

Bewertung von Gesundheitsrisiken durch Nanopartikel und –röhren
unter Berücksichtigung von Erkenntnissen zu gesundheitlichen Wirkungen
von Fein- und Feinststäuben: Eine Literaturübersicht

Von der Medizinischen Fakultät
der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Medizin
genemigte Dissertation

vorgelegt von

Jörg Schmitz

aus

Mönchengladbach

Berichter: Herr Professor
Dr. med. Gerhard Andreas Wiesmüller

Herr Universitätsprofessor
Dr. med. Thomas Kraus

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Januar 2009

Akademische Edition Umweltforschung

Publikationsreihe des interdisziplinären
Umwelt-Forums der RWTH Aachen

Band 42/2009

Jörg Schmitz

**Bewertung von Gesundheitsrisiken durch
Nanopartikel und -röhren unter Berücksichtigung von
Erkenntnissen zu gesundheitlichen Wirkungen von
Fein- und Feinststäuben: Eine Literaturübersicht**

Herausgeber:
Prof. Dr. med. Gerhard A. Wiesmüller
Institut für Hygiene und Umweltmedizin

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2009)

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8029-1

ISSN 1437-532X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

**Für Anne,
meine Eltern, meinen Bruder
und meine Oma**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
1.1 Nanopartikel und -röhren	1
1.2 Fein- und Feinstaub	5
1.3 Zielsetzung der Arbeit	7
2. Materialien und Methoden	8
2.1 Strategie der Literaturrecherche.....	8
2.2 Auswertung der Literaturrecherche.....	9
3. Ergebnisse	12
3.1 Ergebnisse der Literaturrecherchen.....	12
3.2 Medizinisch nutzbare Nanopartikel und- röhren	13
3.2.1 Polymerische Nanopartikel.....	13
3.2.2 Protein-Nanopartikel.....	27
3.2.3 DNA-Nanopartikel.....	29
3.2.4 Lipid-Nanopartikel.....	31
3.2.5 Nanopartikel mit besonderen physikalischen Eigenschaften.....	34
3.2.6 Metallische und mineralische Nanopartikel	40
3.2.7 Kohlenstoff-Nanopartikel und -röhren.....	47
3.3 Nicht medizinisch nutzbare Nanopartikel und –röhren	51
3.3.1 Metallische, mineralische und keramische Nanopartikel	51
3.3.2 Kohlenstoff-Nanopartikel und –röhren	60
3.4 Fein- und Feinstaub	69
3.4.1 PM _{2,5}	69
3.4.2 PM _{1,0}	77
3.4.3 Feinstaub	79
4. Diskussion	87
4.1 Medizinisch nutzbare Nanopartikel und -röhren	88
4.1.1 Polymerische Nanopartikel.....	88
4.1.2 Protein-Nanopartikel.....	93
4.1.3 DNA-Nanopartikel.....	95
4.1.4 Lipid-Nanopartikel.....	97
4.1.5 Nanopartikel mit besonderen physikalischen Eigenschaften.....	99
4.1.6 Metallische und mineralische Nanopartikel	102
4.1.7 Kohlenstoff-Nanopartikel und -röhren.....	104

4.2 Nicht medizinisch nutzbare Nanopartikel und -röhren.....	107
4.2.1 Metallische, mineralische und keramische Nanopartikel	107
4.2.2 Kohlenstoff-Nanopartikel und -röhren.....	112
4.3 Beurteilung der Partikelfractionen im Feinstaub.....	116
4.3.1 PM _{2,5}	116
4.3.2 PM _{1,0} und Feinstaub	119
4.4 Vorschlag für die Prüfung der Gesundheitsverträglichkeit	123
5. Schlussfolgerung	125
6. Zusammenfassung	126
7. Literaturverzeichnis	127
8. Anhang	161
8.1 Medizinisch nutzbare Nanopartikel und -röhren	161
8.1.1 Polymerische Nanopartikel.....	161
8.1.2 Protein-Nanopartikel.....	171
8.1.3 DNA-Nanopartikel.....	173
8.1.4 Lipid-Nanopartikel.....	174
8.1.5 Nanopartikel mit besonderen physikalischen Eigenschaften.....	176
8.1.6 Metallische und mineralische Nanopartikel	179
8.1.7 Kohlenstoff-Nanopartikel und -röhren	184
8.2 Nicht medizinisch nutzbare Nanopartikel und -röhren	186
8.2.1 Metallische, mineralische und keramische Nanopartikel	186
8.2.2 Kohlenstoff-Nanopartikel und -röhren	194
8.3 Fein- und Feinstaub	200
8.3.1 PM _{2,5}	200
8.3.2 PM _{1,0}	207
8.3.3 Feinstaub	208
9. Verzeichnis der Abkürzungen.....	215
Danksagung	217
Erklärung zur Datenaufbewahrung.....	219
Lebenslauf.....	221