

STÖRFALL HÖCHST 1993

VITALSTATUS UND MORTALITÄT

1993-2008

TNS Healthcare GmbH



STÖRFALL HÖCHST 1993

VITALSTATUS UND MORTALITÄT

1993-2008

TNS Healthcare GmbH

Herausgeber:

Amt für Gesundheit
Abteilung Medizinische Dienste und Hygiene
Breite Gasse 28
D-60313 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, im Dezember 2009

Layout der Titelseite:
Heike Märtens

ISBN 978-3-941782-09-9

Vorwort

Im Zusammenhang mit dem Störfall der Hoechst AG vom 22.02.1993 bei dem etwa 11,8 Tonnen eines chemischen Gemischs von zunächst unbekannter Zusammensetzung freigesetzt wurden, hat die Stadt Frankfurt am Main zahlreiche Analysen veranlasst sowie Gutachten und wissenschaftliche Untersuchungen in Auftrag gegeben. Sämtliche Ergebnisse, Gutachten und Berichte wurden stets in Berichten für die Stadt und auch in wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht.

Der vorliegende Bericht setzt somit die Tradition der Berichterstattung zu Untersuchungen nach dem Störfall fort, nach dem Bericht zu den Untersuchungen unmittelbar nach dem Störfall und den Gutachten zur Frage von Langzeituntersuchungen¹, dem Bericht über die vom NORDIG-Institut durchgeführten Gesundheitsfolgenuntersuchungen bei Kindern² und dem Expositionsregister des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin³.

Den hier vorgelegten Bericht hat das Institut TNS Healthcare GmbH im Auftrag der Stadt erstellt, in Umsetzung des Auftrags der Stadtverordnetenversammlung vom 27.01.2005 (§ 8572) zur „abschließenden Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Höchst“. Das Institut war nach einem Teilnahmewettbewerb mit der Durchführung einer Vitalstatusrecherche und Mortalitätsanalyse beauftragt worden. Vereinbarungsgemäß wurden die Erhebungen von zwei externen Gutachterinnen, Frau Prof. Ackermann-Liebrich, Basel, und Frau Prof. Kurth, Robert Koch-Institut, Berlin begleitet.

Das Institut hat anhand der Melderegisterdaten der am 22.02.1993 in Schwanheim wohnhaft gemeldeten Bevölkerung den Vitalstatus und für die Verstorbenen der Zeitpunkt des Todes und die Todesursache ermittelt. Für insgesamt 96,6% der zum Zeitpunkt des Störfalls in Schwanheim/ Goldstein wohnhaft gemeldeten Personen konnte der Vitalstatus und ggf. der aktuelle Wohnort bis 2009 ermittelt werden, für ein mehr als 15 Jahre langes Follow-up ein gutes Ergebnis.

Die altersstandardisierte Mortalität lag in dem Bereich der Standardbevölkerung Hessen 1987, signifikante Unterschiede ergaben sich nicht. Die weitergehende Mortalitätsanalyse wurde bezogen auf unterschiedliche, 1995 vom Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin für die Stichprobenziehung gewählte Gebiete („Kegel“ mit damals analytisch nachweisbarer Bodenbelastung, „Zentrum“ als ein „Sicherheitsstreifen“, der zu beiden Seiten an den Kegel angrenzt, weiter daran angrenzend die Gebiete „2 West bzw. 2 Ost“ als „Randzonen“, und weiter außen die Gebiete „3 West und 3 Ost“). Die Bewohner im „Kegel“, „Zentrum“ und den „Randzonen“ wurden vom Untersuchungsinstitut für die weitere Berechnung als exponiert eingestuft, die Bewohner der Gebiete 3 West und 3 Ost wurden als nicht exponiert definiert.

Der rohe Anteil der Verstorbenen lag bei den exponierten Männern mit 14,8% niedriger als bei den Nicht-Exponierten (16,0%). Bei den Frauen hingegen war der rohe Anteil der Verstorbenen mit 15,2%

¹ Der Störfall in der Hoechst AG vom 22.2.1993 – Ein Jahr danach – Dokumentation. Frankfurt, Februar 1994.

² Gesundheitsfolgenuntersuchungen des Störfalls der Hoechst AG vom 22.2. 1993. Untersuchungen des NORDIG-Instituts. Bericht des Stadtgesundheitsamtes, August 2000.

³ Störfall der Hoechst AG vom 22.2.1993 – Expositionsregister des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin – Geschichte und aktueller Sachstand. Februar 2001

unter den Exponierten niedriger als bei den Nicht-Exponierten (15,9%). Die altersstandardisierte Sterblichkeit ergab ein anderes Bild: bei den Männern lag die altersadjustierte Sterblichkeit in den exponierten Regionen mit 13,6% höher als in den nicht exponierten Region (12,5%), bei den Frauen war es umgekehrt: exponierte Regionen mit 13,5% als bei nicht Exponierten (14,3%). Zusammenfassend ließ sich für die exponierten Gebiete keine statistisch signifikant erhöhte Sterblichkeit nachweisen.

Die vergleichende Überlebensdaueranalyse der Exponierten und Nichtexponierten wurde mittels Cox-Regression für die Gesamtsterblichkeit adjustiert für Alter und Geschlecht, berechnet: das Risiko zu versterben war demnach im Kegel nicht erhöht, sondern im Vergleich zur Referenzzone 3 Ost/West leicht verringert. In der Region Zentrum und Randzone war das Risiko zu versterben um ca. 13% größer als in der Referenzzone und „statistisch signifikant“. Für die 778 an Krebs verstorbenen Personen ergab das Cox-Modell, dass das Risiko an Krebs zu sterben im Kegel um 12,5% geringer war als in der Referenzzone 3 Ost/West und dass es in den Zonen Zentrum um 15,2% und 2 Ost/West um 10,3% höher war, aber statistisch nicht signifikant. Insgesamt zeigten die Berechnungen der Cox-Modelle weder zwischen Gesamtsterblichkeit noch Krebssterblichkeit und potentiell exponiertem Wohnort zum Zeitpunkt des Störfalls einen eindeutigen signifikanten Zusammenhang. Somit konnten keine statistisch gesicherten Unterschiede der Sterblichkeit zwischen der Personengruppe, die zum Zeitpunkt des Störfalls in den potentiell exponierten Gebieten wohnte, und derjenigen in den nicht-exponierten Gebieten festgestellt werden.

Nachfolgend wird der Untersuchungsbericht von TNS Healthcare GmbH im Original vorgestellt. Die Empfehlungen der Gutachterinnen, die im Anhang ebenfalls im Original dokumentiert werden, wurden in dem Abschlußbericht auf Basis der zugänglichen Daten alle umgesetzt. Frau Prof. Ackermann-Liebrich empfahl in ihrem Gutachten weitergehende Untersuchungen; über deren Durchführung ist noch nicht entschieden. Schließlich gab sie der Hoffnung Ausdruck, dass durch die Schaffung eines Krebsregisters in Zukunft bessere Daten zur Verfügung stehen.

Vor diesem Hintergrund werden die Daten – in Absprache mit dem Referat Datenschutz – im Stadtarchiv sicher gelagert, um sie zu einem späteren Zeitpunkt mit dem Hessischen Krebsregister abzugleichen.

Letztendlich werden durch die vorgelegte Untersuchung die Stellungnahmen der seitens der Stadt im Jahr 1993 beauftragten Gutachter zur Frage von Langzeituntersuchungen^{*} sowie die Stellungnahme der im März 1994 von der damaligen Gesundheitsdezernentin eingeladenen Gutachtergruppe unterstützt: Die Gutachtergruppe hatte 1994 statt Langzeituntersuchungen die Einführung eines Krebsregisters empfohlen^{**}. Mit den gespeicherten aktualisierten Vitalstatusdaten kann – wenn die ausreichende Vollständigkeit des Krebsregisters gegeben sein wird - die damalige Empfehlung umgesetzt werden.

^{*} siehe Bericht 1994

^{**} siehe Bericht 2001



**„Abschließende Gesundheitsuntersuchungen
zum Störfall Hoechst von 1993“**

**Bericht
für das Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main**

**von
TNS Healthcare GmbH
Landsberger Straße 338
80687 München**

Dr. Constanze Cholmakow- Bodechtel
Tel.: +49 (0)89 5600 - 1480
Fax: +49 (0)89 5600 - 1563
E-mail: constanze.bodechtel@tns-global.com

Dr. Peter Potthoff
Tel.: +49 (0)89 5600 - 1370
Fax: +49 (0)89 5600 - 1815
E-mail: Peter.Potthoff@tns-global.com

Tamara Bendelack
Tel.: +49 (0)89 5600 - 1783
Fax: +49 (0)89 5600 - 1563
E-mail: tamara.bendelack@tns-global.com

München, Dezember 2009
73.08.051907.020 (02.30.51907.020)

Inhaltsverzeichnis	Seite
TABELLENVERZEICHNIS	5
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	7
1 ANLASS UND ZIEL DER STUDIE.....	9
1.1 Vitalstatusrecherche und Mortalitätsanalyse.....	9
1.2 Untersuchungen des NORDIG-Instituts und das Expositionsregister von BIPS	10
2 STUDIENPOPULATION	11
2.1 Definition der Studienpopulation.....	11
2.2 Melderegisterauskunft und Adressdaten.....	12
2.3 Beschreibung der Studienpopulation.....	15
2.4 Vergleich mit der von BIPS untersuchen Population.....	19
3 ADRESSRECHERCHE UND ERMITTLUNG DES VITALSTATUS.....	21
3.1 Vorgehen.....	21
3.2 Zusammenarbeit mit den Ämtern.....	23
3.3 Ergebnisse der Vitalstatuserhebung	24
4 ERMITTLUNG DER TODESURSACHEN	26
4.1 Vorgehen bei der Ermittlung der Todesursachen	26
4.2 Vercodung der Todesursachen	27
4.3 Auswahl der ICD-Codes für die Todesursachenanalyse	28
4.4 Ergebnisse der Todesursachen Ermittlung und externer Vergleich	29
5 EINTEILUNG DER STUDIENPOPULATION IN GRUPPEN MIT POTENTIELLER EXPO- SITION.....	32

5.1	Adressen außerhalb des definierten Gebiets	32
5.2	Erläuterung der gewählten Expositionsgebiete.....	32
5.3	Gebietseinteilungen von NORDIG und BIPS.....	34
5.4	Verteilung (sozio)demographischer Merkmale in den Zonen.....	38
5.5	Vitalstatus und Sterblichkeit nach Regionen	43
6	MORTALITÄTSANALYSE.....	48
6.1	Sterblichkeitsunterschiede unter Berücksichtigung von Überlebenszeit, Alter und Geschlecht.....	48
6.2	Cox-Regressionen der Krebs-Gesamtsterblichkeit.....	51
6.3	Cox-Regression der lokalisierten Krebssterblichkeit	52
7	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Umfang der zu untersuchenden Population	13
Tabelle 2: Adressveränderung der Untersuchungspopulation Schwanheim und Goldstein (Bezirk 531 - 533) zwischen 1993 und 2005.....	13
Tabelle 3: Ergebnisse der Adressaktualisierung vom 21.05.2007	14
Tabelle 4: Differenzierung nach Vital- und Adressstatus nach Follow-Up	15
Tabelle 5: Vergleich der Geschlechter- und Altersverteilung der Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung	16
Tabelle 6: Vergleich der Altersverteilung der weiblichen Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung	17
Tabelle 7: Vergleich der Altersverteilung der männlichen Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung	18
Tabelle 8: Arbeitslosendichte des Stadtteil Schwanheim im Vergleich zu Frankfurt gesamt.....	19
Tabelle 9: Zusammensetzung der BIPS- Stichprobe	21
Tabelle 10: Anzahl Anfragen und kontaktierte Ämter pro Welle	23
Tabelle 11: Ergebnisse der Vitalstuserhebung	25
Tabelle 12: Altersstandardisierte Todesursachenstatistik der häufigsten Todesursachen im Vergleich zur Standardbevölkerung Hessen	30
Tabelle 13: Ergebnisse der Todesursachen Ermittlung (n=3200), nicht altersstandardisiert	30
Tabelle 14: Altersstandardisierte Mortalitätsraten ausgewählter Tumorarten im Vergleich zur Standardbevölkerung Hessen	31
Tabelle 15: Darstellung der exponierten und nicht-exponierten Gebiete.....	34
Tabelle 16: Geschlechterverteilung in den Zonen	39
Tabelle 17: Altersverteilung nach Zonen, Frauen.....	40
Tabelle 18: Altersverteilung nach Zonen, Männer	42
Tabelle 19: Kreuztabelle Vitalstatus in den Zonen unterschiedlicher Exposition, Männer	45
Tabelle 20: Kreuztabelle Vitalstatus in den Zonen unterschiedlicher Exposition, Frauen	46
Tabelle 21: Roher und altersadjustierter Vitalstatus (prozentuale Anteile) nach Exposition in zwei Gruppen, differenziert nach Geschlecht;.....	48
Tabelle 22: Ergebnisse des Cox-Modell: Gesamtsterblichkeit (n=3.031) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht	51
Tabelle 23: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebsmortalität (n=778) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht.....	51
Tabelle 24: Ergebnisse des Cox-Modell: Darmkrebs (Dickdarm, Rektum und Kolon, n=87) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht	52
Tabelle 25: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs der Blase und Harnorgane (n=28) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht	52
Tabelle 26: Ergebnisse des Cox-Modell: Leberkrebs (n=15) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht.....	53
Tabelle 27: Ergebnisse des Cox-Modell: Nierenkrebs (n=16) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht.....	53
Tabelle 28: Ergebnisse des Cox-Modell: Leukämie (n=33) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht.....	53
Tabelle 29: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs der Lunge und Bronchien (n=153) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht	54



Tabelle 30: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs des ZNS (n=15) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht..... 54

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definition des Untersuchungsgebiets	11
Abbildung 2: Schematischer Ablauf Adress-Follow-Up und Vitalstatushebung.....	22
Abbildung 3: Vorgehen bei der Ermittlung der Todesursachen.....	26
Abbildung 4: Einteilung der Studienpopulation nach Wohngebieten (“Zonen”).....	33
Abbildung 5: Karte 5 Zonen nach BIPS	36
Abbildung 6: kleinräumige Einteilung aus dem Expositionsregister (BIPS).....	37
Abbildung 7: Darstellung aus dem Expositionsregister.....	38
Abbildung 8: Kaplan-Meier-Kurve der 3031 Todesfälle.....	50



Anhänge

Anhang 1: Vorgehen bei der Vitalstatus-Recherche

**Anhang 2: Sterblichkeit nach der kleinräumigen Gliederung nach BIPS
(99 Zonen)**

Anhang 3: Übersicht Straßen und Zonen

**Anhang 4: Bürgeramt für Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt am Main:
Schreiben vom 12.05.2009**

1 Anlass und Ziel der Studie

1.1 Vitalstatusrecherche und Mortalitätsanalyse

Am 22.02.1993 ereignete sich in dem Frankfurter Werk Griesheim der Firma Hoechst AG ein Chemieunfall, als dessen Folge ca. 11,8 Tonnen eines chemischen Gemischs freigesetzt wurden. In den nahegelegenen Wohngebieten Schwanheim und Goldstein schlug sich ein Teil des chemischen Gemischs als „gelber Regen“ nieder. Analysen des Störfallniederschlages zeigten, dass – neben einer Vielzahl anderer Substanzen – der Hauptkontaminant O-Nitrosanol war (27,8%)¹.

Die akuten gesundheitlichen Auswirkungen des Störfalls beliefen sich auf Reizungen der Gesichtshaut und der Schleimhäute des oberen und mittleren Atemtrakts sowie Augenbrennen, Kopfschmerzen und Übelkeit. Schwere akute Vergiftungen sind in Folge des Störfalls nicht beobachtet worden².

Über die Untersuchungen von Kindern, die ein bis zwei Jahre nach dem Störfall durchgeführt wurden³, und die Befragung von Ärzten über mehrere Jahr hinaus, liegen keine Erfahrungen über gesundheitliche Spätfolgen der Belastung mit den im Störfall freigesetzten Stoffen bei Menschen vor.

Am 19.06.2007 erteilte das Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main der TNS Healthcare GmbH den Auftrag der „Abschließenden Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Hoechst“. Im Folgenden wird kurz der Hintergrund und das Ziel der Studie erläutert.

Die Studie „Abschließende Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Hoechst“ soll auf der Basis der zugänglichen Daten eine statistisch gesicherte Antwort auf die Frage geben, ob Personen, die potentiell gegen die freigesetzten Substanzen exponiert waren, eine höhere Sterblichkeit in der Zeit zwischen 1993 und 2008 aufweisen als Nichtexponierte.

Hierzu wurden folgende Aufgaben gelöst:

- Ermittlung des Vitalstatus der betroffenen Bevölkerung 15 Jahre nach dem Störfall

¹ Heudorf U, Peters M: Der Störfall in der Fa. Hoechst AG vom 22.2.1993. Ausmaß der Umweltbelastung und Sanierungsverlauf. Das Gesundheitswesen (1994) 56: 347-352.

² Heudorf U, Neumann H-G, Peters M: Der Störfall in der Fa. Hoechst AG vom 22.2.1993. - 2. Gesundheitliche Bewertung. Das Gesundheitswesen (1994) 56: 405-410.

³ Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main: Gesundheitsfolgenuntersuchungen des Störfalls der Hoechst AG vom 22.2. 1993. Untersuchungen des NORDIG- Instituts. Bericht des Stadtgesundheitsamtes, August 2000.

- Ermittlung der Sterblichkeit, differenziert nach Expositionsstatus
- Ermittlung der Todesursachen
- Auswahl und Berechnung eines geeigneten statistischen Modells für den Zusammenhang zwischen Exposition und Sterblichkeit unter Berücksichtigung der wichtigsten Einflussgrößen Alter und Geschlecht.

Die Studie gliedert sich in mehrere aufeinander aufbauende Schritte: Zunächst Adress-Follow-Up und Erhebung des Vitalstatus der Personen, die zum Zeitpunkt des Störfalls im Untersuchungsgebiet gemeldet waren. Der nächste Schritt ist die Ermittlung des Todesdatums der Kohortenmitglieder und anschließend die Recherche der Todesursache bei Verstorbenen im Rahmen des Mortalitäts-Follow-Ups. Als dritten Schritt erfolgt der Vergleich der Gesamtmortalität und der Sterblichkeit nach unterschiedlichen Todesursachen zwischen der mit Schadstoff belasteten Bevölkerung (Exponierte) und einer unbelasteten Bevölkerung (Nichtexponierte).

1.2 Untersuchungen des NORDIG-Instituts und das Expositionsregister von BIPS

Im Dezember 1994 wurde das NORDIG-Institut mit der Untersuchung akuter Gesundheitsfolgen des Hoechst Störfalls bei Kindern bis zu 12 Jahren beauftragt. TNS liegen die Ergebnisse der Studie als Veröffentlichung durch das Gesundheitsamt der Stadt Frankfurt am Main vor: *Gesundheitsfolgeuntersuchungen des Störfalls der Hoechst AG vom 22.02.1993. Untersuchungen des NORDIG-Instituts*. Angesichts erheblicher methodischer Kritikpunkte der Gutachter an den Untersuchungen des NORDIG-Instituts wird in diesem Bericht nur vereinzelt auf diese Studie Bezug genommen.

Bereits im Jahr 1995 hatte das Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) den Auftrag erhalten, ein Expositionsregister auf Basis der Befragung einer Stichprobe der vom Störfall Hoechst betroffenen Population zu erstellen. Auf diese Studie („Expositionsregister“ oder „BIPS-Studie“) wird in diesem Bericht mehrfach Bezug genommen, insbesondere bei der Diskussion eines geeigneten Maßes für die Exposition der Bevölkerung und der Einteilung des Untersuchungsgebietes in mehr oder weniger von der Exposition betroffene Gebiete. Da die Frage, wie die Ergebnisse der BIPS Studie möglichst ergebnisorientiert in die vorliegende Studie eingebracht werden können, im Studienverlauf immer wieder diskutiert wurde, wird hierauf in den einzelnen Kapiteln in Form von Exkursen eingegangen.

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der BIPS Studie findet sich in der Veröffentlichung des Gesundheitsamts der Stadt Frankfurt am Main aus dem Jahr 2001: *„Störfall der Hoechst AG vom 22.02.1993: Expositionsregister des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin. Geschichte und aktueller Sachstand“*. In diesem Band ist als Anlage 7 der Abschlussbericht des BIPS enthalten: *„Expositionsregister Schwanheim / Goldstein: Abschlussbericht einer populationsbezogenen Befragung*

zum Störfall der Hoechst AG vom 22.02.1993“. Das Expositionsregister von BIPS wird im Folgenden synonym mit dem Begriff BIPS Studie verwendet.

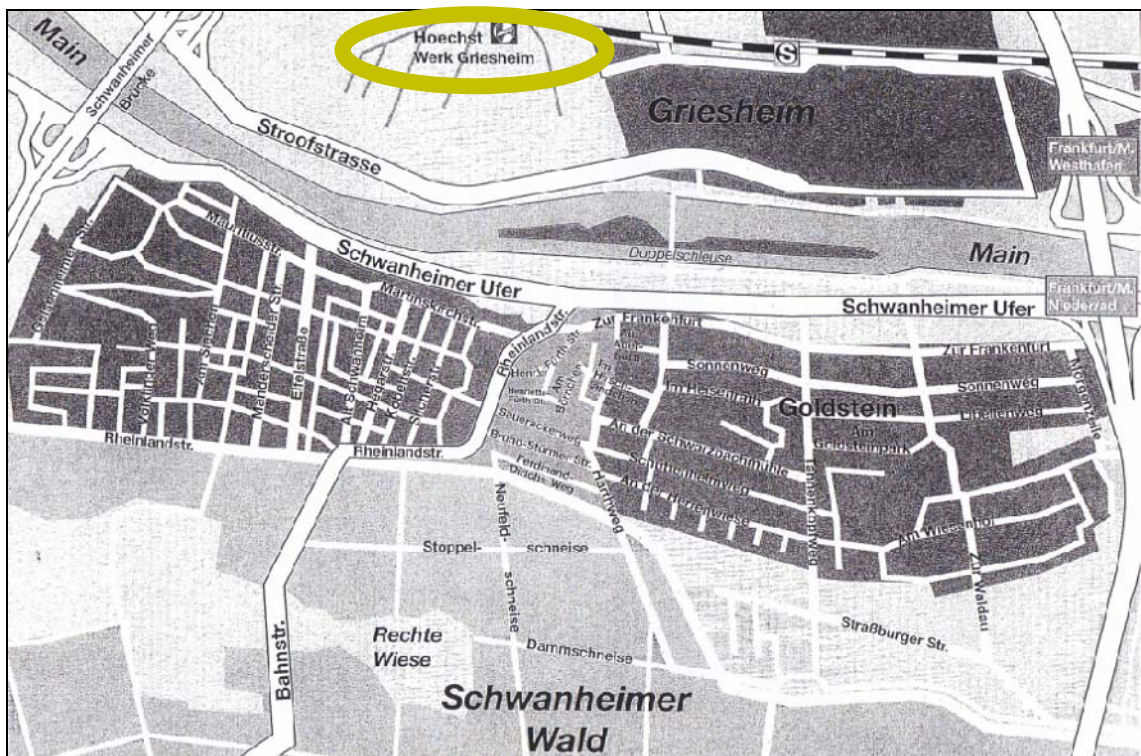
2 Studienpopulation

Zunächst erfolgt die Darstellung und Erläuterung der in dieser Studie zu untersuchenden Population. Dabei werden zunächst die Ausgangsdaten der Studie dargestellt, die TNS über das Amt für Gesundheit der Stadt Frankfurt am Main von dem Bürgeramt für Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt am Main übermittelt wurden.

2.1 Definition der Studienpopulation

Die Population dieser Studie besteht aus allen Personen, die zu dem Zeitpunkt des Störfalls im Werk Griesheim der Hoechst AG vom 22.02.1993, in den Stadtgebieten Schwanheim und Goldstein als „wohnhaft“ gemeldet waren. Die folgende Karte bildet das Untersuchungsgebiet ab.

Abbildung 1: Definition des Untersuchungsgebiets



Quelle: BIPS, Expositionsregister (Anlage 1 Karte und Straßenverzeichnis des Erhebungsgebietes)

Das Untersuchungsgebiet wird begrenzt durch:

- den Main nach Norden
- den Schwanheimer Wald nach Süden
- die B40 nach Westen
- die A5 nach Osten

Für alle Personen, die laut Melderegisterauskunft zum Zeitpunkt des Störfalls in dem Untersuchungsgebiet gemeldet waren, wurden im Verlauf der Studie der Vitalstatus und für die Verstorbenen der Zeitpunkt des Todes und die Todesursache ermittelt.

2.2 Melderegisterauskunft und Adressdaten

Im Juni 2007 erhielt TNS Healthcare den Zuschlag zur Durchführung der geplanten Studie „Abschließende Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Hoechst“.

Zu Beginn der Arbeiten erhielt TNS Healthcare vom Amt für Gesundheit der Stadt Frankfurt am Main die Melderegisterauskunft (Bezugsjahr 2005) des Bürgeramtes für Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt am Main über 21.542 Personen, die zum Zeitpunkt des Störfalls (22.02.1993) in dem Gebiet Schwanheim / Goldstein mit Wohnsitz gemeldet waren. Diese Daten bildeten das Ausgangsmaterial der Studie.

Da sich die Entscheidung über die Vergabe der Studie bis ins Jahr 2007 hinzog, erfolgte am 21.05.2007 eine erneute Aktualisierung der Melderegisterdaten. Die erste Aufgabe von TNS war, die Datensätze der verschiedenen Zeitpunkte korrekt abzugleichen. Die Zuordnung erfolgte über eine eindeutige fünfstellige ID.

Bei der Durchsicht und Überprüfung der Adressdatensätze wurden 1.376 Dubletten identifiziert und aus der Datei entfernt, so dass zunächst 20.166 Adressen im Bestand verblieben. Bei Dubletten handelt es sich um Personen gleicher ID, von denen mehrere Datensätze vorliegen, die also beim Einwohnermeldeamt doppelt gemeldet waren. Berücksichtigt wurde die jeweils aktuellere Information zu den Personen.

Lediglich vier Adressen wurde in der Aktualisierungsdatei gefunden, denen keine Person aus dem Ausgangsbestand zugeordnet werden konnte. Diese vier Personen wurden der Gesamtdatei zugefügt, so dass im Resultat eine **Population von 20.170 Personen** der Studie zugrunde lagen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Umfang der zu untersuchenden Population

	Anzahl
Melderegisterauskunft	21.542
Dubletten	1.376
Zusätzliche Personen aus aktualisierter Meldeauskunft	4
Umfang der Studienpopulation	20.170

Der Gesamtumfang der zu untersuchenden Bevölkerung nach Aktualisierung betrug 20.170 Personen.

Zwischen dem Zeitpunkt des Störfalls und dem Stichtag der ersten Adressaktualisierung im Jahre 2005 haben sich folgende Veränderungen im Adressstatus ergeben:

Tabelle 2: Adressveränderung der Untersuchungspopulation Schwanheim und Goldstein (Bezirk 531 - 533) zwischen 1993 und 2005

Status	n
...seit dem 22.03.1993 im Untersuchungsgebiet ohne Unterbrechung gemeldet	8.068
...am 22.03.1993 im Untersuchungsgebiet gemeldet und derzeit im Untersuchungsgebiet mit anderer Anschrift gemeldet	2.670
...am 22.03.1993 im Untersuchungsgebiet gemeldet und derzeit in Frankfurt gemeldet	2.256
...am 22.03.1993 im Untersuchungsgebiet gemeldet und danach weggezogen (nach „Außerhalb“)	4.524
....am 22.03.1993 im Untersuchungsgebiet gemeldet und mittlerweile verstorben	2.648
Summe	20.166

Die Veränderungen, die sich aus der Adressaktualisierung im Jahr 2007 ergaben, sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Adressaktualisierung vom 21.05.2007

Adressstatus nach Aktualisierung unverändert	18.246
Von Personen aus dem Untersuchungsgebiet:	
...nach Frankfurt mit bekannter Adresse verzogen	161
...nach Außerhalb verzogen	226
...zusätzliche Sterbefälle	224
Von Personen aus Frankfurt am Main	
...in das Untersuchungsgebiet zugezogen	67
... nach Außerhalb verzogen	113
... zusätzliche Sterbefälle	0
Von Personen aus den ehemaligen Wegzügen	
... in das Untersuchungsgebiet zurückgezogen	39
... nach Frankfurt am Main gezogen	67
... zusätzliche Sterbefälle	2
Neu in die Population aufgenommen	4
Keine Aktualisierung möglich, da Adresse in der Neuauswertung nicht enthalten	1.021
Summe	20.170

Aus der Adressaktualisierung resultierten somit 226 zusätzliche Todesfälle, so dass zusammen mit den 2.648 Todesfällen, die aus der Erstdatenlieferung bekannt waren, 2.874 Todesfälle in der Ausgangsdatei für die Vitalstatusrecherche enthalten waren.

Die Ergebnisse nach Adressaktualisierung zeigen in der Tabelle 4, dass für 15.472 Personen keine weiteren Vitalstatus Recherchen notwendig waren. Von diesen waren:

- 81,03% in Frankfurt lebend gemeldet
- 16,64% verstorben mit bekannter Todesursache
- 2,24% ins Ausland verzogen
- 0,09% ohne festen Wohnsitz

Für die übrigen 4.698 Personen waren weitere Adress- und Todesursachenrecherchen durchzuführen.

Tabelle 4: Differenzierung nach Vital- und Adressstatus nach Follow-Up

Status	Anzahl
Keine Recherche notwendig für	15.472
In Frankfurt gemeldete Personen	12.538
Verstorbene, Todesursache bekannt	2.576
Ins Ausland verzogene Personen	348
Personen ohne festen Wohnsitz	10
Recherchen notwendig für	4.698
Verzogene	4.237
Neue Personen aus aktualisierter Datenlieferung	4
Unbekannt Verzogene	140
Verstorbene mit Sterbedaten	295
Verstorbene ohne Sterbedaten	22
Gesamt	20.170

2.3 Beschreibung der Studienpopulation

Bei epidemiologischen Untersuchungen werden üblicherweise neben medizinischen Informationen (sowie Alter und Geschlecht) weitere personenbezogene Informationen z.B. über Bildung und berufliche Stellung berücksichtigt, die entscheidenden Einfluss auf die Gesundheit haben. Für Deutschland liegt eine Vielzahl von empirischen Belegen dafür vor, dass Personen mit im Vergleich niedrigerer Bildung, beruflicher Stellung oder Einkommen im Vergleich häufig früher sterben und weniger krankheits- bzw. beschwerdefreie Jahre aufweisen⁴.

Im Rahmen dieser Studie konnten neben Alter und Geschlecht keine weiteren personenbezogenen Daten der Studienpopulation, die Einfluss auf die allgemeine Gesund-

⁴ Vgl. z.B.: Übersichtsartikel von Lars Eric Kroll und Thomas Lampert „Soziale Unterschiede in der Lebenserwartung. Datenquellen in Deutschland und Analysemöglichkeiten des SOEP“. In: Methoden – Daten – Analysen. Zeitschrift für empirische Sozialforschung (2009, Jahrgang 3, Heft 1). Im Internet abrufbar unter:

http://www.gesis.org/fileadmin/upload/forschung/publikationen/zeitschriften/mda/Vol.3_Heft_1/MDA1_2009_Gesamt.pdf

heit und Lebenserwartung haben, berücksichtigt werden, da diese TNS nicht vorliegen. Im Rahmen der von dem NORDIG-Institut und von dem BIPS durchgeführten Studien wurden Daten über die Bildung, berufliche Stellung, Einkommen und Migrationshintergrund erhoben, aber nicht an den Auftraggeber übergeben, so dass TNS keinen Abgleich vornehmen konnte. In den vorliegenden Berichten des NORDIG-Instituts werden vereinzelt Beschreibungen der untersuchten Bevölkerung hinsichtlich soziodemographischer Merkmale vorgenommen. Da sich diese Daten nur auf einen Ausschnitt des Untersuchungsgebiets beziehen, werden diese Daten unter dem Abschnitt 5.4. Verteilung von Alter und Geschlecht in den Zonen erörtert.

Die Verteilung von Geschlecht und Alter der Studienpopulation zum Zeitpunkt des Störfalls am 22.02.1993 ist in folgender Tabelle 5 dargestellt. Zum Vergleich werden die Anteile der Standardbevölkerung in Deutschland (1987)⁵ dargestellt. Anhand der uns vorliegenden Daten zur Standardbevölkerung in Deutschland (1987) wurde ein Gewichtungsfaktor berechnet, der bei den späteren Analysen studienpopulationsbezogenen Unterschiede in der Alters- und Geschlechtsverteilung ausgleicht.

Tabelle 5: Vergleich der Geschlechter- und Altersverteilung der Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung

Geschlecht	Studienpopulation		Standardbevölkerung Deutschland 1987
	N	%	
Männer	9.662	47,9	47,9
Frauen	10.508	52,1	52,1
Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Störfalls	N	%	%
unter 10	1.934	9,6	10,5
10 bis unter 20	1.915	9,5	12,2
20 bis unter 30	2.895	14,4	16,7
30 bis unter 40	3.112	15,4	14,0
40 bis unter 50	2.673	13,3	14,0
50 bis unter 60	2.957	14,7	12,5
60 bis unter 70	2.427	12,0	9,5
70 bis unter 80	1.366	6,8	7,3
80 oder älter	891	4,4	3,4
Gesamt	20.170	100	100

5 Quelle: <http://www.gbe-bund.de>

In der Studienpopulation entspricht der Anteil der männlichen und der weiblichen Bevölkerung den jeweiligen Anteilen der Standardbevölkerung in Deutschland (1987).

Die Altersverteilung nach 10 Jahresaltersgruppen zeigt, dass die Anzahl der Studienpopulation in den Altersgruppen bis unter 30 Jahren unter dem Anteil der Standardbevölkerung liegt. Die Abweichungen bewegen sich zwischen 0,9 und 2,7 Prozentpunkten. Der Anteil der Studienpopulation an den Altersgruppen zwischen 30 bis unter 70 Jahren liegt über dem Anteil der Standardbevölkerung. Eine Ausnahme stellt die Altersgruppe der 40 bis unter 50-Jährigen dar. Bei den 70- bis unter 80-Jährigen liegt der Anteil der Studienpopulation um 0,5 Prozentpunkte unter dem Anteil der Standardbevölkerung. Der Anteil der Studienpopulation der über 80-Jährigen ist gegenüber der Standardbevölkerung um 1 Prozentpunkt höher.

In den folgenden Tabellen wird die Altersverteilung der Studienpopulation mit der Altersverteilung der Standardbevölkerung in Deutschland (1987) getrennt nach Geschlecht verglichen.

Tabelle 6: Vergleich der Altersverteilung der weiblichen Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung

Frauen			
Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Störfalls	N	%	Standardbevölkerung Deutschland 1987 %
unter 10	956	9,1	9,9
10 bis unter 20	954	9,1	11,4
20 bis unter 30	1.415	13,5	15,6
30 bis unter 40	1.532	14,6	13,2
40 bis unter 50	1.313	12,5	13,1
50 bis unter 60	1.511	14,4	12,0
60 bis unter 70	1.320	12,6	11,0
70 bis unter 80	856	8,1	9,2
80 oder älter	651	6,2	4,7
Gesamt	10.508	100	100

Die Altersverteilung nach 10 Jahresaltersgruppen zeigt, dass die Anzahl der weiblichen Studienpopulation in den Altersgruppen bis unter 30 Jahren unter dem Anteil der weiblichen Standardbevölkerung liegt. In den Altersgruppen von 30 bis unter 70 Jahren liegt der Anteil der weiblichen Studienpopulation über dem Anteil der Standardbevölkerung, bis wiederum auf die Altersgruppe der 40- bis unter 50-Jährigen. Bei den 70- bis unter 80-Jährigen liegt der Anteil der weiblichen Studienpopulation um 1,1 Prozentpunkte über dem Anteil der weiblichen Standardbevölkerung. Der Anteil der weiblichen Stu-

dienpopulation bei den über 80-Jährigen ist im Vergleich zur Standardbevölkerung um 1,5 Prozentpunkte höher.

Tabelle 7: Vergleich der Altersverteilung der männlichen Studienpopulation zum Zeitpunkt 1993 mit der Standardbevölkerung

Männer			
Alter in Jahren zum Zeitpunkt des Störfalls	N	%	Standardbevölkerung Deutschland 1987 %
unter 10	978	10,1	11,3
10 bis unter 20	961	9,9	13,0
20 bis unter 30	1.480	15,3	17,9
30 bis unter 40	1.580	16,4	14,9
40 bis unter 50	1.360	14,1	14,9
50 bis unter 60	1.446	15,0	13,0
60 bis unter 70	1.107	11,5	7,8
70 bis unter 80	510	5,3	5,2
80 oder älter	240	2,5	2,1
Gesamt	9.662	100	100

Der Anteil der männlichen Studienpopulation liegt in den Altersgruppen bis unter 30 Jahren unter dem Anteil der männlichen Standardbevölkerung. In den Altersgruppen von 30 bis 80 Jahren oder älter liegt der Anteil der männlichen Studienpopulation über dem Anteil der männlichen Standardbevölkerung. Die Altersgruppe der 40- bis unter 50-Jährigen stellt eine Ausnahme dar, hier ist der Anteil der männlichen Standardbevölkerung um 0,8 Prozentpunkte höher.

Rückschlüsse auf die Sozialstruktur des Untersuchungsgebiets konnten aufgrund der Datenlage nur anhand von zusammengefassten Daten über die Bevölkerungsstruktur (Altersverteilung, Arbeitslosendichte, Ausländeranteil) vorgenommen werden. Einschränkung ist zu betonen, dass keine Daten von 1993 verfügbar sind und dass keine kleinräumige Daten über einzelne Straßenzüge innerhalb des Untersuchungsgebiets vorliegen. Es kann also einzig eine Beschreibung der aktuellen Sozialstruktur des Untersuchungsgebiets vorgenommen werden, Rückschlüsse auf die Sozialstruktur des Untersuchungsgebiets im Jahr 1993 sind unter Vorbehalt möglich.

Laut Daten des Bürgeramtes für Statistik und Wahlen lag der Ausländeranteil (2006) in Schwanheim mit 19,3% unter dem Durchschnitt der Stadt Frankfurt am Main (mit 25,7%). Im Jahr 2004 betrug der Anteil der Ausländer 19,9%, mit 26,5% ist der Ausländeranteil in der Stadt Frankfurt am Main insgesamt deutlich höher. Laut BIPS (S.28) lag der Ausländeranteil in Schwanheim im Jahr 1995 bei 18,5% (Amt für Statistik, Wah-

len und Einwohnerwesen, 1995). Der relativ stabile Ausländeranteil über die Zeit kann als Hinweis dafür gewertet werden, dass die Sozialstruktur des Stadtteils keinen grundlegenden Veränderungen unterliegt.

Die Arbeitslosendichte liegt in Schwanheim konstant deutlich unter dem Durchschnitt der Stadt Frankfurt am Main (Quelle: Bürgeramt für Statistik und Wahlen, 2000, 2006).

Tabelle 8: Arbeitslosendichte des Stadtteil Schwanheim im Vergleich zu Frankfurt gesamt

	Arbeitslosendichte %	
	2000	2006
Schwanheim	4,9	7,8
Stadt FFM insgesamt	5,4	8,5

In den uns zur Verfügung stehenden zusammengefassten Stadtteildaten konnte kein Hinweis darauf gefunden werden, dass die Sozialstruktur des Stadtteils Schwanheim bezüglich einer hohen Arbeitslosenquote und damit verbundenen niedrigeren sozialen Schicht auffällt.

2.4 Vergleich mit der von BIPS untersuchen Population

Am 23.02.1995 beauftragte die Stadt Frankfurt am Main das Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) mit der Erstellung eines Expositionsregisters, das die vom Störfall im Werk Griesheim der Hoechst AG vom 22.02.1993 betroffenen Personen erfassen sollte. Eine Validierung des Expositionsstatus mittels Fragebogen sollte von BIPS für eine repräsentative Nettostichprobe von 12.000 (Umfang der Bruttostichprobe 15.000) der Bewohner des abgegrenzten Gebiets in Schwanheim / Goldstein vorgenommen werden. Die Grundgesamtheit, aus der die Ziehung der 15.000 anzuschreibenden Personen erfolgte, wurden aus folgenden Datenquellen zusammengeführt (Vgl. BIPS S. 20):

- Meldedaten

Die zentrale Meldestelle der Stadt Frankfurt am Main übermittelte BIPS eine Melderegisterauskunft über alle Personen, die zwischen dem 22.02.1993 und dem 19.03.1993 in dem Wohngebiet Schwanheim / Goldstein gemeldet waren (Vgl. BIPS S.16). Die Meldedateien wurden von BIPS bereinigt, indem Dubletten gelöscht und Personen aus dem Datensatz entfernt wurden, die zwar im Wohngebiet Schwanheim / Goldstein gemeldet waren, aber außerhalb des definierten Untersuchungsgebiets wohnten (vgl. BIPS S.17).

- Adressdaten von Probanden der NORDIG-Untersuchungs-Gruppe

Das NORDIG-Institut hat zwischen Oktober 1994 und März 1995 mehrere hundert Probanden auf Haut und Atemwegserkrankungen bzw. Symptome hin untersucht und befragt. Die Personen, die sich einer Untersuchung durch das NORDIG-Institut unterzogen hatten, sollten bei der Stichprobenziehung der von BIPS anzuschreibenden Personen berücksichtigt werden, sofern sie eine Adresse innerhalb des Untersuchungsgebietes hatten (Vgl. BIPS S.17). Nach Abgleich der Daten die BIPS von dem NORDIG-Institut übergeben wurden mit den Daten der Meldedatei blieben 141 Personen, die nicht in der Meldedatei enthalten waren. Diese 141 Personen wurden von BIPS ergänzend in die Ausgangsdatei eingefügt, aus der die Stichprobenziehung erfolgte (vgl. BIPS S.20).

Bei dem Vergleich der Studienpopulation von BIPS und der Studienpopulation von TNS mussten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Das Bürgeramt für Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt am Main räumt in seinem Schreiben vom 12.05.2009 (Anhang 4) ein, dass eine Differenz von 1.500 Datensätzen in den Meldedateien, die an TNS bzw. an BIPS übermittelt wurden, durch unterschiedlich gewählte Auswertungsgebiete erklärt werden kann.
- Berücksichtigung von 141 Personen durch das BIPS, die nicht in der Meldedatei enthalten waren, für die aber von dem NORDIG-Institut eine Adresse im definierten Gebiet angegeben war.

Der unterschiedliche Umfang der Studienpopulation von BIPS und von TNS ist dementsprechend auf die Abweichung im definierten Personenkreis und die divergierenden Auswertungsgebiete bei der Melderegisterauskunft zurückzuführen.

Für die Stichprobenziehung wurde das Erhebungsgebiet von BIPS in verschiedene Zonen eingeteilt, aus denen die Bewohner zu unterschiedlichen Prozentsätzen ausgewählt werden sollten (Vgl. BIPS S. 20 ff). Insgesamt sollten 15.000 Personen für die Erhebung ausgewählt werden, das sind 80,5% der 18.621 im definierten Gebiet lebenden Personen. Die folgende Tabelle 9 erläutert die Zusammensetzung der Ausgangsdaten von BIPS und der daraus gezogenen Stichprobe (vgl. BIPS S. 23).

Tabelle 9: Zusammensetzung der BIPS- Stichprobe

Gebiet	Anzahl Bewohner	Stichprobenrate	Anzahl Stichprobe
Kernzone	5.257	100%	5.257
Mittelstreifen insgesamt (Zone 2)	5.588	63%	3.521
Östl. mittlere Zone (2-Ost)	2.995	63%	1.887
Westl. mittlere Zone (2-West)	2.593	63%	1.634
Randstreifen insgesamt (Zone 3)	7.776	80%	6.220
Östl. äußere Zone (3-Ost)	4.093	80%	3.274
Westl. äußere Zone (3-West)	3.683	80%	2.946
Summe	18.621	80%	14.998

Die von BIPS erhobenen personenbezogenen Daten des Expositionsregisters sowie die Fragebogendaten wurden TNS nicht übergeben. Daher konnten außer Alter und Geschlecht keine personenbezogenen Daten über evtl. Confounder (z.B. Daten über Sozialstatus, Familienverhältnisse, Nationalität) in die Auswertung mit eingeschlossen werden.

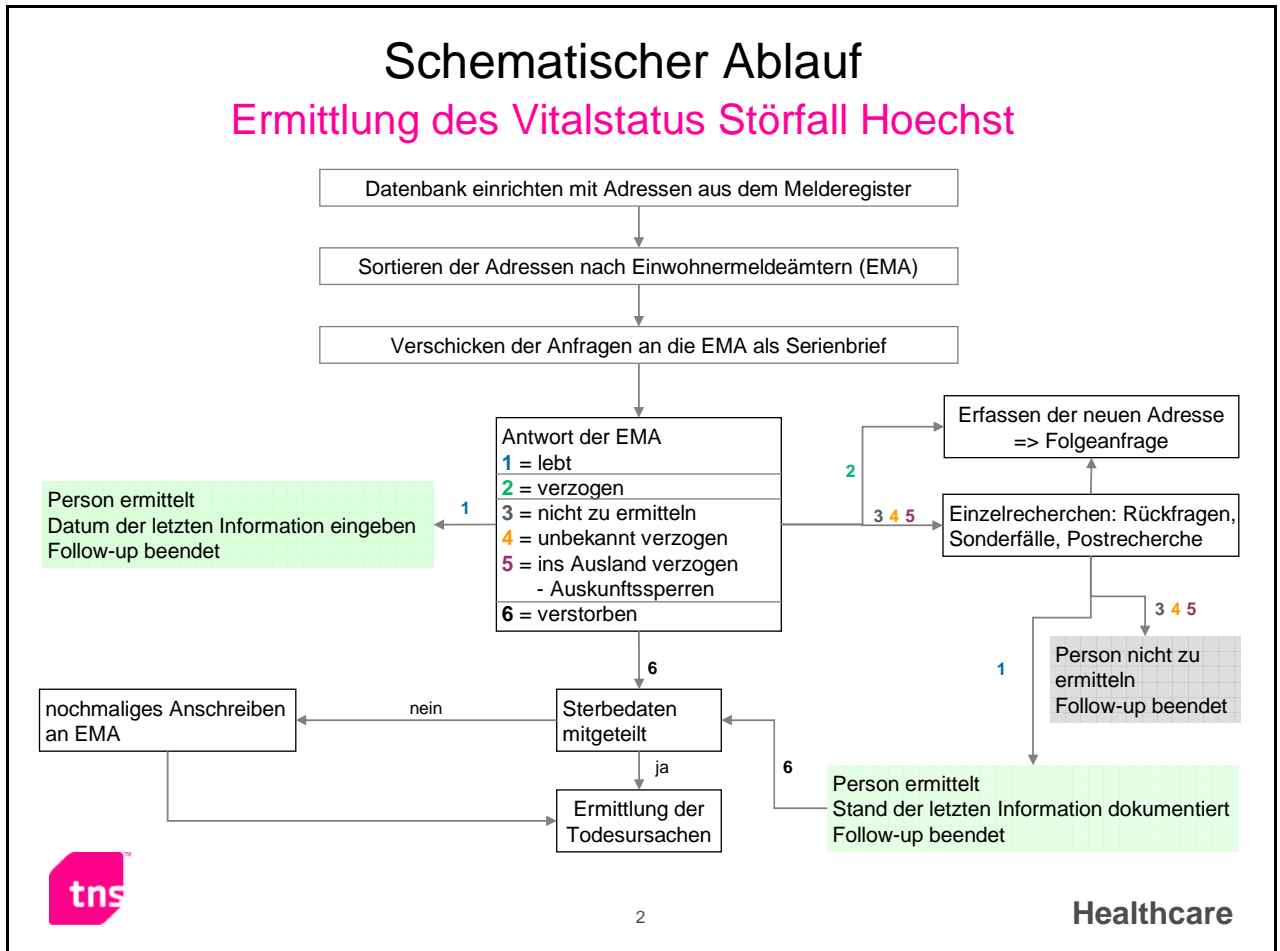
3 Adressrecherche und Ermittlung des Vitalstatus

Die Vitalstaterhebung wurde von Studienbeginn im Juni 2007 bis November 2008 durchgeführt.

3.1 Vorgehen

Für die Vitalstaterhebung wurden Melderegisteranfragen zur Ermittlung der letzten bekannten Wohnadresse bei den Einwohnermeldeämtern eingereicht und dieser Vorgang so oft wiederholt, bis alle Personen als lebend, verstorben oder nicht weiter verfolgbar abgeschlossen worden waren. Folgende Darstellung vermittelt einen Eindruck über das schrittweise Vorgehen.

Abbildung 2: Schematischer Ablauf Adress-Follow-Up und Vitalstatuserhebung



Das Follow-Up erfolgte in sieben Erhebungswellen. Insgesamt wurden 5.908 Melderegisteranfragen bei bundesweit 1.144 Ämtern gestellt (Rückfragen und Wiederholungsanfragen nicht eingerechnet). Folgende Tabelle 10 zeigt die Anzahl der Anfragen und der kontaktierten Ämter pro Welle.

Tabelle 10: Anzahl Anfragen und kontaktierte Ämter pro Welle

Welle	Zeitraum	Ämter	Fallzahl
1	Juni/Juli 2007	810	4.031
2	Sept. 2007	484	1.293
3	Okt. 2007	219	319
4	Nov. 2007	111	169
5	Dez. 2007	29	45
6	Jan. 2008	36	40
7	Feb.-Apr. 2008	11	11
Summe		1.140	5.908

Eine Folgewelle wurde versandt, wenn der Großteil (zirka 80%) der Rückläufe aus der vorherigen Welle eingegangen und erfasst war. Ab der dritten Welle wurde die Vorgehensweise bei den Folgeanfragen unterschieden. Anfragen an größere Ämter mit einer regionalen Klumpung, vor allem in der Region Frankfurt, wurden weiter gesammelt; die Folgeanfragen an zuvor noch nicht kontaktierte, geographisch abgelegene und kleine Gemeinden wurden umgehend wieder versandt. Indem auch mehrere Anfragen zu einer Person innerhalb einer Welle durchgeführt werden konnten, ließen sich so in den sieben Wellen Rückfragen integrieren und Verzögerungen abfangen.

3.2 Zusammenarbeit mit den Ämtern

Erwartungsgemäß war der überwiegende Teil der aus Frankfurt verzogenen Personen innerhalb der Region verzogen. Die „häufigsten Ziele“ waren:

- Offenbach
- Kelsterbach
- Hattersheim
- Neu-Isenburg
- Mörfelden-Walldorf
- Raunheim
- Hofheim am Taunus
- Wiesbaden
- Bad Soden
- Dreieich

Die Einwohnermeldeämter erhielten ein Anschreiben mit dem begleitenden Unterstützungsschreiben des Gesundheitsamtes Frankfurt. Die Resonanz der Ämter hinsichtlich Kooperationsbereitschaft, Geschwindigkeit und Sorgfalt der Bearbeitung war so gut,

dass die zeitlichen Abstände der Folgewellen von den geplanten 6-8 Wochen auf vier Wochen verkürzt werden konnten.

3.3 Ergebnisse der Vitalstaterhebung

Die Vitalstaterhebung wurde erfolgreich abgeschlossen. Zu allen Personen, die in das Adress-Follow-Up und die Vitalstaterhebung eingebunden waren, wurde eine der drei Statusmöglichkeiten ermittelt:

- lebend (mit einer gültigen Meldeadresse in Deutschland)
- verstorben (mit Erfassung des Sterbedatums)
- nicht mit endgültigem Status ermittelbar („Lost-to-Follow-Up“)

Besonderes Gewicht lag in den letzten Wellen auf verschiedenen Maßnahmen zur Minimierung der Zahl der „nicht mit endgültigem Status ermittelbaren“ Personen. Diese Sonderrecherchen verliefen oft erfolgreich: So ließ sich der Anteil der von den Ämtern als „nicht zu ermitteln“ genannten Personen durch Rückfragen halbieren; der Anteil der Auskunftssperren konnte sogar auf ein Zehntel der ursprünglichen Anzahl reduziert werden. Insgesamt konnte der bei Vitalstaterhebungen übliche Standardwert von 5% an Negativauskünften mit 3,4% Lost-to-Follow-Up (n=692) in dieser Studie deutlich unterschritten werden.

Zwei Drittel der verbliebenen Fälle mit nicht eindeutig zu ermittelnden Vitalstati betreffen Personen, die zwischen 1993 und 2007 ins Ausland verzogen sind (452). Die Zielländer dieser Personen sind weltweit gestreut. Von ca. einem Fünftel (22,8%) der ins Ausland Verzogenen ist das Verzugsland bekannt. In absteigender Reihenfolge entfallen die meisten Nennungen auf folgende Länder:

- USA
- Schweiz
- Spanien
- Niederlande
- Österreich
- Frankreich
- Türkei
- Polen
- Italien
- Kroatien
- Schweden

Da sich die Recherche auf die Angaben der Einwohnermeldeämter stützte, umfasste die Gruppe der unbekannt Verzogenen ebenso alle Personen, die ihrer Meldepflicht nicht nachkommen. Zwei weiterer Einzelfälle betrafen eine Person, die als lebend ermittelt wurde, jedoch mit einem abweichenden Geburtsdatum, und daher als „Identität nicht eindeutig“ codiert wurde sowie eine Person, bei der das Einwohnermeldeamt nur deshalb die Angabe einer aktuellen Meldeadresse verweigerte, da nach Datenlage des Einwohnermeldeamtes kein Zuzug aus Frankfurt registriert war. Zwei Personen wurden auch nach mehrmaligen Rückfragen von den Einwohnermeldeämtern hin- und verwiesen und deshalb als „in Schleife geraten“ codiert. Zur Sicherung der Datenqualität wurden also alle Fälle als „nicht ermittelbar“ codiert, bei denen nicht mit Sicherheit ein definitiver Status zugewiesen werden konnte.

Tabelle 11: Ergebnisse der Vitalstaterhebung

Fallzahl Netto			20.170	100%
Lebend			16.278	80,7%
vom EMA Frankfurt	12.447	61,7%		
Im Follow-Up ermittelt	3.831	19,0%		
Verstorben ermittelt			3.200	15,9%
verstorben, Todesursache liegt vor	3.111	15,4%		
verstorben, ohne bekannte Todessursache	43	0,2%		
verstorben im Ausland	46	0,2%		
Vitalstatus nicht ermittelbar			692	3,4%
ins Ausland verzogen	452	2,2%		
unbekannt verzogen	210	1,0%		
abgemeldet von Amts wegen	8	0,0%		
ohne festen Wohnsitz	10	<0,1%		
nicht zu ermitteln	6	<0,1%		
Identität nicht eindeutig	1	<0,1%		
in Bearbeitung	2	<0,1%		
Auskunftssperre	2	<0,1%		
Auskunft verweigert	1	<0,1%		
Gesamt			20.170	100%

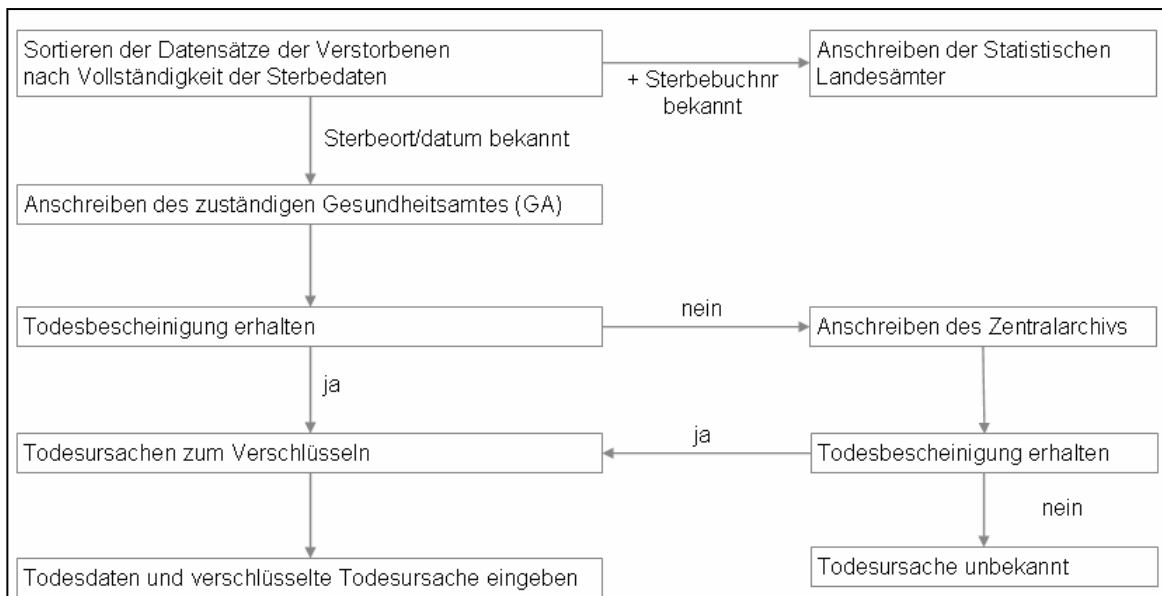
4 Ermittlung der Todesursachen

Die Ermittlung der Todesursachen dauerte vom 07. Februar 2008 bis zum 19. September 2008.

4.1 Vorgehen bei der Ermittlung der Todesursachen

Die für die Ermittlung der Todesursachen notwendigen Schritte werden im Folgenden dargestellt. Zunächst soll eine schematische Darstellung einen Eindruck über die Vorgehensweise vermitteln.

Abbildung 3: Vorgehen bei der Ermittlung der Todesursachen



4.1.1 Statistische Landesämter

Da in früheren Projekten anhand der Sterbebuchnummern die Todesursache über die Statistischen Landesämter ermittelt werden konnte, wurden im ersten Arbeitsschritt die für die Toten mit bekannter Sterbebuchnummer jeweils zuständigen Stat. Landesämter angeschrieben mit der Bitte, um Übermittlung der Todesursachen. Von insgesamt acht Stat. Landesämtern verweigerten aus Datenschutzgründen sieben die Auskunft über die Todesursachen, während ein Amt angab, nicht über die entsprechenden Unterlagen zu verfügen. Trotz Nachfassen und persönlichen Gesprächen mit den zuständigen Sachbearbeitern sowie Übersendung der Studienbeschreibung konnten auf diesem Weg keine Erfolge erzielt werden. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die benötigten Daten ausschließlich über die Gesundheitsämter zu ermitteln.

4.1.2 Gesundheitsämter

Insgesamt wurden 274 Gesundheitsämter um Auskunft der Todesursachen gebeten. Das Formular wurde nur von einem Teil der Gesundheitsämter genutzt, während der andere Teil der Ämter es bevorzugte, TNS eine Kopie des Leichenschauzeichens zuzusenden. Allerdings gab es auch hier größtenteils Bedenken von Seiten der Gesundheitsämter bezüglich des Datenschutzes.

In einem zweiten Brief wurde versucht, den Gesundheitsämtern anhand der Projektskizze die Legitimität des Anliegens darzulegen.

War auch dieser Schritt nicht erfolgreich, wurde den betreffenden Gesundheitsämtern angeboten, die Daten nicht an TNS sondern direkt an das Stadtgesundheitsamt Frankfurt zu schicken, wobei der Name der Person entfernt werden konnte, jedoch die vorgegebene Identifikationsnummer übertragen wurde. Vom Stadtgesundheitsamt Frankfurt erfolgte eine Übermittlung der Todesursachen an TNS.

Im Verlauf des Mortalitäts-Follow-Ups wurde das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz gebeten, die Herausgabe der Todesursachen durch die Gesundheitsämter für diese wissenschaftliche Studie zu genehmigen. Das Ministerium beauftragte wiederum die Regierung von Unterfranken über das Ersuchen zu entscheiden. Der positive Bescheid hatte Gültigkeit für alle Bayerischen Gesundheitsämter, so dass bis auf Eichstätt von allen Bayerischen Gesundheitsämtern die Todesursache mitgeteilt wurde. Ebenso erteilte das Thüringer Landesverwaltungsamt seine Zustimmung. Eine Kopie dieser Bescheide wurde den noch zögernden Gesundheitsämtern in den anderen Bundesländern übermittelt, da sich die zuständigen Behörden der Länder Berlin, Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland nicht in der Lage sahen, im für die Recherche zur Verfügung stehenden Zeitrahmen ein positives Votum abzugeben.

Einige Anfragen konnten nicht mehr beantwortet werden, da die Aufbewahrungsfrist für die Totenscheine abgelaufen war. In einem Fall konnte die Todesursache über das Krankenhaus eruiert werden, in dem der Kranke verstorben war.

4.2 Vercodung der Todesursachen

Die Todesursachen lagen in drei unterschiedlichen Formen vor, die für die Datenanalyse einheitlich auf die WHO-Klassifikation ICD 10 gebracht werden mussten:

Die Diagnosen in Klartextform wurden an das Stat. Landesamt des Freistaates Sachsen geschickt und vom dortigen Personal vercodet.

Waren die Todesursachen nach dem alten Standard ICD 9 vercodet, wurden sie mit Hilfe eines Umsetzungsprogramms in die neuere Version ICD 10 transformiert.

Diagnosen, die bereits den ICD 10-Code aufwiesen, wurden so übernommen.

Alle ICD 10-Diagnosencodes wurden anschließend in eine Tabelle der ACCESS Datenbank eingetragen.

4.3 Auswahl der ICD-Codes für die Todesursachenanalyse

Die offizielle Todesursachenstatistik⁶ für Deutschland im Jahr 2005 diente als Anhaltspunkt für die Bildung von 3 Kategorien, unter denen sich alle Todesursachen subsumieren lassen, nämlich:

- Krankheiten des Herz-Kreislauf-Systems, einschl. Myocardinfarkt (I00-I99)
- Bösartige Neubildungen insgesamt (C00-C97)
- Restliche Todesursachen

Die Krebssterblichkeit wurde weiter differenziert, um auch die Sterblichkeit an Krebserkrankungen bestimmter Organe darstellen zu können. Laut toxikologischem Gutachten von H.-G. Neumann vom 19.10.1993⁷ wurden bei dem Störfall 27 Substanzen freigesetzt, von denen sich einige der Verbindungen im Gemisch im Tierversuch als karzinogen erwiesen hatten. Es liegen jedoch keine Erkenntnisse vor, ob sich diese Ergebnisse auf den Menschen übertragen lassen. Außerdem waren Expositions Menge und Expositionszeitdauer so gering, dass involvierte Gutachter nicht davon ausgingen, dass ein erhöhtes störfallbedingtes Krebsrisiko auftreten wird.

Aufgrund einer entsprechenden Stellungnahme des Gutachters⁸ im Jahr 1996 in Bezug auf die ausgetretenen Schadstoffe wurde festgelegt, die bösartigen Neubildungen nach folgenden Kategorien zu differenzieren und in die Todesursachenanalyse aufzunehmen:

⁶ Quelle: Stat. Bundesamt, gesundheitsstatistiken@destatis.de

⁷ Neumann HG: Toxikologisches Gutachten zum Störfall der Hoechst AG vom 22.02.1993; 19.10.1993 in Stadtgesundheitsamt: Der Störfall Hoechst AG vom 22.02.1993. Ein Jahr danach. Dokumentation, Frankfurt, Februar 1994; S. 53-66

⁸ Neumann HG: Gesundheitsuntersuchung Störfall Hoechst. In Stadtgesundheitsamt: Der Störfall Hoechst AG vom 22.02.1993; 22.07.1996 Expositionsregister des Bremer Instituts für Präventionsforschung und Sozialmedizin. Geschichte und aktueller Sachstand, Frankfurt, Februar 2001.

Dickdarm (Kolon)	C 18
Leber	C 22
Milz	C 26.1 (kein Todesfall im Datensatz vorhanden)
Bronchien und Lunge	C 34
Niere	C 64
Blase	C 67
Harnorgane	C 68
ZNS	C 71
Blutsystem (Leukämie)	C 91 bis 95
Sonst. bösartige Neubildungen:	Alle anderen C-Codes

4.4 Ergebnisse der Todesursachen Ermittlung und externer Vergleich

Von der Studienpopulation N= 20.170, sind 3.200 Personen verstorben. Die Ergebnisse der Todesursachen Ermittlung finden sich in der Tabelle 12. Zusammengefasst entfallen bei einem geringen Anteil von 2,8% für unbekannte Todesursachen 40,9% auf Herz-Kreislaufkrankungen (inklusive Myocardinfarkt) und fast ein viertel (24,9%) auf die Gruppe der bösartigen Neubildungen. Um einen besseren Vergleich der Kohortensterblichkeit der Studienpopulation mit der alterstandardisierten Mortalität der Bevölkerung Hessens zu erzielen, wurden die Studiendaten hinsichtlich der Alters- und Geschlechterverteilung gewichtet (vgl. Kapitel 2.3)

Tabelle 12 zeigt, dass sich die prozentualen Anteile nur wenig unterscheiden. Der Anteil der Herz-Kreislauffoten in der Studienpopulation liegt um 0,4 Prozentpunkte unter dem der Standardbevölkerung Hessen⁹ und der der Krebstoten um 0,2 Prozentpunkte niedriger.

⁹ Als Quelle der Berechnungen wurde die alterstandardisierten Mortalitätsstatistiken des Statistischen Bundesamtes für Deutschland (www.destatis.de) verwendet

Tabelle 12: Altersstandardisierte Todesursachenstatistik der häufigsten Todesursachen im Vergleich zur Standardbevölkerung Hessen

Todesursache (kategorisiert)	Studienpopulation (N=3.200)	Standardbevölkerung Hessen 1987 (N=59.137)
Herz-Kreislauferkrankungen	40,8%	41,2%
Bösartige Neubildungen	25,6%	25,8%
Übrige und keine Angabe	33,6%	33,0%

Eine detaillierte Betrachtung der Krebssterblichkeit, bezogen auf die relevanten Tumorarten (vgl. Kapitel 4.3), innerhalb der Studienpopulation ist in Tabelle 13 dargestellt. Dabei fällt auf, dass die bösartigen Neubildungen der Bronchien und Lunge mit 4,8% (ungewichtet) und die bösartigen Neubildungen des Dickdarms mit 1,8% (ungewichtet) den größten Anteil der Todesursachen ausmachen.

Tabelle 13: Ergebnisse der Todesursachen Ermittlung (n=3200), nicht altersstandardisiert

	Häufigkeit	Prozent
CA	<i>329</i>	<i>10,3</i>
CA Blase	<i>1</i>	<i>0,0</i>
CA Bronchien + Lunge	<i>155</i>	<i>4,8</i>
CA Dickdarm	<i>57</i>	<i>1,8</i>
CA Harnblase	<i>23</i>	<i>0,7</i>
CA Harnorgane	<i>5</i>	<i>0,2</i>
CA Kolon	<i>2</i>	<i>0,1</i>
CA Leber	<i>15</i>	<i>0,5</i>
CA Niere	<i>16</i>	<i>0,5</i>
CA Rektum	<i>29</i>	<i>0,9</i>
CA Rest	<i>66</i>	<i>2,1</i>
CA ZNS	<i>16</i>	<i>0,5</i>
Krebs o.n.A. CA Rest	<i>48</i>	<i>1,5</i>
Leukämie	<i>36</i>	<i>1,1</i>
Herz-Kreislauf inkl. Myokardinfarkt	<i>1.308</i>	<i>40,9</i>
Rest	<i>1005</i>	<i>31,4</i>
TU keine Angabe	<i>89</i>	<i>2,8</i>
Gesamt	<i>3.200</i>	<i>100</i>

Ergänzend zeigt Tabelle 14 die Gegenüberstellung ausgewählter bösartiger Neubildungen der Studienpopulation im Vergleich zur Standardbevölkerung Hessen. Die Darstellung macht deutlich, dass die prozentualen Anteile der Todesursachen von allen ICD Positionen in der Größenordnung wenig voneinander abweichen. Sie liegen im Bereich von 0,06 für C 64 (Bösartige Neubildungen der Niere) bis 0,44 Prozentpunkte für C18 (Bösartige Neubildungen des Dickdarms). Dies lässt darauf schließen, dass sich die Todesursachenstatistik der Studienpopulation sowohl in Bezug auf die kategorisierten Hauptgruppen als auch auf die einzelnen Gruppe der bösartigen Neubildungen nur im Bereich von maximal einem halben Prozentpunkt von der Standardbevölkerung Hessen 1987 unterscheidet.

Tabelle 14: Altersstandardisierte Mortalitätsraten ausgewählter Tumorarten im Vergleich zur Standardbevölkerung Hessen

ICD 10	Studienpopulation (Prozent von allen ICD-Positionen)	Standardbevölkerung Hessen 1987 (Prozent von allen ICD-Positionen)
C34 Bösartige Neubildungen der Bronchien und Lunge	5,03	4,78
C18 Bösartige Neubildungen des Dickdarms	1,84	2,28
C20 Bösartige Neubildungen des Rektum	0,95	0,87
C67 Bösartige Neubildungen der Harnblase	0,72	0,60
C71 Bösartige Neubildungen der ZNS	0,49	0,64
C64 Bösartige Neubildungen der Niere	0,52	0,58

5 Einteilung der Studienpopulation in Gruppen mit potentieller Exposition

In der vorliegenden Studie wird die Sterblichkeit in Abhängigkeit der Exposition durch den Störfall untersucht. Die Frage, wie einer Person in der Stichprobe eine valide individuelle Kennziffer für die Exposition zugeordnet werden kann, wurde im Rahmen der Erstellung des Expositionsregisters durch BIPS ausführlich diskutiert.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wird eine Expositionseinteilung verwendet, die im Folgenden näher erläutert wird. Darüber hinaus finden zwei Gebietseinteilungen von BIPS Beachtung, die in dem folgenden Kapitel vorgestellt werden.

5.1 Adressen außerhalb des definierten Gebiets

Die übermittelten Meldedateien enthielten Adressdaten von sämtlichen Personen, die in dem Gebiet Schwanheim und Goldstein (Bezirk 531 - 533) zum Zeitpunkt des Störfalls gemeldet waren. Dieses Auswertungsgebiet des Meldeamts geht über die Grenzen des definierten Untersuchungsgebiets hinaus (westliche Grenze B40, östliche Grenze A5). Daher wurden 440 Adressdaten übermittelt, die nicht der definierten Untersuchungspopulation angehören. Für die weiteren Auswertungen wurden diese Personen ausgeschlossen.

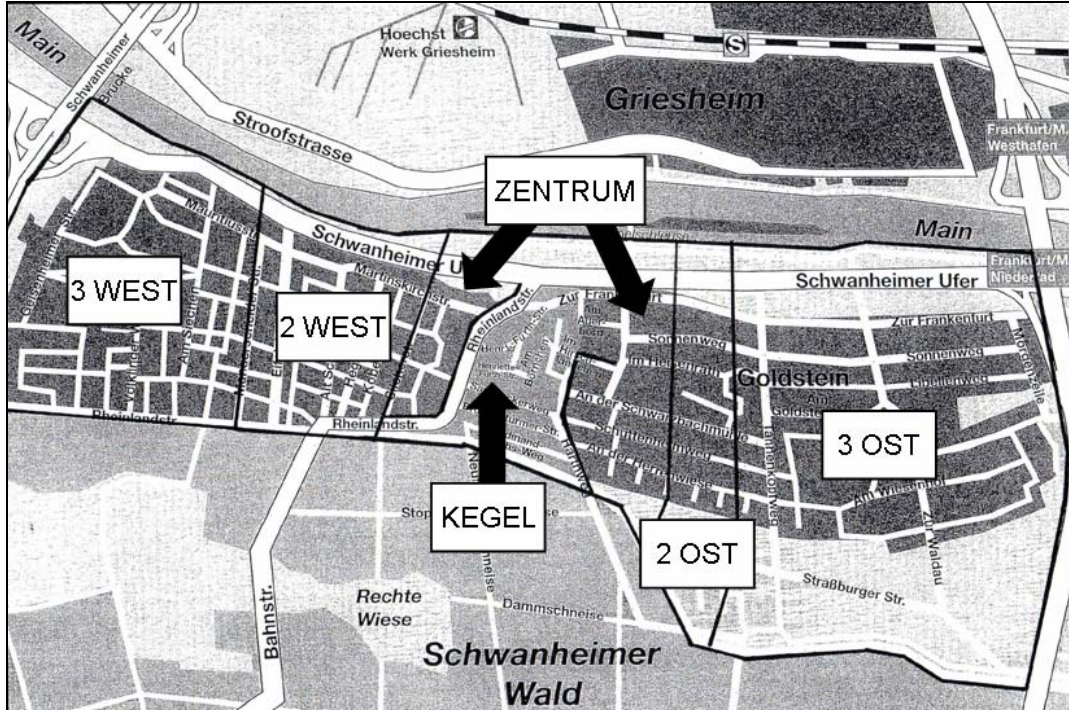
5.2 Erläuterung der gewählten Expositionsgebiete

Da kein individuelles Expositionsmaß für die vom Störfall betroffene Bevölkerung vorliegt, erschien es im Rahmen der vorliegenden Studie zweckmäßig, die relative Lage des Wohnorts zur Quelle der Exposition als Indikator für das Expositionsmaß zu verwenden. Hierfür wurde auf bestehende Einteilungen des Expositionsgebiets in Zonen zurückgegriffen. Innerhalb einer Zone wird eine einheitliche Exposition angenommen.

Die Problematik dieses vergleichsweise groben Expositionsmaßes ist in dem Abschlussbericht zu dem Expositionsregister ausführlich diskutiert worden, ohne dass eine allseits befriedigende Lösung gefunden werden konnte .

Folgende Darstellung veranschaulicht die vorgenommene Gebietseinteilung, die im Anschluss genauer erläutert wird.

Abbildung 4: Einteilung der Studienpopulation nach Wohngebieten (“Zonen”)



Quelle: Eigene Bearbeitung nach BIPS, Expositionsregister (Anlage 1 Karte und Straßenverzeichnis des Erhebungsgebietes)

Das mit „Kegel“ bezeichnete Gebiet war am stärksten durch den Fall-out des Störfalls betroffen. Die Eingrenzung des betroffenen Gebiets erfolgte durch Begehung und Inaugenscheinnahme wenige Stunden nach dem Störfall durch die Feuerwehr. Die zunächst optisch durchgeführte Eingrenzung des Schadensgebiets wurde durch Auswertungen der unmittelbar nach dem Störfall gesammelten Proben bestätigt¹⁰. Nur in diesem Gebiet konnte die Kontamination durch die am Tag des Störfalls entnommenen wenigen Luft- und Bodenproben messtechnisch bzw. analytisch nachgewiesen werden. In der vorliegenden Studie werden alle Personen die zum Zeitpunkt des Störfalls mit einer Adresse in dem mit „Kegel“ bezeichneten Gebiet gemeldet waren als exponiert gewertet. Der „Kegel“ befindet sich zwischen Rheinlandstraße und Harthweg¹¹.

Das mit „Zentrum“ bezeichnete Gebiet ist als ein von BIPS definierter „Sicherheitsstreifen“ zu verstehen, der zu beiden Seiten an den Kegel angrenzt. In dieser Zone zum Zeitpunkt des Störfalls gemeldete Personen werden als exponiert gewertet.

¹⁰ Heudorf U, Peters M: Der Störfall in der Fa. Hoechst AG vom 22.2.1993. Ausmaß der Umweltbelastung und Sanierungsverlauf. Das Gesundheitswesen (1994) 56: 347-352.

¹¹ Folgende Straßen sind in dem Kegel vorhanden: Am Börnchen, Bruno-Stürmer-Straße, Ferdinand-Dirichs-Weg, Harthweg, Henriette-Fürth-Straße, Im Hirschländchen, Rheinlandstraße, Sauerackerweg.

Die Gebiete mit der Bezeichnung 2 West bzw. 2 Ost sind „Randzonen“, die als deutlich weniger belastet kategorisiert wurden. Für die Auswertungen werden in dieser Zone zum Zeitpunkt des Störfalls gemeldete Personen ebenfalls als exponiert definiert.

Die Gebiete 3 West und 3 Ost werden als „Referenzzonen“. In der Auswertung herangezogen. Zum Zeitpunkt des Störfalls in diesem Gebiet gemeldete Personen werden als nicht exponiert definiert. Folgende Tabelle 15 fasst die Anzahl der Personen in den vorgestellten Zonen und die Expositionsdefinition zusammen.

Tabelle 15: Darstellung der exponierten und nicht-exponierten Gebiete

		Exposition		Gesamt	Prozent
		nicht exponiert	exponiert		
Kegel			2.049	2.049	10,2
Zentrum			3.525	3.525	17,5
Randzone	2 Ost		2.822	5.577	27,6
	2 West		2.755		
Referenzzone	3 Ost	4.693		8.579	42,5
	3 West	3.886			
Gesamt		8.579	11.151	19.730	
Außerhalb des Untersuchungsgebiets		440			2,2

Die Einteilung der übergebenen Meldeadressen in die Zonen erfolgte bei TNS mittels der Anlage 1 „Karte und Straßenverzeichnis des Erhebungsgebietes“ des von BIPS erstellten „Expositionsregisters Schwanheim / Goldstein“. Eine Tabelle, mit der Erläuterung der in jeder Zone enthaltenen Straßen befindet sich im Anhang.

5.3 Gebietseinteilungen von NORDIG und BIPS

Das **NORDIG-Institut** definiert anhand der Analysen der entnommenen Luft- und Bodenproben, die am Tag des Störfalls und in den Folgetagen entnommen wurden, ein kegelförmiges Gebiet, das durch eine erhöhte Schadstoffbelastung gekennzeichnet war. Das so definierte Kerngebiet ist begrenzt durch das Schwanheimer Mainufer in Norden und den Schwanheimerwald in Süden. Östlich durch den Hartweg und westlich durch den südlichen Teil der Rheinlandstraße. Der außerhalb des Kerngebiets liegende Bereich Schwanheims wurde als Randgebiet bezeichnet. Die Definition des Kerngebiets entspricht dem Gebiet, das von TNS als Kegel bezeichnet wird.

Im Rahmen der Erstellung des Expositionsregisters wurden von **BIPS** zwei verschiedene Gebietseinteilungen vorgenommen, die im Rahmen der vorliegenden Studie herangezogen wurden.

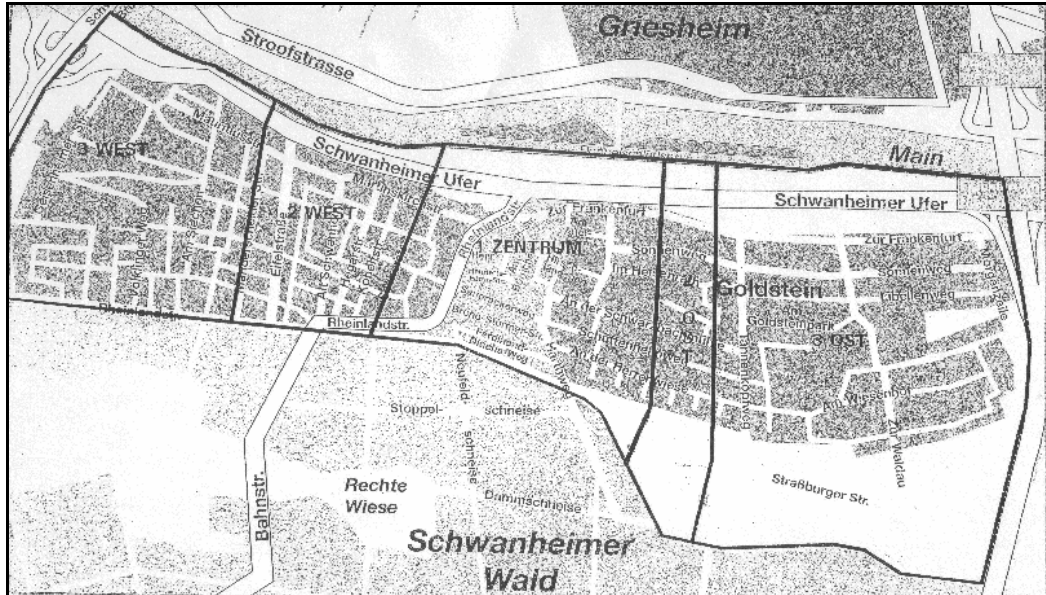
Gebietseinteilung zur Stichprobenziehung. Für die Stichprobenziehung der Befragung durch BIPS wurde das Erhebungsgebiet von BIPS in 5 verschiedene Zonen eingeteilt, aus denen die Bewohner zu unterschiedlichen Prozentsätzen ausgewählt werden sollten (siehe Tabelle 9; vgl. BIPS, S. 20 ff).

Der am stärksten betroffene Expositionskegel zwischen Rheinlandstraße und Harthweg wurde zusammen mit einem angrenzenden Sicherheitsgürtel als „Zentrum“ bezeichnet¹². Die östlich und westlich an das Zentrum anliegenden Gebiete Schwanheims und Goldsteins wurden jeweils in zwei weitere Zonen eingeteilt. So entstanden die Gebiete „2_Ost“ und „2_West“, die direkt östlich bzw. westlich dem Zentrum angrenzen sowie die Gebiete „3_Ost“ und „3_West“, die als östlicher und westlicher Randstreifen bezeichnet werden können.

In der vorliegenden Studie wurde auf das von BIPS erstellte Verzeichnis „Karte und Straßenverzeichnis des Erhebungsgebietes“ (Anlage 1 des „Expositionsregisters Schwanheim / Goldstein“) zurückgegriffen, um die Gebiete abzugrenzen. Folgende Karte zeigt die von BIPS definierte Einteilung des Gebiets in 5 Zonen.

¹² Folgende Straßen befinden sich in dem so definierten Zentrum: Am Auerborn, Am Börnchen, Am Ruhestein, An der Herrenwiese, An der Schwarzbachmühle, An der Staustufe, An der Wildhube, Bruno-Stürmer-Straße, Ferdinand-Dirichs-Weg, Hans-Pfützner-Straße, Harthweg, Henriette-Fürth-Straße, Hugo-Wolf-Straße, Im Heisenrath, Im Hirschländchen, Martinskirchstraße, Rheinlandstraße, Sauerackerweg, Schüttenhelmweg, Sonnenweg, Zelterstraße, Zur Frankenfurt.

Abbildung 5: Karte 5 Zonen nach BIPS



Quelle: BIPS, Expositionsregister (Anlage 1 Karte und Straßenverzeichnis des Erhebungsgebietes)

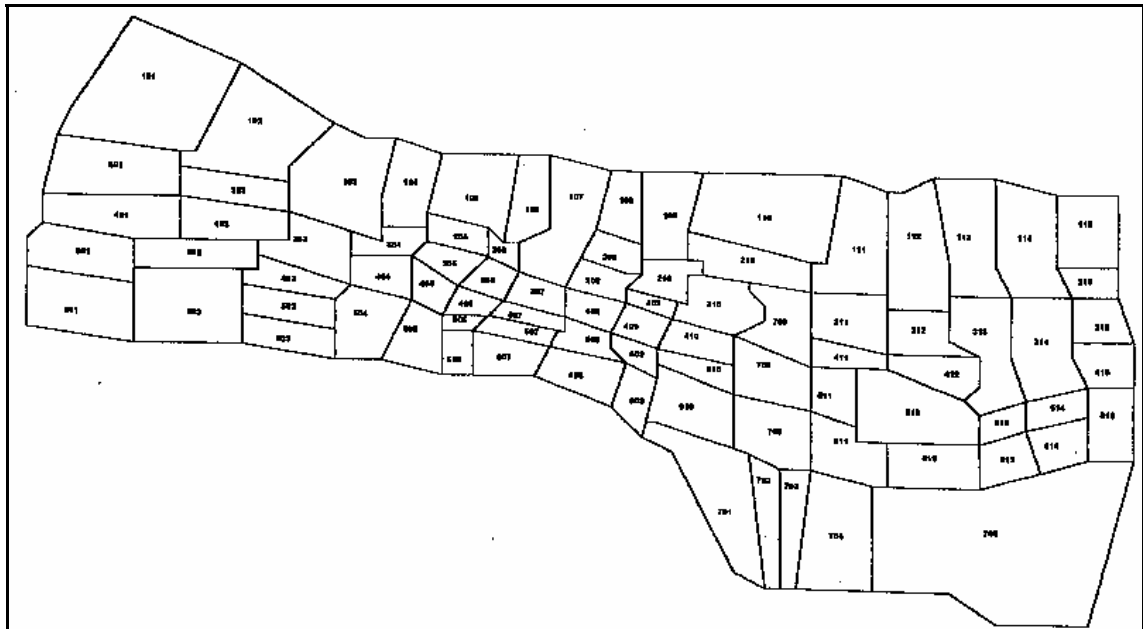
Kleinräumige Gebietseinteilung. Um eine sehr kleinräumige Analyse zu ermöglichen, gliederte BIPS das Gebiet Schwanheim / Goldstein, anhand von Katasterkarten, rasterartig in 99 Zonen¹³. Für die Auswertungen wurden von BIPS einige schwach besetzte Zonen zusammengefasst, um zu gewährleisten, dass in jeder Zone mindestens 50 Probanden der Stichprobe wohnten. Folgende Darstellung zeigt die Einteilung des Gebietes in die 84 Zonen, so wie sie von BIPS vorgenommen wurde (Vgl. BIPS, S.74). Folgende Zonen wurden dabei zusammengefasst:

¹³ Die Straßen des Expositionskegels sind in den Zonen 107, 108, 207, 208, 307, 308, 407, 408, 507, 508, 607, 608 enthalten.

Einzelne Zonen	Zusammengefasst zu
101+201=	101
102+202=	102
103+301=	103
104+204=	104
107+207=	107
111+211=	111
112+212=	112
113+213=	113
114+214=	114
313+413=	313
314+414=	314
504+604=	504
505+605=	505
515+615=	515
707+708=	708

So zeigt die kleinräumige graphische Darstellung nicht mehr 99 sondern 84 Zonen.

Abbildung 6: kleinräumige Einteilung aus dem Expositionsregister (BIPS)



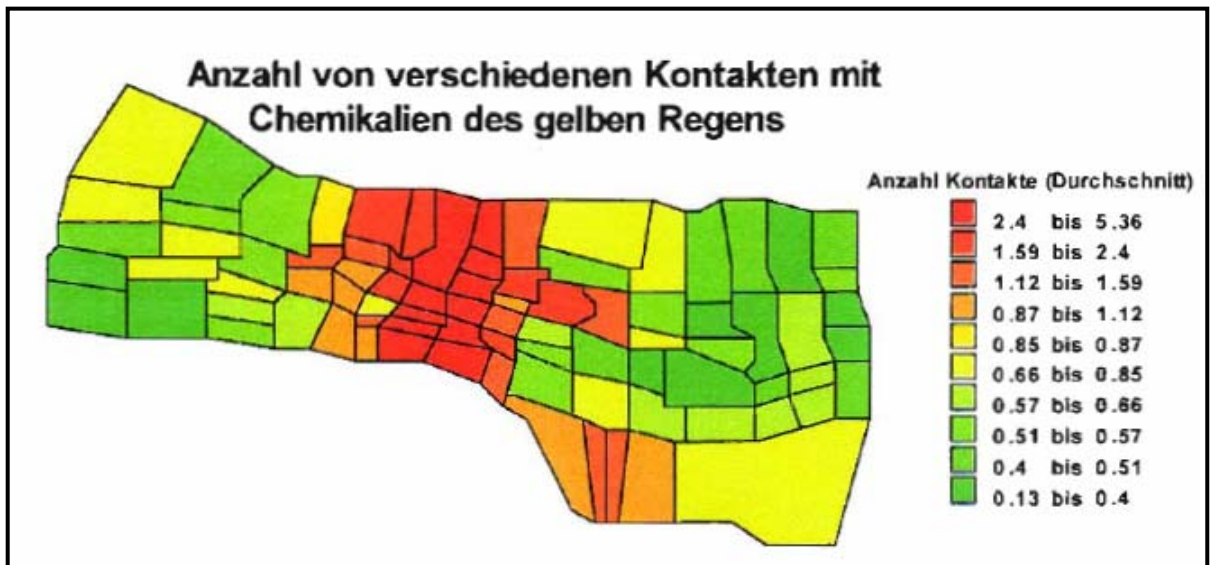
Quelle: BIPS, Expositionsregister (S. 74)

Anhand des „Zonenverzeichnis nach Straßen und Hausnummern“ (Anlage 17 des „Expositionsregisters Schwanheim / Goldstein“) wurden von TNS die einzelnen Fälle im Datensatz auf Grund ihrer Straße und Hausnummer den entsprechenden Zonen

zugeordnet. Falls die Straßen bzw. Hausnummern nicht in dem „Zonenverzeichnis nach Straßen und Hausnummern“ vorhanden waren, wurde anhand von Katasterplänen eigenständig eine eindeutige Zuordnung zu einer der 84 Zonen vorgenommen.

Folgende Darstellung zeigt beispielhaft eine Auswertung von BIPS, die anhand der rasterartigen Gebietseinteilung vorgenommen wurde.

Abbildung 7: Darstellung aus dem Expositionsregister



Quelle: Darstellung nach BIPS

Diese exemplarische Darstellung zeigt, dass BIPS die kleinräumige Darstellung verwendet hat, um verschiedene Ergebnisse der Studie sehr differenziert darzustellen. In den Legenden zu den Graphiken wurden numerische Angaben vorgenommen, die ohne weitere Informationen nicht auf die übergebenen Meldedaten übertragbar sind.

Statistische Auswertungen der Sterblichkeit auf Basis dieser Regionaleinteilung stoßen naturgemäß rasch auf eine Begrenzung durch sehr kleine Zellenbesetzungen. Eine Zusammenfassung der kleinräumigen Regionaldaten, wie beispielsweise nach der anerkannten Methode der small area statistics, konnte nicht angewendet werden, da auf der Individualebene keine expositionsbezogenen Informationen zugänglich waren. Ergebnisse der Sterblichkeitsanalyse für die kleinräumigen Regionen werden daher nur in tabellarischer Form in Anhang 2 wiedergegeben.

5.4 Verteilung (sozio)demographischer Merkmale in den Zonen

Es folgt die Beschreibung der Zonen hinsichtlich wichtiger (sozio)demographischer Merkmale, die bei der Interpretation der späteren Analysen berücksichtigte werden soll-

ten. Der Umfang der Studienpopulation beträgt 19.730 (siehe Kap. 5.2), da 440 Personen, mit Meldeadressen außerhalb des definierten Untersuchungsgebiets, aus den Auswertungen ausgeschlossen wurden. Zur Erstellung des Expositionsregisters hatte das Bremer Institut für Präventionsforschung und Sozialmedizin im Jahre 1995 15.000 Schwanheimer und Goldsteiger Bürger mehrfach angeschrieben, von denen am Ende der Feldzeit ca. 55% den Fragebogen beantworteten. Dieser Fragebogen beinhaltete klassische Fragen zur Bildung von Sozialindikatoren wie Schulabschluss, abgeschlossener Berufsausbildung, derzeitige Berufstätigkeit und Einkommen. Diese personenbezogenen Informationen wurden TNS nicht zur Verfügung gestellt, lediglich die demographischen Variablen Alter und Geschlecht.

Tabelle 15 stellt die Geschlechterverteilung der Studienpopulation differenziert nach den Zonen unterschiedlicher Exposition dar. Es wird deutlich, dass der Anteil der Frauen in den Gebieten Kegel, Zentrum und 3 Ost über dem Durchschnitt liegt. Der Männeranteil liegt den Gebieten 2 Ost und 2 West sowie 3 West über dem durchschnittlichen Anteil. In dem Gebiet 2 Ost liegt der Männeranteil über dem Anteil der Frauen.

Tabelle 16: Geschlechterverteilung in den Zonen

Zone	Gesamt	Männer	(%)	Frauen	(%)
Kegel	2.049	939	45,8	1.110	54,2
Zentrum	3.525	1.654	46,9	1.871	53,1
2_Ost	2.822	1.423	50,4	1.399	49,6
2_West	2.755	1.344	48,8	1.411	51,2
3_Ost	4.693	2.209	47,1	2.484	52,9
3_West	3.886	1.878	48,3	2.008	51,7
Gesamt	19.730	9.447	47,9	10.283	52,1
Standard Bevölkerung¹⁴			47,9		52,1

Legende: **dunkelgrau** hinterlegte Zellen besonders beachten.

¹⁴ Zum Vergleich werden die Anteile der Standardbevölkerung Deutschland 1987 angegeben.

Tabelle 17 zeigt, dass sich die Altersverteilung der weiblichen Studienpopulation in den Zonen nach 10 Jahresaltersgruppen leicht von der Altersverteilung der Standardbevölkerung unterscheidet. So liegt der Anteil der unter 10-Jährigen im Zentrum und in dem Gebiet 2 Ost über dem Anteil der weiblichen Standardbevölkerung, in den übrigen Gebieten darunter. Deutlich über dem Anteil der Standardbevölkerung liegt das Gebiet 2 Ost auch in der Altersgruppe der 10- bis unter 20-Jährigen. Die übrigen Gebiete liegen in dieser Altersgruppe unter dem Anteil der Standardbevölkerung. In der Altersgruppe der 20- bis unter 30-Jährigen liegen die Gebiete Kegel und 2 West über den Anteilen der Standardbevölkerung, alle weiteren Gebiete liegen unter dem Anteil.

Tabelle 17: Altersverteilung nach Zonen, Frauen

	Altersklassen bei Störfall										Median, Jahre
	unter 10	10 bis unter 20	20 bis unter 30	30 bis unter 40	40 bis unter 50	50 bis unter 60	60 bis unter 70	70 bis unter 80	80 oder älter	Gesamt	
1_Kegel	89	98	201	120	137	164	134	104	63	1110	42
%	8,0%	8,8%	18,1%	10,8%	12,3%	14,8%	12,1%	9,4%	5,7%	100%	
1_Zent	181	156	224	274	205	276	296	162	97	1871	44
%	9,7%	8,3%	12,0%	14,6%	11,0%	14,8%	15,8%	8,7%	5,2%	100%	
2_Ost	174	218	175	249	174	185	130	56	38	1399	35
%	12,4%	15,6%	12,5%	17,8%	12,4%	13,2%	9,3%	4,0%	2,7%	100%	
2_West	117	100	266	231	189	167	133	107	101	1411	39
%	8,3%	7,1%	18,9%	16,4%	13,4%	11,8%	9,4%	7,6%	7,2%	100%	
3_Ost	218	237	272	376	349	333	315	231	153	2484	43
%	8,8%	9,5%	11,0%	15,1%	14,0%	13,4%	12,7%	9,3%	6,2%	100%	
3_West	172	139	262	264	237	365	299	174	96	2008	47
%	8,6%	6,9%	13,0%	13,1%	11,8%	18,2%	14,9%	8,7%	4,8%	100%	
Gesamt	951	948	1400	1514	1291	1490	1307	834	548	10283	
%	9,2%	9,2%	13,6%	14,7%	12,6%	14,5%	12,7%	8,1%	5,3%	100%	
% Standard Bev.¹⁵	9,9	11,4	15,6	13,2	13,1	12,0	11,0	9,2	4,7		

¹⁵ Zum Vergleich werden die Anteile der weiblichen Standardbevölkerung Deutschland 1987 angegeben.

In den Altersgruppen von 30 bis unter 40 Jahren liegt der Anteil der weiblichen Studienpopulation über dem Anteil der Standardbevölkerung, der Kegel stellt hier eine Ausnahme dar, hier liegt der Anteil unter dem der Standardbevölkerung. In der Altersgruppe der 40- bis unter 50-Jährigen liegen die Anteile der Studienpopulation unter dem Anteil der Standardbevölkerung, bis auf die Gebiete 2 West und 3 Ost, wo der Anteil darüber liegt. Bis auf das Gebiet 2 West und 2 Ost liegen anteilmäßig alle Gebiete über dem Anteil der Standardbevölkerung bei den 50- bis unter 70-Jährigen Frauen. Bei den 70- bis unter 80-Jährigen liegt der Anteil der Studienpopulation im Bereich der Standardbevölkerung teilweise darunter, besonders deutlich in dem Gebiet 2 Ost. Die Studienpopulation weist größere Anteile bei den 80-Jährigen oder Älteren auf, bis wiederum auf das Gebiet 2 Ost, wo der Anteil darunter liegt.

Tabelle 18 zeigt die die Altersverteilung der männlichen Studienpopulation in den Zonen nach 10 Jahresaltersgruppen. Diese unterscheidet sich leicht von der Altersverteilung der Standardbevölkerung. So liegt der Anteil der bis 20-Jährigen in dem Gebiet 2 Ost über dem Anteil der männlichen Standardbevölkerung, in den übrigen Gebieten darunter. In der Altersgruppe der 20 bis unter 30-Jährigen ist der Anteil im Kegel um 0,9 Prozentpunkte höher über den Anteilen der Standardbevölkerung, alle weiteren Gebiete liegen unter dem Anteil. In den Altersgruppen von 30 bis unter 40 Jahren liegt der Anteil der männlichen Studienpopulation über dem Anteil der Standardbevölkerung. Der Kegel stellt hier eine Ausnahme dar, hier liegt der Anteil unter dem der Standardbevölkerung.

Tabelle 18: Altersverteilung nach Zonen, Männer

	Altersklassen bei Störfall										Me- dian, Jahre
	unter 10	10 bis unter 20	20 bis unter 30	30 bis unter 40	40 bis unter 50	50 bis unter 60	60 bis unter 70	70 bis unter 80	80 oder älter	Ge- samt	
1_Kegel	74	86	177	129	145	141	115	54	18	939	40
%	7,9%	9,2%	18,8%	13,7%	15,4%	15,0%	12,2%	5,8%	1,9%	100,0%	
1_Zent	178	130	232	273	221	244	236	109	31	1654	40
%	10,8%	7,9%	14,0%	16,5%	13,4%	14,8%	14,3%	6,6%	1,9%	100,0%	
2_Ost	208	245	210	223	202	167	100	43	25	1423	32
%	14,6%	17,2%	14,8%	15,7%	14,2%	11,7%	7,0%	3,0%	1,8%	100,0%	
2_West	148	84	229	269	198	195	120	53	48	1344	37
%	11,0%	6,3%	17,0%	20,0%	14,7%	14,5%	8,9%	3,9%	3,6%	100,0%	
3_Ost	203	225	298	355	321	356	269	133	49	2209	40
%	9,2%	10,2%	13,5%	16,1%	14,5%	16,1%	12,2%	6,0%	2,2%	100,0%	
3_West	155	149	301	292	241	320	256	112	52	1878	41
%	8,3%	7,9%	16,0%	15,5%	12,8%	17,0%	13,6%	6,0%	2,8%	100,0%	
Gesamt	966	919	1447	1541	1328	1423	1096	504	223	9447	
%	10,2%	9,7%	15,3%	16,3%	14,1%	15,1%	11,6%	5,3%	2,4%	100,0%	
Stan- dard Bev.¹⁶	11,3%	13,0%	17,9%	14,9%	14,9%	13,0%	7,8%	5,2%	2,1%	100%	

In der Altersgruppe der 40 bis unter 50-Jährigen liegen die Anteile der Studienpopulati-
on unter dem Anteil der Standardbevölkerung, bis auf den Kegel, wo der Anteil darüber
liegt. Bis auf das Gebiet 2 Ost 2 West liegen anteilmäßig alle Gebiete über dem Anteil
der Standardbevölkerung bei den 50 bis unter 80-Jährigen Männer. Die Studienpopula-
tion weist größere Anteile bei den 80-Jährigen oder Älteren auf, bis wiederum auf das
Gebiet 2 Ost, das Zentrum und den Kegel, wo der Anteil darunter liegt.

¹⁶ Zum Vergleich werden wieder die Anteile der männlichen Standardbevölkerung Deutschland 1987 an-
gegeben.

Für beide Geschlechter ist offensichtlich, dass das Gebiet 2 Ost durch einen höheren Anteil Jüngerer und das Gebiet 3 West durch einen höheren Anteil Älterer geprägt ist.

Zusammenfassend zu der Altersstruktur lässt sich ableiten, dass das Gebiet 2 Ost durch eine relativ junge Altersstruktur auffällt, so beträgt das mediane Alter in diesem Gebiet 32 (Männer) bzw. 35 Jahre (Frauen). Das Gebiet 3 West hingegen ist geprägt durch einen Altersmedian von 41 (Männer) bzw. 47 Jahren (Frauen) und deutlich höheren Anteilen der Population über 60 Jahren.

Soziodemographische Daten. In dem Gebiet 2 Ost befindet sich das Hochhausgebiet Heisenrath. Bei diesem Gebiet handelt es sich um sozialen Wohnungsbau, in dem hauptsächlich Migranten und sozial benachteiligte Familien leben (Quelle: <http://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/frankfurt-droht-kaum-ein-paris-szenario>; 986360, letztes Abrufdatum 24.08.2009).

Da TNS keine Daten für eine nach Zonen differenzierte Beschreibung der soziodemographischen Merkmale vorliegen, können hier lediglich Befunde aus dem NORDIG Bericht Teil A (S. 20ff) und Teil C (S. 12ff) zitiert werden. Die Gebietseinteilung „Kerngebiet“ des NORDIG-Instituts entspricht der Gebietseinteilung „Kegel“ von TNS. Unter Randgebiete fasst NORDIG die übrigen Zonen zusammen.

Laut NORDIG ist im Kerngebiet der Anteil von Kindern mit Migrationshintergrund aus Mittelmeergebieten höher als im Randgebiet (36% im Vergleich zu 30%) (NORDIG Teil C, S. 10). Bei einer weiteren Differenzierung innerhalb des Kerngebiets hat NORDIG durch Handauszählung nach Namensangaben festgestellt, dass 64% der in der Henriette-Fürth-Straße gemeldeten Kinder bis zum vollendeten 11. Lebensjahr eine nicht-deutsche Staatsangehörigkeit haben.

5.5 Vitalstatus und Sterblichkeit nach Regionen

In dieser Studie werden folgende zwei Fragestellungen untersucht:

- **1. Frage:** Sind in den exponierten Gebieten mehr Menschen gestorben als in den nicht exponierten?

Als exponierte Zone wurden definiert: Kegel, Zentrum, 2 Ost/West. Als Referenzzone und damit nicht exponiert gilt die Zone 3 Ost/West.

- **2. Frage:** Unterscheiden sich die Überlebenszeiten in den Regionen unterschiedlicher Exposition?

Um die 1. Fragestellung zu beantworten zeigt nachfolgende Tabelle 19 stratifiziert nach Geschlecht zunächst die „rohe“ Sterblichkeit, d.h. die Zahl der Verstorbenen ohne Be-

rücksichtigung von Überlebenszeit und ohne Kontrolle von Alter. Später werden unter Verwendung von Cox-Regressionen komplexere Modelle berechnet, die simultan alle verfügbaren Variablen zw. Informationen zur Prüfung der oben genannten Fragestellungen einbeziehen.

Der Vitalstatus der untersuchten Personen wird in drei Kategorien eingeteilt:

- **Lebend:** Zum Zeitpunkt des Abschlusses der Recherche lebend. Aus der Differenz zwischen Geburtsdatum und Abschlussdatum der Recherche wird die Überlebenszeit berechnet.
- **Verstorben:** Zum Zeitpunkt des Abschlusses der Recherche (bekanntermaßen) verstorben. Aus Geburtsdatum und Sterbedatum wird die Überlebenszeit berechnet.
- **Lost-to-Follow-Up:** Nach Abschluss der Recherche ist der Vitalstatus unbekannt. Aus dem Zeitpunkt des letzten bekannten Lebenszeichens wird die zensierte Überlebenszeit berechnet.

Im Zeitraum zwischen dem Störfall und dem Abschluss der Recherchen im November 2008 waren in den untersuchten Gebieten 3.200 der 20.170 Personen verstorben, d.h. 15,9%. Wie in Kapitel 5.1 beschrieben, war ein Teil der Kohorte falsch klassifiziert. Im Folgenden werden nur noch die 19.730 Personen betrachtet, die exakt einer definierten Region zugeordnet werden konnten. Von diesen 19.730 verstarben in dem Beobachtungszeitraum von 15 Jahren 3.043 Personen (15,4%). Tabelle 19 und 20 zeigen, dass die rohe Mortalitätsrate für Männer mit 15,3% und für Frauen mit 15,5% in einer vergleichbaren Größenordnung liegt. Der Anteil der „Lost to Follow-Up“ ist bei den Männern mit 4,1% um 1,5 Prozentpunkte höher als bei den Frauen mit 2,6% (beide Geschlechter 3,3%). Für diese Personen bleibt unklar, ob Sie zum Zeitpunkt der Analyse lebend oder tot sind. Es ist dennoch wichtig an dieser Stelle zu erwähnen, dass der Anteil der nicht zu Ermittelnden mit den Anteilen der Lebenden und Verstorbenen korrespondiert, das heißt, dass sich bei Ausschluss der nicht zu Ermittelnden ein anderes Bild der Verteilung für die Verstorbenen zeigt.

Die Sterblichkeit in den einzelnen Regionen wird in den folgenden Tabellen geschlechtsspezifisch dargestellt.

Tabelle 19: Kreuztabelle Vitalstatus in den Zonen unterschiedlicher Exposition, Männer

Vitalstatus		Zonen unterschiedlicher Exposition				Gesamt
		Kegel	Zentrum	2 Ost/West	3 Ost/West	
Verstorben	Anzahl	140	294	361	654	1.449
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	14,9%	17,8%	13,0%	16,0%	15,3%
Lost to Follow-Up	Anzahl	56	65	125	146	392
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	6,0%	3,9%	4,5%	3,6%	4,1%
Lebend	Anzahl	743	1.295	2.281	3.287	7.606
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	79,1%	78,3%	82,4%	80,4%	80,5%
Gesamt	Anzahl	939	1.654	2.767	4.087	9.447
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabelle 20: Kreuztabelle Vitalstatus in den Zonen unterschiedlicher Exposition, Frauen

Vitalstatus		Zonen unterschiedlicher Exposition				Gesamt
		Kegel	Zentrum	2 Ost/West	3 Ost/West	
Verstorben	Anzahl	168	321	389	716	1.594
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	15,1%	17,2%	13,8%	15,9%	15,5%
Lost to Follow-Up	Anzahl	43	38	91	95	267
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	3,9%	2,0%	3,2%	2,1%	2,6%
Lebend	Anzahl	899	1.512	2.330	3.681	8.422
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	81,0%	80,8%	82,9%	81,9%	81,9%
Gesamt	Anzahl	1110	1871	2810	4492	10.283
	% von Zonen unterschiedlicher Exposition	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Die Tabellen zeigen für Männer und Frauen den höchsten **Anteil der Verstorbenen** im Zentrum und den niedrigsten in der Region 2 Ost/West. Die Spannweite der Verstorbenenanteile beträgt 13,0% (Männer, Region 2 Ost/West) bis 17,8% (Männer, Zentrum). Einfluss auf die Mortalität haben neben Alter, Geschlecht, Umweltexpositionen vor allem auch die Sozialstrukturen. TNS lagen keine individuellen Informationen zum Sozialstatus vor, nach denen man einen Schichtindikator hätte berechnen können. Die uns zur Verfügung stehenden Sozialdaten (vgl. Kapitel 5.4, Seite 17) geben leider keine detaillierte Auskunft auf kleinräumiger Ebene, so dass mögliche Unterschiede in der Sozialstruktur zwischen Kegel, Zentrum und der Region 2 Ost/West nicht quantifiziert werden können. Die niedrigste Sterblichkeit in der Region 2 Ost/West korrespondiert mit der jüngeren Altersstruktur.

Auffallend sind die unterschiedlichen **Anteile der Lost to Follow-Up Personen**. Dieser liegt für die Männer in der Region Kegel mit 6,0% noch 2,1 Prozentpunkte höher als für die Frauen in dieser Region mit 3,9%. Insgesamt liegt der Anteil, der Personen, die nicht ermittelt werden konnten, im Kegel mit 4,3% um 1,5 Prozentpunkte höher als der Anteil über alle Zonen (3,3%), Betrachtet man die Anteile im Einzelnen ist das auf einen höheren Anteil der ins Ausland verzogenen Personen (3,5% versus 2,2%) sowie einen etwas höheren Anteil der unbekannt verzogenen (1,2% versus 1,0%) zurückzuführen. Ob im Kegel zum Zeitpunkt des Störfall Hoechst im Vergleich zu den anderen Zonen der Ausländeranteil höher war, lässt sich nicht direkt aus dem Datensatz er-

schließen, da dieser keine Variablen zur Nationalität enthält. Es ist aber zu vermuten, dass in bestimmten Regionen des Kegels, die durch eine typische Hochhausbauweise gekennzeichnet sind, der Ausländeranteil überdurchschnittlich hoch ist¹⁷. Daraus könnte man schließen, dass der höhere Anteil der ins Ausland verzogenen damit zusammenhängt, dass ein Teil der damals im Kegel lebenden Personen wieder in ihr Ursprungsland zurückgegangen ist. Diese These könnte dadurch untermauert werden, dass der Anteil der männlichen „Lost- to- Follow-Up Personen“ mit 6,0% im Kegel deutlich über den durchschnittlichen 4,1% liegt und diese evtl. als Arbeitsmigranten später wieder in ihre Heimatländer zurückgegangen sind.

In Tabelle 21 sind die rohen und altersstandardisierten Werte für den **Vitalstatus der Exponierten und nicht Exponierten** dargestellt. Vergleicht man die rohe und altersadjustierte Sterblichkeit nach Exposition in 2 Gruppen, liegt bei den Männern die altersadjustierte Sterblichkeit in den exponierten Regionen mit 13,6% um 1,1 Prozentpunkte höher als in den nicht exponierten Region (12,5%). Bei den Frauen liegt die altersstandardisierte Sterblichkeit in den exponierten Regionen mit 13,5% um 0,8 Prozentpunkte niedriger als die adjustierte Sterblichkeit bei nicht Exponierten (14,3%). Zusammenfassend lässt sich für die exponierten Gebiete keine statistisch signifikant erhöhte Sterblichkeit feststellen.

¹⁷ Bildmaterial und NORDIG Bericht zeigen, dass bestimmte Areale im Kegel durch eine Hochhausbebauung gekennzeichnet sind. Das NORDIG Institut hat im Jahre 1995 durch eine Handauszählung der Namensangaben festgestellt, dass in der Henriette-Fürst-Straße 64% der dort gemeldeten Kinder bis zum vollendeten 11. Lebensjahr eine nicht deutsche Staatsangehörigkeit haben.

Tabelle 21: Roher und altersadjustierter Vitalstatus (prozentuale Anteile) nach Exposition in zwei Gruppen, differenziert nach Geschlecht;

Männer	Exponiert		Nicht Exponiert	
Vitalstatus	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Lebend	80,6%	82,6%	80,4%	82,6%
Verstorben	14,8%	13,6%	16,0%	12,5%
Lost to Follow-Up	4,6%	3,8%	3,6%	4,9%
Frauen	Exponiert		Nicht Exponiert	
Vitalstatus	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Lebend	81,9%	83,4%	81,9%	83,5%
Verstorben	15,2%	13,5%	15,9%	14,3%
Lost to Follow-Up	3,0%	3,1%	2,1%	2,2%

Ein externer Vergleich der Mortalität ist problematisch, da in der Studienpopulation die Kohortensterblichkeit einer geschlossenen Kohorte über einen Zeitraum von 15 Jahren betrachtet wird und die zur Verfügung stehenden Daten der amtlichen Statistik Querschnittsangaben sind, die sich auf den Zeitraum von einem Jahr beziehen.

6 Mortalitätsanalyse

6.1 Sterblichkeitsunterschiede unter Berücksichtigung von Überlebenszeit, Alter und Geschlecht

Die zweite Fragestellung der Untersuchung lautete:

Unterscheiden sich die Überlebenszeiten in den unterschiedlichen Regionen?

Um dies zu beantworten, wurde eine vergleichende Überlebensdaueranalyse der Exponierten und Nichtexponierten unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht mit Hilfe des Coxschen Regressionsmodells gerechnet. Diese Arbeiten wurden an das IMIB der Universität Mainz unter der Leitung von Frau Professor Blettner vergeben und von Dipl.-Dok. Frau Sabrina Bennack durchgeführt. Das Cox-Modell ist besonders dann geeignet, wenn gleichzeitig der Effekt mehrerer Einflussgrößen auf eine Zielvariable untersucht werden soll. Ganz allgemein liefert das Cox-Modell eine Schätzung

des Effekts (in dem Fall Exposition) auf die Überlebenszeit, adjustiert für die anderen Einflussgrößen des Regressionsmodells. Das Modell erlaubt es, den Hazard – salopp gesprochen das unmittelbare Risiko – für eine Person im Hinblick auf den Tod zu schätzen. Eine wichtige Voraussetzung ist, dass die Werte für alle Einflussfaktoren dieser Personen gegeben sind. Für die Praxis ist von Bedeutung, dass beim Cox-Modell keine bestimmte Verteilung über die Überlebenszeit benötigt wird. Stattdessen wird angenommen, dass die Effekte verschiedener Variablen auf das Überleben konstant sind. Die Hazard Funktion im Cox-Modell hat zum Ziel, die gleichzeitige Schätzung des Einflusses verschiedener Variablen zu bewerten. Dabei wird eine Proportionalität der Einflussfaktoren über die Zeit angenommen.

Das Cox-Modell berechnet das Sterberisiko einer potentiell exponierten Personengruppe im Vergleich zu Personen mit Wohnort in nicht-exponierten Gebieten unter Berücksichtigung der Überlebenszeiten. Das Risiko wird als „Hazard Ratio“ (HR) ausgedrückt. Eine HR=1,0 bedeutet, dass das Sterberisiko einer potentiell exponierten Person genau gleich dem Risiko einer nicht-exponierten Person ist. HR=1,5 bedeutet, dass das Risiko einer potentiell exponierten Person um das 1,5-fache höher ist als das einer nicht-exponierten Person.

Weiterhin wird geprüft, ob sich eine HR größer oder kleiner 1,0 „statistisch signifikant“ oder nur zufällig von 1,0 unterscheidet. Als Signifikanzmaß wird der p-Wert des Chi-Quadrat-Tests ($p < 0,05$) zugrunde gelegt.

Neben der Hazard Ratio, die den Wert 1 hat, wenn der Einfluss der Variable auf das Ereignis gleich Null ist, werden in den Tabellen die 95% Konfidenzintervalle für das Hazard-Ratio angegeben. Das Konfidenzintervall gibt an, dass sich der wahre Wert für das tatsächliche Hazard Ratio mit 95% Sicherheit in dem angegebenen Bereich befindet.

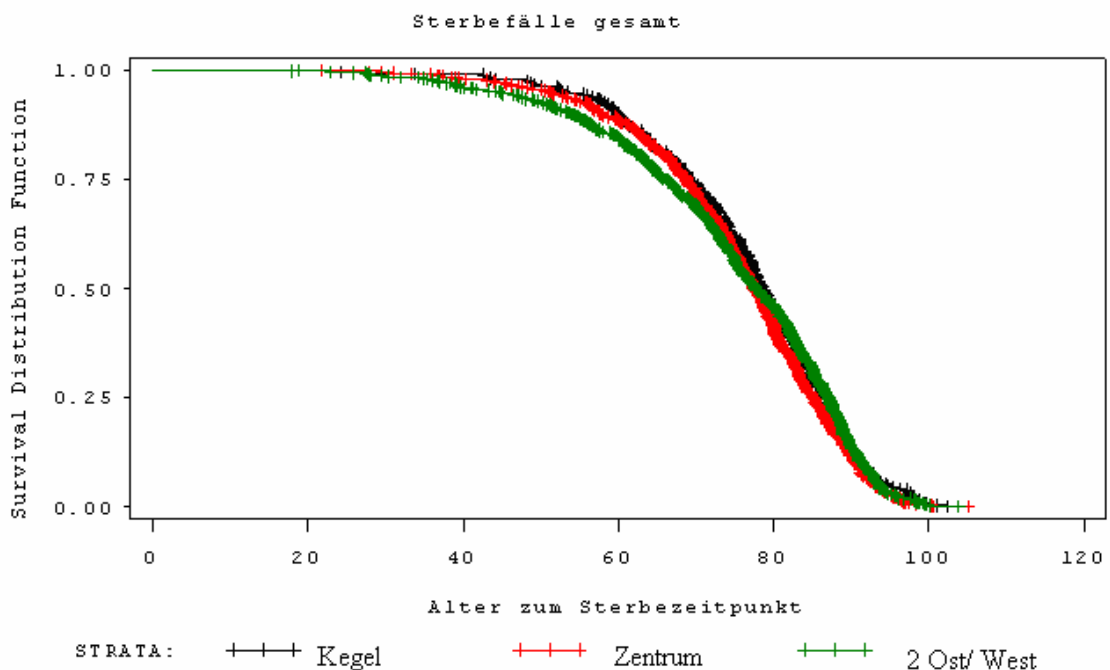
Für jede Person wird die Überlebenszeit beobachtet. Für diejenigen, die am Ende des Beobachtungszeitraums als "lebend" recherchiert werden konnten, beträgt die Überlebenszeit (im Datensatz und bei Berechnungen auch als Risikozeit bezeichnet) exakt 15 Jahre. Für die Personen, die den Vitalstatus „Lost-to-Follow-Up“ haben, wurde für die Berechnung der Überlebenszeit die letzte Information des letzten bekannten Vitalstatus herangezogen.

Die Überlebenszeit bzw. Risikozeit der verstorbenen Personen wurde berechnet, indem das Sterbealter vom Alter zu Studienbeginn abgezogen wurde. Die Risikozeit geht als abhängige Variable ins Modell ein. Im vorliegenden Modell wurde eine Expositionszeit von exakt 15 Jahren nach dem Störfall, also bis zum 22.02.2008, angenommen. Personen, die nach diesem Stichtag als verstorben gemeldet wurden, wurden aus der Analyse ausgeschlossen. Nach Prüfen der Modellvoraussetzungen für die Cox-Regression mussten insgesamt 12 Personen, deren Vitalstatus verstorben war, von der Analyse ausgeschlossen werden. Neun von diesen waren nach dem Stichtag

22.02.2008 verstorben¹⁸ und bei weiteren drei war kein exaktes Sterbedatum zu ermitteln, da die Aufbewahrungsfrist der Todesscheine in der Zwischenzeit überschritten war. Daher reduziert sich die Zahl der in das Cox-Modell aufgenommenen Ereignisse (Todesfälle) auf 3031 Fälle (3043-9-3).

Die univariate Analyse von Überlebenszeiten mit der Kaplan-Meier-Methode ist zum Standardwerkzeug in der Biometrie geworden. Abbildung 8 zeigt die grafische Darstellung der geschätzten Überlebenskurven der im untersuchten Zeitraum von 15 Jahren aufgetretenen Todesfälle für die drei Regionen unterschiedlicher Exposition. Die Abbildung 8 lässt erkennen, dass die drei Kurven relativ eng bei einander liegen und sich ab dem Alter von 60 Jahren teilweise überlappen bzw. überschneiden. Die Bewohner der Zone 2 Ost-West zeigen dabei eine höhere Sterblichkeit im Alter zwischen 40 bis ca. 70 Jahren. Die 50. Percentile, also das Alter in dem die Hälfte der Studienpopulation verstorben ist, liegt für alle drei Zonen relativ nah beieinander, was auch in der Graphik deutlich wird. Die 50. Percentile liegt für den Kegel bei 78,1 Jahre, für das Zentrum bei 77,1 Jahren und für die Zone 2 Ost/ West bei 76,5 Jahren.

Abbildung 8: Kaplan-Meier-Kurve der 3031 Todesfälle



Bei dem Modell wurden neben der Risikozeit, Alter als stetige Variable in Jahren, Geschlecht und die unterschiedlichen Zonen der Exposition (Kegel, Zentrum, 2 Ost/ West)

¹⁸ Die letzte Meldung „verstorben“ ging bei uns am 19.09.2008 ein.

einbezogen. Die drei Zonen der Exposition wurden als einzelne Variable im Modell berücksichtigt und mit der Referenzzone (3 Ost/West) als nicht-exponiert verglichen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten; dass die Stichprobengröße einen Einfluss auf p-Wert hat. Bei dem Cox-Modell wird für Alter und Geschlecht kontrolliert, so dass geschlecht- und altersspezifische Unterschiede in den Regionen keinen Einfluss auf das Ergebnis haben können.

Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse der Cox-Regression für die Gesamtsterblichkeit

Tabelle 22: Ergebnisse des Cox-Modell: Gesamtsterblichkeit (n=3.031) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	-0,03	0,06	0,64	0,97	0,86	1,10
Zentrum	1	0,13	0,05	0,01	1,14	1,03	1,25
2 Ost/West	1	0,13	0,05	0,00	1,14	1,04	1,24

Das Risiko zu versterben, ist im Kegel nicht erhöht, sondern im Vergleich zur Referenzzone 3 Ost/West sogar leicht verringert. In der Region Zentrum und Randzone ist das Risiko zu versterben, leicht erhöht und „statistisch signifikant“. Die Hazard Ratio von 1,14 bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit zu versterben in dieser Region der Exposition um ca. 14% größer ist als in der Referenzzone. Das Konfidenzintervall von 1,03 bis 1,25 für die Zone Zentrum besagt, dass mit 95%iger Sicherheit das Risiko zu versterben für Personen, die im Zentrum lebten, zwischen 0,03% und 25% höher ist als für Personen, die in 3 Ost/West lebten.

6.2 Cox-Regressionen der Krebs-Gesamtsterblichkeit

Die Modellierung der Krebssterblichkeit (Gesamt) für die 778 definitiv an Krebs Verstorbenen ist in Tabelle 23 wiedergegeben.

Tabelle 23: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebsmortalität (n=778) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	-0,13	0,13	0,30	0,88	0,68	1,13
Zentrum	1	0,14	0,09	0,14	1,15	0,96	1,39
2 Ost/West	1	0,10	0,09	0,28	1,10	0,93	1,32

Die Ergebnisse zeigen, dass die Hazard Ratio an Krebs zu sterben im Kegel leicht erniedrigt (0,875), also um 12,5% geringer als in der Referenzzone 3 Ost/West und in den Zonen Zentrum (1,152) und 2 Ost/West (1,103) leicht erhöht, aber statistisch nicht signifikant sind, da das Konfidenzintervall die 1 umfasst.

6.3 Cox-Regression der lokalisierten Krebssterblichkeit

Die statistischen Zusammenhänge zwischen Sterblichkeit an lokalisierten Krebserkrankungen und Wohnort in potentiell exponierten Regionen sind in folgenden Tabellen zusammengefasst. Gerechnet wurden die Cox-Regressionen für alle im Kapitel 4.3 relevanten bösartigen Neubildungen und sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

Tabelle 24: Ergebnisse des Cox-Modell: Darmkrebs (Dickdarm, Rektum und Kolon, n=87) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	0,11	0,34	0,74	1,12	0,58	2,17
Zentrum	1	-0,44	0,34	0,20	0,65	0,33	1,25
2 Ost/West	1	0,05	0,26	0,86	1,05	0,63	1,75

Die Ergebnisse in Tabelle 24 zeigen, dass die Sterblichkeit für Darmkrebs im Kegel leicht erhöht (HZ 1,12), aber statistisch nicht signifikant ist, da die 1 vom Konfidenzintervall eingeschlossen wird.

Tabelle 25: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs der Blase und Harnorgane (n=28) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	-0,24	0,77	0,76	0,79	0,18	3,56
Zentrum	1	0,48	0,48	0,32	1,61	0,63	4,16
2 Ost/West	1	0,41	0,46	0,38	1,51	0,61	3,74

Die Ergebnisse in Tabelle 25 zeigen, dass das Risiko an Krebs der Blase und Harnorgane zu versterben, im Kegel leicht verringert ist (HZ 0,79), aber statistisch nicht signifikant ist.

Tabelle 26: Ergebnisse des Cox-Modell: Leberkrebs (n=15) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio	
		Estimate	Error		Ratio	Confidence Limits	
Kegel	1	0,07	0,79	0,93	1,07	0,23	5,06
Zentrum	1	-0,46	0,79	0,56	0,63	0,14	2,99
2 Ost/West	1	-0,23	0,68	0,73	0,79	0,21	2,99

Die Ergebnisse in Tabelle 26 zeigen, dass das Risiko an Leberkrebs zu versterben, im Kegel minimal höher ist (HZ 1,07), aber statistisch nicht signifikant ist.

Tabelle 27: Ergebnisse des Cox-Modell: Nierenkrebs (n=16) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio	
		Estimate	Error		Ratio	Confidence Limits	
Kegel	1	-0,32	1,08	0,77	0,73	0,09	6,02
Zentrum	1	0,91	0,58	0,11	2,49	0,80	7,73
2 Ost/West	1	-0,01	0,71	0,99	0,99	0,25	3,97

Die Ergebnisse in Tabelle 27 zeigen, dass die Sterblichkeit für Nierenkrebs im Zentrum an mit einer Hazard Ratio von 2,49 fast 2 ½-mal so hoch ist wie in der Referenzzone. Das Ergebnis ist aber nicht signifikant und bei den wenigen Fällen handelt es sich dann um eine zufällige Häufung in einer Region.

Die Ergebnisse in Tabelle 28 zeigen, dass das Risiko an Leukämie zu versterben, in den Regionen Zentrum (HZ 1,75) und 2 Ost/West (HZ 1,60) höher und im Kegel verringert ist (HZ 0,34). Die Ergebnisse sind aber statistisch nicht signifikant.

Tabelle 28: Ergebnisse des Cox-Modell: Leukämie (n=33) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio	
		Estimate	Error		Ratio	Confidence Limits	
Kegel	1	-1,09	1,04	0,29	0,34	0,04	2,56
Zentrum	1	0,56	0,43	0,20	1,75	0,75	4,10
2 Ost/West	1	0,47	0,42	0,26	1,60	0,70	3,66

Die Ergebnisse in Tabelle 29 zeigen, dass das Risiko an Krebs der Lunge und Bronchien zu versterben, sich nicht nach Regionen unterschiedlicher Exposition unterscheidet.

Tabelle 29: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs der Lunge und Bronchien (n=153) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	-0,07	0,29	0,82	0,94	0,53	1,67
Zentrum	1	0,17	0,22	0,44	1,18	0,77	1,81
2 Ost/West	1	0,24	0,20	0,22	1,28	0,87	1,88

Die Ergebnisse in Tabelle 30 zeigen, dass das Risiko an Krebs des ZNS zu versterben, sich nicht nach Regionen unterschiedlicher Exposition unterscheidet.

Tabelle 30: Ergebnisse des Cox-Modell: Krebs des ZNS (n=15) in Zonen unterschiedlicher Exposition unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht

Analysis of Maximum Likelihood Estimates							
Variable	DF	Parameter	Standard	Pr > ChiSq	Hazard	95% Hazard Ratio Confidence Limits	
		Estimate	Error		Ratio		
Kegel	1	-0,03	0,78	0,97	0,98	0,21	4,51
Zentrum	1	-0,59	0,78	0,45	0,56	0,12	2,58
2 Ost/West	1	-0,84	0,78	0,29	0,43	0,09	2,01

Die Berechnungen der Cox-Modelle zeigen, dass es weder zwischen Gesamtsterblichkeit noch Krebssterblichkeit und potentiell exponierten Wohnort zum Zeitpunkt des Störfall Hoehchst einen eindeutigen signifikanten Zusammenhang gibt.

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die Studie „Abschließende Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Hoechst“ soll auf Basis der zugänglichen Daten eine statistisch gesicherte Antwort auf die Frage geben, ob Personen, die nach dem Störfall 1993 potentiell gegen die freigesetzten Substanzen exponiert waren, eine höhere Sterblichkeit in der Zeit zwischen 1993 und 2008 aufweisen als Nichtexponierte. Bei der Einteilung der Exposition wurde das 1995/1996 erstellte Expositionsregister des Bremer Institutes für Präventionsforschung und Sozialmedizin (BIPS) berücksichtigt.

Für alle Personen, die laut Melderegisterauskunft zum Zeitpunkt des Störfalls in dem Untersuchungsgebiet gemeldet waren, wurden im Verlauf der Studie der Vitalstatus und für die Verstorbenen der Zeitpunkt des Todes und die Todesursache ermittelt.

Die Population dieser Studie besteht aus allen Personen, die zu dem Zeitpunkt des Störfalls im Werk Griesheim der Hoechst AG vom 22.02.1993 in den Stadtgebieten Schwanheim und Goldstein als „wohnhaft“ gemeldet waren. Nach Abgleich und Aktualisierung der Adressdaten umfasst die Studienpopulation 20.170 Personen, davon sind 9.662 (47,9%) Männer und 10.508 (52,1%) Frauen. Die Anteile der Männer und Frauen in der Studienpopulation entsprechen somit auf die Nachkommastelle den jeweiligen Anteilen der Standardbevölkerung in Deutschland (1987).

Zum Stichtag der Recherchearbeiten am 19.09.2008 waren noch 16.278 (80,7%) am Leben, für 692 (3,4%) konnte der endgültige Vitalstatus nicht ermittelt werden und 3.200 Personen (15,9%) waren verstorben. Insgesamt konnte der bei Vitalstatushebungen übliche Standardwert von 5% an Negativauskünften mit 3,4% Lost-to-Follow-Up, also nicht zu ermittelnden Personen, deutlich unterschritten werden.

Die Ermittlung der Todesursachen erfolgte in verschiedenen Schritten in Zusammenarbeit mit den statistischen Landes- und Gesundheitsämtern. Die Diagnosen der Todesursachen in Klartextform wurden an das Statistische Landesamt des Freistaates Sachsen geschickt und vom dortigen Personal nach der WHO-Klassifikation ICD 10 vercodet.

Die häufigste Todesursache bei den 3.200 Verstorbenen sind mit 40,9% die Herz-Kreislauferkrankungen (inklusive Myocardinfarkt), gefolgt von fast einem Viertel (24,9%) der an bösartigen Neubildungen Verstorbenen. Im Vergleich zur Todesursachenstatistik der hessischen Standardbevölkerung liegen die Anteile in einer vergleichbaren Größenordnung. Betrachtet man die Gruppe der Tumorerkrankungen zeigt sich, dass die bösartigen Neubildungen der Bronchien und Lunge mit 4,8% und die bösartigen Neubildungen des Dickdarms mit 1,8% den größten Anteil ausmachen. Die Ergebnisse lassen darauf schließen, dass sich die Todesursachenstatistik der Studienpopulation sowohl in Bezug auf die kategorisierten Hauptgruppen als auch auf die einzelnen

Gruppe der bösartigen Neubildungen nur im Bereich von maximal einem halben Prozentpunkt von der Standardbevölkerung Hessen 1987 unterscheidet.

In der vorliegenden Studie wird die Sterblichkeit in Abhängigkeit der Exposition durch den Störfall untersucht. Dabei wird die relative Lage des Wohnorts zur Quelle der Exposition als Indikator für das Expositionsmaß verwendet. Hierfür wurde auf bestehende Einteilungen des Expositionsgebiets in Zonen zurückgegriffen. Innerhalb einer Zone wird eine einheitliche Exposition angenommen. Das mit „Kegel“ bezeichnete Gebiet war am stärksten durch den Fall-out des Störfalls betroffen, in dieser Region konnte mittels Boden- und Luftproben eine Kontamination der ausgetretenen Schadstoffen analytisch bzw. messtechnisch nachgewiesen werden. In der vorliegenden Studie werden alle Personen, die zum Zeitpunkt des Störfalls mit einer Adresse in dem mit „Kegel“ bezeichneten Gebiet gemeldet waren, als exponiert gewertet. Der „Kegel“ befindet sich zwischen Rheinlandstraße und Harthweg¹⁹. Das mit „Zentrum“ bezeichnete Gebiet ist als ein von BIPS definierter „Sicherheitsstreifen“ zu verstehen, der zu beiden Seiten an den Kegel angrenzt. In dieser Zone zum Zeitpunkt des Störfalls gemeldete Personen werden als exponiert gewertet. Die Gebiete mit der Bezeichnung 2 West bzw. 2 Ost sind „Randzonen“, die als deutlich weniger belastet kategorisiert wurden. Für die Auswertungen werden in dieser Zone zum Zeitpunkt des Störfalls gemeldete Personen ebenfalls als exponiert definiert. Die Gebiete 3 West und 3 Ost werden als „Referenzzonen“ in der Auswertung herangezogen. Zum Zeitpunkt des Störfalls in diesem Gebiet gemeldete Personen werden als nicht exponiert definiert. Nach Einteilung in die Gebiete mussten 440 Personen für die weiteren Analysen ausgeschlossen werden, da deren Adressen nicht der definierten Untersuchungsregion angehörten. Somit bezieht sich die Mortalitätsanalyse auf 19.730 Personen. Der rohe Anteil der Verstorbenen beträgt bei den exponierten Männern 14,8% und ist damit um 1,2 Prozentpunkte niedriger als bei den Nicht-Exponierten (16,0%). Bei den Frauen liegt der rohe Anteil der Verstorbenen mit 15,2% unter den Exponierten um 0,7 Prozentpunkte niedriger als bei den Nicht-Exponierten (15,9%). Betrachtet man die altersstandardisierte Sterblichkeit verschiebt sich das Bild folgendermaßen. Bei den Männern liegt die altersadjustierte Sterblichkeit in den exponierten Regionen mit 13,6% um 1,1 Prozentpunkte höher als in den nicht exponierten Region (12,5%). Bei den Frauen liegt die altersstandardisierte Sterblichkeit in den exponierten Regionen mit 13,5% um 0,8 Prozentpunkte niedriger als die adjustierte Sterblichkeit bei Nicht-Exponierten (14,3%). Zusammenfassend lässt sich für die exponierten Gebiete keine statistisch signifikant erhöhte Sterblichkeit feststellen.

Um festzustellen, ob sich die Überlebenszeiten in den unterschiedlichen Regionen unterscheiden, wurde eine vergleichende Überlebensdaueranalyse der Exponierten und Nicht-Exponierten unter Berücksichtigung von Alter und Geschlecht mit Hilfe des Coxschen Regressionsmodells gerechnet. Diese Arbeiten wurden am Institut für Medizini-

¹⁹ Folgende Straßen sind in dem Kegel vorhanden: Am Börnchen, Bruno-Stürmer-Straße, Ferdinand-Dirichs-Weg, Harthweg, Henriette-Fürth-Straße, Im Hirschländchen, Rheinlandstraße, Sauerackerweg.

sche Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universität Mainz durchgeführt. Das Cox-Modell berechnet das Sterberisiko einer potentiell exponierten Personengruppe im Vergleich zu Personen mit Wohnort in nicht-exponierten Gebieten unter Berücksichtigung der individuellen Überlebenszeiten. Das Risiko wird als „Hazard Ratio“ (HR) ausgedrückt. Eine $HR=1,0$ bedeutet, dass das Sterberisiko einer potentiell exponierten Person genau gleich dem Risiko einer nicht-exponierten Person ist. Für jede Person wird die Überlebenszeit beobachtet. Für diejenigen, die am Ende des Beobachtungszeitraums als "lebend" recherchiert werden konnten, beträgt die Überlebenszeit exakt 15 Jahre. Für die Personen, die den Vitalstatus „Lost-to-Follow-Up“ haben, wurde für die Berechnung der Überlebenszeit die letzte Information des letzten bekannten Vitalstatus herangezogen. Die Ergebnisse der Cox-Regression für die Gesamtsterblichkeit, die für Alter und Geschlecht adjustieren, zeigen, dass das Risiko zu versterben im Kegel nicht erhöht ist, sondern im Vergleich zur Referenzzone 3 Ost/West sogar leicht verringert. In der Region Zentrum und Randzone ist das Risiko zu versterben leicht erhöht und „statistisch signifikant“. Die HR von 1,14 bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit zu versterben in dieser Region der Exposition um ca. 14% größer ist als in der Referenzzone. Für die 778 an Krebs verstorbenen Personen ergibt das Cox-Modell, dass die HZ an Krebs zu sterben im Kegel leicht erniedrigt (0,875), also um 12,5% geringer als in der Referenzzone 3 Ost/West und in den Zonen Zentrum (1,152) und 2 Ost/West (1,103) leicht erhöht, aber statistisch nicht signifikant sind, da das Konfidenzintervall die 1 umfasst.

Die Berechnungen der Cox-Modelle zeigen, dass es weder zwischen Gesamtsterblichkeit noch Krebssterblichkeit und potentiell exponierten Wohnort zum Zeitpunkt des Störfall Hoechst einen eindeutigen signifikanten Zusammenhang gibt. Somit können keine statistisch gesicherten Unterschiede der Sterblichkeit zwischen der Personengruppe, die zum Zeitpunkt des Störfalls in den potentiell exponierten Gebieten wohnte und derjenigen in den nicht-exponierten Gebieten festgestellt werden.

Allerdings ist zu bemerken, dass für weiterführende Analysen sicher von Interesse wäre, die von BIPS erhobenen individuellen Daten zum Sozialstatus zu berücksichtigen.



Anhänge

Anhang 1: Vorgehen bei der Vitalstatus-Recherche

Anhang 2: Sterblichkeit nach der kleinräumigen Gliederung nach BIPS (99 Zonen)

Anhang 3: Übersicht Straßen und Zonen

**Anhang 4: Bürgeramt für Statistik und Wahlen der Stadt Frankfurt am Main:
Schreiben vom 12.05.2009**

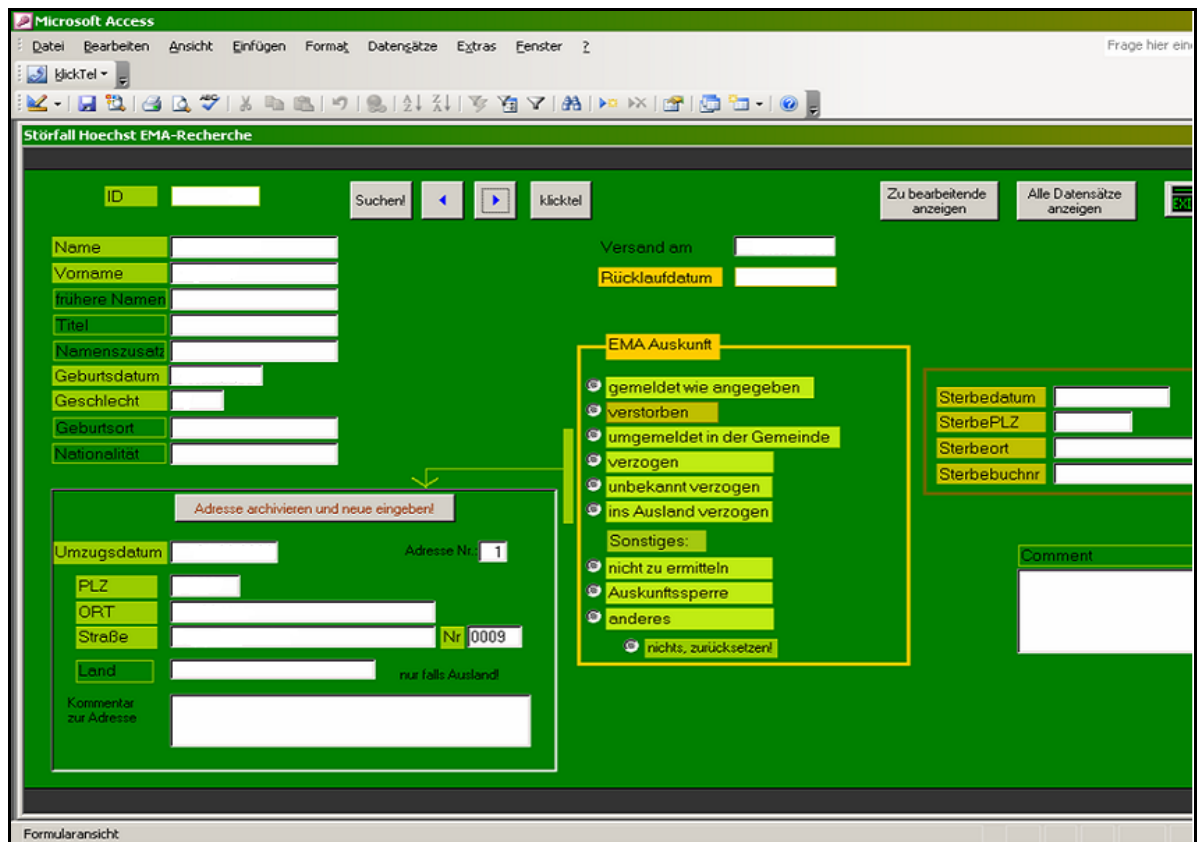


Anhang 1: Vorgehen bei der Vitalstatus-Recherche

Datenerfassung

Für die Rücklauferfassung wurden erfahrene Datentypistinnen geschult und über die Datenschutzbestimmungen informiert, um den Anforderungen der Studie gerecht zu werden. Bei der Rücklauferfassung arbeiteten die Erfasser mit einer übersichtlich programmierten Eingabemaske, welche die Personen- und Adressdaten aus den verknüpften Tabellen anzeigt.

Eingabemaske der Datenbank



The screenshot shows a Microsoft Access form titled "Störfall Hoechst EMA-Recherche". The form is green and contains various input fields and buttons. At the top, there is a search bar with "ID" and "Suchen!" buttons, and a "Klicktel" button. Below this, there are several input fields for personal data: "Name", "Vorname", "frühere Namen", "Titel", "Namenszusatz", "Geburtsdatum", "Geschlecht", "Geburtsort", and "Nationalität". To the right, there are fields for "Versand am" and "Rücklaufdatum". A central section titled "EMA Auskunft" contains a list of radio button options: "gemeldet wie angegeben", "verstorben", "umgemeldet in der Gemeinde", "verzogen", "unbekannt verzogen", "ins Ausland verzogen", "Sonstiges:", "nicht zu ermitteln", "Auskunftssperre", "anderes", and "nichts, zurücksetzen!". To the right of this list are fields for "Sterbedatum", "SterbePLZ", "Sterbeort", and "Sterbebuchnr". At the bottom left, there is a section for address data with a warning "Adresse archivieren und neue eingeben!", fields for "Umzugsdatum", "PLZ", "ORT", "Straße", "Land", and "Kommentar zur Adresse". A "Comment" field is also present at the bottom right. The form is titled "Formularansicht" at the bottom.

Die Datenerfasser suchten anhand der ID über die Suchfunktion die entsprechende Person. Über die einzelnen Felder der Eingabemaske wurden neue Daten hinzugefügt oder bereits vorhandene Daten korrigiert.

Programmierte Plausibilitätskontrollen in Form von Eingabesperrungen in der Maske wurden auf ein Mindestmaß beschränkt, da die tatsächlich auftretenden Variationen bei Adress-Follow-Ups zahlreich sind und sich dabei eine unverhältnismäßig hohe Zahl von manuell nachzubearbeitenden Sonderfällen ergeben hätte. Die Datenqualität wurde daher über die an die Dateneingabe anschließende Plausibilitätsprüfung sichergestellt.

Die Datenbank befand sich auf einem Server in einem durch administrativ festgelegte Zugriffsrechte geschützten Verzeichnis, auf das nur die Projektleitung und das für die Erfassung in dieser Studie geschulte und dem Datengeheimnis verpflichtete Fachpersonal zugreifen konnte.


Berlin: Online Recherche

Bei den nach Berlin verzogenen Personen wurde die Möglichkeit der Online-Recherche genutzt. Nach Registrierung beim Landeseinwohneramt Berlin wurden die 67 Erstanfragen als Datei verschlüsselt übermittelt und innerhalb weniger Minuten bearbeitet; die Anfragen der Folgewellen ließen sich direkt über ein Online-Formular einzeln abrufen.

Online Recherche Formular

Landesamt für Bürger- und Ordnungsangelegenheiten

Einfache Meldeauskunft



Datum: 04.12.2007
 Kunde: TNS Healthcare GmbH
 Benutzer: Stephanie Mayer

Aktuelle Ergebnisse (Stephanie Mayer)

keine aktuellen Ergebnisse vorhanden

	Benutzer	Anfragedatum	Abschlussdatum	Anfragen "fehlerhaft"	Status	Anzeigen
<input checked="" type="checkbox"/>	Ihr Aktenzeichen	Anfrage-ID	Umfang Anfrage	Anfragen "in Arbeit"	Anfragen "fertig"	

Eine neue interaktive Anfrage stellen
Neue Anfrage

Anfragedatei hochladen
Upload

Benutzer auswählen
Stephanie Mayer
Aktualisieren

Aktuelle Ergebnisse

Ergebnisarchiv

Einstellungen

Administration

Benutzungshinweise

Unterstützung

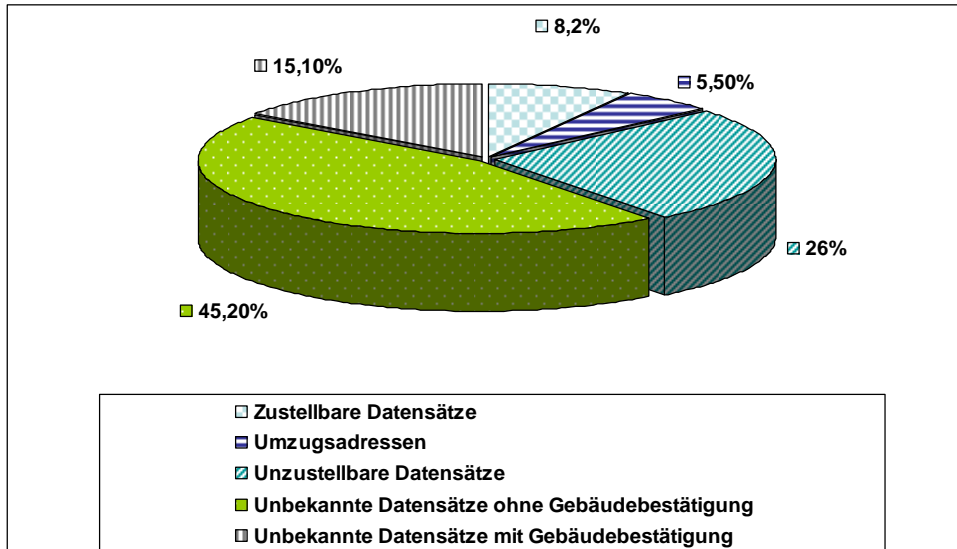
Abmelden

Die bei der Online- Recherche erhaltenen Negativauskünfte („nicht zu ermitteln“) wurden nach Absprache mit dem Amt schriftlich eingereicht und manuell nachbearbeitet. Auf diese Weise wurden ebenso schnelle wie zuverlässige Ergebnisse erzielt.

Postrecherche

Als weiteres Verfahren zur Reduzierung der Personen ohne endgültig ermittelbaren Vitalstatus wurde in der Umzugs- und Verstorbenenatenbank der Deutschen Post recherchiert. Eine Datei mit 73 Personen mit dem Status „nicht zu ermitteln“, „unbekannt verzogen“ und „Auskunftssperre“ wurde zu diesem Zweck zusammengestellt, in ein spezielles Datenformat übertragen und dem Adressrechercheservice der Post übermittelt.

Postrecherche Ergebnisse



Die Auswertung der zurück erhaltenen Datei erwies sich als kompliziert und wenig ergebnisreich. Es wurde eine Vielzahl von geringfügig korrigierten Orts- oder Straßennamen an uns zurück übermittelt. Als verwertbare Ergebnisse lieferte die Recherche vier neue Verzugsadressen (5,5% der angefragten Adressen). Diese wurden in die Datenbank aufgenommen und in der folgenden Welle als Anfragen an die Einwohnermeldeämter eingebunden.



Anhang 2: Sterblichkeit nach der kleinräumigen Gliederung nach BIPS (99 Zonen)

99 Zonen	Anzahl Personen insgesamt	Anzahl gestorbenen insgesamt	Mortalitätsrate - insgesamt	Altersmedian - insgesamt		Anzahl Männer	Anzahl gestorbenen Männer	Mortalitätsrate - Männer	Alter (Median) Männer		Anzahl Frauen	Anzahl gestorbenen Frauen	Mortalitätsrate - Frauen	Alter (Median) Frauen
101	15	2	13,3	38,2		9	1	11,1	37,7		6	1	16,7	38,7
102	127	33	26	40,4		63	15	23,8	38,2		64	18	28,1	42,6
103	95	16	16,8	37,9		51	9	17,6	37,1		44	7	15,9	38,7
104	85	16	18,8	36,75		41	7	17,1	35,9		44	9	20,5	37,6
105	107	17	15,9	33,1		49	7	14,3	30,5		58	10	17,2	35,7
106	365	90	24,7	49		118	31	26,3	46,7		247	59	23,9	51,3
107	39	10	25,6	58,5		19	7	36,8	60,3		20	3	15,0	56,7
108	143	29	20,3	45,5		65	20	30,8	48,3		78	9	11,5	42,7
109	69	15	21,7	44,35		27	5	18,5	48,4		42	10	23,8	40,3
110	96	18	18,8	45,6		50	10	20,0	43,4		46	8	17,4	47,8
111	36	9	25	56,85		18	5	27,8	56,5		18	4	22,2	57,2
112	34	6	17,6	48,5		15	2	13,3	48,2		19	4	21,1	48,8
113	64	8	12,5	43,9		28	6	21,4	45,4		36	2	5,6	42,4
114	42	6	14,3	51,7		20	4	20,0	55,8		22	2	9,1	47,6
115	55	8	14,5	41,15		28	3	10,7	40,2		27	5	18,5	42,1
201	313	49	15,7	42,95		144	26	18,1	42,3		169	23	13,6	43,6
202	57	11	19,3	47,95		25	5	20,0	42,5		32	6	18,8	53,4
203	274	37	13,5	40		130	11	8,5	38,4		144	26	18,1	41,6
204	167	22	13,2	36,75		85	13	15,3	37,7		82	9	11,0	35,8
205	65	10	15,4	38,45		33	3	9,1	37		32	7	21,9	39,9
206	160	36	22,5	48,15		72	18	25,0	45		88	18	20,5	51,3
207	248	40	16,1	46,8		112	19	17,0	48,8		136	21	15,4	44,8
208	283	27	9,5	30,95		150	13	8,7	30		133	14	10,5	31,9
209	652	91	14	40,8		309	39	12,6	38,1		343	52	15,2	43,5

99 Zonen	Anzahl Personen insgesamt	Anzahl gestorbenen insgesamt	Mortalitätsrate - insgesamt	Altersmedian - insgesamt		Anzahl Männer	Anzahl gestorbenen Männer	Mortalitätsrate - Männer	Alter (Median) Männer		Anzahl Frauen	Anzahl gestorbenen Frauen	Mortalitätsrate - Frauen	Alter (Median) Frauen
210	154	26	16,9	48,6		75	12	16,0	49,2		79	14	17,7	48
211	113	18	15,9	43,65		52	10	19,2	44,4		61	8	13,1	42,9
212	107	23	21,5	40,6		47	13	27,7	41,8		60	10	16,7	39,4
213	106	19	17,9	39,7		56	9	16,1	34,9		50	10	20,0	44,5
214	83	14	16,9	45,15		47	10	21,3	37,4		36	4	11,1	52,9
215	91	18	19,8	38,25		47	7	14,9	34,5		44	11	25,0	42
301	754	117	15,5	45,75		359	63	17,5	42,7		395	54	13,7	48,8
302	232	41	17,7	44,1		121	19	15,7	43,9		111	22	19,8	44,3
303	298	41	13,8	37,3		157	25	15,9	37,4		141	16	11,3	37,2
304	164	30	18,3	43,3		78	11	14,1	41,2		86	19	22,1	45,4
305	120	19	15,8	37,35		55	9	16,4	36,3		65	10	15,4	38,4
306	235	67	28,5	50,65		108	31	28,7	42,8		127	36	28,3	58,5
307	295	41	13,9	45		142	21	14,8	41,8		153	20	13,1	48,2
308	298	43	14,4	40,2		146	21	14,4	39,1		152	22	14,5	41,3
309	119	22	18,5	46,4		61	14	23,0	45		58	8	13,8	47,8
310	765	84	11	30,65		389	42	10,8	28,6		376	42	11,2	32,7
311	116	26	22,4	50,15		53	9	17,0	46,9		63	17	27,0	53,4
312	120	21	17,5	43,8		58	13	22,4	43,4		62	8	12,9	44,2
313	80	12	15	41,25		39	8	20,5	45		41	4	9,8	37,5
314	103	19	18,4	42,15		49	7	14,3	41,6		54	12	22,2	42,7
315	99	18	18,2	48,5		43	9	20,9	45,9		56	9	16,1	51,1
401	428	62	14,5	46,3		217	24	11,1	40,3		211	38	18,0	52,3
402	197	31	15,7	44,1		91	13	14,3	43,1		106	18	17,0	45,1
403	204	41	20,1	43,6		102	17	16,7	37,9		102	24	23,5	49,3
404	289	43	14,9	36,35		138	20	14,5	34,5		151	23	15,2	38,2

99 Zonen	Anzahl Personen insgesamt	Anzahl gestorbenen insgesamt	Mortalitätsrate - insgesamt	Altersmedian - insgesamt		Anzahl Männer	Anzahl gestorbenen Männer	Mortalitätsrate - Männer	Alter (Median) Männer		Anzahl Frauen	Anzahl gestorbenen Frauen	Mortalitätsrate - Frauen	Alter (Median) Frauen
405	186	32	17,2	37,25		86	16	18,6	40,3		100	16	16,0	34,2
406	120	21	17,5	50,4		53	9	17,0	39,9		67	12	17,9	60,9
407	271	46	17	45,75		121	25	20,7	44		150	21	14,0	47,5
408	305	31	10,2	40,95		141	22	15,6	42,7		164	9	5,5	39,2
409	127	19	15	44		55	10	18,2	44,8		72	9	12,5	43,2
410	92	20	21,7	46,5		44	7	15,9	44,1		48	13	27,1	48,9
411	153	24	15,7	40,85		66	13	19,7	43,9		87	11	12,6	37,8
412	166	105	63,3	75,65		43	29	67,4	73,1		123	76	61,8	78,2
413	207	32	15,5	40,3		101	17	16,8	41,2		106	15	14,2	39,4
414	112	29	25,9	52,05		55	13	23,6	47,9		57	16	28,1	56,2
415	104	17	16,3	38,4		51	8	15,7	36,7		53	9	17,0	40,1
501	578	88	15,2	47,9		275	46	16,7	45,2		303	42	13,9	50,6
502	347	31	8,9	36,8		169	17	10,1	36,3		178	14	7,9	37,3
503	151	29	19,2	43,65		72	12	16,7	41		79	17	21,5	46,3
504	219	34	15,5	39,6		112	16	14,3	37,3		107	18	16,8	41,9
505	121	29	24	41,65		58	14	24,1	42		63	15	23,8	41,3
506	164	39	23,8	45,15		73	17	23,3	40,4		91	22	24,2	49,9
507	88	18	20,5	44,2		41	8	19,5	42		47	10	21,3	46,4
508	158	28	17,7	48,35		81	10	12,3	45,2		77	18	23,4	51,5
509	71	10	14,1	36,95		37	7	18,9	36,9		34	3	8,8	37
510	137	15	10,9	39,1		66	7	10,6	38,6		71	8	11,3	39,6
511	100	16	16	37,65		50	8	16,0	36,3		50	8	16,0	39
512	124	25	20,2	45,05		59	12	20,3	46,2		65	13	20,0	43,9
513	103	11	10,7	41,35		54	4	7,4	40,1		49	7	14,3	42,6
514	107	21	19,6	43,95		57	10	17,5	43,7		50	11	22,0	44,2



Anhang 3: Übersicht Straßen und Zonen

Straße	Kegel	Zentrum	2_Ost	2_West	3_Ost	3_West	Summe
Ahrtalstraße						15	15
Alt-Schwanheim				228			228
Am Abtshof				61			61
Am Auerborn		259					259
Am Börnchen	72						72
Am Försterpfad					319		319
Am Goldsteinpark					188		188
Am Graben				108			108
Am Hofgut Goldstein					78		78
Am Kiesberg			93				93
Am Kirchholz				128			128
Am Ruhenstein		231					231
Am Siechen						141	141
Am Waldgraben					360		360
Am Weidenwörth						12	12
Am Wiesenhof					441		441
Am Wildpfad					149		149
An der Herrenwiese		262	199		49		510
An der Kreuzheck						130	130
An der Schwarzbachmühle		222	98		15		335
An der Staustufe		29					29
An der Wildhube		19					19
Aßmannshäuser Weg						44	44
Bickenbacher Weg			904				904
Blankenheimer Straße						201	201
Boseweg					342		342
Brohthalstraße						88	88
Bruno-Stürmer-Straße	103						103
Eifelstraße				263			263
Ferdinand-Dirichs-Weg	164						164
Flaischenstraße				74			74
Geisenheimer Straße						1017	1017
Gerolsteiner Straße						168	168
Goldsteinstraße					318		318
Hainbuchenstraße				152			152
Hans-Pfitzner-Straße		242					242
Harthweg	48						48
Heckerstraße						44	44
Hegarstraße				211			211
Henriette-Fürth-Straße	1149						1149
Hugo-Wolf-Straße		346					346
Im Heisenrath		168	754		385		1307
Im Hirschländchen	59	428					487
Ingelheimer Straße						683	683
Kauber Weg						13	13
Libellenweg					465		465
Lönsweg						50	50
Manderscheider Straße				316			316
Martinskirchstraße		345		140			485
Mauritiusstraße				47		86	133
Merziger Weg						163	163
Morgenzeile					56		56
Neunkircher Weg						23	23
Oberweid				43			43
Oestricher Weg						73	73
Rauenthaler Weg						230	230
Rheinlandstraße	232	400		37		26	695
Saarbrücker Straße				109		31	140
Sauerackerweg	222						222
Schrimpegasse				70			70
Schüttenhelmweg		222	143		73		438
Schwarzbachstraße				152		63	215
Silcherstraße				250			250
Sonnenweg		41	84		494		619
Straßburger Straße					219		219
Tannenkopfweg					166		166
Tannenwaldstraße				20		31	51
Tränkweg					178		178

Straße	Kegel	Zentrum	2_Ost	2_West	3_Ost	3_West	Summe
Vierhäusergasse				12			12
Vogesenstraße				122		52	174
Völklinger Weg						501	501
Wilhelm-Kobelt-Straße				188			188
Zehntgasse				24			24
Zelterstraße		82					82
Zum Eiskeller					112		112
Zum Heidebuckel			526				526
Zur Frankenfurt		229	21		242		492
Zur Waldau					44	1	45
Gesamtergebnis	2049	3525	2822	2755	4693	3886	19730



**Anhang 4: Bürgeramt für Statistik und Wahlen der Stadt
Frankfurt am Main:
Schreiben vom 12.05.2009**

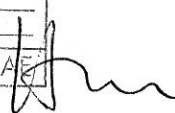
Bürgeramt, Statistik
und Wahlen
12.3 Or

Frankfurt am Main, 12.05.2009
Telefon: 212-42201
rainer.orell@stadt-frankfurt.de

Amt für Gesundheit
Abteilung Medizinische Dienste und Hygiene
z. H. Frau PD Dr. Heudorf

Störfall Höchst
Bezug: Ihr Schreiben vom 16.04.2009

Stadt Frankfurt am Main Amt für Gesundheit				
Eingetragen am				
14. Mai 2009				
Posteingangs-Nr. _____				
Suchbearb.: _____				
R	tel R.	Ber.	D	AE



Sehr geehrte Frau Dr. Heudorf,

entschuldigen Sie bitte die späte Beantwortung Ihres Schreibens; der Unterzeichner war im Urlaub.

Die Erklärung für die unterschiedliche Anzahl der Datensätze in den Auswertungen aus den Jahren 1994/95 und 2005 hat folgende Gründe:

1. Die 1.375 Dubletten in der Auswertung im Jahre 2005 sind dadurch entstanden, dass Datensätze von Personen in unterschiedlichen Datenbeständen auftauchen können. Es wird durch die Auswertverfahren auf die aktuellen Bestände und die nichtaktuellen Bestände zurückgegriffen. Die dadurch möglichen Dubletten wurden nicht bereinigt.
2. Die echte Differenz von ca. 1.500 Datensätzen in den Beständen liegt an den geringfügig unterschiedlichen Auswertgebieten, die gewählt wurden. In der Untersuchung von 1994/95 wurden die regionalen Daten bis auf einzelne Straßen- und Hausnummern herunter gebrochen. In der Auswertung von 2005 wurden die Personen ausgewählt, die am 22.02.1993 in den drei Stadtbezirken Schwanheim, Goldstein-West und Goldstein-Ost gewohnt haben. Dieser regionale Bereich ist geringfügig größer als der 1994/95 gewählte.

Im Auftrag



(Orell)

Stellungnahmen der Gutachterinnen

- 1. Frau Prof. Ackermann-Liebig, Basel**
- 2. Frau Prof. Kurth, Robert Koch-Institut, Berlin**

Gutachten zur 2. Version des Berichtes:

„Abschließende Gesundheitsuntersuchung zum Störfall Höchst von 1993“

Im Auftrag des Stadtgesundheitsamtes Frankfurt am Main

Prof. Dr. med. Ursula Ackermann-Liebrich

Einleitende Bemerkung

Der vorliegende Bericht (diesmal mit Autoren) weist gegenüber der vorigen Version wesentliche Verbesserungen auf, besonders ist er strukturell besser gegliedert. Dennoch ist der grundlegende Mangel der letzten Version nicht behoben: dieser betrifft die Zuordnung der Exposition (siehe unten). Insbesondere – und das ist wohl nicht primär den Autoren anzulasten- fehlt weiterhin der Abgleich mit den Expositionsdaten des BIPS.

Zu den einzelnen Teilen

Die beanstandeten Zahlen der untersuchten Bevölkerung und der Verstorbenen sind nun klar und nachvollziehbar dargestellt. Mängel in Bezug auf die Zahl der Untersuchten und Abgleich mit den Zahlen von BIPS sind behoben und daraus resultierende Unklarheiten eliminiert. Bereits im ersten Gutachten habe ich betont, daß die Adressermittlung und die Ermittlung des Vitalstatus sorgfältig durchgeführt wurden.

Auch sprachlich sind die verschiedenen Teile jetzt verbessert und lesbar geworden.

Zur Exposition

In Folge der Abwesenheit einer genaueren Expositionsabschätzung greift der Bericht weiterhin auf die ursprünglich für die Stichprobenziehung von BIPS gemachte Einteilung des Gebietes als Expositionsmaß zurück. Die kleinräumige Expositionsverteilung, die als Resultat der BIPS Arbeit vorliegt wird zwar im einzelnen aufgeführt (samt Anzahl verstorbener und deren medianes Alter) wird aber nicht im Detail analysiert. Dies wird mit der geringen Zahl der Todesfälle in den einzelnen Zellen begründet. Diese liegen aber nur in 7 von 99 Fällen unter 10 und ließen sich vielleicht auch etwas besser zusammenfassen. Hier hatte ich vorgeschlagen die Methodik der „small area statistics“ zu benutzen (siehe http://www.sahsu.org/sahsu_studies.php#RIF). Als Alternative hätten einzelne

kleinere Gebiete ähnlicher Exposition in Kategorien zusammengefaßt werden können.

Zur Sozialstruktur

Der Bericht geht neu der Frage nach der Sozialstruktur nach und stellt fest (S19) daß „kein Hinweis darauf gefunden werden konnte daß die Sozialstruktur des Stadtteils Schwanheim bezüglich einer hohen Arbeitslosenquote und damit verbundenen niedrigen sozialen Schicht auffällt“. Diese Bemerkung ist insofern von Bedeutung, als es ja nicht primär darum geht, Schwanheim mit andern Stadtteilen zu vergleichen sondern darum, mehr oder weniger Exponierte zu vergleichen. Damit ist die Heterogenität innerhalb des Untersuchungsgebietes von Bedeutung.

Unklar bleibt aber (im Zusammenhang mit den nach Gebieten unterschiedliche Anteilen Nichtauffindbarer) der letzte Satz auf Seite 46: "*Es ist dennoch wichtig an dieser Stelle zu erwähnen, daß der Anteil der nicht zu ermittelnden mit den Anteilen der Lebenden und Verstorbenen korrespondiert, das heißt daß sich bei Ausschluß der nicht zu ermittelnden ein anderes Bild der Verteilung der Verstorbenen zeigt*". Wie wäre denn dieses Bild anders?

Interessant in diesem Zusammenhang ist auch die Bemerkung oben auf Seite 49, daß "*zu vermutet ist, daß in bestimmten Regionen des Kegels, die durch die typische Hochhausbauweise gekennzeichnet sind, der Ausländeranteil überdurchschnittlich hoch ist. Daraus könnte man schließen, daß der höhere Anteil der ins Ausland verzogenen damit zusammenhängt, daß ein Teil der damals im Kegel lebenden Personen wieder in ihr Ursprungsland zurückgekehrt ist*". Kegel ein recht hoher Anteil Ausländer befand, die eben nicht mehr aufgefunden werden konnten. Hätten diese ebenfalls (was aus Sozialgründen zu vermuten ist) eine erhöhte Sterblichkeit aufgewiesen, müßte auf Grund der oben erwähnten Bemerkung von Seite 46 eine Abschätzung erfolgen, wie dies die Sterblichkeit beeinflussen könnte.

Zu den Resultaten

Auf den Seiten 50-56 werden die Resultate der Coxanalysen dargestellt. Gegenüber der Vergleichsregion 3 findet sich eine erhöhte Sterblichkeit im Zentrum und in den Zonen 2 Ost/West, während der Kegel sich nicht von der Zone 3 unterscheidet, ein Bild, das sich für fast alle Krebsarten wiederholt, mit Ausnahme der Darm- und der Leberkarzinome. Allerdings erreichen die Werte auf Grund der kleinen Zahlen das Signifikanzniveau nicht.

Die Schlußfolgerung: *„Die Berechnungen der Coxmodelle zeigen, daß es weder zwischen der Gesamtsterblichkeit noch Krebssterblichkeit und potentiell exponierten Wohnort zum Zeitpunkt des Störfall Hoechst einen eindeutigen signifikanten Zusammenhang gibt“* erscheint auf Grund des Obgesagten etwas leichtfertig und zwar aus zwei Gründen:

Zum ersten gibt es im Kegel möglicherweise eine „exportierte“ Mortalität (siehe Sozialstruktur) Im Bericht wird mehrmals angesprochen, daß im Kegel mehr Ausländer wohnten, die das Land verlassen hatten und daher nicht mehr auffindbar waren

Zum zweiten kam früher die Hypothese auf, daß im Kegel der gelbe Niederschlag durch die Firma sorgfältig entfernt wurde, hingegen in den weniger betroffenen Gebieten dieser Niederschlag liegen blieb. Zwar widersprechen dem die Bodenproben (die eventuell durch Regen ausgewaschen wurden); allfällige Beläge in Häusern, auf Balkonen oder Fenstersimsen wurden dabei nicht erfaßt. Die BIPS Daten zeigen, daß viele Bewohner auch in entfernteren Liegenschaften solchen Belag beobachtet hatten.

Schlußfolgerung

Es bleibt die Frage mit welcher Sicherheit auf Grund des vorliegenden Berichtes die Aussage gemacht werden kann, daß in Folge des Chemieunfalls im Jahre 1993 keine erhöhte Sterblichkeit zu beobachten war.

Dazu darf wohl gesagt werden, daß eine sehr massive Erhöhung der Sterblichkeit mit den vorliegenden Daten ausgeschlossen werden kann.

Im Gegensatz zum Bericht erachte ich eine Erhöhung der Mortalität um 14% (Zentrum und Zone 2) als nicht ganz unbedeutend. Hier muß die Exposition der einzelnen beachtet werden- idealerweise durch eine Verknüpfung mit dem Expositionsregister des BIPS. Zudem benötigen die feineren Unterschiede den Einbezug der Sozialdaten, die wiederum im genannten Register vorhanden wären.

Empfehlungen

Aus obgenannten Gründen empfehle ich folgendes:

1. Ein weiterer Versuch ist zu unternehmen, die sorgfältig erhobenen Daten mit denjenigen des BIPS abzugleichen, dies würde der Untersuchung die notwendige Glaubwürdigkeit geben.
2. Sollte dies nicht möglich sein (was für Außenstehende schwer zu begreifen ist) sollte die „small area analysis“ durchgeführt werden mit der entsprechenden Statistik (siehe oben).

3. Sollte dies auch nicht möglich sein (was mit entsprechenden Spezialisten abzuklären wäre) könnte eine Analyse mit Kategorien der Expositionsverteilung gemäß der Resultate (der kleinräumigen Verteilung der Exposition) der BIPS Untersuchung durchgeführt werden, da damit die Exposition weit weniger hypothetisch ist als bei der Verwendung der groben Einteilung, die vom BIPS einzig für die Stichprobenziehung erstellt wurde.

Es ist zu hoffen, daß diese langwierige Geschichte zum Abschluß kommt und daß durch die Schaffung eines Krebsregisters in Zukunft bessere Daten zur Verfügung stehen.

18.November 2009

Ursula Ackermann-Liebrich

Gutachten zum Endbericht von TNS „Abschließende Gesundheitsuntersuchungen zum Störfall Höchst von 1993“

Basis dieses abschließenden Gutachtens ist meine im Januar 2009 gegebene Stellungnahme zum Entwurf des Endberichtes von TNS. Die dort gegebenen positiven Bewertungen des Adress-Follow-ups und der Ermittlung der Todesursachenstatistik bleiben uneingeschränkt erhalten. Darüber hinaus wurden alle dort angeführten Kritikpunkte berücksichtigt:

Die inkonsistenten Zahlen hinsichtlich der einbezogenen Probanden wurden korrigiert. Es erfolgt nunmehr eine klar strukturierte Aufbereitung der Vorgehensweise und der einbezogenen Einwohner. Die Tabellen sind konsistent in ihren Aussagen und erleichtern dem Leser das Nachvollziehen der einzelnen Schritte. Insofern ist zu dem in meinem Erstgutachten unter **Punkt 1 „Adress-Follow-up und Erhebung des Vitalstatus der Personen, die zum Zeitpunkt des Störfalls im Untersuchungsgebiet gemeldet waren“** keinerlei Nachbesserungsbedarf. Der Bericht ist in diesem Punkt voll zu akzeptieren.

Zum Punkt 2 des Endberichtes „Ermittlung der Todesursachen, der seit dem Störfall Verstorbenen aus dem Untersuchungsgebiet“ gab es bereits für den Entwurf des Berichtes keinen Nachbesserungsbedarf. Der Hinweis, dass es wenig Sinn mache, zu detailliert in die einzelnen Krebslokalisationen einzusteigen wurde berücksichtigt.

Der am meisten im Entwurf des Berichtes beanstandete Teil war der Punkt 3 „Vergleich der Sterblichkeitsraten insgesamt und nach unterschiedlichen Todesursachen...“. In diesem Teil des Berichtes wurden wesentliche Verbesserungen vorgenommen und alle Kritikpunkte berücksichtigt: Die Ausführungen zur Datenlage, zur Einteilung der Einwohner in verschiedene Gruppen, zur Möglichkeit Sozialindikatoren in die Auswertung einzubeziehen wurden wesentlich verbessert, dem Wunsch nach einer altersstandardisierten Auswertung der Sterblichkeit wurde entsprochen. Die Tabellen sind mit klaren Überschriften versehen und eindeutig hinsichtlich ihrer Aussage. Auch der Versuch, die eingesetzten statistischen Methoden umgangssprachlich und für den Nichtspezialisten verständlich zu erklären, wurde in akzeptabler Weise unternommen. Die Anmerkungen zum Entwurf des Berichtes, dass die Ergebnisdarstellung auch als vertrauensbildende Maßnahme für die betroffenen Einwohner von Höchst und Umgebung betrachtet werden muss, fand insofern Berücksichtigung, dass die Auftragnehmer sich sehr bemüht haben (und das erfolgreich) darzulegen, dass alle verfügbaren In-

formationen einbezogen wurden und nach derzeitigen Kenntnisstand auf Grund einer umfassenden Analyse keinerlei Anhaltspunkte für ein erhöhtes Sterblichkeitsrisiko der exponierten Einwohner zu finden sind.

Ich empfehle, diesen Endbericht in der vorliegenden Form und Aussage zu akzeptieren.

Nachbemerkung: Einige Anmerkungen, die aber keinen Nachbesserungsbedarf des Berichtes indizieren, seien dennoch gestattet:

- So wie im Erstgutachten angeregt, wurde von den Auftragnehmern versucht, den Zusammenhang zwischen Sozialindikatoren und Gesundheit mit in die Ergebnisinterpretation einzubeziehen. Allerdings ist die einzige zitierte Literaturstelle (Seite 15) „Bellach 1996“ in Anbetracht der Flut von wissenschaftlichen Publikationen in den letzten 10 Jahren zum Zusammenhang von sozialer Lage und Gesundheit (national und international) unzureichend. Eine einfache Literaturrecherche (allein im „Gesundheitswesen“) hätte ausgereicht, um eine aktuellere und vor allen Dingen auch verfügbare Publikation zu finden. (Die hier angegebene Veröffentlichung ist „Grauliteratur“ und für einen interessierten Leser nicht zugänglich.)
- In der Tabelle 13 auf Seite 31 gibt es neben den Spalten „Häufigkeit“ und „Prozent“ noch die Spalte „gültige Prozente“ und „kumulierte Prozente“. Die beiden letzten Spalten sind völlig überflüssig und schwer begründbar. Die gültigen Prozente unterscheiden sich in keinerlei Hinsicht von den zuvor angegebenen Prozenten und selbst wenn sie sich unterschieden, wäre dem Leser nicht klar, woher dieser Unterschied kommen könnte und was er bedeutet. Die ersatzlose Streichung dieser Spalte wäre sicherlich günstig. Die letzte Spalte „kumulierte Prozente“ tut nichts weiter, als die in einer willkürlichen Reihenfolge angegebenen Häufigkeiten von Krebslokalisationen aufzuaddieren, mit dem Ergebnis, dass man, so wie auch in der Spalte „Prozent“, zum Schluss bei 100 Prozent endet. Es ist schwer nachvollziehbar, was diese Spalte dem Leser an Zusatzinformation vermitteln soll. Auch hier wäre ein Verzicht sicherlich besser gewesen, weil es das Nachdenken über die Sinnhaftigkeit diese Spalte ersparen würde.
- Im Abschnitt 5.4 erster Absatz auf Seite 39 wird nach ausführlicher Begründung, dass es keine Information zur Sozialindikatoren gäbe, behauptet, dass „soziodemographische Merkmale“ Berücksichtigung fänden. Dies ist nicht der Fall, denn es werden, wie ausführlich begründet, lediglich Alter und Geschlecht berücksichtigt. Dieses sollte man dann auch so schreiben.

- Es werden im Abschnitt 6 „Mortalitätsanalyse“ anerkennenswerte Bemühungen unternommen, die eingesetzten Modelle und Methoden heuristisch zu beschreiben. Allerdings wird nach der Einführung, dass das Coxsche Regressionsmodell dazu diene, eine vergleichende Überlebensdaueranalyse der Exponierten und Nichtexponierten vorzunehmen, dann lediglich ausgeführt (Seite 51 zweiter Abschnitt) „das Coxmodell berechnet das Sterberisiko...“. Das Sterberisiko, das dann weiter verbal verwendet wird, hat allerdings keinerlei Bezug mehr zum zeitlichen Verlauf. Um das Sterberisiko einer exponierten Person mit einer nichtexponierten Person vergleichen zu können, hätte eine einfache logistische Regression ausgereicht. Es wird nicht deutlich, in wie weit hier die Überlebenszeiten eine Berücksichtigung finden. Insofern bleibt die Frage nach wie vor offen, was das Coxsche Modell nun wirklich berechnet. Damit im Zusammenhang entsteht nochmals die Frage, warum man auf eine grafische Aufbereitung der Überlebensdaueranalysen verzichtet hat. Die Entscheidung der Auftraggeber dies nicht zu tun, ist zu akzeptieren, allerdings genügt dann die sprachliche Erklärung der Überlebensdaueranalyse noch immer nicht. Ich gehe jedoch davon aus, dass dieser Punkt die Akzeptanz des Abschlussberichtes kaum beeinträchtigt.

B. Kurth, 9. 11. 09