

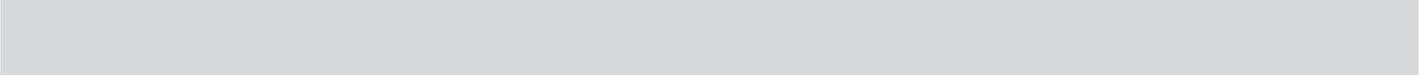


Feinstaubkohortenstudie Frauen in NRW

Langfristige gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub

Folgeuntersuchungen bis 2008

[LANUV-Fachbericht 31](#)



Feinstaubkohortenstudie Frauen in NRW

Langfristige gesundheitliche Wirkungen von Feinstaub

Folgeuntersuchungen bis 2008

LANUV-Fachbericht 31

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Überarbeitete Version vom Januar 2012

Recklinghausen 2012

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV NRW)
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Telefax 02361 305-3215
E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

Der vorliegende Fachbericht ist der Abschlussbericht der vierten Förderperiode einer vom LANUV beauftragten Studie – Überarbeitete Version vom Januar 2012

Autoren: Prof. Dr. Dr. H.-Erich Wichmann
Helmholtz Zentrum München. Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt,
Institut für Epidemiologie, Neuherberg und
Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für medizinische Informationsverarbeitung,
Biometrie und Epidemiologie, Lehrstuhl für Epidemiologie, München

Dipl.-Stat. Elisabeth Thiering, PD Dr. Joachim Heinrich
Helmholtz Zentrum München. Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt,
Institut für Epidemiologie, Neuherberg

Projektkoordination: Knut Rauchfuss (LANUV NRW)

Titelfoto: © Panthermedia: Kai Krüger

ISSN: 1864-3930 LANUV-Fachberichte

Informations-
dienste: Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und
Verbraucherschutz unter
• www.lanuv.nrw.de

Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im
• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschafts-
dienst: Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und Überlassung von
Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausgebers gestattet.
Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| ZUSAMMENFASSUNG | 5 |
| 1 VORBEMERKUNG | 7 |
| 2 AUFGABENSTELLUNG..... | 9 |
| 3 MATERIAL UND METHODEN | 11 |
| 3.1 Studienpopulation..... | 11 |
| 3.2 Wirkungskataster..... | 11 |
| 3.3 Studienregion..... | 13 |
| 3.4 Exposition..... | 14 |
| 3.5 Mortalitätsfollow-up..... | 17 |
| 3.6 Zielgrößen..... | 17 |
| 3.7 Statistische Methoden..... | 18 |
| 4 ERGEBNISSE..... | 20 |
| 4.1 Gesamtmortalität und spezifische Todesursachen..... | 20 |
| 4.2 Adressbiographie..... | 23 |
| 4.3 Überlebenszeiten..... | 24 |
| 4.4 Beschreibung der Studienpopulation..... | 25 |
| 4.5 Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation..... | 30 |
| 4.6 Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition..... | 37 |
| 4.7 Einsatz geographischer Informationssysteme..... | 43 |
| 4.8 Sensitivitätsanalysen..... | 52 |
| 5 DISKUSSION..... | 57 |
| 5.1 Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse..... | 57 |
| 5.2 Vergleiche mit Ergebnissen anderer Kohortenstudien..... | 58 |
| 5.3 Biologische Mechanismen..... | 63 |
| 5.4 Interpretation der Ergebnisse..... | 63 |
| 5.5 Stärken und Grenzen der vorliegenden Studie..... | 67 |
| 5.6 Expositionsszenarien..... | 69 |
| 5.7 Fehlende Informationen zum Vitalstatus und zu den Todesursachen..... | 71 |
| 6 LITERATUR..... | 73 |
| ABBILDUNGSVERZEICHNIS..... | 79 |
| TABELLENVERZEICHNIS | 80 |
| DANKSAGUNG | 82 |

ZUSAMMENFASSUNG

Im Mittelpunkt des hier vorgelegten Abschlußberichtes der vierten Förderperiode steht die Erhebung des Vitalstatus der Kohorte von 4752 Frauen (Jahrgänge 1929-1942) im Studiengebiet Borken, Dülmen, Dortmund, Duisburg, Essen-Zentrum, Gelsenkirchen und Herne für den Zeitraum 2003 bis 2008, die Ermittlung der Todesursachen, die Ermittlung der aktuellen Adressen und die Modellierungen von Mortalitätsrisiken in Abhängigkeit von der Exposition mit partikelförmigen Luftschadstoffen. Da nur wenige Frauen im gesamten Follow-up-Zeitraum von durchschnittlich 18 Jahren verzogen sind, wurde das Modell der Expositionsschätzung an der Wohnadresse zum Zeitpunkt der Rekrutierung zu Grunde gelegt.

Auf dieser Datenbasis werden Risiken für die Gesamt- und Todesursachen-spezifische Sterblichkeit in Abhängigkeit von der Exposition mit partikelförmigen sowie gasförmigen Luftschadstoffen über einen Zeitraum von 18,4 Jahren (Median) ermittelt.

Durch die Verlängerung des Follow-up von 13 auf 18 Jahre bis zum Jahre 2008 hat sich die Anzahl der Sterbefälle gegenüber der vorausgegangenen Erhebung (siehe dazu den Bericht auf www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fachb07/fb07_start.htm) fast verdoppelt (von 399 auf 740). Dadurch ist die Power für die Gesamtsterblichkeit und für die Todesursachen-spezifischen Modelle auf deutlich über 80% gestiegen. Durch die erhöhten Sterbezahlen sind zusätzlich zur Gesamtsterblichkeit und der Mortalität wegen kardiopulmonaler Ursachen Analysen für weitere Untergruppen von Todesursachen wie Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs sinnvoller Weise möglich. Zusätzlich wird nun auch die kardiovaskuläre Sterblichkeit im Hinblick auf die Feinstaubexposition ausgewiesen, wobei ein großer Überlappungsbereich mit den kardiopulmonalen Sterbefällen festzustellen war. 86% der kardiopulmonalen Sterbefälle sind an kardiovaskulären Todesursachen verstorben.

Mit kürzerem Abstand zwischen Wohnadresse und verkehrsreichen Straßen nahmen die Gesamtsterblichkeit und die Sterblichkeit an kardiopulmonalen und kardiovasku-

lären Todesursachen statistisch signifikant zu. Die Gesamtmortalität, und die kardio-pulmonale und die kardiovaskuläre Sterblichkeit waren ferner statistisch signifikant mit der Konzentration von PM_{10} , SO_2 und NO_2 am Wohnort zum Zeitpunkt der Rekrutierung der Studienteilnehmerinnen assoziiert. Die Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen war für die Exposition mit NO_2 , SO_2 , und PM_{10} -Exposition tendenziell erhöht. Die Lungenkrebsmortalität war statistisch signifikant erhöht, wenn die Frauen an ihrer Wohnadresse mit PM_{10} oder SO_2 exponiert waren. Die Analyse zeigt deutliche Zusammenhänge zwischen Verkehrsbelastung und verkehrsabhängigen Schadstoffen einerseits und der Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs andererseits. Hierdurch bestätigt sich erneut der Einfluss der Partikelbelastung. Der Zusammenhang mit SO_2 und NO_2 dürfte auf die enge Korrelation mit PM_{10} zurückzuführen sein, da die SO_2 -Konzentrationen mittlerweile für gesundheitliche Effekte viel zu niedrig sind und NO_2 toxikologisch keinen Einfluss auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zeigt. Ferner ist davon auszugehen, dass der Dieselruß im verkehrsnahen PM_{10} Feinstaub für die erhöhte Lungenkrebssterblichkeit verantwortlich ist. Aus der Studie folgt, dass weiterhin erhebliche Anstrengungen zur Reduktion der PM_{10} -Belastung durch den Straßenverkehr erforderlich sind.

1 VORBEMERKUNG

Die gesundheitlichen Risiken, die von partikelförmigen Schadstoffen in der Außenluft ausgehen, wurden in den letzten Jahren und Jahrzehnten gründlich überwiegend durch experimentelle Studien sowie sogenannte Kurzzeiteffektstudien untersucht. Bei den zahlreichen Kurzzeiteffektstudien werden Episoden erhöhter Luftschadstoffkonzentrationen im Hinblick auf die Sterblichkeit, kardiovaskuläre Komplikationen, Blutparameter oder Funktionsparameter des Atemwegssystems während diesen Episoden unersucht. Dagegen gibt es weltweit nur wenige Kohortenstudien, die Langzeiteffekte von Luftschadstoffexpositionen auf die Mortalität untersuchen. Der internationale Wissensstand wurde in mehreren umfangreichen Dokumentationen zusammengefasst (WHO 2000, 2005, Wichmann et al. 2002, US-EPA 2004, Anderson 2009, Chen et al. 2008, HEI Special Report 17, 2010). Weitere Übersichten widmeten sich speziell der Situation in Europa (WHO 2003, RIVM 2002, SRU 2002, Pelucchi et al. 2009) und Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System (Mittleman 2007, Brook et al. 2010, Peters 2009).

Die Frauenkohorte in Nordrhein-Westfalen ist derzeit die einzige Kohortenstudie in Deutschland, für die Mortalitätsrisiken in Abhängigkeit von der Exposition mit partikelförmigen Luftschadstoffen im Längsschnitt analysiert wurden. Die bisherigen Ergebnisse dieser Kohortenstudie haben bereits das Wissen zu Langzeiteffekten von Luftschadstoffen auf die Mortalität im europäischen Maßstab und auf der weltweiten Ebene maßgeblich beeinflusst und werden durch die Verlängerung des Beobachtungszeitraumes zukünftig einen sehr bedeutsamen Beitrag liefern.

Der vorliegende Abschlußbericht zur vierten Förderperiode fasst den Stand der Aktualisierung der Wohnadresse, die Vitalstatuserhebung mit Stand 14.10.2008, die Ermittlung der Todesursachen und die Mortalitätsrisiken in Abhängigkeit von der Exposition mit partikelförmigen Luftschadstoffen für den Beobachtungszeitraum von etwa 18,4 Jahren (Median) für die Frauenkohorte zusammen.

Lediglich etwa 15% der Frauen haben den Wohnort mindestens einmal während des gesamten Follow-up Zeitraumes gewechselt. Bei fast 200 Einwohnermeldeämtern im ganzen Bundesgebiet musste recherchiert werden, um die letzte Wohnadresse und gegebenenfalls das Sterbedatum zu erhalten.

Durch die Verlängerung des Beobachtungszeitraumes um weitere fast 5 Jahre erhöht sich die Dauer des gesamten Follow-up auf etwa 18 Jahre. Die Anzahl der Verstorbenen hat sich dadurch nahezu verdoppelt. Deswegen sind nun auch detailliertere Analysen seltener Todesursachen-spezifischer Mortalitätseffekte wie z.B. für die Lungenkrebssterblichkeit möglich.

2 AUFGABENSTELLUNG

Langzeitwirkungen von Feinstaub (PM_{10} , $PM_{2.5}$ und ultrafeine Partikel) sind derzeit als eines der wichtigsten gesundheitlichen Probleme im Umweltbereich anzusehen. Daher werden weltweit erhebliche Anstrengungen unternommen, die relevanten Expositionsponenten zu identifizieren und das Ausmaß des Risikos zu quantifizieren. Unser gegenwärtiges Wissen zu Langzeitwirkungen von Feinstaub entstammt überwiegend aus Studien in Nordamerika. Inwieweit diese Studienergebnisse auf Europa mit einer anderen Emittentenstruktur, anderen klimatischen Bedingungen, anderen Wohn- und Lebensverhältnissen übertragbar sind, wurde immer wieder kritisch diskutiert. Diese Fragen sind daher für Nordrhein-Westfalen als hoch industrialisiertes Land mit zusätzlich starker Verkehrsbelastung und darüber hinaus im europäischen Maßstab von besonderer Bedeutung. Daher wurde in Nordrhein-Westfalen eine Staubkohorte auf der Grundlage der humanmedizinischen Wirkungsuntersuchungen NRW etabliert. Als Basisuntersuchungen dienten dabei die Querschnittsuntersuchungen älterer Frauen, die in unterschiedlich belasteten Regionen Nordrhein-Westfalens wohnten und in den Jahren 1985 bis 1994 erstmals untersucht wurden. Bislang wurden der Vitalstatus und die Todesursachenstruktur dieser Frauenkohorte bis zum Jahre 2003 erhoben und im Hinblick auf die Langzeitwirkungen von Feinstaubexpositionen analysiert (Gehring et al. 2006). Durch die Verlängerung des Follow-up und dem damit verbundenen höheren Aufkommen von Sterbefällen ergibt sich die Möglichkeit mit höherer Präzision die bislang gefundenen Sterberisiken zu quantifizieren und zusätzliche Risiken für Todesursachen-Gruppen wie Lungenkrebs und Erkrankungen des Atemsystems zu ermitteln, in denen die Fallzahlen bislang zu klein waren.

Im Mittelpunkt des hier vorgelegten Abschlußberichtes der vierten Förderperiode stehen die Erhebung des Vitalstatus der Kohorte bis 2008, die Ermittlung der Todesursachen sowie die Quantifizierung von Sterberisiken in Abhängigkeit von der Exposition mit Feinstaub (PM_{10}), Schwefeldioxid (SO_2) und Stickstoffdioxid (NO_2).

Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden Arbeitspakete:

- 1) Statistische Modellierung der Effekte (Quantifizierung) für eine Langzeitexposition mit PM₁₀, NO₂ und SO₂ sowie des Expositionssurrogates „Wohnen nahe verkehrsreicher Straßen“ auf die Gesamtmortalität, die kardiopulmonale und kardiovaskuläre Mortalität, die Mortalität an Atemwegserkrankungen sowie Lungenkrebssterblichkeit.
- 2) Analyse der kombinierten Exposition durch die städtische Hintergrundkonzentration von PM₁₀, NO₂ und SO₂ sowie den Emissionen des lokalen Straßenverkehrs.

3 MATERIAL UND METHODEN ¹

3.1 Studienpopulation

Die Staubkohorte NRW ist eine historische Kohortenstudie mit einem Mortalitäts-Follow-up. Die Studienpopulation setzt sich aus den Teilnehmerinnen mehrerer Wirkungskatasteruntersuchungen zusammen, die zwischen 1985 und 1994 im Auftrag des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums vom Medizinischen Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf (MIU) durchgeführt wurden. Die Daten der Wirkungskatasteruntersuchungen wurden uns von Frau Prof. Dr. Ursula Krämer und Frau Dorothee Sugiri vom Institut für umweltmedizinische Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf für unsere Studie zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich um insgesamt 4752 Frauen im Alter von ursprünglich im Mittel 55 Jahren aus den Ruhrgebietsstädten Duisburg, Gelsenkirchen, Herne, Essen und Dortmund sowie aus den ländlichen Regionen Dülmen und Borken. Während des ersten Follow-up waren 399 Frauen verstorben. Abzüglich der nicht zu recherchierenden Personen gingen 4353 (Frauen lebend mit Stand März 2003) in die Follow-up Recherche der 2. Runde bis zum 14.10.2008 ein.

3.2 Wirkungskataster

In den 1980er und 1990er Jahren wurden in Nordrhein-Westfalen so genannte Wirkungskatasteruntersuchungen durchgeführt. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden u.a. Frauen in großem Umfang in Querschnittstudien untersucht. Diese Untersuchungen waren Teil der Luftreinhalteplanung des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (MURL) und sollten durch ihre Aussagen zur gesundheitlichen Situation Maßnahmenentscheidungen nicht nur dann stützen, wenn die Emissions- und Immissionssituation sie ohnehin erfordert, sondern sollte sie gerade dann ermöglichen, wenn Emissions- oder Immissionsdaten nicht verfügbar oder nicht bewertbar waren. Zusätzlich diente die wiederholte Durchführung von Wirkungskatasteruntersuchungen in derselben Region der Evaluierung der Wirkung der Luftreinhaltepläne auf die Gesundheit der Frauen in dieser Region.

¹ Im Vergleich zu dem Abschlussbericht zu den ersten beiden Förderperioden haben sich die Methoden in diesem Bericht geringfügig geändert, um kompatibel zur Publikation von Gehring et al. (2006) zu sein.

Die Wirkungskataster enthalten die Ergebnisse systematischer Erhebungen über mögliche Folgen von schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, also von Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen. Die zu erhebenden Daten sollten Zustände oder Reaktionen betreffen, die nach damaligem Kenntnisstand durch die Einwirkung bestimmter Komponenten der Luftverunreinigungen ausgelöst wurden. Die Daten sollten außerdem Wirkungen betreffen, deren gesundheitliche Relevanz generell und im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes feststand. Schadwirkungen wurden dann angenommen, wenn die Körperfunktion nicht mehr innerhalb ihrer physiologischen Variationsbreiten ablaufen, bzw. Zustände vorliegen, die auf einer solchen Reaktionsweise des Organismus beruhen (Erkrankungen) oder eine solche Reaktionsweise verursachen (interne Belastung). Die Wirkungsdaten wurden drittens an einer durch das Untersuchungsziel vorgegebenen Population erhoben.

Die in Nordrhein-Westfalen ausgewiesenen Belastungsgebiete sind Rheinschiene Süd und Mitte, sowie Ruhrgebiet West, Mitte und Ost. Sie umfassen ca. 3.000 km² mit einer Wohnbevölkerung von ca. 6 Millionen, etwa 36 % der Landesbewohner (Stand 1987). Die Untersuchungsgebiete innerhalb der Belastungsgebiete wurden unter dem Gesichtspunkt der höchsten Belastung mit Luftschadstoffen ausgewählt. Des Weiteren wurde ein Dauerreferenzareal, nämlich Borken, mit untersucht. Alle Untersuchungen waren Querschnittstudien mit 55jährigen Frauen. Die Wirkungskatasteruntersuchungen wurden im Abstand von einem oder mehreren Jahren wiederholt in den gleichen Regionen durchgeführt. Dieses Konzept wurde seit 1985 eingehalten, für die Zeiten davor war eine weniger systematische Vorgehensweise gewählt worden. Eine Zweituntersuchung (Follow-up) erfolgte für einen Teil der Frauen, die in den Jahren 1985 und 1986 untersucht worden waren.

Innerhalb der Areale wurden Vollerhebungen oder systematische Stichproben-erhebungen durchgeführt. In die Studie eingeschlossen wurden nur 55-jährige Frauen deutscher Staatsangehörigkeit, um Störeinflüsse zu vermindern, die von beruflicher Fremdstoffbelastung, dem Rauchen sowie biologisch-physiologischen Charakteristika und von spezifischen kulturellen Verhaltensweisen ausgehen können, die unter Umständen an einen Migrationshintergrund (hier charakterisiert

durch die Staatsangehörigkeit) gebunden sind. 55-jährige Probandinnen wurden ausgewählt, da dieser Personenkreis zum einen schon über längere Zeit einer bestimmten Immissionsbelastung ausgesetzt war und zum anderen eine stabile Bevölkerungsgruppe darstellt, die im Rahmen einer Longitudinalstudie wieder untersucht werden kann.

Pro Areal wurden im Schnitt 450 Frauen um die Teilnahme an der Studie gebeten. Dabei handelte es sich entweder um einen kompletten Geburtsjahrgang oder eine Zufallsstichprobe daraus oder einen durch die in den angrenzenden Monaten beider Nachbarjahre Geborenen erweiterten Geburtsjahrgang. Die Beteiligungsraten lagen zwischen 34 % und 80 %.

Die Belastungs- bzw. Wirkungsmessgrößen betrafen stets die Bereiche der inneren Exposition, der Funktion sowie der Symptomatik/Morbidität. Als Einflussvariablen galten einerseits der Wohnort im Sinne des Untersuchungsareales, andererseits (mit Ausnahme des Referenzareals) die Immissionsbelastung bezüglich des so genannten Wohnquadrates, zumeist einer Ein-Quadratkilometer-Einheitsfläche mit dem gegenwärtigen Probandenwohnsitz. Die verwendeten Immissionsmesswerte wurden überwiegend den Messprogrammen der damaligen Landesanstalt für Immissionsschutz (jetzt Landesamt für Umwelt, Natur und Verbraucherschutz) in Essen sowie der kommunalen Sondermessprogramme entnommen. Insbesondere standen Angaben zum Staubniederschlag und zum Schwefeldioxid (SO₂), die erfragte Exposition gegenüber Automobilabgasen und Daten von Kfz-Verkehrssimulationen zur Verfügung.

Das Studiendesign der Wirkungskatasteruntersuchungen sowie die Ergebnisse sind in zahlreichen Berichtsbänden ausführlich dargestellt (siehe dazu: Dolgner und Krämer, 1993).

3.3 Studienregion

Die Wirkungskatasteruntersuchungen wurden als Teil des Luftreinhalteplanes in von der Landesregierung NRW festgelegten Belastungsgebieten im westlichen, mittleren und östlichen Ruhrgebiet durchgeführt. Darüber hinaus wurden in Borken und Dülmen Untersuchungen durchgeführt. Beide Städte liegen außerhalb der Belastungsgebiete und dienten als Referenzgebiete.

3.4 Exposition

Im Rahmen der ersten und zweiten Förderperiode wurde der Wohnort zum Zeitpunkt der Wirkungskatasteruntersuchung (im Folgenden mit Basisuntersuchung bezeichnet) als ein erstes grobes Maß für die Exposition der Probandinnen gegenüber Luftschadstoffen verwendet. Die Luftschadstoffkonzentrationen in der Kontrollregion Borken und der eher ländlichen Region Dülmen sind deutlich geringer als die entsprechenden Luftschadstoffkonzentrationen in den Belastungsgebieten Dortmund, Duisburg, Essen, Gelsenkirchen und Herne. Bei diesem Ansatz wurde zunächst nicht berücksichtigt, dass die Basisuntersuchung für einen Teil der Frauen bereits 1985 war, für andere erst 1994 und dass sich die Luftschadstoffkonzentrationen in NRW über diesen Zeitraum von fast 10 Jahren deutlich verringert haben. Vertiefende Sensitivitätsanalysen untersuchten die Folgen der verbesserten lufthygienischen Situation auf die Sterberisiken.

Des Weiteren wurde die Exposition der Probandinnen anschließend analog zu Hoek et al. (Hoek et al., 2002) als Exposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung definiert. Dabei wurden in einem ersten Ansatz jeder Probandin die Luftschadstoffmesswerte einer Messstation an ihrem Wohnort zugewiesen. In Anbetracht der äußerst geringen Mobilität der Studienpopulation erscheint diese Vorgehensweise durchaus als gerechtfertigt. Diese Vorgehensweise führt zu einer Schätzung der Exposition durch die „städtische Hintergrundbelastung“. Eine Expositionsverfeinerung bieten Geographische Informationssysteme (GIS). Hier werden GIS-basierte Distanzen zwischen Wohnadresse und stark befahrenen Straßen als Surrogat für die Exposition mit verkehrsabhängigen Luftschadstoffen benutzt. Bei der Kategorisierung dieser Distanzen wurden insbesondere ein sehr enger Buffer von einem 50 m Radius gewählt. Damit wurden dem exponentiellen Abfall der Konzentration verkehrsabhängiger Luftschadstoffe mit zunehmendem Abstand von stark befahrenen Straßen Rechnung getragen.

Für die in diesem Bericht vorgelegten Risiken für die Sterblichkeit wurden die Expositionen mit Luftschadstoffen zum Zeitpunkt der Ersterhebung zugrunde gelegt. Für die 1-Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe zum Zeitpunkt der Rekrutierung der Frauen ergaben sich die folgenden Verteilungsparameter (Minimum, 25. Quantil, Median, Mittelwert, 75. Quantil, Maximum).

Tabelle 1: Verteilung der Luftschadstoffkonzentration (als 1- und 5-Jahresmittelwerte) für die Probandinnen der Frauenkohorte NRW bei Rekrutierung

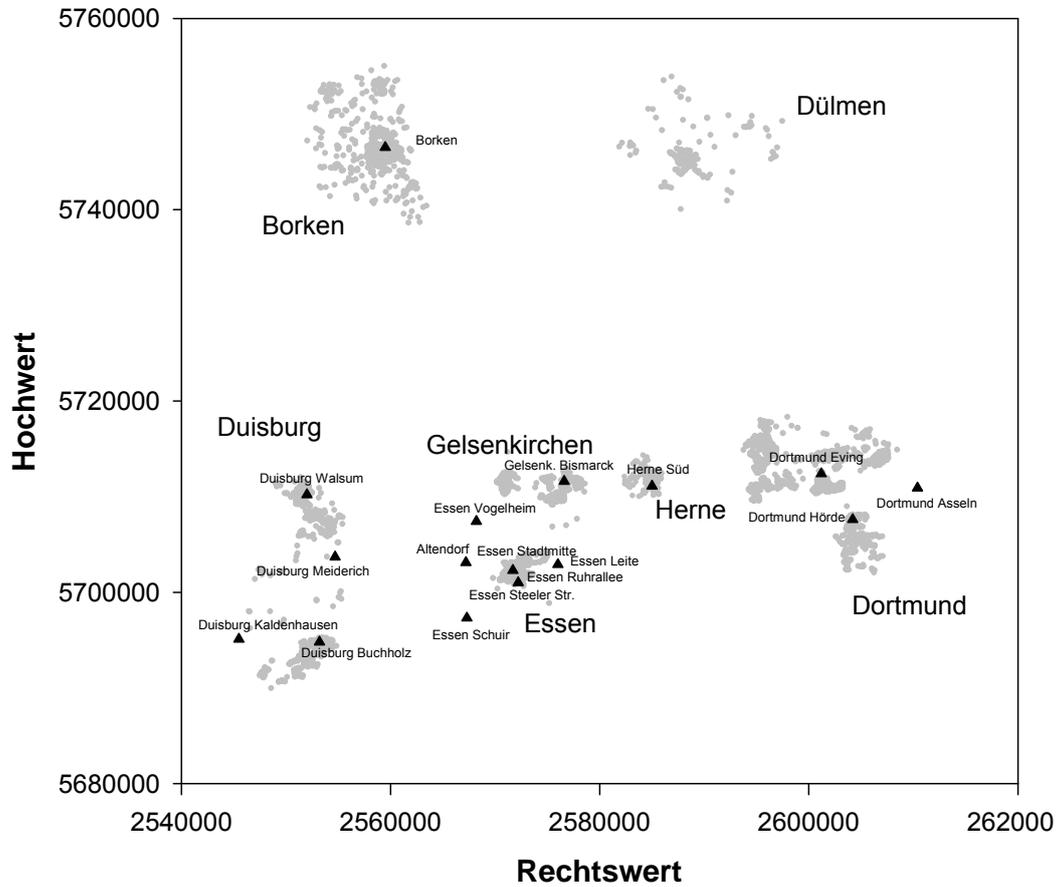
| 1-Jahresmittelwerte | | | | | | |
|--|-------------|-------------------|---------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Luftschadstoff | Min. | 25.Quantil | Median | Mittelwert | 75. Quantil | Max. |
| NO ₂ (µg/m ³) | 20 | 29 | 41 | 38 | 45 | 60 |
| SO ₂ (µg/m ³) | 13 | 21 | 27 | 32 | 32 | 68 |
| PM ₁₀ (µg/m ³) ¹ | 35 | 40 | 43 | 44 | 47 | 53 |
| 5-Jahresmittelwerte | | | | | | |
| Luftschadstoff | Min. | 25.Quantil | Median | Mittelwert | 75. Quantil | Max. |
| NO ₂ (µg/m ³) | 22 | 25 | 46 | 39 | 49 | 55 |
| SO ₂ (µg/m ³) | 17 | 32 | 38 | 39 | 45 | 71 |
| PM ₁₀ (µg/m ³) ¹ | 39 | 43 | 47 | 48 | 53 | 56 |

¹⁾ PM₁₀ wurde aus TSP berechnet. Siehe dazu Kapitel 3.4.2.2 im Bericht auf http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fachb07/fachbericht7_luanrw_b.pdf

Die Rechtfertigung dieses Vorgehens ergibt sich einerseits aus den klaren Ergebnissen des Follow-up bis zum Jahre 2003 und andererseits aus der geringen Mobilität bis zum Ende dieses Follow-up im Jahre 2008. Zur Validierung wurden die Analysen auch gesondert für Frauen durchgeführt, die während der gesamten Beobachtungsdauer nicht umgezogen sind. Als Sensitivitätsanalysen wurden zusätzlich Sterberisiken für die 5-Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe jeweils für den 5-Jahreszeitraum vor der Rekrutierung der Probandinnen berechnet.

Abbildung 1 gibt einen graphischen Überblick über die Verteilung der Wohnorte der Probandinnen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung und die Verteilung der Messstationen in den Studienorten. In einem ersten Ansatz wurde zunächst jeder Frau der Messwert einer Messstation in ihrem Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zugeordnet, so wie in der Publikation von Gehring et al. (2006) beschrieben. Da in Dülmen keine kontinuierlich messende Messstation betreiben wurde, wurden die Luftschadstoffmessungen aus Borken als Schätzungen für die Exposition bei den Dülmener Frauen herangezogen.

Abbildung 1: Verteilung der Wohnorte der Probandinnen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (graue Punkte) und Verteilung der TEMES-Messtationen (schwarze Dreiecke) im Untersuchungsareal.



3.5 Mortalitätsfollow-up

Im Rahmen der ersten beiden Förderperioden erfolgte das Mortalitätsfollow-up bis zum Jahre 2003 (Gehring et al 2006). Zielgruppen für das Mortalitätsfollow-up waren 55-jährige Frauen deutscher Nationalität (Jahrgänge 1929-1942), die im Rahmen der Wirkungskatasteruntersuchungen in den Jahren 1985, 1986, 1987, 1990, 1993 und 1994 untersucht worden waren. Für die seinerzeit in den Studienregionen Borken, Dortmund, Dülmen, Duisburg, Essen-Zentrum, Gelsenkirchen und Herne untersuchten Probandinnen wurden die Meldestellen der zuständigen Städte und Gemeinden kontaktiert, um zu überprüfen, ob sie derzeit (d.h. im Jahre 2008) noch lebten. Darüber hinaus wurde mit Hilfe der Meldestellen für jede Probandin die Wohnbiographie ausgehend vom Wohnort zum Zeitpunkt der damaligen Wirkungskatasteruntersuchungen bis zum aktuellen Wohnort recherchiert.

3.6 Zielgrößen

Die primäre Zielgröße dieser Studie ist die Gesamtmortalität. Als sekundäre Zielvariablen wird neben der Gesamtsterblichkeit auch die todesursachenspezifische Sterblichkeit untersucht. Dazu wurden von den zuständigen Gesundheitsämtern Kopien der Todesbescheinigungen der verstorbenen Probandinnen beschafft und von einer erfahrenen Kodiererin gemäß der International Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD) kodiert.

Ein Problem, das sich erst im Rahmen dieser Todesursachenrecherche zeigte, war, dass die Todesbescheinigungen in Nordrhein-Westfalen nur 10 Jahre lang aufbewahrt werden. Das heißt, ein Teil der angeforderten Todesbescheinigungen war bereits vernichtet worden. Um dennoch an Informationen zu diesen Probandinnen zu kommen, wurden zusätzlich zu dem oben beschriebenen Verfahren (Kopien der Todesbescheinigungen, Kodierung durch eine erfahrene Kodiererin) beim Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW (heute: Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW)) die ICD-kodierten Todesursachen angefragt. Die bereits vorhandenen Daten wurden anschließend mit den aus den Todesbescheinigungen ermittelten ICD-Codes verglichen und ergänzt. Der Vergleich der Todesursachenkategorisierung erbrachte eine hohe Übereinstimmung. Für die 3. Förderperiode wurden die Todesursachen für den Zeitraum 2004-2008

ausschließlich über das damalige Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik NRW (heißt heute IT.NRW) erhoben.

Die Todesursachen wurden analog zu Hoek et al. (Hoek et al., 2002) in kardiopulmonale Todesursachen und nicht-kardiopulmonale, nicht-Lungenkrebs unterschieden und zusätzlich noch in natürliche Todesursachen (ICD 9: 001-<800; ICD 10: A00-R99), Todesursachen des Herzkreislaufsystems (ICD 9: 400-440.9; ICD 10: I00-I99), des Atemsystems (ICD 9: 460-519; ICD 10: J00-J99), Tod nach Krebsleiden (ICD 9: 140-208.9; ICD 10: C00-C97), im speziellen nach Lungenkrebs (ICD 9: 162-162.9; ICD 10 C34), nach Brustkrebs (ICD 9: 174-174.9; ICD 10: C50) und nach Krebs im Verdauungstrakt (ICD 9: 140-154.8; ICD 10: C15-C26). Bei den Cox Proportional Hazard Modellen wurde dann die jeweilige Untergruppe der Verstorbenen mit den Überlebenden verglichen - unter Nicht-Berücksichtigung der übrigen Sterbefälle.

3.7 Statistische Methoden

Zusammenhänge zwischen Gesamtmortalität und todesursachenspezifischer Mortalität einerseits und kategorialen Merkmalen wie z.B. Schulbildung oder Rauchverhalten andererseits wurden mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests auf Unabhängigkeit auf statistische Signifikanz getestet. Vergleiche von lebenden und verstorbenen Probandinnen bezüglich ordinaler oder stetiger Variabler wie z.B. Alter oder Anzahl gerauchter Zigaretten pro Tag wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Rangsummentests durchgeführt.

Korrelationen zwischen verschiedenen Luftschadstoffen werden als Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten dargestellt.

Für die Schätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit als Funktion der Zeit, auch Überlebensfunktion oder Survivalfunktion genannt, wurde das von Kaplan und Meier vorgeschlagenen Verfahren (Kaplan and Meier, 1958), der so genannte Kaplan-Meier-Schätzer verwendet. Bei diesem Verfahren wird die Überlebenswahrscheinlichkeit zu einem Zeitpunkt t , der zwischen den Todeszeitpunkten t_i und t_{i+1} liegt ($t_i \leq t \leq t_{i+1}$) geschätzt durch:

$$\hat{S}(t) = \left(\frac{n_1 - d_1}{n_1} \right) \left(\frac{n_2 - d_2}{n_2} \right) \dots \left(\frac{n_i - d_i}{n_i} \right),$$

wobei d_i die Anzahl der Todesfälle bis zu Zeitpunkt t_i bezeichnet, n_i die Anzahl der Probandinnen unter Risiko unmittelbar vor dem Zeitpunkt t_i , $i=1,2,\dots, n$.

Die Assoziationen zwischen dem Wohnort der Probandin bzw. der Schadstoffkonzentration am Wohnort der Probandin wurden schließlich mittels Cox's Proportional Hazard-Modellen (Cox, 1972;Cox, 1975) unter Berücksichtigung möglicher Störvariablen analysiert.

Beim Cox-Modell ist die Hazardfunktion der Überlebenszeit definiert als

$$h(t|x) = h_0(t)\exp(\beta'x(t)),$$

wobei $h_0(t)$ eine nicht spezifizierte Basis-Hazardrate bezeichnet, $x(t)$ den Vektor der beobachteten Werte der Prädiktoren (unter Umständen zeitabhängig) und β den Vektor der unbekanntenen Regressionskoeffizienten. Aus den Schätzern für die Regressionskoeffizienten $\hat{\beta}_i$, $i=1,\dots, p$, können dann die relativen Risiken (oder auch Hazard-Ratios) als multiplikatives Maß für die Stärke der Assoziation zwischen der Mortalität und dem i -ten Prädiktor

$$RR_i = \exp(\hat{\beta}_i), i=1, \dots, p,$$

und das dazugehörige 95 %-Konfidenzintervall

$$\exp(\hat{\beta}_i) \pm 1.96 \cdot \sqrt{\text{Var}(\hat{\beta}_i)}, i=1, \dots, p$$

berechnet werden. Für die verstorbenen Probandinnen wurde die Zeit in der Studie als Differenz zwischen dem Datum der Wirkungskatasteruntersuchung und dem Todesdatum berechnet. Für die überlebenden Probandinnen mit bekanntem Adress- und Vitalstatus wurde die Zeit in der Studie berechnet als die Differenz zwischen dem Datum der Wirkungskatasteruntersuchung und dem Ende des Adress- und Vitalstatusrecherche für diese Person. Für Personen mit unbekanntem Aufenthaltsort wurde hier die Differenz zwischen dem Datum der Wirkungskatasteruntersuchung und dem Abmeldedatum vom letzten bekannten Wohnort verwendet.

4 ERGEBNISSE

4.1 Gesamtmortalität und spezifische Todesursachen

Wie im Endbericht der ersten Förderperiode dargestellt, konnte für 4752 Probandinnen Vital- und Adressstatus ermittelt werden. Im Rahmen der weiteren Auswertung ergaben sich gegenüber den im Endbericht der ersten Förderperiode dargestellten Zahlen für Borken 1533 verfügbare Adressen mit Vitalstatus statt 1534 im Endbericht der 1. Förderperiode². Die aktuellen Zahlen zu verfügbaren Adressen mit Vitalstatus sind in Tabelle 2 dargestellt und um die Ergebnisse der Recherchen bis zum Ende 2008 ergänzt.

Tabelle 2: Anzahl der Probandinnen für die Adressbiographie und Vitalstatus ermittelt werden konnten.

| Ort | Wirkungs- kataster- Unter- suchung | Adresse und Vitalstatus verfügbar bis 2003 | | Adresse und Vitalstatus verfügbar bis 2008 (bis 2003 lebend) | | Adresse und Vitalstatus verfügbar bis 2008 (Gesamt) | | |
|-----------------------------|---|---|---------|--|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| | N | n | (%) | n | (%) ¹ | n | (%) ¹ | (%) ² |
| Borken | 1571 | 1533 | (97,6) | 1457 | (92,7) | 1533 | (97,6) | (100) |
| Dortmund | 1445 | 1433 | (99,2) | 1253 | (79,8) | 1433 | (99,2) | (100) |
| Duisburg | 685 | 684 | (99,9) | 628 | (91,7) | 684 | (99,9) | (100) |
| Dülmen | 148 | 148 | (100,0) | 133 | (89,9) | 148 | (100) | (100) |
| Essen-Zentrum | 293 | 291 | (99,3) | 268 | (91,5) | 291 | (99,3) | (100) |
| Gelsenkirchen | 592 | 525 | (88,7) | 486 | (82,1) | 525 | (88,7) | (100) |
| Herne ^{3,4} | 140 | 138 | (98,6) | k.A. ³ | k.A. ³ | k.A. ³ | k.A. ³ | k.A. ³ |
| Alle ohne Herne | 4734 | 4614 | (97,5) | 4225 | (89,2) | 4614 | (97,5) | (100) |
| Alle mit Herne ⁵ | 4874 | 4752 | (97,5) | 4363 | (89,5) | 4752 | (97,5) | (100) |

¹ Prozentuiert auf Basisuntersuchung

² Prozentuiert auf Follow-up 2004

³ Ab 2004 nur Todesfälle für Herne bekannt, nicht vollständiger Vitalstatus mit Adresse.

⁴ Nur Teilnehmerinnen des 1990er Follow-ups der 1986er Wirkungskataster-Untersuchung. Die 1986er Unterlagen waren im Archiv nicht mehr verfügbar. Als Basisuntersuchung wird daher das 1990er Follow-up verwendet.

⁵ 100% Follow-up Rate für Herne angenommen.

Für Herne war im 2. Follow-up keine Adressbiographie verfügbar. Allerdings lagen Informationen zur Sterblichkeit für jene Frauen vor, die nicht aus Herne verzogen sind. Alle Probandinnen aus Herne, deren Vitalstatus 2004-2008 nicht bekannt war, wurden als lebend bis zum 14.10.2008 eingestuft. Insgesamt konnten im Follow-up

² Anhand Geburts- und Sterbedatum stellte sich heraus, dass eine Frau aus Borken doppelt unter zwei unterschiedlichen ID Nummern in der Datenbank geführt worden war.

Zeitraum bis 2008 insgesamt 4363 (bzw. 4225 ohne Herne) Probandinnen, die bis 2004 nicht verstorben waren, also 89,5% (bzw. 89,2% ohne Herne) der Frauen die an der Wirkungskataster Untersuchung teilgenommen hatten, ermittelt werden. Von allen Studienorten außer Herne konnten alle Probandinnen, deren Adresse und Vitalstatus bis 2004 verfügbar war, auch nach einem Umzug, ermittelt werden.

Das Ergebnis der Vitalstatusrecherche für die sechs Studienorte zusammen mit dem Geburtsjahr der Probandinnen ist in Tabelle 3 dargestellt. Die Sterberaten sind zwischen den sechs Studienorten nicht zu vergleichen, weil die primäre Rekrutierung der Kohorten nicht zeitgleich im Zeitraum 1985 bis 1994 erfolgte (vgl. Abbildung 2). Während die Dülmener Frauenkohorte ausschließlich im Jahre 1985 rekrutiert wurde und demzufolge eine lange Beobachtungszeit hat, wurden in Borken Frauen in den Jahren 1986, 1987, 1990, 1993 und 1994 rekrutiert. Dementsprechend kürzer ist die jeweilige lokale Follow-up Zeit im Mittel. Die Unterschiede in den Sterblichkeitsraten, die sich aus der Tabelle 3 ergeben, sind also in erster Linie eine Folge der unterschiedlichen Rekrutierungszeiten.

Tabelle 3: Ergebnisse der Vitalstatusrecherche.

| Ort | Geburtsjahr | bis 2003 | | | 2004-2008 | | | bis 2008 | |
|---------------|------------------|-------------|------------|--------------|-------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
| | | N | verstorben | | N | verstorben | | verstorben | |
| | | | n | (%) | | n | (%) | n | (%) |
| Borken | 1930 – 1942 | 1533 | 76 | (5,0) | 1457 | 78 | (5,4) | 154 | (10,0) |
| Dortmund | 1930 | 1433 | 180 | (12,6) | 1253 | 138 | (11,0) | 318 | (22,2) |
| Duisburg | 1929 – 1935 | 684 | 56 | (8,2) | 628 | 29 | (4,6) | 85 | (12,4) |
| Dülmen | 1934 – 1937 | 148 | 15 | (10,1) | 133 | 20 | (15,0) | 35 | (23,6) |
| Essen-Zentrum | 1935 | 291 | 23 | (7,9) | 268 | 15 | (5,6) | 38 | (13,1) |
| Gelsenkirchen | 1931 & 1935 | 525 | 39 | (7,4) | 486 | 50 | (10,3) | 89 | (17,0) |
| Herne | 1931 | 138 | 10 | (7,2) | k.A. ¹ | 11 | (k.A. ¹) | 21 | (k.A. ¹) |
| Alle | 1929-1937 | 4752 | 399 | (8,4) | 4225 | 341 | (8,1) | 740 | (16,0) |

¹ Für Herne liegen nach 2004 nur Informationen über Todesfälle von den Frauen vor, die nicht aus Herne verzogen sind.

Abbildung 2: Überblick der Rekrutierungszeitpunkte und Anzahl der rekrutierten Studien-Teilnehmerinnen pro Ort

| | Basiserhebung (Fragebogen) | | | | | | Vitalstatus | |
|---|----------------------------|------------|------------|--|-------------|------------|-------------|---------------------|
| Nicht-industrielle Referenzgebiete | | | | | | | | |
| Borken | 163 | 123 | 301 | | 267 | 441 | 276 | 1533 (97,6%) |
| Dülmen | 148 | | | | | | | 148 (100%) |
| Industrielle Gebiete | | | | | | | | |
| Dortmund | 811 | | | | 634 | | | 1433 (99,2%) |
| Duisburg | | | | | 685 | | | 684 (99,9%) |
| Essen | | | | | 293 | | | 291 (99,3%) |
| Gelsenkirchen | | 268 | | | 324 | | | 525 (88,7%) |
| Herne | | | | | 140 | | | k.A. ¹ |
| Total | 1122 | 391 | 301 | | 2343 | 441 | 276 | 4612 (97,2%) |

¹ Für Herne ist keine Adressbiographie nach 2004 verfügbar.

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Todesursachen wie diese vom seinerzeitigen Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik (heute: IT.NRW) für die Recherchen 2004 und 2008 übermittelt wurden. Die Gesamtzahl an Todesfällen zwischen 2004-2008 blieb mit 341 (8,1%) in einer vergleichbaren Größenordnung zu den Todesfällen während der ersten Follow-up Periode 399 (8,4%). Die Verteilung der spezifischen Todesursachen veränderte sich leicht im Vergleich zu 2004.

Tabelle 4: Verteilung der Todesursachen, wie sie vom Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik bei den Recherchen 2004 und 2008 übermittelt wurden.

| Todesursache | bis 2003 | | 2004-2008 | | bis 2008 | |
|--------------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | n | (%) ¹ | n | (%) ¹ | n | (%) ¹ |
| Natürliche Todesursachen | 390 | (97,7) | 325 | (95,3) | 715 | (96,6) |
| Kardiopulmonale Ursachen | 139 | (34,8) | 129 | (37,8) | 268 | (36,2) |
| Herzkreislaufsystem | 127 | (31,8) | 106 | (31,1) | 233 | (31,5) |
| Atmungssystem | 12 | (3,0) | 23 | (6,7) | 35 | (4,7) |
| Krebs | 179 | (44,9) | 125 | (36,6) | 304 | (41,1) |
| Lungenkrebs | 30 | (7,5) | 11 | (3,2) | 41 | (5,5) |
| Brustkrebs | 41 | (10,3) | 24 | (7,0) | 65 | (8,8) |
| Verdauungsorgane | 31 | (7,8) | 32 | (9,4) | 63 | (8,5) |
| unbekannt | 1 | (0,3) | 14 | (4,1) | 15 | (2,0) |
| Alle | 399 | (100) | 341 | (100) | 740 | (100) |

¹ Prozentualer Anteil aller Todesfälle in den korrespondierenden Jahren.

4.2 Adressbiographie

Für alle Probandinnen wurde die vollständige Wohnbiographie während des Follow-up recherchiert. In Tabelle 5 werden die Ergebnisse der Adressrecherche für 2004 und 2008 dargestellt. Insgesamt zeichnet sich die Population aber unverändert durch eine geringe Mobilität aus. Im gesamten Beobachtungszeitraum sind lediglich 7,8% der Frauen des Wohnortes im Vergleich zum Zeitpunkt der Rekrutierung verzogen. Die Mobilität nahm im Verlauf des gesamten Beobachtungszeitraums bis zum Jahr 2008 weiter ab. Wegen der unterschiedlichen Dauer des Follow-up (siehe Kapitel 5.1) sind die Umzugsraten zwischen den Studienorten in Tabelle 3 nicht zu vergleichen.

Tabelle 5: Ergebnisse der Adressrecherchen 2004 und 2008.

| | Umzug | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | Kein Umzug | | Nur innerhalb des Ortes | | auch Ortswechsel | |
| Adressbiographie bis 2003 | | | | | | |
| Borken | 1316 | (85,8%) | 163 | (10,6%) | 54 | (3,5%) |
| Dortmund | 1116 | (77,9%) | 235 | (16,4%) | 82 | (5,7%) |
| Duisburg | 547 | (80,0%) | 85 | (12,4%) | 50 | (7,3%) |
| Dülmen | 124 | (83,8%) | 15 | (10,1%) | 8 | (5,4%) |
| Essen-Zentrum | 205 | (70,4%) | 61 | (21,0%) | 24 | (8,2%) |
| Gelsenkirchen | 404 | (77,0%) | 97 | (18,5%) | 23 | (4,4%) |
| Herne | 115 | (83,3%) | 19 | (13,8%) | 4 | (2,9%) |
| Alle | 3827 | (80,5%) | 675 | (14,2%) | 245 | (5,2%) |
| Adressbiographie 2004-2008 | | | | | | |
| Borken | 1429 | (93,2%) | 73 | (4,8%) | 30 | (2,0%) |
| Dortmund | 1280 | (89,3%) | 88 | (6,1%) | 62 | (4,3%) |
| Duisburg | 620 | (90,6%) | 41 | (6,0%) | 23 | (3,4%) |
| Dülmen | 143 | (96,6%) | 0 | (0,0%) | 4 | (2,7%) |
| Essen-Zentrum | 251 | (86,3%) | 31 | (10,7%) | 9 | (3,1%) |
| Gelsenkirchen | 478 | (91,0%) | 22 | (4,2%) | 23 | (4,4%) |
| Herne ¹ | 138 | (k.A. ¹) | k.A. ¹ | (k.A. ¹) | k.A. ¹ | (k.A. ¹) |
| Alle | 4339 | (91,3%) | 255 | (5,4%) | 151 | (3,2%) |
| Adressbiographie bis 2008 | | | | | | |
| Borken | 1254 | (81,8%) | 205 | (13,4%) | 73 | (4,8%) |
| Dortmund | 1005 | (70,1%) | 286 | (20,0%) | 139 | (9,7%) |
| Duisburg | 500 | (73,1%) | 112 | (16,4%) | 70 | (10,2%) |
| Dülmen | 122 | (82,4%) | 14 | (9,5%) | 11 | (7,4%) |
| Essen-Zentrum | 179 | (61,5%) | 82 | (28,2%) | 29 | (10,0%) |
| Gelsenkirchen | 367 | (69,9%) | 113 | (21,5%) | 43 | (8,2%) |
| Herne ¹ | 115 ¹ | (83,3%) | 19 ¹ | (13,8%) | 4 ¹ | (2,9%) |
| Alle | 3542 | (74,5%) | 831 | (17,5%) | 369 | (7,8%) |

¹ Für Herne ist keine Adressbiographie nach 2004 verfügbar.

4.3 Überlebenszeiten

Die Überlebenszeiten haben sich im Rahmen der Todesursachenrecherche (durch Korrekturen bei Geburts- oder Sterbedatum) gegenüber den im Endbericht der 1. Förderperiode dargestellten Zahlen für 2004 geringfügig geändert. Die überarbeitete Verteilung der Überlebenszeit der Probandinnen bis 2003, Verteilung bis 2008 und die Gesamtverteilung ist in Tabelle 6 dargestellt. Die Überlebenszeit variiert für die Vitalstaterhebung bis 2003 nach wie vor sowohl innerhalb als auch zwischen den Studienorten. Gleiches trifft zu, wenn die Daten der Vitalstaterhebung bis 2008 berücksichtigt werden. Insgesamt beträgt die Überlebenszeit für verstorbene Studienteilnehmerinnen für die Erhebung bis 2003 zwischen 1 und 210 Monaten bei einem Median von 113 Monaten. Für die Erhebung bis 2008 variiert die Überlebenszeit zwischen 0 und 280 Monaten bei einem Median von 156 Monaten. Die Unterschiede in den Überlebenszeiten spiegeln in erster Linie die Unterschiede im Zeitpunkt der Rekrutierung und damit unterschiedliche Dauern von Beobachtungszeiten zwischen den Studienorten wider.

Tabelle 6: Follow-up Zeit bzw. Überlebenszeit in Monaten bis 2008; getrennt dargestellt nach Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung und Vitalstatus.

| | | Borken | Dortmund | Duisburg | Dülmen | Essen | Gelsen- kirchen | Herne | Alle Orte |
|--|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|------------------------|-----------|
| Überlebenszeit (Follow-up Zeit) in Monaten für verstorbene Studienteilnehmerinnen | | | | | | | | | |
| bis 2003 | N | 76 | 180 | 56 | 15 | 23 | 39 | 10 | 399 |
| | Min-Max | 1-207 | 4-210 | 11-153 | 16-207 | 2-134 | 49-195 | 59-148 | 1-210 |
| | Median | 88 | 122 | 104 | 163 | 88 | 136 | 70 | 113 |
| | [25-75%] | [55,134] | [74,157] | [67,131] | [122,176] | [57,119] | [87,155] | [65,100] | [68,146] |
| 2004-2008 | N | 78 | 138 | 29 | 20 | 15 | 50 | 11 | 341 |
| | Min-Max | 100-280 | 14-279 | 129-221 | 218-277 | 152-213 | 0-265 | 160-224 | 0-280 |
| | Median | 208 | 216 | 177 | 243 | 182 | 208 | 201 | 210 |
| | [25-75%] | [173,235] | [178,244] | [172,203] | [232,269] | [174,195] | [173,232] | [184,214] | [174,236] |
| bis 2008 | N | 154 | 318 | 85 | 35 | 38 | 89 | 21 | 740 |
| | Min-Max | 1-280 | 4-279 | 11-221 | 16-277 | 2-213 | 0-265 | 59-224 | 0-280 |
| | Median | 158 | 156 | 131 | 225 | 122 | 173 | 160 | 156 |
| | [25-75%] | [89,208] | [101,209] | [88,172] | [167,245] | [86,179] | [105,210] | [71,201] | [96,207] |
| Follow-up-Zeit in Monaten für lebende Studienteilnehmerinnen | | | | | | | | | |
| bis 2008 | N | 1379 | 1115 | 599 | 113 | 253 | 436 | 117 ¹ | |
| | Min-Max | 163-285 | 219-285 | 219-228 | 280-285 | 219-227 | 218-274 | 222-222 ¹ | 163-285 |
| | Median | 221 | 276 | 221 | 280 | 221 | 221 | 222 ¹ | 221 |
| | [25-75%] | [185,250] | [221,280] | [220,221] | [280,281] | [221,222] | [220,266] | [222,222] ¹ | 220-266 |
| Follow-up-Zeit in Monaten für alle Studienteilnehmerinnen | | | | | | | | | |
| bis 2008 | N | 1533 | 1433 | 684 | 148 | 291 | 525 | 138 | 4752 |
| | Min-Max | 1-285 | 4-285 | 11-228 | 16-285 | 2-227 | 0-274 | 59-224 ¹ | 1-285 |
| | Median | 214 | 221 | 220 | 280 | 221 | 221 | 222 ¹ | 221 |
| | [25-75%] | [184,250] | [220,280] | [220,221] | [280,280] | [221,222] | [218,265] | [222,222] ¹ | [214,250] |

1 Für Herne ist ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbene Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

4.4 Beschreibung der Studienpopulation

Die Tabelle 7 zeigt einige ausgewählte Charakteristika der Studienpopulation zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung. Dabei wurde die Darstellung auf die Fragen des Wirkungskatasterfragebogens beschränkt, die in allen Jahren abgefragt wurden.

Im Nachfolgenden werden einige bivariate Unterschiede zwischen den Verstorbenen und Überlebenden für die beiden Follow-up-Perioden kurz deskriptiv zusammengefasst.

Die Verstorbenen bzw. ihre Partner hatten signifikant häufiger einen niedrigen Schulabschluss (Volksschule / Hauptschule) und waren signifikant häufiger Raucherinnen oder gegenüber Passivrauch exponiert, wobei die Verstorbenen nicht nur häufiger, sondern auch mehr rauchten. Dabei wurde Rauchstärke in Packungsjahren definiert als das Produkt aus der Rauchdauer und der Anzahl gerauchter Zigaretten pro Tag dividiert durch 20. Auch diese Unterschiede werden durch die Ergebnisse für die zwischen 2004 und 2008 verstorbenen Probandinnen sowie für alle Todesfälle bestätigt. Des Weiteren hatten die Verstorbenen einen signifikant höheren Body-Mass-Index, mehr Bronchialasthma und litten häufiger an Hypertonie. Eine Unterscheidung von Unter- (BMI < 18,5 kg/m²) und Normalgewichtigen (BMI 18,5 – 25 kg/m²) war aufgrund der geringen Anzahl untergewichtiger Frauen (N = 12) nicht möglich. Der Anteil derer, die Gas zum Kochen oder Warmwasserbereiten verwenden, war unter den bis 2003 Verstorbenen nur marginal signifikant erhöht (p < 0,10), für die zwischen 2004-2008 Verstorbenen konnte kein Zusammenhang mehr festgestellt werden (p=0.771). Für die Exposition gegenüber Gasen, Dämpfen oder Stäuben am Arbeitsplatz zeigen die Todesfälle zwischen 2004 und 2008 ein anderes Ergebnis als diejenigen bis 2003. Während vor 2004 eine Exposition keinen signifikanten Einfluss auf das Sterberisiko hatte, konnte dieser später nachgewiesen werden (p=0,023).

Tabelle 7: Beschreibung der Studienpopulation getrennt nach Vitalstatus

| | bis 2003 | | | | 2004-2008 | | | | bis 2008 | | | |
|--|----------|--------|------------|--------|---------------------|--------|------------|--------|---------------------|--------|------------|--------|
| | Lebend | | Verstorben | | Lebend ¹ | | Verstorben | | Lebend ¹ | | Verstorben | |
| | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Alter² | | | | | | | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 3269 | (91,1) | 288 | (8,1) | 3032 | (92,8) | 237 | (7,2) | 3032 | (85,2) | 525 | (14,7) |
| 55-59 Jahre | 1084 | (90,7) | 111 | (9,3) | 980 | (90,4) | 104 | (9,6) | 980 | (82,0) | 215 | (18,8) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | | | | | | | |
| >5 Jahre | 3636 | (92,1) | 310 | (7,9) | 3367 | (92,6) | 269 | (7,4) | 3367 | (85,3) | 579 | (14,7) |
| ≤5 Jahre | 710 | (89,0) | 88 | (11,0) | 639 | (90,0) | 71 | (10,0) | 639 | (80,1) | 159 | (19,9) |
| keine Angabe | 7 | | 1 | | 6 | | 1 | | 6 | | 2 | |
| Schulbildung⁴ | | | | | | | | | | | | |
| Handels-/Fach-, oder höhere Schule | 996 | (94,8) | 55 | (5,2) | 950 | (95,4) | 46 | (4,6) | 950 | (90,4) | 101 | (9,6) |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 2032 | (91,6) | 187 | (8,4) | 1865 | (91,8) | 167 | (8,2) | 1865 | (84,0) | 354 | (16,0) |
| Volksschule/Hauptschule | 1275 | (89,3) | 152 | (10,7) | 1149 | (90,1) | 126 | (9,9) | 1149 | (80,5) | 278 | (19,5) |
| keine Angabe | 50 | | 5 | | 48 | | 2 | | 48 | | 7 | |
| Raucherstatus | | | | | | | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1653 | (93,9) | 108 | (6,1) | 1555 | (94,1) | 98 | (5,9) | 1555 | (88,3) | 206 | (11,7) |
| NR, aber Passivraucherin | 1359 | (92,4) | 111 | (7,6) | 1258 | (92,6) | 101 | (7,4) | 1258 | (85,6) | 212 | (14,4) |
| Ex-Raucherin | 360 | (93,5) | 25 | (6,5) | 338 | (93,9) | 22 | (6,1) | 338 | (87,8) | 47 | (12,2) |
| <15 Packungsjahre | 245 | (89,1) | 30 | (10,9) | 215 | (87,8) | 30 | (12,2) | 215 | (78,2) | 60 | (21,8) |
| 15-30 Packungsjahre | 233 | (81,5) | 53 | (18,5) | 199 | (85,4) | 34 | (14,6) | 199 | (69,6) | 87 | (30,4) |
| ≥30 Packungsjahre | 178 | (78,1) | 50 | (21,9) | 144 | (80,9) | 34 | (19,1) | 144 | (63,2) | 84 | (36,8) |
| keine Angabe | 325 | | 22 | | 303 | | 22 | | 303 | | 44 | |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 2103 | (92,2) | 178 | (7,8) | 1937 | (92,1) | 166 | (7,9) | 1937 | (84,9) | 344 | (15,1) |
| Ja | 1854 | (90,5) | 195 | (9,5) | 1702 | (91,8) | 152 | (8,2) | 1702 | (83,1) | 347 | (16,9) |
| keine Angabe | 396 | | 26 | | 373 | | 23 | | 373 | | 49 | |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 3396 | (91,4) | 321 | (8,6) | 3135 | (92,3) | 261 | (7,7) | 3135 | (84,3) | 582 | (15,7) |
| Ja | 620 | (91,9) | 55 | (8,1) | 555 | (89,5) | 65 | (10,5) | 555 | (82,2) | 120 | (17,8) |
| keine Angabe | 337 | | 23 | | 322 | | 15 | | 322 | | 38 | |
| Bronchialasthma (Arzt Diagnose bzw. Medikament) | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 4037 | (91,7) | 366 | (8,3) | 3734 | (92,5) | 303 | (7,5) | 3734 | (84,8) | 669 | (15,2) |
| Ja | 152 | (87,4) | 22 | (12,6) | 124 | (81,6) | 28 | (18,4) | 124 | (71,3) | 50 | (28,7) |
| keine Angabe | 164 | | 11 | | 154 | | 10 | | 154 | | 21 | |
| Hypertonie (Arzt Diagnose bzw. Medikament) | | | | | | | | | | | | |
| Nein | 2947 | (92,7) | 233 | (7,3) | 2744 | (93,1) | 203 | (6,9) | 2744 | (86,3) | 436 | (13,7) |
| Ja | 1284 | (89,2) | 155 | (10,8) | 1150 | (89,6) | 134 | (10,4) | 1150 | (79,9) | 289 | (20,1) |
| keine Angabe | 122 | | 11 | | 118 | | 4 | | 118 | | 15 | |
| Body-Mass-Index | | | | | | | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1146 | (94,7) | 64 | (5,3) | 1082 | (94,4) | 64 | (5,6) | 1082 | (89,4) | 128 | (10,6) |
| 25-30 kg/m ² | 1490 | (93,1) | 110 | (6,9) | 1400 | (94,0) | 90 | (6,0) | 1400 | (87,5) | 200 | (12,5) |
| ≥30 kg/m ² | 937 | (91,0) | 93 | (9,0) | 838 | (89,4) | 99 | (10,6) | 838 | (81,4) | 192 | (18,6) |
| keine Angabe | 780 | | 132 | | 692 | | 88 | | 692 | | 220 | |
| Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße⁵ | | | | | | | | | | | | |
| <50m | 352 | (89,3) | 42 | (10,7) | 310 | (88,1) | 42 | (11,9) | 310 | (78,7) | 84 | (21,3) |
| ≥50m | 3878 | (91,9) | 343 | (8,1) | 3590 | (92,6) | 288 | (7,4) | 3590 | (85,1) | 631 | (14,9) |
| keine Angabe | 123 | | 14 | | 112 | | 11 | | 112 | | 25 | |

- 1 Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.
 - 2 in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung
 - 3 zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung
 - 4 Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)
 - 5 über 10.000 Fahrzeuge pro Tag
-

Der Vitalstatus konnte bei 122 Frauen (2,5%) nicht abschließend ermittelt werden. Diese Frauen (n = 122) wurden mit jenen Frauen mit erfolgreicher Ermittlung des Vitalstatus (n = 4752) im Hinblick auf Daten, die zur Basisuntersuchung erhoben wurden, verglichen (Tabelle 8). Dabei zeigte sich, dass die 122 Frauen ohne Vitalstatusinformationen vergleichsweise jünger waren und eine kürzere Wohndauer in der Wohnung zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung hatten. Die Verteilung des BMI war bei diesen Frauen zugunsten niedrigerer Werte verschoben.

Tabelle 8: Beschreibung der Studienpopulation getrennt nach Follow-up Status

| | Follow-up bis 2008 ¹ (n=4752) | | kein Follow-up möglich (n=122) | |
|---|--|--------|--------------------------------------|--------|
| | n | % | n | % |
| Alter² | | | | |
| 50-54 Jahre | 3557 | (74,9) | 15 | (65,2) |
| 55-59 Jahre | 1195 | (25,1) | 8 | (34,8) |
| keine Angabe | 0 | | 99 | |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | |
| >5 Jahre | 3946 | (83,2) | 51 | (42,5) |
| ≤5 Jahre | 798 | (16,8) | 69 | (57,5) |
| keine Angabe | 8 | | | |
| Schulbildung⁴ | | | | |
| Handels-/Fach-, oder höhere Schule | 1051 | (22,4) | 11 | (15,9) |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 2219 | (47,2) | 36 | (52,2) |
| Volksschule/Hauptschule | 1427 | (30,4) | 22 | (31,9) |
| keine Angabe | 55 | | 53 | |
| Raucherstatus | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1761 | (40,5) | 48 | (49,0) |
| NR, aber Passivraucherin | 1470 | (33,8) | 27 | (27,6) |
| Ex-Raucherin | 385 | (8,9) | 9 | (9,2) |
| <15 Packungsjahre | 275 | (6,3) | 5 | (5,1) |
| 15-30 Packungsjahre | 286 | (6,6) | 8 | (8,2) |
| ≥30 Packungsjahre | 228 | (5,2) | 3 | (3,0) |
| keine Angabe | 347 | | 22 | |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | |
| Nein | 2281 | (52,7) | 66 | (55,9) |
| Ja | 2049 | (47,3) | 52 | (44,1) |
| keine Angabe | 422 | | 4 | |
| Arbeitsplatzexposition | | | | |
| Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | |
| Nein | 3717 | (84,6) | 90 | (79,6) |
| Ja | 675 | (15,4) | 23 | (20,4) |
| keine Angabe | 360 | | 9 | |
| Bronchialasthma (Arzt Diagnose bzw. Medikament) | | | | |
| Nein | 4403 | (96,2) | 104 | (94,5) |
| Ja | 174 | (3,8) | 6 | (5,5) |
| keine Angabe | 175 | | 12 | |
| Hypertonie (Arzt Diagnose bzw. Medikament) | | | | |
| Nein | 3180 | (68,8) | 74 | (63,8) |
| Ja | 1439 | (31,2) | 42 | (36,2) |
| keine Angabe | 133 | | 6 | |
| Body-Mass-Index | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1210 | (31,5) | 12 | (40,0) |
| 25-30 kg/m ² | 1600 | (41,7) | 13 | (43,3) |
| ≥30 kg/m ² | 1030 | (26,8) | 5 | (16,7) |
| keine Angabe | 912 | | 92 | |

¹ Für Herne ist ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

4.5 Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation

Die Zusammenhänge zwischen Gesamtmortalität und todesursachenspezifischer Mortalität bzw. Überlebenszeiten einerseits und Charakteristika der Studienpopulation, die potenzielle Risikofaktoren oder Störvariablen darstellen, wurden mit Hilfe von Cox-Proportional-Hazard Modellen analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 bis Tabelle 14 zusammengefasst. Für die Überlebenszeiten bis 2008 sind niedrigere Schulbildung (der Probandin oder auch des Partners), Rauchen, Fettsucht (Body Mass Index $\geq 30 \text{ kg/m}^2$), Wohndauer, Bronchialasthma und Hypertonie mit einer erhöhten Gesamtmortalität assoziiert. Keine statistisch signifikante Assoziation besteht zwischen der Gesamtmortalität und dem Alter und Kochen mit Gas.

Tabelle 9: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert).

| | Todesfälle bis 2003 | | Todesfälle 2004-2008 ¹ | | Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 1,03 | (0,83-1,29) | 1,13 | (0,90-1,42) | 1,13 | (0,97-1,33) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 1,22 | (0,96-1,55) | 1,03 | (0,79-1,35) | 1,21 | (1,01-1,44) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach. oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 1,50 | (1,11-2,03) | 1,63 | (1,17-2,26) | 1,62 | (1,30-2,02) |
| Volksschule/Hauptschule | 1,92 | (1,41-2,61) | 1,96 | (1,40-2,75) | 2,01 | (1,60-2,53) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 1,21 | (0,93-1,57) | 1,22 | (0,93-1,62) | 1,23 | (1,01-1,49) |
| Ex-Raucherin | 1,09 | (0,70-1,68) | 1,08 | (0,68-1,71) | 1,07 | (0,78-1,46) |
| <15 Packungsjahre | 1,74 | (1,16-2,61) | 1,94 | (1,29-2,92) | 1,87 | (1,40-2,49) |
| 15-30 Packungsjahre | 3,29 | (2,37-4,57) | 2,70 | (1,82-3,98) | 3,00 | (2,33-3,85) |
| ≥30 Packungsjahre | 3,98 | (2,85-5,57) | 3,76 | (2,55-5,56) | 3,84 | (2,98-4,95) |
| keine Angabe | 0,94 | (0,59-1,49) | 1,05 | (0,66-1,66) | 1,04 | (0,75-1,44) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,21 | (0,99-1,48) | 1,01 | (0,81-1,25) | 1,12 | (0,97-1,31) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,92 | (0,69-1,23) | 1,30 | (0,99-1,70) | 1,12 | (0,92-1,36) |
| Bronchialasthma (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,62 | (1,05-2,49) | 2,79 | (1,90-4,12) | 2,11 | (1,58-2,82) |
| Hypertonie (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,47 | (1,20-1,81) | 1,52 | (1,22-1,89) | 1,51 | (1,30-1,75) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 1,30 | (0,96-1,77) | 1,07 | (0,77-1,47) | 1,19 | (0,95-1,49) |
| ≥30 kg/m ² | 1,68 | (1,22-2,31) | 1,83 | (1,33-2,50) | 1,79 | (1,43-2,24) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

Für die kardiopulmonale Mortalität (Tabelle 10) zeigten sich statistisch signifikante Risikoerhöhungen für die Frauen mit niedrigerer Schulbildung, für Raucherinnen, für die Frauen mit Asthma und Hypertonie sowie für die Adipösen.

Tabelle 10: Zusammenhang zwischen kardiopulmonaler Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert).

| | kardiopulmonale Todesfälle bis 2003 | | kardiopulmonale Todesfälle 2004-2008 ¹ | | kardiopulmonale Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|---|--------------------|---|--------------------|--|--------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 1,00 | (0,69-1,45) | 1,19 | (0,82-1,73) | 1,16 | (0,89-1,50) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 1,55 | (1,06-2,27) | 0,84 | (0,53-1,32) | 1,29 | (0,96-1,72) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach, oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 1,72 | (1,00-2,99) | 1,83 | (1,02-3,29) | 1,87 | (1,25-2,79) |
| Volksschule/Hauptschule | 2,51 | (1,44-4,37) | 3,00 | (1,67-5,38) | 2,87 | (1,92-4,29) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 1,37 | (0,88-2,14) | 1,24 | (0,77-1,99) | 1,33 | (0,96-1,84) |
| Ex-Raucherin <15 Packungsjahre | 1,18 | (0,57-2,45) | 1,29 | (0,62-2,69) | 1,21 | (0,72-2,03) |
| 15-30 Packungsjahre | 2,15 | (1,12-4,13) | 1,94 | (0,96-3,93) | 2,12 | (1,31-3,42) |
| ≥30 Packungsjahre | 3,01 | (1,65-5,50) | 3,59 | (1,96-6,59) | 3,30 | (2,15-5,06) |
| keine Angabe | 4,62 | (2,62-8,13) | 5,01 | (2,73-9,21) | 4,85 | (3,20-7,33) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,43 | (1,01-2,01) | 0,97 | (0,68-1,39) | 1,20 | (0,94-1,54) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,74 | (0,44-1,25) | 1,37 | (0,89-2,12) | 1,07 | (0,77-1,48) |
| Bronchialasthma (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 2,77 | (1,57-4,91) | 3,86 | (2,21-6,73) | 3,28 | (2,20-4,88) |
| Hypertonie (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 2,33 | (1,66-3,25) | 1,99 | (1,41-2,83) | 2,19 | (1,72-2,78) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 1,33 | (0,77-2,30) | 0,91 | (0,53-1,59) | 1,12 | (0,76-1,65) |
| ≥30 kg/m ² | 1,98 | (1,14-3,43) | 1,92 | (1,14-3,23) | 2,02 | (1,38-2,95) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

Für die kardiovaskuläre Mortalität (Tabelle 11) zeigt sich erwartungsgemäß ein sehr ähnliches Risikoprofil wegen der Überlappung beider Todesursachengruppen (vgl. Tabelle 4)

Tabelle 11: Zusammenhang zwischen kardiovaskulärer Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert).

| | kardiovaskuläre Todesfälle bis 2003 | | kardiovaskuläre Todesfälle 2004-2008 ¹ | | kardiovaskuläre Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|---|--------------------|---|--------------------|--|--------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 0,98 | (0,66-1,45) | 1,30 | (0,87-1,94) | 1,19 | (0,90-1,57) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 1,65 | (1,11-2,44) | 0,77 | (0,46-1,29) | 1,31 | (0,96-1,79) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach, oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 1,61 | (0,91-2,85) | 2,07 | (1,08-3,98) | 1,90 | (1,24-2,92) |
| Volksschule/Hauptschule | 2,54 | (1,44-4,51) | 2,90 | (1,50-5,62) | 2,85 | (1,85-4,39) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 1,32 | (0,83-2,08) | 1,29 | (0,78-2,12) | 1,32 | (0,94-1,85) |
| Ex-Raucherin | 0,68 | (0,27-1,73) | 0,98 | (0,41-2,36) | 0,80 | (0,42-1,52) |
| <15 Packungsjahre | 2,03 | (1,03-4,00) | 1,33 | (0,55-3,19) | 1,78 | (1,05-3,04) |
| 15-30 Packungsjahre | 3,09 | (1,69-5,65) | 3,05 | (1,53-6,08) | 3,12 | (1,98-4,92) |
| ≥30 Packungsjahre | 4,22 | (2,33-7,62) | 4,30 | (2,16-8,60) | 4,36 | (2,78-6,84) |
| keine Angabe | 0,79 | (0,33-1,87) | 1,56 | (0,76-3,19) | 1,19 | (0,69-2,06) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,44 | (1,01-2,06) | 0,89 | (0,60-1,31) | 1,17 | (0,90-1,53) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,75 | (0,44-1,30) | 1,26 | (0,77-2,05) | 1,01 | (0,70-1,45) |
| Bronchialasthma (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,82 | (0,89-3,73) | 3,03 | (1,53-6,01) | 2,38 | (1,45-3,90) |
| Hypertonie (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 2,45 | (1,73-3,47) | 2,22 | (1,51-3,25) | 2,37 | (1,83-3,07) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 1,28 | (0,73-2,26) | 0,68 | (0,36-1,26) | 0,98 | (0,65-1,48) |
| ≥30 kg/m ² | 2,02 | (1,15-3,55) | 1,87 | (1,08-3,23) | 2,02 | (1,36-2,99) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Todesfällen durch Atemwegserkrankungen und Charakteristika der Studienpopulation (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß!

| | Atemwegserkrank. Todesfälle bis 2004 | | Atemwegserkrank. Todesfälle 2004-2008 ¹ | | Atemwegserkrank. Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|--|----------------------|--|---------------------|---|---------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 1,25 | (0,38-4,18) | 0,76 | (0,28-2,04) | 0,97 | (0,46-2,08) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 0,77 | (0,17-3,58) | 1,19 | (0,44-3,23) | 1,14 | (0,49-2,61) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach, oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 3,47 | (0,43-27,79) | 0,94 | (0,23-3,75) | 1,68 | (0,55-5,10) |
| Volksschule/Hauptschule | 2,09 | (0,22-20,09) | 3,48 | (1,00-12,10) | 3,24 | (1,09-9,64) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 3,53 | (0,37-33,89) | 0,90 | (0,20-4,03) | 1,45 | (0,44-4,76) |
| Ex-Raucherin | 19,25 | (2,15-172,29) | 3,53 | (0,79-15,77) | 6,49 | (2,06-20,45) |
| <15 Packungsjahre | 6,41 | (0,40-102,57) | 6,65 | (1,66-26,59) | 6,75 | (1,96-23,33) |
| 15-30 Packungsjahre | - | - | 8,02 | (2,00-32,09) | 6,32 | (1,70-23,56) |
| ≥30 Packungsjahre | 20,29 | (1,84-224,09) | 11,07 | (2,77-44,33) | 13,05 | (3,98-42,79) |
| keine Angabe | 4,40 | (0,27-70,33) | 1,16 | (0,13-10,35) | 1,89 | (0,37-9,77) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,31 | (0,40-4,30) | 1,46 | (0,64-3,32) | 1,43 | (0,73-2,81) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,56 | (0,07-4,45) | 2,10 | (0,82-5,36) | 1,58 | (0,68-3,65) |
| Bronchialasthma (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 20,14 | (6,38-63,54) | 8,50 | (3,15-22,91) | 11,98 | (5,75-24,96) |
| Hypertonie (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,29 | (0,38-4,42) | 1,24 | (0,53-2,93) | 1,27 | (0,63-2,58) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 2,28 | (0,24-21,92) | 3,43 | (0,74-15,86) | 3,06 | (0,86-10,84) |
| ≥30 kg/m ² | 1,16 | (0,07-18,50) | 2,49 | (0,46-13,57) | 2,09 | (0,50-8,75) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

Für die Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen zeigten sich statistisch signifikant höherer Risiken für die Asthmatiker, die Raucher und Ex-Raucher und für Frauen mit niedriger Schulbildung (Tabelle 12).

Tabelle 13: Zusammenhang zwischen krebsbedingter Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß!

| | krebsbedingte Todesfälle bis 2003 | | krebsbedingte Todesfälle 2004-2008 ¹ | | krebsbedingte Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|---|--------------------|---|--------------------|--|--------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 1,18 | (0,86-1,62) | 1,18 | (0,80-1,72) | 1,25 | (0,98-1,60) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 1,13 | (0,79-1,63) | 1,56 | (1,05-2,32) | 1,41 | (1,08-1,84) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach, oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 1,48 | (0,95-2,29) | 1,94 | (1,13-3,36) | 1,74 | (1,23-2,44) |
| Volksschule/Hauptschule | 1,84 | (1,17-2,89) | 1,93 | (1,08-3,43) | 1,99 | (1,40-2,85) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 1,02 | (0,68-1,53) | 0,92 | (0,58-1,46) | 1,00 | (0,74-1,36) |
| Ex-Raucherin | 1,18 | (0,64-2,17) | 0,70 | (0,30-1,64) | 0,97 | (0,59-1,59) |
| <15 Packungsjahre | 1,36 | (0,71-2,60) | 2,24 | (1,22-4,12) | 1,83 | (1,18-2,85) |
| 15-30 Packungsjahre | 3,33 | (2,07-5,38) | 2,34 | (1,23-4,45) | 3,02 | (2,06-4,42) |
| ≥30 Packungsjahre | 4,37 | (2,70-7,05) | 3,99 | (2,21-7,22) | 4,37 | (3,01-6,34) |
| keine Angabe | 0,94 | (0,48-1,86) | 0,68 | (0,29-1,61) | 0,85 | (0,50-1,45) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,22 | (0,90-1,66) | 1,27 | (0,88-1,83) | 1,25 | (0,99-1,58) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,38 | (0,95-2,02) | 1,54 | (0,99-2,38) | 1,48 | (1,12-1,97) |
| Bronchialasthma (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,82 | (0,34-1,99) | 1,87 | (0,87-4,02) | 1,28 | (0,72-2,28) |
| Hypertonie (Arztdiagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,86 | (0,61-1,19) | 1,15 | (0,79-1,67) | 1,00 | (0,78-1,28) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 1,08 | (0,71-1,62) | 1,14 | (0,68-1,89) | 1,11 | (0,80-1,52) |
| ≥30 kg/m ² | 1,01 | (0,63-1,60) | 1,60 | (0,95-2,70) | 1,28 | (0,91-1,81) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

Die Krebssterblichkeit war statistisch signifikant erhöht bei den Raucherinnen, bei den Frauen mit niedrigerer Schulbildung, denjenigen die am Arbeitsplatz einer Belastung durch Gase, Dämpfe, Stäube oder anderen Noxen ausgesetzt waren und jenen mit einer kürzeren Wohndauer in der Wohnung zum Zeitpunkt der Rekrutierung (Tabelle 13).

Tabelle 14: Zusammenhang zwischen lungenkrebsbedingter Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation. Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß! (Signifikante relative Risiken sind in fett markiert).

| | lungenkrebsbedingte Todesfälle bis 2003 | | lungenkrebsbedingte Todesfälle 2004-2008 ¹ | | lungenkrebsbedingte Todesfälle bis 2008 ¹ | |
|--|---|---------------------|---|---------------------|--|---------------------|
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Alter² | | | | | | |
| 50-54 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| 55-59 Jahre | 1,33 | (0,62-2,84) | 1,57 | (0,46-5,39) | 1,54 | (0,81-2,93) |
| Wohndauer in Wohnung³ | | | | | | |
| >5 Jahre | 1 | | 1 | | 1 | |
| ≤5 Jahre | 0,79 | (0,30-2,07) | 2,73 | (0,79-9,36) | 1,43 | (0,68-2,99) |
| Schulbildung⁴ | | | | | | |
| Handels-/Fach, oder höhere Schule | 1 | | 1 | | 1 | |
| Lehre/Berufs/Mittelschule | 1,78 | (0,59-5,33) | n/a ⁵ | n/a ⁵ | 2,86 | (0,99-8,27) |
| Volksschule/Hauptschule | 1,77 | (0,56-5,66) | n/a ⁵ | n/a ⁵ | 2,80 | (0,92-8,52) |
| Raucherstatus | | | | | | |
| NR, nicht Passivraucherin | 1 | | 1 | | 1 | |
| NR, aber Passivraucherin | 0,59 | (0,11-3,22) | 2,41 | (0,22-26,63) | 0,98 | (0,26-3,64) |
| Ex-Raucherin | n/a ⁵ | n/a ⁵ | n/a ⁵ | n/a ⁵ | n/a ⁵ | n/a ⁵ |
| <15 Packungsjahre | 4,88 | (1,09-21,79) | n/a ⁵ | n/a ⁵ | 4,22 | (1,01-17,65) |
| 15-30 Packungsjahre | 14,36 | (4,32-47,69) | 39,34 | (4,59-337,0) | 19,72 | (7,03-55,34) |
| ≥30 Packungsjahre | 23,54 | (7,38-75,13) | 32,90 | (3,42-316,7) | 27,09 | (9,66-76,02) |
| keine Angabe | 3,35 | (0,75-15,00) | n/a ⁵ | n/a ⁵ | 2,97 | (0,71-12,43) |
| Gas zum Kochen bzw. Warmwasserbereiten | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 2,91 | (1,29-6,58) | 1,65 | (0,47-5,86) | 2,53 | (1,28-5,00) |
| Arbeitsplatzexposition Gase/Dämpfe/Stäube/Blei/Cadmium/Benzol/Arsen/Hitze/Kälte | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 1,70 | (0,72-3,98) | 5,64 | (1,63-19,53) | 2,51 | (1,27-4,96) |
| Bronchialasthma (Arzt Diagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,99 | (0,13-7,27) | 6,74 | (1,46-31,18) | 2,42 | (0,75-7,86) |
| Hypertonie (Arzt Diagnose bzw. Medikamente) | | | | | | |
| Nein | 1 | | 1 | | 1 | |
| Ja | 0,82 | (0,37-1,85) | 2,77 | (0,85-9,08) | 1,22 | (0,64-2,33) |
| Body-Mass-Index | | | | | | |
| ≤25 kg/m ² | 1 | | 1 | | 1 | |
| 25-30 kg/m ² | 2,03 | (0,54-7,64) | 1,20 | (0,20-7,19) | 1,72 | (0,60-4,96) |
| ≥30 kg/m ² | 1,19 | (0,24-5,88) | 1,32 | (0,19-9,35) | 1,30 | (0,38-4,50) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² in vollendeten Lebensjahren zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

³ zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung

⁴ Maximum von Schulbildung der Probandin und des Partners (soweit vorhanden)

⁵ Nicht schätzbar

Bei den an Lungenkrebs verstorbenen Frauen treten die Rauchereffekte sowie Arbeitsplatzexposition und die Verwendung von Gas zum Kochen hervor (Tabelle 14). Zwischen Brustkrebs und den Populationscharakteristika war - trotz der im Vergleich zu Lungenkrebs größeren Fallzahl - kein signifikanter Zusammenhang feststellbar.

4.6 Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition

Die Abschätzung der Exposition erfolgte wie im Abschlussbericht der zweiten Förderperiode beschrieben basierend auf den kontinuierlichen Messungen relevanter Luftschadstoffe, die vom Landesamt für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen durchgeführt werden. Die Problematik fehlender Messwerte sowie ein möglicher Lösungsansatz werden dort erörtert und die Schadstoffexposition deskriptiv beschrieben (siehe dazu Kapitel 4.4 dieses Berichtes sowie Kapitel 3.4 dieses Berichtes auf www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fachb07/fachbericht7_luanrw_b.pdf).

Die Assoziationen zwischen der Luftschadstoffexposition und der Gesamtmortalität sowie der und todesursachenspezifischen Mortalität wurden mit Hilfe von Cox-Proportional-Hazard-Modellen analysiert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 für alle Studienteilnehmerinnen und in Tabelle 16 für Studienteilnehmerinnen, die während des gesamten Follow-up Zeitraumes überhaupt nicht umgezogen sind zusammengefasst. Die Ergebnisse sind als rohe und adjustierte relative Risiken mit 95 % Konfidenzintervallen dargestellt. Die Adjustierung erfolgte stufenweise. Zunächst wurde in getrennten Modellen für Schulbildung und Rauchen (unbekanntes Rauchverhalten als extra Kategorie) adjustiert, wobei sich das Rauchen als der stärkere Confounder herausstellte. Anschließend wurde für beides - Rauchen und Schulbildung - adjustiert. Darüber hinaus waren Hypertonie und Bronchialasthma signifikant mit der Mortalität assoziiert. Da beide aber möglicherweise in einem Kausalzusammenhang mit der Mortalität stehen, könnte eine Adjustierung für diese beiden Variablen eine Über-Adjustierung darstellen. Deshalb wurden die zusätzlich für Hypertonie und Bronchialasthma adjustierten Effekte getrennt dargestellt. Die für Schulbildung, Rauchen, Hypertonie und Bronchialasthma adjustierten Luftschadstoffeffekte unterscheiden sich aber nur marginal von den nur für Schulbildung und Rauchen adjustierten Luftschadstoffeffekten.

Insgesamt geht eine erhöhte Exposition gegenüber NO₂, SO₂ und PM₁₀ mit einem signifikant erhöhten Mortalitätsrisiko einher. Alle Effekte sind etwas stärker für das 98. Perzentil als für den Jahresmittelwert (Ergebnisse nicht gezeigt). Rauchen ist der stärkste Confounder, d.h. die Adjustierung für das Rauchen resultiert in der größten Änderung des relativen Risikos.

Tabelle 15: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten.

| | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Gesamtmortalität (n=740)³ | | | | | | |
| roh | 1,25 | (1,14-1,38) | 1,08 | (1,04-1,13) | 1,19 | (1,08-1,31) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,24 | (1,12-1,36) | 1,08 | (1,03-1,12) | 1,17 | (1,06-1,29) |
| Raucherstatus | 1,20 | (1,08-1,32) | 1,07 | (1,03-1,12) | 1,17 | (1,06-1,29) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,18 | (1,07-1,30) | 1,06 | (1,02-1,11) | 1,15 | (1,04-1,27) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,17 | (1,06-1,30) | 1,07 | (1,03-1,12) | 1,17 | (1,05-1,30) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=268)³ | | | | | | |
| roh | 1,66 | (1,40-1,97) | 1,19 | (1,11-1,27) | 1,43 | (1,21-1,68) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,62 | (1,37-1,92) | 1,18 | (1,10-1,26) | 1,40 | (1,18-1,66) |
| Raucherstatus | 1,58 | (1,33-1,88) | 1,17 | (1,10-1,25) | 1,40 | (1,19-1,66) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,55 | (1,30-1,84) | 1,17 | (1,09-1,25) | 1,39 | (1,17-1,64) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,50 | (1,24-1,80) | 1,17 | (1,09-1,25) | 1,38 | (1,16-1,66) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=233)³ | | | | | | |
| roh | 1,74 | (1,45-2,09) | 1,22 | (1,14-1,31) | 1,51 | (1,27-1,81) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,69 | (1,40-2,03) | 1,21 | (1,13-1,30) | 1,49 | (1,24-1,79) |
| Raucherstatus | 1,67 | (1,38-2,00) | 1,21 | (1,12-1,29) | 1,49 | (1,25-1,78) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,63 | (1,35-1,96) | 1,20 | (1,12-1,29) | 1,48 | (1,23-1,77) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,55 | (1,27-1,89) | 1,18 | (1,10-1,27) | 1,42 | (1,18-1,72) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=35)³ | | | | | | |
| roh | 1,29 | (0,82-2,03) | 0,98 | (0,80-1,20) | 1,02 | (0,65-1,61) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,30 | (0,83-2,03) | 0,98 | (0,80-1,20) | 1,00 | (0,63-1,59) |
| Raucherstatus | 1,14 | (0,71-1,83) | 0,95 | (0,77-1,17) | 0,97 | (0,61-1,54) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,13 | (0,71-1,80) | 0,96 | (0,79-1,18) | 0,96 | (0,60-1,53) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,14 | (0,67-1,93) | 1,02 | (0,82-1,27) | 1,05 | (0,61-1,79) |
| Krebs Todesfälle (n=304)³ | | | | | | |
| roh | 1,17 | (1,00-1,36) | 1,09 | (1,02-1,16) | 1,23 | (1,06-1,43) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,15 | (0,99-1,35) | 1,08 | (1,02-1,15) | 1,22 | (1,05-1,41) |
| Raucherstatus | 1,11 | (0,95-1,30) | 1,08 | (1,01-1,15) | 1,23 | (1,06-1,43) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,09 | (0,93-1,28) | 1,07 | (1,00-1,14) | 1,20 | (1,03-1,40) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,09 | (0,93-1,29) | 1,07 | (1,01-1,15) | 1,20 | (1,03-1,41) |
| Lungenkrebs Todesfälle (n=41)³ | | | | | | |
| roh | 1,75 | (1,12-2,74) | 1,35 | (1,16-1,58) | 1,93 | (1,29-2,87) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,70 | (1,09-2,67) | 1,34 | (1,15-1,57) | 1,89 | (1,26-2,83) |
| Raucherstatus | 1,52 | (0,96-2,42) | 1,32 | (1,13-1,54) | 1,88 | (1,26-2,79) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,46 | (0,92-2,32) | 1,31 | (1,12-1,53) | 1,84 | (1,23-2,74) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,44 | (0,90-2,29) | 1,31 | (1,11-1,55) | 1,90 | (1,23-2,91) |

- ¹ Der Interquartilsabstand wurde für die Luftschadstoffwerte mit imputierten Werten berechnet (N = 4752) und für die Jahresmittelwerte von „NO₂“, „SO₂“ und „PM₁₀“ auf 16 µg/m³, 10 µg/m³ und 7 µg/m³ gerundet.
 - ² Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.
 - ³ Anzahl Todesfälle
-

Betrachtet man die todesursachen-spezifische Mortalität, so sind Effekte für alle drei Schadstoffe für kardiopulmonale und kardiovaskuläre Todesursachen nachweisbar. Während erhöhte Sterberisiken an Lungenkrebs für Expositionen mit PM₁₀ und SO₂ deutlich hervortreten, lassen sich für Atemwegserkrankungen keine signifikanten Effekte nachweisen.

Tabelle 16: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. **Ausschließlich Studienteilnehmerinnen, die nicht umgezogen sind im gesamten Zeitraum.**

| Nicht umgezogene Studienteilnehmerinnen | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Gesamtmortalität (n=617)³ | | | | | | |
| roh | 1,36 | (1,22-1,51) | 1,13 | (1,08-1,18) | 1,30 | (1,17-1,44) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,35 | (1,22-1,50) | 1,12 | (1,08-1,17) | 1,29 | (1,16-1,44) |
| Raucherstatus | 1,28 | (1,15-1,42) | 1,11 | (1,06-1,16) | 1,27 | (1,14-1,42) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,26 | (1,13-1,41) | 1,11 | (1,06-1,16) | 1,25 | (1,12-1,40) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,27 | (1,13-1,42) | 1,12 | (1,07-1,17) | 1,28 | (1,14-1,44) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=216)³ | | | | | | |
| roh | 1,89 | (1,57-2,29) | 1,25 | (1,16-1,34) | 1,65 | (1,37-1,98) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,87 | (1,54-2,26) | 1,25 | (1,16-1,34) | 1,65 | (1,37-1,99) |
| Raucherstatus | 1,79 | (1,48-2,17) | 1,24 | (1,15-1,33) | 1,62 | (1,35-1,95) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,77 | (1,45-2,15) | 1,24 | (1,15-1,33) | 1,62 | (1,34-1,96) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,81 | (1,46-2,24) | 1,26 | (1,16-1,36) | 1,66 | (1,35-2,04) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=194)³ | | | | | | |
| roh | 1,97 | (1,61-2,41) | 1,27 | (1,18-1,37) | 1,70 | (1,40-2,07) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,94 | (1,59-2,38) | 1,27 | (1,18-1,37) | 1,71 | (1,40-2,09) |
| Raucherstatus | 1,88 | (1,53-2,30) | 1,26 | (1,17-1,36) | 1,68 | (1,38-2,04) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,86 | (1,51-2,29) | 1,26 | (1,17-1,36) | 1,68 | (1,38-2,06) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,88 | (1,50-2,36) | 1,27 | (1,17-1,38) | 1,69 | (1,36-2,10) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=22)³ | | | | | | |
| roh | 1,41 | (0,79-2,51) | 1,09 | (0,86-1,38) | 1,36 | (0,79-2,35) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,42 | (0,80-2,52) | 1,09 | (0,86-1,38) | 1,34 | (0,77-2,34) |
| Raucherstatus | 1,23 | (0,68-2,22) | 1,06 | (0,83-1,35) | 1,28 | (0,72-2,26) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,18 | (0,65-2,13) | 1,05 | (0,83-1,33) | 1,22 | (0,68-2,18) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,30 | (0,65-2,60) | 1,14 | (0,87-1,49) | 1,34 | (0,68-2,64) |
| Krebs Todesfälle (n=267)³ | | | | | | |
| roh | 1,27 | (1,08-1,50) | 1,13 | (1,06-1,21) | 1,35 | (1,15-1,58) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,27 | (1,08-1,50) | 1,13 | (1,06-1,21) | 1,34 | (1,14-1,58) |
| Raucherstatus | 1,19 | (1,00-1,40) | 1,12 | (1,05-1,19) | 1,33 | (1,13-1,56) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,17 | (0,99-1,38) | 1,11 | (1,04-1,19) | 1,30 | (1,10-1,53) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,18 | (0,99-1,41) | 1,12 | (1,04-1,20) | 1,31 | (1,10-1,56) |
| Lungenkrebs Todesfälle (n=39)³ | | | | | | |
| roh | 1,80 | (1,14-2,82) | 1,39 | (1,18-1,63) | 2,04 | (1,35-3,09) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,78 | (1,14-2,80) | 1,39 | (1,18-1,63) | 2,04 | (1,34-3,11) |
| Raucherstatus | 1,47 | (0,92-2,35) | 1,33 | (1,14-1,56) | 1,90 | (1,27-2,86) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,39 | (0,86-2,23) | 1,32 | (1,12-1,54) | 1,83 | (1,21-2,76) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,35 | (0,83-2,20) | 1,33 | (1,11-1,59) | 1,89 | (1,20-2,98) |

- ¹ Der Interquartilsabstand wurde für die Luftschadstoffwerte mit imputierten Werten berechnet (N = 4752) und für die Jahresmittelwerte von „NO₂“, „SO₂“ und „PM₁₀“ auf 16 µg/m³, 10 µg/m³ und 7 µg/m³ gerundet.
 - ² Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.
 - ³ Anzahl Todesfälle
-

Der Vergleich der Analyse der Gesamtpopulation mit der Analyse der Studienteilnehmer, die im Follow-up Zeitraum nicht umgezogen sind, zeigt nur geringe Unterschiede. Im Allgemeinen lässt sich feststellen, dass die Effektstärken in der Teilgruppe jener Frauen, die im Beobachtungszeitraum nicht umgezogen sind, etwas größer werden.

Für den Zusammenhang zwischen Lungenkrebs und NO₂ wurde in anderen Studien bereits eine effekt-modifizierende Wirkung des Rauchens festgestellt. Aus diesem Grund wurde die Analyse für Lungenkrebs zusätzlich nach Raucherstatus stratifiziert durchgeführt. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 17. Der Verlust an Power durch die Stratifizierung führt dazu, dass einige Effekte nicht als signifikant eingestuft werden können. Insgesamt wird jedoch deutlich, dass Luftschadstoffexpositionen vor allem für starke Raucher zu einer erhöhten Lungenkrebs-Mortalität führen. Für Studienteilnehmerinnen, die während des Follow-up Zeitraums überhaupt nicht umgezogen sind zeigen sich dabei ähnliche Effekte (Ergebnisse nicht gezeigt).

Tabelle 17: Effektmodifikation des Rauchens auf den Zusammenhang zwischen Lungenkrebs Mortalität und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. Die Fallzahlen sind in einzelnen Untergruppen sehr klein. Das schränkt die Interpretationsfähigkeit der Ergebnisse deutlich ein.

| Lungenkrebs Todesfälle | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Nichtraucher, nicht Passivraucher (n=5)³ | | | | | | |
| roh | 1,07 | (0,32-3,60) | 1,26 | (0,81-1,97) | 1,55 | (0,50-4,75) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,06 | (0,32-3,54) | 1,26 | (0,81-1,97) | 1,53 | (0,49-4,79) |
| Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,13 | (0,34-3,75) | 1,29 | (0,83-2,01) | 1,61 | (0,52-5,02) |
| Passiv-, Ex-Raucher und Raucher <15 Packungsjahre (n=7)³ | | | | | | |
| roh | 0,57 | (0,20-1,63) | 1,11 | (0,74-1,67) | 1,66 | (0,64-4,32) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 0,56 | (0,19-1,62) | 1,10 | (0,73-1,64) | 1,58 | (0,60-4,19) |
| Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 0,51 | (0,16-1,60) | 1,17 | (0,77-1,77) | 1,90 | (0,68-5,33) |
| Raucher >15 Packungsjahre (n=26)³ | | | | | | |
| roh | 2,57 | (1,35-4,92) | 1,40 | (1,15-1,71) | 2,18 | (1,32-3,60) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 2,43 | (1,28-4,62) | 1,38 | (1,13-1,67) | 2,06 | (1,24-3,42) |
| Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 2,54 | (1,32-4,91) | 1,43 | (1,16-1,77) | 2,38 | (1,38-4,09) |

¹ Der Interquartilsabstand wurde für die Luftschadstoffwerte mit imputierten Werten berechnet (N = 4752) und für die Jahresmittelwerte von „NO₂“, „SO₂“ und „PM₁₀“ auf 16 µg/m³, 10 µg/m³ und 7 µg/m³ gerundet.

² Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

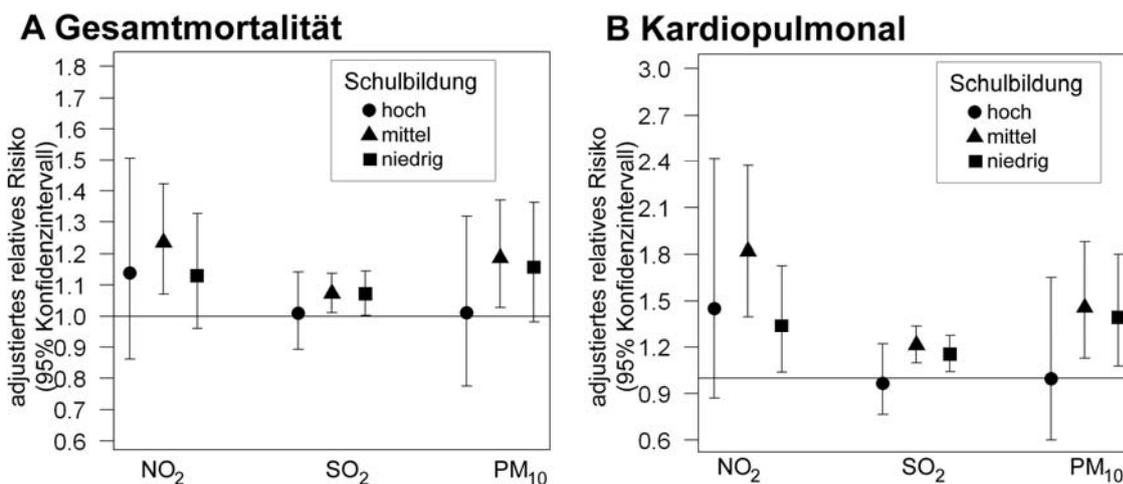
³ Anzahl Todesfälle

Für die 153 Todesfälle wegen anderer Ursachen waren die Luftschadstoffexpositionen nicht signifikant mit der Mortalität assoziiert, was einerseits an der Heterogenität der Todesursachen in dieser Gruppe und andererseits an der moderaten Fallzahl liegen könnte.

Bei den Auswertungen im Rahmen der ersten Förderperiode (Gehring et al. 2003 „Staubkohorte NRW – Planungsarbeiten und Etablierung von Teilkohorten: Abschlußbericht der ersten Förderperiode“) zeigte sich eine Sozialstatus-Abhängigkeit der Luftschadstoffeffekte auf die Gesamtmortalität mit den stärksten Effekten bei den Probandinnen mit niedriger Schulbildung. Abbildung 3 zeigt die Luftschadstoffeffekte für einen Anstieg pro Interquartile range (IQR) in Abhängigkeit

von der Schulbildung für die Gesamtmortalität und die kardiopulmonale Sterblichkeit. Die Effekte des PM₁₀ und des SO₂ auf die Gesamtmortalität nehmen mit niedrigeren Schulabschlüssen zu. Erwartungsgemäß ähnlich stellt sich der Zusammenhang mit Kardiovaskulären Todesursachen dar. Eine analoge stratifizierte Darstellung für Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs ist wegen der zu kleinen Fallzahlen nicht sinnvoll.

Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Mortalität bis 2008¹ in Abhängigkeit der Schulbildung. (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter und Rauchen)



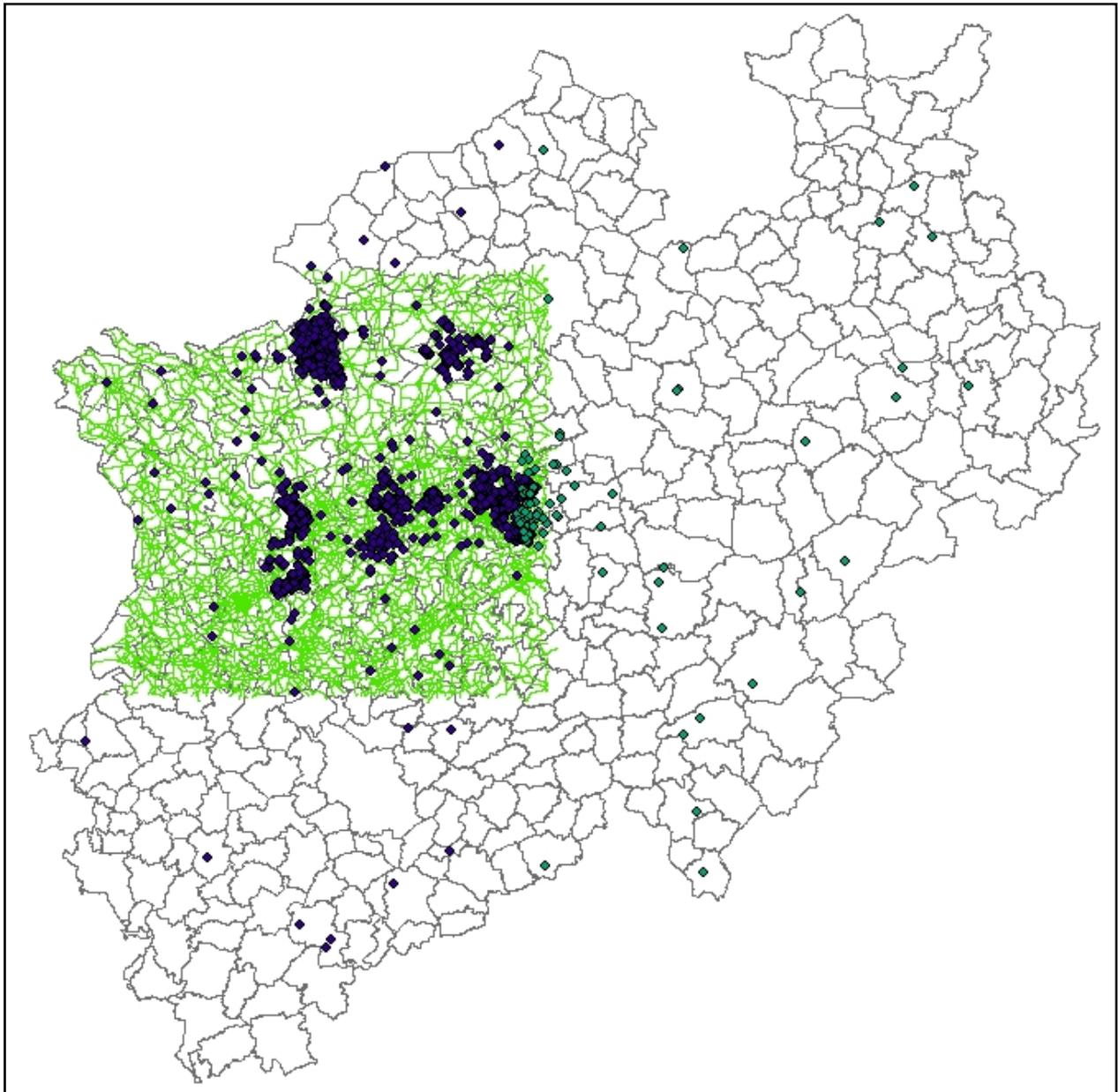
¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

4.7 Einsatz geographischer Informationssysteme

Neben der reinen Abschätzung der Exposition mit Hilfe der TEMES-Messstationen, wurde eine Verfeinerung der Expositionsschätzung mit Hilfe Geographischer Informationssysteme (GIS) durchgeführt. Dazu mussten zunächst die Wohnadressen der Frauen georeferenziert werden. Das Ergebnis der Georeferenzierung ist im Abschlußbericht der ersten Förderperiode ausführlich dargestellt. Insgesamt konnten 97,1% der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung georeferenziert werden. Der Prozentsatz der georeferenzierten Adressen variierte zwischen den Studienorten und war in Duisburg am niedrigsten (94,7 %) und in Essen am höchsten (100%).

Anschließend wurde mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems für die Adressen der Frauen die Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße (> 5000

Kfz pro Tag) ermittelt. Die Lage der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung im Verkehrsnetz (Datenquelle: Landesamt für Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz NRW) ist in Abbildung 4 dargestellt. Insgesamt lagen 137 Adressen außerhalb des Bereiches, für den das Verkehrsnetz in elektronischer Form verfügbar war. Für die übrigen 4615 Adressen konnte die Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße berechnet werden. Die Verteilung der Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße ist in Tabelle 18 und Tabelle 19 dargestellt, wobei unterschieden wird in verkehrsreiche Straßen mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag (Tabelle 18) und Entfernungen zu verkehrsreichen Straßen mit über 10.000 Fahrzeugen pro Tag (Tabelle 19). Diese Unterscheidung ergibt sich daraus, dass in der einschlägigen Literatur häufig ein Verkehrsaufkommen von über 10.000 Fahrzeugen pro Tag zur Definition einer verkehrsreichen Straße herangezogen wird. Legt man dieses Kriterium zugrunde, wohnen weniger als 10% der Studienpopulation innerhalb des relevanten 50m Radius zu einer verkehrsreichen Straße. Das führte zu sehr kleinen Fallzahlen, wenn Luftschadstoffexpositionen durch die städtische Hintergrundbelastung im Zusammenhang mit der lokalen verkehrsabhängigen Exposition der Wohnadresse modelliert werden. Deshalb wurde zusätzlich ein Verkehrsaufkommen von über 5.000 Fahrzeugen pro Tag herangezogen, um verkehrsreiche Straßen zu definieren.

Abbildung 4: Lage der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung im Verkehrsnetz NRW.

Etwa ein Fünftel der Probandinnen wohnten im 50 Meter-Umkreis einer verkehrsreichen Straße > 5000 Fahrzeuge/Tag), wobei die Adressen der verstorbenen Probandinnen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung etwas näher an verkehrsreichen Straßen lagen als die Adressen der überlebenden Probandinnen (Tabelle 18). Dieser Unterschied ist auch für die zwischen 2004 und 2008 verstorbenen Probandinnen nachweisbar. Sowohl für die nach Follow-up getrennten Probandinnen, wie auch für alle gemeinsam ist dieser Zusammenhang signifikant ($p < 0,05$).

Ein ähnliches Bild zeigt sich, wenn man ein Verkehrsaufkommen von über 10.000 Fahrzeugen pro Tag zugrunde legt (Tabelle 19).

Tabelle 18: Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag

| | Gesamt | | Lebend | | Verstorben | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| | n | % | n | % | n | % |
| bis 2003 | | | | | | |
| ≤50m | 755 | (16,4) | 671 | (88,9) | 84 | (11,1) |
| 50-100m | 725 | (15,7) | 657 | (90,6) | 68 | (9,4) |
| 100-150m | 641 | (13,9) | 595 | (92,8) | 46 | (7,2) |
| >150m | 2494 | (54,0) | 2307 | (92,5) | 187 | (7,5) |
| 2004-2008 | | | | | | |
| ≤50m | 671 | (15,9) | 601 | (89,6) | 70 | (10,4) |
| 50-100m | 657 | (15,5) | 612 | (93,2) | 45 | (6,8) |
| 100-150m | 595 | (14,1) | 547 | (91,9) | 48 | (8,1) |
| 150m | 2307 | (54,5) | 2140 | (92,8) | 167 | (7,2) |
| bis 2008¹ | | | | | | |
| ≤50m | 755 | (16,4) | 601 | (79,6) | 154 | (20,4) |
| 50-100m | 725 | (15,7) | 612 | (84,4) | 113 | (15,6) |
| 100-150m | 641 | (13,9) | 547 | (85,3) | 94 | (14,7) |
| >150m | 2494 | (54,0) | 2140 | (85,8) | 354 | (14,2) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

Tabelle 19: Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 10000 Fahrzeugen pro Tag

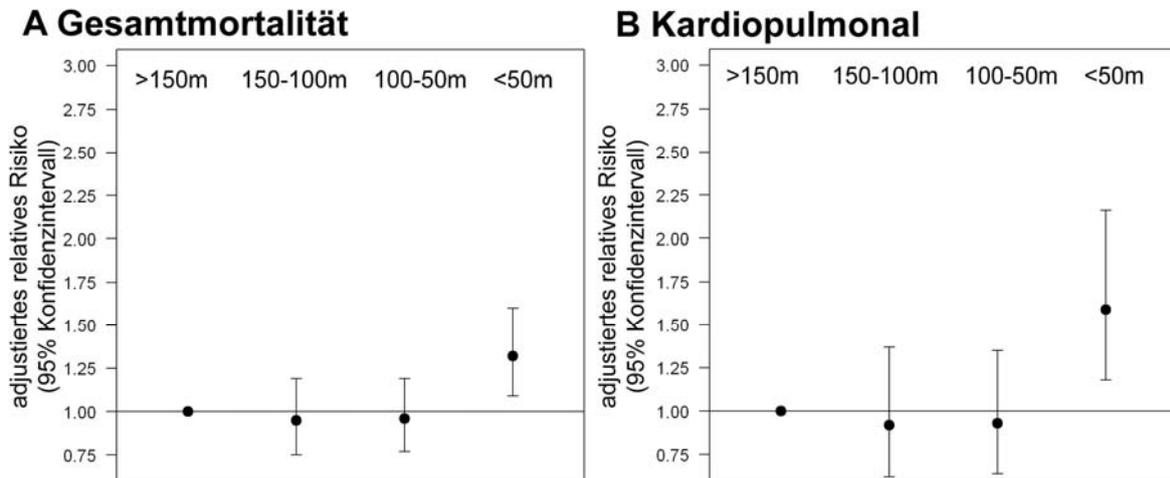
| | Gesamt | | Lebend | | Verstorben | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| | n | % | n | % | n | % |
| bis 2003 | | | | | | |
| ≤50m | 394 | (8,5) | 352 | (89,3) | 42 | (10,7) |
| 50-100m | 460 | (10,0) | 417 | (90,7) | 43 | (9,3) |
| 100-150m | 432 | (9,4) | 395 | (91,4) | 37 | (8,6) |
| >150m | 3329 | (72,1) | 3066 | (92,1) | 263 | (7,9) |
| 2004-2008 | | | | | | |
| ≤50m | 352 | (8,3) | 310 | (88,1) | 42 | (11,9) |
| 50-100m | 417 | (9,9) | 387 | (92,8) | 30 | (7,2) |
| 100-150m | 395 | (9,3) | 360 | (91,1) | 35 | (8,9) |
| 150m | 3066 | (72,5) | 2843 | (92,7) | 223 | (7,3) |
| bis 2008¹ | | | | | | |
| ≤50m | 394 | (8,5) | 310 | (78,7) | 84 | (21,3) |
| 50-100m | 460 | (10,0) | 387 | (84,1) | 73 | (15,9) |
| 100-150m | 432 | (9,4) | 360 | (83,3) | 72 | (16,7) |
| >150m | 3329 | (72,1) | 2843 | (85,4) | 486 | (14,6) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

Der Zusammenhang zwischen Gesamt- und kardiopulmonaler Mortalität bis 2008 und der Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße ist anhand einer Überlebenszeitanalyse mittels Cox-Proportional-Hazard-Modelle in Abbildung 5 dargestellt. Dabei wurde für Altersschicht, Raucherstatus und Bildung adjustiert. In beiden Fällen nimmt das relative Risiko mit wachsender Entfernung von der nächsten verkehrsreichen Straße signifikant ab. Für kardiovaskuläre Todesursachen ergibt sich ein sehr ähnlicher Zusammenhang wie für die kardiopulmonale Sterblichkeit. Für die Mortalität an anderen Todesursachen konnte dabei keine signifikante Assoziation festgestellt werden, was möglicherweise an den zu kleinen Fallzahlen für die Atemwegsterblichkeit und die Lungenkrebssterblichkeit liegen könnte. Abbildung 6 zeigt dieselbe Analyse nur für Studienteilnehmerinnen, die während des Follow-up Zeitraums überhaupt nicht umgezogen sind. Die Expositions-Wirkungs-Beziehung tritt darin deutlich hervor.

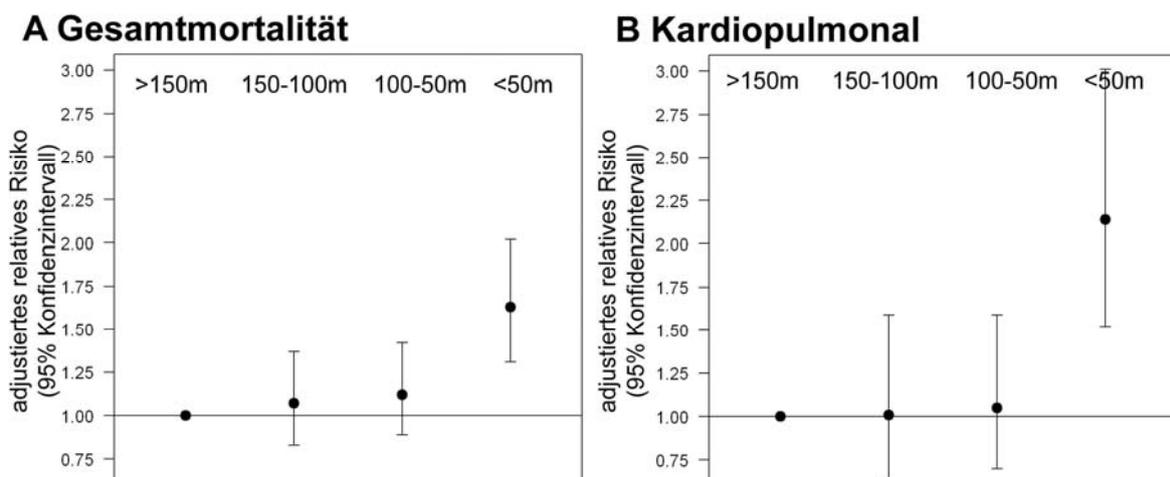
Probandinnen, die nahe an einer Straße mit hohem Verkehrsaufkommen (über 5000 bzw. 10000 Fahrzeuge pro Tag) wohnen, haben ein statistisch signifikant höheres Sterberisiko sowie eine erhöhte kardiopulmonale und kardiovaskuläre Mortalität (Tabelle 20). Die Mortalität an Atemwegserkrankungen ist auch erhöht, eine Signifikanz nach Adjustierung zeigt sich insbesondere für Straßen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen (über 10000 Fahrzeuge pro Tag). Die Sterblichkeit an Lungenkrebs ist nicht erhöht (Tabelle 20). Bei den kleinen Fallzahlen für Sterbefälle an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs ist eine Interpretation in Untergruppen nicht angemessen.

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008¹ und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung)



¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008¹ und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag. (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung). **Nur Studienteilnehmerinnen, die nicht umgezogen sind.**



¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

Tabelle 20: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität, kardiopulmonaler Mortalität, Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen sowie Krebs, Lungenkrebs und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße dargestellt als rohe und adjustierte relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Bei den kleinen Zahlen für Sterbefälle an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs ist eine Interpretation der Ergebnisse in Untergruppen nicht angemessen.

| | Straßen >5000 Fahrzeuge/Tag | | Straßen >10000 Fahrzeuge/Tag | |
|---|--------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------|
| | ≤50m vs. >50m | | ≤50m vs. >50m | |
| | RR ¹ | (95% KI) | RR ¹ | (95% KI) |
| Gesamtmortalität (n=715)² | | | | |
| roh | 1,41 | (1,18-1,69) | 1,46 | (1,16-1,83) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 1,38 | (1,15-1,65) | 1,48 | (1,17-1,86) |
| Raucherstatus | 1,36 | (1,14-1,63) | 1,41 | (1,12-1,77) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,34 | (1,12-1,61) | 1,42 | (1,12-1,79) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,28 | (1,05-1,54) | 1,40 | (1,10-1,79) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=260)² | | | | |
| roh | 1,79 | (1,36-2,37) | 1,91 | (1,35-2,69) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 1,76 | (1,33-2,33) | 2,00 | (1,41-2,82) |
| Raucherstatus | 1,73 | (1,31-2,29) | 1,87 | (1,32-2,64) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,69 | (1,27-2,24) | 1,95 | (1,37-2,77) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,56 | (1,15-2,12) | 1,90 | (1,31-2,75) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=226)² | | | | |
| roh | 1,76 | (1,30-2,37) | 1,79 | (1,22-2,61) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 1,73 | (1,27-2,34) | 1,89 | (1,29-2,76) |
| Raucherstatus | 1,70 | (1,25-2,29) | 1,76 | (1,20-2,57) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,65 | (1,22-2,25) | 1,83 | (1,24-2,70) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,56 | (1,13-2,17) | 1,77 | (1,17-2,67) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=34)² | | | | |
| roh | 2,17 | (1,04-4,55) | 2,93 | (1,28-6,74) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 2,09 | (1,00-4,37) | 2,97 | (1,29-6,83) |
| Raucherstatus | 2,11 | (1,00-4,45) | 2,91 | (1,26-6,72) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 2,17 | (1,02-4,62) | 3,54 | (1,49-8,40) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,69 | (0,71-4,05) | 3,29 | (1,26-8,61) |
| Krebs Todesfälle (n=291)² | | | | |
| roh | 1,23 | (0,92-1,65) | 1,40 | (0,97-2,02) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 1,18 | (0,87-1,58) | 1,36 | (0,93-1,99) |
| Raucherstatus | 1,19 | (0,88-1,59) | 1,32 | (0,91-1,91) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,17 | (0,87-1,59) | 1,33 | (0,90-1,95) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,17 | (0,85-1,60) | 1,28 | (0,86-1,91) |

Lungenkrebs Todesfälle (n=38)²

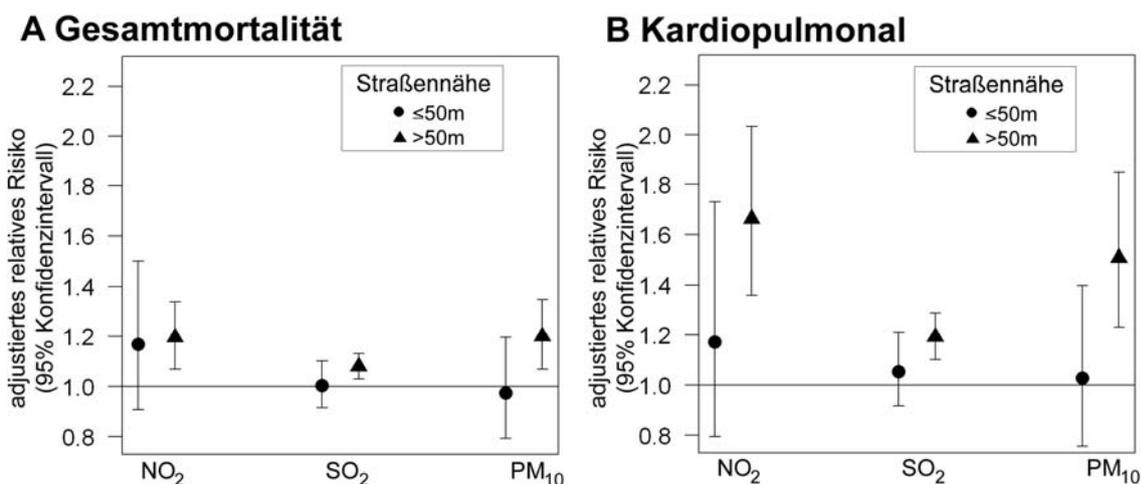
| | | | | |
|--|------|-------------|------|-------------|
| roh | 0,61 | (0,22-1,72) | 0,61 | (0,15-2,55) |
| adjustiert für | | | | |
| Schulbildung | 0,60 | (0,21-1,69) | 0,64 | (0,15-2,65) |
| Raucherstatus | 0,54 | (0,19-1,52) | 0,51 | (0,12-2,12) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 0,61 | (0,21-1,75) | 0,62 | (0,15-2,60) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 0,50 | (0,15-1,68) | 0,34 | (0,05-2,57) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

² Anzahl Todesfälle

Um die Effektmodifikation der Wohnnähe zu einer verkehrsreichen Straße (lokale Exposition mit Straßenverkehrsimmission) in Bezug auf den Zusammenhang zwischen Mortalität und Luftschadstoffen (städtische Hintergrundbelastung) zu untersuchen, wurden vorangegangene Analysen (Abschnitt 4.6) getrennt für unterschiedliche Entfernungen zur nächsten verkehrsreichen Straße durchgeführt. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der entsprechenden Cox-Proportional-Hazard Modelle adjustiert für Altersschicht, Schulbildung und Raucherstatus.

Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008¹ und Luftschadstoffen in Abhängigkeit der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße (>5000 Fahrzeuge pro Tag). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung)



¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

Vor allem für kardiopulmonale Mortalität scheint der Zusammenhang zwischen Schadstoffexposition und Überlebensdauer für Probandinnen, die mehr als 50m von einer verkehrsreichen Straße entfernt wohnen, stärker zu sein, als für jene die in unmittelbarer Straßennähe wohnen ($\leq 50\text{m}$). Für die kardiovaskuläre Mortalität zeigt sich ein sehr ähnliches Bild wie für kardiopulmonale Sterblichkeit. Für die Atemwegs- und Lungenkrebsmortalität sind analoge Modelle wegen der kleinen Fallzahlen nicht sinnvoll.

Die Wirkung von PM_{10} auf die todesursachenspezifische Mortalität bis 2008 wurde noch genauer nach der Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße stratifiziert untersucht (Tabelle 21). Dabei wurde in einer stratifizierten Analyse für Frauen, die nahe an verkehrsreichen Straßen wohnen (< 50 Meter Distanz) mit einer Gruppe von Frauen, die weiter entfernt wohnen (> 50 Meter Distanz) im Hinblick auf die Luftschadstoffeffekte auf die Mortalitätsrisiken untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Frauen, die näher an der Straße wohnen, durch die Hintergrund-expositionsschätzung durch die TEMES Station ein niedrigeres Risiko haben als die Frauen, die weiter entfernt von der Straße wohnen. Für die kardiovaskuläre Mortalität ergibt sich erwartungsgemäß ein ähnlicher Zusammenhang wie für die kardiopulmonale Sterblichkeit. Bei den kleinen Fallzahlen für die Atemwegs- und Lungenkrebsmortalität ist eine Interpretation der Ergebnisse in Untergruppen nicht angemessen. Den größten Effekt der Luftschadstoffe (eingeschätzt durch die Hintergrundbelastung) scheint es dabei für jene Frauen zu geben, die weiter als 150 m von einer stark befahrenen Straße entfernt wohnen.

Tabelle 21: Nach Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße (> 5.000 Fahrzeuge/Tag) stratifizierter Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008¹ und PM₁₀ am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand PM₁₀ (gerundet auf 7 µg/m³) mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Schulbildung und Raucherstatus). Bei den kleinen Fallzahlen für die Atemwegssterblichkeit und die Lungenkrebssterblichkeit ist eine Interpretation der Ergebnisse in Untergruppen nicht angemessen.

| | Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße | | | | | | | |
|----------------|--|-------------|--------------------|-------------|---------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| | ≤50m (N=755) | | 50-100m (N=725) | | 100-150m (N=641) | | >150m (N=2494) | |
| | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) | RR | (95% KI) |
| Gesamt | 0,97 | (0,79-1,20) | 1,12 | (0,88-1,44) | 1,14 | (0,85-1,53) | 1,24 | (1,07-1,45) |
| Kardiopulmonal | 1,04 | (0,77-1,41) | 1,25 | (0,82-1,91) | 1,58 | (0,91-2,74) | 1,71 | (1,32-2,23) |
| Kardiovaskulär | 1,03 | (0,74-1,44) | 1,36 | (0,88-2,13) | 1,81 | (0,98-3,33) | 1,80 | (1,36-2,39) |
| Atemwege | 1,19 | (0,52-2,73) | 0,48 | (0,10-2,45) | 0,77 | (0,18-3,28) | 1,16 | (0,54-2,48) |
| Krebs | 1,08 | (0,77-1,54) | 1,33 | (0,93-1,92) | 1,08 | (0,71-1,64) | 1,18 | (0,94-1,49) |
| Lungenkrebs | 1,40 | (0,46-4,26) | 1,87 | (0,73-4,78) | 1,86 | (0,50-6,87) | 1,93 | (1,06-3,50) |

¹ Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

4.8 Sensitivitätsanalysen

Zusätzlich zu den 1-Jahresmittelwerten der Luftschadstoffe am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (vgl. Tabelle 15) wurden die Analysen zusätzlich für die 5-Jahresdurchschnittswerte durchgeführt (Tabelle 22). Dabei liegen die rohen Effektschätzer für die Gesamtmortalität geringfügig höher als jene für die 1-Jahresmittelwerte der Luftschadstoffe. Nach Adjustierung sind die beiden Effektschätzer für die Gesamtmortalität kaum verschieden. Allerdings ergaben sich deutlich höhere Effektschätzer für die kardiopulmonale und kardiovaskuläre Mortalität, wenn die 5-Jahresmittelwerte der Luftschadstoffkonzentrationen zugrunde gelegt werden. Die adjustierten Effektschätzer für die kardiopulmonale Sterblichkeit erhöhen sich dann von 1,50 auf 1,62 für NO₂, von 1,17 auf 1,25 für SO₂ und von 1,38 auf 1,65 für PM₁₀.

Tabelle 22: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort im Zeitraum der Basisuntersuchung (5-Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten.

| | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Gesamtmortalität (n=740)³ | | | | | | |
| roh | 1,31 | (1,17-1,46) | 1,12 | (1,07-1,18) | 1,30 | (1,18-1,43) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,29 | (1,15-1,44) | 1,12 | (1,06-1,17) | 1,27 | (1,15-1,40) |
| Raucherstatus | 1,24 | (1,11-1,39) | 1,10 | (1,05-1,16) | 1,27 | (1,15-1,40) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,22 | (1,09-1,37) | 1,09 | (1,04-1,15) | 1,24 | (1,12-1,37) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,20 | (1,07-1,35) | 1,10 | (1,04-1,16) | 1,23 | (1,11-1,37) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=268)³ | | | | | | |
| roh | 1,80 | (1,47-2,20) | 1,29 | (1,18-1,40) | 1,73 | (1,45-2,05) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,75 | (1,43-2,14) | 1,27 | (1,17-1,39) | 1,68 | (1,41-2,01) |
| Raucherstatus | 1,70 | (1,39-2,08) | 1,26 | (1,16-1,38) | 1,67 | (1,40-1,99) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,66 | (1,35-2,03) | 1,25 | (1,15-1,36) | 1,63 | (1,37-1,95) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,62 | (1,30-2,02) | 1,25 | (1,14-1,38) | 1,61 | (1,34-1,95) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=233)³ | | | | | | |
| roh | 1,87 | (1,51-2,33) | 1,33 | (1,21-1,46) | 1,79 | (1,48-2,15) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,81 | (1,46-2,26) | 1,31 | (1,20-1,44) | 1,74 | (1,44-2,11) |
| Raucherstatus | 1,79 | (1,43-2,23) | 1,31 | (1,19-1,43) | 1,74 | (1,44-2,10) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,73 | (1,39-2,17) | 1,29 | (1,18-1,42) | 1,70 | (1,40-2,06) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,68 | (1,32-2,12) | 1,27 | (1,15-1,40) | 1,65 | (1,35-2,02) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=35)³ | | | | | | |
| roh | 1,43 | (0,85-2,41) | 1,04 | (0,81-1,33) | 1,46 | (0,92-2,32) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,44 | (0,86-2,41) | 1,04 | (0,81-1,33) | 1,43 | (0,90-2,28) |
| Raucherstatus | 1,25 | (0,73-2,12) | 0,99 | (0,77-1,28) | 1,35 | (0,85-2,15) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,23 | (0,72-2,10) | 1,00 | (0,78-1,28) | 1,30 | (0,82-2,08) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,35 | (0,73-2,50) | 1,08 | (0,82-1,42) | 1,40 | (0,83-2,36) |
| Krebs Todesfälle (n=304)³ | | | | | | |
| roh | 1,13 | (0,96-1,34) | 1,10 | (1,01-1,19) | 1,21 | (1,05-1,40) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,12 | (0,95-1,32) | 1,09 | (1,00-1,18) | 1,18 | (1,02-1,37) |
| Raucherstatus | 1,07 | (0,91-1,26) | 1,08 | (0,99-1,17) | 1,19 | (1,03-1,38) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,05 | (0,89-1,24) | 1,07 | (0,98-1,16) | 1,16 | (1,00-1,34) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,06 | (0,89-1,26) | 1,07 | (0,98-1,16) | 1,16 | (0,99-1,35) |
| Lungenkrebs Todesfälle (n=41)³ | | | | | | |
| roh | 1,67 | (1,01-2,75) | 1,48 | (1,20-1,83) | 2,03 | (1,31-3,12) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,62 | (0,99-2,66) | 1,47 | (1,19-1,81) | 1,96 | (1,27-3,04) |
| Raucherstatus | 1,40 | (0,84-2,32) | 1,41 | (1,14-1,74) | 1,89 | (1,23-2,91) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,32 | (0,80-2,18) | 1,39 | (1,12-1,72) | 1,82 | (1,17-2,83) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,36 | (0,81-2,29) | 1,38 | (1,11-1,72) | 1,94 | (1,22-3,08) |

- 1 Der Interquartilsabstand wurde für die Luftschadstoffwerte mit imputierten Werten berechnet (N = 4752) und für die Jahresmittelwerte von „NO₂“, „SO₂“ und „PM₁₀“ auf 16 µg/m³, 10 µg/m³ und 7 µg/m³ gerundet.
- 2 Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.
- 3 Anzahl Todesfälle

Des Weiteren wurden die zwei Rekrutierungszeiträume 1990 und 1985/86/87 verglichen. Um eine bessere Vergleichbarkeit der beiden Rekrutierungszeiträume zu erreichen, wurden für die frühe Rekrutierung (1985/86/87) nur die Todesfälle bis zum Jahr 2003 berücksichtigt. Tabelle 23 zeigt die Ergebnisse dieser Analyse.

Tabelle 23: Zusammenhang zwischen der Mortalität und Luftschadstoffexposition am Wohnort im Zeitraum der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI) für die beiden Rekrutierungszeiten 1985/86/87 sowie 1990. (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. Die Fallzahlen für die Sterbefälle an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs sind in einzelnen Untergruppen sehr klein. Das schränkt die Interpretationsfähigkeit der Ergebnisse deutlich ein.

| | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|--|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Rekrutierung 1985/86/87 | | | | | | |
| Mortalität bis 2003 | | | | | | |
| Gesamtmortalität (n=207)³ | | | | | | |
| roh | 1,28 | (1,10-1,50) | 1,15 | (1,05-1,25) | 1,60 | (1,18-2,18) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,27 | (1,09-1,49) | 1,14 | (1,05-1,25) | 1,59 | (1,17-2,17) |
| Raucherstatus | 1,21 | (1,03-1,42) | 1,11 | (1,02-1,21) | 1,44 | (1,05-1,98) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,22 | (1,04-1,43) | 1,12 | (1,02-1,22) | 1,48 | (1,08-2,04) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,21 | (1,02-1,43) | 1,11 | (1,01-1,22) | 1,45 | (1,03-2,04) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=80)³ | | | | | | |
| roh | 1,67 | (1,07-2,24) | 1,34 | (1,14-1,57) | 2,64 | (1,51-4,63) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,65 | (1,25-2,19) | 1,32 | (1,13-1,55) | 2,61 | (1,48-4,61) |
| Raucherstatus | 1,61 | (1,21-2,14) | 1,30 | (1,11-1,53) | 2,44 | (1,38-4,32) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,58 | (1,19-2,09) | 1,29 | (1,10-1,51) | 2,49 | (1,39-4,44) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,62 | (1,17-2,25) | 1,31 | (1,09-1,57) | 2,57 | (1,32-5,00) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=71)³ | | | | | | |
| roh | 1,73 | (1,28-2,33) | 1,35 | (1,14-1,60) | 2,70 | (1,48-4,91) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,67 | (1,24-2,26) | 1,33 | (1,12-1,58) | 2,66 | (1,45-4,87) |
| Raucherstatus | 1,65 | (1,22-2,24) | 1,32 | (1,11-1,57) | 2,54 | (1,38-4,67) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,63 | (1,21-2,21) | 1,32 | (1,11-1,56) | 2,67 | (1,44-4,94) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,59 | (1,13-2,23) | 1,29 | (1,07-1,57) | 2,49 | (1,24-5,00) |

| | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|--------------------|-----------------|-------------|------------------|--------------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=9)³ | | | | | | |
| roh | 1,49 | (0,67-3,31) | 1,26 | (0,80-1,97) | 2,33 | (0,46-11,8) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,52 | (0,69-3,36) | 1,27 | (0,81-1,99) | 2,39 | (0,47-12,1) |
| Raucherstatus | 1,34 | (0,60-3,02) | 1,18 | (0,75-1,87) | 1,87 | (0,37-9,57) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,15 | (0,50-2,68) | 1,08 | (0,67-1,74) | 1,34 | (0,24-7,6) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,86 | (0,60-5,74) | 1,41 | (0,74-2,68) | 2,91 | (0,30-28,3) |
| Krebs Todesfälle (n=91) | | | | | | |
| roh | 1,12 | (0,89-1,40) | 1,06 | (0,94-1,20) | 1,24 | (0,80-1,92) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,12 | (0,90-1,41) | 1,06 | (0,94-1,21) | 1,25 | (0,80-1,93) |
| Raucherstatus | 1,04 | (0,83-1,31) | 1,02 | (0,90-1,16) | 1,08 | (0,69-1,69) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,07 | (0,85-1,35) | 1,04 | (0,91-1,18) | 1,14 | (0,72-1,79) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,08 | (0,85-1,38) | 1,04 | (0,91-1,19) | 1,18 | (0,74-1,88) |
| Lungenkrebs Todesfälle (n=20)³ | | | | | | |
| roh | 1,60 | (0,93-2,75) | 1,32 | (0,97-1,80) | 3,24 | (1,00-10,5) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,59 | (0,93-2,73) | 1,32 | (0,97-1,80) | 3,22 | (0,99-10,5) |
| Raucherstatus | 1,31 | (0,76-2,25) | 1,18 | (0,87-1,61) | 2,20 | (0,68-7,10) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,25 | (0,72-2,17) | 1,15 | (0,84-1,58) | 1,97 | (0,59-6,57) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,25 | (0,72-2,17) | 1,15 | (0,84-1,58) | 2,00 | (0,60-6,65) |
| Rekrutierung 1990 Mortalität bis 2008 | | | | | | |
| Gesamtmortalität (n=322)³ | | | | | | |
| roh | 1,34 | (1,05-1,71) | 0,98 | (0,78-1,22) | 1,03 | (0,81-1,31) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,34 | (1,05-1,71) | 0,99 | (0,79-1,23) | 1,00 | (0,78-1,28) |
| Raucherstatus | 1,25 | (0,98-1,61) | 0,94 | (0,75-1,17) | 1,02 | (0,80-1,30) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,22 | (0,95-1,58) | 0,93 | (0,74-1,17) | 0,99 | (0,77-1,27) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,17 | (0,90-1,52) | 0,90 | (0,71-1,15) | 0,92 | (0,70-1,21) |
| Kardiopulmonale Mortalität (n=113)³ | | | | | | |
| roh | 1,67 | (1,07-2,61) | 0,84 | (0,58-1,23) | 0,94 | (0,63-1,40) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,63 | (1,05-2,55) | 0,87 | (0,59-1,27) | 0,90 | (0,59-1,36) |
| Raucherstatus | 1,53 | (0,97-2,41) | 0,80 | (0,55-1,18) | 0,90 | (0,60-1,34) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,50 | (0,95-2,37) | 0,82 | (0,56-1,21) | 0,85 | (0,56-1,30) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,38 | (0,86-2,22) | 0,86 | (0,57-1,30) | 0,81 | (0,51-1,27) |
| Kardiovaskuläre Mortalität (n=92)³ | | | | | | |
| roh | 1,65 | (1,01-2,70) | 0,91 | (0,60-1,38) | 0,90 | (0,58-1,40) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,61 | (0,98-2,63) | 0,95 | (0,62-1,45) | 0,87 | (0,55-1,37) |
| Raucherstatus | 1,53 | (0,93-2,52) | 0,88 | (0,57-1,33) | 0,87 | (0,56-1,36) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,52 | (0,92-2,52) | 0,90 | (0,59-1,37) | 0,82 | (0,52-1,30) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,51 | (0,89-2,58) | 0,90 | (0,58-1,41) | 0,78 | (0,48-1,28) |

| | NO ₂ | | SO ₂ | | PM ₁₀ | |
|---|-----------------|-------------|-----------------|-------------|------------------|-------------|
| | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) | RR ² | (95% KI) |
| Atemwegserkrankungen Todesfälle (n=21)³ | | | | | | |
| roh | 1,80 | (0,63-5,14) | 0,58 | (0,23-1,44) | 1,13 | (0,43-2,96) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,79 | (0,63-5,08) | 0,58 | (0,23-1,43) | 1,04 | (0,39-2,78) |
| Raucherstatus | 1,58 | (0,53-4,71) | 0,52 | (0,20-1,32) | 1,01 | (0,39-2,61) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 1,37 | (0,45-4,24) | 0,51 | (0,19-1,35) | 0,95 | (0,36-2,54) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 1,22 | (0,38-3,93) | 0,67 | (0,22-2,00) | 1,02 | (0,30-3,46) |
| Krebs Todesfälle (n=131)³ | | | | | | |
| roh | 1,12 | (0,78-1,61) | 1,06 | (0,75-1,49) | 1,09 | (0,74-1,60) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 1,14 | (0,79-1,63) | 1,05 | (0,74-1,48) | 1,06 | (0,71-1,57) |
| Raucherstatus | 1,05 | (0,73-1,52) | 1,00 | (0,70-1,41) | 1,10 | (0,75-1,61) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 0,97 | (0,66-1,40) | 0,95 | (0,67-1,35) | 1,02 | (0,69-1,51) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 0,95 | (0,65-1,38) | 0,88 | (0,61-1,28) | 0,90 | (0,59-1,37) |
| Lungenkrebs Todesfälle (n=14)³ | | | | | | |
| roh | 0,67 | (0,27-1,65) | 1,35 | (0,50-3,59) | 0,72 | (0,26-2,01) |
| adjustiert für | | | | | | |
| Schulbildung | 0,65 | (0,27-1,61) | 1,36 | (0,51-3,64) | 0,64 | (0,22-1,86) |
| Raucherstatus | 0,49 | (0,19-1,27) | 1,23 | (0,44-3,45) | 0,77 | (0,28-2,11) |
| Raucherstatus und Schulbildung | 0,39 | (0,15-1,04) | 1,17 | (0,41-3,34) | 0,64 | (0,22-1,84) |
| Raucherstatus, Schulbildung, Bronchialasthma, Hypertonie | 0,41 | (0,14-1,20) | 0,92 | (0,31-2,75) | 0,51 | (0,14-1,90) |

¹ Der Interquartilsabstand wurde für die Luftschadstoffwerte mit imputierten Werten berechnet (N = 4752) und für die Jahresmittelwerte von „NO₂“, „SO₂“ und „PM₁₀“ auf 16 µg/m³, 10 µg/m³ und 7 µg/m³ gerundet.

² Für Herne ab 2004 nur Vitalstatus von verstorbenen Studienteilnehmerinnen bekannt; für Frauen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurde eine Überlebenszeit bis zum 14.10.2008 zugrunde gelegt.

³ Anzahl Todesfälle

Für die beiden Rekrutierungsphasen ergeben sich deutliche Unterschiede in den Zusammenhängen zwischen Mortalität und Luftschadstoffexpositionen. Für die Gesamtmortalität, sowie die kardiopulmonale und kardiovaskuläre Mortalität sind statistisch signifikante Zusammenhänge mit allen Luftschadstoffen für die Frauen nachweisbar, die vor dem Jahre 1990 in die Studie einbezogen wurden (Tabelle 23). Die Teilkohorte der Frauen, die später, also im Jahre 1990, rekrutiert wurden, zeigt nach Adjustierung für keinen der drei untersuchten Luftschadstoffe statistisch signifikante Zusammenhänge.

Die Unterschiede in den Sterberisiken wegen Lungenkrebs und Atemwegserkrankungen zwischen den beiden Rekrutierungsperioden wurden der Vollständigkeit wegen angegeben, sind aber wegen der sehr kleinen Fallzahlen sinnvoller Weise nicht zu interpretieren.

5 DISKUSSION

5.1 Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse

Ziel der Staubkohorte in Nordrhein-Westfalen ist es, den Zusammenhang zwischen der Gesamtsterblichkeit und der Todesursachen-spezifischen Mortalität speziell für kardiopulmonale und kardiovaskulären Erkrankungen, Erkrankungen der Atemwege sowie Lungenkrebs einerseits und der Exposition gegenüber Feinstaub (PM₁₀) und der Berücksichtigung anderer Luftschadstoffe wie NO₂ und SO₂ andererseits an einer Kohorte älterer Frauen zu untersuchen. Zur Abschätzung der Exposition der Studienteilnehmerinnen wurden die Daten je einer TEMES-Messstation pro Untersuchungs-ort verwendet. Darüber hinaus wurden Daten aus geographischen Informationssystemen zur Verkehrsnähe der Wohnadresse der Frauen berücksichtigt. Der vorliegende Abschlussbericht fasst die wesentlichen Ergebnisse dieser Langzeitbeobachtung mit einer medianen Follow Up Zeit von 18 Jahren zusammen. Die lange Follow Up Zeit gestattet erstmals Todesursachen einzubeziehen, die eine lange Latenzzeit haben, wie z. B. Lungenkrebs. Der ausführliche Bericht der ersten Beobachtungsphase kann auf der Homepage des LANUV NRW heruntergeladen werden: www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/fachberichte/fachb07/fb07_start.htm .

Mit kürzerem Abstand zwischen Wohnadresse und verkehrsreichen Straßen nahmen die Gesamtsterblichkeit und die Sterblichkeit an kardiopulmonalen und kardiovaskulären Todesursachen, sowie an Atemwegserkrankungen statistisch signifikant zu. Die Gesamtmortalität und die kardiopulmonale und kardiovaskuläre Sterblichkeit waren statistisch signifikant mit der Konzentration von PM₁₀, SO₂ und NO₂ am Wohnort zum Zeitpunkt der Rekrutierung der Studienteilnehmerinnen assoziiert. Die Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen war für Exposition mit NO₂, SO₂ und für die PM₁₀-Exposition tendenziell höher, aber nicht statistisch signifikant. Die Lungenkrebsmortalität war statistisch signifikant erhöht, wenn die Frauen an ihrer Wohnadresse mit PM₁₀ oder SO₂ exponiert waren und für Exposition mit NO₂ tendenziell erhöht. Die Analyse zeigt deutliche Zusammenhänge zwischen Verkehrsbelastung und verkehrsabhängigen Schadstoffen einerseits und der Sterblichkeit an Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs andererseits. Hierdurch bestätigt sich erneut der Einfluss der Partikelbelastung. Der Zusammenhang mit SO₂ und NO₂ dürfte auf die enge Korrelation mit PM₁₀ zurückzuführen sein,

da die SO₂-Konzentrationen mittlerweile für gesundheitliche Effekte viel zu niedrig sind und NO₂ toxikologisch keinen Einfluss auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen zeigt. Aus der Studie folgt, dass weiterhin erhebliche Anstrengungen zur Reduktion der PM₁₀-Belastung durch den Straßenverkehr erforderlich sind.

In diesem Zusammenhang wird diskutiert, ob die Einführung von Umweltzonen einen Schutz der Gesundheit vor den Gefahren verkehrsabhängiger Luftschadstoffe darstellt (Wichmann 2004, 2008, Cyrus et al. 2009). Die Einführung einer Umweltzone in München zeigte in einer ersten Bilanz eine Abnahme der relativen Feinstaubbelastung, die insbesondere an den verkehrsnahen Standorten deutlich ist (Cyrus et al. 2009). Die Reduktion von PM₁₀ ist niedrig. Die Autoren schlussfolgern, dass durch die Einführung der Umweltzone gerade die gesundheitsrelevanten Komponenten des Feinstaubes, die aus der Verbrennung in Kfz-Motoren - speziell Dieselmotoren - stammen, reduziert werden. Diese Einschätzung wird durch einen Übersichtsartikel von Wichmann (2008) gestützt.

5.2 Vergleiche mit Ergebnissen anderer Kohortenstudien

Gesamtsterblichkeit

Die Ergebnisse dieser Kohortenstudie zur Gesamtsterblichkeit und PM₁₀ sind konsistent mit fünf anderen Kohortenstudien, welche allerdings meist PM_{2.5} als Exposition untersucht haben (siehe Übersichten in Chen et al. 2008, Pelucchi et al. 2009, Dockery 1993, Laden et al. 2006, Cao et al. 2011, Katanoda et al. 2011). Diese Studie fand positive Effektschätzer für PM₁₀ auf die Gesamtsterblichkeit und unterstreicht damit die gesundheitlich nachteiligen Wirkungen von PM₁₀ Feinstaub. Zwei der insgesamt fünf Kohortenstudien, die gleichfalls Effekte der Exposition mit PM₁₀ Feinstaub auf die Gesamtmortalität analysiert haben, fanden keine statistisch signifikant erhöhten Risiken. Die Assoziation zwischen NO₂ Exposition und Gesamtsterblichkeit bestätigen die bereits publizierten Ergebnisse dieser Studie mit der verkürzten Beobachtungszeit von etwa 13 Jahren (Gehring et al. 2006). Im Hinblick auf die Effekte für NO₂ zeigt die vorliegende Studie wie auch die jüngst veröffentlichte Studie in China (Cao et al. 2011) konsistent erhöhte Risiken, während andere-Studien keine statistisch signifikant erhöhten Risiken fanden (Chen et al. 2008, Yorifuji et al. 2010). Die wenigen Kohortenstudien, die Effekte einer Exposition

mit SO₂ auf die Gesamtsterblichkeit untersuchten, fanden gleichfalls erhöhte Sterberisiken für eine erhöhte Exposition (Chen et al. 2008, Cao et al. 2011). Unter den drei Studien, die die Distanz zwischen Wohnadresse und verkehrsreichen Straßen als ein Expositionssurrogat herangezogen haben, ergaben sich inkonsistente Ergebnisse. Während die vorliegende Studie mit dem verkürzten Follow Up und eine Studie in den Niederlanden erhöhte Risiken für jene Probanden fanden, die im 50 m Abstand an verkehrsreichen Straßen wohnten (Gehring et al. 2006, Beelen et al. 2008), war in einer amerikanischen Studie ein solcher Zusammenhang nicht nachweisbar (Jerrett et al. 2005).

Kardiopulmonale Sterblichkeit

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen PM₁₀ Exposition und kardiopulmonalen Todesursache wurde durch mehrere Kohortenstudien bestätigt (Beelen et al. 2008, Laden et al. 2006, Filleul et al. 2005, Finkelstein et al. 2003, Jerrett et al. 2005, Pope et al. 1995, 2002, Cao et al. 2011), wie auch durch die Ergebnisse dieser Studie mit dem verkürzten Follow Up (Gehring et al. 2006). Dagegen war der über verschiedene Kohorten zusammengefasste Effektschätzer für NO₂ und kardiopulmonale Todesursachen auf der Grundlage von bis zum Jahre 2007 publizierter Daten zwar nicht erhöht (Chen et al. 2008). Allerdings zeigen Ergebnisse einer großen Studie, die erst kürzlich veröffentlicht wurde, ein erhöhtes Risiko für eine NO₂ Exposition im Hinblick auf die kardiopulmonale Mortalität (adjustiertes Hazard Ratio 1,16, 95% KI 1,06 – 1,26) (Yorifuji et al. 2010). Zusätzlich zu diesen neueren Ergebnissen gibt es Hinweise auf eine erhöhte kardiopulmonale Mortalität, wenn die Probanden nahe an verkehrsreichen Straßen leben (Gehring et al. 2006, Jerrett et al. 2005).

Kardiovaskuläre Sterblichkeit

Das systematische Review von Chen et al. (2008) fasst die Ergebnisse zu PM Expositionen und der kardiovaskulären Mortalität wie folgt zusammen. Fünf der insgesamt sechs Kohorten zeigen eine positive Assoziation mit PM_{2.5} (gemeinsame Risikoschätzer: RR 1,06 (95% KI 1,03-1,10) mit einer geringen Heterogenität. Eine jüngst publizierte Studie zeigte gleichfalls statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen PM_{2.5} und der Mortalität an Ischämischer Herzkrankheit (Ostro et al. 2010). Dagegen zeigte die holländische Kohorte keine statistisch signifikant erhöhten

Risiken für $PM_{2.5}$ -Expositionen und die kardiovaskuläre Mortalität (Beelen et al. 2008). Der Zusammenhang zwischen PM_{10} und der kardiovaskulären Mortalität ist weniger konsistent. Zwei der vier Kohortenstudien fanden statistisch signifikante Assoziationen zwischen PM_{10} oder TSP Expositionen und der kardiovaskulären Mortalität (Chen et al. 2008, Cao et al. 2011). Bei der Bewertung der PM-Effekte ist allerdings zu berücksichtigen, dass die $PM_{2.5}$ -Konzentrationen die gesundheitlich relevanten sind.

Erhöhte Risiken wurden auch in Abhängigkeit von dem Abstand zwischen Wohnadresse und stark befahrenen Straßen berichtet (Beelen et al. 2008, Finkelstein et al. 2005, Gan et al. 2010). Ergänzend dazu zeigte eine Studie in Kanada, dass die Sterberisiken für eine koronare Herzkrankheit sanken, wenn die Probanden entfernt von stark befahrenen Straßen verzogen sind (Gau et al. 2010).

Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen

Insgesamt wurden Ergebnisse zu möglichen Langzeiteffekten von Expositionen mit Luftschadstoffen wie NO_2 , SO_2 und PM_{10} von insgesamt einer amerikanischen Studie (Abbey et al. 1999) sowie jeweils einer Studie aus den Niederlanden (Beelen et al. 2008) und Norwegen (Nafstad et al. 2003) sowie China (Cao et al. 2011) und Japan (Katanoda et al. 2011) bislang publiziert. Drei weitere U.S. amerikanische Studien und jeweils eine niederländische, chinesische und japanische Studie veröffentlichten Effekte auf die Atemwegsmortalität für $PM_{2.5}$ Exposition bzw. Grobstaub (Laden et al. 2006, McDonnell et al. 2000, Pope et al. 2002, Beelen et al. 2008, Cao et al. 2011, Katanoda et al. 2011).

Analog zur Feinstaub-Kohortenstudie Frauen in NRW berichtet auch die AHSMOG Studie, die den Zusammenhang zwischen PM_{10} Exposition und Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen analysiert hat (Abbey et al. 1999) von keinem statistisch signifikanten Zusammenhang. Möglicherweise war auch in dieser Studie die Power nicht ausreichend um geringfügig erhöhte Risiken als statistisch signifikant nachzuweisen. Auch die Einbeziehung der weiteren vier Kohortenstudien, die über den Zusammenhang zwischen $PM_{2.5}$ Exposition und Atemwegsmortalität berichteten (Beelen et al. 2008, Laden et al. 2006, McDonnell et al. 2000, Pope et al. 2004) lässt den Zusammenhang zwischen PM-Exposition und Atemwegsmortalität nicht klarer

zusammenfassen, weil die gepoolten Effektschätzer zwar ein erhöhtes Risiko für die Atemwegsmortalität zeigen, dieses Risiko aber nicht statistisch signifikant ist (vgl. Chen et al. 2008).

Für NO₂ ergaben sich statistisch signifikante Effekte auf die Atemwegsmortalität in der niederländischen und japanischen Studie (Beelen et al. 2008), aber keine statistisch signifikanten Effekte für die amerikanische und die chinesischen Studien (Abbey et al. 1999, Cao et al. 2011). Wegen der regionalen Nähe des niederländischen und des deutschen Studiengebietes und ähnlicher Quellen für NO₂ sind die erhöhten Sterberisiken in diesen beiden Studien plausibel, auch wenn signifikante Unterschiede in der Feinstaub-Kohortenstudie NRW wegen der geringen Fallzahlen nicht nachgewiesen werden konnten.

Für SO₂ hat nur die chinesische Kohortenstudie erhöhte Sterberisiken an Atemwegserkrankungen gezeigt (Cao et al. 2011) aber keine der amerikanischen oder europäischen Kohorten (Abbey et al. 1999, Beelen et al. 2008, Nafstad et al. 2003). Über die Gründe der Inkonsistenz zwischen den Studien kann man nur spekulieren. Die Konzentrationen von Schwefeldioxid sind in der vorliegenden Studie etwa doppelt so hoch und in der chinesischen Studie etwa viermal so hoch wie die Konzentrationen der anderen Studien, die Effekte auf die Atemwegsmortalität untersucht haben. Das trifft auch auf die niederländische Studie von Beelen et al. (2008) zu, obgleich beide Studienregionen nahe beieinander liegen. Neben der Höhe der SO₂-Konzentrationen könnten auch die industriellen Quellen der SO₂-Immissionen im Ruhrgebiet der 1980er Jahre von Bedeutung sein. SO₂ könnte in diesem Kontext als Surrogat für diverse Emissionen interpretiert werden.

Lungenkrebssterblichkeit

Die meisten Kohortenstudien zu Langzeiteffekten von Schwebstaub in der Außenluft auf die Lungenkrebsmortalität fokussieren auf PM_{2,5} (Chen et al. 2008, Laden et al. 2006, Katanoda et al. 2011). Die vier Kohortenstudien, die PM₁₀ bzw. TSP als Expositionsgröße verwendet hatten, fanden positive Assoziationen mit der Lungenkrebsmortalität (Abbey et al. 1999, Naess et al. 2007, Laden et al. 2006, Cao et al. 2011), allerdings waren die Effekte nicht in jeder dieser Kohorten als statistisch signifikant nachzuweisen. Dagegen war der zusammengefasste Effektschätzer aus

Studien, die bis zum Jahre 2007 für PM_{2.5} publiziert wurden, statistisch signifikant erhöht und zeigte wenig Heterogenität zwischen den Kohorten (Chen et al. 2008). Die vorliegende Studie trägt wesentlich dazu bei, den Effekt von PM₁₀ Feinstaub auf die Lungenkrebsmortalität zu quantifizieren und stimmt gut überein mit den berichteten Effekten für PM_{2.5} Expositionen. Toxikologisch ist davon auszugehen, dass der Dieselruß im verkehrsnahen PM₁₀ Feinstaub für diese Lungenkrebs-erkrankungen verantwortlich ist. Der Induktion von Lungenkrebs durch Dieselmotor-emissionen ist tierexperimentell und durch zahlreiche berufsepidemiologische Studien belegt (siehe Übersicht in MAK 2008). Die in unserer Studie und der chinesischen Studie von Cao et al. (2011) gefundene Assoziation zwischen SO₂ und Lungenkrebs dürfte formaler Natur sein und auf die enge Korrelation zwischen Schwefeldioxid und PM₁₀ zurückzuführen sein. SO₂ ist kein Kanzerogen und kann somit keinen Lungenkrebs auslösen. Das gleiche gilt für NO₂.

Zusammenfassend ergeben sich aus unserer Studie zusätzliche Argumente dafür, dass Langzeitexpositionen mit PM₁₀, SO₂ und NO₂ als Surrogate für eine Exposition mit einem Luftschadstoffmix, der primär aus dem Straßenverkehr entstammt, zusammen mit Abstandsmaßen zu stark befahrenen Straßen die Gesamtsterblichkeit, die kardiopulmonale und kardiovaskuläre Sterblichkeit, die Atemwegsmortalität und die Lungenkrebssterblichkeit erhöhen. Bei Berücksichtigung toxikologischer Kenntnisse und der umfangreichen epidemiologischen Literatur ist die Bedeutung von PM₁₀ Feinstaub für die beobachteten Zusammenhänge als dominierend anzusehen.

Wegen der langen Beobachtungszeit von über 18 Jahren können durch die vorliegende Studie Mortalitätsrisiken für Todesursachen mit einer sehr langen Latenzzeit wie z. B. Lungenkrebs quantifiziert werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind überwiegend konsistent mit den wenigen anderen Langzeitstudien zu Luftschadstoffwirkungen auf die Mortalität bei Erwachsenen, obwohl diese Studien deutliche Unterschiede im Studiendesign, in der Studienpopulation, in den Quellen der einbezogenen Luftschadstoffe, in der Abschätzung der Exposition und in den klimatischen Bedingungen aufwiesen. Insofern spricht die Übereinstimmung unserer Ergebnisse mit denen anderer Kohortenstudien eingedenk der zahlreichen methodologischer Unterschiede für die Robustheit der Assoziationen zwischen Außenluftschadstoffen und Sterblichkeit.

5.3 Biologische Mechanismen

Die möglicherweise zugrunde liegenden Mechanismen für Langzeiteffekte von Feinstaub und NO₂ im Hinblick auf die Sterblichkeit wurden insbesondere für die Sterblichkeit an kardiovaskulären Ursachen diskutiert (Brook et al. 2010, Peters 2009). Die Inhalation von Feinstaubpartikeln kann demnach zu oxidativem Stress und Entzündungserscheinungen in der Lunge führen und zu nachteiligen Veränderungen der kardialen Autonomiefunktionen im Zusammenhang mit einer Passage von sehr feinen und ultrafeinen Partikeln in den Blutstrom (Brook et al. 2010, Peters 2009, Knol et al. 2010). Die zugrunde liegenden biologischen Mechanismen für eine Assoziation zwischen Exposition mit Feinstaub und Lungenkrebs sind nicht abschließend geklärt. In diesem Zusammenhang wurde ein direkter genotoxischer Effekt von Feinstaub im Hinblick auf die Schädigung des Lungenepithels (Vineis et al. 2005, 2006) vorgeschlagen, und dass Partikel andere Schadstoffe wie polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe binden könnten, die wiederum Lungenkrebs durch die Bildung von DNA Addukten verursachen könnten. Es gibt keine biologischen Hinweise auf Effekte von SO₂ und NO₂ auf Krebs. Die SO₂-Konzentrationen sind in der vorliegenden Studie als zu niedrig einzuschätzen, um gesundheitliche Wirkungen zu verursachen. Sowohl SO₂ als auch NO₂ werden im Kontext möglicher biologischer Mechanismen stets als Surrogat für Luftschadstoffe verstanden ohne per se bei den vorliegenden Konzentrationen relevante Ursachen für eine erhöhte Sterblichkeit darzustellen.

5.4 Interpretation der Ergebnisse

Interpretation der Hauptergebnisse

Vor dem Hintergrund dieser potentiellen zugrunde liegenden Mechanismen interpretieren wir unsere Ergebnisse dahingehend, dass Langzeitexpositionen mit PM₁₀ die Mortalität erhöht. Das bezieht sich sowohl auf die Gesamtsterblichkeit als auch auf die Sterblichkeit wegen kardiopulmonaler Todesursachen und Lungenkrebs. Die Exposition mit NO₂ kann hier als Surrogat für einen Schadstoffmix erachtet werden, der seinen Ursprung in lokalen Straßenverkehrsemissionen hat und generell eng mit der Nähe zu stark befahrenen Strassen korreliert. Auch SO₂ kann in diesem Kontext verstanden werden als ein Surrogat für einen Schadstoffmix, der hoch mit Feinstaub korreliert ist. Die niedrigen Schwefeldioxid-Konzentrationen

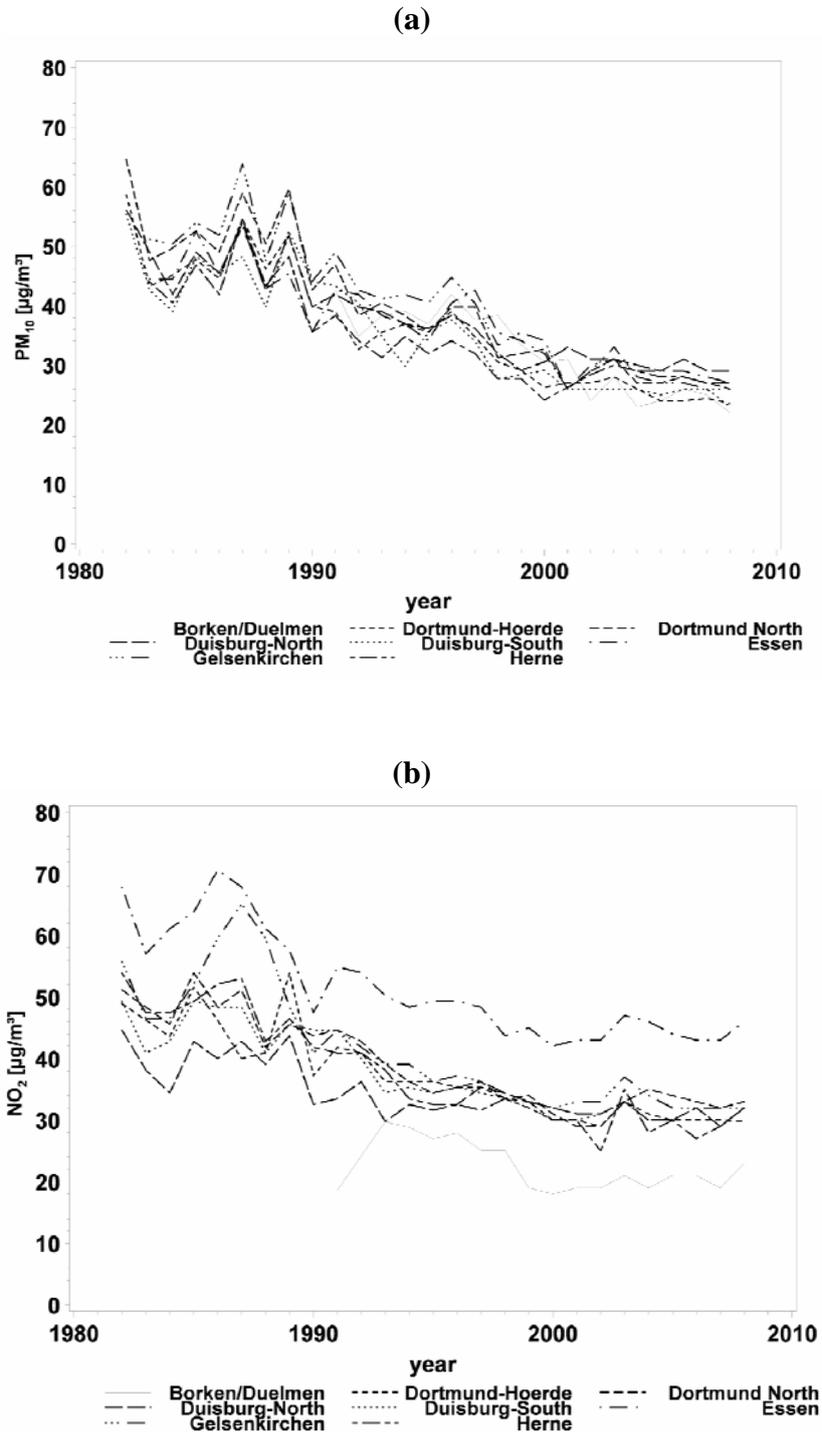
lassen zudem einen eigenständigen Wirkungsbeitrag als sehr unwahrscheinlich erscheinen. Die Korrelation zwischen den Jahresmittelwerten für PM₁₀ und NO₂ einerseits ($r = 0,5$) und PM₁₀ und SO₂ ($r=0.8$) ist moderat bis hoch und ist vermutlich die Ursache dafür, warum die Effektschätzer für PM₁₀ und SO₂ ähnlich sind. Toxikologisch sind Effekte von NO₂ weder für Herz-Kreislauf Erkrankungen noch für den Lungenkrebs möglich.

Viele Querschnittsstudien, einige Kohortenstudien und zahllose Panelstudien haben jedoch die Assoziation zwischen PM₁₀ Exposition, Atemwegssymptome und Atemwegsmorbidität inklusive Lungenfunktionseinschränkungen gezeigt.

Interpretation der Sensitivitätsanalysen

Vergleicht man die Sterblichkeitseffekte für die verlängerte follow-up Zeit mit denen bis zum Jahr 2003, die sich aus dem follow-up ergeben, so zeigen sich höhere Effektschätzer für die Gesamtmortalität (für NO₂: 1,17 vs 1,12; für SO₂: 1,07 vs 1,05, für PM₁₀: 1,19 vs 1,08) sowie für die kardiopulmonale Sterblichkeit (für NO₂: 1,50 vs 1,23; für SO₂: 1,17 vs 1,09; für PM₁₀: 1,38 vs 1,07). Dieses Ergebnis ist insofern überraschend, weil die Luftschadstoffkonzentrationen kontinuierlich abgenommen haben und sich zwischen den Untersuchungsregionen weiter angeglichen haben (vgl. Abbildung 8). Diese Ergebnisse deuten auf eine lange Latenzzeit von Mortalitätsrisiken in Abhängigkeit von Luftschadstoffexposition hin. Diese Interpretation wird auch gestützt durch den Vergleich der Frauengruppe, die während der 1980er Jahre rekrutiert wurden mit den Frauen, die nach 1990 in die Studie einbezogen wurden (vgl. Tabelle 23). Vermutlich ist der Rückgang der industriellen Emissionen dafür verantwortlich, dass für die nach 1990 rekrutierten Frauen keine nachteiligen Effekte der Exposition mit SO₂ und PM₁₀ (mehr) nachweisbar sind. Dagegen bleiben die Effekte des NO₂ als Surrogat für verkehrsabhängige Emissionen, auf die kardiopulmonale Mortalität überwiegend erhalten (Tabelle 23).

Abbildung 8: Jahresmittelwerte von a) PM₁₀ und b) NO₂ von 1982 bis 2008 nach Studienregion (Abbildung von Prof. Dr. U. Krämer, IUF).



Sozioökonomischer Status als Effektmodifikator der Luftschadstoffeffekte

Stratifizierte Analysen nach der Schulbildung zeigten insbesondere für PM₁₀ Expositionen niedrigerer Mortalitätseffekte für die besser ausgebildeten Frauen (vgl. Abb. 4). Diese mögliche Effektmodifikation zeigte sich auch bei ähnlichen Studien (Krewski et al. 2000, 2005, Heinrich et al. 2000). Die Hintergründe sind nicht ausreichend mit empirischen Daten belegt. Diskussionen werden hauptsächlich in zweierlei Richtung geführt: Die niedrigeren Mortalitätsrisiken bei den besser Ausgebildeten gehen einher mit einer leichteren Zugänglichkeit zur medizinischen Betreuung und/oder einer häufigeren Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen und einem vorteilhaften Gesundheitsverhalten (Heinrich et al. 2000). In diesem Kontext wird häufig auch auf die schwer messbare „gesunde“ Ernährung verwiesen (Heinrich et al. 2000), die nicht gleich verteilt ist über sozio-ökonomische Gruppen. Möglicherweise spielen auch höhere Schadstoffexpositionen am Arbeitsplatz bei den schlechter Ausgebildeten eine Rolle.

Luftschadstoffeffekte und Wohnen in Straßennähe

Die vorliegende Studie zeigte höhere Schadstoffeffekte für jene Frauen, die weiter entfernt von verkehrsreichen Straßen wohnten im Vergleich zu den Frauen, die nahe an stark befahrenen Straßen wohnten (vgl. Abb. 8). Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Emissionen des Straßenverkehrs eine wesentliche Quelle der Exposition darstellen. Vermutlich ist die Exposition mit verkehrsabhängigen Schadstoffen durch das Wohnen an stark befahrenen Straßen so hoch, dass Unterschiede in der Hintergrundbelastung, wie sie durch die Monitoring-Stationen abgebildet werden, kaum eine Rolle spielen. Auf diesem Hintergrund werden die in Abb. 8 dargestellten Ergebnisse als plausibel eingeschätzt.

Statistische Unsicherheiten bei kleinen Fallzahlen

Der vorliegende Bericht ergänzt die Effektschätzer mit einem 95% Konfidenzintervall, um die Präzision der statistischen Schätzungen deutlich zu machen. Einige stratifizierte Analysen – insbesondere für weniger häufige Todesursachen – führen zu einer Zellenbesetzung von unter 50 Probanden. In diesen Fällen sind die Effektschätzer mit einer höheren Unsicherheit behaftet. Das kann dazu führen, dass Effekte als deutlich zu hoch geschätzt werden. Die kleinen Fallzahlen können auch dazu führen, dass zahlenmäßig erhöhte Risiken nicht als statistisch signifikant nachzuweisen sind. Eine sachgerechte Beurteilung von Risikoschätzern schließt

stets die Berücksichtigung des Konfidenzintervalls als Maß für die Präzision bzw. die Unsicherheit ein. Auf diesem Hintergrund sind die Effektschätzer von Todesursachen an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs mit insgesamt 35 bzw. 41 Verstorbenen mit Vorsicht zu bewerten. Stratifizierte Analysen sind für diese Todesursachengruppen nur bedingt aussagefähig.

5.5 Stärken und Grenzen der vorliegenden Studie

Die vorliegende Studie hat zahlreiche Stärken, allerdings auch einige Schwächen, die sorgfältig zu diskutieren sind bevor weitreichende Schlussfolgerungen gezogen werden.

Die Einschränkung der Studienpopulation auf deutsche Frauen ohne Migrationshintergrund hat unseres Erachtens verschiedene positive Aspekte. Frauen – im Vergleich zu Männern – sind weniger exponiert mit Schadstoffen am Arbeitsplatz, und das Rauchen war nicht weit verbreitet bei diesen Frauen der Geburtskohorte 1920-1930. Des Weiteren waren die Frauen in dieser Altersgruppe überwiegend nie bzw. zum Zeitpunkt der Rekrutierung nicht mehr berufstätig. Demzufolge sind die Sterblichkeitseffekte in Folge von Außenluftschadstoffexpositionen in geringerem Maße verwässert durch Expositionen mit Luftschadstoffen in anderen Mikroumgebungen wie dem beruflichen Umfeld bzw. der Exposition am Arbeitsplatz. Eine weitere Stärke dieser Untersuchung soll besonders herausgestellt werden: Das ist die geringe Mobilität dieser Frauenkohorte. Von allen 4752 Frauen, die in diese Studie einbezogen worden sind, lebten 92,2% während des gesamten Beobachtungszeitraumes in der gleichen Kommune. Über 90% dieser Frauen lebten bereits länger als 5 Jahre in dieser Kommune zum Zeitpunkt der Rekrutierung. Deshalb erachten wir unsere Expositionsschätzung auf der Grundlage der Wohnadresse zum Zeitpunkt der Rekrutierung als ausreichend valide. Dennoch zeigten Sensitivitätsanalysen für jene Frauen, die nicht verzogen sind, überwiegend höhere Effektschätzer (vgl. Tabelle 16). Auf der anderen Seite muss auch in Betracht gezogen werden, dass die Beschränkung dieser Langzeitkohorte auf Frauen den Nachteil mit sich bringt, dass die Studienergebnisse nicht auf Männer übertragbar sind.

Während der Beobachtungszeit von 18 Jahren hat sich die Luftschadstoffqualität in dem Studiengebiet generell deutlich verbessert (vgl. Abbildung 8). Diese

Verbesserung ist im Wesentlichen die Folge der Luftreinhaltepläne mit einer deutlichen Senkung der industriellen Emissionen. Allerdings haben sich die Emissionen des Straßenverkehrs nicht in gleicher Weise reduziert, sondern deutlich verändert im Hinblick auf die Zusammensetzung der Verkehrsflotte mit mehr Dieselfahrzeugen, und einem geringeren Schadstoffausstoß durch Implementierung moderner Technologien bei gleichzeitiger Zunahme der zugelassenen Kraftfahrzeuge. Schließlich sind auch verkehrsregulatorische Maßnahmen in diesem Kontext zu bedenken. Mehrheitlich sind diese zeitlichen Veränderungen in den Quellen von Luftschadstoffemissionen und die Höhe der Emissionen komplex und schwierig zu quantifizieren. Unsere Strategie zur Erfassung der Emissionen, die Außenluftschadstoffkonzentrationen im Wohnumfeld der Frauen zum Zeitpunkt der Rekrutierung heranzuziehen, ist demzufolge vor dem Hintergrund zu interpretieren, dass nachteilige gesundheitliche Effekte insbesondere im Hinblick auf Erkrankungen mit einer langen Latenzzeit analysiert werden sollen. Unsere Ergebnisse weisen ferner darauf hin, dass die Verbesserung der Luftqualität offensichtlich vorausgegangene Expositionen mit hohen Schadstoffkonzentrationen nicht komplett kompensieren kann. Einige Besonderheiten im Studiendesign erschweren die differenzierte Beurteilung von Effekten, die sich aus der Verbesserung der lufthygienischen Situation ergeben haben. Die Rekrutierung dieser Frauenkohorte erfolgt über ein Jahrzehnt hinweg. Während dieses zehnjährigen Zeitraumes haben sich die Luftschadstoffkonzentrationen in Folge von Luftreinhaltemaßnahmen und weiteren zeitlichen Veränderungen deutlich verbessert. Dieser lange primäre Rekrutierungszeitraum erschwert es, Kohorteneffekte von Periodeneffekten isoliert darzustellen.

Wir haben Sensitivitätsanalysen für die frühe Rekrutierungsperiode (1985-87) und eine spätere Rekrutierungsperiode (1990) durchgeführt (vgl. Tabelle 23). Diese beiden Rekrutierungsperioden fallen in einen Zeitraum markanter Verbesserungen der lufthygienischen Situation im Untersuchungsgebiet. Mit Ausnahme der Assoziation zwischen NO_2 und kardiopulmonaler Mortalität zeigten sich für die Rekrutierungsperiode 1990 generell keine statistisch signifikanten Zusammenhänge zwischen den drei analysierten Schadstoffen und der Gesamt-, der kardiopulmonalen und kardiovaskulären Mortalität mehr. Wir interpretieren dieses Ergebnis in zweierlei Hinsicht: Erstens haben sich die SO_2 und PM_{10} -Konzentrationen in der zweiten Hälfte

der 1980er Jahre im gesamten Studiengebiet infolge der Luftreinhalteplanung deutlich reduziert. Die regionalen Unterschiede in diesen Luftschadstoffkonzentrationen sind nun nicht mehr groß genug, um Mortalitätseffekte für SO₂ und PM₁₀ hervorzurufen. Zweitens gestalten sich die Sterblichkeitseffekte für NO₂ für die beiden Rekrutierungsperioden anders als für SO₂ und PM₁₀. NO₂ wird überwiegend als Surrogat für verkehrsabhängige Schadstoffe interpretiert. Trotz veränderter Technologien der Motorverbrennung, Partikelfilter und verkehrsregulatorischer Maßnahmen haben die NO₂-Konzentrationen weniger stark abgenommen als SO₂ und PM₁₀. Der motorisierte Straßenverkehr als wesentliche Quelle der NO₂-Immission bleibt weitestgehend bestehen. Infolge dessen stellen sich auch für die zweite Rekrutierungsperiode (1990) erhöhte Effekte für den Zusammenhang zwischen NO₂ und der kardiopulmonalen Mortalität dar.

Wir erachten ferner unser Expositionsszenario, welches die Exposition mit Luftschadstoffen im städtischen Hintergrund kombiniert mit Luftschadstoffexpositionen aus dem lokalen Straßenverkehr als eine besondere Stärke dieser Studie.

5.6 Expositionsszenarien

Den hier vorgelegten Ergebnissen liegen jene Expositionsszenarien zugrunde, die bereits von Gehring et al. (2006) publiziert worden sind. Gehring et al. haben zwei Expositionsszenarien angewandt:

Eine Distanz zwischen Wohnadresse zum Zeitpunkt der Ersterhebung und stark befahrenen Straßen in einer Größe von weniger als 50 m im Vergleich zu einer Distanz von > 50 m als Surrogatvariable zur Expositionsschätzung mit verkehrsabhängigen Schadstoffen wie Feinstaub, Dieselruß und NO₂, und zweitens 1 bzw. 5 Jahresmittelwerte der im Vergleich zur Wohnadresse zur Basiserhebung am nächsten gelegenen TEMES Messstation. Da es für die Region Dülmen keine TEMES Messstation gibt, wurden die Daten der Messstation Borken für Dülmen benutzt. Diese beiden Expositionsszenarien ignorieren die Tatsache, dass einige wenige Kohortenmitglieder während des Follow-up Zeitraumes umgezogen sind. Allerdings ist auch in der Follow-up Periode 2004-2008 grundsätzlich die gleiche Tendenz zu beobachten wie in der ersten Follow-up Periode: Frauen in diesem Alter

in Nordrhein-Westfalen haben offensichtlich eine sehr geringe Mobilität, und weniger als 25% der Frauen sind während des gesamten Follow-up Zeitraumes jemals umgezogen - die meisten hiervon innerhalb desselben Ortes. Ungeachtet dessen wurden zusätzlich detaillierte Analysen und Sensitivitätsbetrachtungen angestellt, bei denen nur jene Frauen in die Analysen einbezogen wurden, die während des Beobachtungszeitraums nicht umgezogen sind und deren Exposition gegenüber Luftschadstoffen besser beschrieben werden kann. Diese Analysen zeigen überwiegend stärkere Effekte für den Zusammenhang mit der Exposition. Eine weitere Möglichkeit wäre es, nur die Studienteilnehmerinnen zu betrachten, die lebenslang unter der gleichen Wohnadresse wohnen oder dort schon längere Zeit vor der Basisuntersuchung wohnten. Im Durchschnitt spiegelt diese Wohnadresse zur Ersterhebung die Exposition gegenüber Luftschadstoffen während des gesamten Follow-up Zeitraums aber adäquat wider. Bei der Expositionsschätzung durch die Distanz zwischen Wohnadresse und stark befahrenen Straßen wurde analog zu Gehring et al. (2006) bislang nur eine dichotome Kategorisierung vorgenommen. Durch das höhere Fallaufkommen war es nun auch möglich, unterschiedliche Abstandskategorien zu stark befahrenen Straßen in ein erweitertes Expositionsszenario aufzunehmen. Dies erlaubte, Gradienten unterschiedlicher Expositionen im Hinblick auf Sterberisiken zu analysieren. Für eine stratifizierte Analyse nach der Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße, waren allerdings die Fallzahlen überwiegend zu klein.

Für diese Frauenkohorte wurde eine Anzahl von industriellen und weniger industrialisierten Orten des Ruhrgebietes und angrenzender Regionen ausgewählt. Diese Orte wurden deswegen einbezogen, um einen großen regionalen Kontrast in den Außenluftschadstoffkonzentrationen zu haben. Eine mögliche Limitierung dieses Studiendesigns besteht darin, dass sich Frauen von industriell geprägten Regionen unterscheiden von Frauen, die in weniger industrialisierten Orten leben. Diese Unterschiede beschränken sich möglicherweise nicht auf die Exposition mit Luftschadstoffen, sondern könnten sich auch im Hinblick auf Unterschiede in den sozioökonomischen und allgemeinen Lebensstilfaktoren ausdrücken, die assoziiert sind mit der Sterblichkeit. Die potenziell relevanten sozioökonomischen Faktoren wurden jedoch im Rahmen der Basisuntersuchung erhoben. So konnten die berichteten Luftschadstoffeffekte sehr sorgfältig für sozioökonomische Faktoren wie im Bildungsgrad der Frauen und auch für berufliche Expositionen adjustiert werden. Des Weiteren wurde sehr sorg-

fällig für die Exposition mit Tabakrauch durch aktives Rauchen aber auch Passivrauchen adjustiert. Allerdings liegen keine detaillierten Informationen zu weiteren Lebensstilfaktoren vor wie der Ernährung. Deswegen können wir nicht mit Sicherheit ausschließen, dass unsere Ergebnisse durch residual confounding beeinflusst worden sind.

Frauen mit Asthma, chronischer Bronchitis und Bluthochdruck zum Zeitpunkt der Rekrutierung hatten ein höheres Mortalitätsrisiko. Möglicherweise wären auch für andere chronische Erkrankungen zum Zeitpunkt der Rekrutierung erhöhte Mortalitätsrisiken nachweisbar gewesen. Allerdings liegen keine weitergehenden Informationen zu weiteren chronischen Erkrankungen vor. Ungeachtet erachten wir eine mögliche Verzerrung unserer Studienergebnisse zu Luftschadstoffwirkungen durch diese fehlenden Informationen als unbedeutend, weil alle Adjustierungen der Luftschadstoffeffekte bereits für Asthma, chronische Bronchitis und Bluthochdruck den Effektschätzer für die Luftschadstoffwirkung kaum beeinflussen.

Eine weitere mögliche Verzerrung unserer Studienergebnisse könnte sich aus einer selektiven Teilnahme nicht erkrankter Frauen ergeben. Informationen darüber, dass die Teilnahme an dem primären Survey differenziell verschieden ist im Hinblick auf das Auftreten chronischer Erkrankungen zwischen den einzelnen Studienregionen liegen nicht vor. Die zugrunde liegende Hypothese wäre in diesem Fall, dass Erkrankungen zum Zeitpunkt der Rekrutierung die Assoziation zwischen Mortalität und Luftschadstoffexposition kurz- bis mittelfristig beeinflussen können.

5.7 Fehlende Informationen zum Vitalstatus und zu den Todesursachen

Im Vergleich zu dem vorhergehenden Follow-up bis zum Jahre 2003 ist die Erhebung des Vitalstatus und auch die Erhebung der Todesursachen weniger vollständig. Das hat etwas mit wiederholten Umzügen zu tun. Auch durch die Recherche zu den Todesursachen durch das LDS-NRW kam es in einzelnen Fällen dazu, dass Todesursachen von bereits Verstorbenen nicht ermittelt werden konnten. Hinzu kommt noch, dass für die Frauen aus Herne der Vitalstatus jenseits des Jahres 2004 für diesen Zeitraum nicht komplett zu erheben war. Während der ersten Follow-up Periode hat das Gesundheitsamt Herne die Erhebung des Vitalstatus mit dem örtlichen Gesundheitsamt in unmittelbarer Zusammenarbeit durchgeführt, weil die

Adressen der Frauen nicht an unseren Treuhänder gegeben werden sollten - trotz der datenschutzrechtlichen Unbedenklichkeitserklärung durch die zuständige Landesdatenschutzbeauftragte. Seit dem Abschlussbericht der dritten Förderperiode war es immerhin möglich die Sterbefälle mit Todesursache zu erheben, die übrigen Probandinnen mit unbekanntem Vitalstatus aus Herne wurden als lebend bis zum 14.10.2008 eingestuft und Sensitivitätsanalysen durchgeführt, um eine Verfälschung der Ergebnisse auszuschließen.

Ungeachtet dieser Einschränkungen im Hinblick auf die Vollständigkeit der Erhebung des Vitalstatus halten wir einen verzerrenden Einfluss auf die Ergebnisse Studie nach einer Erweiterung des Follow-up Zeitraumes für unwahrscheinlich. Die Einschätzung der Todesursachen auf der Grundlage der Totenscheine könnten als eine Einschränkung dieser Studie verstanden werden. Tatsächlich ist die Validität der Ursachen, die auf dem Totenschein vermerkt sind, häufig kritisch diskutiert worden (Black WC 2002, Laurer MS et al. 1999, James DS and Bull AD 1996, Hoel et al. 1993). Der Fehlergrad der Zuordnung von Todesursachen ist insbesondere dann zu berücksichtigen, wenn Todesursachen sehr detailliert dargestellt werden und insbesondere für seltene Erkrankungen und Krebs-Lokalisationen. Dem gegenüber sind hoch aggregierte Todesursachengruppierungen, wie wir sie in unserer vorliegende Studie vorliegen haben, weniger wahrscheinlich beeinflusst von diesen Codierungsfehlern. Unter besonderer Berücksichtigung von Lungenkrebssterblichkeit wurde jüngst die Verwendung von offiziellen Totenscheinen in den USA als ausreichend sensitiv und spezifisch erachtet (Doria-Rose VP und Markus CM 2009). Zusätzlich muss in Betracht gezogen werden, dass die Validität der Totenscheininformation insbesondere bei den sehr Alten eingeschränkt ist. Diese Frauenkohorte hat bislang noch nicht ein Alter erreicht, indem die Totenscheinangaben insbesondere als unzuverlässig erachtet werden müssen.

Schließlich ist eine weitere Stärke dieser vorliegenden Studie besonders hervorzuheben: Das ist die relativ kleine Anzahl von Frauen, für die sowohl im Hinblick auf die Erhebung des Vitalstatus als auch im Hinblick auf die Eingruppierung nach Todesursachen keine Informationen vorliegen. Demzufolge wird eine selektive Verzerrung unserer Ergebnisse durch eine hohe lost for follow up Rate über den langen Zeitraum von über 18 Jahren als unwahrscheinlich erachtet.

6 LITERATUR

- Abbey DE, Nishino N, McDonnell WF, Burchette RJ, Knutsen SF, Beeson WL, Yang JX. (1999) Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *Am J Respir Crit Care Med* 159:373-382.
- Anderson HR. (2009) Air pollution and mortality: A history. *Atmospheric Environment* 43:142-152.
- Barbone F, Bovenzi M, Cavalleri F, Stanta G. (1995) Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy. *Am. J. Epidemiol.* 141: 1161-1169.
- Beelen R, Hoek G, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Fischer P, Schouten LJ, Jerrett M, Hughes E, Armstrong B, Brunekreef B. (2008) Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR study). *Environ Health Perspect.* 2008 Feb;116(2):196-202.
- Beelen R, Hoek G, van den Brandt PA, Goldbohm RA, Fischer P, Schouten LJ, Armstrong B, Brunekreef B. (2008) Long-term exposure to traffic-related air pollution and lung cancer risk. *Epidemiology* 19:702-710.
- Bhatia R, Lopipero P, Smith AH. (1998) Diesel Exhaust Exposure and Lung Cancer. *Epidemiology* Vo. 9, 84-91.
- Black WC, Haggstrom DA, Welch HG. (2002) All-cause mortality in randomized trials of cancer screening. *J.Natl.Cancer Inst.* 94:167-173.
- Brook RD. (2008) Cardiovascular effects of air pollution. *Clin Sci (Lond).* Sep;115(6):175-87.
- Brook RD, Franklin B, Cascio W, Hong Y, Howard G, Lipsett M, Luepker R, Mittleman M, Samet J, Smith SC Jr, Tager I. (2004) Air pollution and cardiovascular disease: a statement for healthcare professionals from the Expert Panel on Population and Prevention Science of the American Heart Association. *Circulation* 109:2655-2671.
- Brook RD, Rajagopalan S, Pope CA 3rd, Brook JR, Bhatnagar A, Diez-Roux AV, Holguin F, Hong Y, Luepker RV, Mittleman MA, Peters A, Siscovick D, Smith SC Jr, Whitsel L, Kaufman JD; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention, Council on the Kidney in Cardiovascular Disease, and Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. (2010) Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* Jun 1;121(21):2331-78.

- Cao J, Yang C, Li J, Chen R, Chen B, Gu D, Kan H. (2011) Association between long-term exposure to outdoor air pollution and mortality in China: A cohort study. *Journal of Hazardous Materials* 186:1595-1600.
- Chen H, Goldberg MS, Villeneuve PJ. (2008) A systematic review of the relation between long-term exposure to ambient air pollution and chronic diseases. *Rev. Environ. Health* 23:243-297.
- Cox DR. (1972) *Regression Models and Life-Tables (with Discussions)*, *J R Stat Soc Series B* 34:187-220.
- Cox DR. (1975) Partial Likelihoods. *Biometrika* 62:269-276.
- Cyrys J, Peters A, Wichmann HE. (2009) Umweltzone München – Eine erste Bilanz. *Umweltmed Forsch Prax.* 14 (3) 127-132.
- Dockery DW, Pope AC, Xu X, Spengler JD, Ware JH, Fay ME, Ferris BG, Speizer FE. (1993) An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *N. Engl. J. Med.* 329:1753-9.
- Dolgnier R, Krämer U. (1993) Wirkungskatasteruntersuchungen, in H-E Wichmann, H-W Schlipkötter, and G Fülgraff (eds), *Handbuch der Umweltmedizin*: Landsberg, Ecomed-Verlag.
- Doria-Rose V P, Marcus PM. (2009) Death certificates provide an adequate source of cause of death information when evaluating lung cancer mortality: an example from the Mayo Lung Project. *Lung Cancer* 63:295-300.
- Filleul L, Rondeau V, Vandentorren S, Le Moual N, Cantagrel A, Annesi-Maesano I, Charpin D, Declercq C, Neukirch F, Paris C, Vervloet D, Brochard P, Tessier JF, Kauffmann F, Baldi I. (2005) Twenty five year mortality and air pollution: results from the French PAARC survey. *Occup. Environ. Med.* 62:453-460.
- Finkelstein MM, Jerrett M, DeLuca P, Finkelstein N, Verma DK, Chapman K, Sears MR. (2003) Relation between income, air pollution and mortality: a cohort study. *CMAJ.* 169:397-402.
- Gan WQ, Tamburic L, Davies HW, Demers PA, Koehoorn M, Brauer M. (2010) Changes in residential proximity to road traffic and the risk of death from coronary heart disease. *Epidemiology.* Sep;21(5):642-9.

- Gehring U, Heinrich J, Krämer U, Grote V, Hochadel M, Sugiri D, Kraft M, Rauchfuss K, Eberwein HG, Wichmann HE. (2006) Long-term exposure to ambient air pollution and cardiopulmonary mortality in women. *Epidemiology*. Sep;17(5):545-51.
- HEI (Health Effects Institute). (2010) Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emissions, Exposure, and Health Effects. Special Report 17, Boston, USA.
- HEI (Health Effects Institute). (1999) Diesel Emissions and Lung Cancer: Epidemiology and quantitative risk assessment. A special report of the Institute's Diesel Epidemiology Expert Panel.- Cambridge: HEI.
- Heinrich J, Mielck A, Schäfer I, Mey W. (2000) Social inequalities and environmentally-related diseases in Germany: Review of empirical results. *Sozial- und Präventivmedizin*. 45:106-118.
- Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, van den Brandt PA. (2002) Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet*. Oct 19;360(9341):1203-9.
- Hoel DG, Ron E, Carter R, Mabuchi K. (1993) Influence of death certificate errors on cancer mortality trends. *J.Natl.Cancer Inst*. 85:1063-1068.
- James D S, Bull AD. (1996) Information on death certificates: cause for concern? *J.Clin.Pathol*. 49:213-216.
- Jerrett M, Burnett RT, Ma R, Pope CA 3rd, Krewski D, Newbold KB, Thurston G, Shi Y, Finkelstein N, Calle EE, Thun MJ. (2005) Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. *Epidemiology*. Nov;16(6):727-36.
- Kaplan E, Meier P. (1958) Nonparametric estimation from incomplete observations, *J Am Stat Assoc* 53:457-481.
- Katanoda K, Sobue T, Satoh H, Tajima K, Suzuki T, Nakatsuka H, Takezaki T, Nakayama T, Nitta H, Tanabe K, Tominaga S. (2011) An Association Between Long-Term Exposure to Ambient Air Pollution and Mortality From Lung cancer and Respiratory Diseases in Japan. *J Epidemiol*. Feb 12. [Epub ahead of print]
- Knol HM, Arts HJ, Reyners AK. (2010) Spontaneous disappearance of suspected intrapulmonary metastases after hysterectomy in a patient with a complete hydatiform mole. *Gynecol.Oncol*. 116:580-581.

- Krewski D, Burnett RT, Goldberg M, Hoover K, Siemiatycki J, Abrahamowicz M, White W. (2005) Reanalysis of the Harvard Six Cities Study, part I: validation and replication. *Inhal Toxicol.* Jun-Jul;17(7-8):335-42.
- Krewski D, Burnett RT, Goldberg MS, Hoover K, Siemiatycki J, Jerrett M, Abrahamowicz M, White WH. (2000) Reanalysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society Study of particulate air pollution and mortality. Health Effects Institute Cambridge MA, Special Report: 1-293.
- Laden F, Schwartz J, Speizer FE, Dockery DW. (2006) Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study. *Am J Respir Crit Care Med.* Mar 15;173(6):667-72.
- Lipsett M, Campleman S. (1999) Occupational exposure to diesel exhaust and lung cancer: a meta-analysis. *American journal of public health*, 89: 1009 - 1017.
- MAK 2008 Dieselmotoremissionen. MAK-Begründung, Verlag Wiley Weinheim.
- McDonnell WF, Nishino-Ishikawa N, Petersen FF, Chen LH, Abbey DE. (2000) Relationships of mortality with the fine and coarse fractions of long-term ambient PM₁₀ concentrations in nonsmokers. *J. Exposure Anal. Environ. Epidemiol.* 10: 427-436.
- Miller KA, Siscovick DS, Sheppard L, Shepherd K, Sullivan JH, Anderson GL, Kaufman JD. (2007) Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women. *N Engl J Med.* Feb 1;356(5):447-58.
- Mills NL, Donaldson K, Hadoke PW, Boon NA, MacNee W, Cassee FR, Sandström T, Blomberg A, Newby DE. (2009) Adverse cardiovascular effects of air pollution. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med.* Jan;6(1):36-44.
- Mittleman MA. (2007) Air pollution, exercise, and cardiovascular risk. *N Engl J Med.* Sep 13;357(11):1147-9.
- Naess O, Piro FN, Nafstad P, Smith GD, Leyland AH. (2007) Air pollution, social deprivation, and mortality: a multilevel cohort study. *Epidemiology* 18:686-694.
- Nafstad P, Håheim LL, Oftedal B, Gram F, Holme I, Hjermann I, Leren P. (2003) Lung cancer and air pollution: a 27 year follow up of 16 209 Norwegian men. *Thorax.* Dec;58(12):1071-6.

- Nafstad P, Håheim LL, Wisløff T, Gram F, Oftedal B, Holme I, Hjermann I, Leren P. (2004) Urban air pollution and mortality in a cohort of Norwegian men. *Environ Health Perspect.* Apr;112(5):610-5.
- Nyberg F, Gustavsson P, Järup L, Bellander T, Berglind N, Jakobsson R, Pershagen G. (2000) Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology* 11: 487-495.
- Ostro B, Lipsett M, Reynolds P, Goldberg D, Hertz A, Garcia C, Henderson KD, Bernstein L. Long-term exposure to constituents of fine particulate air pollution and mortality: results from the California teachers study. *Environ Health Perspect.* 2010 Mar;118(3):363-9.
- Pelucchi C, Negri E, Gallus S, Boffetta P, Tramacere I, La Vecchia C. (2009) Long-term particulate matter exposure and mortality: a review of European epidemiological studies. *BMC Public Health.* Dec 8;9:453.
- Peters A. (2009) Air quality and cardiovascular health: smoke and pollution matter. *Circulation.* Sep 15;120(11):924-7.
- Pope CA 3rd, Burnett RT, Thurston GD, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Godleski JJ. (2004) Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation.* Jan 6;109(1):71-7.
- Pope CA, Thun MJ, Namboodiri MN, Dockery DW, Evans JS, Speizer FE, Heath CW. (1995) Particulate air pollution as predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults. *Am.J.Respir.Crit.Care Med.* 151:669-74.
- Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD. (2002) Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 287:1132-1141.
- RIVM. (2002) Discussion document on health risks of particulate matter in ambient air. RIVM Bilthoven, The Netherlands
- SRU (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen). (2002) Umweltgutachten 2002 Kap. 3.2.2 Feinstäube. Verlag Metzler-Poeschel Stuttgart.
- US-EPA. (2004) Air quality criteria for particulate matter, Research Triangle Park, NC, USA, October.
- Vena JE. (1982) Air pollution as a risk factor in lung cancer. *Am. J. Epidemiol.* 116: 42-56.

- Vineis P, Hoek G, Krzyzanowski M, Vigna-Taglianti F, Veglia F, Airoidi L, Autrup H, Dunning A, Garte S, Hainaut P, Malaveille C, Matullo G, Overvad K, Raaschou-Nielsen O, Clavel-Chapelon F, Linseisen J, Boeing H, Trichopoulou A, Palli D, Peluso M, Krogh V, Tumino R, Panico S, Bueno-De-Mesquita HB, Peeters PH, Lund EE, Gonzalez CA, Martinez C, Dorronsoro M, Barricarte A, Cirera L, Quiros JR, Berglund G, Forsberg B, Day NE, Key TJ, Saracci R, Kaaks R, Riboli E. (2006) Air pollution and risk of lung cancer in a prospective study in Europe. *Int J Cancer*. Jul 1;119(1):169-74.
- Vineis P, Husgafvel-Pursiainen K. (2005) Air pollution and cancer: biomarker studies in human populations. *Carcinogenesis* 26:1846-1855.
- WHO. (2000) Air Quality Guidelines for Europe, second Edition Copenhagen WHO regional Publications, European Series No 91
- WHO. (2003) Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. World Health Organisation, 1-94
- WHO. (2005) Health Effects of transport-related air pollution. Krzyzanowski M, Kuna-Dibbert B, Schneider J (Eds.) WHO regional publications, Denmark.
- Wichmann HE. (2004) Positive gesundheitliche Auswirkungen des Einsatzes von Partikelfiltern bei Dieselfahrzeugen – Risikoabschätzung für die Mortalität in Deutschland. *Umweltmed Forsch Prax.* 9 (2) 85-99.
- Wichmann HE. (2008) Schützen Umweltzonen unsere Gesundheit oder sind sie unwirksam? *Umweltmed Forsch Prax.* 13 (1) 7 – 10.
- Wichmann HE, Heinrich J, Peters A. (2002) Wirkungen von Feinstaub. Ecomed Verlag Landsberg.
- Yorifuji T, Kashima S, Tsuda T, Takao S, Suzuki E, Doi H, Sugiyama M, Ishikawa-Takata K, Ohta T. (2010) Long-term exposure to traffic-related air pollution and mortality in Shizuoka, Japan. *Occup. Environ. Med.* 67:111-117.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Verteilung der Wohnorte der Probandinnen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (graue Punkte) und Verteilung der TEMES-Messtationen (schwarze Dreiecke) im Untersuchungsareal..... | 16 |
| Abbildung 2: Überblick der Rekrutierungszeitpunkte und Anzahl der rekrutierten Studienteilnehmerinnen pro Ort..... | 22 |
| Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Luftschadstoffen und Mortalität bis 2008 ¹ in Abhängigkeit der Schulbildung. (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter und Rauchen) | 43 |
| Abbildung 4: Lage der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung im Verkehrsnetz NRW..... | 45 |
| Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008 ¹ und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung)..... | 48 |
| Abbildung 6: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008 ¹ und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag. (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung). Nur Studienteilnehmerinnen, die nicht umgezogen sind..... | 48 |
| Abbildung 7: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität (A) bzw. kardiopulmonaler Mortalität (B) bis 2008 ¹ und Luftschadstoffen in Abhängigkeit der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße (>5000 Fahrzeuge pro Tag). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Raucherstatus und Schulbildung)..... | 50 |
| Abbildung 8: Jahresmittelwerte von a) PM ₁₀ und b) NO ₂ von 1982 bis 2008 nach Studienregion (Abbildung von Prof. Dr. U. Krämer, IUF)..... | 65 |

TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Verteilung der Luftschadstoffkonzentration (als 1- und 5-Jahresmittelwerte) für die Probandinnen der Frauenkohorte NRW bei Rekrutierung..... | 15 |
| Tabelle 2: Anzahl der Probandinnen für die Adressbiographie und Vitalstatus ermittelt werden konnten. | 20 |
| Tabelle 3: Ergebnisse der Vitalstatusrecherche..... | 21 |
| Tabelle 4: Verteilung der Todesursachen, wie sie vom Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik bei den Recherchen 2004 und 2008 übermittelt wurden. | 22 |
| Tabelle 5: Ergebnisse der Adressrecherchen 2004 und 2008. | 23 |
| Tabelle 6: Follow-up Zeit bzw. Überlebenszeit in Monaten bis 2008; getrennt dargestellt nach Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung und Vitalstatus. | 25 |
| Tabelle 7: Beschreibung der Studienpopulation getrennt nach Vitalstatus | 27 |
| Tabelle 8: Beschreibung der Studienpopulation getrennt nach Follow-up Status | 29 |
| Tabelle 9: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). | 31 |
| Tabelle 10: Zusammenhang zwischen kardiopulmonaler Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). | 32 |
| Tabelle 11: Zusammenhang zwischen kardiovaskulärer Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation dargestellt als rohe relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). | 32 |
| Tabelle 12: Zusammenhang zwischen Todesfällen durch Atemwegserkrankungen und Charakteristika der Studienpopulation (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß! | 34 |
| Tabelle 13: Zusammenhang zwischen krebsbedingter Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß! | 35 |
| Tabelle 14: Zusammenhang zwischen lungenkrebsbedingter Mortalität und Charakteristika der Studienpopulation. Wegen kleiner Fallzahlen sind die Konfidenzintervalle mitunter sehr groß! (Signifikante relative Risiken sind in fett markiert)..... | 36 |
| Tabelle 15: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand ¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. | 38 |

| | |
|---|----|
| Tabelle 16: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand ¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. Ausschließlich Studienteilnehmerinnen, die nicht umgezogen sind im gesamten Zeitraum. | 40 |
| Tabelle 17: Effektmodifikation des Rauchens auf den Zusammenhang zwischen Lungenkrebs Mortalität und Luftschadstoffexposition am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand ¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. Die Fallzahlen sind in einzelnen Untergruppen sehr klein. Das schränkt die Interpretationsfähigkeit der Ergebnisse deutlich ein. | 42 |
| Tabelle 18: Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 5000 Fahrzeugen pro Tag | 46 |
| Tabelle 19: Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße mit über 10000 Fahrzeugen pro Tag | 46 |
| Tabelle 20: Zusammenhang zwischen Gesamtmortalität, kardiopulmonaler Mortalität, Sterblichkeit an Atemwegserkrankungen sowie Lungenkrebs und der Entfernung der Adressen zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung zur nächsten verkehrsreichen Straße dargestellt als rohe und adjustierte relative Risiken (signifikante relative Risiken sind in fett markiert). Bei den kleinen Zahlen für Sterbefälle an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs ist eine Interpretation der Ergebnisse in Untergruppen nicht angemessen. | 49 |
| Tabelle 21: Nach Entfernung zur nächsten verkehrsreichen Straße (> 5.000 Fahrzeuge/Tag) stratifizierter Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 ¹ und PM ₁₀ am Wohnort zum Zeitpunkt der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand PM ₁₀ (gerundet auf 7µg/m ³) mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter, Schulbildung und Raucherstatus). Bei den kleinen Fallzahlen für die Atemwegssterblichkeit und die Lungenkrebssterblichkeit ist eine Interpretation der Ergebnisse in Untergruppen nicht angemessen. | 52 |
| Tabelle 22: Zusammenhang zwischen der Mortalität bis 2008 und Luftschadstoffexposition am Wohnort im Zeitraum der Basisuntersuchung (5-Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand ¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI). (Cox-Proportional-Hazard-Modell; adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. | 53 |
| Tabelle 23: Zusammenhang zwischen der Mortalität und Luftschadstoffexposition am Wohnort im Zeitraum der Basisuntersuchung (Jahresmittelwert) dargestellt als relatives Risiko (RR) pro Interquartilsabstand ¹ mit 95 % Konfidenzintervall (95 % KI) für die beiden Rekrutierungszeiten 1985/86/87 sowie 1990 . (Cox-Proportional-Hazard-Modell;-adjustiert für Alter). Nur TEMES-Stationen. Mit imputierten Werten. Die Fallzahlen für die Sterbefälle an Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs sind in einzelnen Untergruppen sehr klein. Das schränkt die Interpretationsfähigkeit der Ergebnisse deutlich ein..... | 54 |

DANKSAGUNG

Wir möchten der Firma Bernhard Schwertner, Feldorganisation in Augsburg, herzlich danken für die Funktion als Treuhänder der Adressen und die präzise Erledigung der Erhebung des Vitalstatus der Kohorte. Unser herzlicher Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zahlreicher Einwohnermeldeämter im Land Nordrhein-Westfalen und darüber hinausgehend in der Bundesrepublik Deutschland, die versucht haben zusätzlich zu ihren Tagesaufgaben unsere Anfragen zum Vitalstatus zeitnah zu beantworten. Schließlich möchten wir Frau Birgit Wirsig vom IT.NRW des Landes Nordrhein-Westfalen für die Bereitstellung der anonymisierten Daten zu den Todesursachen danken.

Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

