



# Umweltrisiken von Nanomaterialien

## Stand der Risikoforschung im Raum Bremen



Jürgen Warrelmann & Marianne Matzke

Zentrum für Umweltforschung und nachhaltige Technologien



# Übersicht

- ▶ UFT-Konzept
- ▶ Herausforderung Nanotechnologie
- ▶ Strategien der Gefährdungsabschätzung
- ▶ Übertragbarkeit auf Nanopartikel
- ▶ Nano-Projekte am UFT





**UFT**



**UFT**

**Zentrum für Umweltforschung  
und nachhaltige Technologien**





# UFT-Konzept

## Forschungsgebiete

- Nachhaltiges Chemikaliendesign
- Risikobewertung
- Selektive Trenn- und Reaktionstechnik
- „Safe Soils“
- Innovative Wasseraufbereitungsverfahren



## Interdisziplinärer Forschungsansatz

Biologen  
Chemiker  
Ingenieure  
Geologen  
Sozialwissenschaftler  
Technische Mitarbeiter

9 Abteilungen  
~ 160 Mitarbeiter

## Forschungsschwerpunkt

**Umweltverträgliche  
Nanomaterialien**





# Herausforderung Nanotechnologie

**Woodrow Wilson Datenbank** registriert kommerziell  
erhältlich Produkte, die Nanomaterialien/partikel/  
Technologie enthalten

bereits über 1000 Produkte registriert, Zahl steigt täglich

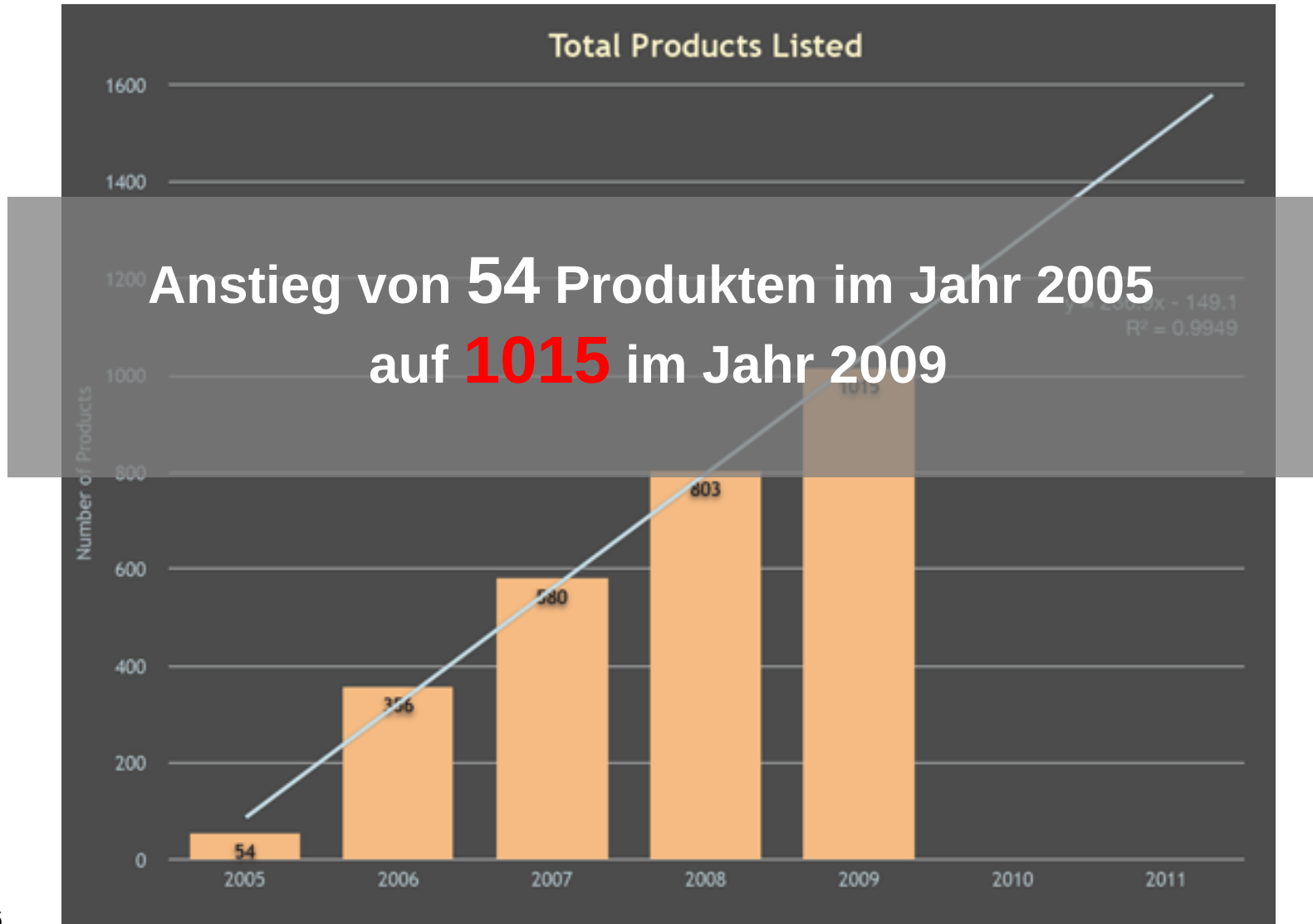
—————→ davon stammt der Hauptanteil aus den USA

<http://www.nanotechproject.org>





# Herausforderung Nanotechnologie

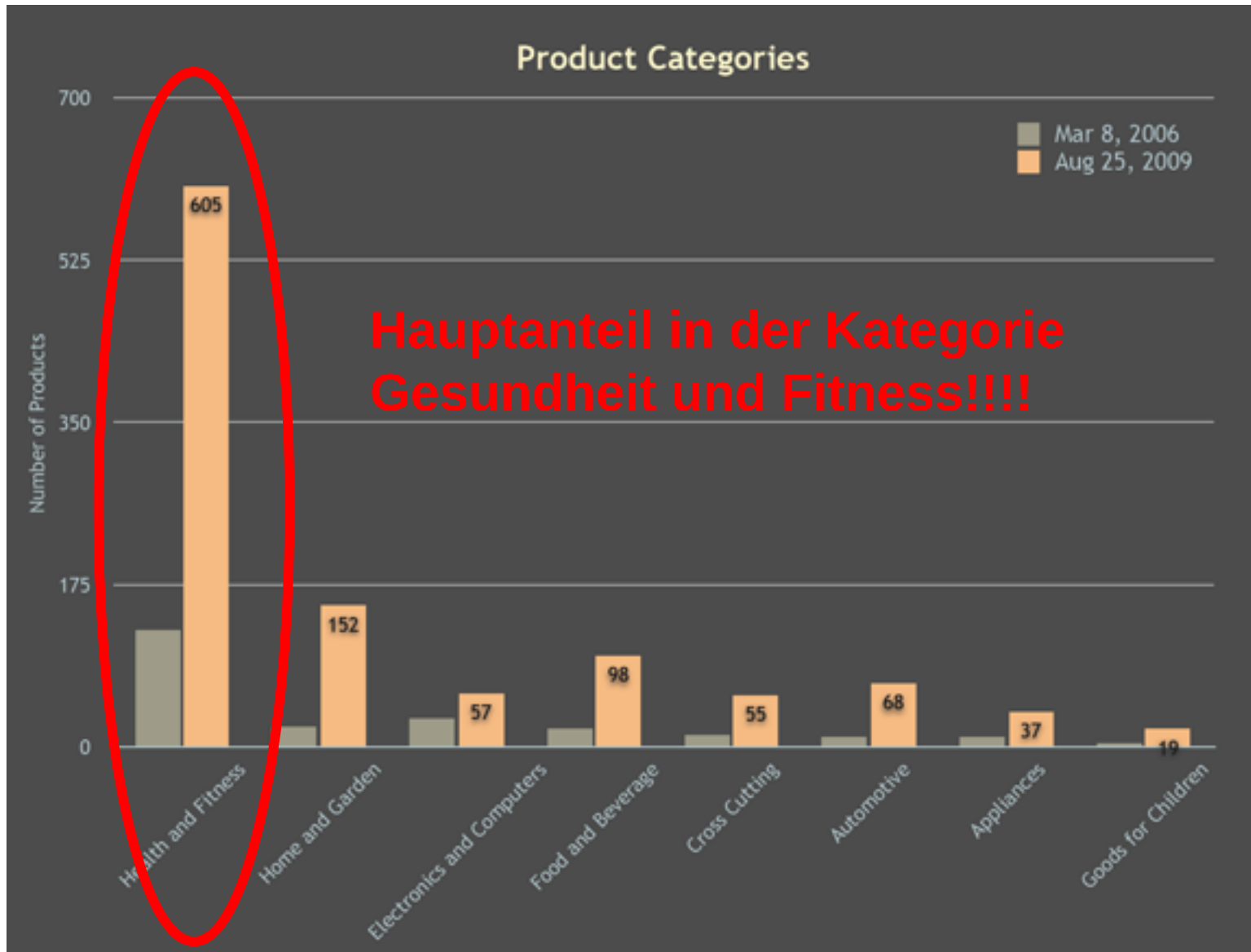


Quelle: <http://www.nanotechproject.org>





# Herausforderung Nanotechnologie

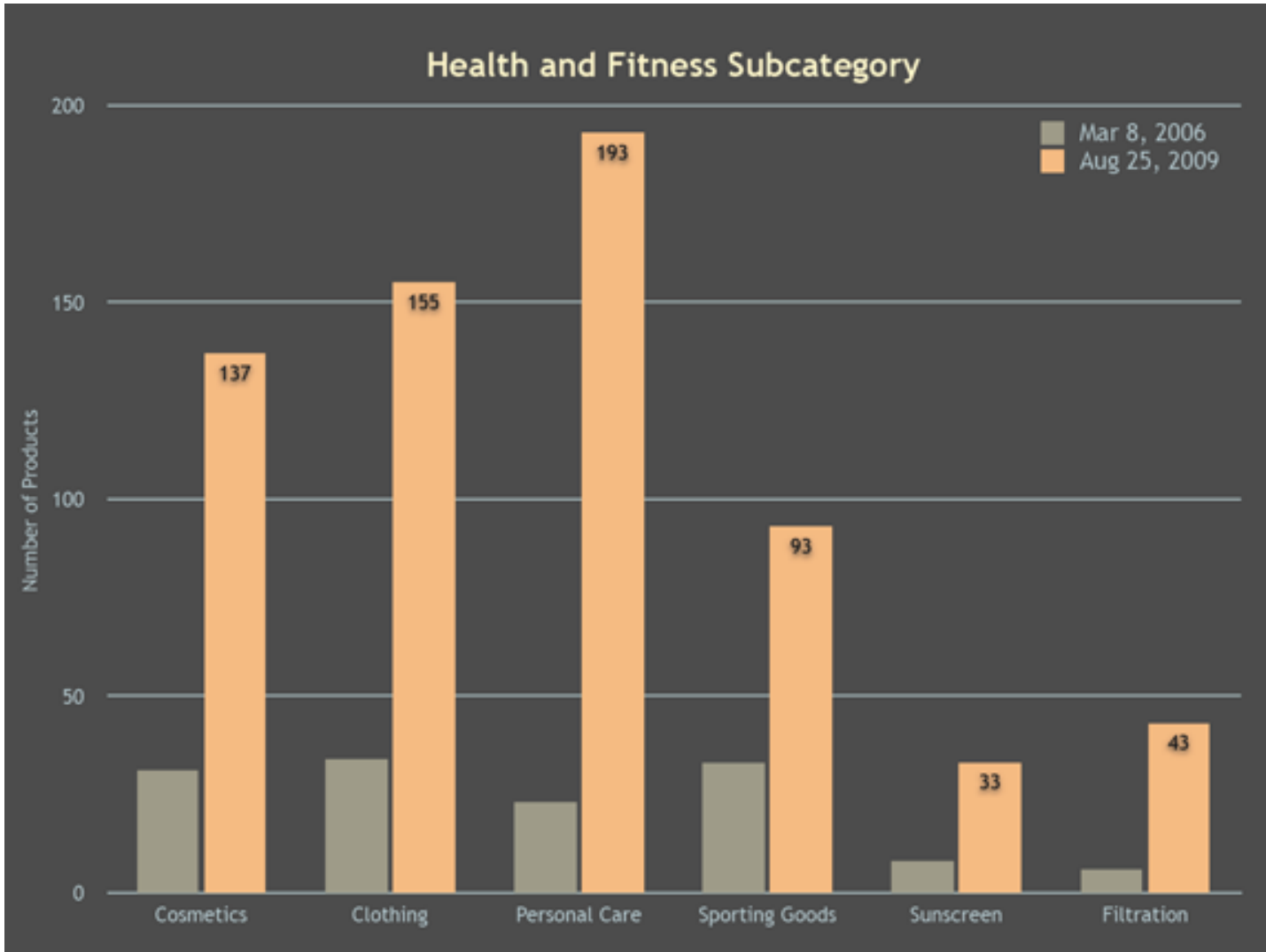


Quelle: <http://www.nanotechproject.org>





# Herausforderung Nanotechnologie



Quelle: <http://www.nanotechproject.org>





# Eigenschaften von Nanopartikeln

Warum ist die Nanotechnologie so erfolgreich ?

- ▶ sehr hohes Oberflächen- / Volumenverhältnis



Konsequenzen

- ▶ hohe Reaktivität – hohe Effizienz
- ▶ hohes **Risiko** (?)

Zwei Seiten derselben Medaille !

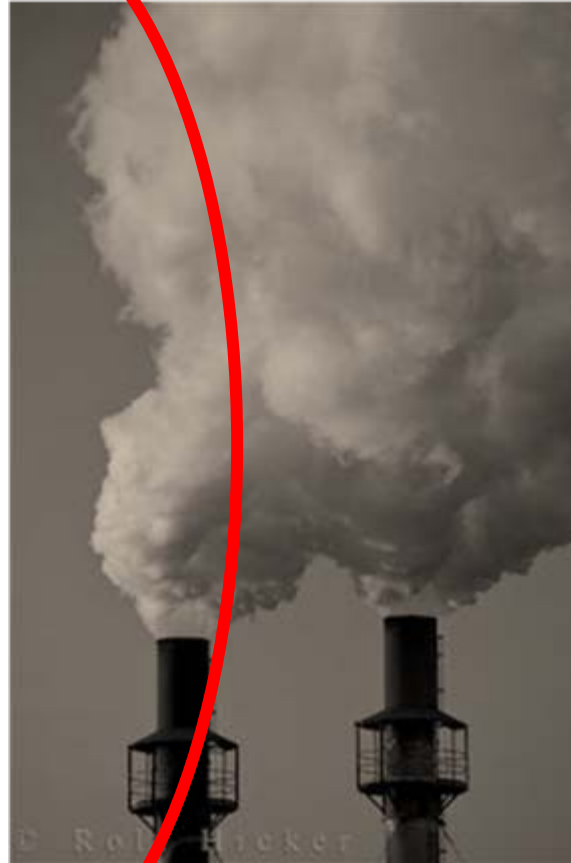




Was ist Risiko ?

= Risiko (risk)

Gefährdungspotenzial  
(hazard)



Exposition



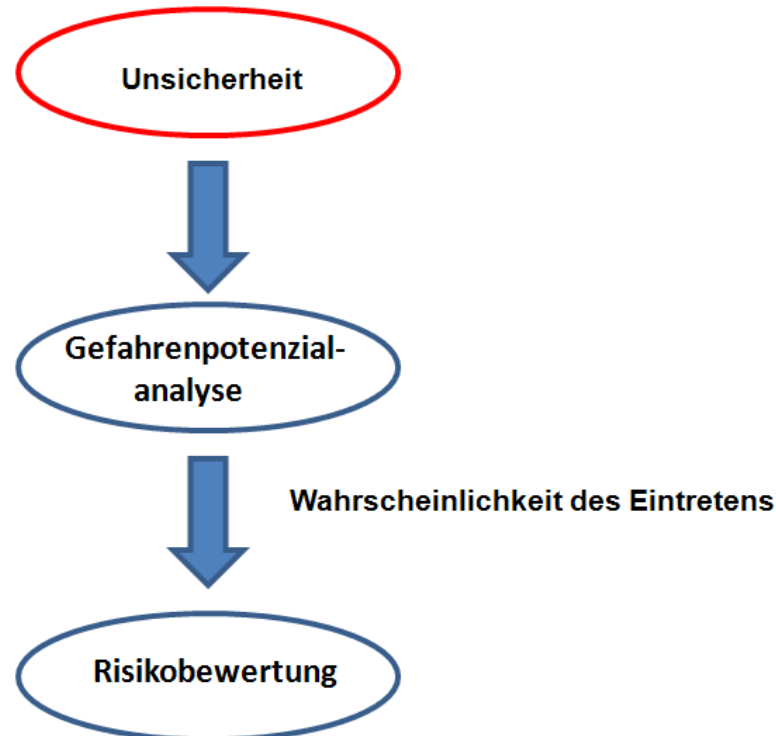
# Risikobewertung

## Expositionsabschätzung

- Verwendung
- Eintragsmenge
- Eintragshäufigkeit
- Räumliche Verteilung
- Eintragskompartiment
- Bioverfügbarkeit
- Bioakkumulation

## Gefährlichkeitsabschätzung

- Physikochemische Eigenschaften (pH-Wert, Wasserlöslichkeit, etc.)
- abiotische und biotische Transformation
- Akute Toxizität
- Chronische Toxizität
- Einfluss auf Population, Biozönose und Ökosystem (Einzelspeziestests, Multispeziestest, Modellökosysteme)

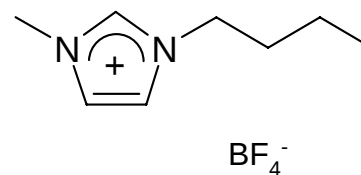
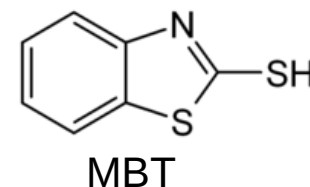
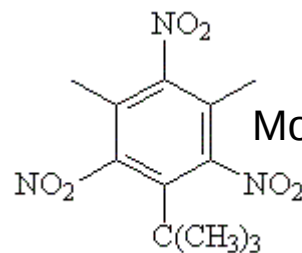
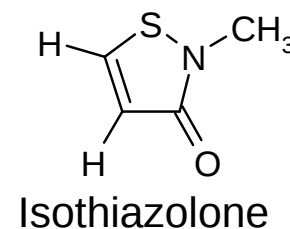
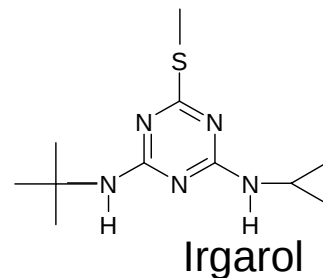
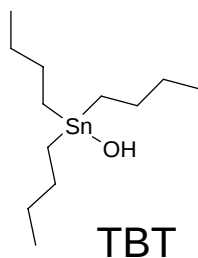




# Gefährdungsabschätzung von Chemikalien

Im UFT untersuchte „Chemikalienklassen“

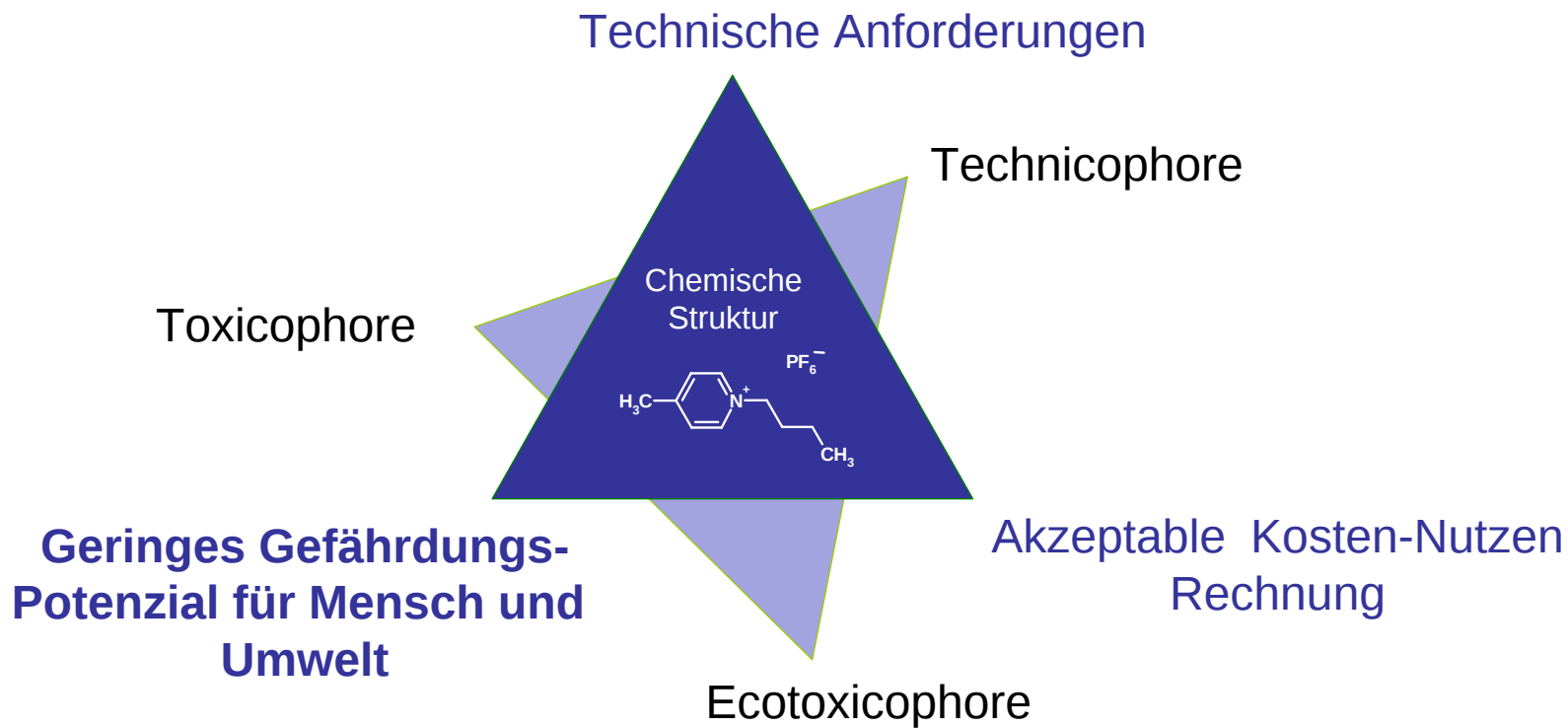
- Antifouling Biozide
- Moschus-Verbindungen
- Vulkanisierungsbeschleuniger
- Ionische Flüssigkeiten



Ionische Flüssigkeiten



# Ziel: Nachhaltige Chemikalien





# Strategie zur Gefährdungs- abschätzung

1. Stufe

**T-SAR geleitete Analyse  
der chem. Strukturen**



2. Stufe

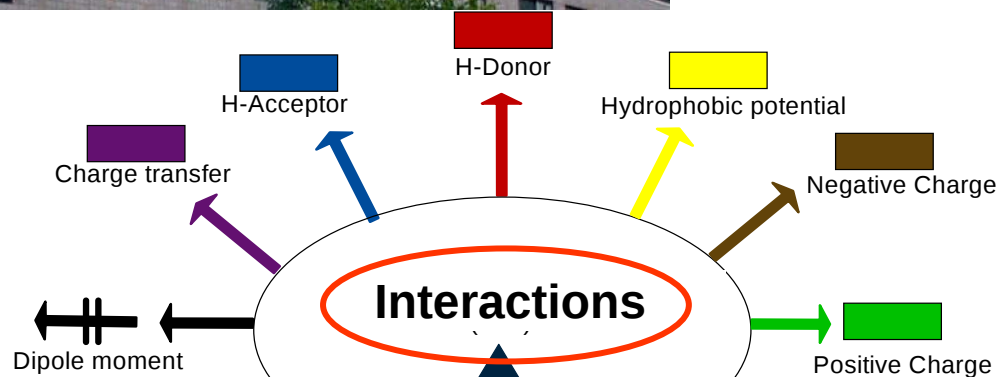
**Screening  
in einer flexiblen ökotox.  
Testbatterie**

**+**

**Analytik**



# Der T-SAR Ansatz



Thinking  
in terms of  
**Structure Activity Relationships**

## Stereo-chemistry

Hybridisation

Conformation

Configuration

Rotational freedom  
Steric hindrance  
no rotational freedom

Chiral centers  
Chiral axes  
Chiral planes  
E/Z-Isomerism

## Reactivity

Tautomerism

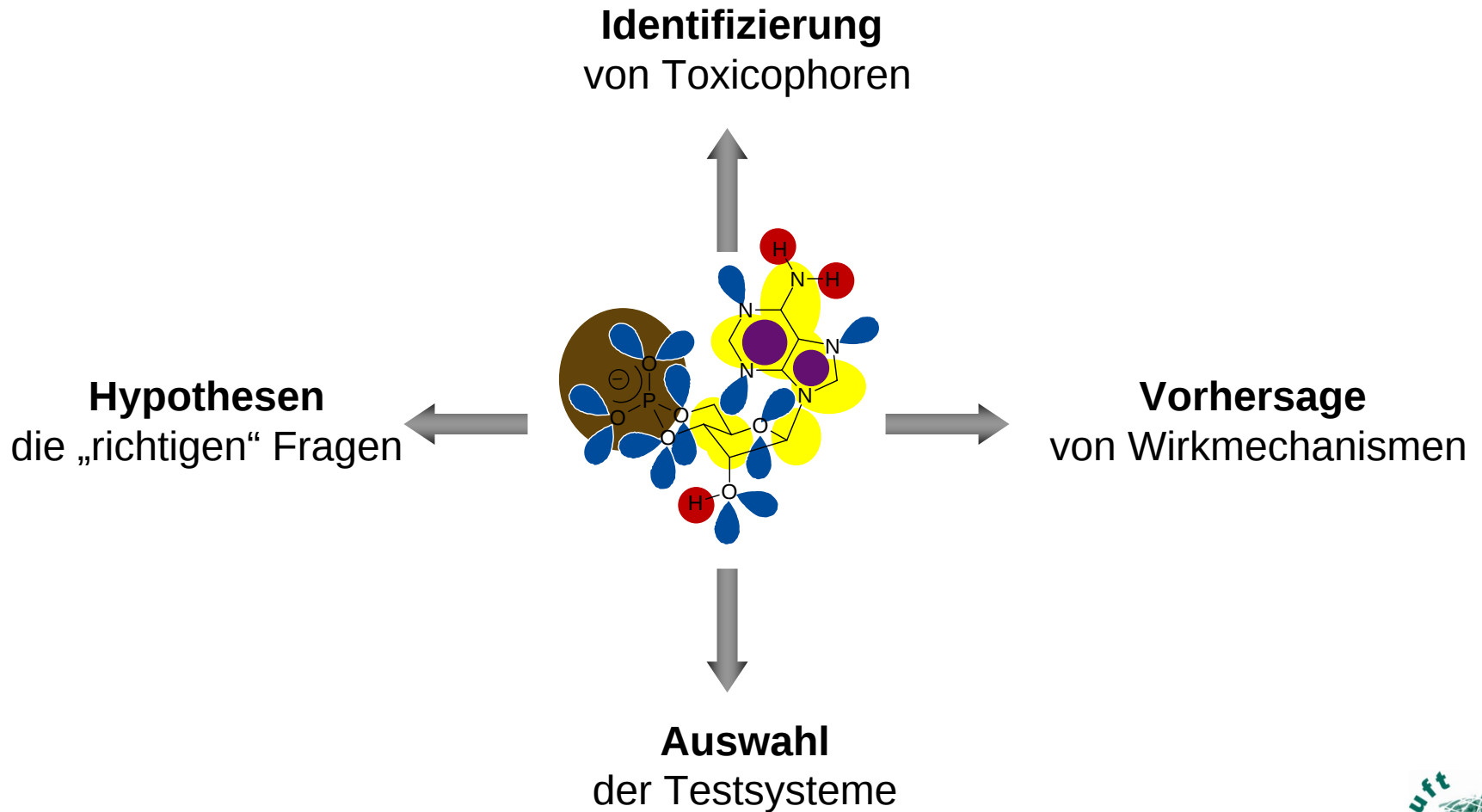
pKa-Value

Bond types  
Functional groups

Transformation of functional groups  
Metabolism



# 1. Stufe: T-SAR





# Auswahl Testsysteme

**SCHLECHT** standardisierbar



**GUT** standardisierbar



**HOHE** ökologische Relevanz

**LANGE ZEITRÄUME**  
chronische Effekte



**NIEDRIGE** ökologische Relevanz

**KURZE ZEITRÄUME**  
akute Effekte

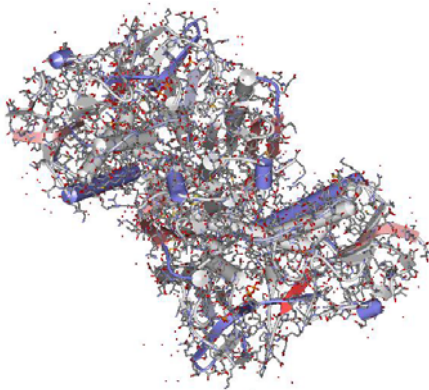
**HOHE** Relevanz  
für molekulare Betrachtungen



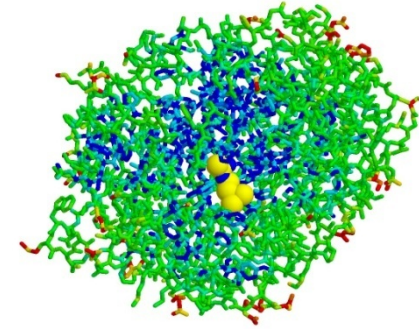


## 2.Stufe: flexible ökotox. Testbatterie

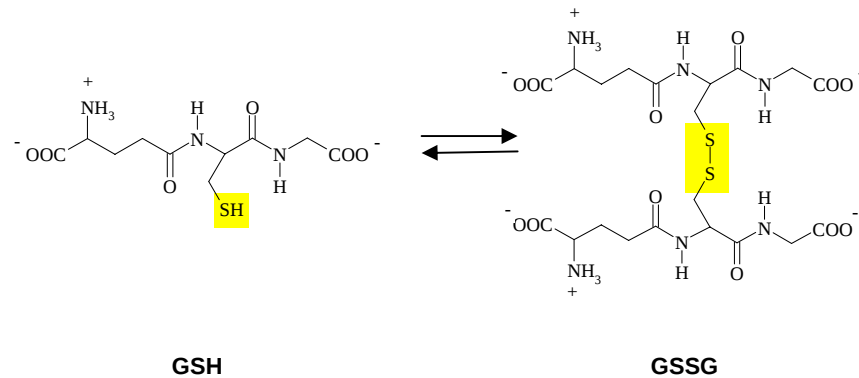
### Molekulare Testsysteme



Glutathionreduktase



Acetylcholinesterase

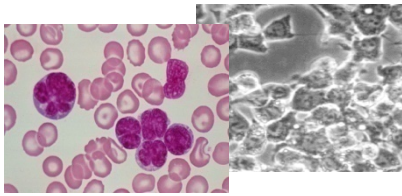


Glutathionzyklus

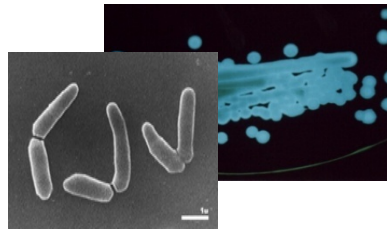


## 2.Stufe: flexible ökotox. Testbatterie

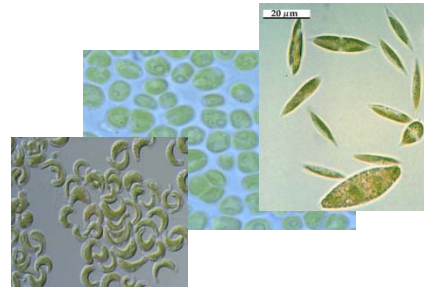
### Zelluläre und organismische Tests



Säuger Zelllinien



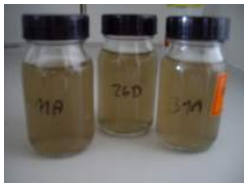
Aquatische und  
Bodenbakterien



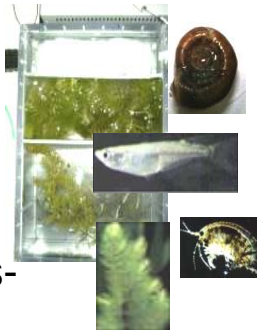
Limnische Grünalgen



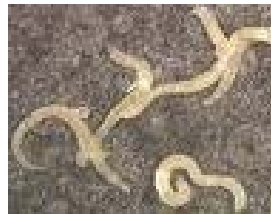
verschiedene  
terrestr.  
Pflanzen



Bioabbaubarkeits-  
tests



Mesokosmen  
„AquaHab“



*Enchytraeus crypticus*



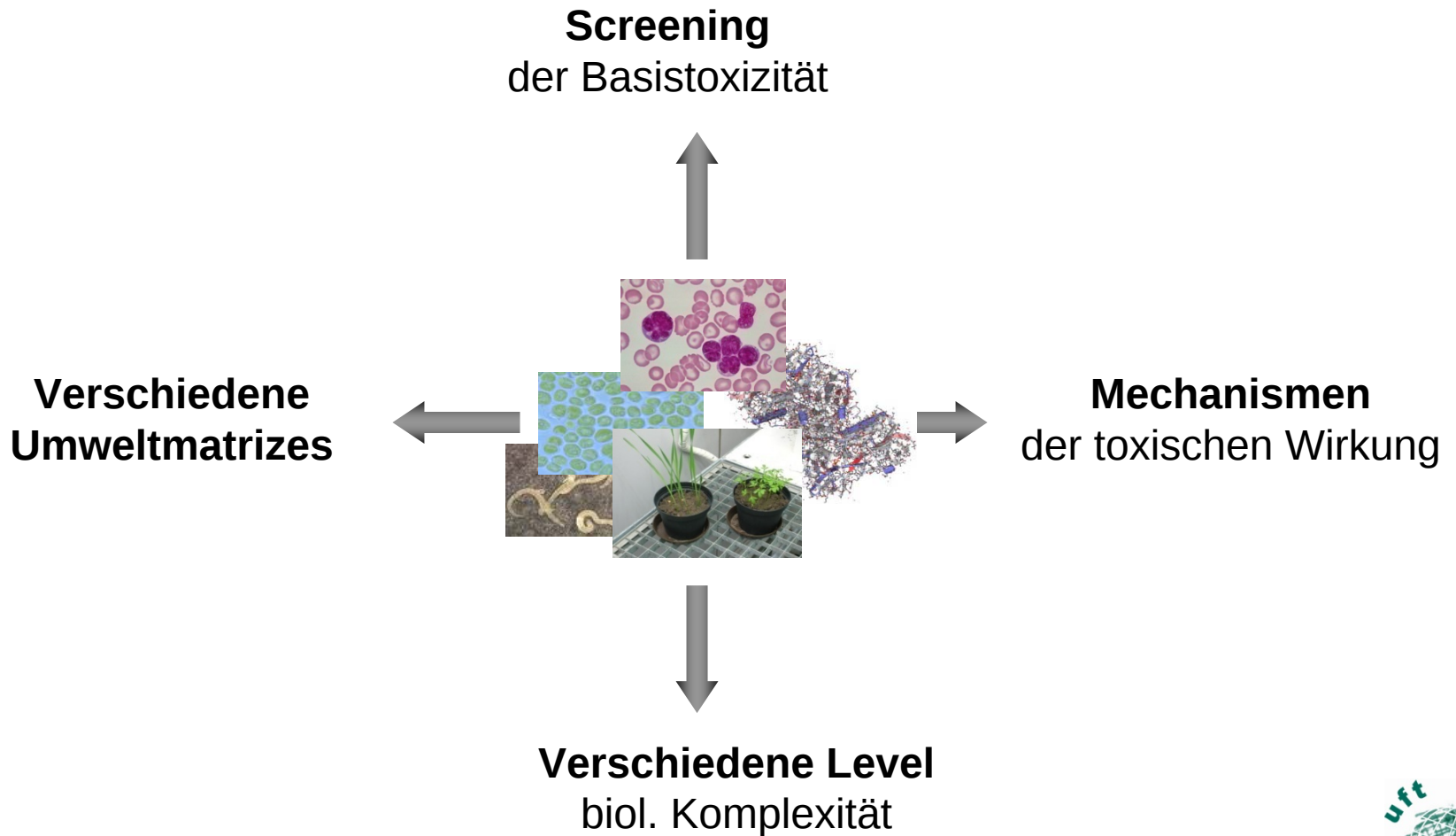
*Folsomia candida*



*Lemna minor*

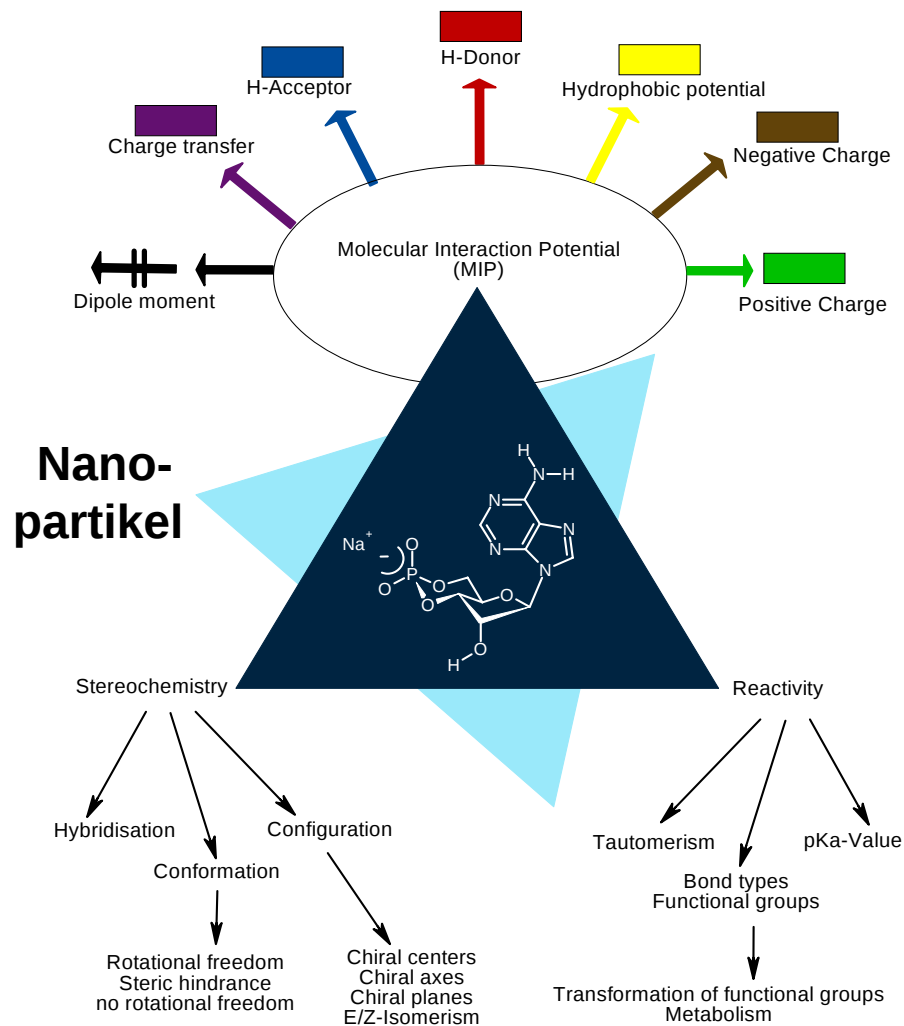
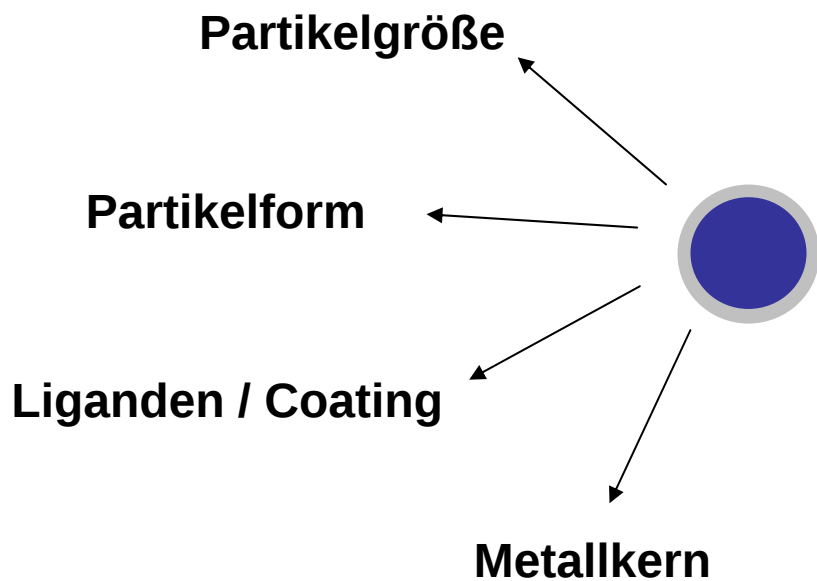


## 2.Stufe: flexible ökotox. Testbatterie





# Übertragbarkeit



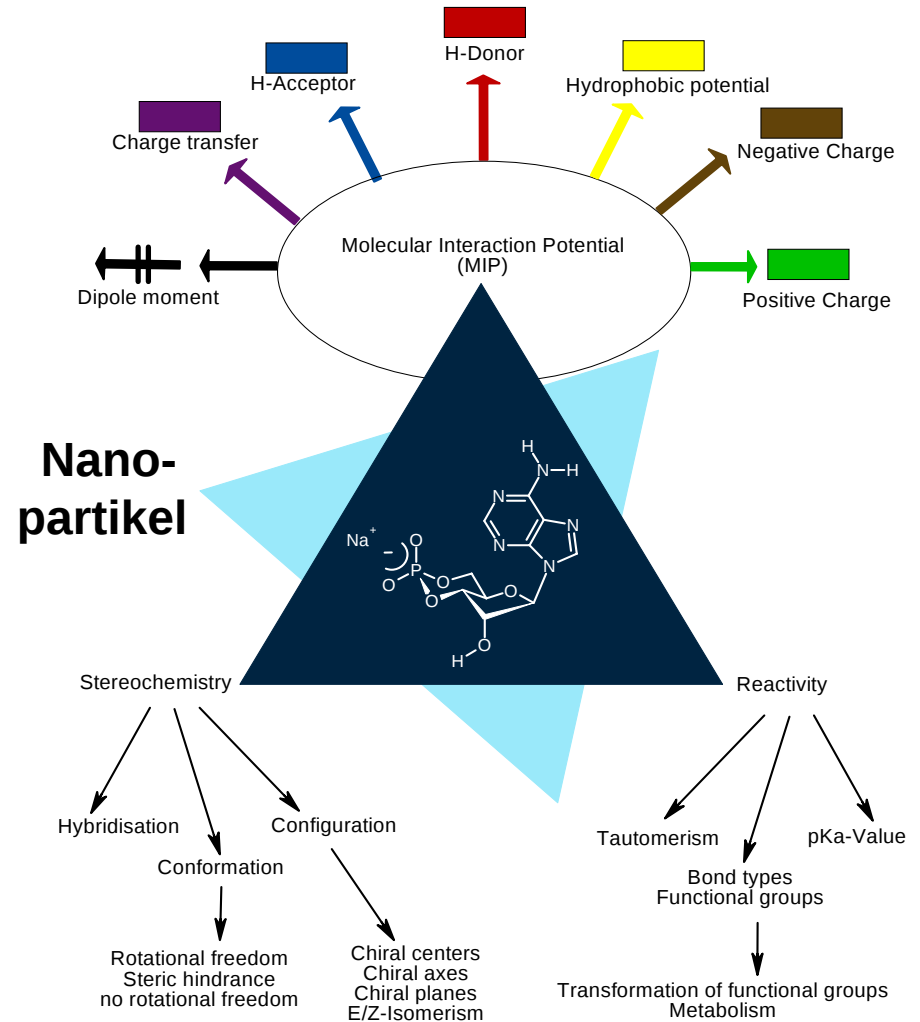


# Übertragbarkeit

Wie wirken sich **Agglomerate** bzw. **Aggregate** von NP aus ?

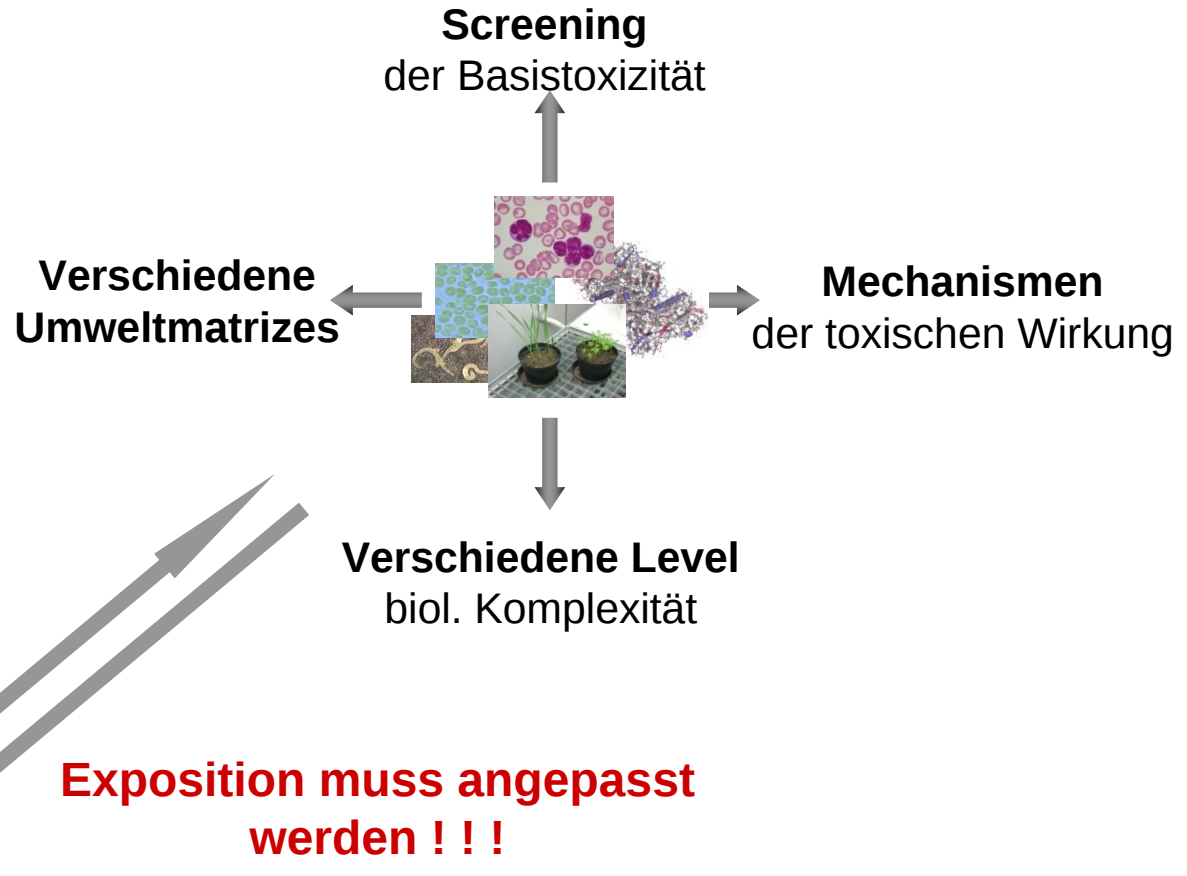
Gibt es **Interferenzen** von NP mit dem Testsystem ?

Wie wirken sich produktionsbedingte **Verunreinigungen** von NP aus ?



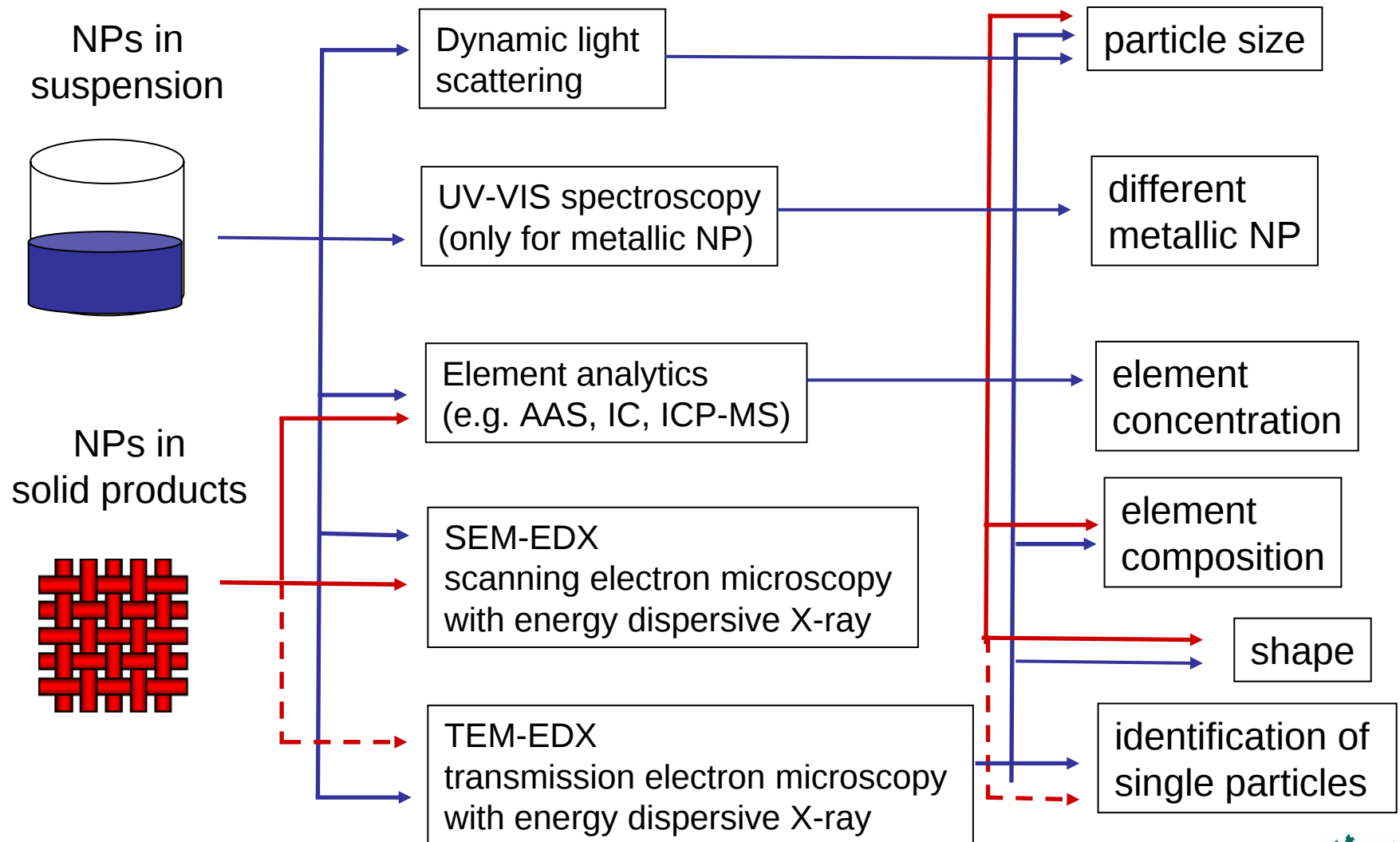


# Übertragbarkeit





# Analytik von Nanopartikeln





## Nano-Projekte am UFT

### „Analytik und Risikoabschätzungsstrategie für mikrobiozide nanotechnologische Produkte“

gefördert durch die BIG / WFB

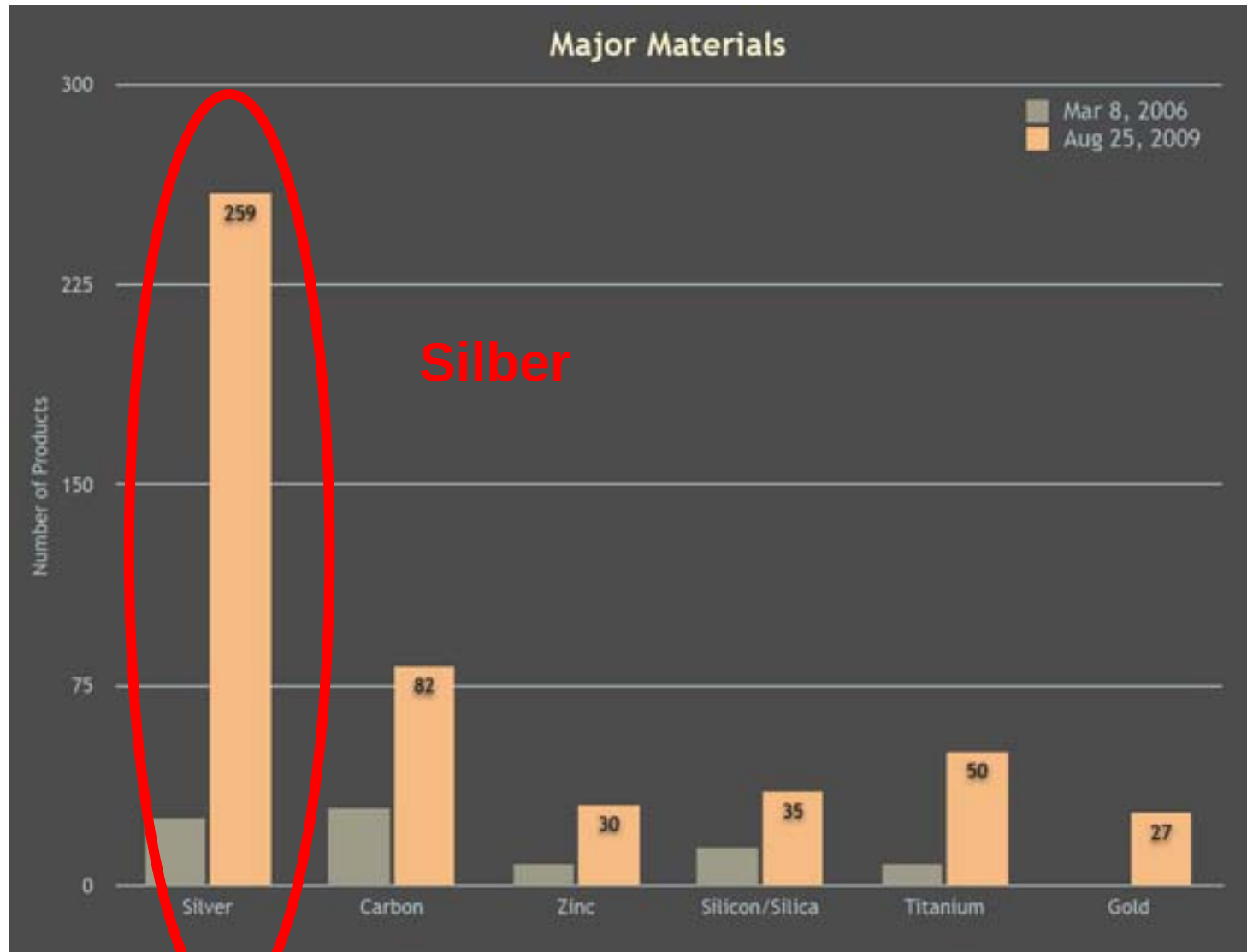
Laufzeit: 01.07.07 bis 31.03.09

Projektpartner: Bremer Umweltinstitut

- ▶ Erarbeitung **analytischer Grundlagen**
- ▶ Beitrag zur Gefährdungsabschätzung von **Silber-Nanopartikeln**



Quelle: <http://www.nanotechproject.org>





Graduiertenkolleg „**nanToxCom**“

**Toxische Kombinationswirkungen von synthetischen NP,**  
gefördert durch die **Hans Böckler  
Stiftung** 

Laufzeit 01.11.2008 bis 30.10.2011

▶ fokussiert auf **metallische und metalloxische Nanopartikel**

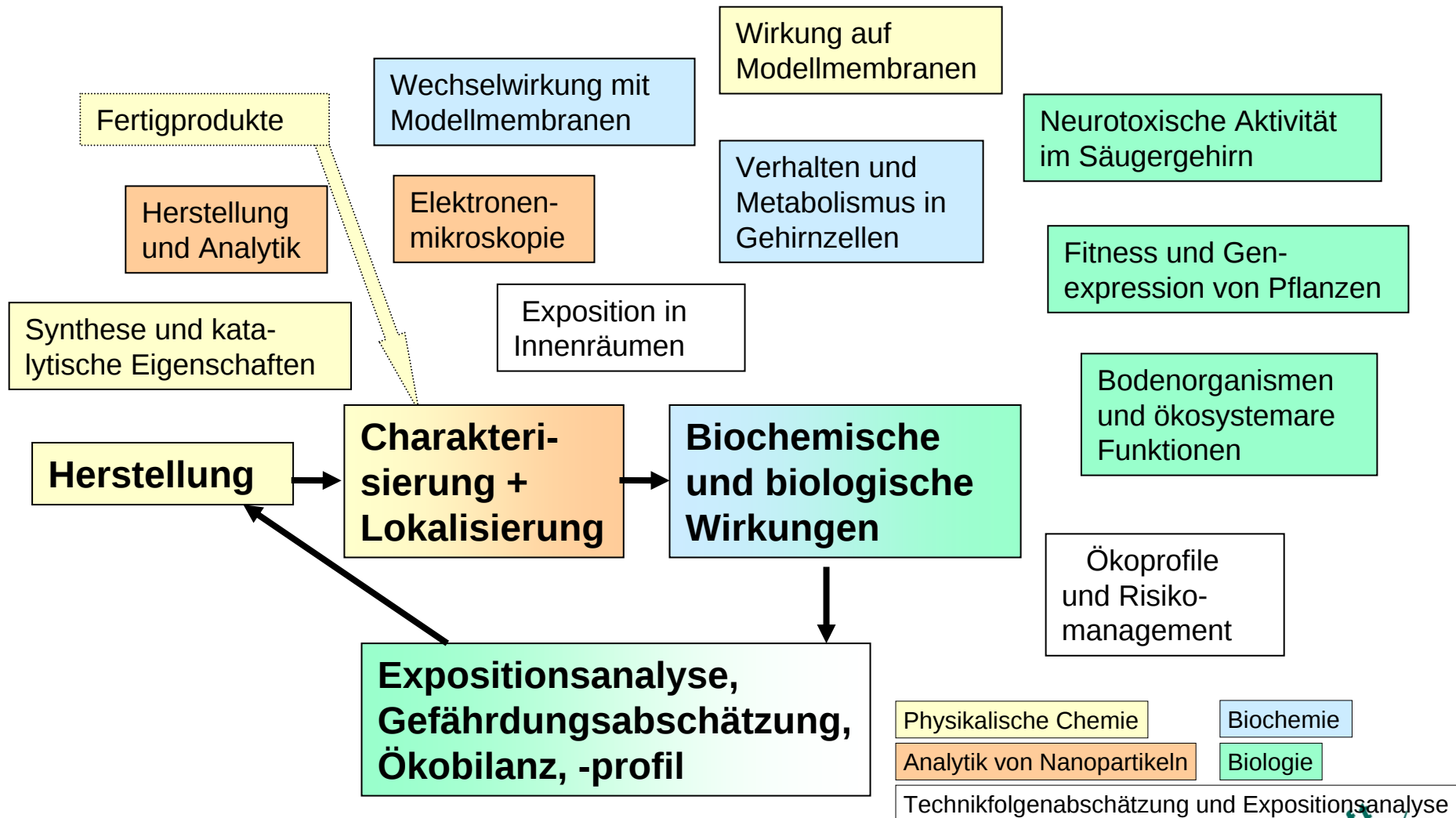
▶ **8 Doktorandenstipendien** aus den Bereichen:  
Ökologie, Chemie, Biochemie, Ingenieurwesen,  
Technikfolgeabschätzung....

▶ Analyse der Chancen & Risiken verschiedener **Stufen  
im Lebenszyklus**





# „nanoToxCom“





# Nano-Projekte am UFT

## OECD-Programm „Working Party on Manufactured Nanoparticles“:

### ► Fragestellungen

- Überprüfung ob **herkömmliche Testsysteme** zur Risikoerfassung ausreichend sind
- Falls nein: welche **Empfehlungen** müssen ausgesprochen werden?
- Welche Analytik ist zur umfassenden **Charakterisierung** notwendig?

### ► UFT-Beitrag

- ökotoxikologische/analytische Daten für **Titandioxid- und Silber-Nanopartikel**



# Nano-Projekte am UFT

## Umweltkompetenz Nanomaterialien

gefördert durch das Programm AUF (Angewandte Umweltforschung),

Laufzeit 01.11.2008 bis 31.10.2011

- Koordination von nanoToxCom
- Öffentlichkeitsarbeit (u.a. Kontakte zu Bremer Firmen, Forschungsinstituten, WFB-Seite, Organisation von Workshops, Vernetzung der Nanoforschung)

Ansprechpartner: *Jürgen Warrelmann, [jwa@uft.uni-bremen.de](mailto:jwa@uft.uni-bremen.de)*





## Zusammenfassung der bisher wichtigsten **Ergebnisse**

- Standard **(Öko)toxtests** sind prinzipiell geeignet zur Erfassung von Nanopartikel-Effekten
- Standardisierung der **Präparations- und Charakterisierungsprotokolle** dringend notwendig zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse
- **Normierung** der Testergebnisse auf Partikelkonzentration/spezifische Oberfläche
- **Langzeituntersuchungen** sind zwingend erforderlich



# Nano-Projekte am UFT: Ausblick

**UMSICHT:** Abschätzung der UMweltgefährdung von Silber-Nanomaterialien: vom CHemischen Partikel bis zum Technischen Produkt

Gefördert durch das bmbf , Programm NanoNature

17 Projektpartner, Koordination UFT

Laufzeit: voraussichtl. 1.5. 2010 bis 30.4.2013

## Ziele:

- ▶ Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Wirkungen der Nanomaterialien
- ▶ Verbleib, Exposition und Wirkung von Silber in Verbrauchsprodukten
- ▶ Gefährdungs- und Risikoabschätzung an idealisierten Szenarien





# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?

Kommentare?

Anregungen?

Kontaktadressen:

Prof. Jürgen Warrelmann: [jwa@uft.uni-bremen.de](mailto:jwa@uft.uni-bremen.de)

Dr. Marianne Matzke: [matzke@uni-bremen.de](mailto:matzke@uni-bremen.de)