

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/0c42d601-90b5-3039-8ac0-0c278db5ea00>

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

Anhang 2 TRGS 402 - Messtechnische Ermittlung

A2.1

Allgemeine Anforderungen

(1) Wer Gefahrstoffmessungen durchführen will, muss eine Messstrategie gemäß dieser TRGS festlegen und über die erforderliche Ausrüstung und Fachkunde verfügen (siehe [Anhang 1](#)).

(2) Die Messstrategie für Arbeitsplatzmessungen umfasst

1. die Festlegung der Messaufgabe,
2. die Auswahl der Messverfahren und
3. die Festlegung der Messorte sowie der Messzeiten 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) Es ist nicht immer notwendig, alle relevanten Stoffe (siehe Abschnitt 4.3 Absatz 2) messtechnisch zu erfassen, sondern man kann sich auf eine repräsentative Auswahl oder auf Leitkomponenten beschränken. Ebenso hat sich für messtechnische Analogiebetrachtungen die Verwendung von Surrogaten und Tracern bewährt. Kriterien für die Auswahl der messtechnisch zu bestimmenden Stoffe sind z. B. das Freisetzungsverhalten, die Stoffmengen, die gefährlichen Eigenschaften oder die Gefährdungszahl [11].

A2.2

Messaufgaben

A2.2.1

Arbeitsplatzmessungen

(1) Arbeitsplatzmessungen liefern als Messergebnis die zeitlich gewichtete mittlere Konzentration eines Gefahrstoffs in der Luft im Arbeitsbereich als Schichtmittelwert oder als Kurzzeitwert gemäß Kurzzeitwertkonzept sowie Messwerte für die tätigkeitsbezogene Exposition.

(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 repräsentativ beschreiben.

(3) Die eingesetzten Messverfahren müssen die Anforderungen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 erfüllen.

A2.2.2

Kontrollmessungen zur Befundsicherung

(1) Kontrollmessungen sind Arbeitsplatzmessungen unter den im Befund festgelegten Bedingungen.

(2) Ergibt die Beurteilung der Ergebnisse der Arbeitsplatzmessung eine Einhaltung des Beurteilungsmaßstabs und werden zur Befundsicherung Kontrollmessungen empfohlen, sind diese in angemessenen Zeitabständen durchzuführen. Die Messungen sind in kürzeren Abständen vorzunehmen, je näher die gemessene Konzentration am Beurteilungsmaßstab liegt (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4:

In der Praxis bewährte Zeitabstände für Kontrollmessungen

Halbjährlich	jährlich
$1/4 < \text{Stoffindex/ Bewertungsindex} \leq 1$	$\text{Stoffindex/ Bewertungsindex} \leq 1/4$
$AK < \text{Messergebnis} \leq TK$	$\text{Messergebnis} \leq AK$

(3) Liegen bei unveränderten relevanten Randbedingungen für Stoffe mit AGW die Stoffindizes bzw. der Bewertungsindex

1. unterhalb 0,1, kann der Zeitabstand zwischen den Kontrollmessungen auf bis zu drei Jahre ausgedehnt oder in begründeten Fällen auf weitere Kontrollmessungen verzichtet werden,
2. bei drei aufeinanderfolgenden Messungen im Rahmen des Kontrollmessplans unterhalb 0,25, kann auf weitere Kontrollmessungen verzichtet werden.

(4) Bei krebserzeugenden Stoffen kann bei drei aufeinander folgenden Messungen im Rahmen des Kontrollmessplans auf weitere Kontrollmessungen verzichtet werden, wenn die Messergebnisse unter 0,25 der Akzeptanzkonzentration liegen.

(5) Liegen die Ergebnisse der Arbeitsplatzmessungen in vergleichbarer Höhe wie die Ermittlungsergebnisse zur Hintergrundkonzentration ⁴, kann auf weitere Kontrollmessungen verzichtet werden.

(6) Mit Ausstieg aus dem Kontrollmessplan ist festzulegen, wie die weitere Befundsicherung durchzuführen ist.

(7) Die eingesetzten Messverfahren müssen die Anforderungen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 erfüllen.

A2.2.3

Messungen für den ungünstigen Fall (reasonable worst case)

(1) Reasonable worst case-Messungen werden durchgeführt, wenn in Folge besonderer Randbedingungen eine höhere inhalative Exposition als üblich zu erwarten ist (z. B. stark staubende Stoffe, hoch flüchtige Stoffe, höhere Einsatzkonzentration, besondere klimatische Bedingungen, schlechte Lüftungsbedingungen, Auslastung höher als üblich, großer Materialverbrauch, kurze Taktzeiten, ungünstige ergonomische Situation). Wird unter diesen Bedingungen eine Einhaltung des Beurteilungsmaßstabes nachgewiesen, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch unter üblichen Bedingungen zutrifft.

(2) Die eingesetzten Messverfahren müssen die Anforderungen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 erfüllen.

A2.2.4

Messungen in der Nähe einer Emissionsquelle

(1) Messungen in der Nähe einer Emissionsquelle können Informationen über Emissionsraten von Quellen liefern, die z. B. bei Berechnungsverfahren für die Exposition benötigt werden. Sie geben auch Hinweise darauf, ob bestimmte Stoffe prozessbedingt entstehen oder freigesetzt werden.

(2) Die eingesetzten Messverfahren müssen die Anforderungen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 erfüllen.

A2.2.5

Sondermessungen

(1) Bei Messungen aus besonderem Anlass, z. B. im Rahmen von Ermittlungen zu Berufskrankheitenverfahren, epidemiologischen Untersuchungen oder zur Erstellung von Handlungsempfehlungen (z. B. VSK gemäß TRGS 420, EGU [6], Handlungsanleitungen zur guten Arbeitspraxis) wird empfohlen, entsprechend dieser TRGS zu verfahren.

(2) Die eingesetzten Messverfahren müssen die Anforderungen gemäß [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 erfüllen.

A2.2.6

Dauerüberwachung

(1) Eine Dauerüberwachung (siehe [Anhang 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 nachzuweisen. Hierbei ist auch die Einhaltung der Kurzzeitwertanforderungen zu beachten.

(2) Eine Dauerüberwachung wird empfohlen, 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.

A2.2.7

Übersichtsmessungen (orientierende Messungen)

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

1. zu relevanten Gefahrstoffen,
2. zu Orten und Zeiten erhöhter Exposition,
3. zur Dauer und Anzahl der Probenahmen künftiger Arbeitsplatzmessungen,
4. zur Intensität von Emissionsquellen oder
5. zur Wirksamkeit von Lüftungs- oder anderer technischer Schutzmaßnahmen.

A2.3

Messverfahren für Arbeitsplatzmessungen

A2.3.1

Anforderungen an Messverfahren

(1) Das Messverfahren muss für den zu messenden Stoff, seinen Beurteilungsmaßstab, die zu erwartende Konzentration und für die Randbedingungen geeignet sein. Steht kein geeignetes Messverfahren zur Verfügung, muss zumindest ein bedingt geeignetes Messverfahren verwendet werden. Das Verfahren muss den Messwert in der durch den Beurteilungsmaßstab vorgegebenen Dimension direkt oder indirekt (z. B. durch Umrechnung) liefern.

(2) Ein Messverfahren gilt als geeignet, wenn es die allgemeinen Leistungsanforderungen gemäß Tabelle 5 Zeile 1 erfüllt. Nähere Information findet sich z. B. in DIN EN 482 [12].

(3) Ein Messverfahren gilt als bedingt geeignet, wenn es zumindest die in Tabelle 5 Zeile 2 genannten Anforderungen erfüllt.

Tabelle 5:

Anforderungen für Messverfahren zur Überwachung von Beurteilungsmaßstäben (BM)

	Eignung	Bedingung für die Bestimmungsgrenze (BG)	Mindestmessbereich	Relative erweiterte Messunsicherheit \pm	
1	geeignet für die Überwachung des BM	$BG \leq 0,1 \text{ BM}$	0,1 bis 2 BM	0,1 bis 0,5 BM: > 0,5 BM bis 2 BM:	$\leq 50 \%$ $\leq 30 \%$
2	bedingt geeignet für die Überwachung des BM	$0,1 \text{ BM} < BG < \text{BM}$	BG bis 2 BM	BG bis 0,5 BM: > 0,5 BM bis 2 BM:	$\leq 50 \%$ $\leq 30 \%$

(4) Abweichend von Absatz 2 und 3 gelten für Messverfahren zur Überwachung von krebserzeugenden Stoffen der Kategorien 1A oder 1B, für die Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen bekannt gegeben worden sind, die in Tabelle 6 genannten Anforderungen.

Tabelle 6:
Anforderungen für Messverfahren zur Überwachung von Akzeptanzkonzentration (AK) und Toleranzkonzentrationen (TK)

	Eignung	Bedingung für die Bestimmungsgrenze (BG)	Mindestmessbereich	Relative erweiterte Messunsicherheit \pm	
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 AK: >AK bis 2 TK:	$\leq 50 \%$ $\leq 30 \%$
2a	geeignet für die Überwachung der AK	$BG \leq 0,2 \text{ AK}$	0,2 AK bis 2 AK	0,2 AK bis AK: >AK bis 2 AK:	$\leq 50 \%$ $\leq 30 \%$
2b	geeignet für die Überwachung der TK	$BG \leq \text{AK}$	AK bis 2 TK	AK bis 0,5 TK: >0,5 TK bis 2 TK:	$\leq 50 \%$ $\leq 30 \%$
3a	bedingt geeignet für die Überwachung der AK	$0,2 \text{ AK} < BG \leq \text{AK}$	BG bis 2 AK	$\leq 50 \%$	
3b	bedingt geeignet für die Überwachung der TK	$\text{AK} < BG \leq \text{TK}$	BG bis 2 TK	$\leq 50 \%$	

(5) Die Eignung eines Messverfahrens ist zu prüfen. Bei der Prüfung von Messverfahren sind die Anforderungen der einschlägigen Normen, insbesondere der DIN EN 482 [12], für Gase und Dämpfe der DIN EN ISO 22065 [13] oder DIN EN ISO 23320 [14] sowie für Metalle der DIN EN ISO 21832 [§](#) [15] zu erfüllen. Sollte ein Stoff gleichzeitig als Partikel und als Dampf [§](#) vorliegen können, sind darüber hinaus die Anforderungen nach ISO DIS 23861 [16] zu berücksichtigen. Als Verfahrenskenngröße ist die Bestimmungsgrenze bei erstmaliger Anwendung in Anlehnung an DIN 32645 [17] zu bestimmen und in festgelegten Abständen zu überprüfen.

(6) Die Richtigkeit des Messverfahrens soll durch qualitätssichernde Maßnahmen, wie z. B. Referenzmaterialien, Ringversuche, Prüfgase oder Vergleichsmessungen mit geeigneten Messverfahren sichergestellt werden.

(7) Qualitätssichernde Maßnahmen sind durchzuführen und zu dokumentieren, z. B. Kontrolle von Blindwerten, Kontrolle der Reagenzienreinheit, Führen von Regelkarten.

(8) Da häufig die analytische Bestimmung zeitlich getrennt von der Probenahme erfolgt, ist sicherzustellen, dass Art und Dauer des Transports und der Lagerung der Probe so ausgeführt werden, dass ihr physikalischer und chemischer Zustand nicht verändert wird. Kann dieses nicht ausgeschlossen werden, wird das Mitführen von Blindproben ("field blanks") empfohlen. Diese sind mit Ausnahme einer Beprobung wie "echte" Proben zu behandeln.

(9) Es ist zu prüfen, ob das Ergebnis eines Messverfahrens durch andere Stoffe oder die 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.

(10) 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 nachgewiesen ist, z. B. DIN EN 481 [18], DIN EN 482 [12], DIN EN ISO 17621 [19], DIN EN ISO 13137 [20], DIN EN 45544 [21], DIN 33899 [22].

(11) Messverfahren für Arbeitsplatzmessungen werden durch die Arbeitsgruppe "Luftanalysen" der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) [23] [7](#), durch die Arbeitsgruppe Analytik im Sachgebiet Gefahrstoffe der DGUV [24] und das IFA - Institut für Arbeitsschutz [25] veröffentlicht.

(12) Eine Liste empfohlener Messverfahren für Arbeitsplatzmessungen von Stoffen mit verbindlichem Beurteilungsmaßstab wird vom AGS veröffentlicht [26]. Weitere Messverfahren enthält z. B. die Datenbank GESTIS Analysenverfahren für chemische Substanzen [27].

A2.3.2

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 (KZW) durch die Bestimmung des 15-Minuten-Mittelwertes erfolgen. Das gilt auch für Stoffe ohne einen Beurteilungsmaßstab.

(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 sicherzustellen, dass auch für die kürzestmögliche Mittelungsdauer alle Qualitätsanforderungen dieser TRGS erfüllt sind.

(4) Für die messtechnische Ermittlung der KZW kommen in vielen Fällen direktanzeigende Geräte zum Einsatz. Sie erlauben insbesondere die Aufnahme von zeitlichen Expositionsprofilen, aus denen dann mit geeigneten rechnerischen Verfahren die einschlägigen Kurzzeiteexpositionen ermittelt werden können [28].

(5) Messverfahren zur Messung von KZW müssen eine erweiterte Messunsicherheit von max. 50 % und einen Mindestmessbereich von 0,5 bis 2 KZW aufweisen. Dies entspricht auch der Forderung aus z. B. DIN EN 482 [12].

A2.4

Anforderungen an die Durchführung einer Messung

A2.4.1

Planung einer Messung

(1) Die Grundsätze der Messplanung und der Messstrategie müssen unter Beachtung dieser TRGS dokumentiert werden. Dazu gehören u. a. Hinweise zur Auswahl der Gefahrstoffe, der anzuwendenden Messverfahren, Festlegung des geeigneten Messzeitraums, der Messorte, Dauer der Probenahmen, Berücksichtigung von Expositionsspitzen, Querempfindlichkeiten, Emissionen aus benachbarten Arbeitsbereichen, ubiquitäre Belastungen. Die Messstrategie muss gewährleisten, dass repräsentative Messergebnisse für eine Beurteilung der Exposition der Beschäftigten erhalten werden.

(2) Für Messungen sollten empfohlene Messverfahren eingesetzt werden. Werden andere Messverfahren eingesetzt, müssen diese in der Eignung einem empfohlenen Messverfahren entsprechen (siehe [Anhang 2](#) Abschnitt 3.1 Absatz 3 und 4). Etwaige Abweichungen sind zu begründen und entsprechend zu dokumentieren.

(3) Probenträger und Proben sind in geeigneter Weise (z. B. gekühlt, dunkel, erschütterungsfrei) und kontaminationsfrei zu transportieren.

(4) Mit allen beteiligten Stellen muss im Vorfeld einer Messung eine terminliche Planung erfolgen, damit z. B. bei Proben, die

umgehend nach der Probenahme untersucht werden müssen, die maximale Lagerzeit nicht überschritten wird.

A2.4.2

Vorbereitung und Durchführung einer Messung

(1) Geräte, Probenträger und Verbrauchsmaterialien für die Messung müssen zusammengestellt werden. Für die Geräte muss eine Dokumentation bezüglich ihrer Wartung und Kalibrierung vorliegen. Es muss sichergestellt werden, dass Proben jederzeit eindeutig gekennzeichnet sind.

(2) Zu jeder Messung ist ein Probenahmeprotokoll zu führen, in dem u. a. die Probenbezeichnung, Zeiten für Beginn und Ende der Probenahme, die Überprüfung des Volumenstroms, der Probenahmeort und Auffälligkeiten festgehalten werden. Weiterhin ist eine Dokumentation zu erstellen, die alle für das Ergebnis der Messung relevanten Randbedingungen gemäß Abschnitt 4.2 dieser TRGS enthält.

(3) Die Funktionstüchtigkeit der Geräte ist vor und nach der Messung zu überprüfen und zu dokumentieren. Abweichungen von Sollvorgaben und ergriffene Maßnahmen müssen dokumentiert werden.

A2.4.3

Messort, Messzeit und Mittelungsdauer

(1) Die gewählten Messorte und -zeiten sollen geeignet sein, die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Exposition repräsentativ abzubilden. Sie sind das Ergebnis der Festlegung des Arbeitsbereiches und der Tätigkeiten der Beschäftigten mit Gefahrstoffen gemäß Abschnitt 4.2 dieser TRGS.

(2) Für die Messung sind festzulegen:

1. der Messort,
2. der Zeitpunkt und die Dauer der Probenahme bzw. der Messung sowie
3. die zeitliche Abfolge der Probenahmen bzw. Messungen sowie die Zeitspanne dazwischen.

Die während der Messung herrschenden Messparameter sind zu dokumentieren. Kommen während einer Schicht mehrere voneinander unterscheidbare Expositionszeiträume vor, sind für diese jeweils einzeln die mittleren Konzentrationshöhen der untersuchten Gefahrstoffe zu ermitteln.

(3) Grundsätzlich sollen Arbeitsplatzmessungen personenbezogen mit an der Person getragenen oder mobil im Atembereich der Beschäftigten mitgeführten Systemen erfolgen.

(4) Arbeitsplatzmessungen können auch stationär durchgeführt werden, wenn sie eine Ermittlung der Exposition ermöglichen. Sie sollen in Atemhöhe und in unmittelbarer Nähe der Beschäftigten erfolgen. Die Entscheidung für stationäre Messungen ist zu begründen.

(5) Zur Feststellung des Schichtmittelwerts ist die messtechnische Mittelung über die gesamte Expositionsdauer während einer Schicht besonders geeignet. Eine kürzere messtechnische Ermittlung kann erfolgen bei

1. gleichförmiger Exposition über die gesamte Schicht oder wenn
2. der gewählte Zeitraum die Exposition während der Schicht repräsentativ beschreibt.

Die Mindestmessdauer beträgt zwei Stunden und kann sich aus mehreren einzelnen Messungen zusammensetzen.

Fußnoten

- ⁴ Die Hintergrundkonzentration ist ein vorgefundener Standortfaktor und ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung als Konzentration in der Umgebungsluft zu verstehen. Sie kann vom Unternehmen nicht beeinflusst werden und sowohl örtlich als auch zeitlich variieren. Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung kann die Hintergrundkonzentration vom Arbeitgeber ermittelt und berücksichtigt werden. Messungen haben nach den Kriterien der TRGS 402 "Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition" oder vergleichbarer Verfahren zu erfolgen. Bei der Wahl des Probenahmeortes muss sichergestellt sein, dass das Messergebnis nicht durch Emissionen des Unternehmens oder der Unternehmen, wenn verschiedene Arbeitgeber zusammenarbeiten (z. B. Baustellen), beeinflusst wird. Die Hintergrundkonzentration kann durch eigene Messungen oder einschlägige Informationsquellen ermittelt werden (z. B. Informationen aus Umweltmessnetzen).
- ⁵ DIN EN ISO 21832 [15] enthält in Anhang C3.4 "Uncertainty for aerosol samplers" Zahlenangaben zu Messunsicherheitsanteilen der für die Probenahme von alveolengängigen und einatembarer Partikel eingesetzten Systeme.
- ⁶ Stoffe, die als Mischung aus Partikel und Dampf auftreten können, werden in der TRGS 900 mit der Bemerkung 11 und in der TRGS 910 mit der Bemerkung 6 gekennzeichnet.
- ⁷ Die DFG MAK-Collection, Begründungen und Methoden wurde bis einschließlich Vol. 4 unter <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/3527600418> veröffentlicht. Veröffentlichungen ab Vol. 5 (1.1.2020) erscheinen unter [23].
- * Für Gefahrstoffe, die als Mischung von Partikel und Dampf vorliegen, gilt im gesamten Mindestmessbereich eine relative erweiterte Messunsicherheit von 50 %.
- * Für Gefahrstoffe, die als Mischung von Partikel und Dampf vorliegen, gilt im gesamten Mindestmessbereich eine relative erweiterte Messunsicherheit von 50 %.