



Datum: 07.04.2008

Beurteilung der Messwerte von Acrylnitril-
Immissionen während des Störfalls in Köln Worringen
(17.03. – 23.03.2008)

Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Fax 02361 305-3215
poststelle@lanuv.nrw.de
www.lanuv.nrw.de

Am 04.04.2008 wurde dem LANUV von der Bezirksregierung Köln die endgültige Übersichtstabelle mit Acrylnitril-Messwerten übersandt. Die Bezirksregierung hat das LANUV gebeten, die in der Tabelle dargestellten Messwerte rückwirkend einer gesundheitlichen Bewertung zu unterziehen.

a) Deskription der Belastungssituation

Die vorliegenden Messdaten umfassen den Zeitraum vom 18.03.2008, 00:00 Uhr, bis zum 23.03.08, 0:00 Uhr. Dies entspricht einem Messzeitraum von 120 Stunden.

In dem Messzeitraum wurden 506 Einzelmessungen auf Acrylnitril durchgeführt, die jeweils eine Zeitspanne von 2-4 Min repräsentieren.

Für jeden der Messpunkte (gekennzeichnet durch Straßenkreuzungen) wurden Mittelwerte über den gesamten Messzeitraum gebildet. Die Gesamtzahl der ausgewerteten Messpunkte in Köln Worringen beträgt 67 (siehe Karte Anhang I). Die werksinternen Messungen, sowie die Messungen an dem für die Bevölkerung gesperrten Parallelweg, wurden nicht zur Beurteilung herangezogen, da sie hinsichtlich der Belastung der Bevölkerung nicht relevant sind. Die Messungen in den entfernteren Stadtteilen ergaben an 13 Messstellen keine Belastung, an 4 Messstellen = 0,5 ppm und an einer Messstelle 1,5 ppm.



Im Wohngebiet von Köln Worringen wurden Mittelwerte von 0 - 6,4 ppm an den einzelnen Messpunkten ermittelt. (vgl. Tab. 1)

Tabelle 1: Verteilung Mittelwerte je Messpunkt

			Anzahl der Messpunkte
Mittelwert je Messpunkt	= 0	ppm	30
Mittelwert je Messpunkt	<1	ppm	26
Mittelwert je Messpunkt	= 1 - <2	ppm	7
Mittelwert je Messpunkt	>2	ppm	4

Die Mittelwerte >2 ppm wurden an den Messpunkten WOR 10, WOR 18 , WOR 21 und WOR 30 ermittelt. Sie sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Mittelwerte über 2 ppm

	Mittelwert		
WOR 10	4,9	ppm	bestehend aus 8 Messwerten
WOR 18	2,7	ppm	bestehend aus 11 Messwerten
WOR 21	5	ppm	bestehend aus 7 Messwerten
WOR 30	6,4	ppm	bestehend aus 8 Messwerten

Von den in der Tabelle dargestellten Messwerten liegen die höchsten Acrylnitril-Konzentrationen in den frühen Morgenstunden und während des Vormittags des 18. März. Die Maximalkonzentrationen von 20 ppm wurden zwischen 4:00 Uhr und 5:00 Uhr nachts gemessen.



Das durch die Straßen Alte Str. / Hackhauser Weg / Bohnenblechweg / Widdeshover Weg / Gohrer Weg eingegrenzte Wohngebiet, ist von der räumlichen Nähe und der Windrichtung das am höchsten belastete Immissionsgebiet, auf das die abdriftende Emissionsfahne des Ereignisses traf. Von daher werden die Messungen an den Messpunkten WOR 6-10, 16-22, und 28-30 zusammengefasst und gemittelt. An diesen Messorten wurden 175 Einzelmessungen im Messzeitraum durchgeführt. Der Mittelwert der Acrylnitril-Belastung liegt über den gesamten Messzeitraum bei 1,66 ppm. Der höchste Einstundenmittelwert in diesem Gebiet wurde mit 10,25 ppm ermittelt.

Der Mittelwert im Wohngebiet außerhalb des Hauptbelastungsgebietes beträgt über den gesamten Messzeitraum 0,27 ppm.

b) Bewertung der Acrylnitrilkonzentration unter Störfallgesichtspunkten

Aus den 175 gemessenen Acrylnitrilkonzentrationen des am stärksten belasteten Wohngebietes wurde ein Gesamtmittelwert von 1,66 ppm gebildet. Der höchste Einstundenmittelwert im Hauptbelastungsgebiet beträgt etwa 10 ppm (berechnet 10,25 ppm). In diesem Wert sind die beiden höchsten gemessenen Konzentrationen von 20 ppm enthalten.

Laut Störfall-Verordnung darf von einer Anlage keine ernste Gefahr für Menschen ausgehen. Zur Beurteilung der Schadstoffkonzentrationen, die eine ernste Gefahr im allgemeinen nicht bedingen, werden auf Empfehlung der Störfallkommission (heute: Kommission für Anlagensicherheit) ERPG-2- und AEGL-2-Werte verwendet (AnhangII). Nähere Erläuterungen dazu sind in den Berichten SFK-GS-02 und SFK-GS-28 enthalten.

Emergency Response Planning Guidelines (ERPG)- und Acute Exposure Guideline Levels (AEGL)-Werte sind in den USA für die Notfallplanung konzipiert worden. Sie wurden zum Schutz der Bevölkerung entwickelt und berücksichtigen die Gesamtbevölkerung, also auch empfindliche Personengruppen. Der ERPG-2-Wert gibt die maximale Konzentration in der Luft an, unterhalb der Personen bis zu einer Stunde Expositionszeit keine irreversiblen oder schwerwiegenden Schäden erleiden oder entwickeln. Auch ihre Fähigkeit, sich aus dem Schadstoffbereich in Sicherheit zu bringen, darf nicht beeinträchtigt werden.

Der ERPG-2-Wert von 35 ppm ist für Acrylnitril aus den Daten für die akute Toxizität abgeleitet worden. Er basiert auf Humandaten (reversible Wirkung bei Konzentrationen von ca. 16-100 ppm über 20-45 Minuten) sowie auf Tierversuchen an Hunden und Ratten (vgl. ERPG-Begründungen, AIHA, update 2007).



Der AEGL-2-Wert gleicht in der Definition dem ERPG-Wert. Er gibt die Konzentration in der Luft an, oberhalb der Personen irreversible oder schwerwiegende, lang anhaltende Gesundheitsschäden davontragen oder Fluchtbehinderungen erfahren können.

Der zurzeit noch nicht finalisierte AEGL-2-Wert beträgt für die einstündige Exposition 57ppm (Status: proposed). Die Begründungen der AEGL-Werte für Acrylnitril sind in Bearbeitung und stehen noch nicht zur Verfügung. Der vorgeschlagene Wert lässt aber die Tendenz erkennen und stützt den ERPG-2-Wert.

Die gemittelte Acrylnitrilkonzentration von 10 ppm liegt unterhalb des ERPG-2-Wertes und des vorgeschlagenen AEGL-2-Wertes. Damit kann davon ausgegangen werden, dass keine ernste Gefahr im Sinne der Störfall-Verordnung für die Bevölkerung besteht. Die Konzentration von 10 ppm entspricht dem ERPG-1-Wert, der die Schadstoffkonzentration in der Luft angibt, unterhalb der sich Personen bis zu einer Stunde aufhalten können, ohne andere als geringe vorübergehende Belästigungen zu erfahren oder ohne einen klar definierten unangenehmen Geruch wahrzunehmen. Der AEGL-1-Wert ist noch nicht finalisiert und befindet sich wie der AEGL-2 im proposed- Status. Er beträgt 4,6 ppm für alle Zeitintervalle zwischen 10 Minuten und acht Stunden. Wegen der nicht verfügbaren Begründung kann auch hier nur eine Tendenz abgelesen werden.

c) Gesundheitsbezogene Beurteilung anhand der Messwerte

Während des Ereignisses nahm das LANUV eine kurzfristige Einschätzung der Belastungssituation und ihrer gesundheitlichen Konsequenzen vor. Diese basierte am Morgen des 18.03.2008 auf der Annahme einer konservativ geschätzten Belastung von durchschnittlich 7 ppm über einen Zeitraum von 8 Stunden. Eine Auswertung der 8 Stunden-Mittelwerte im Hauptbelastungsgebiet zeigt, dass die höchste mittlere Belastung während dieses Zeitraums bei 5,1 ppm lag. In diesem 8 h Mittelwert sind die beiden höchsten gemessenen Werte von 20 ppm enthalten. Damit erweist sich die konservative Annahme von 7 ppm als etwas zu hoch, in der Situation selbst jedoch aus Vorsorgegründen als gerechtfertigt.

Zur rückwirkenden Beurteilung des Krebsrisikos durch Acrylnitril sind kurzzeitige Erhöhungen der Immissionskonzentration nicht entscheidend. Das Krebsrisiko berechnet sich aus der über den gesamten Zeitraum hinweg im Bereich des Hauptbelastungsgebietes durchschnittlich vorherrschenden Acrylnitril-Dosis. Es wird daher im Folgenden die mittlere Konzentration über die gesamten fünf Tage zugrunde gelegt. Diese bildet die



höchstmögliche Gesamtdosis einer potentiellen Acrylnitril-Exposition ab, und lag im Hauptbelastungsgebiet bei durchschnittlich 1,66 ppm über eine Dauer von 120 Stunden.

Acrylnitril ist ein Stoff, der als krebserzeugend für den Menschen angesehen wird. Für gentoxische kanzerogene Stoffe gibt es keine Schwellenkonzentrationen unterhalb derer keine Wirkung mehr auftreten kann. Grundsätzlich kann eine Krebserkrankung bereits durch ein einzelnes Molekül des jeweiligen Stoffes hervorgerufen werden. Die Wahrscheinlichkeit, mit der eine Krebserkrankung ausgelöst wird, steigt mit der zugeführten Dosis eines kanzerogenen Stoffes und dessen krebserzeugender Potenz. Kanzerogene Effekte werden folglich in Dosis-Häufigkeitsbeziehungen beschrieben, die die Wahrscheinlichkeit des Auftretens zusätzlicher Krebsfälle abbilden. Zur Beurteilung des kanzerogenen Potentials eines krebserzeugenden Stoffes dient das „unit risk“, ein Einheitsrisiko, das die relative kanzerogene Potenz eines Stoffes kennzeichnet.

Für Acrylnitril werden in der Literatur unterschiedliche unit risk-Werte angegeben, die sämtlich in derselben Größenordnung liegen. Basierend auf einer standardisierten Qualitätsprüfung für die verschiedenen Krebsrisikoabschätzungen und unter Berücksichtigung des Vorsorgeprinzips legt das LANUV den folgenden Berechnungen ein unit risk für Acrylnitril in Höhe von $2,7 \times 10^{-5}$ pro $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zugrunde. Das unit risk bezieht sich auf einen Expositionszeitraum von 70 Jahren.

Umgerechnet auf einen Expositionszeitraum von 120 Stunden resultiert ein Risiko ($r_{120\text{h}}$) von $5,28 \times 10^{-6}$ pro $1 \text{ mg}/\text{m}^3$. Während dieses Zeitraums wird im Mittel eine Konzentration von 1,66 ppm zugrunde gelegt. 1,66 ppm Acrylnitril entsprechen $3,68 \text{ mg} / \text{m}^3$ (bei 20° C) bzw. $3,93 \text{ mg}/\text{m}^3$ (bei 0° C). Unter Berücksichtigung der niedrigen Außentemperaturen während des Störfalls, wird daher von einer mittleren immissionsseitigen Belastung von $3,83 \text{ mg}/\text{m}^3$ ausgegangen.

Unter den angeführten Bedingungen resultiert für den Zeitraum des Störfalls im Hauptbelastungsareal ein potentielles Krebsrisiko durch Acrylnitril von $2 \times 10^{-5} = 1:50.000$.

Dieses Krebsrisiko entspricht der statistischen Wahrscheinlichkeit eines zusätzlichen Krebsfalls auf 50.000 EinwohnerInnen. Ein individuelles Risiko lässt sich daraus nicht ableiten.

Da es für gentoxische krebserzeugende Luftschadstoffe keine Grenzwerte gibt, unterhalb derer eine gesundheitsschädliche Wirkung ausgeschlossen werden kann, wird der Bewertung von Immissionen kanzerogener Luftschadstoffe eine Dosis zugrunde gelegt, deren lebenslange Aufnahme ein zusätzliches Krebsrisiko bedingt, welches vom



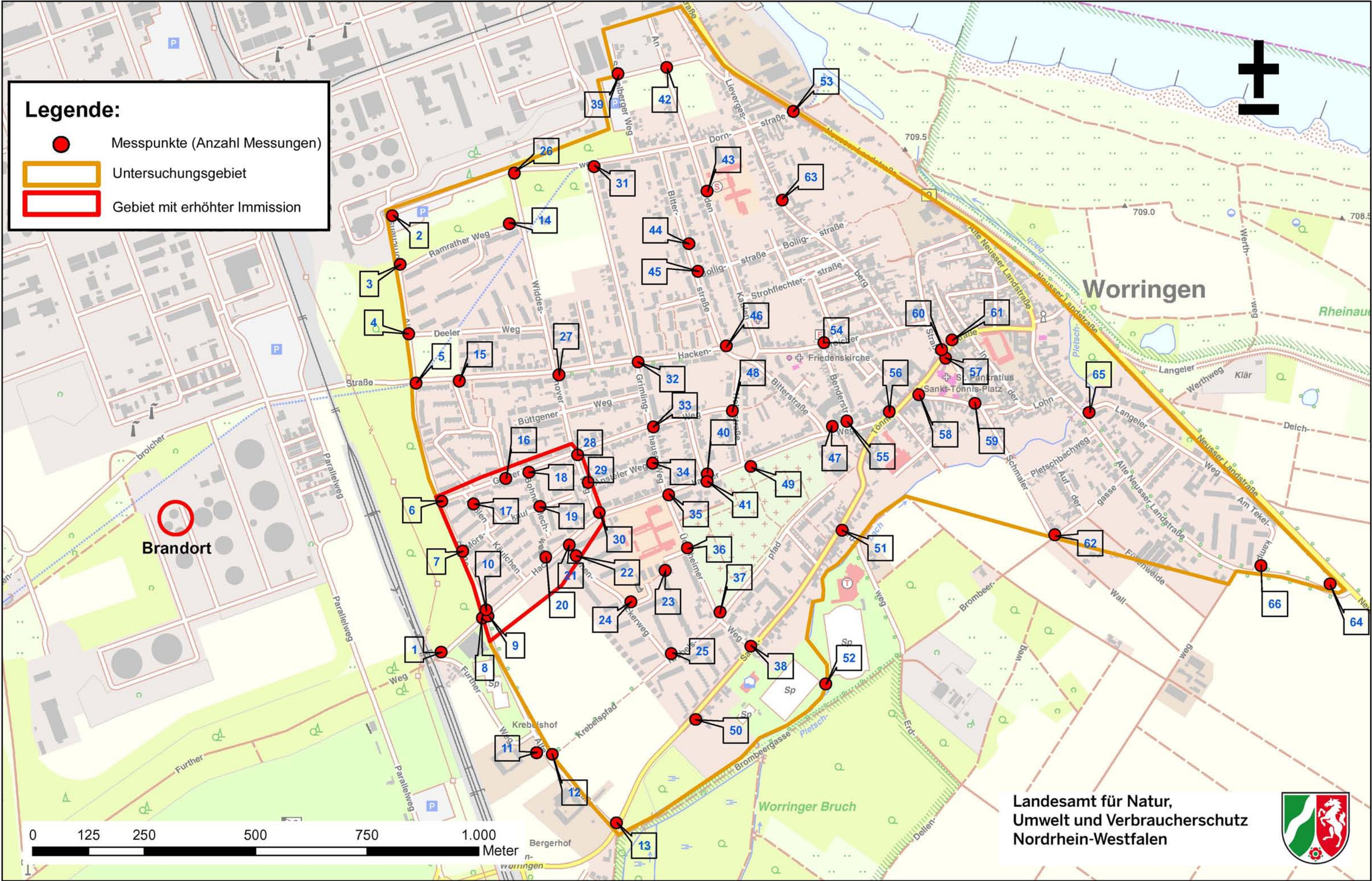
Gesetzgeber als „hinzunehmend“ betrachtet wird. Um dieses lebenslang hinzunehmende Zusatzrisiko zu quantifizieren, kann zum Vergleich der Stoff Benzol herangezogen werden, für den in der TA-Luft ein Immissionswert festgelegt wurde. Dieser entspricht einem Zusatzrisiko von $4,5 \times 10^{-5}$ über einen Zeitraum von 70 Jahren. In einer ähnlichen Größenordnung bewegen sich auch vom Länderausschuss für Immissionsschutz festgelegte Orientierungswerte für weitere kanzerogene Luftschadstoffe und die Zielwerte der Europäischen Union ($2 - 9 \times 10^{-5}$).

Gemessen an dem mit dem TA-Luft-Immissionswert für Benzol verbundenen hinzunehmenden Zusatzrisiko, ergibt sich für die Beurteilung der anlässlich des Störfalles aufgetretenen Acrylnitril-Immissionen, im Hauptbelastungsgebiet in Köln-Worringen, eine Ausschöpfung von 44 %.

D. h. das für Immissionen eines einzelnen krebserzeugenden Luftschadstoffes lebenslang hinzunehmende Zusatzrisiko wurde im Hauptbelastungsgebiet, bedingt durch den Störfall, bereits etwa zur Hälfte ausgeschöpft.

Vor diesem Hintergrund erweisen sich die durch die Behörden erlassenen Anordnungen im Nachhinein als gerechtfertigte Schutzmaßnahme, um eine entsprechende Exposition der Bevölkerung zu vermeiden. So weit AnwohnerInnen den Anweisungen Folge leisteten, ist nicht damit zu rechnen, dass sie den o. g. Schadstoffkonzentrationen gegenüber maßgeblich exponiert wurden.

Acrylnitril-Messungen in Köln-Worringen nach Brand am 17.03.2008



Anhang II:

ERPG

Emergency Response Planning Guidelines

- ERPG-1:** The maximum airborne concentration below which it is believed that nearly all individuals could be exposed for up to one hour without experiencing other than mild, transient adverse health effects or perceiving a clearly defined objectionable odor.
- ERPG-2:** The maximum airborne concentration below which it is believed that nearly all individuals could be exposed for up to one hour without experiencing or developing irreversible or other serious health effects or symptoms which could impair an individual's ability to take protective action.
- ERPG-3:** The maximum airborne concentration below which it is believed that nearly all individuals could be exposed for up to one hour without experiencing or developing life-threatening health effects.

Herkunft und Veröffentlichung:

Das Konzept wurde von Mitgliedern der Chemischen Industrie in den USA entwickelt. Die ERPG-Werte werden von einem Toxikologen-Komitee überprüft und von der American Industrial Hygiene Association (AIHA) veröffentlicht.

Acrylnitril:	ERPG-1:	10 ppm	(22 mg/m ³)
	ERPG-2:	35 ppm	(76 mg/m ³)
	ERPG-3:	75 ppm	(163 mg/m ³)

AEGL

Acute Exposure Guideline Levels

- AEGL-1:** is the airborne concentration (expressed as ppm (parts per million) or mg/m³ (milligrams per cubic meter)) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience notable discomfort, irritation, or certain asymptomatic nonsensory effects. However, the effects are not disabling and are transient and reversible upon cessation of exposure.

AEGL-2: is the airborne concentration (expressed as ppm or mg/m³) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience irreversible or other serious, long-lasting adverse health effects or an impaired ability to escape.

AEGL-3: is the airborne concentration (expressed as ppm or mg/m³) of a substance above which it is predicted that the general population, including susceptible individuals, could experience life-threatening effects or death.

Die AEGL-Werte werden jeweils für 10 Minuten, 30 Minuten, eine Stunde, vier Stunden und acht Stunden erstellt. Sie werden vom National Advisory Committee for Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Substances (NAC/AEGL) entwickelt und von der U.S.-amerikanischen Umweltbehörde, „Environmental Protection Agency“ (EPA), veröffentlicht. Je nach Entwicklungsstand werden sie in vier Stufen vom Entwurf zum endgültigen Wert veröffentlicht: draft, proposed, interim, final.

Acrylnitril (ppm) , proposed-Status:

	10 Minuten	30 Minuten	60 Minuten	4 Stunden	8 Stunden
AEGL 1	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
AEGL 2	290	110	57	16	8,6
AEGL 3	480	180	100	35	19

Quelle: <http://www.epa.gov/oppt/aegl/>