



# **New Approach Methods (NAMs) in der wissenschaftsbasierten Ableitung von Grenzwerten – derzeitige und zukünftige Rolle**

Stellungnahme der Ständigen Senatskommission  
zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe  
(MAK-Kommission) der Deutschen Forschungs-  
gemeinschaft (DFG)

Alle Publikationen der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autorinnen und Autoren, Herausgeberinnen und Herausgeber ebenso wie die DFG in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Dokument berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

Der Text dieser Publikation wird unter der Lizenz Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>.



**Januar 2023**

Dr. Katja Hartig  
Lebenswissenschaften – Medizin  
Tel.: +49 (0)228 885-2359  
E-Mail: [katja.hartig@dfg.de](mailto:katja.hartig@dfg.de)

DOI: 10.5281/zenodo.8224122

In den letzten Jahren wird sowohl auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene vermehrt über die Notwendigkeit und die Humanrelevanz von Tierversuchen sowie über die Möglichkeiten eines vollständigen Verzichts auch im Zusammenhang mit der Ableitung von Grenzwerten für Gefahrstoffe kontrovers diskutiert. Hierbei wird teilweise die Einschätzung geäußert, dass Tierversuche bereits jetzt oder in naher Zukunft mehr oder weniger vollständig durch den Einsatz von sogenannten New Approach Methods (NAMs) ersetzt werden können. Diese Einschätzung kann die Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission) zum jetzigen Zeitpunkt nicht teilen, da für eine quantitative Risikobewertung In-vivo-Daten aus Human- und/oder Tierstudien erforderlich sind, die sowohl die Identifizierung kritischer Zielorgane und komplexer multipler Wirkungen als auch eine quantitative Betrachtung der niedrigsten adversen Effektkonzentration ermöglichen. Vielmehr umfassen NAMs sowohl In-vivo-Untersuchungen, Studien an geeigneten zellulären Testsystemen als auch computerbasierte Modelle. In all diesen Bereichen können NAMs wertvolle Ergänzungen zum Wirkungsmechanismus und damit zu einer wissenschaftsbasierten Risikobewertung liefern. Sie können helfen, Tierversuche zu minimieren, diese aber nicht vollständig ersetzen. Diese Einschätzung soll im Folgenden näher ausgeführt werden.

Zentrale Aufgabe der MAK-Kommission ist die Ableitung von Grenzwerten für den Arbeitsplatz. Dabei handelt es sich um eine quantitative Risikobewertung, die in der Regel epidemiologische Daten, Probandenstudien und/oder Ergebnisse aus Tierversuchen voraussetzt. Hinzu kommen mechanistische Daten und Informationen aus Kurzzeittests wie beispielsweise Untersuchungen zur Genotoxizität aus In-vitro-Tests. Voraussetzung für die Ableitung von Grenzwerten ist eine sehr gute Datenlage, die nicht für alle Substanzen vorhanden ist; liegen nicht ausreichend substanzspezifische Informationen vor, werden keine MAK- oder BAT-Werte aufgestellt. In den letzten Jahren wurden und werden vermehrt NAMs entwickelt und diskutiert, die die bisherige toxikologische Risikobewertung sinnvoll ergänzen und möglicherweise verändern könnten. Vor allem die gemeinsame Betrachtung und Nutzung der verschiedenen NAMs und konzeptionellen Ansätze wie etwa *adverse outcome pathway* (AOP) bieten dabei vielversprechende Möglichkeiten.

Unter dem Begriff „NAMs“ wird heute eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Technologien und Methoden zusammengefasst, die nicht notwendigerweise auf in vitro oder in silico beschränkt sind (siehe z. B. US EPA, EFSA, ECHA):

- ▶ Computerbasierte Identifizierung von kritischen Strukturmerkmalen, sogenannte In-silico-Methoden (z. B. QSAR und *Read-across*);
- ▶ In-chemico-Methoden (z. B. zur nicht zellbasierten Identifizierung reaktiver Stoffe mit potenziell toxischen Eigenschaften);

- ▶ In-vitro-Tests: Zellbasierte Systeme unterschiedlicher Komplexität (2-D- und 3-D-Kulturen, inklusive Kokulturen, Organoide und Organ-on-Chip-Systeme), in der Regel menschlichen Ursprungs und verfügbar für verschiedene Organe; Breitband-Screening-Methoden (Omics-, *Cell-painting*-Methoden); gezieltes (*targeted*) *high content screening* (Zielmoleküle: Rezeptoren, Enzyme);
- ▶ In-vitro-Biokinetik: Modellierung der intrazellulären verfügbaren Konzentration, die aus der nominalen Konzentration abgeleitet wird, unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren wie z. B. der Aufnahme in die Zellen, Bindung an Proteine und Lipide, aber auch Bindung an Zellkulturgefäße und Verlust durch Evaporation;
- ▶ IVIVE (in vitro to in vivo extrapolation): Umrechnung der verfügbaren in vitro definierten Konzentration, bei der ein adverser Effekt beobachtet wurde, in die entsprechende humanäquivalente Konzentration mittels physiologisch-basierter Kinetik (PBK)-Modelle. Die humanäquivalente Dosis wird als „*point of departure*“ (POD) für die Risikobewertung betrachtet;
- ▶ Toxikologische Untersuchungen an „einfachen“ Organismen (z. B. Zebrafisch, Fischembryo, *C. elegans*);
- ▶ Nutzung von In-vitro-Studien und Untersuchungen an einfachen Organismen zur Validierung von *Read-across*-Vorhersagen;
- ▶ Computermodelle: Integration von multiplen In-silico- und In-vitro-Datenströmen unter Nutzung verfügbarer Datenbanken (Datenintegrationsansätze und KI).

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die Etablierung einiger Testsysteme wie beispielsweise Organoide und Organ-on-Chip-Systeme sehr aufwendig ist; trotz intensiver Forschungsaktivitäten sind eine Standardisierung und Validierung der Systeme derzeit noch sehr schwierig.

## Welches Potenzial liegt gegenwärtig und zukünftig in der verstärkten Entwicklung und Etablierung von NAMs?

Ein großes Potenzial der NAMs liegt vor allem im Bereich der Identifizierung der toxischen Eigenschaften einer Substanz (*Hazard*). So können beispielweise mithilfe unterschiedlicher Testmethoden sogenannte *molecular initiating* (MI) und nachfolgende *key events* (KE) in AOPs beschrieben werden. Das mechanistische Wissen über den *mode of action* einer Chemikalie wurde schon immer bei der Ableitung von MAK-Werten berücksichtigt und NAMs können eine Vielzahl an Informationen und Daten liefern, die dieses Wissen punktuell ergänzen. Derartige Substanzinformationen könnten beispielsweise beim sogenannten *Read-across*, das heißt bei der Risikobewertung verwandter Chemikalien, sehr hilfreich sein, wenn nicht ausreichend stoffspezifische Daten für die entsprechenden Einzelsubstanzen vorliegen. Dieses Verfahren wird bereits jetzt in Einzelfällen eingesetzt und könnte bei breiterer Datenbasis und einer kuratierten Bereitstellung dieser Daten in Zukunft deutlich ausgeweitet werden.

Ein weiterer Aspekt, der derzeit auch im Rahmen der neuen Chemikalienstrategie der EU intensiv diskutiert wird, ist der Aspekt des *Safe and Sustainable by Design*. Konkret bedeutet dies, dass bereits vor dem Inverkehrbringen neuer Chemikalien beziehungsweise dem Design neuer Materialien, auch unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus entsprechender Produkte, toxikologische Aspekte berücksichtigt werden. So könnten – vergleichbar der Detektion mutagener Wirkungen durch den Ames-Test – besonders kritische Eigenschaften frühzeitig identifiziert und die entsprechenden Chemikalien oder Materialien durch toxikologisch weniger kritische Substanzen oder Komponenten ersetzt werden. Solche Verfahren werden in der chemischen und pharmazeutischen Industrie bereits routinemäßig eingesetzt, beispielsweise zum Ausschluss von Wirkstoffkandidaten mit toxikologisch bedenklichem Wirkprofil in der frühen Phase der Wirkstoffentwicklung.

In den letzten Jahren wurden ebenfalls erhebliche Fortschritte im Bereich der sogenannten Omics-Methoden erzielt, mit denen komplexe biologische Reaktionen auf Chemikalien erfasst werden und mit deren Hilfe Toxizitätsprofile etabliert und Wirkungsmechanismen weiter aufgeklärt werden können; diese werden bereits zur Abklärung vergleichender Eigenschaften von Nanomaterialien eingesetzt. Omics-Methoden werden auch erfolgreich für eine vertiefende Aussagefähigkeit von Tierversuchen eingesetzt, z. B. durch Transkriptom- oder Proteom-Untersuchungen auf Einzelzell- und Gewebesebene oder anhand von Ex-vivo-Gewebeschnitten. Voraussetzung für die optimale Nutzung der Ergebnisse ist eine gute Zugänglichkeit und Nutzbarkeit der entsprechenden Daten; Anfänge finden sich beispielsweise in der ToxCast/Tox21-Dashboard-Datenbank der U. S. Environmental Protection Agency (US EPA).

Insgesamt ist die Etablierung von NAMs ein sehr dynamischer Prozess und es ist damit zu rechnen, dass in Zukunft viele Methoden verfeinert werden und neben *Hazard*-Betrachtungen auch (a) toxikokinetische Aspekte vermehrt mit einbezogen werden können und (b) im Bereich der In-vitro-Methoden weitere Ansätze zur Quantifizierung von Dosis-Wirkungsbeziehungen generiert werden. NAMs leisten bereits jetzt einen wesentlichen Beitrag zum sogenannten 3R-

Prinzip bei Tierversuchen, dessen Ziel deren Ersatz (*Replacement*), die Reduktion der Anzahl der Tiere (*Reduction*) und des Leidens (*Refinement*) auf das unerlässliche Maß ist.

### **Wie werden diese Methoden bereits jetzt bei den Bewertungen, Grenzwertableitungen und Einstufungen der MAK-Kommission einbezogen?**

Generelle Voraussetzung und Ausgangspunkt für die Ableitung von Grenzwerten ist die Identifizierung des empfindlichsten toxikologischen Endpunktes *in vivo*, das heißt beim Menschen oder im Tierversuch, sofern die Ergebnisse aus Tierversuchen plausibel auf den Menschen übertragbar sind. Dies umfasst sowohl die toxischen Eigenschaften einer Substanz (*Hazard*) als auch das Risiko (*Risk*), das auch das Erreichen kritischer Konzentrationen im Zielorgan berücksichtigt. Auch mögliche interspezies-Unterschiede in der Toxikokinetik und -dynamik werden hier berücksichtigt. Schon jetzt zieht die MAK-Kommission zusätzlich – soweit vorhanden – Daten aus NAMs heran, um die entsprechenden Substanzen möglichst umfassend zu bewerten. Bereits seit mehreren Jahren werden für einzelne Substanzen Daten aus sogenannten PBPK-Modellen (*Physiologically Based Pharmacokinetic*) verwendet, um die innere Belastung mit dem toxischen Stoff unter Berücksichtigung physiologischer und biochemischer Speziesunterschiede zu analysieren. Beispielsweise ist für die Zuordnung der Schwangerschaftsgruppe von Aceton, dem Hauptmetaboliten von 2-Propanol, ein PBPK-Modell zur Abschätzung der inneren Belastung für die Feten anhand vergleichender Analysen zwischen der Ausgangssubstanz 2-Propanol und dessen Metaboliten Aceton angewandt worden. Umgekehrt wurde anhand der inneren Belastung und entsprechender Modellierungen kürzlich ein Luftgrenzwert für Blei und seine anorganischen Verbindungen abgeleitet, bei dem die kritische innere Belastung für den größten Teil der Beschäftigten (95. Perzentil) nicht überschritten wird.

Ein weiteres Beispiel ist die Nutzung von ToxCast/Tox21-Dashboard-Daten der US EPA zur Abklärung des *Hazards* bzw. zur Nutzung von AOPs einzelner Substanzen. Diese Daten geben beispielsweise Aufschluss über verschiedenste Rezeptor-Interaktionen, die auf eine endokrine oder lebertoxische Wirkung hinweisen können. Darüber hinaus ist abzusehen, dass in den relevanten Bereichen/Endpunkten der „sensorischen Irritationen“ und der Neurotoxizitätsprüfung vielversprechende NAMs entwickelt werden. Allerdings werden diese Daten bislang in der Regel nur zusätzlich herangezogen, um Wirkungsmechanismen abzuklären beziehungsweise zu bestätigen. Ausnahmen stellen Kosmetika dar, für deren toxikologische Bewertung der Inhaltsstoffe und des Produkts keine Tierversuche mehr zugelassen sind; auch bei der Identifizierung von sensibilisierenden Wirkungen werden bereits heute Tierversuche weitgehend ersetzt. In allen anderen Bereichen wird im Rahmen der zukünftigen Entwicklung zu tierversuchsfreien In-vitro- und In-silico-Methoden insbesondere auch die Quantitative In Vitro to In Vivo Extrapolation (QIVIVE) an Bedeutung gewinnen. Diese Modelle sollen es ermöglichen, aus In-vitro-Daten Konzentrationen im Plasma oder in bestimmten Zielorganen/Zielgeweben eines Organismus zu simulieren und abzuschätzen, bei welchen Dosierungen effektive In-vitro-Konzentrationen *in vivo* erreicht werden.

Insgesamt beschäftigt sich die MAK-Kommission sehr intensiv mit den derzeitigen Möglichkeiten der Nutzung von NAMs sowie auch konzeptionell mit zukünftigen Anwendungsmöglichkeiten; hierzu wurden in den letzten Jahren hochrangige internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eingebunden, um über den aktuellen Stand der Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von NAMs zu berichten und zu diskutieren. Unter anderem wurden in diesem Zusammenhang die Möglichkeiten von Omics-Methoden zur Differenzierung zwischen gentoxischen und nicht gentoxischen Aktivitäten von Chemikalien sowie der Nutzen von Informationen aus dem ToxCast/Tox21 Dashboard zur Beurteilung des Gefahrenpotenzials von Chemikalien in den Blick genommen.

Mehrere Mitglieder der MAK-Kommission sind aktiv an der Entwicklung und Etablierung von NAMs für spezifische Fragestellungen beteiligt, beispielsweise bezüglich vergleichender Toxizitätsprofile für Nanomaterialien, der Etablierung von Testsystemen für Neurotoxizität, sensorische Reizwirkungen und sensibilisierende Wirkungen sowie für die Anwendung einer In-vitro-Testbatterie für Entwicklungsneurotoxizität in der Regulierung von Pflanzenschutzmitteln.

Sehr wahrscheinlich wird eine sinnvolle Kombination dieser Methoden dazu führen, dass in Zukunft beispielsweise durch effektives *Read-across* Grenzwerte für wesentlich mehr Stoffe aufgestellt werden können. Auf allen Ebenen werden derzeit allerdings noch eher traditionelle toxikologische Daten als Trainingssätze herangezogen, um NAMs zu validieren. Eine der größten Schwierigkeiten der NAMs ist aktuell die quantitative Extrapolation von in vitro auf in vivo. Auch der Vergleich zwischen In-vivo-Studien am Nager mit In-vitro-Studien, die hauptsächlich auf humanen Zellsystemen beruhen, birgt Herausforderungen. Hinzu kommen Unsicherheiten bei der Beurteilung kombinierter Testsysteme und der damit einhergehenden Definition des relevanten und ausreichenden Testumfangs. Integrierte Teststrategien wurden daher erst für wenige toxikologische Endpunkte vorgestellt wie z. B. Sensibilisierung und Irritation der Haut. Auch für die Entwicklungsneurotoxizität wurde die In-vitro-Testbatterie im Rahmen einer Fallstudie im IATA (*Integrated Approaches for Testing and Assessment*)-Kontext von der EFSA genutzt. Das Ziel einer umfassenden Bewertung neuer, toxikologisch noch weitgehend unerforschter Substanzen insbesondere für Endpunkte wie chronische Toxizität, Reproduktionstoxizität und Kanzerogenität ist allerdings noch weit entfernt.

Zusammenfassend ist aus Sicht der MAK-Kommission die Etablierung von NAMs gegenwärtig und wohl auch in naher Zukunft noch nicht weit genug fortgeschritten, um sie allein für eine quantitative Risikobewertung und Grenzwertableitung verlässlich einzusetzen und damit beispielsweise Tierversuche vollständig zu ersetzen. Hier besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, der sowohl die Etablierung geeigneter Testsysteme als auch deren Validierung umfasst. NAMs bieten allerdings bereits jetzt in einigen Bereichen eine sinnvolle und wertvolle Ergänzung zu den eher konventionellen toxikologischen Untersuchungsmethoden.

## Stellungnahmen anderer Organisationen

EPA: USE PA (2021) New Approach Methods Work Plan (v2). U. S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA/600/X-21/209

ECHA: European Chemicals Agency (2016) New Approach Methodologies in Regulatory Science; Proceedings of a scientific workshop, Helsinki, 19–20 April 2016. ECHA-16-R-21-EN. <https://doi.org/10.2823/543644>

EFSA: Escher SE, Partosch F, Konzok S, Jennings P, Luijten M, Kienhuis A, de Leeuw V, Reuss R, Lindemann K-M, Hougaard Bennekou S (2022) Development of a Roadmap for Action on New Approach Methodologies in Risk Assessment. EFSA Supporting publication 2022: EN-7341. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2022.EN-7341>

IARC: Samet JM, Chiu WA, Cogliano V, Jinot J, Kriebel D, Lunn RM, Beland FA, Bero L, Browne P, Fritschi L, Kanno J, Lachenmeier DW, Lan Q, Lasfargues G, Le Curieux F, Peters S, Shubat P, Sone H, White MC, Williamson J, Yakubovskaya M, Siemiatycki J, White PA, Guyton KZ, Schubauer-Berigan MK, Hall AL, Grosse Y, Bouvard V, Benbrahim-Tallaa L, El Ghissassi F, Lauby-Secretan B, Armstrong B, Saracci R, Zavadil J, Straif K, Wild CP (2020) The IARC Monographs: Updated Procedures for Modern and Transparent Evidence Synthesis in Cancer Hazard Identification. *J Natl Cancer Inst* 112: 30–37. <https://doi.org/10.1093/jnci/djz169>

## Zusammensetzung der Kommission

### Mitglieder der Kommission

Professorin Dr. Andrea Hartwig (Vorsitzende), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Biowissenschaften, Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie

Professor Dr. Michael Arand, Universität Zürich, Institut für Pharmakologie und Toxikologie

Professor Dr. Michael Bader, BASF SE, Corporate Health Management, Ludwigshafen

Professorin Dr. Brunhilde Blömeke, Universität Trier, Fach Umwelttoxikologie

Professor Dr. Thomas Brüning, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Professor Dr. Hans Drexler (Stellv. Vorsitz), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Professor Dr. Bernd Epe, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Pharmazie und Biochemie

Professorin Dr. Manigé Fartasch, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Professorin Dr. med. Ellen Fritsche, IUF – Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung GmbH

Professor Dr. Thomas Göen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Privatdozentin Dr. rer. nat. Andrea Haase, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Abteilung 7: Chemikalien- und Produktsicherheit, Fachgruppe 76: Faser- und Nanotoxikologie

Professor Dr. Ernst Hallier, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Professor Dr. Uwe Heinrich, Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin (ITEM), Hannover

Professorin Dr. med. Susanne Valerie Herold, Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachbereich 11: Medizin

Dr. rer. nat. Heiko Udo Käfferlein, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Dr. Edgar Leibold, BASF SE, Abteilung FEP/P, Ludwigshafen

Professorin Dr. Gabriele Leng, Currenta GmbH & Co. OHG, Sicherheit-Gesundheitsschutz – Institut für Biomonitoring, Leverkusen

Professor Dr. Bernhard Michalke, Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt GmbH, Abteilung Analytische Biogeochemie, Neuherberg

Privatdozentin Dr. Frauke Neff, Städtisches Klinikum München GmbH, Medizet – Medizinisches Dienstleistungszentrum, Department Pathologie

Professor Dr. Dennis Nowak, Klinikum der Universität München, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Dr. Dirk Pallapies, Institut für Prävention und Arbeitsmedizin, der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA)

Professor Dr. rer. nat. Lothar Rink, Universitätsklinikum Aachen, AöR, Institut für Immunologie

Privatdozent Dr. rer. nat. Bernd Roßbach, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Dr. Roel Schins, Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung, Düsseldorf

Professorin Dr. Simone Schmitz-Spanke, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin

Professorin Dr. rer. nat. Nicole Schupp, Universitätsklinikum Düsseldorf, Institut für Toxikologie

Professor Dr. Michael Schwarz, Eberhard-Karls-Universität, Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie, Tübingen

Professor Dr. med. Andreas Seidler, Technische Universität Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin (IPAS)

Professor Dr. med. Kurt Straif, ISGlobal – Campus Mar, Barcelona Biomedical Research Park, Doctor Aiguader 88, 08003 Barcelona

Privatdozent Dr. Christoph van Thriel, Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund

Professor Dr. Wolfgang Uter, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Institut für Medizininformatik, Biometrie und Epidemiologie

Professor Dr. Dirk Walter, Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH, Institut und Poliklinik für Arbeits- und Sozialmedizin, Gießen

**Ständige Gäste der Kommission**

Dr. med. Maren Beth-Hübner, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Kompetenz-Center Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe, Heidelberg

Professor Dr. Dietmar Breuer, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), FB 2: Chemische und biologische Einwirkungen, Sankt Augustin

Dr. Ralph Hebisch, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Fachbereich 4 - Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe, Gruppe 4.4 - Gefahrstoffmessungen, Dortmund

Dr. Agnes Schulte, Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

**Die Stellungnahme wurde mit der Unterstützung des wissenschaftlichen Kommissionssekretariats der Senatskommission erstellt.**



**Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**

**German Research Foundation**

Kennedyallee 40, 53175 Bonn

Postal address: 53170 Bonn, Germany

Tel.: +49 (0)228 885-1

Fax: +49 (0)228 885-2777

[postmaster@dfg.de](mailto:postmaster@dfg.de)

[www.dfg.de/en](http://www.dfg.de/en)