

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/08ff106b-a2f3-3ea3-8094-1786d0cf606e>

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln für Gefahrstoffe Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition (TRGS 402)
Amtliche Abkürzung	TRGS 402
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	keine FN

Anlage 3 TRGS 402 - Messtechnische Ermittlungsmethoden

1

Allgemeine Anforderungen

(1) Wer im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach [GefStoffV](#) Messungen durchführen will, muss diese mit Hilfe der Messstrategie gemäß dieser TRGS planen und über die erforderliche Ausrüstung und die Fachkunde für die betriebsspezifisch anfallenden Messungen verfügen (siehe [Anlage 1](#)).

(2) Die Messstrategie für Arbeitsplatzmessungen umfasst

1. die Festlegung der Messaufgabe,
2. die Auswahl des Messverfahrens und
3. die Festlegung der Probenahmeorte sowie der Probenahmezeiten und -dauer.

(3) Die Messstrategie muss den Bedingungen am Arbeitsplatz, insbesondere der zu erwartenden Expositionshöhe, angepasst werden, um den unterschiedlichen Expositionssituationen Rechnung zu tragen.

(4) Grundsätzlich werden bei der Planung von Messungen der inhalativen Exposition alle relevanten Stoffe berücksichtigt (siehe Nummer 4.3 dieser TRGS). Es ist nicht immer notwendig, alle relevanten Stoffe messtechnisch zu erfassen, sondern man kann sich auf eine repräsentative Auswahl oder auf Leitkomponenten beschränken. Kriterien für die Auswahl der messtechnisch zu bestimmenden Stoffe sind insbesondere das Freisetzungsverhalten, die Stoffmengen und die Toxizität.

2

Messaufgaben

Auf Grund des vorgegebenen Ziels der Messung oder aus strategischen Gründen wird zwischen folgenden Messaufgaben unterschieden:

1. Arbeitsplatzmessungen,
2. Messungen technischer Parameter zur Befundsicherung,
3. Kontrollmessungen zur Befundsicherung,

4. Übersichtsmessungen,
5. Messungen für den ungünstigen Fall (Worst Case),
6. Messungen in der Nähe der Emissionsquelle,
7. Dauerüberwachung und
8. Sondermessungen.

2.1

Arbeitsplatzmessungen

(1) Arbeitsplatzmessungen liefern als Messergebnis die zeitlich gewichtete mittlere Konzentration eines Gefahrstoffes in der Luft am Arbeitsplatz als Schichtmittelwert oder als Kurzzeitwert gemäß Kurzzeitwertkonzept.

(2) Das Ziel von Arbeitsplatzmessungen ist die quantitative Ermittlung der Exposition von Beschäftigten bei den betrachteten Tätigkeiten im Arbeitsbereich. Gelegentlich können zuvor auch qualitative Ermittlungen der Exposition erforderlich sein, wenn z.B. Informationen über auftretende Stoffe fehlen. Die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen müssen die Exposition während einer Schicht zutreffend und repräsentativ beschreiben, und zwar als Schichtmittelwerte (Messergebnis) sowie als Kurzzeitwerte.

2.2

Messungen technischer Parameter zur Befundsicherung

Messungen technischer Parameter zur Befundsicherung sind erforderlich, um zu überprüfen, ob der abgeleitete Befund unverändert gültig ist. Dazu werden einfache Parameter wie technische Leistungskriterien (z.B. Abluft- oder Absaugvolumenstrom) durch Messungen unter den im Befund festgelegten Bedingungen überprüft.

2.3

Kontrollmessungen zur Befundsicherung

Wenn Messungen zur Befundsicherung nach Nummer 2.2 nicht möglich oder nicht zielführend sind, sind Kontrollmessungen erforderlich. Kontrollmessungen sind Arbeitsplatzmessungen gemäß Nummer 2.1 unter den im Befund festgelegten Bedingungen (siehe Nummer 6 Abs. 3 dieser TRGS). Hinweise zur Durchführung der Kontrollmessungen finden sich in DIN EN 689.

2.4

Übersichtsmessungen (orientierende Messungen)

Übersichtsmessungen liefern relativ grobe Informationen über die Höhe der Exposition und dienen als Entscheidungsgrundlage für weitere Schritte. Übersichtsmessungen der zeitlichen oder räumlichen Konzentrationsverteilung liefern u.a. Informationen zu:

1. Orten und Zeiten erhöhter Exposition,
2. Dauer und der Häufigkeit der Probenahme bei Arbeitsplatzmessungen,
3. Emissionsquellen oder
4. der Wirksamkeit von Lüftungs- oder anderer technischer Schutzmaßnahmen.

2.5

Messungen für den ungünstigen Fall (Worst Case)

Worst-Case-Messungen (siehe Nummer 2.8) werden durchgeführt, wenn in Folge besonderer Expositionsbedingungen (z.B. stark staubende Stoffe, Auslastung an der Kapazitätsgrenze, besondere klimatische Bedingungen) deutlich höhere Belastungen zu

erwarten sind. Wird unter diesen Bedingungen eine Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwertes nachgewiesen, so kann auch davon ausgegangen werden, dass unter üblichen Bedingungen der Arbeitsplatzgrenzwert eingehalten wird. In der Praxis können solche Betriebsbedingungen auch gezielt eingestellt werden.

2.6

Messungen in der Nähe einer Emissionsquelle

Messungen in der Nähe einer Emissionsquelle können Informationen über Emissionsraten (Quellstärken) von Quellen liefern, die z.B. bei Berechnungsverfahren für die Exposition benötigt werden. Im Einzelfall können sie auch als Worst Case-Messungen dienen oder Hinweise geben, ob bestimmte Stoffe prozessbedingt entstehen oder freigesetzt werden.

2.7

Dauerüberwachung

(1) Eine Dauerüberwachung (siehe [Anlage 4](#)) kann eingesetzt werden, wenn die Messeinrichtungen und das Messkonzept gemäß der speziellen Messaufgabe so ausgelegt sind, dass sie eine Expositionsbeurteilung ermöglichen und die Messergebnisse aufgezeichnet werden. Die Eignung ist im Rahmen der Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition zu prüfen. Hierbei ist auch die Einhaltung der Kurzzeitwertanforderungen zu beachten.

(2) Die Dauerüberwachung ist besonders sinnvoll einzusetzen, wenn z.B. akute Gefährdungen oder besonders hohe Schwankungen der Exposition nicht auszuschließen sind und durch Alarmierung Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten ausgelöst werden müssen.

2.8

Sondermessungen

Bei Messungen aus besonderem Anlass, z.B. im Rahmen von Ermittlungen zu Berufskrankheitenverfahren oder epidemiologischen Untersuchungen, wird empfohlen, entsprechend dieser TRGS zu verfahren.

3

Messverfahren

(1) Messverfahren für Arbeitsplatzmessungen umfassen

1. die Messplanung (siehe Nummer 1),
2. das Probenahmeverfahren,
3. den Probentransport (falls erforderlich),
4. die Lagerung der Proben (falls erforderlich),
5. das Analysenverfahren sowie
6. die rechnerische Ermittlung des Messwertes aus dem Analysenwert und den Probenahmeparametern.

(2) Dabei gehören zum Probenahmeverfahren der technische Vorgang der Probenahme beziehungsweise die Anwendung direktanzeigender Messverfahren vor Ort. Zum Analysenverfahren gehören die Probenaufbereitung, die analytische Bestimmung und die rechnerische Ermittlung des Analysenwertes.

3.1

Anforderungen an Messverfahren

(1) Das Messverfahren muss dem zu messenden Stoff, seinem Grenzwert, der zu erwartenden Konzentration und den Randbedingungen angepasst sein. Das Verfahren muss den Messwert in der durch den Grenzwert vorgegebenen Dimension direkt oder indirekt (z. B. durch Umrechnung) liefern.

(2) Die allgemeinen Leistungsanforderungen an Messverfahren für Arbeitsplatzmessungen, sind in der DIN EN 482 [2] festgelegt. Dort werden in Tabelle 1 die Anforderungen an die erweiterte Messunsicherheit, den Mindestmessbereich (Bestimmungsgrenze) und die Mittelungsdauer in Abhängigkeit von der Messaufgabe genannt.

(3) Die Eignung eines Messverfahrens ist zu prüfen. Bei der Prüfung von Messverfahren sind die Anforderungen der einschlägigen Normen, insbesondere der EN 482, für Gase und Dämpfe der DIN EN 1076 oder DIN EN 838 sowie für Metalle der DIN EN 13890, zu erfüllen. Sollte ein Stoff gleichzeitig als Partikel und als Dampf vorliegen können (z. B. PAK, aromatische Amine), sind darüber hinaus die Anforderungen nach EN 13936 zu berücksichtigen. Die Richtigkeit des Messverfahrens soll durch qualitätssichernde Maßnahmen, wie z. B. Vergleichsversuche mit Referenzverfahren, Referenzmaterialien, Ringversuche oder durch Mischversuche (z. B. Prüfgase) sichergestellt werden.

(4) Die eingesetzte gerätetechnische Ausstattung muss für den jeweiligen Anwendungsfall geeignet sein. Besonderheiten der Probenahme - wie z. B. Messungen in explosionsgefährdeten Bereichen oder komplexe Messaufgaben - sind bei der Auswahl zu berücksichtigen. Vorzugsweise sind Geräte einzusetzen, deren Übereinstimmung mit den einschlägigen Normen, z. B. der DIN EN 481, 482, DIN EN ISO 17621, DIN EN ISO 13137, DIN ISO 15767, DIN EN 45544 nachgewiesen ist.

(5) Da häufig die analytische Bestimmung zeitlich getrennt von der Probenahme erfolgt, ist sicherzustellen, dass der Transport und die Lagerung der Probe (Art und Dauer) so ausgeführt wird, dass ihr physikalischer und chemischer Zustand nicht verändert wird.

(6) Es ist zu prüfen, ob das Ergebnis eines Messverfahrens durch andere Komponenten oder Umgebungsbedingungen beeinflusst wird. Im Falle nicht korrigierbarer, messwerterhöhender Störeinflüsse ist der volle Messwert heranzuziehen. Das Ergebnis ist entsprechend kenntlich zu machen. Im Falle nicht korrigierbarer, messwerterniedrigender Störeinflüsse darf das Messverfahren nicht eingesetzt werden.

(7) Für Arbeitsplatzmessungen empfohlene Messverfahren werden durch die Arbeitsgruppe "Luftanalysen" der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) [3], durch die Arbeitsgruppe "Analytik" des Fachbereiches Rohstoffe und chemische Industrie der DGUV [4], durch die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) [5] und das IFA - Institut für Arbeitsschutz [6] veröffentlicht. Weitere Messverfahren enthält z. B. die Datenbank GESTIS - Analysenverfahren für chemische Substanzen [7].

(8) Bei krebserzeugenden Stoffen der Kategorien 1A oder 1B, für die Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen bekannt gegeben worden sind, muss das angewandte Messverfahren zur Ermittlung der Akzeptanz- und Toleranzkonzentration geeignet sein. Vorzugsweise sind Messverfahren nach Absatz 7 einzusetzen.

(9) Im Sinne dieser TRGS ist das Messverfahren für die Überwachung der Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen geeignet, wenn die in Tabelle 1 in Zeile 1 aufgeführten Anforderungen bezüglich Mindestmessbereich und erweiterter Messunsicherheit erfüllt sind.

Tabelle 1:		Von der DIN EN 482 abweichende Mindestanforderungen für Messverfahren zur Überwachung von Akzeptanz- und Toleranzkonzentration		
	Eignung	Bedingung für BG	Mindestmessbereich	Relative erweiterte Messunsicherheit
1	geeignet für die Überwachung der AK und der TK	$BG \leq 0,2 \text{ AK}$	0,2 AK bis 2 TK	0,2 AK bis $\leq AK \leq 50 \%$ AK bis 2 TK $\leq 30 \%$
2a	geeignet für die Überwachung der AK	$BG \leq 0,2 \text{ AK}$	0,2 AK bis 2 AK	0,2 AK bis $\leq AK \leq 50 \%$ AK bis 2 AK $\leq 30 \%$
2b	geeignet für die Überwachung der TK	$BG \leq AK$	AK bis 2 TK	AK bis $\leq 0,5 \text{ TK} \leq 50 \%$ 0,5 TK bis 2 TK $\leq 30 \%$
3a	bedingt geeignet für die Überwachung der AK	$0,2 \text{ AK} < BG \leq AK$	BG bis 2 AK	$\leq 50 \%$

	Eignung	Bedingung für BG	Mindestmessbereich	Relative erweiterte Messunsicherheit \pm
3b	bedingt geeignet für die Überwachung der TK	$AK < BG \leq TK$	BG bis 2 TK	$\leq 50 \%$

AK: Akzeptanzkonzentration

BG: Bestimmungsgrenze

TK: Toleranzkonzentration

(10) Steht kein geeignetes Messverfahren nach Absatz 9 zur gleichzeitigen Überwachung von Akzeptanz- und Toleranzkonzentration zur Verfügung, sind die in der Tabelle 1 genannten geeigneten Verfahren für die Überwachung der Akzeptanzkonzentration (2a) und der Toleranzkonzentration (2b) in Kombination einzusetzen.

(11) Steht keine geeignetes Messverfahren nach Absatz 10 zur Überwachung der Akzeptanzkonzentration zur Verfügung, muss ein bedingt geeignetes Verfahren nach Tabelle 1 Zeile 3a eingesetzt werden.

(12) Steht kein geeignetes Messverfahren nach Absatz 10 zur Überwachung der Toleranzkonzentration zur Verfügung, muss ein bedingt geeignetes Verfahren nach Tabelle 1 Zeile 3b eingesetzt werden.

(13) Ein Messverfahren mit einer Bestimmungsgrenze oberhalb der Akzeptanzkonzentration ist nicht geeignet für die Überwachung der Akzeptanzkonzentration.

(14) Ein Messverfahren mit einer Bestimmungsgrenze oberhalb der Toleranzkonzentration ist nicht geeignet für die Überwachung der Toleranzkonzentration.

(15) Kommen Messverfahren zur Kontrolle von Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen zur Anwendung, muss die Eignung des Messverfahrens gemäß Tabelle 1 zusammen mit dem Messergebnis angegeben werden.

3.2

Anforderungen an die Messung von Kurzzeitwerten

(1) Die kurzzeitigen Expositionen sind nach Höhe, Dauer und Häufigkeit über den Verlauf einer Schicht zu ermitteln, wenn relevante Konzentrationsschwankungen nicht auszuschließen sind.

(2) Grundsätzlich soll zur Gewährleistung einer einheitlichen Vorgehensweise die Überwachung von Kurzzeitwerten durch die Bestimmung des 15-Minuten-Mittelwertes erfolgen. Das gilt auch für Stoffe ohne einen Arbeitsplatzgrenzwert.

(3) Bei Stoffen, für die ein Momentanwert festgelegt wurde, der zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf ($=x=$), soll nach den Vorgaben der [TRGS 900](#) eine möglichst kurze Mittelungsdauer entsprechend den messtechnischen Möglichkeiten gewählt werden. Die Mittelungsdauer soll jedoch nicht unter einer Minute betragen. Grundsätzlich ist dabei sicher zu stellen, dass auch für die kürzest mögliche Mittelungsdauer alle Qualitätsanforderungen dieser TRGS erfüllt sind.

(4) Für Stoffe ohne Kurzzeitwert dürfen Expositionen, die kürzer als eine Stunde sind, den Zahlenwert des jeweiligen Grenzwertes höchstens um den Faktor 8 übersteigen.

(5) Für die messtechnische Ermittlung der Kurzzeitwerte haben sich in vielen Fällen direkt anzeigende Geräte bewährt. Sie erlauben insbesondere die Aufnahme von zeitlichen Expositionsprofilen, aus denen dann mit geeigneten rechnerischen Verfahren die einschlägigen Kurzzeitexpositionen ermittelt werden können [7].

(6) Im Übrigen ist [TRGS 900 Nummer 2.3](#) zu beachten.

4

Probenahmeorte, -zeiten und Probenahmedauer

(1) Grundlage der Festlegung der Probenahmeorte und -zeiten ist das Ergebnis der Festlegung des Arbeitsbereiches und der Tätigkeiten der Beschäftigten mit Gefahrstoffen. Dabei sind insbesondere die Informationen über das Arbeitsverfahren, die Arbeitsabläufe, sowie die Arbeits- und Umgebungsbedingungen (relevante Randbedingungen nach Nummer 4.2) zu beachten. Die gewählten Probenahmeorte und -zeiten sollen geeignet sein, die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Exposition repräsentativ abzubilden.

(2) Für die Probenahme sind insbesondere die folgenden Parameter festzulegen:

1. der oder die Probenahmeorte,
2. der Zeitpunkt und die Dauer der Probenahme bzw. der Messung,
3. die zeitliche Abfolge der Probenahmen bzw. Messungen sowie die Zeitspanne dazwischen,
4. weitere Anweisungen zur Durchführung der Probenahmen/Messungen (z.B. Erfassung besonderer Parameter wie die Leistung technischer Absaugungen) sowie
5. die für die rechnerische Ermittlung der Messwerte erforderlichen Probenahmeparameter.

Die Entscheidung für die gewählten Probenahmeparameter ist zu dokumentieren.

(3) Grundsätzlich sollen Arbeitsplatzmessungen personenbezogen mit an der Person getragenen oder mobil im Atembereich der Beschäftigten mitgeführten Systemen erfolgen. Ausnahmsweise können auch stationäre Messsysteme eingesetzt werden, wenn die Messergebnisse eine Beurteilung der Exposition erlauben. Die Probenahme soll bei stationären Messungen in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe des Arbeitnehmers erfolgen. In Zweifelsfällen ist dann als Messort der Ort höheren Risikos zu wählen. Die Entscheidung für stationäre Messungen ist im Einzelfall zu begründen.

(4) Zur Feststellung des Schichtmittelwertes besonders geeignet ist die messtechnische Mittelung über die gesamte Expositionsdauer während einer Schicht. Ist die Mittelungsdauer des Messverfahrens kürzer, so ist die Mindestanzahl der über die Schichtlänge verteilt erforderlichen Messungen an Tabelle 2 zu orientieren. In das Messergebnis geht der arithmetische Mittelwert der Messwerte ein. Bei unterschiedlichen Mittelungsdauern ist der zeitgewichtete arithmetische Mittelwert zu bilden.

Tabelle 2: Mindestprobenanzahl zur Ermittlung des Schichtmittelwertes

Mittelungsdauer (Probenahmedauer)		Probenanzahl
10	Sek	≥ 30
1	Min	≥ 20
5	Min	≥ 12
15	Min	≥ 4
30	Min	≥ 3
1	Std	≥ 2
≥ 2	Std	≥ 1

5

Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen

(1) Bei Arbeitsplatzmessungen über die gesamte Schichtlänge entspricht der Messwert dem Messergebnis.

(2) Bei von der Schichtlänge abweichenden Probenahmedauern sind gesonderte Betrachtungen erforderlich. Im einfachsten Fall, bei gleichförmiger Exposition über die gesamte Schicht, wird der während eines bestimmten Teils der Schicht gemäß Nummer 2 Abs. 6 "Mittelungsdauer" festgestellte Messwert dem Messergebnis gleichgesetzt.

(3) Kommen während einer Schicht mehrere voneinander unterscheidbare Expositionszeiträume vor, sind für diese jeweils einzeln die mittleren Konzentrationshöhen der untersuchten Gefahrstoffe zu ermitteln. Aus diesen Einzelwerten wird bezogen auf die Summe der Einzelzeiträume ein zeitgewichteter arithmetischer Mittelwert errechnet, der das schichtbezogene Messergebnis

darstellt. Wenn einer oder mehrere dieser Expositionszeiträume ohne Gefahrstoffexposition vorliegen, darf hierfür auch die Konzentration "Null" in die Berechnung eingehen (verkürzte Exposition).

(4) Wenn in Arbeitsbereichen die Expositionsdauer von Beschäftigten variieren kann (z.B. bei Gleitzeitregelungen oder durch Überstunden), so ist im Sinne einer Worst Case-Betrachtung die maximal mögliche Expositionsdauer zur Beurteilung heranzuziehen.

(5) Sind Beurteilungsmaßstäbe nach Nummer 5.2, Nummer 5.3 und Nummer 5.4.2 Absatz 1 für eine Expositionsdauer von acht Stunden festgelegt, ist bei davon abweichenden Expositionsauern eine entsprechende Umrechnung vorzunehmen.

6

Befund

Arbeitsplatzmessungen dienen zur Erhebung des Befundes. Die Anforderungen an die Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen (Nummer 5 dieser TRGS) sowie an die Befundsicherung (Nummer 6 dieser TRGS) gelten, soweit anwendbar.

7

Literatur

- | | |
|-----|---|
| [1] | DIN 32645: Chemische Analytik - Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze unter Wiederholbedingungen - Begriffe, Verfahren, Auswertung, November 2008. |
|-----|---|
- [2] DIN EN 482: Arbeitsplatzatmosphäre - Allgemeine Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Messung chemischer Arbeitsstoffe, Juni 2012+A1:2015.
- [3] Deutsche Forschungsgemeinschaft - Analytische Methoden zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe, Luftanalysen; Hrsg: H. Greim, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, aktuelle Fassung darin: Hebisch, R., Fricke, H.-H., Hahn, J.-U., Lahaniatis, M., Maschmeier, C.-P., Mattenklott, M.: Probenahme und Bestimmung von Aerosolen und deren Inhaltsstoffen (14. Lieferung (2005) S. 1-40) darin: Hebisch, R., Breuer, D., Krämer, W. Maschmeier, C.-P., Tschickardt, M.: Probenahme und analytische Bestimmung von Gasen und Dämpfen (15. Lieferung (2007) S. 1-37).
- [4] Von den Unfallversicherungsträgern anerkannte Analysenverfahren zur Feststellung der Konzentrationen krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen, DGUV Information 213-5xx (früher BGI/GUV-I 505), AG Analytik der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV, Federführung BG RCI) (aktuelle Fassung unter <http://www.bgrci.de/fachwissen-portal/themenspektrum/ gefahrstoffe/gefahrstoffanalytik/inhalte/dguv-informationen-213-5xx/>).
- [5] Hebisch, R. Poppek, U.: Empfohlene Analysenverfahren für Arbeitsplatzmessungen, Dokumentation, 19. Auflage. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW Verlag für neue Wissenschaft GmbH 2008. (Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).
- [6] IFA-Arbeitsmappe "Messung von Gefahrstoffen", Erich Schmidt Verlag Bielefeld, aktuelle Fassung.
- [7] Datenbank GESTIS - Analysenverfahren für chemische Substanzen, aktuelle Fassung unter <http://amcaw.ifa.dguv.de/WForm09.aspx>.
- [8] Dahmann, D., C. Monz "Arbeitsplatzexpositionsprofile (AEP)" "Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft" 60 (2000), 397-401.

Fußnoten

- Für Gefahrstoffe, die als Mischung von Partikeln und Dampf vorliegen, gilt im gesamten Mindestmessbereich eine relative erweiterte Messunsicherheit von 50 %.