

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS)  
Erfassen von Immissionen und Emissionen  
und weitere Einsatzzwecke  
Grundlagen und Anwendungsgebiete

VDI 4290  
Blatt 1  
Entwurf

Unmanned Aircraft Systems (UAS) – Detection of air pollutants and other applications – Fundamentals and areas of application

*Einsprüche bis 2024-05-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal <http://www.vdi.de/4290-1>
- in Papierform an  
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft  
Fachbereich Umweltmesstechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Abkürzungen</b> .....	2
<b>3 Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS)</b> .....	3
3.1 Allgemeines .....	3
3.2 Flächenflugzeuge (Starrflügler) .....	3
3.3 Multikopter (Drehflügler) .....	3
3.4 Hybride Systeme .....	3
3.5 Systeme mit aerostatischem Auftrieb .....	4
3.6 Auswahlkriterien .....	4
<b>4 Betrieb von UAS</b> .....	5
4.1 Allgemeines .....	5
4.2 Rechtliche Grundlagen .....	5
4.3 Betriebsgenehmigung .....	6
4.4 Anforderungen an Piloten von UAS .....	6
4.5 Flugvorbereitung .....	6
4.6 Flugdurchführung .....	7
4.7 Flugnachbereitung .....	7
<b>5 Messtechnik für unbemannte Flugsysteme</b> .....	7
5.1 Allgemeines .....	7
5.2 Grundlegende Anforderungen .....	7
5.3 In-situ-Sensorik .....	8
5.4 Anreichernde Probenahme mit anschließender Analytik .....	9
5.5 Optische Detektion .....	10
5.6 Platzierung/Montage auf UAS .....	11
<b>6 Qualitätsanforderungen – Wartung, Kalibrierung, Qualitätskontrolle</b> .....	13
6.1 Allgemeines .....	13
6.2 Dokumentation .....	14

Inhalt	Seite
6.3 Kalibrierung und Funktionskontrolle .....	14
6.4 Verfahrenskenngrößen und Messunsicherheit .....	14
<b>7 Flugmuster für verschiedene Anwendungen</b> .....	15
7.1 Einleitung .....	15
7.2 Vertikalprofil .....	15
7.3 Flüge in konstanter Höhe .....	16
7.4 Flüge in verschiedenen Höhen .....	16
7.6 Raumpunktmessungen .....	16
<b>8 Datendarstellung</b> .....	16
<b>Anhang A</b> Checklisten .....	19
A1 Checkliste für den UAS/Drohnen-Einsatz .....	19
A2 Checkliste – Experimentalsystem zur Gefahrstoffdetektion .....	20
A3 Checklisten – Flight Operation .....	24
<b>Anhang B</b> Ausführungsbeispiele .....	25
B1 Ausführungsbeispiel – Gefahrstoffdetektion .....	25
B2 Ausführungsbeispiel – Methangasdetektion .....	27
B3 Ausführungsbeispiel – Probenahme von Bioaerosolen .....	29
B4 Ausführungsbeispiel – Detektion von Ultrafeinpartikeln .....	30
B5 Ausführungsbeispiel – Detektion von gas- und partikelförmigen Schadstoffen (MesSBAR) .....	32
Schrifttum .....	35

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss  
Fachbereich Umweltmesstechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 1b: Umweltmeteorologie  
VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 5: Analysen- und Messverfahren II

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4290](http://www.vdi.de/4290).

## Einleitung

Unbemannte Luftfahrtsysteme (engl.: unmanned aircraft system, UAS), umgangssprachlich auch als Drohnen bezeichnet, werden in vielen Bereichen für kommerzielle oder wissenschaftliche Zwecke eingesetzt. Die Anwendungen umfassen z. B. Kartografie, Transportmittel in der Logistik, Erfassung meteorologischer Daten (VDI 3786 Blatt 22), Sicherheitsaufgaben, Gefahrstoffdetektion, Verkehrsdatenerfassung, Inspektion von Anlagen und Gebäuden (VDI 2879), Überwachung von Pipelines, Infrastruktur, Agrarflächen und Waldgebieten sowie Abwurf von Rettungsmitteln, Sucheinsätze, Untersuchung von Vulkanaktivitäten und Atmosphärenforschung. Zudem werden Grundlagen zum sicheren Betrieb unbemannter Luftfahrzeuge in VDI 5912 Blatt 1 behandelt.

Die Verfügbarkeit kompakter und dabei qualitativ hochwertiger Messtechnik eröffnet die Möglichkeit, UAS auch zur Erfassung von Luftqualitätsparametern einzusetzen. Ein großer Vorteil dabei ist der Einsatz an anderweitig schwer zugänglichen Orten oder in anspruchsvollem Terrain. UAS-Messungen können damit ortsfeste Messtechnik flexibel ergänzen. Sie liefern hochaufgelöste Daten auf kleinen Zeitskalen und typischen räumlichen Skalen von  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ , die mit herkömmlichen Messmethoden nicht in dieser Auflösung abgedeckt werden.

Um eine hohe Qualität und Bewertung von Messdaten zu ermöglichen, bedarf es eines einheitlichen Regelwerks, das Rahmenbedingungen für den Einsatz von UAS definiert. Dazu zählen z. B. die Grundlagen zur Messplanung, die Auswahl der Messplattformen, die standardisierte Probenahme

sowie die geeigneten Messgeräte für die jeweiligen Anwendungen. Mit dieser Grundlagenrichtlinie sollen sowohl die Möglichkeiten zur Luftgüteüberwachung aufgezeigt als auch die Randbedingungen für qualitativ abgesicherte und rückführbare Messergebnisse festgelegt werden.

## 1 Anwendungsbereich

Unbemannte Luftfahrtsysteme (UAS) sind ferngesteuerte oder (teil)automatisierte Fluggeräte. Die Verfügbarkeit kompakter und qualitativ hochwertiger Messtechnik eröffnet die Möglichkeit, UAS auch zur Erfassung von Luftqualitätsparametern einzusetzen. Ziel dieser Richtlinie ist es, ein umfassendes Regelwerk zur Auswahl, Überprüfung und Anwendung von UAS für die Erfassung von Immissionen, Emissionen und weitere Einsatzzwecke zu etablieren.

Diese Richtlinie behandelt nur UAS mit einer Startmasse unter 25 kg.