



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln - Ergebnisse des EU-Projektes NanoRem



Hans-Peter Koschitzky, Alexandra Gens, Joachim Roos
Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart
vegas@iws.uni-stuttgart.de www.vegas.uni-stuttgart.de



Frankfurt am Main, 23. November 2016



1

University of Stuttgart
VEGAS - USTUTT



Überblick

- Einführung
- Ziele von NanoRem
- Projekt Struktur
- Einige Ergebnisse
- „NanoRem Toolbox“



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln
18. Symposium Strategien zur Sanierung ... 2016



2

What's NanoRem?

NanoRem – Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment



Worum geht es?

Boden- und Grundwassersanierung mit Nanopartikeln zur Wiederherstellung einer sauberen Umwelt: Von der Prozessforschung im Labormaßstab zur praktischen Anwendung





- **NanoRem: interdisziplinäres, branchenübergreifendes EU-gefördertes Forschungsprojekt, Budget ca. 14 Mio Euro**



- **Konsortium: 29 Partnern aus 13 Ländern, Forschungsgruppen, Industrie, Ingenieurbüros und Behörden**



- **Laufzeit: 01.02.2013 – 31.01.2017**



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln

18. Symposium Strategien zur Sanierung ... 2016



10.04.2013



13 Länder
Industrie
Behörden



- **Laufzeit**



17.03.2016



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln

18. Symposium Strategien zur Sanierung ... 2016



Was sind Nano-Sanierungstechnologien?

- Die Anwendung von Nanopartikeln (NP) für die Sanierung von verunreinigtem Grundwasser und Boden. Je nach Anwendung verschiedener Partikelsorten ist der „Reinigungsprozesse“ eine Reduktion, Oxidation, Sorption oder deren Kombination.
- NP werden gewöhnlich als Partikel definiert, die in einer oder mehreren Dimensionen kleiner als 100 nm sind.
- „Komposit“-Partikel sind größer, sie enthalten eingebettete NPs.



Charakteristika einer In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln

- Partikel, z.B. nZVI sind klein
→ große spezifische Oberfläche
→ höhere Reaktivität
- NPs (in einem Trägerfluid) werden über Brunnen in die gesättigte Zone injiziert
- Fokus: Quellensanierung
- unter Gebäuden anwendbar
- „unabhängig“ von Anwendungstiefe
- Verschiedenartige NPs für unterschiedliche Schadstoffe
- innovative Technologie, mit Potenzial für neue Entwicklungen



Projektziele (1)

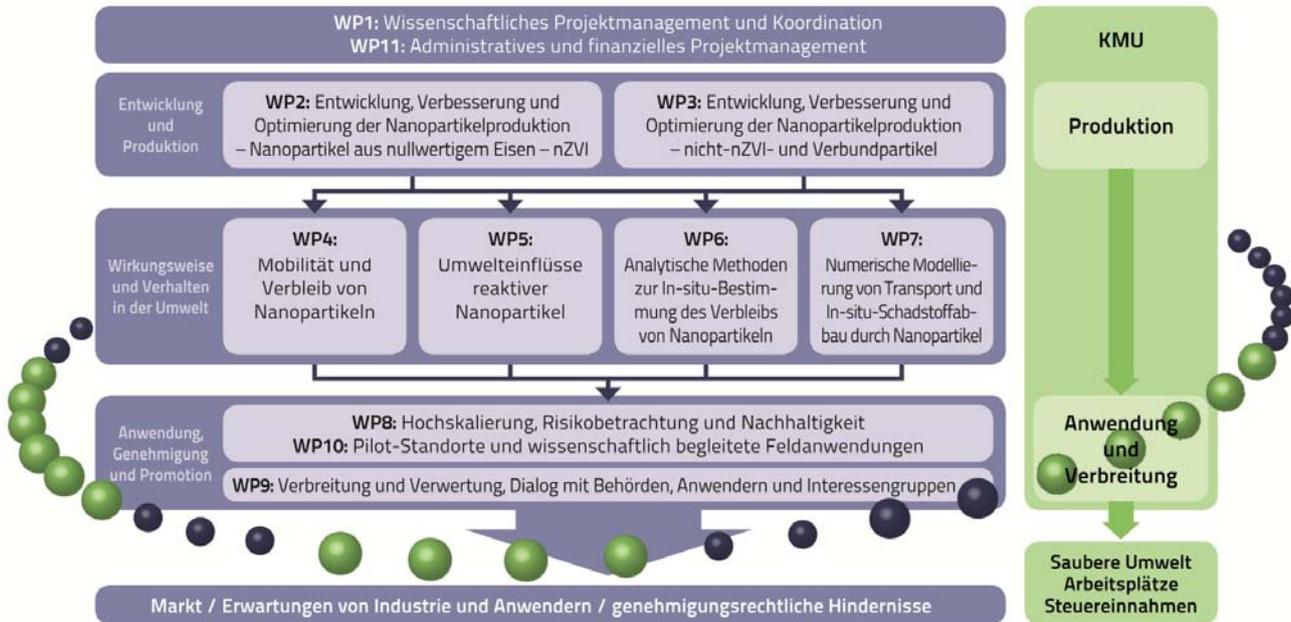
- (1) Identifizierung der **am besten geeigneten technologischen Ansätze**, die eine **deutliche Verbesserung** bei der In-situ-Sanierung in der Praxis erzielen können.
- (2) Entwicklung **kostengünstigerer Produktionsmethoden** und Herstellung der Nanopartikel in **größeren Mengen** (kommerzielle Produktion).
- (3) Untersuchung **der Mobilität, der Reaktivität, der Langzeitstabilität und des Migrationspotenzials** von Nanopartikeln im Untergrund sowie Erforschung der **Auswirkungen von Partikeln und deren Abbauprodukte** auf Ökosysteme und Gewässer.

Projektziele (2)

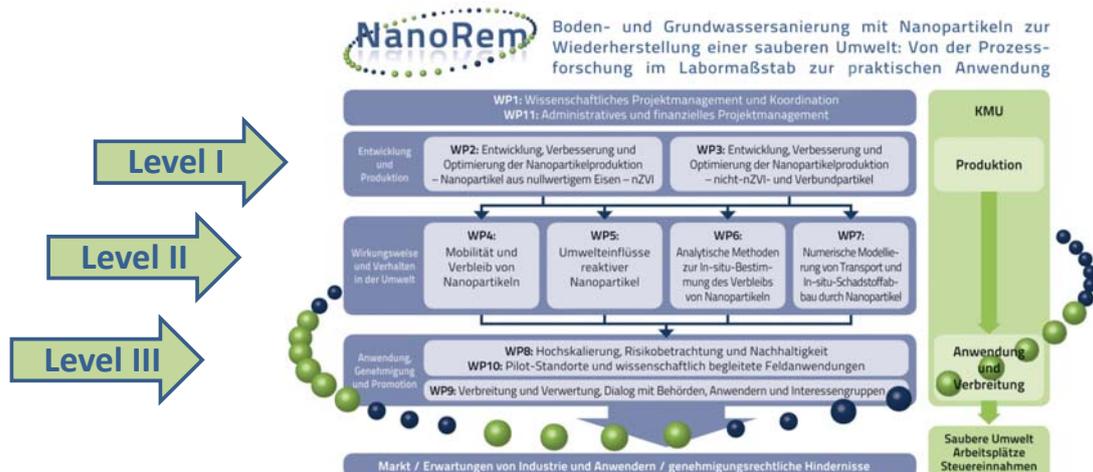
- (4) Entwicklung eines **umfassenden "Werkzeugkastens"** für die Ausführung und Überwachung von In-situ-Sanierungen. Dieser umfasst **Messmethoden und Messtechniken** vom Labor bis zum In-situ-Nachweis sowie **numerische Modelle**.
- (5) **Kommunikation mit allen beteiligten Akteuren** einer Sanierung zur Unterstützung der zielorientierten Forschung, der Berücksichtigung von möglichen Risiken, Nachhaltigkeitsaspekten bis hin zu genehmigungsrechtlichen Fragen, um eine langfristige wirtschaftliche Vermarktung der Verfahren sicherzustellen.
- (6) Ausführung **mehrerer Pilotprojekte** in verschiedenen europäischen Ländern, um die **Einsatzfähigkeit der Technologie zu demonstrieren** und Ergebnisse und Kosten von realen Anwendungsfällen zu erhalten.



Boden- und Grundwassersanierung mit Nanopartikeln zur Wiederherstellung einer sauberen Umwelt: Von der Prozessforschung im Labormaßstab zur praktischen Anwendung



NanoRem: Drei Stufen Ansatz



- I Entwicklung und Produktion: **WP2** und **WP3**
- II Eigenschaften und Verhalten in der Umwelt: **WP4** bis **WP7**
- III Anwendung, Genehmigung und Bekanntmachung (Verbreitung, KnowHow-Tansfer)
 - Großskalige Versuche und Pilot Standorte: **WP8** und **WP10**
 - Verbreitung, Kommunikation und PR: **WP9**

NanoRem Ergebnisse (1)

(1) Identifizierung der **am besten geeigneten technologischen Ansätze**, die eine **deutliche Verbesserung** bei der In-situ-Sanierung erzielen können

- Untersuchung von Mobilität, Reaktivität, Wirkungszeit und Reaktionsprodukten mit Hilfe von existierenden und neuen Modellsystemen,
 - Einfluss von Größe, Oberflächenchemie, Struktur und „Rezeptur“ auf die Leistungsfähigkeit bzw. das Anwendungsspektrum
- ✓ Optimierung von NP und Entwicklung neuer Nano- und Verbundpartikel
- ✓ Deutliche Verbesserung: Ausweitung des Anwendungsbereichs auf weitere Schadstoffe
- ➔ Bulletin Nr. 4: “A Guide to Nanoparticles for the Remediation of Contaminated Sites”

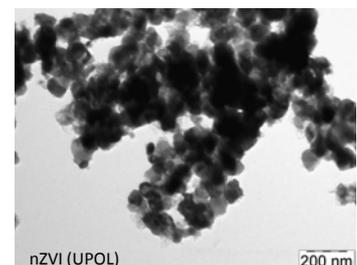


NanoRem Ergebnisse (2)

(2) Entwicklung **kostengünstigerer Produktionsmethoden** und Herstellung der Nanopartikel in **großen Mengen** (kommerzielle Produktion).

- ✓ Herstellungsprozesse im Labor wurden für die industrielle Fertigung angepasst und erfolgreich umgesetzt, so dass nun wettbewerbsfähige Technologien zur Herstellung verschiedener Nanopartikel zur Verfügung stehen
- ✓ nZVI-Partikel wurden durch eine neue Oberflächenbeschichtung dahingehend verbessert, dass sie als trockenes Pulver gelagert und transportiert werden können

Weitere Informationen in Bulletin Nr. 4: “A Guide to Nanoparticles for the Remediation of Contaminated Sites”



NanoRem Ergebnisse (3a)

(3a) Untersuchung von **Mobilität und Ausbreitungsverhalten** von NanoPartikeln im Untergrund hinsichtlich ihrer **Wirksamkeit bei der Sanierung**.

- Experimente zur Bestimmung von Mobilität und Ausbreitungsverhalten im Labor, im Technikumsmaßstab (Großbehälter bei VEGAS) und im Feld
- ✓ Weitere Informationen:
 - *“Final Report on Three Large-Scale Experiments and Generalized Guideline for Application”*
 - NanoRem Standort-Bulletins
 - Projektbericht *“Stability, Mobility, Delivery and Fate of optimized NPs under Field Relevant Conditions”*

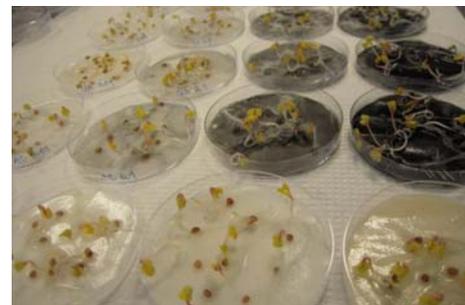


Säulenversuchsstand (VEGAS/USTUTT)

NanoRem Ergebnisse (3b)

(3b)...und ihrem **möglicherweise vorhandenen Schädigungspotential** für die Umwelt.

- Erforschung unerwünschter Nebeneffekte der NP-Anwendung auf Umwelt und Ökosysteme
- ✓ In Laborversuchen wurden keine signifikanten toxischen Effekte auf Organismen in Boden und Wasser beobachtet
- ✓ Drei von vier Pilotstandorten zeigten bis neun Monate nach der NP-Injektion keine toxischen Effekte. Ein Standort zeigte vorübergehend eine gering erhöhte Toxizität.
- ✓ Bei zwei Standorten wurden standortspezifischen mikrobiologischen Gemeinschaften durch NP-Injektionen stimuliert



Toxizitätsversuch (Claire Coutris, NIBIO)

Kommerziell verfügbare NanoRem Partikel

Partikelname	Partikelart	Hersteller	Schadstoffentfernung durch	Behandelte Schadstoffe
Carbo-Iron® (industry)	Verbundpartikel aus Fe(0) und Aktivkohle	SciDre GmbH, Deutschland	Adsorption + Reduktion	Halogenierte Kohlenstoffe (Schadstoffspektrum wie nZVI)
FerMEG12	Gemahlene nZVI-Partikel	UVR-FIA GmbH, Deutschland	Reduktion	Halogenierte Kohlenwasserstoffe
NANO FER 25S	Nanoskaliges nullwertiges Eisen (nZVI)	NANO IRON s.r.o., Tschechien	Reduktion	Halogenierte Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle
NANO FER STAR	Stabilisiertes trockenes nZVI Pulver	NANO IRON s.r.o., Tschechien	Reduktion	Halogenierte Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle
Nano-Goethite	Eisenoxid, stabilisiert mit HA	Universität Duisburg-Essen, Deutschland	Oxidation (Katalysator für mikrobiellen Abbau) + Adsorption von Schwermetallen	Biologisch abbaubare (vorzugsweise nicht halogenierte) Kohlenstoffe, wie z.B. BTEX, Schwermetalle

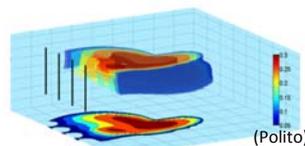
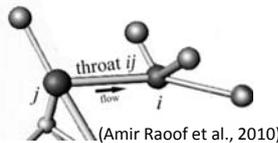
NanoRem Partikel in Entwicklung

Partikelname	Partikelart	Hersteller	Schadstoffentfernung durch	Behandelte Schadstoffe
Trap-Ox Fe-zeolites	Nanoporöses Alumosilikat, mit Fe(III) beladen	UFZ Leipzig, Deutschland	Adsorption und Oxidation (Katalysator)	Kleine Moleküle (hängt von Porengröße der Zeolithe) – z.B. BTEX, MTBE, Ethylenchlorid, Chloroform,.
Bionano-magnetite	Aus Nano-Fe(III) Mineralen	University of Manchester, UK	Reduktion, Adsorption von Schwermetallen	Schwermetalle, z.B. Cr(VI)
Palladized bionano-magnetite	Mit Palladium dotiertes Biomagnetit	University of Manchester, UK	Reduktion (Katalysator)	z.B. halogenierte Substanzen (breiteres Schadstoffsprktrum als nZVI)
Abrasive Milling nZVI	Gemahlene Eisen	Centre Tecnològic de Manresa, Spanien	Reduktion	Halogenated aliphatics and Cr(VI)
Barium Ferrate	Fe(VI)	VEGAS, Universität Stuttgart, Deutschland	Oxidation	BTEX?, nitroaromatic compounds? (under investigation)
Mg/Al particles	Nullwertige Metalle	VEGAS, Universität Stuttgart, Deutschland	Reduktion (Reagens)	Halogenierte Kohlenwasserstoffe
Nano-FerAl	Verbundpartikel aus Fe und Al	UVR-FIA GmbH / VEGAS, Universität Stuttgart, Deutschland	Reduktion (Reagens)	Halogenierte Kohlenwasserstoffe

NanoRem Ergebnisse (4)

(4) Entwicklung von **Messtechniken, Planungs-, Untersuchungs- und Überwachungsmethoden** für Auslegung und Anwendung der Nano-Sanierungstechnologie. Der „Werkzeugkasten“ umfasst Messmethoden und Messtechniken vom Labor bis zum In-situ-Nachweis sowie numerische Modelle.

- ✓ Bulletin Nr. 2: *“Appropriate Use of Nanoremediation”*
- ✓ Bulletin Nr. 3: *“Generalized Guideline for Application”* and Tool
- ✓ Bulletin Nr. 5: *“Monitoring Methods”*
- ✓ Bulletin Nr. 6: *“Forecasting NP Transport for Soil Remediation”*
- ✓ Pre-Deployment Risk Assessment Tool



Numerisches Modell für den Transport von Nanopartikeln: Von der Poren- zur Feldskala



Messtechnik auf Pilotstandorten (VEGAS/USTUTT)



NanoRem Ergebnisse (5)

(5) **Kommunikation mit allen beteiligten Akteuren einer Sanierung** zur Unterstützung der zielorientierten Forschung, der Berücksichtigung von möglichen **Risiken, Nachhaltigkeitsaspekten** bis hin zu **genehmigungsrechtlicher Fragen**, um eine langfristige wirtschaftliche Vermarktung der Verfahren sicherzustellen.

- Berücksichtigung wirtschaftlicher Interessen und behördlicher Vorgaben
- ✓ *“Exploitation Strategy, Risk-Benefit Analysis and Standardisation Status”* verfügbar auf www.nanorem.eu
- ✓ Bericht zur Lebenszyklusanalyse (LCA) in: *“Final Report on Three Large-Scale Experiments and Generalized Guideline for Application”*
- ✓ *“NanoRem Case Study Sustainability Assessment Background and Workbook”* als Leitfaden zum Vorgehen bei der Erstellung einer Nachhaltigkeitsanalyse

NanoRem Ergebnisse (6)

(6) Ausführung **mehrerer Pilotprojekte** in verschiedenen europäischen Ländern, um die Einsatzfähigkeit der Technologie zu demonstrieren.

- ✓ Eine Beschreibung der Pilotstudien und der Ergebnisse ist in den Standort-Bulletins auf www.nanorem.eu enthalten
- ✓ Alle Feldversuche im Projekt wurden im Rahmen eines Risikomanagementregimes durchgeführt
- ✓ Für zwei Standorte (1x NanoRem, 1x Extern) wurde eine qualitative Nachhaltigkeitsbewertung durchgeführt

Ausgründungen

→ Intrapore UG, Essen, DE



→ Photon Water Technology s.r.o., Liberec, CZ



Large Scale Container (VEGAS/USTUTT)



Large Scale Flume (VEGAS/USTUTT)



NanoRem Pilotstandorte

Standort	Land	Zuständig	Schadstoff	NP-Typ	Reaktionsprinzip	Aquifer
Solvay	CH	Solvay	CKW	FerMEG12 (gemahlen, nZVI)	Reduktion	Porös / frei
Spolchemie 1	CZ	Aquatest	CKW	NANOFER 25S / NANOFER STAR	Reduktion	Porös / frei
Spolchemie 2	CZ	Aquatest	BTEX	Nano-Goethite (Eisenoxid)	Oxidation / mikrobiologische Unterstützung	Porös / frei
Neot Hovav	IS	BGU	TCE, cis- DCE, Toluol	Carbo-Iron®	Adsorption / Reduktion	Kluft
Balassagyarmat	HU	Golder	PCE, TCE, DCE	Carbo-Iron®	Adsorption / Reduktion	Porös / frei
Nitrastur	ES	Tecnalia	As, Pb, Zn, Cu, Ba, Cd	NANOFER STAR	Reduktion	Porös / frei



Spolchemie pilot site I, micropumps check (VEGAS/USTUTT)



Installations at Solvay site (VEGAS/USTUTT)



Injection at Spolchemie pilot site 1 (VEGAS/USTUTT)



NPs for Solvay pilot site (VEGAS/USTUTT)



Nanotechnology for contaminated land Remediation

Home Information Project Aims Project Description Project Partners News Search Intranet

Quick Links

- NanoRem final conference 31/05/16
- Possible amendments of Annexes to REACH for registration of nanomaterials 05/02/16
- NanoRem Newsletter Autumn 2015 16/11/15
- No significant toxicological effects for nanoparticles 05/06/15
- NanoRem at AquaConsoil 2015 01/05/15
- Nanoscale Zerovalent Iron (nZVI): Risk-Benefit and Exploitation Report and Consultation 24/04/15

Terms and Conditions Privacy Policy Contact Us



Nanotechnology for contaminated land Remediation

Home Information Project Aims Project Description Project Partners News Search Intranet

NanoRem Toolbox

Bulletins: Project Results and Guidelines

Introduction Appl

Nanoparticles and

Tools (Extracted from Deliverables)

Supporting Information

Project Summary ? i Selected Project Deliverables Publications Catalogue Conference Proceedings Newsletter

© Gens VEGAS, Universität Stuttgart

Terms and Conditions Privacy Policy Contact Us

Nanotechnology for contaminated land Remediation

Home Information Project Aims Project Description Project Partners News Search Intranet

Bulletins: Project Results and Guidelines

Introduction	Application	Pilot Sites - Examples of Application and Results (Site Bulletins)
B1 Nanotechnology for Contaminated Land Remediation - Possibilities and Future Trends Resulting from the NanoRem Project	B3 Generalised Guideline for Application	B7 Spolchemie I, Czech Republic
B2 Appropriate Use of Nanoremediation	B4 Particle Bulletin	B8 Spolchemie II, Czech Republic
	B5 Analytical Toolbox	B9 Solvay, Switzerland
	B6 Forecasting Nanoparticle Transport for Soil Remediation	B10 Neot Hovav, Israel
		B11 Balassagyarmat, Hungary
		B12 Nitrastur, Spain

© Gema VEGAS, Universität Stuttgart

Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment. This project has received funding from the European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement No. 309517

[Terms and Conditions](#) [Privacy Policy](#) [Contact Us](#)

Liste der NanoRem-Bulletins

Nr.	Titel
1	Nanotechnology for Contaminated Land Remediation - Possibilities and Future Trends Resulting from the NanoRem Project
2	Appropriate Use of Nanoremediation
3	Generalised Guideline for Application of Nanoremediation
4	A Guide to Nanoparticles for the Remediation of Contaminated Sites
5	Development and Application of Methods for Monitoring Nanoparticles in Remediation
6	Forecasting Nanoparticle Transport for Soil Remediation
7-12	Site-Bulletins (Standort Bulletins)

CLAIRe
NanoRem Bulletin
NanoRem 1
(November 2014)

CLAIRe's NanoRem bulletins describe practical aspects of research which have direct application to the characterisation, monitoring or remediation of contaminated soil or groundwater using nanoparticles. This bulletin provides an overview of the NanoRem project.

Copyright © CLAIRe Environmental Land Applications and Environment & Nanoscience

Nanotechnology for Contaminated Land Remediation – Possibilities and Future Trends Resulting from the NanoRem Project

Background

Nanotechnologies could offer a step-change in remediation capabilities: treating persistent contaminants which have limited remediation alternatives, avoiding degradation-related intermediates and increasing the speed at which degradation or stabilisation can take place. However, adoption of nanoremediation has been slower, with fewer than 100 field scale applications, since the first field application in 2000. However, the recent emergence of nanoremediation as a commercially-deployed remediation technology in several EU countries, notably the Czech Republic and Germany indicates that it is now time to look at nanoremediation as a technology in the European market-place.

Between 2013-2017, the NanoRem project (www.nanoRem.eu) carried out an intensive development and optimisation programme for different nanoparticles (NPs), along with analysis and testing methods, investigations of fate and transport of the NPs and their environmental impact.

The aim of this bulletin is to provide an overview of NanoRem, its aims, structure and the main generic results. This overview provides links to other NanoRem outputs where a greater depth of detail can be found.

What is Nanoremediation?

Nanoremediation describes the in situ use of NPs in the treatment of contaminated groundwater and soil. Depending on the size of different particles, nanoremediation processes generally involve reduction, oxidation, sorption or their combination. NPs are usually defined as particles with one or more dimensions of less than 100nm. In practice, nanoremediation may apply to particles which are larger, for example composites with embedded NPs. NPs used in remediation are mostly metals or metal oxides, most frequently nano-scale zerovalent iron (nZVI). They may be modified in various ways to improve their performance, for example inclusion of a catalyst (often palladium), use of coatings or modifiers, or employment on other materials, such as activated carbon or zeolites (for iron oxides).

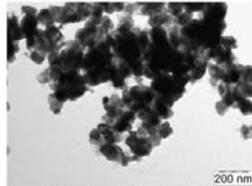


Figure 1. TEM image of ZnO particles injected at the Spolchemie site © J. Filip, UPOL, Palacký University in Olomouc, Czech Republic.

They are generally applied in situ via various injection methods, which may include the use of viscosity control agents or other materials to facilitate targeted emplacement of nanoparticles in the subsurface.

An Introduction to the NanoRem Project

NanoRem was a research project, funded through the European Union Seventh Framework Programme. The NanoRem project focused on facilitating practical, safe, economic and exploitable nanotechnology for in situ remediation. This was undertaken in parallel with developing a comprehensive understanding of the environmental risk/benefit for the use of NPs, market demand, overall sustainability and stakeholder perceptions. The project was designed to unlock the potential of nanoremediation processes from laboratory-scale to end user applications and to support both the appropriate use of nanotechnology in restoring land and water resources and the development of the knowledge based economy at a world leading level for the benefit of a wide range of users in the EU environmental sector.



Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment. This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no. 309517.



NanoRem 1 page 6
NanoRem Bulletin



Figure 6. Heads of monitoring arrays for in situ measurement (on Spolchemie pilot site) contracted to measuring hardware in protective box © VEGAS/USTUTT, University of Stuttgart, Germany

Project Results Online – the NanoRem Toolbox

The NanoRem Toolbox (Fig 7), available on www.nanoRem.eu, focuses on the needs of decision makers, consultants and site owners. It provides the respective outputs of NanoRem in three levels:

- 1) The bulletins include the most relevant information in a condensed and concise way.
- 2) More detailed information on nanoparticles and tools are located in the "Nanoparticles and Tools" shelf.
- 3) Other dissemination products and selected project deliverables can be found in the "Supporting Information" shelf.

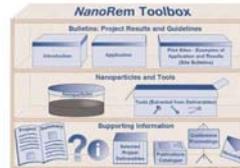


Figure 7. The NanoRem Toolbox.

Acknowledgements
This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under grant agreement no. 309517. This bulletin reflects only the authors' views. The European Union is not liable for any use that may be made of the information contained herein.

Table 3. List of NanoRem project partners.

Organisation Name	Country
University of Stuttgart (VEGAS) - Coordinator	DE
Karlsruhe Institute of Technology	DE
Silvay (Schweiz) AG	CH
Helmholtz Zentrum für Umweltforschung GmbH, UFZ Centre for Environmental Research	DE
Ben-Gurion University of the Negev	IL
Fondosol CTM Centre Technologic	ES
University of Vienna	AT
University of Manchester	UK
Fondation Technika Research & Innovation	ES
HMGU, Helmholtz Zentrum München (with the consortium JARA2015)	DE
NIBK, Norwegian Institute of Bioeconomy Research (Aina Østanger) (formerly "Bioforsk")	NO
Technical University of Liberec	CZ
NMBU, Norwegian University of Life Sciences	NO
Aquasol	CZ
Państwowy Instytut Geologiczny	PL
CNRS Centre National de la Recherche Scientifique	FR
Pubblicis & Torino	IT
Geoplaro Consultores, S.A.	PT
DTU, Technical University of Denmark	DK
Sheltony Ireland	IE
© Environmental Technology Limited	UK
ICM, Land Quality Management Ltd.	UK
CLAIRe	UK
NANO REM, s.r.o.	CZ
Gesler Associated GmbH	DE
BRGM, Bureau de Recherches Géologiques et Minières	FR
UVR-FA, GmbH	DE
SciDe, Scientific Instruments Dresden GmbH	DE
University Duisburg-Essen (Successor of HMRU)	DE

For further information on NanoRem please visit www.nanoRem.eu

This bulletin was written by Alexandra Gens, Joachim Roos and Hans-Peter Kauschitzky - VEGAS, University of Stuttgart with contributions by Erik Jasser and Claire Coats - NIBK, Paul Bardon - ©, Jürgen Braun - VEGAS, Pauline van Gans - Bellare, Deborah Oughton - NMBU, Paul Natanson - UQM, and Elsa Linares - BRGM.

It was edited by Rob Swenney and Nicola Harnes - CLAIRe

If you would like further information about other CLAIRe publications please contact us at the Help Desk at www.clairc.co.uk



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln
18. Symposium Strategien zur Sanierung ... 2016



Nanotechnology for contaminated land Remediation

Home Information Project Aims Project Description Project Partners News Search Intranet

Nanoremediation Toolbox

Bulletins: Project Results and Guidelines

- Introduction
- Application
- Pilot Sites - Examples of Application and Results (Site Bulletins)

Nanoparticles and Tools

- Nanoparticles
- klick**

Supporting Information

- Project Summary
- Selected Project Deliverables
- Publications Catalogue
- Newsletter

© Gens VEGAS, Universität Stuttgart

Taking Nanotechnological Remediation Processes from Lab Scale to End User Applications for the Restoration of a Clean Environment. This project has received funding from the European Union Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement No. 309517

Terms and Conditions Privacy Policy Contact Us



In-situ-Sanierung mit Nanopartikeln
18. Symposium Strategien zur Sanierung ... 2016



Nanotechnology for contaminated land Remediation

Danke für Ihr Interesse und Ihre Aufmerksamkeit – Haben Sie Fragen ?



This project has received funding from the European Union's Seventh Framework Programme for research, technological development and demonstration under Grant Agreement No. 309517.

This presentation reflects only the author's views. The European Union is not liable for any use that may be made of the information contained therein.



Hans-Peter Koschitzky

Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart
vegas@iws.uni-stuttgart.de

www.vegas.uni-stuttgart.de