und Wildtieren

# Kritisch zu betrachtende nanotechnologische Entwicklungen

---

## ▶ Modifikation von Samen

Vektoren für artfremde DNS zur Entwicklung neuer Eigenschaften, z.B. erhöhte Proteinproduktion, Wuchshöhe (Vorteil zu GVO: nicht übertragbar auf andere Pflanzen)

Durch Applikation von Stickstoffatomen in Reiszellen, welche die DNS verändern, konnte die Farbe einer Sorte von violett zu grün verändert werden (Thailand)

## ▶ Nanotechnologische „Imprints“

Stempel, die z.B. Saatgut kennzeichnen nach Herkunft, Sorte, etc.

Saatgut kann nicht nachgebaut werden, Abhängigkeiten ökonomisch schwacher Handelspartner wachsen, z.B. Kleinbauern in Entwicklungsländern



## Zugelassene Bodenhilfsstoffe, die Nanomaterialien enthalten

---

- ▶ Primo Maxx Emulsion® von Syngenta
- ▶ Geohumus® der Geohumus GmbH
- ▶ Beide Produkte verbessern die Wasserhaltekapazität des Bodens um ein Vielfaches
- ▶ Für keines der Produkte finden sich Angaben über die Verwendung von Nanomaterialien in der Produktbeschreibung oder im Sicherheitsdatenblatt

# Pflanzenstärkungsmittel, das Nanomaterialien enthält

---

- ▶ Nano-Argentum 10 der NanoSys GmbH  
= Pflanzenstärkungsmittel, benötigt keine Zulassung

## Produktbeschreibung:

Nano-Argentum 10 ist ein konzentrationsoptimiertes, biodynamisches Pflanzenpflege- und Stärkungsmittel auf der Basis von Nano-Silber in reinstem energetisiertem Osmosewasser.

...

Nano-Argentum 10 verhindert vorbeugend angewandt auf natürliche Art und Weise ohne den Einsatz von giftigen Chemikalien, dass Pflanzen von Bakterien, Viren, Schimmel, Pilzen und Algen geschädigt werden.

Bei regelmäßiger Anwendung von Nano-Argentum 10 haben Pflanzen keine Probleme mit Bakterien, Viren, Schimmel, Pilzen und Algen. Unschädlich für Tiere und Menschen.

## Zusammensetzung:

Nano-Silber in vitalisiertem Osmosewasser, biodynamisch regelmäßig überwacht

# Nano-Silber biodynamisch?

---

- ▶ Silber wird seit Jahrtausenden wegen seiner antibakteriellen Wirkung geschätzt. Ess- und Trinkwerkzeuge vieler alter Kulturen bestehen aus Silber.
- ▶ Kolloidales Silber kann sich im Körper nicht ablagern, es ist ungiftig und wird vom Körper zur Immunabwehr eingesetzt.
- ▶ Daphnien, Algen und Fische reagieren empfindlicher auf Nano-Silber als auf Silber
- ▶ Kleinere Partikel haben oft höhere Toxizität schon bei geringen Konzentrationen, stärkeres Agglomerationsverhalten, langsamere Sedimentation
- ▶ EPA 2006: Nano-Silber ist hoch toxisch für Fische und nützliche Bakterien der Abwassersäuberung → neue Zulassungsregelungen für Nano-Silber-haltige Produkte

# Kritik an dem Einsatz von Nanotechnologie in der Landwirtschaft

---

- ▶ Unabschätzbare Risiken für Umwelt und Mensch, Eindringen in Nahrungsmittelkette durch Exposition auf oder Eindringen in Pflanzen  
(Endo- & Transzytose, Überwindung der Hirnschranke, Übertragung auf Leibesfrucht, unbekanntes Mutagenitäts-Risiko, Akkumulation in Gewebe)
- ▶ Nachhaltigkeit in Ökosystemen kann nur durch Langzeitstudien überprüft werden, dafür fehlt der Industrie Zeit und Geld (Interaktionen mit Mikroorganismen und Insekten (Bienen!), Lebenszyklus der Stoffe, Bindigkeit mit anderen Giften)
- ▶ Nanotechnologie ist eine Hochtechnologie, Entwicklungen sind Industriestaaten vorbehalten, die Abhängigkeit ärmerer Ländern von Patenten der Industriestaaten wächst weiter

# Forderungen der Verbände und Behörden

---

B.U.N.D., ETC-Group (Kanadische NGO): ein Moratorium für den Einsatz von Nanomaterialien im Lebensmittelsektor ... sowie Agrochemikalien, die synthetische Nanomaterialien enthalten. Dieses Moratorium muss solange bestehen, bis wirksame nanospezifische Regelungen in Kraft sind, die mögliche Risiken hinreichend sicher ausschließen.

UBA: Entwicklung geeigneter Messverfahren für Nanomaterialien in den Kompartimenten Wasser, Boden, Sediment, um Aussagen über Anreicherung und Verbleib der Nanomaterialien in den verschiedenen Umweltkompartimenten treffen zu können.

BmUNR: Klassifizierung synthetischer Nanopartikel in Zusammenarbeit mit dem Gesetzgeber.

Europäische Union: Nano-Forschungsförderungseinrichtungen sollten verlangen, dass mit jedem Antrag auf Finanzierung von Nano-Forschung eine Risikobewertung vorgelegt wird.

# Nano-Risikoforschung

---

## BMBF-geförderte: Forschungsprojekte 2006 initiiert

- ▶ **NanoCare:** Bewertung von Auswirkungen durch Nanomaterialien
  - ▶ **INOS:** Methoden zur Bewertung des Gefährdungspotentials von technischen Nanopartikeln
  - ▶ **TRACER:** Biokompatibilität und speziell Toxizität von Kohlenstoffnanoröhren und -fasern untersuchen und bewerten
  - ▶ **Nano-Initiative- Aktionsplan 2010:** vereint die Nano-Risikoforschung verschiedener Institutionen
- Noch keine Regelungen für den Einsatz in der Landwirtschaft



# Brauchen wir Nanotechnologie in der Landwirtschaft?

---

- ▶ Für spezifische, nachhaltige Pflanzenschutzstrategien gibt es großen Forschungsbedarf, um Alternativen zu chemische Breitbandinsektizide zu schaffen
  - ▶ Applikationen sind arbeits- und kostenintensiv
  - ▶ Biologische Alternativen brauchen optimale Bedingungen während der Lagerung
    - Im integrierten Landbau wird die einfachere und billigere Pflanzenschutzstrategie der nachhaltigen Strategie vorgezogen
    - Ökologischer Landbau ist weniger konkurrenzfähig
- ▶ Viele Wirkstoffe benötigen Formulierungshilfsstoffe, wie z.B. Tenside, die durch Nanotechnologie reduziert werden könnten (Beispiel NeemAzal T/S, ca. 80 ml Tenside / ha)

# Vorteile für die Landwirtschaft durch den Einsatz von Nanotechnologie

---

- ▶ Reduzierung von Agrochemikalien
- ▶ Reduzierung von Arbeitskosten
- ▶ Verbesserter Saatgutbehandlung zum Schutz vor bodenbürtigen Erregern
- ▶ Verbesserungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens (z.B. Wasserhaltekapazität)
- ▶ Erhöhung der Applikationsdichte der Wirkstoffe
- ▶ Erhöhte Bioaktivität der Wirkstoffe
- ▶ Gezielte Freilassung der Wirkstoffe durch Einkapselungen
- ▶ Möglichkeiten der direkten Wirkstoffaufnahme durch die Pflanze
- ▶ Verbesserung der Lagerungsmöglichkeiten von Agrochemikalien
- ▶ Verminderung der Verstopfungsgefahr von Filtern und Düsen
- ▶ Manipulation der Eigenschaften von Pflanzen
- ▶ Individuelle Kennzeichnungsmöglichkeiten von Saatgut
- ▶ Verbesserte Diagnoseverfahren für Krankheiten etc. in situ

# Was bleibt zu tun?

---

- Regelungen für die Landwirtschaft schaffen
  - Gesetzliche Risikobewertung durch unabhängige Instanzen
  - Kennzeichnung von synthetischen Nanomaterialien in Agrochemikalien
  - Bewertung des Risikopotenzials von synthetischen Nanomaterialien in Pflanzenstärkungsmitteln
  - Aufnahme chemischer und physischer Eigenschaften in die Sicherheitsbewertung von Agrochemikalien
  - Regelung zur Bewertung des Verhältnisses Risiko und Nutzen für Zulassungen von Agrochemikalien
  - Regelungen zur Vermeidung von Abhängigkeiten ökonomisch schwacher Handelspartner und Monopolstellungen von Agrochemikalienhersteller
  - Auflagen zur Produktbeschreibung, Schulung der Anwender auch außerhalb der Industriestaaten
  - Risikokommunikation, um Bevölkerung über Chancen und Risiken der Nanotechnologie aufzuklären