



Publikationen des
Umweltbundesamtes

**Bereitstellung einer
Datenbank zum
Vorkommen von
flüchtigen organischen
Verbindungen in der
Raumlufth**

Forschungsprojekt im Auftrag des
Umweltbundesamtes
FuE-Vorhaben
Förderkennzeichen 205 61 234

Dr. Heidrun Hofmann
Dr. Peter Pliening
Arbeitsgemeinschaft ökologischer
Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.

**Umwelt
Bundes
Amt** 
Für Mensch und Umwelt

September 2008

Umweltforschungsplan
Des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Gesundheitsbezogene Exposition, Innenraumhygiene

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 205 61 234

Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen
in der Raumluft

Dr. Heidrun Hofmann
Dr. Peter Plieninger

Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V.
Im Energie- und Umweltzentrum
D- 31832 Springe-Eldagsen

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES

Juli 2007

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB FG II 1.3	2.	3.
4. Titel des Berichts Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr. Heidrun Hofmann Dr. Peter Plieninger		8. Abschlussdatum 31.07.2007
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. Im Energie- und Umweltzentrum D- 31832 Springe-Eldagsen		9. Veröffentlichungsdatum
		10. UFOPLAN-Nr. 205 61 234
		11. Seitenzahl 157
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 14 06, 06813 Dessau		12. Literaturangaben 16
		13. Tabellen und Diagramme 48
		14. Abbildungen 59
15. Zusätzliche Angaben -		
16. Zusammenfassung Die Daten zu VOC-Raumluftmessungen der letzten fünf Jahre wurden anhand eines Eingabetools von 19 beteiligten Instituten der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute in eine Datenbank eingegeben. Zusätzlich zu den Messgrößen wurden Informationen zur Probenahme, Messmethode, zu qualitätssichernden Maßnahmen und zum Probenahmeort abgefragt. Es wurden 2.663 Datensätze mit 300.129 Einzelmesswerten aus den Jahren 2002 bis 2006 erfasst. Sämtliche Daten stammen aus Auftragsuntersuchungen und sind rückwirkend erfasst worden. Das Datenkollektiv wird anhand der Zusatzinformationen ausführlich beschrieben. Für über 300 Einzelstoffe und Stoffgemische werden statistische Kennwerte, wie Mittelwerte, Mediane und bestimmte Perzentile, angegeben.		
17. Schlagwörter		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB FG II 1.3	2.	3.
4. Report Title Supply of a data base about the occurrence of volatile organic compounds in indoor air		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Dr. Heidrun Hofmann Dr. Peter Plieninger		8. Report Date 31.07.2007
6. Performing Organisation (Name, Address) Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) e.V. Im Energie- und Umweltzentrum D- 31832 Springe-Eldagsen		9. Publication Date
		10. UFOPLAN-Ref.No. 205 61 234
		11. No. of Pages 157
7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt, Postfach 14 06, 06813 Dessau		12. No. of Reference 16
		13. No. of Tables, Diagrams 48
		14. No. Of Figures 59
15. Supplementary Notes		
16. Abstract Data from VOC-indoor-air measurements of the past five years delivered by 19 institutes of the association of ecological research institutes (AGÖF) were entered into a database. In addition to the measurements further informations about sampling, measuring methods, quality assurance and sampling locations have been queried. 2,663 datasets with 300,129 single measurements from the years 2002 to 2006 have been collected. All data go back to a retrospective study by collecting data gathered as remittance work of the involved institutes. The dataset is discribed in detail on the basis of supplementary informations. Statistical values as means, medians and certain percentiles are stated for more than 300 substances.		
17. Keywords		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkung.....	4
2.	Einleitung.....	5
2.1	Stand der Forschung	5
3.	Datengewinnung.....	7
3.1	Vorgehensweise	7
3.2	Vorerhebung.....	7
3.2.1	Beteiligung.....	8
3.2.2	Substanzauswahl	8
3.2.3	Methodenauswahl	9
3.2.4	Angaben zur Qualitätssicherung.....	9
3.2.5	Zusatzinformationen	9
3.3	Kriterien für die Auswahl der Datensätze	9
3.3.1	Qualitätsvoraussetzungen	9
3.3.2	Vorgaben für die Datenauswahl.....	10
3.4	Dateneingabe	10
3.4.1	Testlauf und Optimierung	10
3.4.2	Beschreibung des Import-Tools	11
3.5	Datenbank (vocdb)	15
4.	Vorbereitung der Daten für die Auswertung	17
4.1	Datenbereinigung und Kontrolle.....	17
4.2	Gruppierungen und Kategorisierungen	18
4.3	Summenwerte	18
4.4	Bildung von Qualitätsklassen.....	21
4.5	Umgang mit Bestimmungsgrenzen	22
4.6	Statistische Methoden	23
5.	Beschreibung der Datenbasis/ Datengrundlage.....	24
5.1	Beteiligte Institute	24
5.2	Stoffumfang	24
5.3	Stoffe/Messwerte	27
5.4	Methoden	27
5.5	QS-Verfahren	30
5.6	Zusatzinformationen	31
5.6.1	Angaben zum Auftrag.....	33
5.6.2	Angaben zum Gebäude.....	36
5.6.3	Angaben zur Probenahme	37
5.6.4	Angaben zum Raum.....	42

6.	Ergebnisse der statistischen Auswertung	49
6.1	Statistische Kenndaten	49
6.1.1	Alkane	50
6.1.2	Alkene	51
6.1.3	Aromaten.....	51
6.1.4	HKW	51
6.1.5	Alkohole.....	51
6.1.6	Terpene.....	52
6.1.7	Aldehyde	52
6.1.8	Ketone.....	52
6.1.9	Ester ein- und zweiwertiger Alkohole.....	52
6.1.10	Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykolether)	53
6.1.11	Siloxane.....	53
6.1.12	Organische Säuren.....	53
6.1.13	Sonstige Verbindungen	53
6.1.14	Summenwerte	54
6.2	Verteilungstyp.....	58
6.3	Verknüpfung der Messergebnisse mit ausgewählten Gliederungsmerkmalen.....	61
6.3.1	Trends (Zeit).....	61
6.3.2	Einfluss der Methode.....	65
6.3.3	Einfluss des QS-Verfahrens.....	69
6.3.4	Einfluss der Zeit nach Renovierung oder Neubau.....	71
7.	Diskussion	77
7.1	Auswahl und Zusammensetzung Stichprobe	77
7.2	Kenndaten für Einzelstoffe.....	77
7.3	Kenndaten für Summenparameter.....	78
7.4	Vergleich der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen	78
7.5	Einflussfaktoren	80
7.5.1	Trends (Zeit).....	80
7.5.2	Methode	80
7.5.3	QS-Verfahren	81
7.5.4	Zeit nach Renovierung oder Neubau	81
7.6	Anwendung und Bedeutung der Ergebnisse.....	81
8.	Ausblick: Weitere Auswertung und Nutzung der Datenbank	82
9.	Zusammenfassung	83
10.	Verzeichnisse	86
10.1	Literaturverzeichnis.....	86
10.2	Verwendete Begriffe und Abkürzungen.....	87

11. Anhang	90
11.1 Alphabetische Liste der beteiligten Institute	90
11.2 Punktesystem „Qualität“	91
11.3 Weitere Angaben unter „Zusatzinfos“	96
11.4 Verwendete Stofflisten	106
11.5 Kenndaten für Einzelstoffe	118
11.6 Kenndaten für Summenparameter	140
11.7 Bestimmungsgrenzen	142
11.8 Vergleich statistischer Kenndaten	153

1. Vorbemerkung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Forschungsvorhaben wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes mit Mitteln des Umweltforschungsplanes (UFOPLAN) gefördert.

Statistische Kennwerte zu Konzentrationsverteilungen in der Innenraumluft werden zunehmend für die lufthygienische Beurteilung der Innenraumluft herangezogen. Fragen zur statistischen Ableitung von Orientierungswerten für die Innenraumluft werden seit einigen Jahren zum Teil kontrovers diskutiert.

Den Auftragnehmern war es ein besonderes Bedürfnis, Konzepte und erste Zwischenergebnisse des Vorhabens frühzeitig dem Auftraggeber und Vertretern anderer Institutionen, vor allem aus der Innenraumkommission, der ad-hoc Arbeitsgruppe der IRK/AOLG und Vertretern anderer Forschungs- und Prüfeinrichtungen zu vermitteln.

Dazu wurde am 16. April 2007 ein ganztägiger Workshop im Institut für Wasser- Boden- und Lufthygiene in Berlin Dahlem veranstaltet.

Die Autoren danken dem Kreis der engagierten Expertinnen und Experten für die fruchtbare Diskussion und die hilfreichen Hinweise. Dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene danken wir für die Bereitstellung von Räumen und Technik.

Besonderer Dank gilt dem Fachbetreuer Herrn Dr. Detlef Ullrich, Herrn Professor Dr. Ing. Heinz-Jörn Moriske für die Abstimmung des Schlussberichtes und Frau Jutta Sturm für die verwaltungsmäßige Betreuung.

2. Einleitung

Nach wie vor ist die Belastung der Innenraumluft mit flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) ein lufthygienisches Problem, das nicht nur in Wohnungen, sondern auch in öffentlich zugänglichen Räumen eine Rolle spielt und durch geringe Luftwechselraten in zunehmend dichterem Gebäuden verschärft wird. Daher gilt es, die Ziele des energiesparenden Bauens mit einer guten Qualität der Innenraumluft in Einklang zu bringen.

Für die Bewertung der in Innenräumen vorhandenen Konzentrationen an flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft existieren verschiedene Bewertungskonzepte. Für diese Konzepte sind aktuelle Beurteilungskriterien erforderlich.

Die in der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute zusammengeschlossenen Institute sind überwiegend seit vielen Jahren und Jahrzehnten in der Analytik und gutachterlichen Bewertung von Innenraumschadstoffen tätig.

Gegenstand des Vorhabens war die Zusammenführung und Auswertung aktueller VOC-Messdaten und Begleitinformationen aus anlassbezogenen Untersuchungen der AGÖF-Mitglieder.

Mit diesem Vorhaben können VOC-Belastungen in Innenräumen systematisch und zeitnah verfolgt werden. Auf der Basis validierter Daten werden statistische Kennwerte ermittelt, die als Hilfe bei der lufthygienischen Beurteilung von aktuellen Innenraumbelastungen herangezogen werden können.

Darüber hinaus wird überprüft, ob bestimmte Randbedingungen einen systematischen Einfluss auf die VOC-Konzentrationen haben.

Durch die Verknüpfung der etwa 300.000 Messdaten mit Zusatzinformationen aus Begehungsprotokollen und Fragebögen der Institute können weitere Erkenntnisse für die Beurteilung von Einflussfaktoren gewonnen werden.

2.1 Stand der Forschung

In den letzten Jahren wurden von verschiedenen Einrichtungen Richt- und Orientierungswerte unterschiedlicher Konzeption vorgeschlagen, die sich dem Thema von verschiedenen Seiten nähern: von der toxikologisch und epidemiologischen Ableitung von Richtwerten und von der statistischen Ableitung von Kennwerten.

Toxikologisch begründete Richtwerte zur Bewertung der Innenraumluftqualität liegen derzeit nur für einige VOC vor. Sie werden vor allem von der ad-hoc-Arbeitsgruppe IRK/AOLG erarbeitet. Sie wird gebildet aus der Innenraumkommission des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und –beamten der Bundesländer.

Da die toxikologische Ableitung für die meisten VOC sehr aufwendig ist, wird es auf absehbare Zeit für die Mehrzahl der mehreren hundert verschiedenen Schadstoffe, die in Innenräumen auftreten, keine Richtwerte geben.

Die statistische Ableitung von Kennwerten aufgrund der Häufigkeitsverteilung von Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen fußte bisher im Wesentlichen auf den Ergebnissen der repräsentativen Studie des 1. Umweltsurveys von 1985/86 (Krause et al. 1991). 1999 folgte eine kleinere repräsentative Studie zu Glykolethern und –estern (B.A.U.CH. e.V. 1999).

Repräsentative Felduntersuchungen sind sehr aufwendig und teuer. Bis zu ihrer Veröffentlichung hat sich unter Umständen die Verteilung der VOC-Konzentrationen schon wieder verändert.

Als Reaktion auf die Veränderungen der VOC-Konzentrationen in Innenräumen hat Scholz 1998 Ziel- und eigene Richtwerte für Verbindungsklassen und einige Einzelsubstanzen vorgeschlagen. Diese Werte wurden nicht toxikologisch abgeleitet, sondern orientieren sich an Ergebnissen einer zwischen 1995 und 1998 durchgeführten Untersuchung zu VOC-Konzentrationen in Innenräumen, in denen es zu Beschwerden der Bewohner kam (Scholz 1998).

Im Rahmen einer Diplomarbeit wertete Hott 744 Datensätze eines Messlabors in Berlin mit je 110 Einzelsubstanzen aus den Jahren 1988 bis 1989 statistisch aus (Hott 2000).

Schleibinger und andere veröffentlichten diese statistische Arbeit (Schleibinger et al. 2001).

Im Jahre 2004 stellte die Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute AGÖF die AGÖF-Orientierungswerte für Raumluft und Hausstaub vor, die ebenfalls größtenteils statistisch abgeleitet sind (AGÖF 2004).

3. Datengewinnung

3.1 Vorgehensweise

Die Datengewinnung gliederte sich in verschiedene Phasen, die sich aus der Struktur der vorhandenen Daten und den gewünschten Inhalten der Datenbank ergab.

Zunächst sollte das bei den Instituten der AGÖF vorhandene Datenmaterial möglichst vollständig erfasst werden. Hierzu wurden umfangreiche Fragebögen an alle Institute verschickt, die in den Bereichen der Probenahme, Analytik oder Bewertung von VOC in Innenräumen tätig sind. Die Abfragen zielten insbesondere auf die Erfassung und Dokumentation von Angaben zu Messwerten, Qualitätskriterien und Merkmalen der Untersuchungsobjekte. Weiterhin wurden allgemeine Angaben zu den Instituten erfragt.

In der Fragebogenerhebung wurden keine Vorgaben zur Begrenzung der Datenbestände vorgegeben, um möglichst vollständig und ohne zeitliche, methodische und qualitative Einschränkungen den Gesamtdatenbestand innerhalb der AGÖF abschätzen zu können.

Auf der Grundlage dieser Bestandsaufnahme wurden anschließend die in der Datenbank zu erfassenden Zielvariablen (Messdaten) und Gruppenvariablen (Zusatzinformationen, Verfahrensdaten und Qualitätssicherungsmaßnahmen) ausgewählt.

Die Auswahl der Variablen und die Vorgehensweise bei der Erfassung der Daten erfolgten in Abstimmung mit den AGÖF-Instituten.

Während der Datenerhebung wurde die Konzeption der Datenbank entwickelt und ein Eingabe-Tool in Excel programmiert. Dieses Import-Tool stellt die zentrale Schnittstelle für die Datenerfassung der einzelnen Datensätze aus den verschiedenen Instituten in die zentrale Datenbank dar. Es hat die Funktion, die in ihrer Form sehr unterschiedlich vorliegenden Informationen einheitlich zu erfassen, den Arbeitsaufwand dafür zu reduzieren und durch Minimierung der Fehlermöglichkeiten bei der Dateneingabe eine hohe Datenqualität zu gewährleisten.

Das „Import-Tool“ wurde zunächst anhand von Probeberichten entwickelt und anschließend in einer längeren Phase von einigen Instituten getestet. Dazu wurden eine ausführliche Anleitung zur Funktionsweise des Import-Tools sowie eine Erläuterung zu den Abfragen erstellt. In dieser Zeit standen die Projektleitung und der Programmierer mit den Vertretern der Institute in ständigem Kontakt, um Schwierigkeiten und Missverständnisse auszuräumen, oder kleine Korrekturen anzubringen. Hier zeigte es sich, dass die Anleitungen häufig nicht gelesen wurden. Nach diesem ausführlichen Testlauf wurde das Import-Tool optimiert.

Die Dateneingabe erfolgte dann termingerecht in relativ kurzer Zeit. Probleme traten nur noch bei den Instituten auf, die sich nicht an der Testphase beteiligt hatten.

Nach Überprüfung der zurückgesandten Dateien wurden die Datensätze der einzelnen Institute in die zentrale Datenbank übernommen.

3.2 Vorerhebung

Mit einem ausführlichen Anschreiben zur Beschreibung des Vorhabens und der geplanten Vorgehensweise wurden insgesamt 8 Fragebögen an 30 Institute der AGÖF per Email verschickt.

In den Fragebögen wurden folgende Bereiche abgefragt:

- Allgemeine Angaben zum Institut
- Gemessene Verbindungen und Summenwerte

- Angaben zu den Qualitätskriterien der Messungen
 - Verfahrenskennndaten der Probenahme aus den Arbeitsanweisungen, Verfahrenskennndaten der Probenaufarbeitung aus den Arbeitsanweisungen, Verfahrenskennndaten der Analyse aus den Arbeitsanweisungen,
 - Interne Qualitätssicherungsmaßnahmen, externe Qualitätssicherungsmaßnahmen,
- Zusatzangaben
 - Angaben zum Untersuchungsauftrag
 - Angaben zum Objekt
 - Angaben zum Raum
 - Angaben zur Probenahme

Es wurden auch Angaben zur Art und Häufigkeit der Dokumentation der abgefragten Merkmale erfasst. Die Fragebögen im Einzelnen und die Ergebnisse der Befragung sind im ersten Zwischenbericht zu diesem Vorhaben enthalten (Hofmann, Plieninger 2006/1).

Auf der Grundlage der Fragenbogenerhebung wurden Vorgaben für den Umfang, die Inhalte und die Qualität der Datensätze entwickelt.

Folgende Kriterien wurden bei der Auswahl der Erhebungsvariablen zugrunde gelegt:

- inhaltliche Relevanz für die Auswertung
- Vollständigkeit
- Verfügbarkeit
- Aufwand der Erfassung und Eingabe
- Konsistenz
- Validierbarkeit

3.2.1 Beteiligung

Es beteiligten sich an der Vorerhebung sowohl größere Labore als auch Gutachter- und Sachverständigenbüros, die keine eigene Analytik betreiben, sondern ihre Proben innerhalb der AGÖF bzw. auch an externe Speziallabore vergeben.

Die in Aussicht gestellte Menge an Datensätzen pro Institut lag zwischen 20 und 1300 Datensätzen.

Aus den Angaben der Institute zur Menge der verfügbaren Datensätze wurden die nachfolgenden Datensatzmengen geschätzt:

2001 bis 2006: etwa 2400 Datensätze,
 1996 bis 2000: etwa 1400 Datensätze,
 1987 bis 1995: etwa 600 Datensätze.

3.2.2 Substanzauswahl

Die Liste orientiert sich an dem aktuell in Innenräumen zu erwartenden Stoffspektrum und umfasst deshalb auch Stoffe, die in die Gruppe der VVOC und SVOC gerechnet werden. Dies entspricht der Vorgehensweise der DIN ISO 16000-6:2004.

In die Stoffliste wurden weitere Stoffe aufgenommen, die bei einzelnen Instituten routinemäßig erfasst wurden. Auch die Stoffliste der AgBB wurde nachträglich weitgehend berücksichtigt.

Die Stoffliste wurde als „offene Liste“ konzipiert, um eine Aktualisierung des Substanzspektrums während und über die Projektlaufzeit hinaus ohne großen Aufwand zu ermöglichen.

3.2.3 Methodenauswahl

Anhand der Institutsangaben wurden 8 Methoden für die Bestimmung der VOC ausgewählt. Es handelt sich um die gängigen Bestimmungsmethoden für VOC, die als Standardmethoden validiert sind.

3.2.4 Angaben zur Qualitätssicherung

Die Angaben zur Qualitätssicherung lagen nicht vollständig im Methodenteil vor. Ein Teil der fehlenden Angaben konnte aus den Verfahrenskenndaten der Probenahme, der Probenaufbereitung und der Messung vervollständigt werden. Für die Aufnahme der QS-Verfahren in die Datenbank wurden methodenabhängige Abfragen erstellt.

3.2.5 Zusatzinformationen

Viele Institute führen eine umfangreiche Dokumentation der Zusatzangaben anhand von Fragebögen standardisiert durch. Die Dokumentation der Zusatzangaben erfolgte nicht einheitlich. Die verschiedenen Bereiche wurden je nach Institut und je nach Auftrag unterschiedlich genau erhoben und dokumentiert.

Anhand der Auswertung der Fragebögen wurden von den insgesamt 144 abgefragten Zusatzinformationen 43 Merkmale als Grundlage für die Abfrage in der Datenbank ausgewählt.

Die Zusatzinformationen dienen der Beschreibung des betrachteten Kollektivs, der Gruppierung und Analyse von Einflussfaktoren sowie der Vergleichbarkeit mit anderen Studien. Sie wurden vor dem Hintergrund ausgewählt, dass möglichst einheitliche, vollständige und plausible Angaben in die Datenbank aufgenommen werden.

3.3 Kriterien für die Auswahl der Datensätze

3.3.1 Qualitätsvoraussetzungen

Die Qualität der Daten und die Qualitätssicherung der Arbeitsabläufe in einem analytischen Laboratorium nehmen seit Jahren einen immer höheren Stellenwert ein. Die Qualitätssicherung darf sich allerdings nicht nur auf die Analytik beschränken. Ohne Fachkenntnis bei der Begutachtung von Innenräumen und des Probennehmers oder der Probennehmerin nützt eine noch so gute Analytik nichts. Deshalb wurde für die in der AGÖF zusammengeschlossenen Institute ein Qualitätssicherungssystem entwickelt, das den gesamten Ablauf einer Schadstoffuntersuchung von der Erstbegutachtung bis zum fertigen Gutachten begleitet. Institute mit eigener Analytik, ebenso wie Institute, die nur Probenahmen und Begutachtungen ausführen, nehmen an regelmäßig durchgeführten Laborvergleichsmessungen teil, die von der AGÖF in Realräumen angeboten werden. Der letzte Laborvergleich für die Probenahme und Analytik von VOC und Aldehyden/Ketonen fand am 28.04.2006 in Eldagsen statt. Die Ergebnisse des vorletzten Laborvergleichs (Juni 2004) wurden in der Zeitschrift Umwelt & Gesundheit veröffentlicht (Köhler 2005).

Die Einhaltung der innerhalb der AGÖF vereinbarten Qualitätsrichtlinien galt als Voraussetzung für die Bereitstellung von Daten.

Neben der Eigenüberwachung ist der Großteil der Messinstitute auch offiziell beim DAP oder DACH akkreditiert.

Die Voraussetzungen für die Aufnahme der Datensätze wurden verbindlich in Werkverträgen mit den Instituten geregelt. Hierzu gehörten die Einhaltung von Mindestkriterien, wie z. B. vollständig dokumentierte und nachprüfbar Angaben zu den geforderten Qualitätssicherungsmaßnahmen.

3.3.2 Vorgaben für die Datenauswahl

Aus den Rückmeldungen der Institute ging hervor, dass mehr Daten zur Verfügung gestellt werden konnten, als ursprünglich vorgesehen waren.

Daher wurden für die Auswahl der Daten folgende Vorgaben festgelegt:

- Zeitliche Begrenzung (nur Daten ab 01.01.2002).
- Festlegung auf die vorgegebenen Methoden.
- Nur aktive Probenahme.
- Vollständigkeit der geforderten Angaben.
- Möglichst umfangreiches Substanzspektrum (keine Vergütung von Datensätzen mit weniger als 15 Einzelsubstanzen).
- Möglichst viele unterschiedliche Gebäude. Pro Gebäude in maximal 2 repräsentativen Räumen Messungen, um Verzerrungen zu vermeiden.
- Mehrfachmessungen in einem Raum (Abklingkurven/ Zeitreihen) nur, wenn sie als solche erkennbar sind.

3.4 Dateneingabe

Die Eingabe der Daten erfolgte durch die beteiligten AGÖF-Institute. Hierfür wurde ein Import-Tool auf der Basis von MS Excel erstellt. Die jedem Institut zur Verfügung gestellte Exceldatei bestand aus verschiedenen Tabellenblättern für Instituts-, Methoden-, Qualitätssicherungs-, Zusatzinformations- sowie Messdaten. Zudem wurden die von den einzelnen Instituten verwendeten Stoffbezeichnungen und gemessenen Stoffe ebenfalls erfasst.

Über die einzelnen Tabellenblätter konnten Eingabeformulare für die Aufnahme der Daten aufgerufen werden. Alle pro Institut zu erfassenden vollständigen Datensätze wurden so systematisch aufgenommen.

Das Kernstück des Tools stellte das Tabellenblatt zu Erfassung der Messwerte dar. Mit ihm konnten Messwerte, die in Form von Word- oder Exceldateien in unterschiedlichsten Formaten vorlagen, mit sehr geringem Aufwand in das standardisierte Importformat überführt werden, trotz unterschiedlicher Stoffbezeichnungen.

3.4.1 Testlauf und Optimierung

Bereits vor der ersten Testversion wurden mit einer Reihe von Prüfberichten und Ergebnistabellen, die von den beteiligten Instituten zur Verfügung gestellt wurden, erste Eingaben durchgeführt. Hierdurch wurde das Tool mit weiteren Stoffen und Synonymnamen und Schreibweisen gefüllt, sodass die Erkennungsrate bei der anschließenden Testversion be-

reits bei über 90% lag. Alle hinzugefügten Stoffe und Synonyme wurden hierbei auf Korrektheit überprüft.

Ende Juni 2006 wurde eine Testversion des Eingabetools an alle interessierten Institute versandt.

Mit der Testversion wurden eine ausführliche Anleitung zur Benutzung des Tools und eine Erläuterung der für die Abfrage der Zusatzinfos verwendeten Merkmale und Kategorien vorgelegt.

Die Erfahrungen der Institute mit der probeweisen Dateneingabe machten neben der Korrektur kleinerer Fehler noch einige weitere Änderungen notwendig:

- Einige Institute verwenden innerhalb eines Datensatzes zwei Methoden zur Bestimmung bestimmter Substanzen, so dass diese Stoffe entweder zweimal im zugehörigen Datensatz erscheinen oder als gemittelte Werte (Mischverfahren).
- Es gab Versionsprobleme mit Excel und Windows. Sie konnten gelöst werden, so dass das Tool jetzt mit allen Versionen ab Excel 2000 und Windows 2000/ME aufwärts funktioniert.
- Es zeigte sich, dass die ursprüngliche Version der Messwerteingabe aufgrund der vielfachen und komplexen Fehlerüberprüfung schwierig zu bedienen war. Es wurde eine deutlich vereinfachte visuelle Multifehlererkennung entwickelt, die die Verwendung insbesondere von mit unterschiedlichen Methoden ermittelten Daten deutlich erleichterte und somit auch Fehlerquellen minimierte.
- Aufgrund der Tatsache, dass es bei einigen Instituten keine methodische Festlegung von Probenahmeparameter und Fluss gibt, wurden die Probenahmeparameter nach Auswertung des Testlaufs aus dem Methodenteil in den Bereich „Probenahme“ der Zusatzinfos aufgenommen.

Die Endversion wurde– ebenfalls mit einer ausführlichen Anleitung insbesondere zu den Änderungen gegenüber der Testversion – am 06. September 2006 an die Institute verschickt. Die Institute waren aufgefordert, eine Kopie der Import-Tools nach Eingabe der Methoden und QS-Verfahren sowie einiger erster Datensätze an die Projektleitung zurückzusenden, um eine erste Überprüfung vornehmen zu können. Die eigentliche Dateneingabe erfolgte von jedem Institut in Eigenregie im Zeitraum Anfang Oktober bis zum 15. November 2006.

3.4.2 Beschreibung des Import-Tools

Nachfolgend werden die einzelnen Tabellenblätter des Import-Tools und ihre Funktionsweise beschrieben:

Methoden

Zur Vereinheitlichung der Methodenbeschreibungen wurden nach Rücklauf der Testversion und in Absprache mit den einzelnen Instituten 10 Grundmethoden der analytischen Bestimmungen fest vorgegeben.

Bei der Testphase hatte sich herausgestellt, dass die 8 Grundmethoden um zwei weitere ergänzt werden mussten. Es handelt sich um zwei Hausmethoden für polare VOC und Aldehyde, die mit XAD-Harzen als Sorbenzien arbeiten (in Anlehnung an die NIOSH-Methoden 5523 und 2541). Außerdem wurde die Möglichkeit geschaffen, sogenannte Mischmethoden zu generieren, für den Fall, dass einzelne Stoffkomponenten innerhalb eines Datensatzes mit verschiedenen Methoden mehrfach bestimmt und quantifiziert, aber nur als Mittelwert angegeben wurden.

Diese Grundmethoden wurden dann individuell von jedem Institut durch alle relevanten Parameter (siehe Abbildung 1) genauer beschrieben.

Probenahme-, Aufbereitungs- und Messverfahren

Kennung
Methoden-Kennung: TDS-MS ID: 0301V01 Abbrechen OK

Probenahme
Sammelmedium: Tenax TA

Übergabe
Spült: spült/spültlos **Sammel-Temp. Trap:** 80 °C
Desorp.-Dauer: 12 min **Desorp.-Temp.:** 300 °C

Trennung
Säule: HP Ultra 2 Länge: 50 m; Filmdicke: 0,33 µm; ID: 0,2 mm
Temp. Start: 30 °C **Temp. max:** 320 °C
Dauer: 40 min

Nachweis
Massenbereich von: 10 m/e **bis:** 450 m/e
Spektrenbibliothek: NIST
Modus: beide

Bemerkungen:

Zusätzlich zur NIST wird eine eigene Bibliothek herangezogen, die alle von Labor xy) quantitativ nachweisbaren Substanzen enthält.

Änderungen (im Laufe der Zeit):
 Bis 2005 erfolgte die quantitative Auswertung im SIM, zusätzlich erfolgte zur qualitativen Absicherung ein Lauf im SCAN. Seit Anfang 2005 erfolgt die quantitative Auswertung der aufgeführten Substanzen im SCAN. Seit 01/2005 wird eine HP 5 MS Länge: 50 m; Filmdicke: 0,33 µm; ID: 0,2 mm eingesetzt.

Bearbeitung
Ersteller: VOC_DB **Datum:** 22.08.2008 **Bearbeiter:** **Datum:** 13.09.2008

Abbildung 1: Beispiel für die Eingabemaske „Probenahme, Aufbereitungs- und Messverfahren“

Qualitätssicherungs-Verfahren (QS-Verfahren)

Methoden und QS-Verfahren sind ständiger Veränderung unterworfen. Um diesen Veränderungen gerecht zu werden und um sie nachvollziehbar zu machen, wurden QS-Verfahren für festgelegte Gültigkeitszeiträume erfasst.

Bei grundlegenden Änderungen der Verfahrensparameter (z.B. GC-Parameter, Änderung in der Aufarbeitung der Proben etc.) musste ein neuer QS-Datensatz zum selben Methodentyp angelegt werden. Dies sollte auch erfolgen, wenn sich die interne und externe QS verändert hatte, etwa nach Teilnahme an einem neuen Ringversuch. Nicht relevant für die Änderung des QS-Verfahrens war die Aufnahme von neuen Stoffen bei Beibehaltung der Methode und der QS.

Jedes Messergebnis wurde mit der bei seiner Erzeugung verwendeten Methode und dem verwendeten QS-Verfahren verknüpft.

Diese Vorgehensweise ermöglichte es, für jeden einzelnen Stoff bei jeder Messung die komplette Methodik und alle relevanten QS-Parameter nachzuvollziehen.

Abbildung 2: Beispiel für die Eingabemaske „Qualitätssicherung“

Abbildung 2 zeigt die Eingabemaske Qualitätssicherungsverfahren (QS-Verfahren). Im Bereich „Kennung und Methode“ wurden die Methoden mit den Kriterien ihrer Validierung genau beschrieben und einer sogenannten QS-Kennung zugeordnet, die einen festgelegten Gültigkeitszeitraum hat. Dieser war abhängig von der Absicherung der Methode mit Ringversuchen oder Laborvergleichsmessungen oder laborinternen Veränderungen der Methoden.

Im Bereich „Analytik“ wurden die analytischen Parameter abgefragt, die Rückschlüsse auf die Qualitätssicherung der Messergebnisse liefern.

Zusatzinfos (ZI)

Da die Zusatzangaben überwiegend nicht in elektronischer Form bei den Instituten vorlagen, war eine Eintragung von Hand erforderlich. Die Zusatzinfos umfassten Pflichtangaben (in der Abbildung 3 an der Unterstreichung zu erkennen) und freiwillige Zusatzangaben.

Fanden in einem Raum gleichzeitig mehrere Probenahmen statt, um ein breites Spektrum an Luftschadstoffen (z.B. auf VOC und Aldehyde und Ketone) mit verschiedenen Methoden zu erfassen, konnten bis zu drei QS-Verfahren (QS-Kennungen) und Probenahmeparameter angegeben werden. Nur die hier genannten QS-Kennungen konnten dann bei der Messwerteingabe aufgrund der Auswahl der ZI-Kennung den Stoffen bzw. Stoffgruppen zugeordnet werden (siehe auch Messwerteingabe).

Um Fehler bei der Eingabe zu vermeiden, war es nicht möglich, ZI-Datensätze per Copy&Paste zu kopieren. Lediglich bei Zweitbeprobungen in Räumen konnten die Raumdaten mit Verweis auf den ursprünglichen Datensatz kopiert werden.

Weitere Funktionen zur Qualitätssicherung der Eingabe ergaben sich aus einer Überprüfung des Definitionsbereiches der einzelnen Parameter (z.B. Temperatur, Feuchte etc.) sowie aus dem Vergleich des Datums der Probenahme mit dem Gültigkeitszeitraum der zugeordneten QS-Verfahren.

The screenshot shows a software window titled "Zusatzinfo" with the following fields and sections:

- Header:** ID: 030120009, Buttons: Abbrechen, OK
- Auftrag (Order):**
 - ZI-Kennung: B101032IF-WZ
 - Interne Nummer: B101032IF
 - Prüfziel: Interventionsmessung (Expositionsverdacht)
 - Anlass 1: Gesundheitsbeschwerden
 - Anlass 2: (empty)
 - Anlass 3: (empty)
 - Art des AG: (empty)
- Gebäude (Building):**
 - Ort (PLZ): 13 300
 - Typ: Geschossbauweise
 - Bauweise: Massivbau Mauerwerk
 - Baujahrsklasse: 1949 bis 1958
 - Nutzung: Wohnung
- Probenahme (Sampling):**
 - Datum: 01.03.2002
 - Bedingungen: worst case (standardisier)
 - Lüftung: manuell
 - Standardbedingungen:
 - Luftwechsel:
 - Probenehmer: (empty)

Proben	QS-Verfahren	Temp.	Feuchte	Vol.	Fluss
	AK-MS-09/1999	23,5	50	100	2
	AK-MS-03-2002	23,5	50	100	2
- Raum (Room):**
 - Nutzung: Wohnzimmer
 - Wandoberfläche: Kunststoff
 - Fußbodenbelag: Teppichboden
 - Fenster: Fenster/Türen Isolierverglasung
 - Rauchen: Kinder: Geruch:
 - Wann: 5 Jahre
- Renovierung (Renovation):**
 - nicht bekannt
 - Neubau, Komplettsanierung oder Modernisierung
 - Teilerneuerung: Wände/Decke
 - Teilerneuerung: Fußboden
 - Anstriche Fenster/Heizung/Türen
 - Neue Produkte/Möbel
 - andere
- Bemerkung (Remarks):** (Large empty text area)
- Bearbeitung (Processing):**
 - Ersteller: (empty)
 - Datum: 19.09.2006
 - Bearbeiter: (empty)
 - Datum: (empty)

Abbildung 3: Beispiel für die Eingabemaske „Zusatzinformationen“

Messwerteingabe

Die Messdaten der Institute lagen in unterschiedlichsten Formen vor. Sie waren entweder in Form von Texttabellen (Word) innerhalb von Gutachten und Berichten eingebunden, lagen in Excel Tabellen oder in Form eigener Datenbanken vor. Mit Hilfe des Tabellenblattes „Messwert Eingabe“ konnten die gemessenen Konzentrationswerte und die Bestimmungsgrenzen (nur für die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze) leicht und weitgehend automatisch mit Hilfe von Copy&Paste-Verfahren und anschließender Datenüberprüfung und –validierung in das einheitliche Format übertragen werden, so dass Übertragungsfehler vermieden wurden. Die Identifizierung der Substanzen erfolgte dabei anhand der CAS-Nummern, wobei letztere aus den verwendeten Substanzbezeichnungen und einer internen Datenbank durch den Befehl „CAS berechnen“ automatisch ermittelt wurden. Die zum Teil erhebliche Anzahl von Einzelwerten konnte so mit Hilfe dieses „Tools“ zügig eingelesen werden.

Abbildung 4: Messwerteingabe

Die CAS-Nummernerkennung wurde so implementiert, dass Stoffnamen verschiedenster Nomenklaturen, Schreibweisen und Formatierungen erkannt wurden. Wurden dennoch Stoffe nicht erkannt, war es jedem Nutzer möglich, eigene Synonyme zuzufügen oder die Schreibweisen der Stoffe einmalig individuell anzupassen. Zudem konnten auch vollständig neue CAS-Nummern eingegeben werden.

Um die Trefferquote der CAS-Nummern zu erhöhen, wurden auch die optisch aktiven Isomere der Terpenkohlenwasserstoffe einzeln erfasst, da sie öfters in Prüfberichten genannt werden, obwohl sie gaschromatographisch nicht getrennt werden.

Bei Konzentrationswerten über $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde automatisch darauf hingewiesen, diesen Einzelwert noch einmal zu überprüfen. Außerdem wurden Fehlermeldungen erzeugt, wenn der Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, eine Bestimmungsgrenze nicht eingegeben wurde, Stoffe mit dem gleichen Verfahren zweimal gemessen wurden oder es zu anderen Unstimmigkeiten innerhalb der Daten kam.

Jeder Ergebnistabelle wurde ein vorher ausgewähltes Standard-QS-Verfahren zugeordnet. Wurden Stoffe und Stoffgruppen in einer Ergebnistabelle mit unterschiedlichen Verfahren behandelt, so konnten die verwendeten Verfahren individuell angepasst werden.

3.5 Datenbank (vocdb)

Die in den Import-Tools von den beteiligten Instituten erfassten Daten wurden mit Hilfe eines hierfür erstellten Datentransformations-Tools in eine zentrale MS Access-Datenbank (vocdb) überführt. Eine MS Access-Datenbank wurde gewählt, da diese im Gegensatz zu serverbasierten Datenbanken flexibler bezüglich Zugang und Auswertung der Daten ist, während die Vorzüge serverbasierter Datenbanken im vorliegenden Fall kaum zur Geltung gekommen wären.

Die Struktur der vocdb entspricht weitgehend der bereits beschriebenen Datenstruktur des Import-Tools.

Sie besteht aus Tabellen für Messwerte, Messungen, Stoffe, Stoffbezeichnungen, Stoffgruppen, Probenahmen, Zusatzinformationen, Räumen, QS-Verfahren, Methoden und Institutsdaten sowie den zugehörigen referentiellen Bezügen.

Im Laufe der Auswertung kamen zudem Tabellen zur Erfassung von Klassifikationen (z.B. Raumnutzungstypen, Anlassstypen etc.) hinzu.

Die Kernstruktur der vocdb ist in Abbildung 5 wiedergegeben.

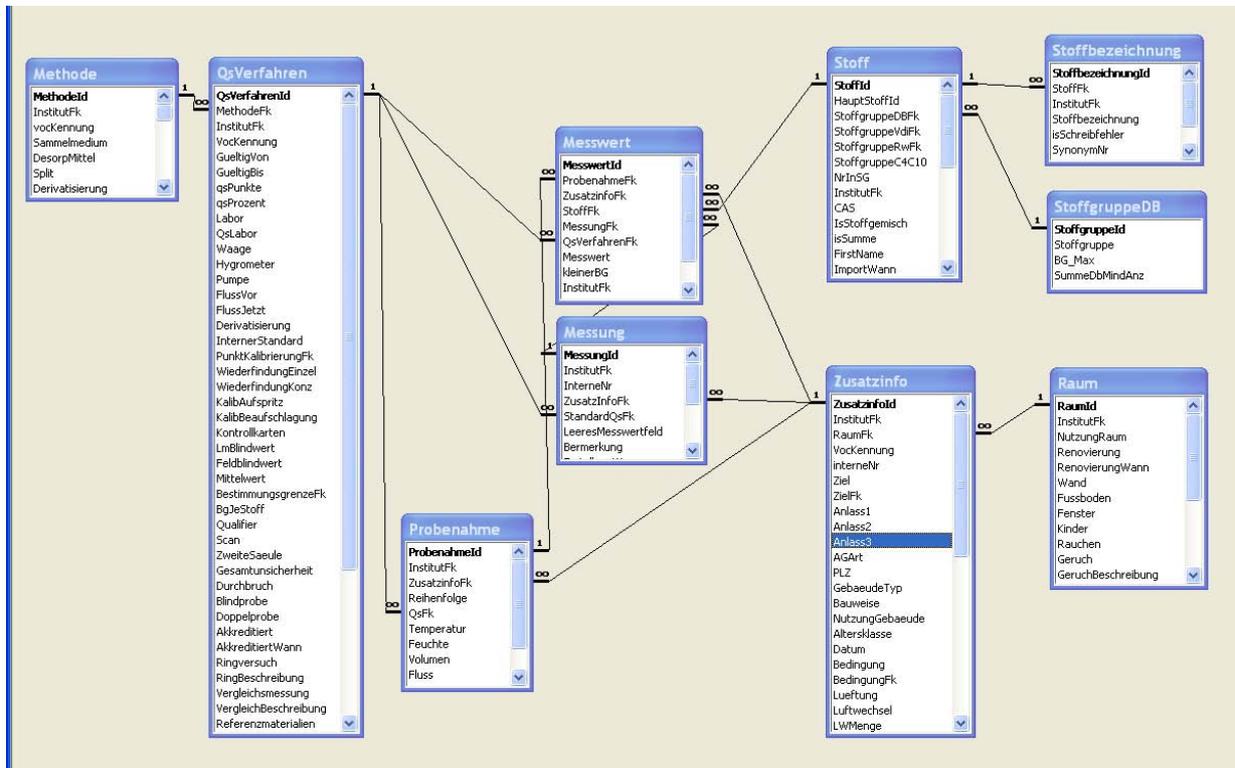


Abbildung 5: Vereinfachtes Datenbankschema der vocdb

Einfachere Auswertungsfunktionen wurden in Form von Abfragen (Views) bereits in der Datenbank angelegt. Für komplexere statistische Auswertungen wurden zudem Abfragen für den strukturierten Export der Daten nach SPSS und Excel erzeugt.

4. Vorbereitung der Daten für die Auswertung

4.1 Datenbereinigung und Kontrolle

Die in der Datenbank vorliegenden Daten wurden gesichtet und anhand von Abfragen überprüft.

Die Prüfung und Auswahl der Datensätze erfolgte nach inhaltlichen Kriterien. Hierfür wurden zunächst die Angaben bei den Zusatzinfos überprüft.

Insgesamt wurden 2663 Datensätze abgegeben, davon 23 ohne Messwerte und 3 ZI-Datensätze, mit dem Hinweis, den Datensatz zu löschen. Von den verbleibenden 2637 wurden weitere 52 Datensätze unter Berücksichtigung der Angaben in den Feldern für Raumnutzung, Messbedingungen, Gebäudenutzung und Bemerkungen als nicht relevant eingestuft.

Bei diesen weiteren als nicht relevant bezeichneten ZI handelt es sich um Außenluftmessungen und Messungen in untypischen Innenräumen oder Räumen mit speziellen Innenraumbelastungen (zum Beispiel: PKW-Innenraum, Garage, Rottehalle, Schwimmbad) oder Messungen in unmittelbarer Nähe zu einer vermuteten Quelle (zum Beispiel in Möbelenräumen oder Wand- bzw. Deckenzwischenräumen). In der nachfolgenden Tabelle ist die Anzahl der nicht relevanten ZI für die genannten Gruppen aufgeführt.

Tabelle 1: Übersicht über die als nicht relevant bezeichneten ZI-Datensätze

Nicht relevante ZI-Datensätze	Anzahl
„Exotische Räume“ (zum Bsp. Garage, Kompressorluft, Teststrecke, Rottehalle, Fabrikhalle nahe Abluft aus Schmelze, Abluft, Reithalle, Schwimmbad, Raumschießanlage, Rohbau, Heizungskeller, Prüfkammer)	27
Quellenbezogene Messungen, zum Bsp. in Möbelenräumen	16
Außenluftmessungen	9
PKW-Innenräume	3

Die nicht relevanten ZI-Datensätze wurden bei den weiteren Auswertungen nicht berücksichtigt.

Weiterhin wurden insbesondere Angaben zu den verwendeten Methoden und QS-Verfahren auf ihre Plausibilität hin überprüft. Diese Angaben konnten geprüft werden, da einige Stoffe nur mit bestimmten Methoden erfasst werden können, zum Beispiel: C1 - C3-Aldehyde können nur mit der DNPH-Methode, nicht aber mit TDS oder Lösemitteldesorptionen erfasst werden, Impinger ist nur geeignet für Formaldehyd.

Die bei der Zuordnung der QS-Verfahren zu den Messwerten festgestellten Fehler sind auf Verwechslungen der Verfahren bei der Eingabe zurückzuführen. Die Zuordnungen wurden nach Rücksprache mit dem datenliefernden Institut korrigiert. Dieser Fehler wurde bei etwa 30 Messwerten festgestellt.

Weitere Korrekturen wurden bei den Stoffzuordnungen durchgeführt. Die Stoffbezeichnungen wurden auf Dopplungen hin überprüft. Strukturisomere mit verschiedenen Bezeichnungen wurden zusammengeführt, zum Beispiel Isooctan zu 2,2,4-Methylpentan. Manche Strukturisomere wurden sowohl einzeln als auch als Gruppe bestimmt.

Verschiedene Isomerenbezeichnungen, zum Beispiel bei den Terpenen, wurden zu einem Stoff zusammengefasst. Optisch aktive Enantiomere oder Racemate der Terpenkohlenwasserstoffe wurden zwar je nach vorhandenem Labor-Standard unter verschiedenen Stoffbezeichnungen bestimmt, für die Auswertung aber zusammengefasst, da sie mit den üblichen chromatographischen Methoden gar nicht trennbar sind.

4.2 Gruppierungen und Kategorisierungen

Für die Auswertung der Daten wurden die anhand der Eingabeformulare erfassten Merkmale in Kategorien zusammengefasst. Hierbei wurden einerseits die bereits vorgegebenen Kategorien verwendet sowie weitere Kategorien unter Berücksichtigung der Freitextangaben gebildet. Die Gruppenbildung erfolgte nach inhaltlichen Kriterien unter Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren und Stichprobengrößen. Je nach Gruppengröße wurden Kategorien zusammengefasst. Für einige Bereiche, wie zum Beispiel Methoden und Raumnutzung, wurden systematische Einteilungen in Haupt- und Untergruppen gebildet, die unterschiedliche Differenzierungsebenen ermöglichen.

4.3 Summenwerte

Zur Vereinheitlichung von Summenwerten für die Gesamtsumme der VOC (TVOC) gibt es eine Reihe von Konventionen. Nach der European Collaborative Action (ECA1997) wird in einem festgelegten Fenster der Retentionszeiten nach vorgeschriebenen Methoden und Geräteparametern die Summe der identifizierten Substanzen bestimmt, wobei ein Mindestumfang an zu analysierenden Einzelstoffen festgelegt ist. Die restlichen nicht identifizierten Substanzpeaks des Chromatogramms werden als Toluoläquivalent bestimmt und zu den identifizierten Stoffen addiert. Dies ist ein aufwendiger Prozess, der von den meisten Instituten nicht routinemäßig durchgeführt wurde, so dass insgesamt nur wenige Werte für die Summe der nicht identifizierten Verbindungen und TVOC nach ECA/VDI vorliegen.

Die VDI-Richtlinie (2000) 4300 Blatt 6 „Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen“ basiert in Teilen auf den ECA Berichten 17 (1994) und 19 (1997). Der ECA Report 19 ergänzt die VOC-Definition der WHO nach Siedepunkten durch das sogenannte „analytische Fenster“ von n-Hexan bis n-Hexadecan, was eine Erweiterung des Siedepunktintervalls nach oben bedeutet. Die VDI-4300:6 gibt als VOC einerseits 68 Einzelstoffe sowie die durch das analytische Fenster begrenzten Verbindungen vor. Verbindungsgruppen (Carbonsäuren, Isocyanate, Amine), die eine spezielle Analytik erfordern, hierzu gehören viele polare Verbindungen, werden als „besondere VOC“ betrachtet, die zwar in Innenräumen auftreten, aber nicht oder nur unzulänglich mit den üblicherweise eingesetzten analytischen Methoden erfasst werden. Gegenüber dem im ECA Bericht 19 genannten Minimalumfang an 63 Einzelkomponenten ist die Hexansäure in der Zusammenstellung der Einzelstoffe in der VDI-4300:6 nicht mehr aufgeführt.

Unterschiede zwischen verschiedenen Substanzlisten bestehen auch bei der Reihenfolge und Einteilung der Einzelstoffe in Stoffgruppen. Beispielsweise stellen die Cycloalkane im Vergleich mit der vocdb Stoffliste in der Stoffliste im Anhang der VDI-4300:6 eine eigene Stoffgruppe dar. Die Alkene werden den Alkanen bzw. 4-Phenyl-cyclohexen den Aromaten zugeordnet. Außerdem bestehen auch Differenzen bei den Bezeichnungen für die Einzelkomponenten. Die CAS-Nr. für 4-Phenyl-cyclohexen in der VDI-4300:6 entspricht der CAS-Nr. für 1-Phenyl-cyclohexen.

Für die Betrachtung der Summenkonzentrationen in den untersuchten Innenräumen wurden unterschiedliche Summenparameter herangezogen. Zusätzlich wurden rechnerisch anhand der Einzelstoffkonzentrationen weitere Summenwerte berechnet:

- Gesamtsummenwerte (Summe identifizierter Verbindungen VOC-DB): Addition der Einzelstoffkonzentrationen über alle Stoffe.

- Stoffgruppensummen, Addition der Einzelstoffkonzentrationen pro Stoffgruppe (13 Stoffgruppen für die Stoffliste vocdb II, die nach chemisch systematischen Merkmalen gebildet wurden).
- Summenwerte für Stoffgemische, für deren Bewertung Summenrichtwerte für veröffentlicht wurden.

Dabei bestand folgendes Problem: Summenwerte sind aus einem Datenkollektiv grundsätzlich nur zu erzeugen, wenn die Einzelkomponenten praktisch bei jeder in die Summe eingegangenen Messung erfasst werden.

Da innerhalb dieses Vorhabens:

- ∅ in Bezug auf die untersuchten Einzelstoffe keine einheitlichen Datensätze vorliegen (kein Stoff in allen Messungen enthalten ist und keine Messung alle Stoffe enthält),
- ∅ nur wenige „definierte“ TVOC-Werte angegeben wurden und
- ∅ das untersuchte Substanzspektrum im Laufe des Beobachtungszeitraumes erweitert wurde,

wurden für die Berechnung der Summenwerte verschiedene Verfahren der Summenbildung verglichen.

Die Bildung der Summenwerte erfolgte unter Bezugnahme auf zwei verschiedenen umfangreiche Stofflisten (vocdb I und vocdb II). Da die VDI-Richtlinie 4300 Blatt 6 für den betrachteten Untersuchungszeitraum von 2002 bis 2006 eine maßgebliche Grundlage darstellt und für Vergleiche mit anderen Ergebnissen relevant ist, wurden die im Anhang zur VDI genannten Stoffe bei der Summenbildung berücksichtigt. Die Stoffliste vocdb I ist angelehnt an die Stoffauswahl der im Anhang zur VDI-4300:6 (2000) genannten Stoffe. Für die Stoffauswahl vocdb II wurde die umfangreichere Stoffliste der innerhalb dieses Vorhabens ermittelten relevanten Stoffe¹ zugrunde gelegt.

Die Auswahl der Stoffe im Einzelnen kann der Tabelle „Stoffe“ im Anhang 11.4 entnommen werden.

Außerdem wurden bei der Bildung der Gesamtsumme identifizierter Verbindungen zwei Varianten angewendet:

- **Variante A:** Summe aller gemessenen Stoffe, wenn bei vocdb I A mindestens 30 Stoffe im jeweiligen Datensatz gemessen wurden und bei vocdb II A mindestens 32 Stoffe im jeweiligen Datensatz gemessen wurden.
- **Variante B:** Summe aller gemessenen Stoffe, wobei nur die Datensätze berücksichtigt wurden, bei denen die vorab bestimmten Mindeststoffe gemessen wurden (52 Einzelstoffe aus der Stoffliste vocdb I und 76 Einzelstoffe aus der Stoffliste vocdb II).

Bei der Stoffliste vocdb I wurde der überwiegende Teil der Substanzen als mindestens zu analysierende Stoffe festgelegt. Die Auswahl der Einzelverbindungen aus der Stoffliste vocdb II erfolgte nach der Höhe des Vorkommens und der Anzahl der Messungen.

Es wurden für die Berechnung der verschiedenen Summenparameter jeweils nur Datensätze herangezogen, die den festgelegten Anforderungen entsprachen. Die Anforderungen für die Berechnung der Summenparameter werden im Folgenden bezogen auf die verschiedenen Summenparameter dargestellt:

¹ Relevanter Stoff: N > 20 und mindestens 1 Messwert oberhalb der BG

Gesamtsummen

Zum Vergleich wurden sowohl für die vocdb I Stoffe als auch für die vocdb II Stoffe zwei verschiedene Kennwerte berechnet:

- **vocdb I A:** Summe aller gemessenen Stoffe, wenn mindestens 30 Stoffe im jeweiligen Datensatz gemessen wurden.
- **vocdb I B:** Summe aller gemessenen Stoffe, wobei nur die Datensätze berücksichtigt wurden, für die mindestens Stoffgruppensummen der Stoffgruppen 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 und 10 (nach Stoffliste vocdb I) vorlagen. Für diese Stoffgruppen mussten somit alle Mindeststoffe gemessen worden sein. Für die Liste vocdb I B beträgt die Anzahl der Mindeststoffe insgesamt 52 Stoffe.
- **vocdb II A:** Summe aller gemessenen Stoffe, wenn mindestens 32 Stoffe im jeweiligen Datensatz gemessen wurden.
- **vocdb II B:** Summe aller gemessenen Stoffe, wobei nur die Datensätze berücksichtigt wurden, für die mindestens Stoffgruppensummen der Stoffgruppen 1, 3, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 (nach Stoffliste vocdb II) vorlagen. Für die genannten Stoffgruppen mussten somit alle Mindeststoffe gemessen worden sein. Für die Liste vocdb II B beträgt die Anzahl der Mindeststoffe insgesamt 76 Stoffe.

Stoffgruppensummen und Summenwerte für Stoffgemische wurden nur aus den Datensätzen gebildet, bei denen die vorab festgelegten Einzelstoffe untersucht wurden (**Variante B**).

Stoffgruppensummen

Für die Bildung der Stoffgruppensummen wurden je Stoffgruppe jeweils die Datensätze herangezogen, für die Messungen mindestens für die als Mindeststoffe markierten Stoffe vorlagen. Bei Vorliegen dieser Bedingung wurde die Summe jedoch über alle existierenden Werte addiert, nicht nur über die Mindeststoffe. Somit wurden lediglich Datensätze verwendet, für die zwar nicht wirklich alle, aber alle in der Regel relevanten Stoffe, gemessen wurden.

Dieses Vorgehen wurde auf die Stofflisten vocdb I und II angewandt, wobei die jeweiligen Mindeststoffe sowie die Zuordnung der Stoffe zu den Stoffgruppen Tabelle „Stoffe“ des Anhangs 11.4 zu entnehmen sind.

Summenwerte für Stoffgemische

Einige der veröffentlichten existierenden Richtwerte beziehen sich auf mehrere Stoffe. Für diese „richtwertrelevanten Stoffgruppen“ wurden eigene Summenwerte berechnet, wobei auch hier das Prinzip angewandt wurde, dass Messungen für bestimmte Mindeststoffe vorliegen mussten, damit ein Datensatz bei der Berechnung der entsprechenden Kennwerte berücksichtigt wurde. Die Mindeststoffe für die Stoffgemische können auch der Tabelle „Stoffe“ in Kapitel 11.4 entnommen werden.

Bei der Berechnung der Summenwerte wurde für Messwerte $< BG$ jeweils der Wert 0 angenommen.

Die hier genannten berechneten Summenwerte und die Summenwerte aus den Eingaben der Institute sind in der Tabelle Kenndaten „Summen“ im Anhang 11.6 aufgeführt.

4.4 Bildung von Qualitätsklassen

Die Qualität der Daten war bewusst kein Kriterium der Datenselektion. Es wurde aber bei der Datenerfassung über Pflichtangaben zu jedem Messwert eine große Zahl von qualitätssichernden Maßnahmen abgefragt, die es ermöglichten, die Qualität der Daten zu bewerten und zu kategorisieren. Die Merkmale der QS-Verfahren wurden in die folgenden Bereiche untergliedert:

- Probenahme
- Probenaufarbeitung
- Analyse
- Externe Qualitätssicherung

Qualitätssichernde Maßnahmen dieser vier Bereiche wurden einzeln mit einem Punktsystem bewertet und zu einem Summenwert zusammengefasst, der die Qualität der jeweiligen Untersuchungsmethode beschreibt. Im Anhang 11.2 sind für jeden Methodentyp qualitätssichernde Maßnahmen aufgeführt, die verschieden gewichtet wurden. Ein besonderes Gewicht kommt Akkreditierungen und externen Qualitätsüberprüfungen zu.

Die Tabellen im Anhang wurden in einer Auswertemaske (Abbildung 6) zusammengefasst, die für jede Kennung (Datensatz) die prozentual erreichte maximale Punktzahl errechnet.

FRM_QS_Punkte : Formular													
QS-Id	QS-Kennun	Methode	Punkte	Prozent	Referenzmaterial								
Waage	Derivat	Kalib. Beaufschl.	BG je Stoff	Durchbruch	BG	Kalibrierung	Akkreditiert	Verahren1					
Hygrometer	Ink. Standard	Kontrollkarten	Qualifizier	Blindprobe				Verahren2					
Pumpe	Wiederfind. Einzel	LM Blindwert	Scan	Doppelprobe									
Fluss Vor/Nach	Wiederfind. Konz.	Feldblindwert	2. Säule	Ringversuch									
Fluss Während	Kalib Aufspritz.	Mittelwert	Gesamtunsicherheit	Vergleichsmessung									
0301Q001	TDS-M5-12/2000	TDS-MS	29,5	80,8					berechnet	Dreipunkt	DAP		
0301Q003	TDS-M5-05/2004	TDS-MS	30	82,1					berechnet	Dreipunkt	DAP		
0301Q002	TDS-M5-05/2003	TDS-MS	30,5	83,5					berechnet	Dreipunkt	DAP		
0301Q004	TDS-M5-02/2005	TDS-MS	30,5	83,5					berechnet	Dreipunkt	DAP		
0301Q005	AK-MS-03-1999	AK-MS	28,5	90,4					berechnet	Mehrpunkt	DAP		
0301Q008	AK-MS-06/2004	AK-MS	28,5	90,4					berechnet	Mehrpunkt	DAP		
0301Q009	AK-MS-05/2005	AK-MS	29	92					berechnet	Mehrpunkt	DAP		
0301Q006	AK-MS-09/1999	AK-MS	29	92					berechnet	Mehrpunkt	DAP		
0301Q007	AK-MS-09/2002	AK-MS	29	92					berechnet	Mehrpunkt	DAP		

Abbildung 6: Berechnung der „Qualitätspunkte“ (Ausschnitt)

In einem Gespräch mit Herrn Dr. Ullrich am 6.11.2006 wurde vorgeschlagen sogenannte „Qualitätssicherungsgüteklassen“ einzuführen.

Die Untersuchungsmethoden der Institute wurden daraufhin in drei verschiedene „Qualitätskategorien“ eingeordnet:

Kategorie 3: bis 65% der maximal für den jeweiligen Methodentyp erreichbaren Punktzahl,

Kategorie 2: 66-80% der maximal für den jeweiligen Methodentyp erreichbaren Punktzahl,

Kategorie 1: 81-100% der maximal für den jeweiligen Methodentyp erreichbaren Punktzahl.

4.5 Umgang mit Bestimmungsgrenzen

In der vorliegenden Datenbasis liegen aufgrund der Heterogenität der analytischen Verfahren und der retrospektiven Datenerhebung unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen zugrunde. Die Höhe der Bestimmungsgrenze hängt von der Messmethode (z.B. TDS oder Lösemitteldesorption), vom Zustand der Messapparatur und vor allem auch von den gewählten Probenahmevolumina ab. Die Höhe der Bestimmungsgrenze wurde zwingend bei den Messwerten $< BG$ erfasst.

Da bei einem Großteil der Messungen Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt wurden, kommt dem Umgang mit den Messwerten $< BG$ eine besondere Bedeutung zu. Die Spannweiten und die Perzentile für die genannten Bestimmungsgrenzen, die hier erfasst wurden, wenn der Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, sind in der Tabelle 47 „Verteilung der Bestimmungsgrenzen“ im Anhang 11.7 angegeben.

Von den 176.683 Messwerten $< BG$ lagen etwa 100.000 Bestimmungsgrenzen bei $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ca. 15.000 Bestimmungsgrenzen unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bei ca. 27.000 Bestimmungen lag die Bestimmungsgrenze über $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bei weiteren 2.400 über $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die angegebenen Bestimmungsgrenzen für die Messwerte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden gesichtet und auf ihre Plausibilität hin überprüft. Es wurden keine Messungen nachträglich aufgrund zu hoher Bestimmungsgrenzen ausgeschlossen, da dies eine einseitige Verzerrung der Datenbasis zur Folge hätte.

Für die verschiedenen Auswertungen und Fragestellungen wurde der Umgang mit den Werten unterhalb der BG wie folgt gehandhabt.

1. Für die Berechnung der statistischen Kennwerte der Einzelstoffe (gesamte Stichprobe und Teilstichproben) wurde der 0,5 fache Wert der jeweiligen BG für die Berechnung eingesetzt.
2. Summenwerte: Bei der Bildung der Summenwerte wurden die Werte $< BG$ nicht berücksichtigt.
3. Statistische Tests, hier: Rangordnungstest: Für die Testverfahren (U- und H-Test) wurde das gewichtete Mittel der Bestimmungsgrenze (mBG) verwendet, um die Werte $< BG$ einheitlichen Rängen zu zuordnen.
4. Verteilungskurven, Q-Q-Plots: Die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenzen wurden nicht berücksichtigt.

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze nicht nur am unteren Rand der Verteilung befinden, sondern auch innerhalb der Verteilung eingestreut sind und eine Trennung zwischen exakten Werten und „geschätzten“ Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze nicht möglich ist, werden zusätzlich zu den Kenndaten in Tabelle 44 in der Tabelle 45 (ebenfalls im Anhang 11.5) Perzentilspannen angegeben. Hierbei wurde als unterer Schwellenwert für die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze der Wert 0 angenommen. Als obere Schwelle wurde angenommen, dass alle Werte $< BG$ den größten Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze haben. Wurde der untere Schwellenwert eines Perzentils durch einen Messwert oberhalb der Bestimmungsgrenze gebildet, wird dieser Wert genannt. Anhand der angegebenen Spannen wird so die mögliche Schwankungsbreite der Perzentilwerte durch das Vorhandensein von Werten $< BG$, nicht nur am unteren Rand des Datenkollektivs, sondern auch innerhalb der gesamten Verteilung, erkennbar.

Bei der Untergrenze beinhaltet der Wert immer den angegebenen Schwellenwert, bei der Obergrenze kann die Spanne inklusive oder exklusive des oberen Wertes sein. Dies wird durch die Symbole] (inklusive, •) und [(exklusive, <) ausgedrückt.

4.6 Statistische Methoden

Für die Beschreibung des Vorkommens der untersuchten VOC in Innenräumen wurden verschiedene statistische Kennwerte verwendet. Da Mittelwerte bei größeren Abweichungen von der Normalverteilung allein wenig aussagekräftig sind, wurden weitere Lagemaße, wie Median, Perzentilwerte und Maximum für die Beschreibung der Verteilung verwendet. Die Standardabweichung, als das gängige Streuungsmaß bei Normalverteilung, ist bei den vorliegenden Verteilungen ebenfalls wenig aussagekräftig. Hier bietet sich aufgrund der asymmetrischen Verteilung der Quartilsabstand als Streuungsmaß an.

Für statistische Signifikanzprüfung wurden zwei Testverfahren eingesetzt. Der Mann-Whitney U-Test für zwei unabhängige Stichproben (bei zwei Ausprägungen einer Variablen) und der Kruskal-Wallis H-Test bei mehr als zwei zu vergleichenden Gruppen. Beide Tests sind Rangzahlentest und gehören zu den nichtparametrischen Testverfahren. Beim Kruskal-Wallis-Test werden die Messwerte aller Gruppen betragsmäßig sortiert und entsprechend ihrer Reihen(Rang)folge Zahlen vergeben. Es werden die Gruppen-Rangsummenwerte durch den jeweiligen Gruppenstichprobenumfang dividiert. Aus diesen mittleren Rangsummen wird mit Hilfe des Stichprobenumfangs eine Prüfgröße H ermittelt. Diese Prüfgröße H ist Chiquadrat-verteilt mit den Freiheitsgraden (Gruppenzahl-1).

Der Kruskal-Wallis-Test wurde verwendet, um signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen. Anschließend wurden die zu vergleichenden Gruppen auf zwei Gruppen reduziert und der Mann-Whitney-Test eingesetzt, um die getroffenen Hypothesen zu überprüfen.

Die Daten wurden in Access einer ersten statistischen Auswertung unterzogen. Weitergehende statistische Auswertungen wurden anschließend mit geeigneten Statistikprogrammen durchgeführt. Die Tests wurden mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt. Die Berechnung der statistischen Kenndaten erfolgte mit Excel.

Es wurden keine Verteilungstests und keine multivariaten statistischen Methoden eingesetzt.

Um näherungsweise einen Vergleich der beobachteten Verteilung mit einer theoretischen Verteilung zu überprüfen, wurden Q-Q-Plots erstellt. Hierbei werden die Beobachtungswerte der Stoffkonzentrationen der Größe nach geordnet. Als Vergleich dienen die Quantile der theoretischen Verteilung für eine Lognormalverteilung, die dem entsprechenden Verteilungswert zugehören. Wenn die Merkmalswerte aus der Vergleichsverteilung stammen, stimmen die empirischen und die theoretischen Quantile annähernd überein, d.h. die Werte liegen auf einer Geraden.

5. Beschreibung der Datenbasis/ Datengrundlage

5.1 Beteiligte Institute

Die Beteiligung lag bei 19 AGÖF-Instituten. Der überwiegende Teil der Institute in der AGÖF, die VOC-Untersuchungen in Innenräumen regelmäßig durchführen, war an dem Projekt beteiligt. Da von einigen Instituten Laborleistungen an Labore (überwiegend AGÖF-Labore) vergeben wurden, entspricht die Zahl der beteiligten Institute nicht der Zahl der beteiligten Labore.

Die Datenbasis wird - bezogen auf die Anzahl an ZI-Datensätzen pro Institut - dominiert von 2 Hauptdatenlieferanten mit 749 und 661 ZI-Datensätzen. 4 Institute lieferten Datensatzmengen in der Größenordnung 100 bis 250 ZI-Datensätze, 5 Institute 50 bis 72 Datensätze, 8 Institute weniger als 49 ZI-Datensätze.

Tabelle 2: Anzahl abgegebener ZI-Datensätze pro Institut

Institut	Anzahl ZI-Datensätze
A	749
B	661
C	241
D	144
E	121
F	118
G	72
H	70
I	66
J	65
K	50
L	48
M	35
N	32
O	32
P	28
Q	21
R	20
S	12

5.2 Stoffumfang

Die Stoffliste umfasste nach dem Rücklauf der Daten von den Instituten 428 Einzelstoffe, Stoffgemische und Stoffsummen. Davon waren bereits 364 Stoffe und Stoffsummen ursprünglich im Import-Tool der Datenbank enthalten, 64 weitere Stoffe und Stoffsummen wurden von den Instituten bei der Messwerteingabe ergänzt.

Die Stoffe wurden in 13 Stoffgruppen untergliedert. Die folgende Tabelle 3 zeigt den Umfang an Einzelstoffen für die 13 Stoffgruppen.

Tabelle 3: Anzahl der Einzelverbindungen pro Stoffgruppe und Gesamtsumme an Einzelverbindungen

Nr.	Stoffgruppe (SG)	Anzahl
1.	Alkane	35
2.	Alkene	10
3.	Aromaten	47
4.	HKW	18
5.	Alkohole	24
6.	Terpene	27
7.	Aldehyde	34
8.	Ketone	25
9.	Ester ein- und zweiwertiger Alkohole	49
10.	Mehrwertige Alkohole und deren Ether	37
11.	Siloxane	4
12.	Organische Säuren	10
13.	Sonstige Verbindungen	16
	Gesamtsumme	336

Die Stoffliste der Datenbank umfasst insgesamt 336 Einzelstoffe sowie verschiedene Summenwerte (je Stoffgruppe und Gesamtsummen), von denen nur ein Teil ausgewertet wurde. Weitere Summenwerte wurden entsprechend ihrer Definition (siehe Kapitel 4.3) aus den Konzentrationen der Einzelstoffe berechnet. Die nicht einheitlich definierten und unvollständig vorhandenen Gruppen-Summenwerte aus den Institutseingaben wurden nicht weiter berücksichtigt, obwohl diese Summenwerte zur Vereinfachung bei der Dateneingabe übernommen wurden.

Je nach Auftrag und Institut wurden pro Datensatz unterschiedliche Substanzspektren abgegeben. Es wurden auch 30 Datensätze mit Einzelbestimmungen für Formaldehyd ausgewertet. Die nachfolgende Grafik zeigt die Häufigkeitsverteilung für die Anzahl der Messwerte pro ZI-Datensatz.

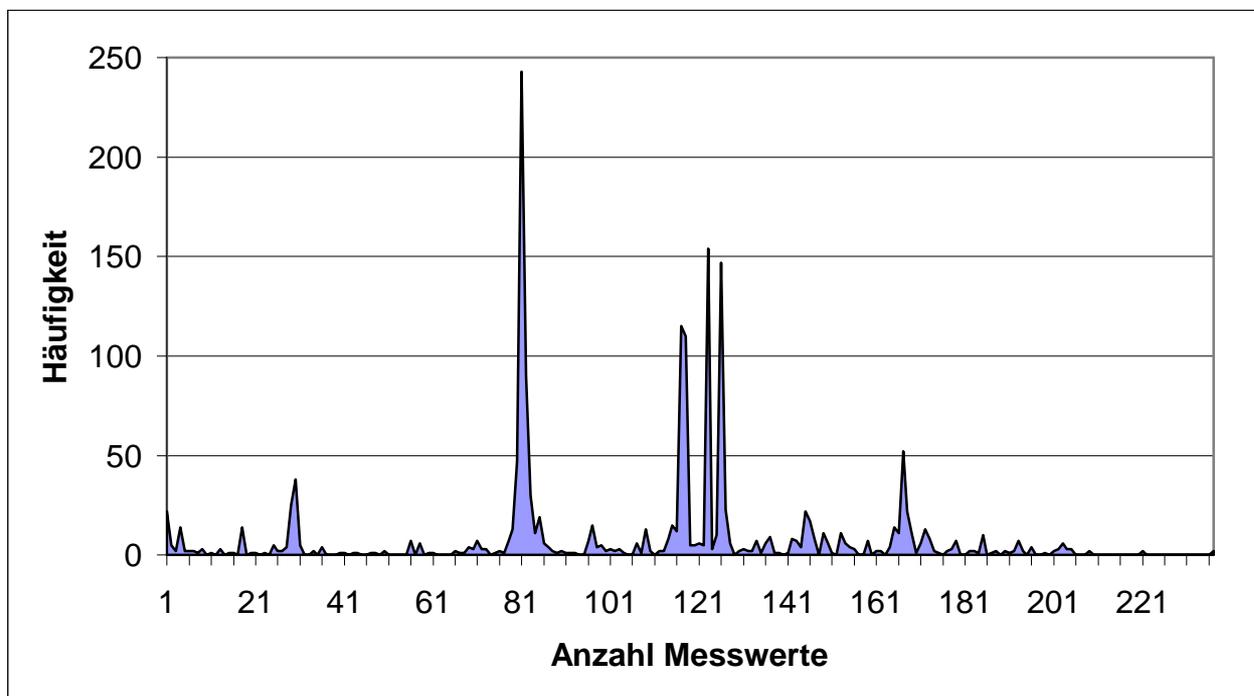


Abbildung 7: Häufigkeit der Messwert-Anzahl pro ZI-Datensatz

Es treten Häufungen bei bestimmten Messwertanzahlen je Datensatz auf. Stoffpaletten bei 30, bei 80, bei 115 bis 130 und im oberen Bereich bei 166 Messwerten kommen gehäuft vor. Sie spiegeln die verschiedenen Untersuchungsprogramme der Institute wider. Der umfangreichste Datensatz enthält 241 Messwerte.

Betrachtet man die während des Beobachtungszeitraums quantifizierten Stoffe, zeigen sich Veränderungen des Substanzspektrums. In Tabelle 4 sind die neu hinzugekommenen Stoffe für 2003, 2004 und 2005 aufgeführt.

Tabelle 4: Einige der in die Untersuchungsprogramme neu eingeführten Stoffe und Stoffgruppen

Eingeführt 2003	Eingeführt 2004	Eingeführt 2005
Weichmacher: Dimethylsuccinat, Dimethylglutarat; m/p-Kresol, Benzophenon	Isoaliphate: 2,3-Dimethylpentan, 2-Methylpentan, 3-Methylpentan Weichmacher: Dimethyladipat, Diisobutylglutarat, Diisobutylsuccinat Diisopropylketon, Butyrolacton	Ungesättigte Aldehyde: C5 bis C11 n-Alkenale Carbonsäuren: C2 bis C8, Ethylhexansäure C4-Aromate: Cymole Weichmacher: Fumarsäurediäbutylester Ethylhexanal, Caprolactam

In 2006 wurden keine weiteren Substanzen aufgenommen.

5.3 Stoffe/Messwerte

Insgesamt wurden 300.129 Messwerte in die Datenbank aufgenommen. Unter Berücksichtigung der getroffenen Auswahl an ZI-Datensätzen (siehe Kapitel 5.6) verbleiben 294.221 Messwerte für die weitere Auswertung.

37 Stoffe wurden nicht gemessen. 61 Stoffe und Stoffgemische (Isomerengemische) lagen ausschließlich unterhalb der BG. 53 Stoffe der Gesamtliste wurden weniger als 20-mal gemessen, 10 davon nur unterhalb der BG. Zu den Stoffen im Einzelnen siehe Anhang 11.4.

Für die weitere statistische Auswertung wurden Stoffe mit weniger als 20 Messwerten und Stoffe, bei denen alle Werte unterhalb der BG lagen, als nicht relevante Stoffe rot gekennzeichnet.

5.4 Methoden

Die zehn Grundmethoden wurden je nach Sorptionsmedium, Desorptionsmittel, Trenn- und Nachweismethode differenziert. In der folgenden Tabelle werden die acht gaschromatographischen Methoden nach der Art der Desorption, Thermodesorption oder Lösemitteldesorption, in zwei Gruppen zusammengefasst:

Tabelle 5: Einteilung der gaschromatographischen Methoden nach der Art der Desorption

Sammelmedium	Desorption	Trennung	Detektor
Tenax	TDS	GC	MS
Aktivkohle	Lösemittel CS ₂	GC	MS
Aktivkohle	Lösemittel CS ₂	GC	FID
Anasorb	Lösemittel CS ₂	GC	FID+MS
Anasorb	Lösemittel DCM/MeOH	GC	MS
Anasorb	Lösemittel DCM/MeOH	GC	FID
XAD-7	Lösemittel Methanol	GC	FID
XAD-2	Lösemittel Toluol	GC	FID
Thermodesorption (TDS)	Lösemitteldesorption (LDS)		

Von den 10 vorgegebenen Grundmethoden pro Institut wurden insgesamt 76 Methodentypen bei der Dateneingabe angelegt. Durchschnittlich wurden pro Institut 4 Methodentypen eingesetzt.

Fast alle Stoffe lassen sich mit mehreren Messverfahren bestimmen. Einige Aldehyde und Ketone können beispielsweise mit Thermodesorptionsmethoden und mit DNPH-HPLC nachgewiesen werden. Ebenso lassen sich eine große Anzahl von VOC mit Thermodesorptionsmethoden und Lösemitteldesorptionsmethoden untersuchen. Bei den Mischmethoden wurden zwei Verfahren kombiniert. Es wurden zum Beispiel Doppelbestimmungen mit Anasorb-FID und Anasorb-MS oder Anasorb-MS und AK-MS genannt.

Die Anzahl der Messwerte pro Methodentyp ist in der Tabelle 6 wiedergegeben.

Tabelle 6: Anzahl der Messwerte pro Methodentyp

Methodentyp	Anzahl Messwerte
TDS-MS	144739
Anasorb-MS-FID	84463
Anasorb-MS	14967
Anasorb-FID	431
AK-MS	30873
Mischmethoden	11422
DNPB	6291
XAD	880
Impinger	145

In der nachfolgenden Abbildung ist die prozentuale Verteilung der Messwerte auf die Methodentypen dargestellt. Die Anasorb-Probenahmen wurden hier zusammengefasst und die XAD- und Impinger-Messwerte als „Rest“ bezeichnet.

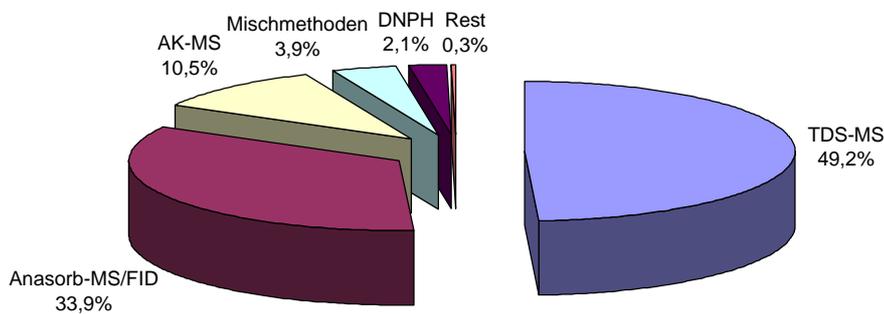


Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der Messwerte pro Methodentyp

Innerhalb des Beobachtungszeitraums hat der Anteil der Thermodesorption deutlich zugenommen. In den folgenden Grafiken wird die Veränderung der eingesetzten Analysenmethoden für Alkane und Aldehyde im Beobachtungszeitraum von 2002 bis 2006 dargestellt.

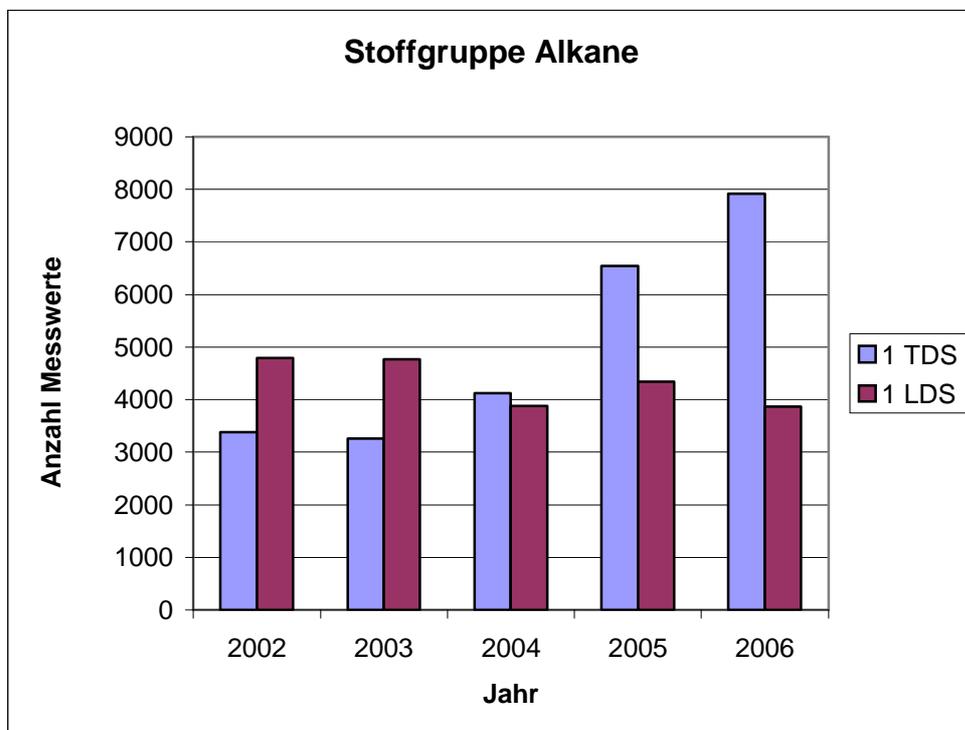


Abbildung 9: Anzahl der Messwerte für Alkane pro Methodenobertyp für 2002 bis 2006

Bei der Messung der Alkane und Aromaten nimmt der Anteil der Thermodesorption kontinuierlich zu, während die Anzahl an Messwerten für die Lösemitteldesorption stagniert bzw. abnimmt.

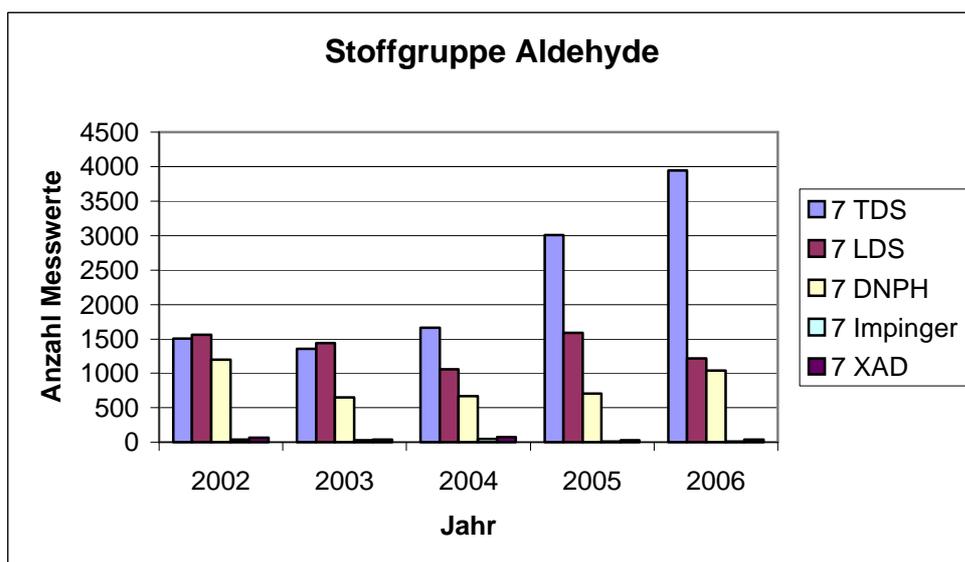


Abbildung 10: Anzahl der Messwerte für Aldehyde pro Methodenobertyp für 2002 bis 2006

Bei der Messung der Aldehyde kamen fünf verschiedene Methoden zur Anwendung. Auch hier nimmt die Anzahl der Messwerte mit Thermodesorption deutlich zu. Probenahmen mit Impinger sind im Datenkollektiv aufgrund der Vorgaben eher von untergeordneter Bedeu-

tung; ebenso XAD-Harz, das nur von zwei Instituten als Sammelmedium für Aldehyde eingesetzt wurde.

Bei beiden Beispielgruppen wird deutlich, dass die Thermodesorptionsmethoden gegenüber den anderen Methoden im betrachteten Zeitraum an Gewicht gewinnen.

5.5 QS-Verfahren

Es wurden insgesamt 154 verschiedene QS-Verfahren angegeben. Alle Verfahren wurden mit dem in Kapitel 4.4 beschriebenen Punktesystem bewertet und damit jedem Messwert eine Qualitätssicherungsgüteklasse zugeordnet.

Die prozentuale Verteilung der Messwerte auf drei Qualitätssicherungsgüteklassen zeigt die folgende Tabelle.

Tabelle 7: Prozentuale Verteilung der Messwerte auf die drei Qualitätssicherungsgüteklassen

Kategorie	Anteil in %	Qualitätsgruppe
Kategorie 1	34	„hohe“ Qualität
Kategorie 2	59	„mittlere“ Qualität
Kategorie 3	7	„niedrige“ Qualität

93% aller Messdaten wurden in die beiden oberen Kategorien eingestuft (66 bis 100% der maximal erreichbaren Punktzahlen).

Da die QS-Verfahren innerhalb der einzelnen Stoffe und Stoffgruppen variieren, weicht die prozentuale Verteilung für Einzelstoffe oder innerhalb einzelner Stoffgruppen von dieser Verteilung ab.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die prozentuale Verteilung der Messwerte auf die Qualitätsklassen für die Stoffgruppen 1 bis 10 und 13.

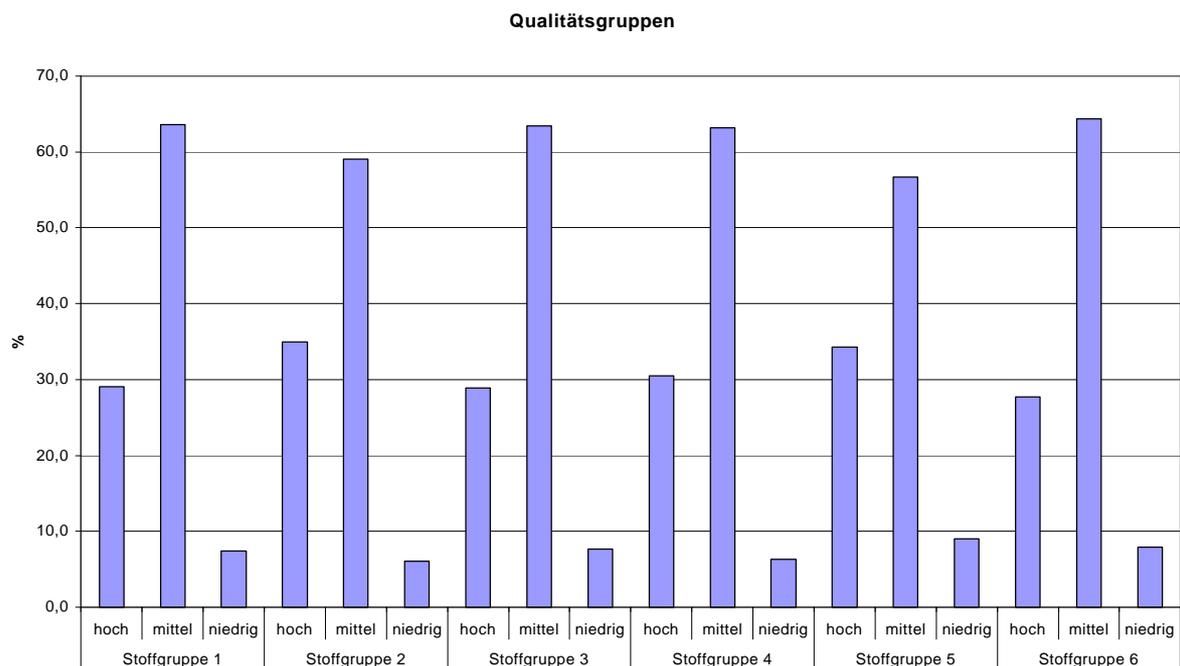


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Messwerte auf die drei Qualitätssicherungsgüteklassen für die Stoffgruppen 1 bis 6

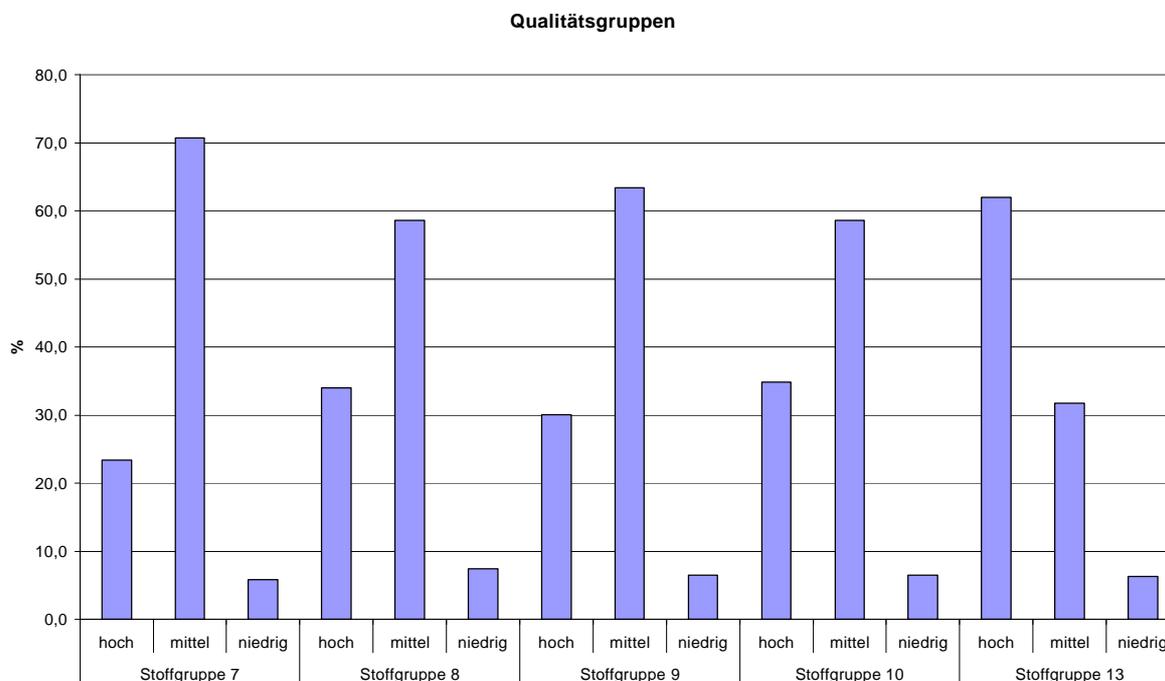


Abbildung 12: Prozentuale Verteilung der Messwerte auf die drei Qualitätssicherungsgüteklassen für die Stoffgruppen 7 bis 10 und 13

Die Verteilung der Messwerte auf die Qualitätssicherungsgüteklassen ist in den Stoffgruppen 1 bis 10 ähnlich der Gesamtverteilung. In der Stoffgruppe 13 „Sonstige Verbindungen“ mit vergleichsweise wenig Messwerten dominiert die Qualitätssicherungsgütekategorie mit „hoher“ Qualität.

5.6 Zusatzinformationen

Die Angaben des Tabellenblatts „Zusatzinfo“ wurden in Pflichtangaben und optionale Angaben unterteilt. Insgesamt waren 14 Pflichtangaben auszufüllen. Die meisten Angaben mussten für den Bereich der Probenahme gemacht werden. Auch bei den Pflichtangaben konnte bei einigen Merkmalen „nicht bekannt“ angegeben werden. Die übrigen Merkmale waren zwingend, teilweise auch unter Überprüfung ihrer Plausibilität zu erbringen.

Tabelle 8: Anteil „nicht bekannt“ bei den Pflichtangaben (n=2585)

Pflichtangaben	Anzahl nicht	
	bekannt	% vorhanden
PN Bedingungen	23	99
Raumnutzung	42	98
Prüfziel	49	98
Anlass 1	171	93
Renovierung	1256	51
Renovierung wann	1397	46

Während die PN-Bedingungen in weniger als 1 % der Fälle nicht bekannt waren, fehlen die Angaben zum Prüfziel bei knapp 2 % der Datensätze und der Anlass der Untersuchung bei 6 %. Deutlich mehr fehlende Angaben liegen für die Frage nach der Art und dem Zeitpunkt durchgeführter Renovierungsmaßnahmen vor. Bei 49 % der untersuchten Räume ist die Art der Renovierung nicht bekannt. Für 51 % der untersuchten Räume liegen Angaben zum Zeitpunkt der Renovierung vor.

Der Umfang an freiwilligen Zusatzinfos pro Datensatz ist unterschiedlich. Die insgesamt 19 maximal möglichen freiwilligen Zusatzinfos, mit zwei optionalen Textfeldern und 2 Angaben zur Luftwechselrate, wurden von über der Hälfte der Institute nahezu vollständig ausgefüllt. Von Instituten mit hohen Datensatzmengen wurden in der Regel deutlich weniger freiwillige Zusatzinformationen angegeben als von den Instituten, die nur kleine Datensatzmengen abgegeben haben. Die Bezahlung der Datensätze orientierte sich nicht am Umfang der ZI-Angaben, sondern am Umfang der Messwerte.

Entsprechend Abbildung 13 ergeben sich für die freiwilligen Zusatzinfos unterschiedliche Datendichten.

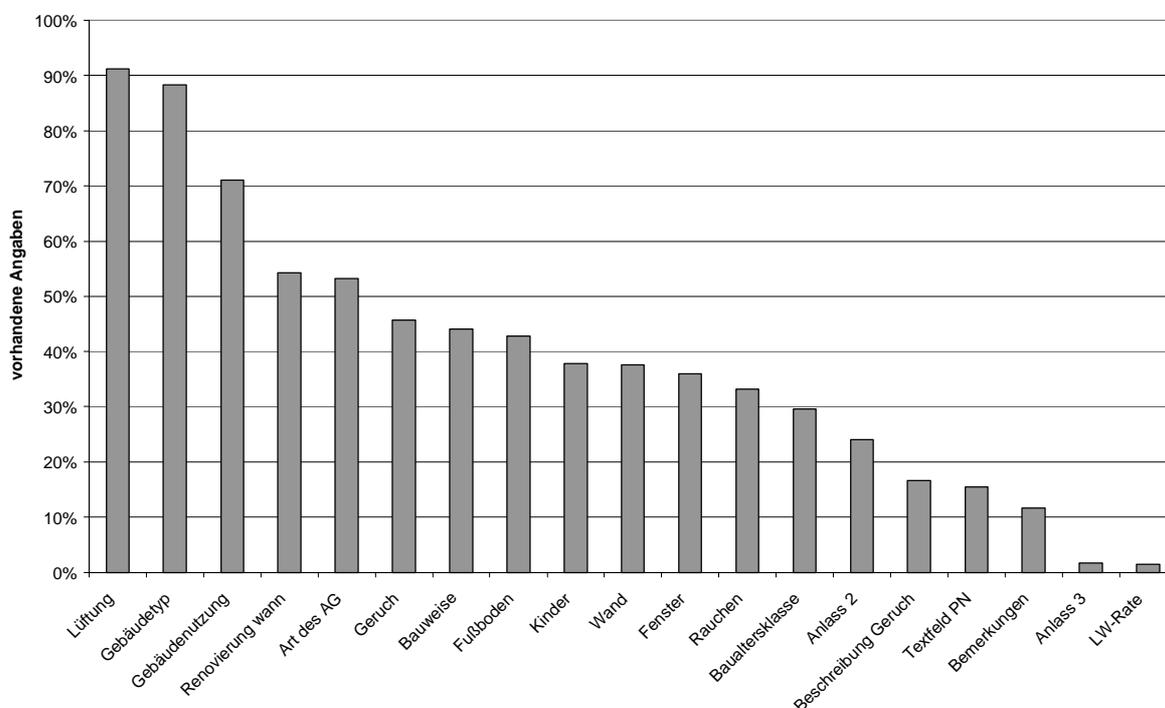


Abbildung 13: Vollständigkeit der freiwilligen Zusatzinformationen

Hohe Datendichten liegen für die Merkmale „Lüftung“, „Gebäudetyp“ und „Gebäudenutzung“ vor. Mittlere Datendichten (Angaben bei 43 – 53 % der ZI-Datensätze) sind für die Merkmale „Art des Auftraggebers“, „Geruch“, „Bauweise des Gebäudes“ und „Fußbodenbelag“ vorhanden. 30 – 38 % der ZI-Datensätze enthalten Angaben zu den Fragen „Kinder“, „Wandoberfläche“, „Fenster“, „Rauchen“ und „Baualtersklasse“. Bei 429 ZI-Datensätzen sind Angaben zur Beschreibung des Geruchs vorhanden. Das Freitextfeld „Standard Text“ zur Angabe der PN-Bedingungen bei Nicht-Standardbedingungen wurde bei ca. 15 % der ZI-Datensätze ausgefüllt, das Freitextfeld „Bemerkungen“ bei etwa 12 %. Angaben zur Luftwechselrate lagen nur selten vor. Neben dem 1. Anlass wurden in ca. 26 % der Fälle ein 2. Anlass genannt, bei etwa 4 % ein weiterer 3. Anlass.

In den folgenden Unterkapiteln werden die als sogenannte Zusatzinfos (ZI) erhobenen Angaben mit ihren Gliederungskategorien und der Anzahl der vorliegenden Angaben beschrieben. Die Einteilung der Merkmale in die vier Bereiche Auftrag, Gebäude, Probenahme und Raum entspricht der Gliederung der Eingabemaske.

5.6.1 Angaben zum Auftrag

Prüfziel

Bei den angegebenen Prüfzielen überwiegt die Orientierungsmessung knapp vor der Interventionsmessung. Abnahmemessungen wurden mit 216 und Wiederholungsmessungen mit 214 ZI-Datensätzen durchgeführt. Bei den Angaben zum Prüfziel wurden überwiegend die vorgegebenen Kategorien verwendet. In der nachfolgenden Tabelle wurden Die Angaben „Kontrollmessung“(27) und „Ermittlung der durchschnittlichen Konzentration“ (44) sowie zwei weitere Nennungen wurden als „Rest“ zusammengefasst.

Tabelle 9: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Prüfziel

Prüfziel	Anzahl ZI-Datensätze
Orientierungsmessung (Screening)	1086
Interventionsmessung (Expositionsverdacht)	949
Abnahmemessung (Freimessung)	216
Wiederholungsmessung	214
Rest	71
nicht bekannt	49

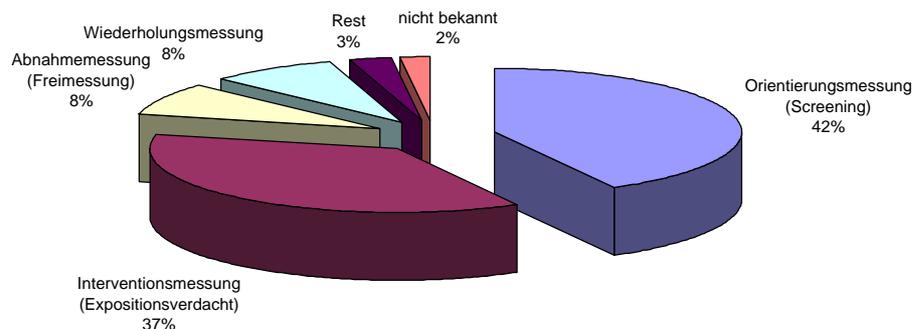


Abbildung 14: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Prüfziel

Anlässe

Innenraumuntersuchungen auf VOC sind in der Regel gesundheitlich motiviert. Anlässe sind häufig bereits bestehende Befindlichkeitsstörungen oder Gesundheitsbeeinträchtigungen, Belästigungen durch Gerüche sowie die Befürchtung, dass Gesundheitsbeschwerden eintreten könnten.

Anlass 1

Als 1. Anlass dominieren Gesundheitsbeschwerden deutlich vor Gerüchen und Prävention. Neben den 6 vorgegebenen Kategorien wurden 24 weitere Kategorien im Textfeld „andere“ beschrieben. Unter Rest wurden hier die Kategorien Sanierungskontrolle (37), Beweissicherungsverfahren (30), Zertifizierung (30), Transfer (Kauf/Verkauf) (23), Sonstige (9) und Fogging (8) zusammengefasst (Anzahl der Nennungen in Klammern).

Tabelle 10: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Anlass 1

Anlass 1	Anzahl ZI-Datensätze
Gesundheitsbeschwerden	969
Gerüche	568
Prävention	432
Expositionsverdacht	308
Rest	137
nicht bekannt	171

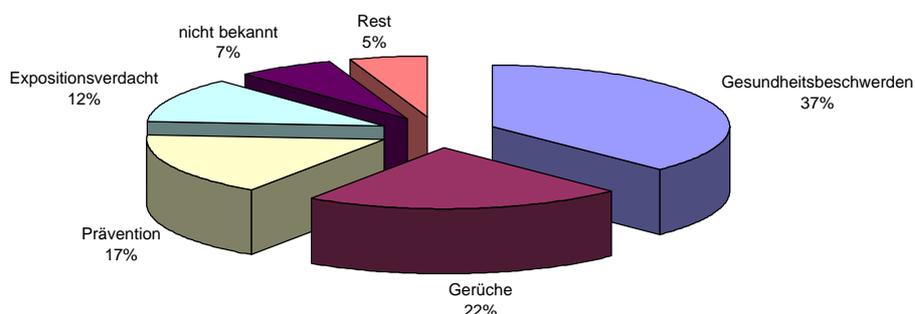


Abbildung 15: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Anlass 1

Anlass 2

Bei den ZI-Datensätzen mit der Nennung eines 2. Anlasses überwog der Anlass „Geruch“ mit 326 Nennungen. Expositionsverdacht und Gesundheitsbeschwerden wurden mit weiteren 127 und 98 Nennungen angegeben.

Tabelle 11: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Anlass 2

Anlass 2	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1965
Belästigung durch Gerüche	326
Expositionsverdacht	127
Gesundheitsbeschwerden	98
Prävention	46
Rest	23

Anlass 3

Ein 3. Anlass wurde nur noch für sehr wenige Datensätze angegeben. Die häufigste Nennung des 3. Anlass war Prävention (14).

Summiert man die Nennung der Anlässe insgesamt für die einzelnen Kategorien, ergibt sich folgende Verteilung:

Tabelle 12: Zusammenfassung der Anlässe 1-3 für die Hauptgruppen

Anlässe 1-3	Anzahl ZI-Datensätze
Gesundheitsbeschwerden	1072
Belästigung durch Gerüche	900
Prävention	492
Expositionsverdacht	443

Gerüche haben neben Gesundheitsbeschwerden eine bedeutende Rolle für die Veranlassung von VOC-Untersuchungen.

Auftraggeber (AG)

Es wurden 1377 Angaben zur Art des Auftraggebers (AG) gemacht (davon 4 mit „nicht bekannt“). Behörden und gewerbliche Auftraggeber überwogen mit 524 und 497 Nennungen vor privaten Auftraggebern mit 306 ZI-Datensätzen.

Tabelle 13: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Art des AG

Art des AG	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1208
Behörde	524
geschäftlich	497
privat	306
Gericht	30
Rest	16
nicht bekannt	4

5.6.2 Angaben zum Gebäude

Ort (PLZ)

Die ZI-Datensätze verteilen sich sehr ungleichmäßig auf die Postleitzahlenbereiche. Aufgrund der bei Aktivmessungen üblicherweise gegebenen Nähe zum Sitz des probenehmenden Instituts dominieren die PLZ-Bereiche der Institute mit hohen Beiträgen an Datensätzen.

Die Abbildung 16 zeigt die Verteilung der ZI-Datensätze auf die PLZ-Bereiche. Die Bereiche 2 und 8 sind deutlich überrepräsentiert.

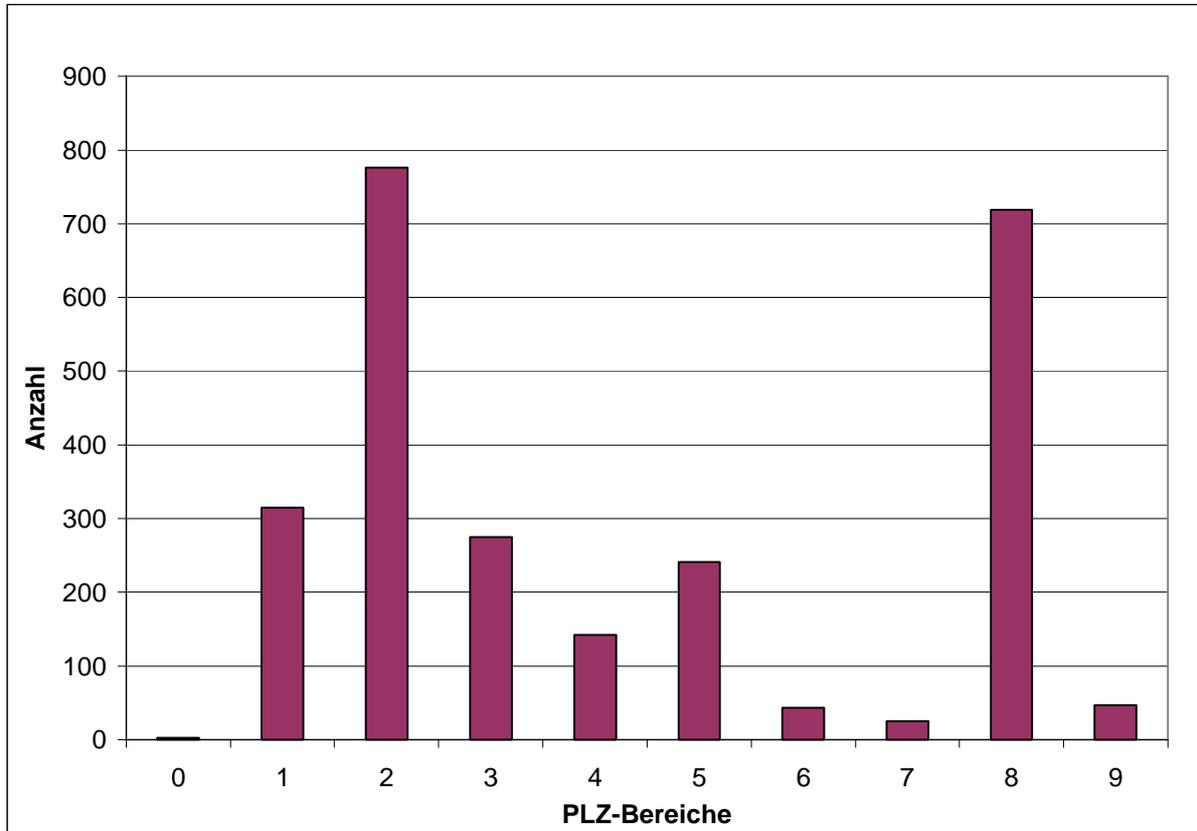


Abbildung 16: Anzahl an ZI-Datensätzen pro PLZ-Bereich

Gebäudetyp

Von den drei vorgegebenen Kategorien wurde der Gebäudetyp „Geschossbauweise“ mit Abstand am häufigsten ausgewählt. Auf ihn fallen 1720 Nennungen, neben 331 „1- 2-Familienhäusern“ und 74 „Reihenhäusern“. Neben den vorgeschlagenen Kategorien wurde 49 weitere Bezeichnungen für den Gebäudetyp unter „anderer“ eingegeben. Diese Benennungen wurden teilweise nachträglich den bereits vorhandenen sowie neuen Kategorien zugeordnet, so dass insgesamt 1733 Geschossbauten, 337 1- 2-Familienhäuser, 75 Reihenhäuser sowie 43 Flachbauten und 34 Container (Mobilbauten) differenziert wurden. Die Tabellen mit den Nennungen der Gebäudetypen im Einzelnen sowie die Liste mit den Kategorien insgesamt und die Einteilung in die vorgegebenen sowie weiteren Kategorien sind in den Tabellen (Tabelle 28 bis Tabelle 41 im Anhang 11.3) aufgeführt.

Bauweise

Von den 4 vorgegebenen Kategorien wurde die Bauweise „Massivbau Mauerwerk“ mit 739 Nennungen am häufigsten genannt. Danach folgen Massivbau Beton mit 228 Nennungen, „Fertighaus“ 69 und „Leichtbauweise Holz“ mit 12 Nennungen. Neben den vorgeschlagenen Kategorien wurden 31 weitere Bezeichnungen für die Bauweise unter „andere“ eingegeben. Diese Benennungen wurden teilweise als eigene Kategorie übernommen bzw. nachträglich den bereits vorhandenen oder neuen Kategorien zugeordnet. Es wurden somit insgesamt 71 „Fertighäuser“, 30 Holzbauten sowie weitere 11 Massivbauten ohne Differenzierung in Mauerwerk oder Beton und 35 Mobilbauten (Container) unterteilt. 22 Benennungen wurden unter „Sonstige“ zusammengefasst. Die Tabellen mit den Nennungen der Gebäudetypen im Einzelnen sowie die Liste mit den Kategorien insgesamt und die Einteilung in die vorgegebenen sowie weiteren Kategorien sind in den Tabellen im Anhang 11.3 aufgeführt.

Baualtersklasse

Es liegen vergleichsweise wenige Angaben zum Gebäudealter vor. Es bestand nicht die Möglichkeit eigene Kategorien zu bilden, sondern nur die Auswahl einer der vorgegebenen 9 Kategorien. Die Anzahl der ZI-Datensätze in diesen Kategorien ist in der Tabelle 36 im Anhang 11.3 aufgeführt. Die gruppierten Zeitperioden sind unterschiedlich lang. Die meisten Nennungen (180) liegen für die Baualtersklasse „ab 2002“ vor, gefolgt von 108 Nennungen für die Baualtersklasse „1969 bis 1978“.

Nutzung

Die Angaben zur Gebäudenutzung wurden im Zusammenhang mit den Angaben zur Raumnutzung ausgewertet. Die Nennungen im Einzelnen können der Tabelle 40 im Anhang 11.3 entnommen werden. Neben den 4 vorgegebenen Kategorien wurden weitere 91 Nutzungen in das Textfeld unter Nutzung „andere“ eingetragen. Die Gebäudenutzungen „Büro“ und „Wohnung“ dominieren mit jeweils über 600 Nennungen. Es wurden 298 ZI-Datensätze mit der Gebäudenutzung „Schule“ und 46 ZI-Datensätze mit der Gebäudenutzung „Kindergarten“ angegeben.

„Gebäudetypen“ durch Kombination der Gebäudemerkmale Nutzung, Typ und Bauweise

Die häufigsten als solche vollständig deklarierten „Gebäudetypen“ sind das massiv gemauerte 1–2 Familienhaus mit 197 ZI-Datensätzen, die massiv (137 Beton oder 182 Mauerwerk) in Geschossbauweise erstellten Bürogebäude (mit insgesamt 319 ZI-Datensätze) und 132 massiv gemauerte Geschosswohngebäude (137 Beton oder 182 Mauerwerk). Auch bei Schulgebäuden überwiegt der massiv erstellte Geschossgebäudetyp.

5.6.3 Angaben zur Probenahme

Datum

Die Anzahl der ZI-Datensätze pro Jahr ist in Tabelle 14 aufgelistet. Die Datensätze verteilen sich – ohne dass hier entsprechende Vorgaben gemacht wurden – recht gleichmäßig auf die 5 Beobachtungsjahre mit einem Anstieg für 2006. Die Datenbereitstellung pro Jahr verlief bei vielen Instituten ähnlich. Die niedrigste Anzahl an ZI-Datensätzen liegt für 2004 vor. Der höchste Beitrag an ZI-Datensätzen wurde für das Jahr 2006 bereit gestellt, obwohl das letzte Beobachtungsjahr nicht mehr vollständig in die Datenerfassung aufgenommen wurde. Die letzte Probenahme fand am 14.11.2006 statt. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass 2006 mehr Daten erhoben wurden und/oder aufgrund der leichteren Verfügbarkeit mehr Datensätze in das Import-Tool eingegeben wurden.

Tabelle 14: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Beobachtungsjahr und Gesamt

Jahr	Anzahl ZI-Datensätze
2002	531
2003	486
2004	451
2005	533
2006	584
Gesamt	2585

Saisonale Schwankungen für die Menge an ZI-Datensätzen pro Monat sind kaum zu beobachten. Die Frühlingsmonate Mai und Juni sowie der Dezember fallen gegenüber den übrigen Monaten zurück. Die höchste Anzahl an ZI-Datensätzen liegt für den Monat Juli vor. Die niedrigeren Werte für Dezember können abgesehen von der Belegung durch andere Geschäftstätigkeiten und den Feiertagen in diesem Monat auch auf den fehlenden Dezember 2006 zurückgeführt werden.

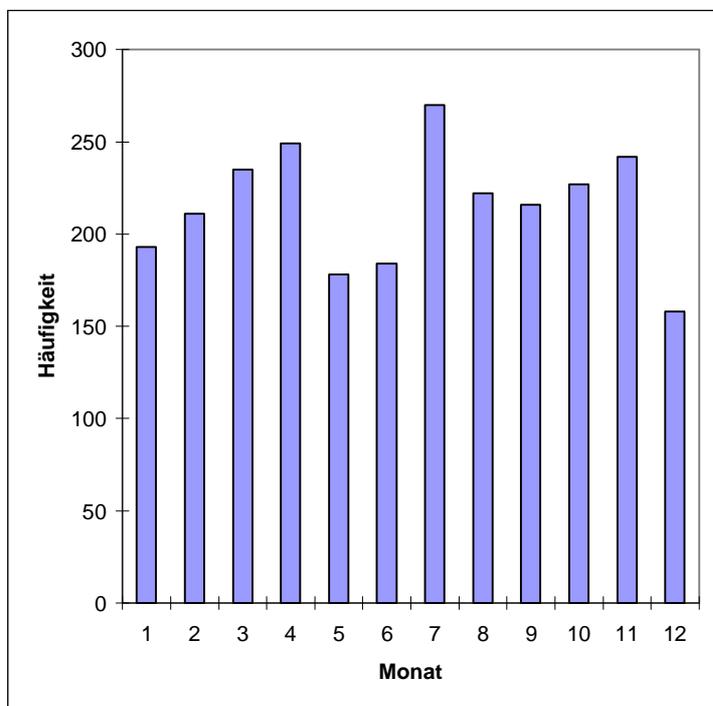


Abbildung 17: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Monat

Auch die Verteilung der ZI-Datensätze auf die wöchentlichen Arbeitstage ist recht gleichmäßig. Probenahmen wurden in Ausnahmefällen auch an Samstagen und Sonntagen durchgeführt. Die meisten Probenahmen fanden dienstags statt mit abnehmender Tendenz zu den Wochenenden hin.

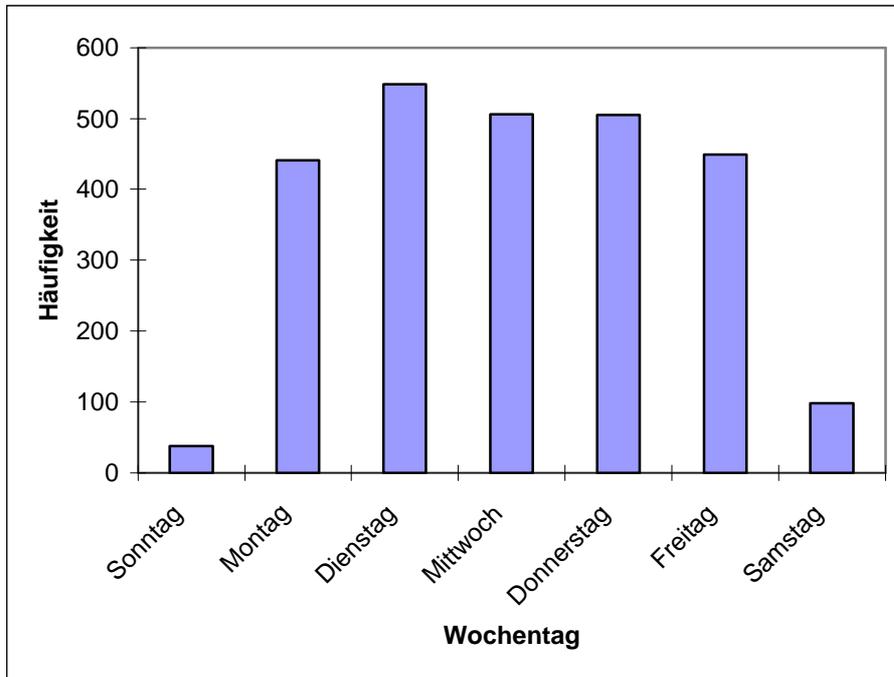


Abbildung 18: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Wochentag

Bedingungen

93 % der Probenahmen fanden unter sogenannten „worst-case“-Bedingungen statt. Unter „worst case“-Bedingungen waren entsprechend der Erläuterungen, die mit dem Import-Tool verschickt wurden, die Bedingungen gemeint, die der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 1 (1995) entsprechen.

Obwohl die Probenahmebedingungen in der Erläuterung zu den Zusatzinfos definiert worden waren, entsprachen die gemachten Angaben in einigen wenigen Fällen nicht diesen Vorgaben.

Die Kategorisierung der Probenahmebedingungen erfolgte unter Berücksichtigung der Angaben unter den Textfeldern „Bedingungen“, „Standard“ und „Standard Text“.

Danach wurden Probenahmebedingungen anhand der Nichtbelüftungsdauer differenziert in

- PN-Bedingungen mind. 8 h ungelüftet (entspricht: worst case (standardisiert) und Standardbedingungen nein, wenn Fenster und Türen (Flur + außen) mindestens 8 h geschlossen waren, mit Ausnahme der Innentüren)
- PN-Bedingungen weniger als 8 h ungelüftet und Standardbedingungen nein, wenn RLT an, Fenster und Türen (Flur + außen) weniger als 8 h geschlossen waren)

Insgesamt wurden 5 Kategorien gebildet, die in Tabelle 15 mit ihren Mengen an ZI-Datensätzen aufgeführt sind.

Tabelle 15: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Probenahmebedingungen

Probenahmebedingungen	Anzahl ZI-Datensätze
Standardbedingungen mind. 8 h nicht gelüftet	2359
Nutzungsbedingungen	135
Standardbedingungen < 8 h nicht gelüftet	51
Rest	17
nicht bekannt	23

Lüftung

Tabelle 16 zeigt die Anzahl an ZI-Datensätzen pro Lüftungsart. Mindestens 82 % der Räume wurden manuell belüftet.

Tabelle 16: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Art der Lüftung

Lüftung	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	229
manuell	2123
RLT-Ein	138
RLT-Aus	95

Angaben zum Luftwechsel

Es liegen keine Messungen der Luftwechselrate vor. Die gemachten Angaben (37) beziehen auf Angaben aufgrund der Einstellung der RLT bzw. Angaben des Auftraggebers.

Das Feld „Probenehmer“ wurde nur für die institutsinterne Auswertung erhoben.

Proben/QS-Verfahren

Insgesamt beinhalten die 2585 ZI-Datensätze 4563 Probenahmen mit eigenen QS-Verfahren und Angaben zu den Probenahmeparametern Temperatur, Feuchte, Volumen und Fluss.

Temperatur

Die Raumtemperaturen während der Probenahme lagen im Mittel bei 22,4 °C. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Häufigkeitsverteilung der Raumtemperatur bei der Probenahme (n=4563).

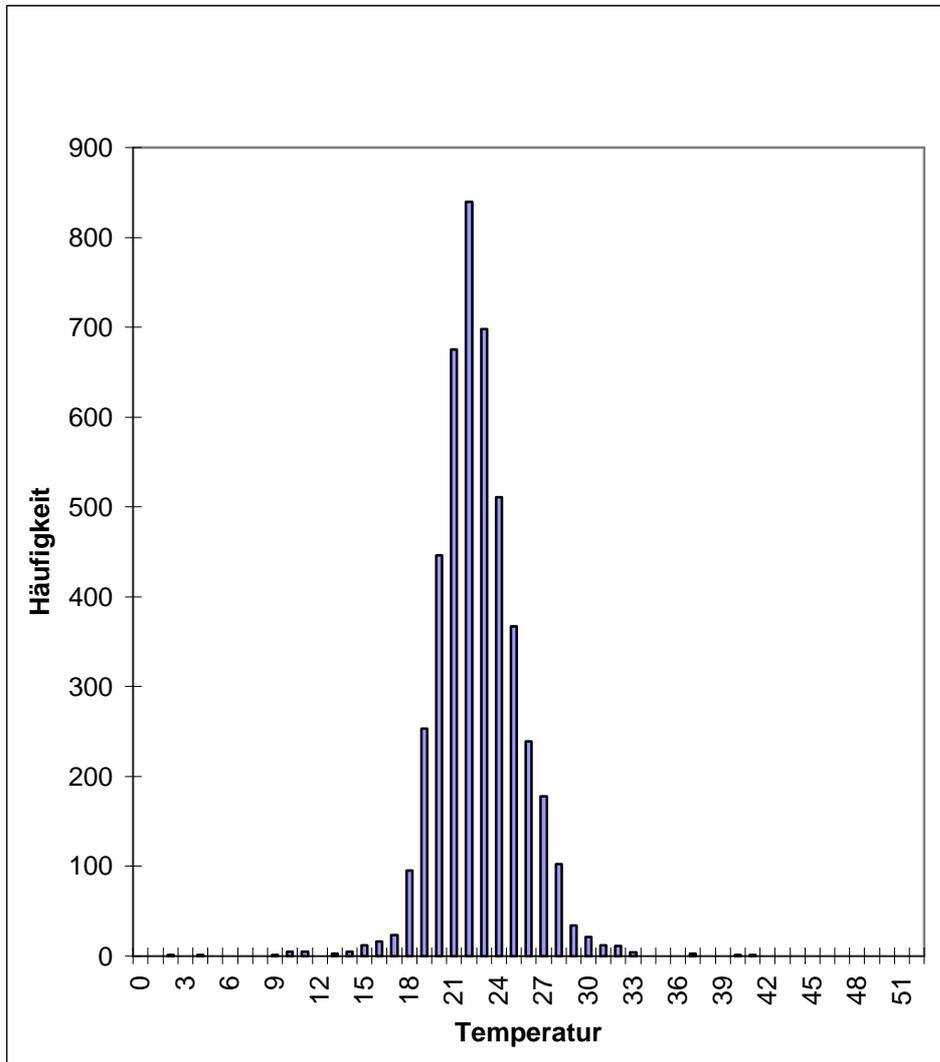


Abbildung 19: Histogramm der Raumtemperatur bei der Probenahme (°C)

Feuchte

Die während der Probenahme gemessene Luftfeuchtigkeit betrug durchschnittlich 45,7 % rel. Feuchte. Abbildung 20 zeigt die Häufigkeitsverteilung der ermittelten Werte.

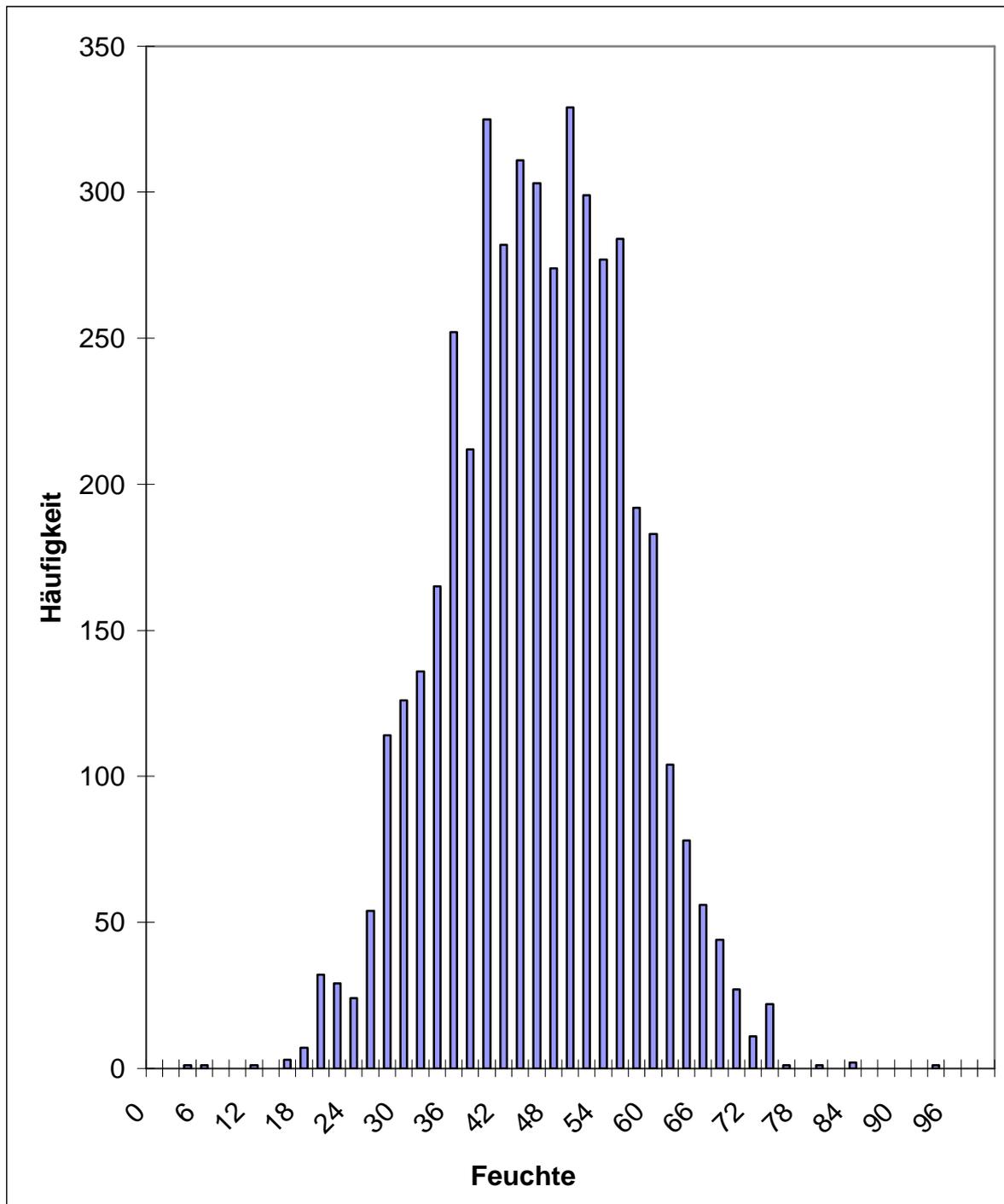


Abbildung 20: Histogramm der Raumluftfeuchtigkeit bei der Probenahme (% rel. Feuchte)

5.6.4 Angaben zum Raum

Insgesamt wurden 2462 verschiedene Räume untersucht. 102 Räume wurden mehrfach beprobt und mit der Funktion Raumkopie dupliziert. 16 Räume dreifach, 1 Raum vierfach, 2 Räume fünffach und 1 Raum siebenfach, so dass insgesamt 136 Raumkopien erstellt wurden.

Die Beschreibung der Raummerkmale bezieht sich auf die ZI-Datensätze (n=2585) unabhängig von den erstellten Raumkopien.

Nutzung

Bei den Angaben zur Raumnutzung dominiert die Nennung Büroraum mit 967 Nennungen. Es wurden insgesamt 211 verschiedene Bezeichnungen für die Raumnutzung angegeben. Weitere häufige Nennungen waren Klassenraum (259), Wohnzimmer (235), Schlafzimmer (233), Aufenthaltsraum (122) und Kinderzimmer (116).

Die Kategorisierung der Raumnutzungen erfolgte unter Berücksichtigung der Angaben in den Feldern „Gebäudenutzung“ und „Auftraggeber“. In Einzelfällen wurden auch die Textfelder „Standard Text“ und „Bemerkungen“ herangezogen.

Für die Einteilung der Raumnutzungsarten wurde eine mehrstufige Systematik entwickelt, die verschiedene Gruppierungsebenen ermöglicht. Zunächst wurden die Räume in gewerbliche, öffentliche und private Räume sowie Sonstige Räume und Räume, die nicht diesen übergeordneten Gruppen zugeordnet werden konnten, unterteilt und anschließend die Raumnutzung weiter differenziert.

Tabelle 17 und Abbildung 21 zeigen die Einteilung der Raumnutzungen je nach Auftraggeber.

Tabelle 17: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Raumnutzungstyp

Raumnutzung	Anzahl ZI-Datensätze
private Räume, Wohnungen	751
Räume ohne Zuordnung	602
öffentliche Räume	660
gewerbliche Räume, Arbeitsräume	564
Sonstige	8

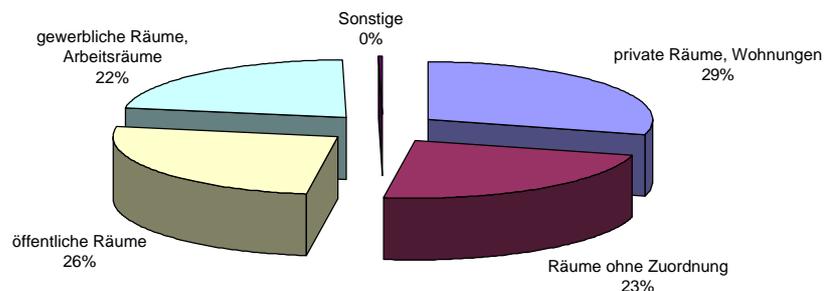


Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der ZI-Datensätze pro Raumnutzungstyp

Den größten Anteil bilden hier private Räume mit 29 % neben sehr ähnlichen Anteilen an öffentlichen Räumen, gewerblichen Räumen und Räumen, die keiner dieser Hauptgruppen zugeordnet werden konnten. Unter Sonstige Räume (0,3 %) wurden ein Frachtcontainer und verschiedene Schiffsinnenräume gruppiert.

Unter Berücksichtigung der Raumnutzungsart wurden weitere Untergruppen gebildet. Tabelle 18 zeigt Beispiele für diese Untergruppen. Weitere Kürzel wurden für konkrete Quellenhinweise (Anwesenheit oder Abwesenheit) und Verdachtsmomente vergeben (zum Beispiel: l für leerstehend, unmöbliert, u für Umnutzung bei möglichen Belastungsquellen aufgrund der Vornutzung, c bei Laboren und Unterrichtsräumen, in denen Chemikalien eingesetzt werden, q für Räume mit Belastungsquellen aufgrund der Nutzung, e bei Emissionen aus anderen Gebäudeteilen oder von außen).

Die nachfolgende Tabelle 18 zeigt eine Übersicht der verwendeten Abkürzungen:

Tabelle 18: Beispiele für Raumnutzungsarten der Kategorien w, a, ö, u

private Räume, Wohnungen w	gewerbliche Räume, Arbeitsräume a	öffentliche Räume ö	nicht zu zuordnende Räume u
Wohn-/Esszimmer ww	Büroräume ab	Schulen: Klassenräume ökl	Büroräume ub
Schlafzimmer ws	Behandlungsräume, Praxis ap	Kindergärten: Gruppenräume ög	Besprechungs- und Seminarräume uko
Kinderzimmer wk	Verkaufsräume, Lager av	Büroräume öb	Aufenthaltsräume ur
Büroräume wb	Hallen ah	Veranstaltungs- und Sporthallen öh	Hallen uh
Arbeitszimmer wa	Technikraum at	Technikraum öt	Technikraum ut
Sonstige wr	Besprechungs- und Seminarräume ako	Besprechungs- und Seminarräume, Gruppenräume für Erwachsene öko	
	Sonstige ar	Sonstige ör	
	Werkstatt, Werkraum we	Sporträume ösp	
	Labor al	Saal ösa	

Sonstige Raumnutzungen (r) sind z.B. Keller, Flur, Aufenthaltsräume Diele, DG, Gästezimmer, Bad, Atelier. Unter Wohnräumen ww wurden z.B. Wohnzimmer, Wohn-/Esszimmer, Esszimmer, Küche, Wohnung zusammengefasst.

Je nach Fragestellung können anhand dieser Klassifizierung unterschiedliche Teilgruppen gebildet werden.

Differenziert man die Raumnutzungen anhand dieser Angaben und bildet beispielsweise eine Gruppe mit Büroräumen aus den Kategorien wb, ob, ab, ub erhält man die nachfolgende Aufteilung.

Tabelle 19: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Raumnutzungsart

Raumnutzung	Anzahl ZI-Datensätze
Büroräume	984
Wohnräume (ohne Büro)	738
Klassenräume	295
Räume ohne Zuordnung (ohne Büro)	271
öffentliche Räume (ohne Büro)	150
Arbeitsräume andere	139
Sonstige	8

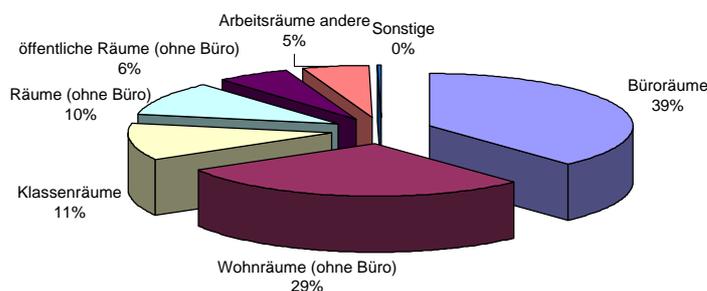


Abbildung 22: Prozentuale Verteilung der ZI-Datensätze pro Raumnutzungsart

Bei dieser Gruppierung dominieren die Büroräume (wb, öb, ab, ub) mit 39 % vor den Wohnräumen (alle w-Räume außer wb). Die drittgrößte Gruppe sind Klassenräume.

Renovierung

Bei 49 % der ZI-Datensätze wurde die Renovierung als „nicht bekannt“ angegeben. Bei den Nennungen zur Art der Renovierung war die häufigste Angabe „Neubau, Komplettsanierung oder Modernisierung“ mit 688 ZI-Datensätzen gefolgt von 198 Datensätzen mit der Einzelmaßnahme „Teilerneuerung: Fußboden“. Bei den Angaben zur Renovierung waren Mehrfachnennungen möglich. Die dominierende Kombination ist „Teilerneuerung: Wände, Decke und Teilerneuerung: Fußboden“ mit 95 ZI-Datensätzen. Tabelle 20 zeigt die Anzahl der ZI-Datensätze pro Kategorie. Fasst man die kombinierten Maßnahmen in Kombination von 2 Maßnahmen und Kombination von drei Maßnahmen zusammen erhält man die in Abbildung 23 dargestellte Aufteilung. Für 26 Räume wurde „keine Renovierungsmaßnahmen“ angegeben.

Tabelle 20: Anzahl an ZI- Datensätzen pro Renovierungsmaßnahme

Art der Renovierung	Anzahl ZI-Datensätze
nicht bekannt	1256
Neubau, Komplettsanierung oder Modernisierung	688
Teilerneuerung: Fußboden	198
Teilerneuerung: Wände/Decke; Teilerneuerung: Fußboden	95
Teilerneuerung: Wände/Decke	65
Neue Produkte/Möbel	52
Anstrich	34
Sonstige Maßnahmen	33
Teilerneuerung: Wände/Decke; Teilerneuerung: Fußboden; Anstriche Fenster/Heizung/Türen	32
Teilerneuerung: Wände/Decke; Teilerneuerung: Fußboden; Anstriche Fenster/Heizung/Türen; Neue Produkte/Möbel	30
keine	26
Teilerneuerung: Wände/Decke; Teilerneuerung: Fußboden; Neue Produkte/Möbel	26
Teilerneuerung: Fußboden; Neue Produkte/Möbel	14
Anstriche Fenster/Heizung/Türen; Neue Produkte/Möbel	10
Teilerneuerung: Wände/Decke; Neue Produkte/Möbel	10
Teilerneuerung: Fußboden; Anstriche Fenster/Heizung/Türen	6
Teilerneuerung: Wände/Decke; Anstriche Fenster/Heizung/Türen	6
Teilerneuerung: Fußboden; Anstriche Fenster/Heizung/Türen; Neue Produkte/Möbel	2
Teilerneuerung: Wände/Decke; Anstriche Fenster/Heizung/Türen; Neue Produkte/Möbel	2

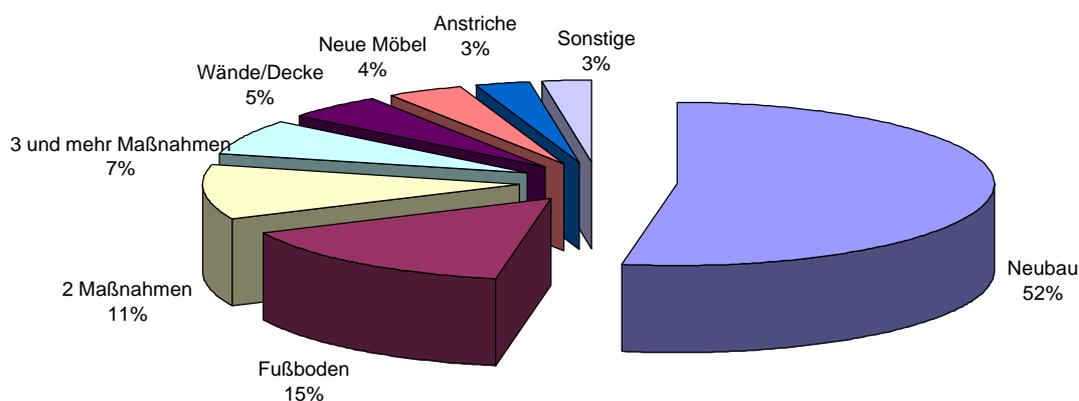


Abbildung 23: Prozentuale Verteilung der ZI-Datensätze pro Renovierungsmaßnahme (n = 1.304)

Renovierung Wann

Betrachtet man die Frage „wann die Renovierung durchgeführt wurde“ unabhängig von der Art der Renovierung so ergibt sich die in Tabelle 21 dargestellte Aufteilung. Die Zeitangaben für „keine Renovierung“ und „Renovierung nicht bekannt“ wurden hierbei nicht berücksichtigt ebenso 8 Angaben, die zeitlich nicht zugeordnet werden konnten („Neubau“).

Tabelle 21: Anzahl an auswertbaren Angaben zum Renovierungszeitpunkt in Bezug zum Zeitpunkt der Probenahme (n=1295) für konkrete Renovierungsmaßnahmen

<u>Zeitpunkt der Renovierung</u>	<u>Anzahl ZI-Datensätze</u>
nicht bekannt	202
momentan	21
< 3 Wochen	112
3 bis 6 Wochen	201
6 Wochen bis 3 Monate	171
3 bis 6 Monate	141
6 bis 12 Monate	188
1 bis 2 Jahre	124
2 bis 5 Jahre	94
> 5 Jahre	41

Trotz der Möglichkeit bei der Art der Renovierung mehrere Angaben zu machen, waren bei der Frage „Wann“ keine Mehrfachnennungen möglich, sondern der Zeitpunkt sollte auf die für Messung relevanteste Maßnahme bezogen werden. Bei 202 ZI-Datensätzen war der Zeitpunkt der Maßnahme nicht bekannt. 505 Untersuchungen wurden in den ersten 3 Monaten nach der Renovierung oder Fertigstellung durchgeführt, 141 im zweiten Quartal nach der Renovierung oder Fertigstellung und 188 im 3. und 4. Quartal. 124 Untersuchungen folgten in 1 bis 2 Jahren nach der Renovierung oder Fertigstellung, 94 nach 2 bis 5 Jahren und 41 nach mehr als 5 Jahren.

Wandoberfläche

In 1614 ZI-Datensätzen war diese Angabe fehlend. In den 971 Angaben wurden 97 verschiedene Bezeichnungen angegeben. Die häufigsten Nennungen waren Putz/Wandfarbe (383) und Papiertapete (317).

Fußbodenbelag

Bei dem Merkmal Fußbodenbelag waren 1480 Angaben fehlend. Bei den 1105 vorliegenden Angaben wurden 89 verschiedene Bezeichnungen verwendet. Die häufigsten Nennungen waren Teppichboden verklebt (364), Vollholz (166), Kunststoffbelag (123), Teppichboden (102), Linoleum (71), Laminat (62) und Fliesen (40).

Fenster

Es wurden 931 Angaben zur Art der Fenster in dem untersuchten Raum gemacht. Es wurden 35 verschiedene Bezeichnungen angegeben. Die mit Abstand häufigste Angabe war Fenster/Türen Isolierverglasung (716) neben 47 Nennungen Fenster/Türen Wärmeschutzverglasung.

Bei 55 ZI-Datensätzen wurde für die Art der Fenster „nicht bekannt“ angegeben.

Kinder

Die Frage zur Anwesenheit von Kindern (durchschnittlich mindestens 1 h pro Tag in dem untersuchten Raum) wurde, 548-mal mit Nein und 430-mal mit Ja beantwortet. Diese Angabe bei 1607 ZI-Datensätzen fehlend.

Rauchen

Von den 854 Angaben, die bei diesem Merkmal gemacht wurden, waren 817 Nein und 40 Ja Angaben, 1728 waren fehlend.

Geruch

Zum Geruch wurden insgesamt 1180 Angaben gemacht, davon 308 mit Nein und 872 mit Ja, 1405 waren fehlend. 443 der Ja-Angaben waren ohne Beschreibung. Bei den übrigen 429 Räumen mit Geruch wurde das Textfeld Beschreibung ausgefüllt. Die hier gemachten Angaben bezogen sich auf den Geruchseindruck, die Intensität und Qualität. Es wurde keine Begriffe vorgegeben. Häufige Beschreibungen waren muffig, stechend, leicht muffig, stechend unangenehm, chemisch, Lösemittel/LSM, teilweise auch mit Hinweisen auf Quellen, wie z. B. Geruch nach Teppichboden, frischem Holz, Benzin usw..

Bemerkung

Das Freitextfeld Bemerkungen wurde in 300 ZI-Datensätzen genutzt. Die gemachten Angaben sind sehr unterschiedlich. Sie enthalten u.a. weitere und ergänzende Informationen oder Besonderheiten zu den Merkmalen Raumausstattung, Anlass oder beschreiben konkrete Verdachtsmomente. Die Bemerkungen wurden bei der Gruppierung der übrigen Merkmale berücksichtigt.

6. Ergebnisse der statistischen Auswertung

6.1 Statistische Kenndaten

Die Tabelle „Kenndaten Einzelstoffe“ im Anhang 11.5 zeigt eine Auswahl an statistischen Kenndaten für die 336 untersuchten Einzelverbindungen.

70 % der Messwerte lagen unterhalb der BG. Dennoch wurden für einen Großteil der Substanzen einzelne sehr hohe Messwerte im Milligramm-Bereich ermittelt.

Formaldehyd und Toluol sind die einzigen Substanzen, die bei fast jeder der Messungen oberhalb der BG ermittelt wurden (Anzahl der Messwerte für Formaldehyd n=446, für Toluol n=2402).

Zu den Stoffen, die fast immer nachgewiesen wurden, das heißt bei über 95 % der durchgeführten Messungen, gehören neben Formaldehyd und Toluol, m,p-Xylol, Acetaldehyd, Propanal und n-Hexanal. Aldehyde als quasi ubiquitäre Innenraumbelastung nehmen damit eine Sonderstellung in Innenräumen ein. Wobei zu bedenken ist, dass das Datenkollektiv für die C1 – C3 Aldehyde sehr viel kleiner ist als für die übrigen Substanzen (Minimum für Propanal mit n=274).

Zu den Substanzen, die in etwa 90 % der Räume gefunden wurden, gehören neben den Terpenen α -Pinen und Limonen, 1-Butanol, n-Pentanal, Aceton, Essigsäure, n-Undecan, Ethylbenzol und 1,2,4-Trimethylbenzol.

In etwa 80 % der untersuchten Räume wurden n-Heptan, n-Decan, n-Dodecan, Benzol, o-Xylol, 3-/4-Ethyltoluol, Diisopropyl-naphthalin, n-Butanal, n-Octanal, Methylethylketon, Ethylacetat, n-Butylacetat, Siloxan D5 oberhalb der BG gemessen.

Die Bestimmungsgrenzen lagen in der Mehrzahl der Fälle bei 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die gemittelten Bestimmungsgrenzen im Einzelnen sind im Anhang 11.5 in Tabelle „Kenndaten Einzelstoffe“ aufgeführt.

Die höchsten Medianwerte ($> 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erreichten Aceton, Essigsäure, Formaldehyd und Propanal.

Einen Median $\geq 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreichten insgesamt folgende Verbindungen (Mediane in Klammern in $\mu\text{g}/\text{m}^3$):

- Toluol (12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- m,p-Xylol (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 1-Butanol (11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- α -Pinen (8), Limonen(6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Formaldehyd (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Acetaldehyd (23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- n-Hexanal (14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- n-Nonanal (7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Methylethylketon (6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Aceton (51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$),

- Ethylenglykolmonomethylether ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und
- Essigsäure ($29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Hohe P 90 Werte wurden für folgende Substanzen festgestellt:

- Toluol ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- m,p-Xylol ($39 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 1-Butanol ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- α -Pinen ($94 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Limonen ($34 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Formaldehyd ($83 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Acetaldehyd ($73 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Hexanal ($67 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Methylethylketon ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Aceton ($182 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Ethylacetat ($38 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- n-Butylacetat ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- Siloxan D5 ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und
- Essigsäure ($110 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

P 95 Werte $> 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden für Aceton, α -Pinen, Essigsäure, 2-Propanol, n-Butylacetat, n-Hexanal und Formaldehyd festgestellt

Diese Substanzen wurden in den untersuchten Innenräumen häufig und in höheren Mengen nachgewiesen².

Seltenes Vorkommen und üblicherweise niedrige Konzentrationen schließen einzelne sehr hohe Belastungsspitzen nicht aus. Den höchsten Messwert erreichte n-Butylacetat mit über $16 \text{ mg}/\text{m}^3$. Maxima mit Konzentrationen über $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ traten außerdem für Methylethylketon, Ethylacetat, m,p-Xylol, 2,2,4,6,6-Pentamethylheptan auf.

Die nachfolgenden Kapitel enthalten die Beschreibung des Vorkommens der Einzelstoffe gegliedert in die genannten 13 Stoffgruppen sowie der Stoffgruppensummen.

6.1.1 Alkane

Zu der Stoffgruppe Alkane mit insgesamt 35 Einzelverbindungen werden neben den n-Alkanen auch die Cycloalkane und Isoalkane gezählt. Es handelt sich um unpolare, überwiegend leicht- bis mittelflüchtige Verbindungen. Ein Großteil der Alkane wurde in mehr als der Hälfte der untersuchten Räume in Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt. Für die n-Alkane und Cycloalkane wurden bis auf einige Ausnahmen überwiegend niedrige Messwerte ermittelt. Die Hauptkomponenten sind aufgrund der Häufigkeit ihres Vorkommens und ihrer Konzentrationshöhe n-Decan, n-Undecan und n-Dodecan, die mit 20 , 29 und $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auch die höchsten P 90 Werte lieferten. Cyclohexan erreichte einen mit diesen drei Substanzen vergleichbar hohen Wert für das 98. Perzentil. Den höchsten Einzelmess-

² Die selten untersuchten Stoffe ($N < 50$), z. B. Ethanol, wurden bei dieser Auswahl nicht berücksichtigt.

wert erreichte 2,2,4,6,6-Pentamethylheptan mit 7,8 mg/m³, gefolgt von 2-Methylpentan mit 4,7 mg/m³ und n-Hexan mit 4,6 mg/m³.

Die n-Alkane C6 bis C16 und die Cycloalkane wurden in über 2000 Messungen erfasst. Die Bestimmungsgrenzen der Messwerte unterhalb der BG lagen überwiegend bei etwa 1 µg/m³.

6.1.2 Alkene

Zu dieser Gruppe werden die mittelflüchtigen n-Alkene (C7 bis C13), die beiden Cyclohexene 4-Vinyl- und 4-Phenylcyclohexen und das trimere Isobuten gezählt. Die Konzentrationen der untersuchten Alkene lagen überwiegend unterhalb der BG bei Bestimmungsgrenzen von 1 bis 2,5 µg/m³.

Ein Großteil der Alkene wurde nicht nur selten gemessen (N > 400 und < 1500), sondern auch in niedrigen Konzentrationen nachgewiesen. Mit Ausnahme des trimeren Isobutens, das bei über 2000 Messungen in etwa 12 % der Proben oberhalb der BG bestimmt wurde und einen Max-Wert von 280 µg/m³ erzielte, liegen die Max-Werte der übrigen Verbindungen unter 20 µg/m³ und der Anteil der Messwerte unterhalb der BG bei 94 bis 99 %.

Neben dem trimeren Isobuten wurden auch 4-Vinylcyclohexen, 4-Phenylcyclohexen häufig (N > 2000) untersucht.

6.1.3 Aromaten

Die Stoffgruppe der Aromaten ist mit 47 Einzelkomponenten vertreten. Sie umfasst einen Teil der „klassischen“ VOC-Komponenten. Die hier aufgeführten Aromaten sind überwiegend leicht- und mittelflüchtige unpolare Verbindungen. Die dominierende Verbindung aufgrund ihres Vorkommens und ihrer durchschnittlichen Belastungshöhe ist Toluol. Weitere Verbindungen mit Medianen deutlich oberhalb der BG sind Benzol, Ethylbenzol, m/p Xylol, o-Xylol, 3-/4-Ethyltoluol, 1,2,4-Trimethylbenzol und Styrol. Der höchste Messwert wurde für m/p Xylol mit 6,2 mg/m³ erzielt. Die Bestimmungsgrenzen lagen überwiegend bei 1 µg/m³.

Ein Großteil der Aromaten wurde häufig bestimmt, entsprechend liegt für viele Substanzen die Anzahl der Messungen bei N > 2000.

6.1.4 HKW

Halogenkohlenwasserstoffe, hier mit 18 Einzelstoffen vertreten, waren in den untersuchten Innenräumen überwiegend von nachrangiger Bedeutung. Die Mediane dieser Verbindungen lagen unterhalb der BG bei Bestimmungsgrenzen von 1 – 2,3 µg/m³. Tetrachlorethen wurde in 12 % der analysierten Proben oberhalb der BG nachgewiesen, 1,1,1-Trichlorethan in 9 % und 1,4-Dichlorbenzol in 2,5 % der Proben. Die 98. Perzentile dieser Verbindungen lagen unter 10 µg/m³. Höhere Einzelmesswerte erreichte nur Tetrachlorethen mit einem Max-Wert von 980 µg/m³.

Nur 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlorethen und 1,4-Dichlorbenzol wurden häufig (N > 2000) untersucht.

6.1.5 Alkohole

In der Gruppe der Alkohole sind 24 einwertige Alkohole aufgeführt. Sie gehören zu den polaren VOC. Die aufgeführten Alkohole waren in den untersuchten Innenräumen häufig anzutreffen. Einzelwerte für 2-Propanol, 1-Butanol und 2-Ethyl-1-hexanol lagen im mg-Bereich. Hohe Medianwerte wurden für Ethanol, 2-Propanol und 1-Butanol ermittelt.

Es wurden nur 1-Butanol und 2-Ethyl-1-hexanol häufig ($N > 2000$) untersucht. Bei vielen Alkoholen lag die Anzahl der Messungen nur zwischen 400 und 1000. Einige Alkohole wurden in $N < 100$ Fällen in Innenräumen untersucht. Für das sehr selten gemessene Ethanol und 2-Propanol lagen die mittleren Bestimmungsgrenzen bei 32 und 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, für die übrigen Alkohole etwa bei 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.1.6 Terpene

Insgesamt werden 27 Einzelverbindungen in dieser Gruppe zusammengefasst. Terpene sind häufig in Innenräumen anzutreffen. Die Mediane lagen bei vielen Substanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze. α -Pinen, Limonen und Δ -3-Caren wurden mit den höchsten Konzentrationen ermittelt. α -Pinen erreichte ein Maximum von 3,2 mg/m^3 . α -Pinen und Limonen wurden bei über 90 % der Messungen oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

Die Terpene α -Pinen, β -Pinen, Limonen, Δ -3-Caren und Longifolen wurden häufig gemessen ($N > 2000$). Die Bestimmungsgrenzen lagen überwiegend bei 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.1.7 Aldehyde

Aldehyde waren ebenfalls sehr häufig in den untersuchten Innenräumen vorzufinden. Die erreichten Maxima liegen außer für Hexanal mit einem Maximum von 1,3 mg/m^3 bei 200 bis 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Bestimmungsgrenze für Formaldehyd betrug 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag bei den übrigen Verbindungen etwa bei 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die höheren Aldehyde (C6 bis C10) wurden häufig untersucht ($N > 2000$). Da Formaldehyd, Acetaldehyd und Propanal nur mit DNPH bestimmt wurden, liegen hier vergleichsweise wenig Daten vor ($N < 500$).

Insgesamt werden 34 Einzelsubstanzen in dieser Gruppe zusammengefasst. Da Formaldehyd üblicherweise getrennt betrachtet wird, sind auch hier verschiedene Summeparameter -vocdb II mit Formaldehyd und vocdb I ohne Formaldehyd - gebildet worden.

6.1.8 Ketone

25 Einzelsubstanzen werden in dieser Gruppe zusammengefasst. Ebenso wie die Alkohole und Aldehyde gehören Ketone zu den polaren Verbindungen. Sie wurden bis auf die Verbindungen Methylethylketon (MEK), Methylisobutylketon (MIBK) und Cyclohexanon nicht standardmäßig untersucht. MEK wurde in über 80 % der Proben nachgewiesen und erreichte den höchsten Max-Wert in dieser Gruppe mit über 5 mg/m^3 . Ebenfalls hohe Werte wurden für das seltener untersuchte Aceton ($N < 400$) ermittelt (Maximum 3,7 mg/m^3). Für Aceton wurde der höchste Medianwerte insgesamt ermittelt. Die übrigen Ketone waren bis auf MIBK von untergeordneter Bedeutung. Wobei die Ketone insgesamt häufig oberhalb der BG nachgewiesen wurden. Die Bestimmungsgrenzen der Ketone sind sehr unterschiedlich. Die mittleren Bestimmungsgrenzen lagen bei 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für 2-Heptanon und bei 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ für Aceton.

6.1.9 Ester ein- und zweiwertiger Alkohole

Ester wurden sehr häufig in den Proben nachgewiesen. Am häufigsten ($N > 2000$) untersucht wurden Ethylacetat, n-Butylacetat und Isobutylacetat sowie TXIB und Texanol. Für n-Butylacetat und Ethylacetat wurden die höchsten Konzentrationen innerhalb dieser Gruppe und für n-Butylacetat auch insgesamt ermittelt. 49 Einzelverbindungen sind in dieser Gruppe zusammengefasst.

Glykolester waren bei mehr als der Hälfte der Messungen nicht nachweisbar. Am häufigsten und mit den höchsten Messwerten wurde Propylenglykolmonomethyletheracetat (PGMMA) nachgewiesen.

Phthalate wurden etwa in 50 % der Proben nachgewiesen mit Ausnahme von Dimethylphthalat, das zwar am häufigsten untersucht wurde, aber nur in etwa 14 % der Proben oberhalb der BG nachgewiesen wurde und den höchsten Max-Wert mit 539 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht.

Die Bestimmungsgrenzen lagen in dieser Gruppe überwiegend bei 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.1.10 Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykolether)

Zu der Gruppe der mehrwertigen Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykolether) gehören überwiegend schwerflüchtige polare Verbindungen mit Siedpunkten über 200°C. 37 Einzelverbindungen sind in dieser Gruppe zusammengefasst. Einige der Glykolverbindungen wurden nur selten in den untersuchten Innenräumen nachgewiesen. Dennoch traten Max-Werte $> 1 \text{ mg}/\text{m}^3$ auf. Die Bestimmungsgrenzen waren etwas höher als bei den übrigen VOC ($\cong 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Die häufiger vorkommenden Substanzen wurden im Rahmen der üblichen VOC-Analytik bestimmt, so dass etwa 2000 Messwerte pro Substanz vorliegen. Dominierende Verbindungen aufgrund der Häufigkeit ihres Vorkommens und der Konzentrationshöhe sind 1,2-Propylenglykolmonomethylether (1,2-PGMM), Ethylenglykolmonobutylether ((EGMB), Ethylenglykolmonophenylether (EGMP oder Phenoxyethanol), Diethylenglykolmonobutylether (DGMB) und 1,2-Propylenglykol.

6.1.11 Siloxane

In dieser Gruppe wurden die vier Cyclotri-, Cyclotetra-, Cyclopenta- und Cyclohexasiloxane mit Siedpunkten zwischen 170 und 220° C erfasst. Die untersuchten Cyclosiloxane wurden häufig oberhalb der BG nachgewiesen. Dies kann auch damit zusammenhängen, dass im unteren Konzentrationsbereich häufig Blindwerte durch Säulenbluten auftreten. Die Siloxane D4 und D5 erreichen Konzentrationen von über 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Siloxan D5 wurde am häufigsten und mit den höchsten Konzentrationen innerhalb der Siloxane nachgewiesen.

Die Siloxane wurden nicht regelmäßig untersucht (D3 bis D5: N \cong 1700, D6 N $<$ 100). Die mittleren Bestimmungsgrenzen lagen bei 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

6.1.12 Organische Säuren

Für die 10 Säuren liegen nur geringe Anzahlen an Messwerten vor (N $<$ 500 bzw. N $<$ 100). Essigsäure wurde in nahezu 90 % der Proben nachgewiesen. Aber auch Hexan- und Octansäure wurden in der Mehrzahl der Proben nachgewiesen. Die Bestimmungsgrenzen lagen etwa bei 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Mediane sind – bis auf Essigsäure – niedrig. Auch die Max-Werte für die Säuren sind - bis auf den Wert für die Essigsäure (Max: 430 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) – niedrig.

6.1.13 Sonstige Verbindungen

Von den 16 „sonstigen Verbindungen“ wurden N-Methyl-2-pyrrolidon (N $>$ 2000) und Tetrahydrofuran (N $>$ 1000) am häufigsten untersucht. Für einen Teil der Substanzen in dieser Stoffgruppe liegen nur wenige Messwerte vor (N $<$ 100). Die Konzentrationen sind niedrig. Viele der untersuchten Verbindungen wurden selten oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Bis auf die Werte für N-Methyl-2-pyrrolidon (Max: 760 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und Tetrahydrofuran (Max: 182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) liegen die Max-Werte der übrigen Verbindungen unter 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.1.14 Summenwerte

Die Tabelle „Kenndaten Summen“ im Anhang 11.6 zeigt die statistischen Kenndaten für die betrachteten Summenparameter. Es wurden Summenwerte anhand der beiden Stofflisten vocdb I und vocdb II für Stoffgruppen, Stoffgemische und Gesamtsummen sowie Summenangaben aus den Eingaben der Institute vor.

In den folgenden Abbildungen sind die Perzentile (P 10, P 50, P 90 und P 95) für die Gruppensummen nach der Stoffliste vocdb II mit definierten Einzelstoffen (Variante II B) zusammengestellt.

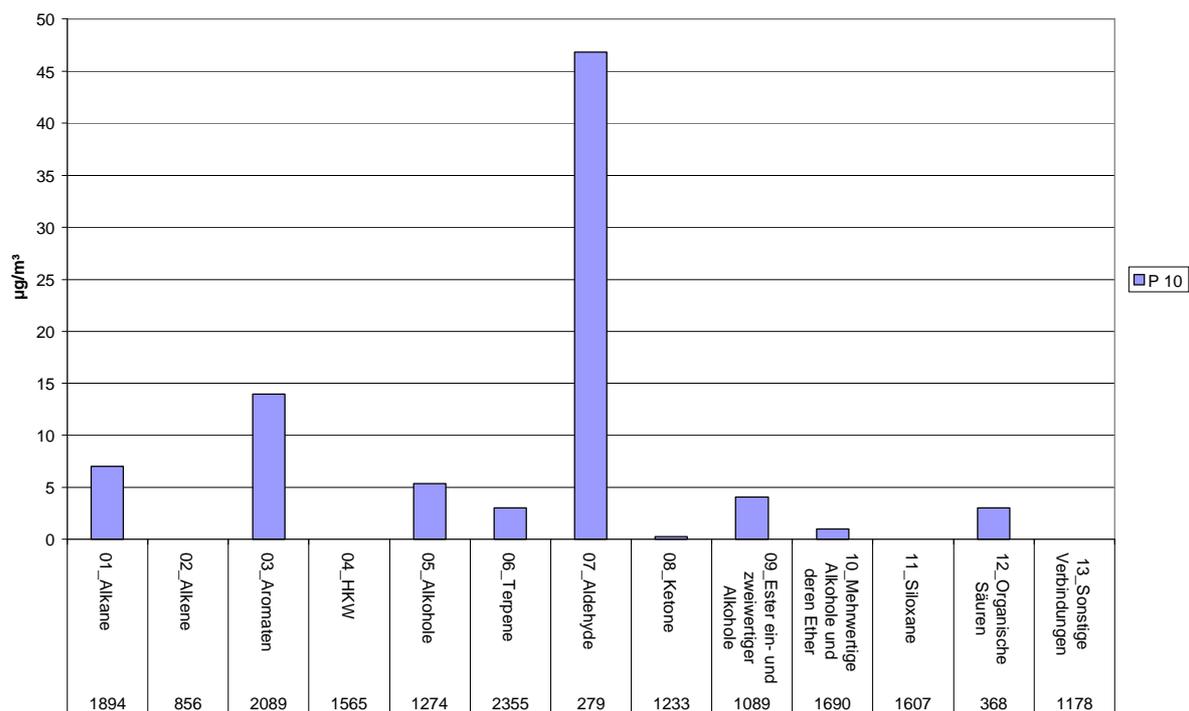


Abbildung 24: 10. Perzentile der Stoffgruppensummen für die Stoffauswahl vocdb II B

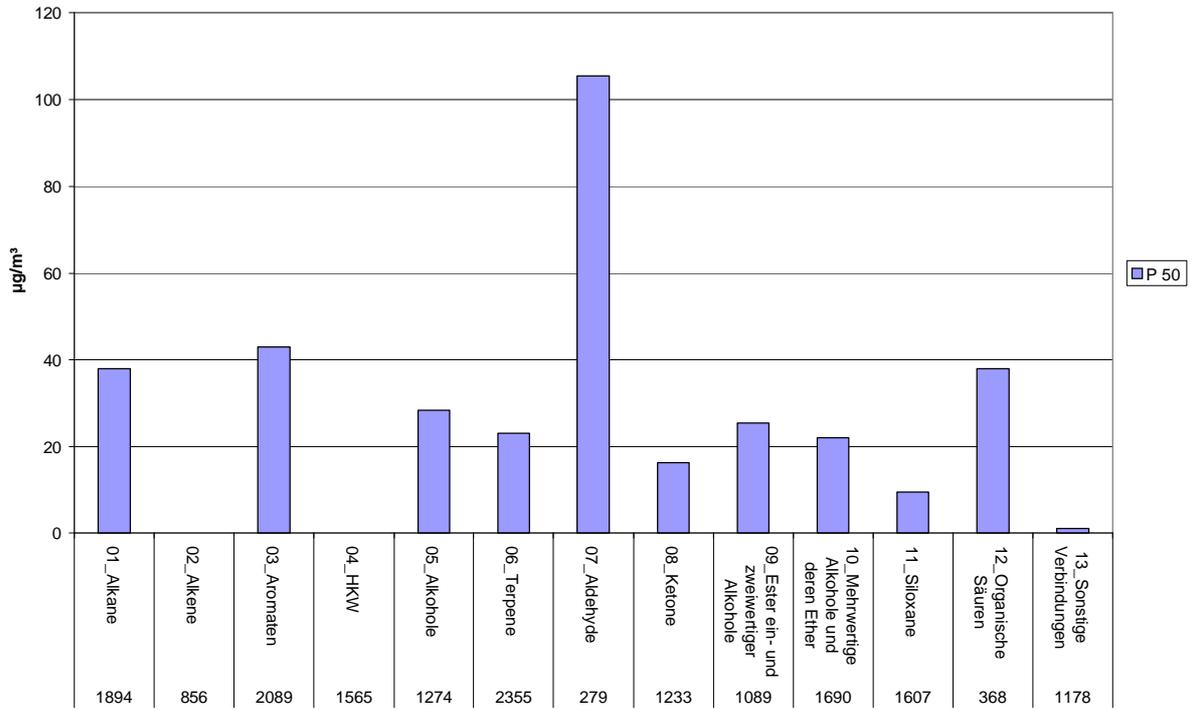


Abbildung 25: 50. Perzentile der Stoffgruppensummen für die Stoffauswahl vocdb II B

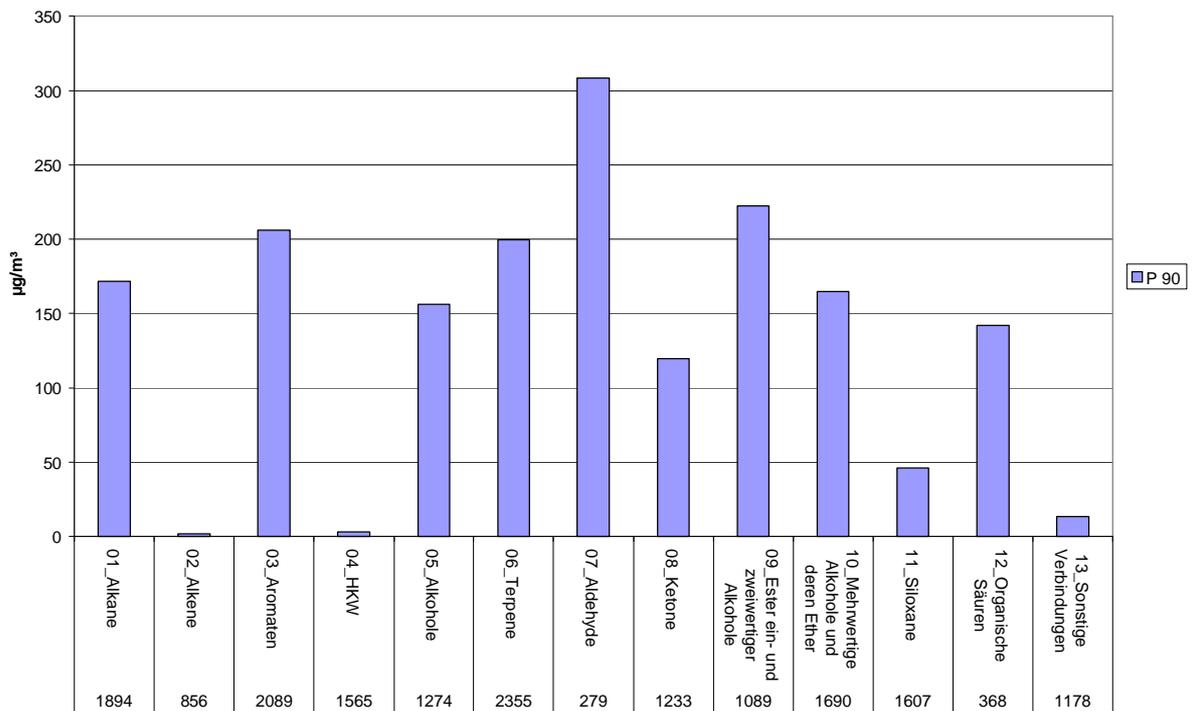


Abbildung 26: 90. Perzentile der Stoffgruppensummen für die Stoffauswahl vocdb II B

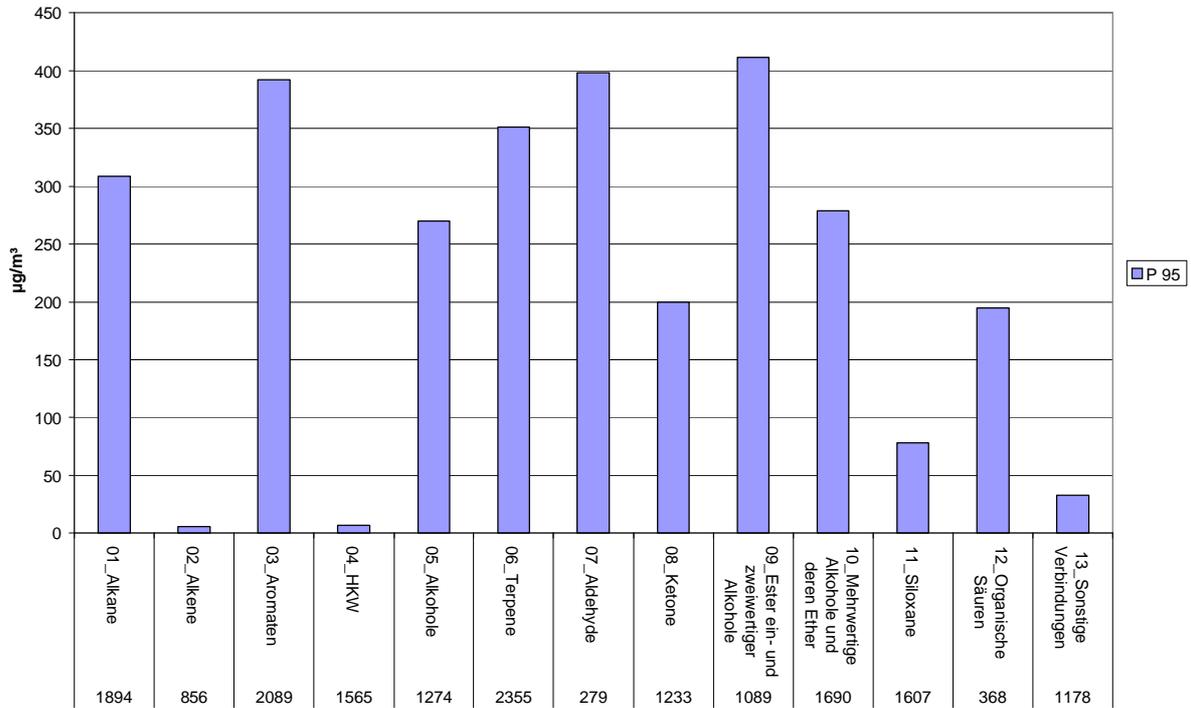


Abbildung 27: 95. Perzentile der Stoffgruppensummen für die Stoffauswahl vocdb II B

Die Abbildung 24 bis Abbildung 27 zeigen, wie auch schon in den vorhergehenden Kapiteln dargestellt, dass die Stoffbeiträge in den unteren Perzentilen insbesondere durch Aldehyde, Aromaten und Alkane geliefert werden, während bei den höheren Perzentilen ebenso Alkohole, Terpene, Ester ein- und zweiwertiger Alkohole, Mehrwertige Alkohole und Ether von Bedeutung sind. Die Stoffgruppen Alkene und HKW erreichten insgesamt nur niedrige Konzentrationen. Ketone und organische Säuren liegen ebenfalls deutlich unter den Perzentilwerten der Hauptkomponenten. Siloxane und die Gruppe der Sonstigen Verbindungen liefern – auch aufgrund ihres deutlich geringeren Substanzumfangs - ebenfalls geringere Stoffbeiträge.

Die Perzentile für die Gruppensummen der Stoffliste II liegen über den Perzentilen der Stoffliste I. Die Unterschiede für die einzelnen Stoffgruppen zeigen die nachfolgenden Abbildungen für die 50., 90. und die 95. Perzentile.

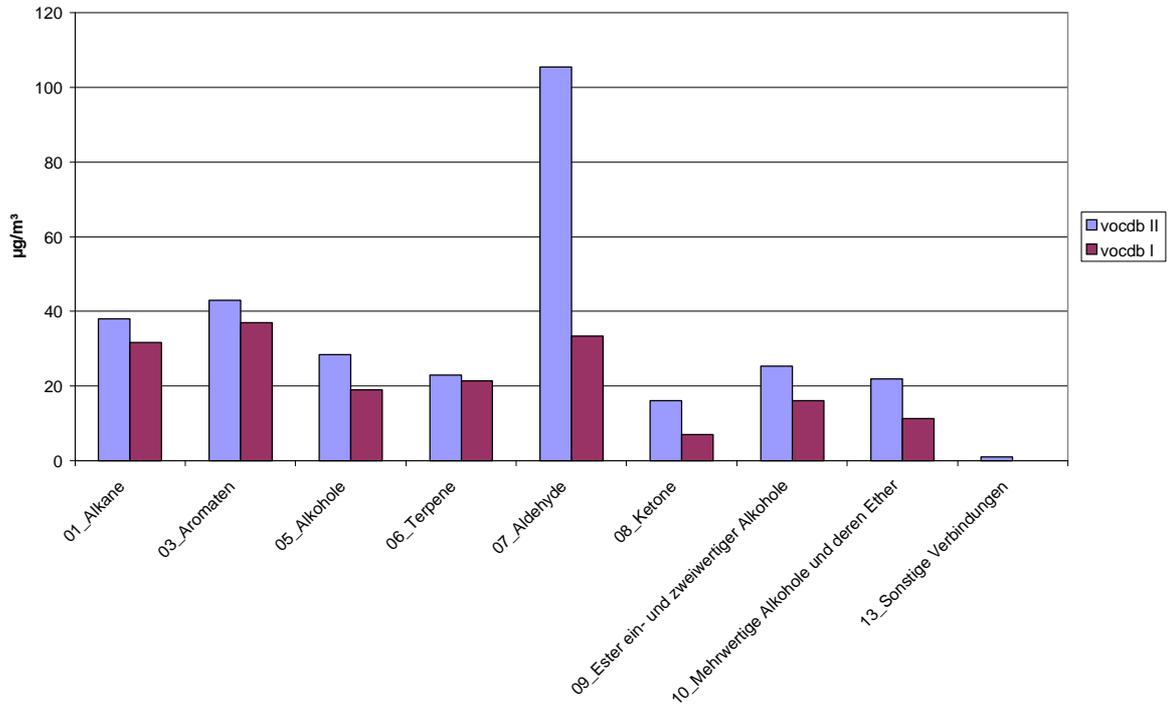


Abbildung 28: Vergleich der 50 Perzentilwerte für die Stoffgruppensummen vocdb II B und vocdb I B

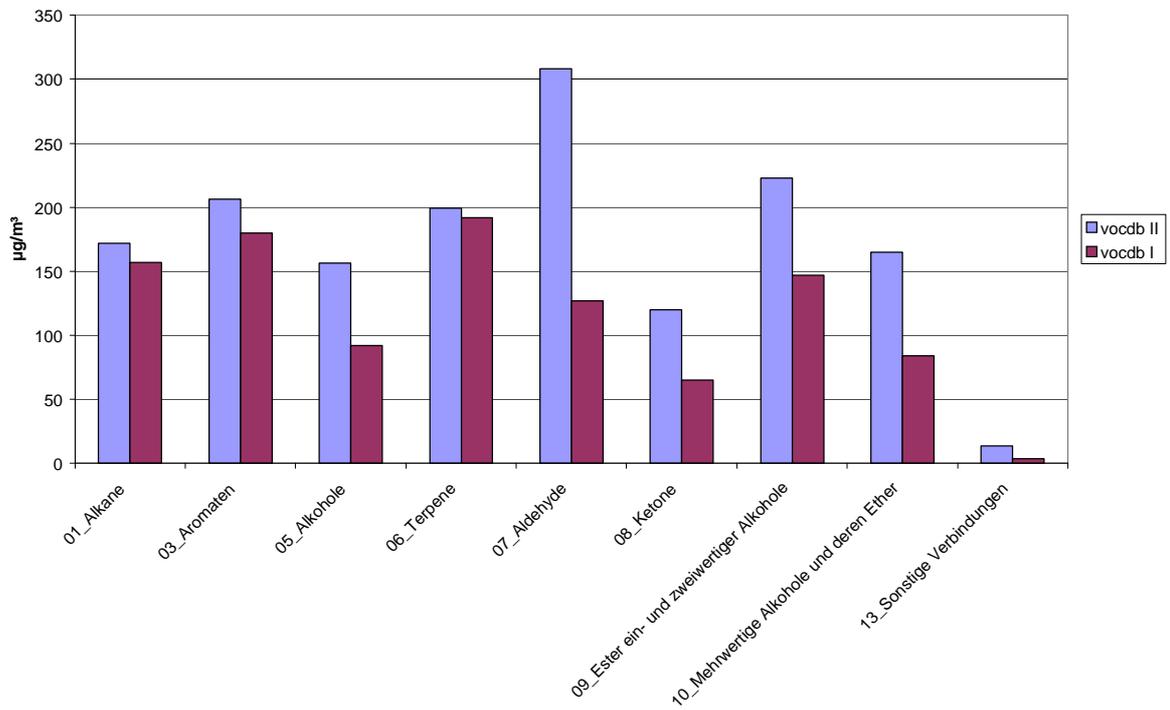


Abbildung 29: Vergleich der 90 Perzentilwerte für die Stoffgruppensummen vocdb II B und vocdb I B

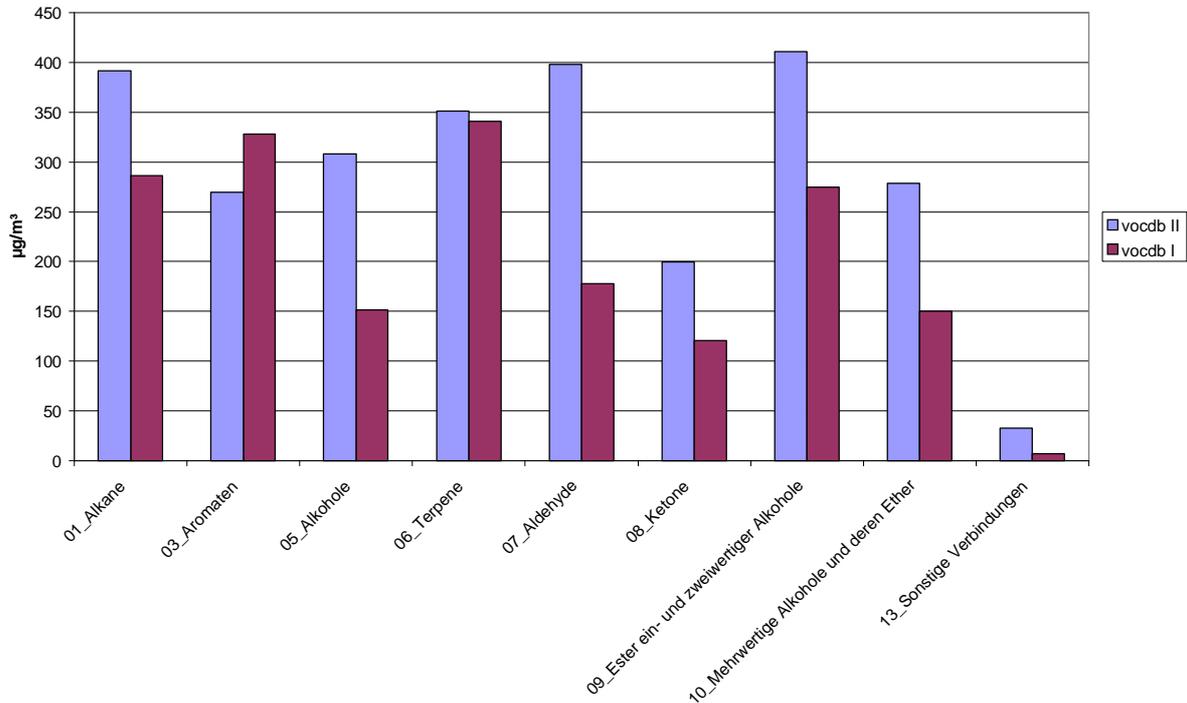


Abbildung 30: Vergleich der 95. Perzentilwerte für die Stoffgruppensummen vocdb II B und vocdb IB

Die Abbildungen zeigen, dass nicht allein die Anzahl der pro Stoffgruppe gemessenen Verbindungen ausschlaggebend ist, sondern welche Stoffe gemessen wurden. Bei den Terpenen haben die zusätzlich gemessenen Verbindungen der Stoffliste vocdb II keinen großen Einfluss auf die Summenkonzentrationen. Die Unterschiede zwischen den Summenwerten nach den Stofflisten vocdb II und vocdb I sind hier gering. Größere Unterschiede in den Summenkonzentrationen sind für die Stoffgruppen der überwiegend polaren Verbindungen zu beobachten, die im Substanzspektrum der Stoffliste I eher unterrepräsentiert sind. Die größten Unterschiede zeigen sich bei den Aldehyden, da hier die Stoffliste vocdb II auch die C1- bis C3-, C7- und C8-Alkanale umfasst, die zu deutlich höheren Gruppensummenwerten führen. Für das 95. Perzentil bei der Stoffgruppe der Aromaten zeigt die Stoffauswahl vocdb II gegenüber der Stoffauswahl vocdb I einen niedrigeren Wert, da hier die Auswahl der mindestens zu analysierenden Stoffe zum Ausschluss einzelner Datensätze mit sehr hohen Konzentration an Aromaten geführt hat.

Aus den Einzelstoffkonzentrationen wurden weiterhin 4 Summenwerte für Stoffgemische gebildet, für die Richtwerte der ad-hoc Arbeitsgemeinschaft (IRK/AOLG) und der Hamburger Behörde für Wissenschaft und Gesundheit zur Verfügung stehen. Die statistischen Kenndaten für diese Summenparameter sowie Summenwerte aus den Angaben der Institute sind ebenfalls in der Tabelle „Kenndaten Summen“ im Anhang 11.6 aufgeführt.

6.2 Verteilungstyp

Die Konzentrationen der untersuchten VOC in Innenräumen lassen sich überwiegend als rechtsschiefe Verteilungen beschreiben, bei denen die Lagemaße in der Reihenfolge Modus < Median < Mittelwert auftreten. Die Quartilsabstände Q_1-Q_2 und Q_2-Q_3 , sind unterschiedlich; aufgrund der rechtsschiefen Verteilung liegt Q_2 nicht mittig, sondern näher an Q_1 .

Da auch extreme und unübliche Raumbelastungen erfasst wurden, sind die Spannweiten der Verteilungen sehr groß.

Die vorliegenden Verteilungen sind weiterhin dadurch geprägt, dass bei den meisten Stoffen ein nicht geringer Teil der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze lag. Es handelt sich um sogenannte abgeschnittene Verteilungsfunktionen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt exemplarisch die logarithmische Konzentrationsverteilung verschiedener Summenwerte.

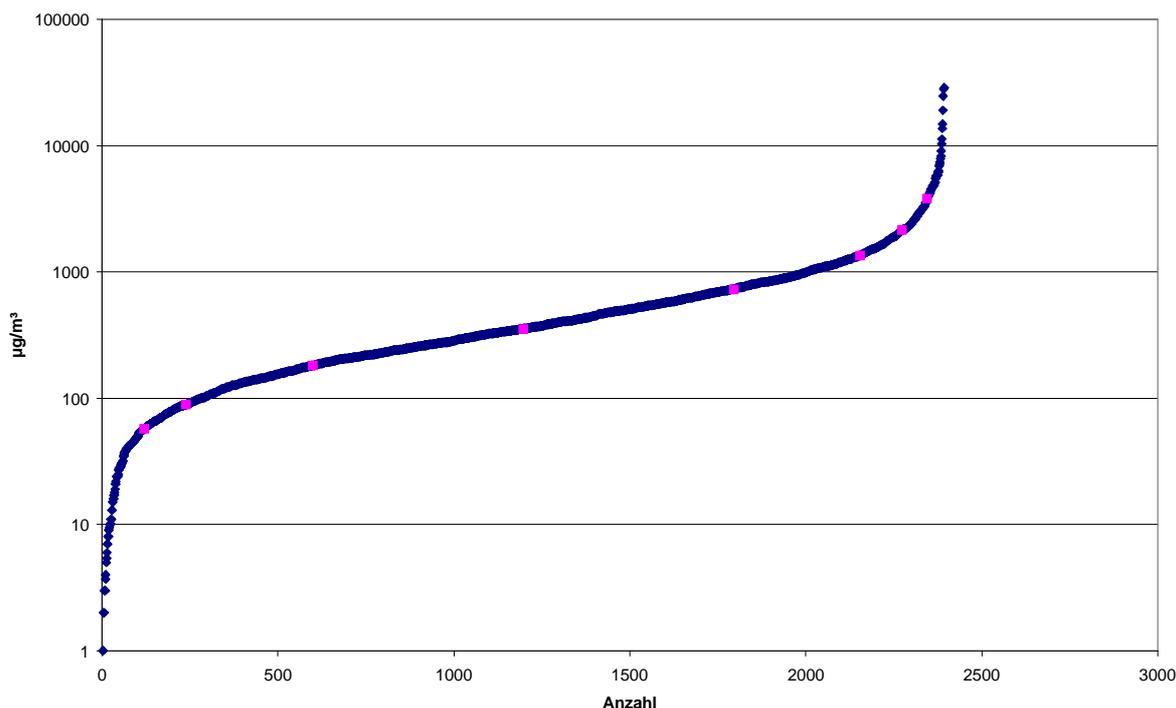


Abbildung 31: Nach Größe sortierte, logarithmisch aufgetragene Summekonzentration identifizierter Verbindungen (vocdb II A) mit Markierung der acht Perzentilwerte P 5, P 10, P 25, P 50, P 75, P 90, P 95, P 98

Die Abbildung 31 zeigt einen im mittleren Bereich flachen Verlauf der logarithmischen Summenkonzentrationsverteilung. Ab P 90 zeigt sich ein für Lognormalverteilungen typischer steilerer Anstieg. Die oberen Perzentilwerte P 95 und P 98 liegen auch bei den Einzelstoffkonzentrationen um ein Mehrfaches über dem 90. Perzentilwert.

Legt man eine Lognormalverteilung zugrunde, wie sie häufig für Schadstoffkonzentrationen in Umweltmedien angenommen wird, lässt sich die empirische Verteilung mit der theoretischen Verteilung anhand von Q-Q-Diagrammen vergleichen. Hierbei werden Quantilswerte der theoretischen Lognormalverteilung als Funktion der Quantilswerte der beobachteten Verteilung abgebildet. Handelt es sich bei der beobachteten Verteilung um eine Lognormalverteilung, sollten die Funktionswerte auf einer Geraden liegen. Ist dies nicht der Fall, weist dies auf eine Abweichung von der Lognormalverteilung hin.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen zwei exemplarische Q-Q-Diagramme.

Q-Q-Diagramm für 1-Butanol

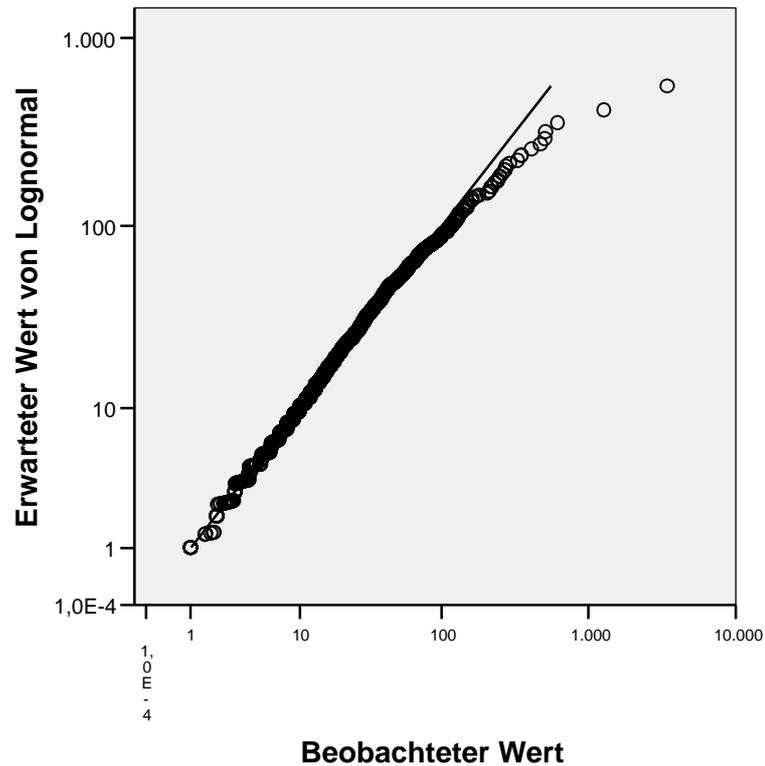


Abbildung 32: Logarithmiertes Q-Q-Diagramm für 1-Butanol

Der in Abbildung 32 dargestellte Verlauf des logarithmierten Q-Q-Diagramms für 1-Butanol ist typisch für den überwiegenden Teil der betrachteten Stoff- und Summenkonzentrationen. Der größte Teil der Werte ($n \approx 2000$) liegt auf dem unteren Teil der Geraden und weicht kaum von dieser ab. Lediglich im oberen Teil haben einige Quantile teilweise deutlich höhere Werte als der nach Lognormalverteilung erwartet. Diese Abweichung betrifft allerdings nur einen vergleichsweise kleinen Teil der Verteilungswerte, in diesem Fall weniger als 2%.

Q-Q-Diagramm von Formaldehyd

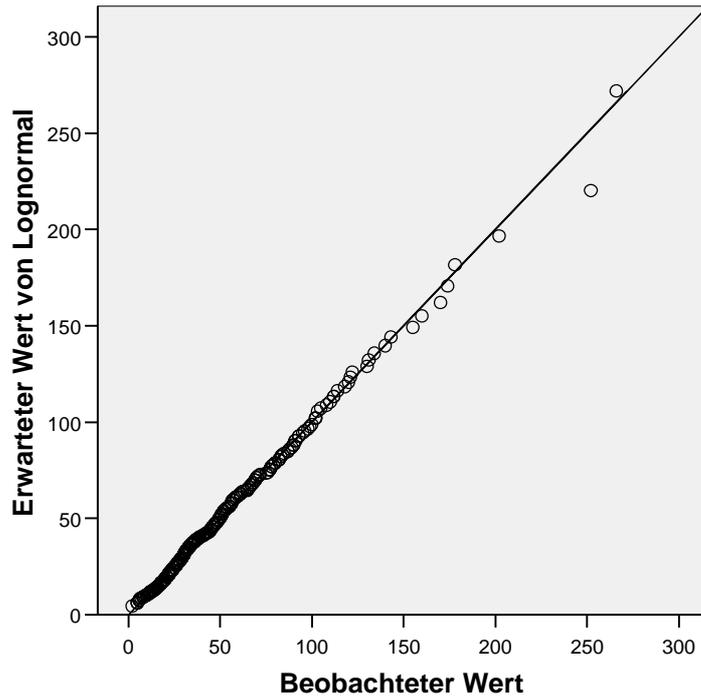


Abbildung 33: Q-Q-Diagramm für Formaldehyd

Im Gegensatz dazu wurde bei den Aldehyden, in Abbildung 33 exemplarisch für Formaldehyd, eine weitgehende Übereinstimmung der empirischen Werte mit den theoretischen Werten der Lognormalverteilung festgestellt. Die Konzentrationswerte für Formaldehyd zeichnen sich dadurch aus, dass keine extremen Spitzenwerte auftreten. Außerdem gibt es fast keine Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Für Formaldehyd kann aufgrund der Art und Vielfalt der Quellen eine ubiquitäre Belastung angenommen werden.

6.3 Verknüpfung der Messergebnisse mit ausgewählten Gliederungsmerkmalen

6.3.1 Trends (Zeit)

Die folgenden Grafiken beschreiben den zeitlichen Trend einiger ausgewählter Stoffe und Stoffgruppen mit der Zeit zwischen 2002 und 2006.

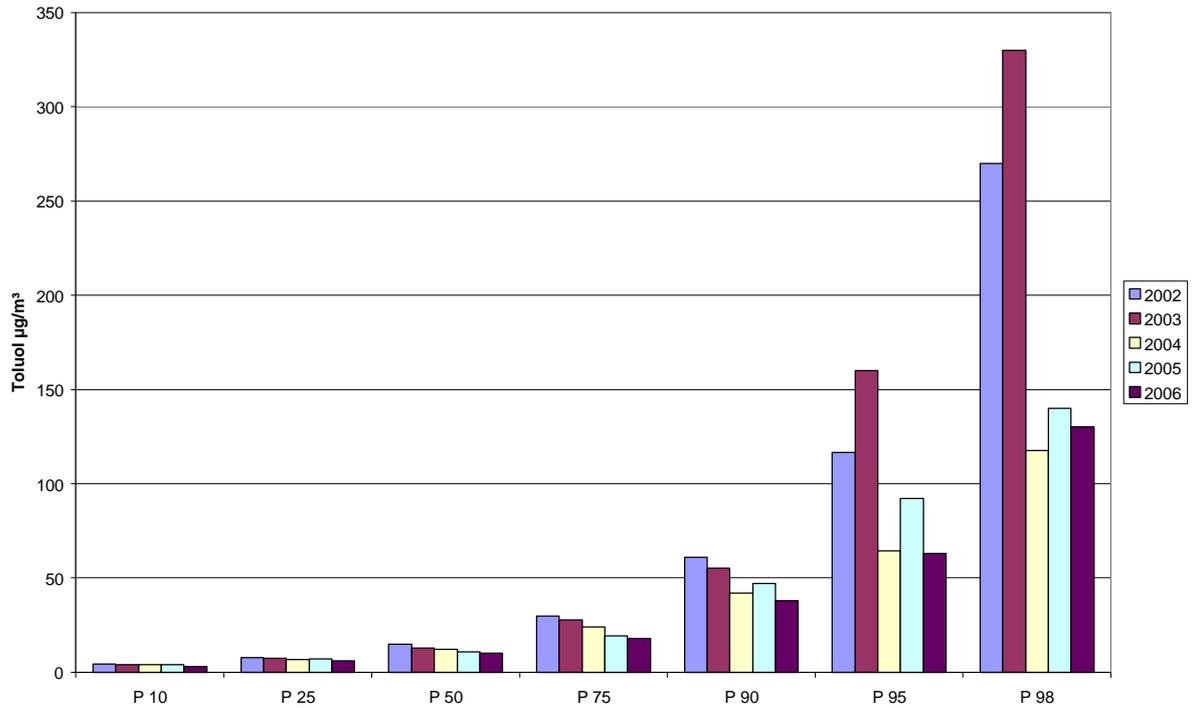


Abbildung 34: Veränderung der Perzentile für Toluol in den Jahren 2002 bis 2006

Der allgemein bekannte Trend der abnehmenden Toluolkonzentrationen mit der Zeit lässt sich auch in dem relativ kurzen Messzeitraum von fünf Jahren klar nachvollziehen

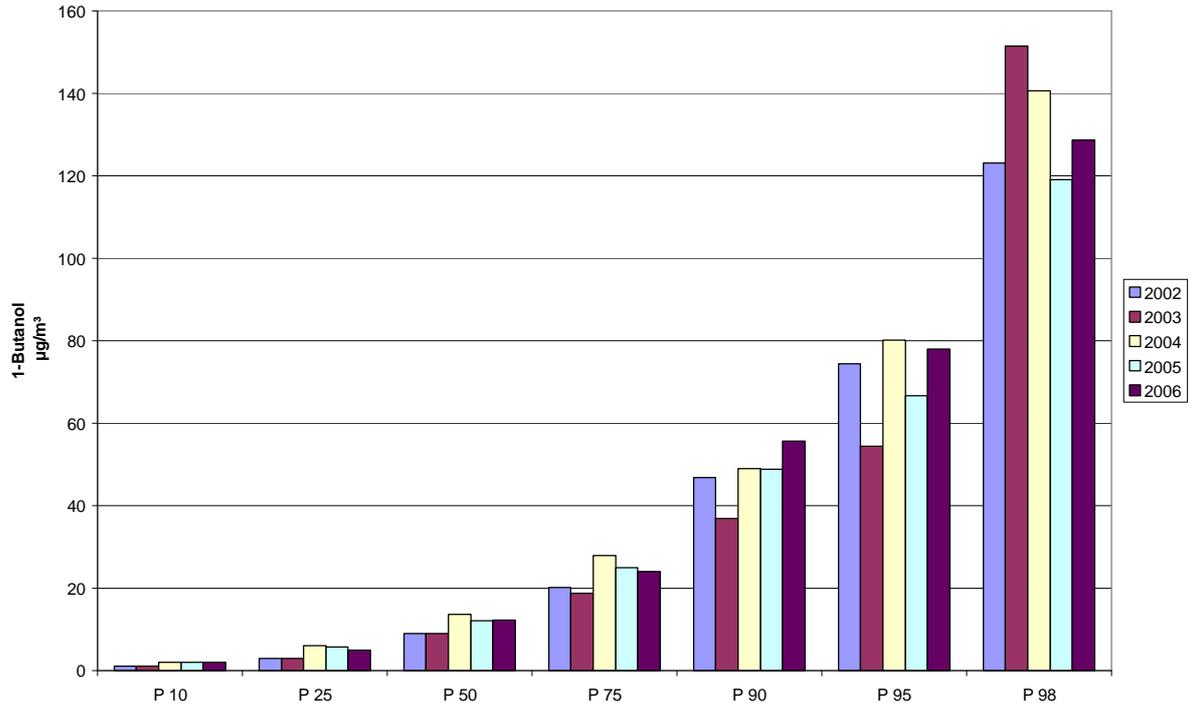


Abbildung 35: Veränderung der Perzentile für 1-Butanol in den Jahren 2002 bis 2006

1-Butanol verzeichnet in den letzten fünf Jahren einen leichten Anstieg der mittleren Perzentilwerte.

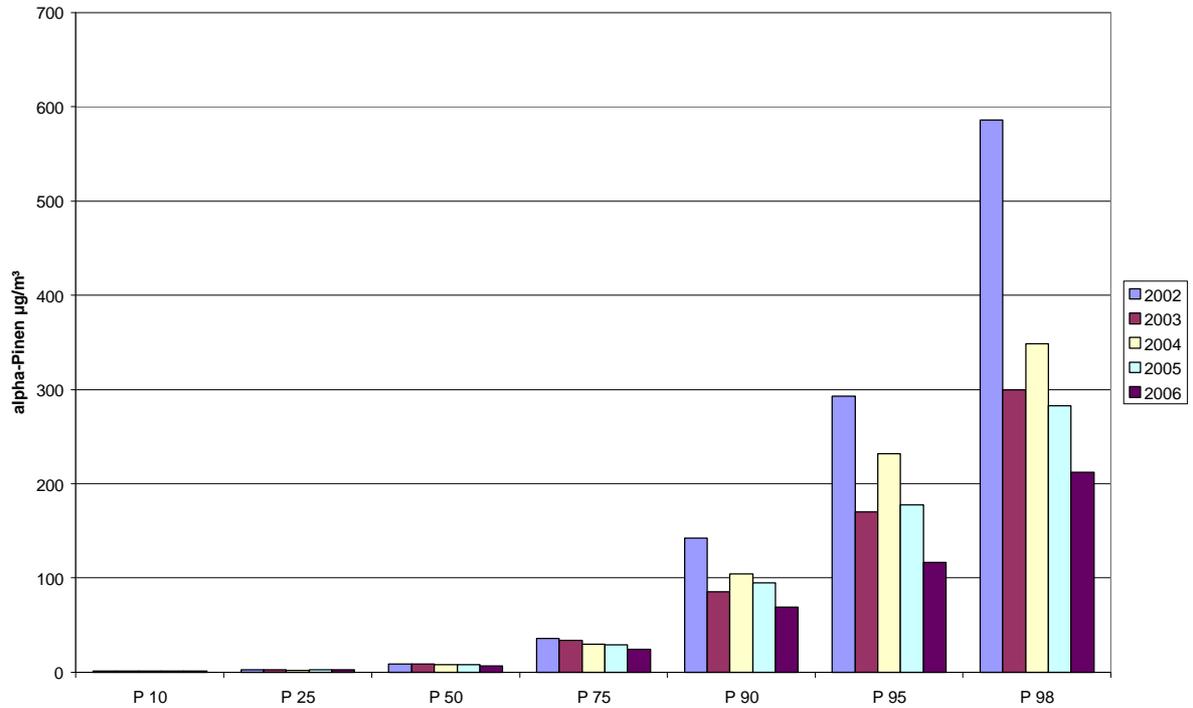


Abbildung 36: Veränderung der Perzentile für α -Pinen in den Jahren 2002 bis 2006

α -Pinen hat im Messzeitraum deutlich abgenommen. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch der Terpenkohlenwasserstoff Limonen.

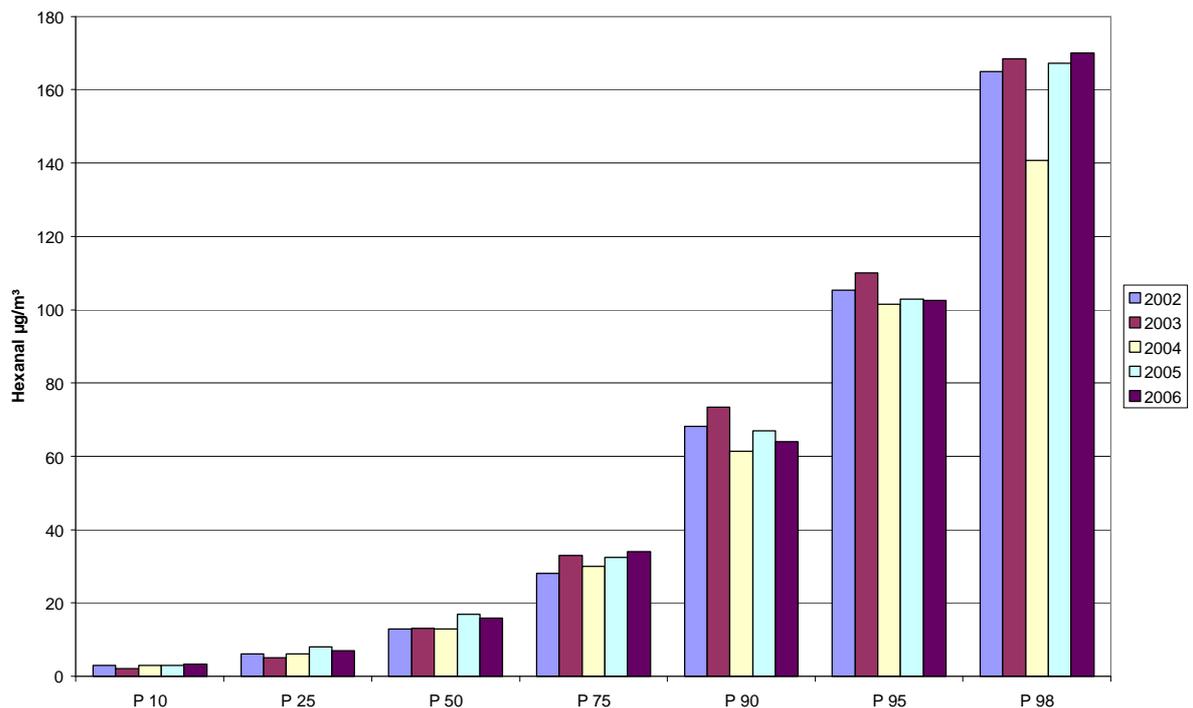


Abbildung 37: Veränderung der Perzentile für Hexanal in den Jahren 2002 bis 2006

Hexanal hat in den oberen Perzentilbereichen nicht mehr nennenswert zugenommen.

Was sich bei den Einzelstoffen andeutet, wird bei den Summenwerten weitgehend bestätigt. Bei den Summen der sogenannten VDI-Stoffe findet sich folgendes Bild:

Die Summe der Aromaten zeigt mit der Zeit eine abnehmende Tendenz, es gibt also wahrscheinlich keine reine Verschiebung innerhalb der Aromaten zu den Hochsiedern.

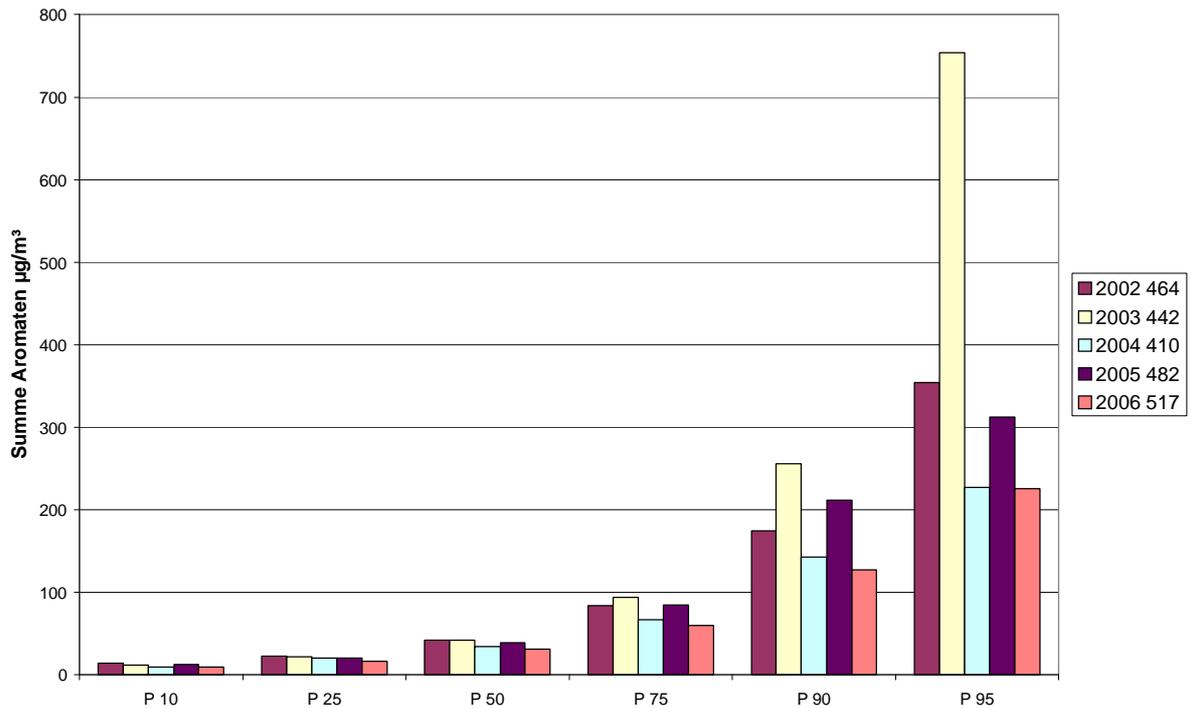


Abbildung 38: Veränderung der Perzentile für die Summe der Aromaten (nach vocdb IB) in den Jahren 2002 bis 2006 (mit Angabe der Stichprobengröße hinter der Jahreszahl)

Bei der Summe der Alkohole bestätigt sich die Tendenz zu höheren Werten. Die Gruppe der Alkohole steigt am stärksten von allen untersuchten Substanzgruppen.

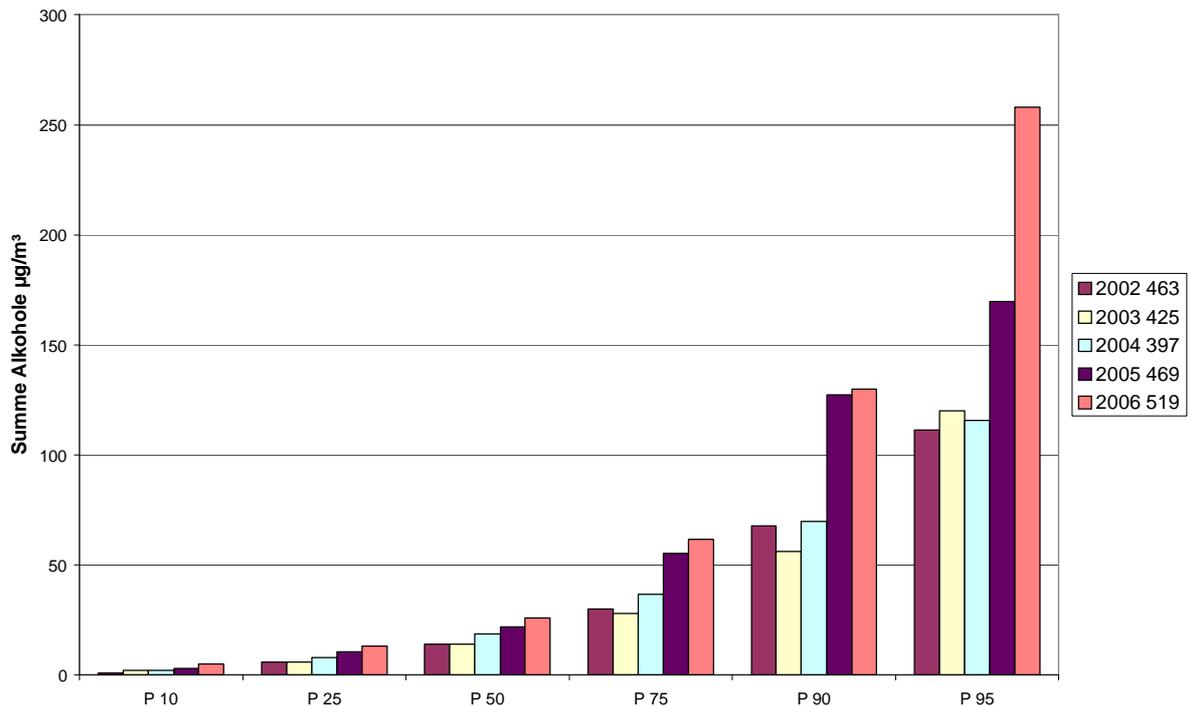


Abbildung 39: Veränderung der Perzentile für die Summe der Alkohole (nach vocdb IB) in den Jahren 2002 bis 2006 (mit Angabe der Stichprobengröße hinter der Jahreszahl)

6.3.2 Einfluss der Methode

Es soll der Versuch unternommen werden, anhand von Abfragen aus der Datenbank Unterschiede der verschiedenen Messmethoden herauszuarbeiten. Verglichen werden die Thermodesorptionsmethode (TDS) mit Lösemitteldesorptionsmethoden (LDS) und zum Teil auch mit Nachweisen über Sammlung auf imprägniertem Silikagel (DNPH) oder auf XAD-Harzen (XAD).

Median und geometrischer Mittelwert sollten im Mittelpunkt der Betrachtung stehen. Arithmetische Mittelwerte sind stark von den Extremwerten einer Verteilung abhängig und deshalb nicht besonders aussagekräftig.

Die Auswertungen zeigen eine Auswahl von Stoffen aus den verschiedenen Stoffgruppen, die aus der praktischen Erfahrung problematisch sein könnten oder wo sich Unterschiede in einer Größenordnung von > 30 % bei den Medianen oder den geometrischen Mittelwerten zeigen.

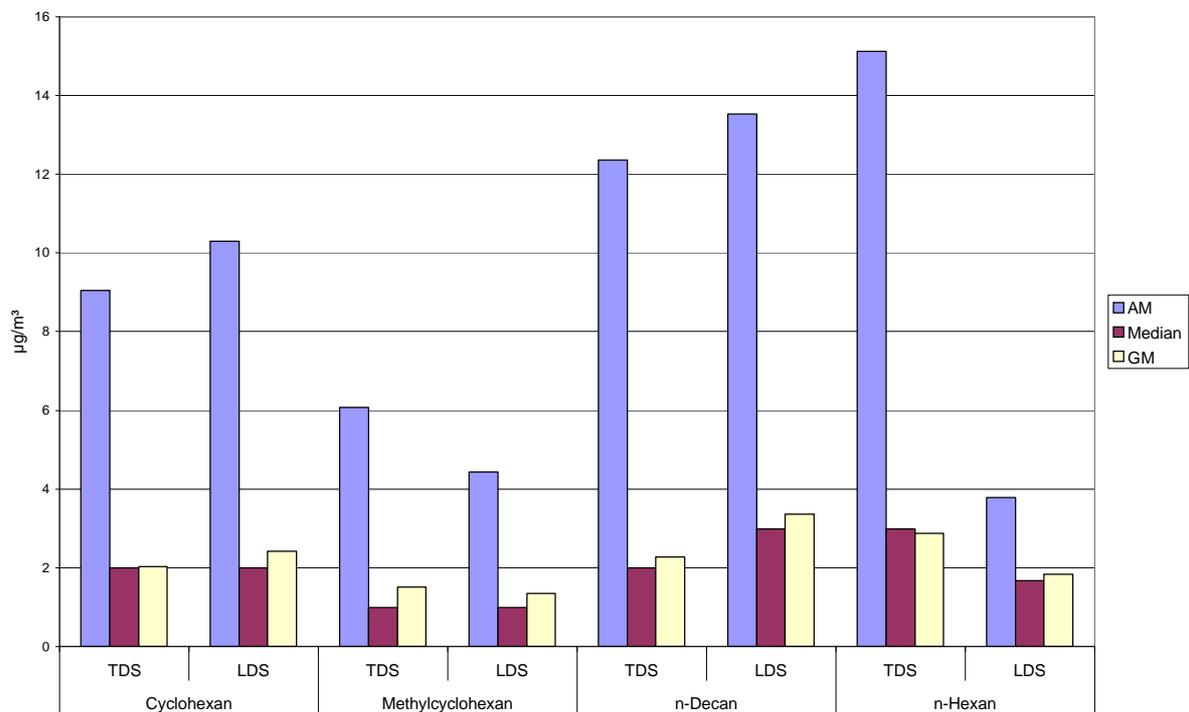


Abbildung 40: Methodenvergleich TDS und LDS für ausgewählte Alkane

Cyclohexan und Methylcyclohexan werden zuverlässig von TDS- und LDS-Methoden abgebildet. Bei n-Decan und beim Undecan (ohne Abbildung) zeigen LDS-Methoden tendenziell höhere, bei n-Hexan niedrigere Werte als TDS-Methoden.

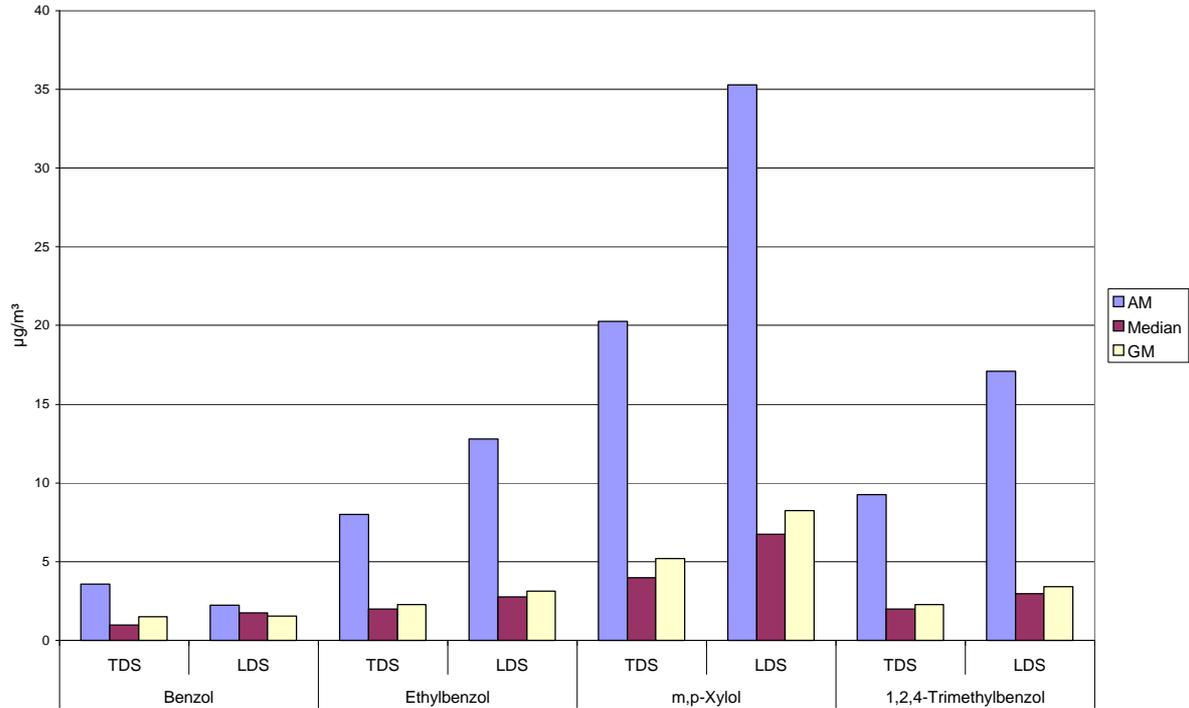


Abbildung 41: Methodenvergleich TDS und LDS für ausgewählte Aromaten 1

Benzol, Ethylbenzol und 1,2,4-Trimethylbenzol werden befriedigend mit TDS- und LDS-Methoden bestimmt. m,p-Xylol liefert bei Lösemitteldesorption höhere Ergebnisse.

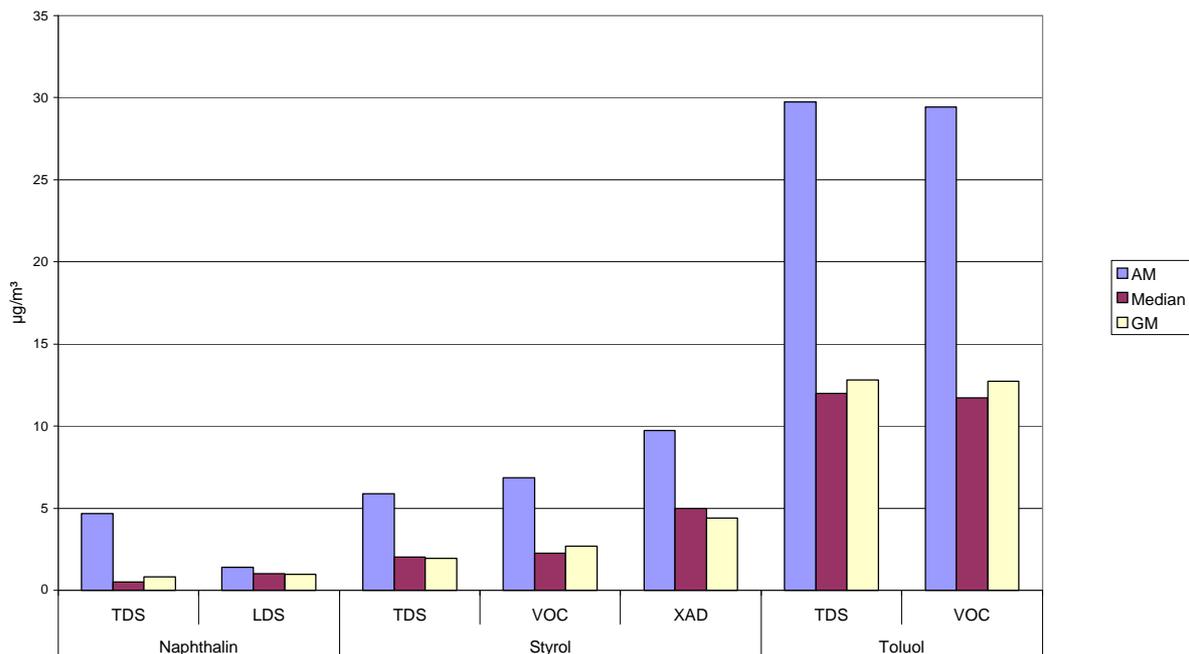


Abbildung 42: Methodenvergleich TDS, LDS und XAD für ausgewählte Aromaten 2

Unterschiede der Ergebnisse aufgrund unterschiedlicher Messmethoden sind für Naphthalin und Styrol unerwartet gering. Lediglich zeigt die Messung von Styrol mit XAD erhöhte Werte. Dies kann aber auch mit der geringen Fallzahl von nur 49 Datensätzen zusammenhängen.

Toluol, bei dem es oft Blindwerte bei der TDS gibt, zeigt eine zufrieden stellende Übereinstimmung.

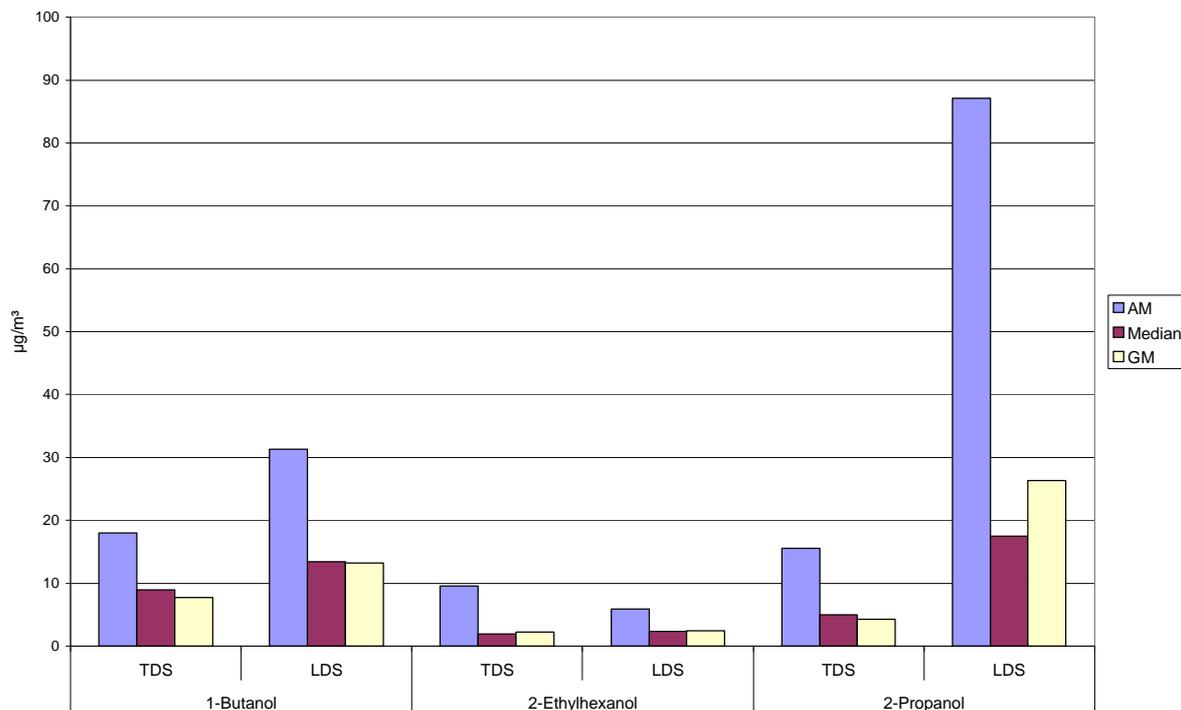


Abbildung 43: Methodenvergleich TDS und LDS für ausgewählte Alkohole

1-Butanol wird etwas, 2-Propanol wird mit LDS-Methoden eindeutig mit höheren Werten nachgewiesen, während 2-Ethylhexanol gut übereinstimmt.

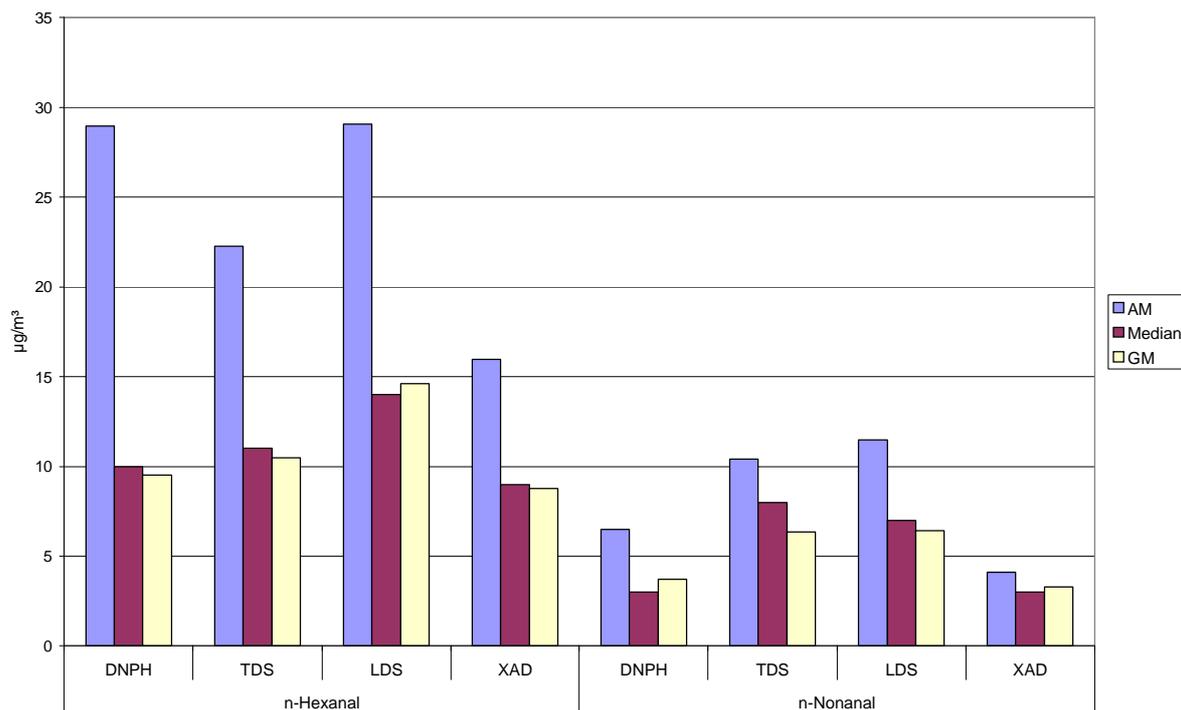


Abbildung 44: Methodenvergleich TDS, LDS und XAD für ausgewählte Aldehyde

Höhere Aldehyde können mit fünf verschiedenen Messmethoden bestimmt werden. Beim Hexanal stimmen DNPH und TDS gut überein, während die LDS- und Mischmethode ein-

deutig höhere Ergebnisse liefern. Nonanal wird mit DNPH geringer nachgewiesen als mit TDS oder LDS.

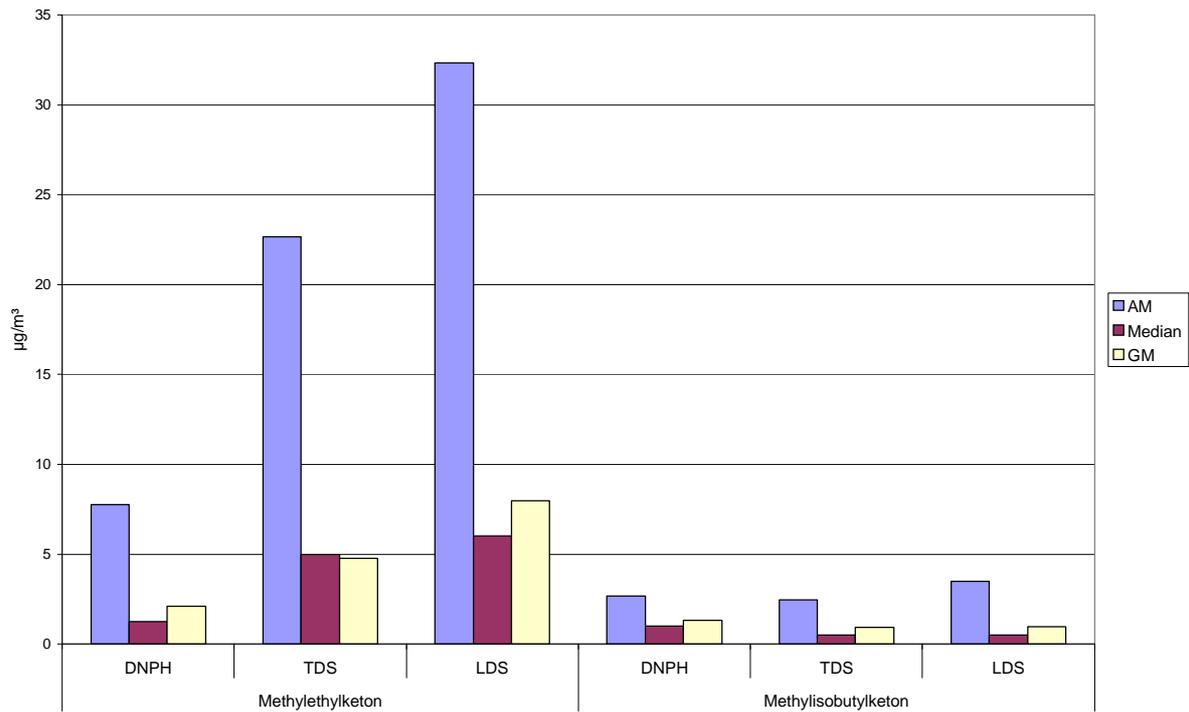


Abbildung 45: Methodenvergleich TDS und LDS für ausgewählte Ketone

Methylethylketon (MEK) zeigt eine starke Abhängigkeit der Ergebnisse von der jeweiligen Messmethode, Methylisobutylketon (MIBK) dagegen nicht.

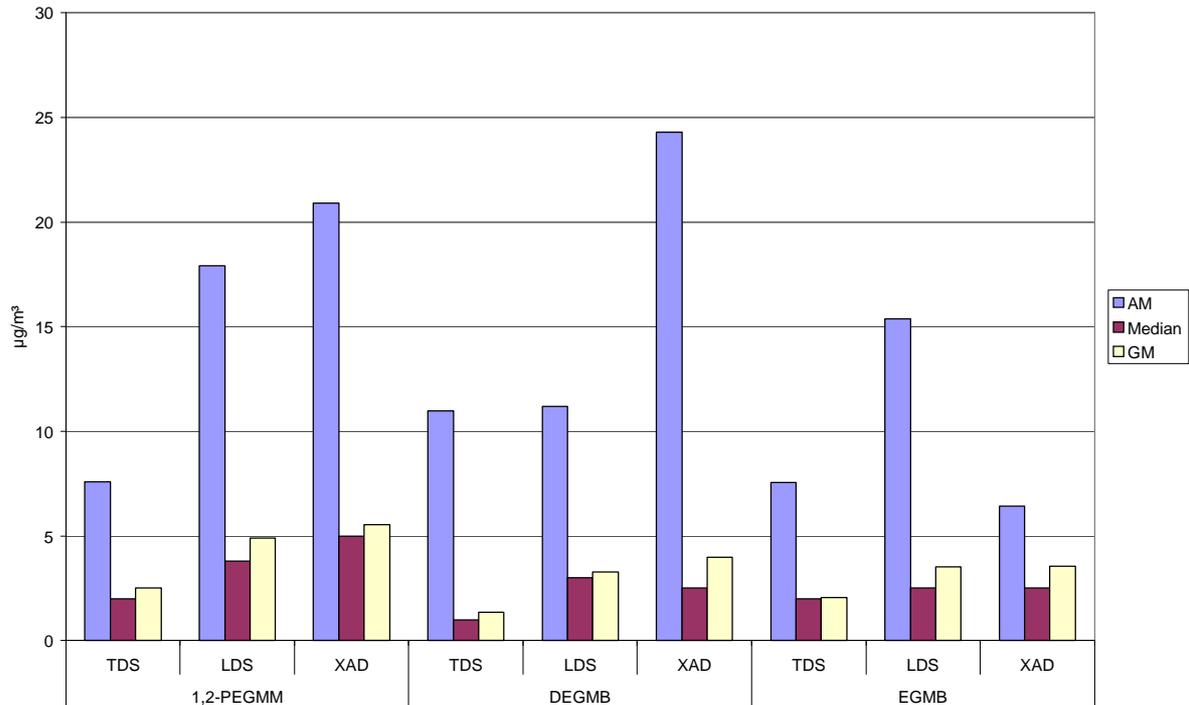


Abbildung 46: Methodenvergleich TDS, LDS und XAD für ausgewählte Ether

Bei den polaren Ethern der mehrwertigen Alkohole liefern LDS-Methoden tendenziell höhere Werte als TDS-Methoden.

6.3.3 Einfluss des QS-Verfahrens

Es gibt einige Substanzen, die eine ausgesprochen konzentrationsabhängige Wiederfindung bei Adsorptions- und Desorptionsprozessen zeigen. Dies liegt an nicht reversiblen Prozessen auf dem Sorptionsmaterial. Bis zu spezifischen Grenzbeladungen des Trägermaterials wird der Stoff irreversibel an das Trägermaterial gebunden. Bei geringen Raumluftkonzentrationen entstehen so massive Minderbefunde. Dieses Problem kann durch konzentrationsabhängige Korrekturen der Wiederfindung umgangen werden.

Unter den Abfragen zur Qualitätssicherung war auch die Frage, ob die Wiederfindungsraten einzelner Stoffe konzentrationsabhängig bestimmt wurden oder nicht.

An zwei aus messtechnischer Sicht besonders sensiblen Stoffen, dem Styrol und dem Naphthalin, soll versucht werden, ob sich die Korrektur der Wiederfindungsraten in den Messwerten widerspiegelt.

Im Mann-Whitney-Test gibt es folgende Ergebnisse:

Tabelle 22: Gruppierungen einiger Stoffe mit und ohne Korrektur der Wiederfindung

Stoff	Anzahl Messungen	Mittlerer Rang	asymptotische Signifikanz
Styrol ohne konz. Wiederfindung	1149	1053	0,000
Styrol mit konz. Wiederfindung	1177	1271	
Naphthalin ohne konz. Wiederfindung	742	779	-0,0023
Naphthalin mit konz. Wiederfindung	873	832	

Tabelle 22 zeigt die mittleren Rangzahlen im Mann-Whitney-Test für die Substanzen Styrol und Naphthalin, die erwiesenermaßen eine konzentrationsabhängige Wiederfindungsrate zeigen. Die Abweichungen der mittleren Rangzahlen sind beim Styrol und – etwas schwächer beim Naphthalin – signifikant, aber nicht hoch. Ein möglicher Einfluss verschiedener Bestimmungsgrenzen, die in die Messungen eingegangen sind, konnte hier nicht beachtet werden.

An einigen Einzelstoffen soll aufgezeigt werden, ob die Qualitätseinstufung der Messung einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Der Median und das geometrische Mittel von fünf Einzelstoffen wurden herausgegriffen. Die Anzahl der Datensätze entspricht etwa dem Mittelwert aus Kapitel 5.5, das heißt die Kategorie „niedrig“ kommt nur etwa in 7% der Fälle vor. In der folgenden Abbildung kann man erkennen, dass es zwar Unterschiede zwischen den verschiedenen Qualitätsniveaus gibt, dass aber keine einheitlichen Tendenzen abzuleiten sind.

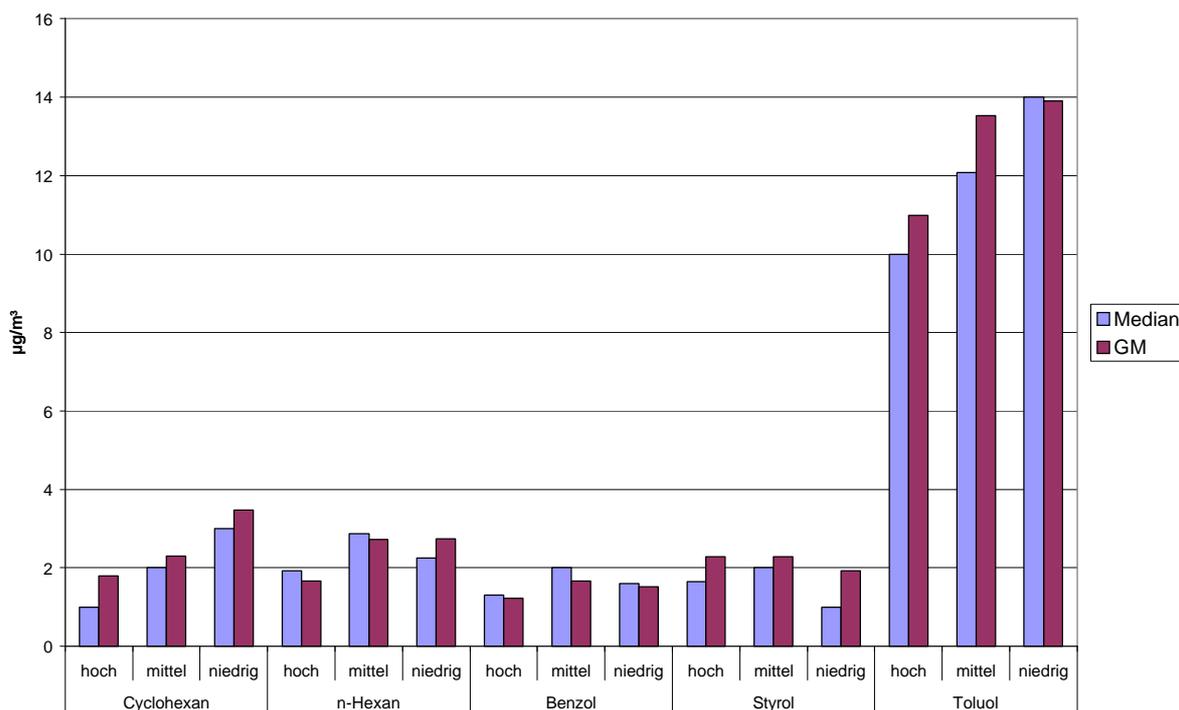


Abbildung 47: Einfluss der Qualitätsklassen auf Messergebnisse

Cyclohexan und Toluol zeigen sichtbare Änderungen der Mediane und der geometrischen Mittelwerte von den Qualitätsklassen. Beim Benzol (Blindwertproblematik bei der TDS) und beim Styrol (konzentrationsabhängige Wiederfindung bei LDS) sind dagegen keine nennenswerten Unterschiede feststellbar. Es wurden bewusst analytisch „einfache“ und „schwierige“ Substanzen ausgesucht. Das „einfache“ Toluol zeigt viel stärkere Schwankungen als das „schwierige“ Styrol.

6.3.4 Einfluss der Zeit nach Renovierung oder Neubau

Bei der Betrachtung möglicher Einflussfaktoren kommt dem zeitlichen Abstand zu Renovierungsmaßnahmen eine sehr wesentliche Bedeutung zu. Bereits bei der Auswertung der Merkmale „Untersuchungsziel“ und „Anlass“ wurde deutlich, dass die Teilstichproben mit einem hohen Anteil an frisch renovierten Gebäuden gegenüber den übrigen Gruppen höhere Rangziffern aufweisen, so dass Effekte der Kategorien „Ziele“ oder „Anlässe“ von dem Einflussfaktor „Renovierung wann“ überlagert wurden. Um die Unterschiede zwischen den verschiedenen Teilgruppen je nach Dauer der Zeit nach Renovierungs- oder Neubaumaßnahmen zu überprüfen, wurden nichtparametrische Tests (Mann-Whitney U-Test und Kruskal-Wallis H-Test) durchgeführt. Anhand dieser Tests wurden für eine Vielzahl von Stoffen signifikante Unterschiede je nach Zeitpunkt der Maßnahme festgestellt.

Dass nach der Durchführung von Renovierungs- oder Neubaumaßnahmen erhöhte VOC-Gehalte in der Raumluft auftreten, ist nahe liegend, da in der Regel eine Vielzahl von Produkten mit einem erhöhten VOC-Emissionspotenzial verwendet werden.

Dennoch stellt sich die Frage, für welche Stoffe diese Annahme gilt? Nicht alle Substanzen sind neubau- oder renovierungstypisch. Auch in neu erstellten Räumen wurden teilweise sehr niedrige VOC-Konzentrationen festgestellt. Wie stark beeinflusst die Art der Renovierung das vorgefundene Stoffspektrum? Wie stellt sich der zeitliche Verlauf der Belastung dar (Abklingverhalten, Phasen des Konzentrationsanstiegs)? Wann treten Konzentrationsspitzen auf?

In den folgenden Abbildungen werden exemplarisch die Perzentile 50, 75, 90 und 95 für einige der untersuchten Stoffe für die gesamte Stichprobe und die Teilgruppen je nach Zeitdauer der Messung nach der Renovierungs- oder Neubaumaßnahme dargestellt. Die jeweiligen Stichprobengrößen der gesamten Gruppe und der Teilgruppen sind in Klammern angegeben.

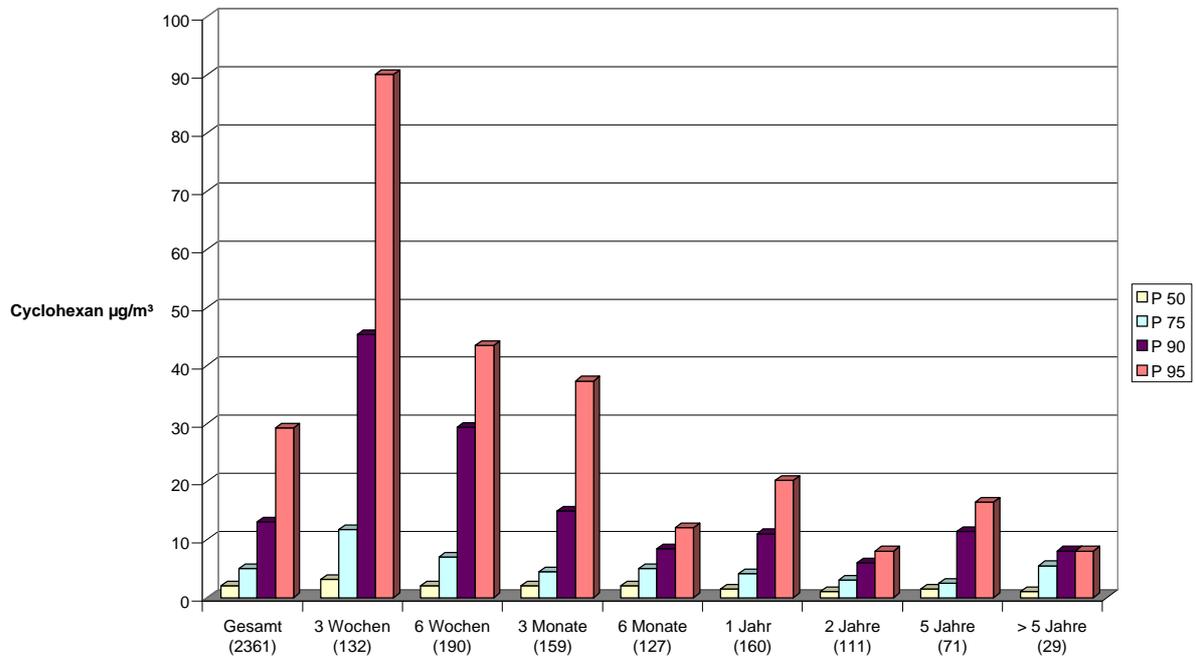


Abbildung 48: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für Cyclohexan

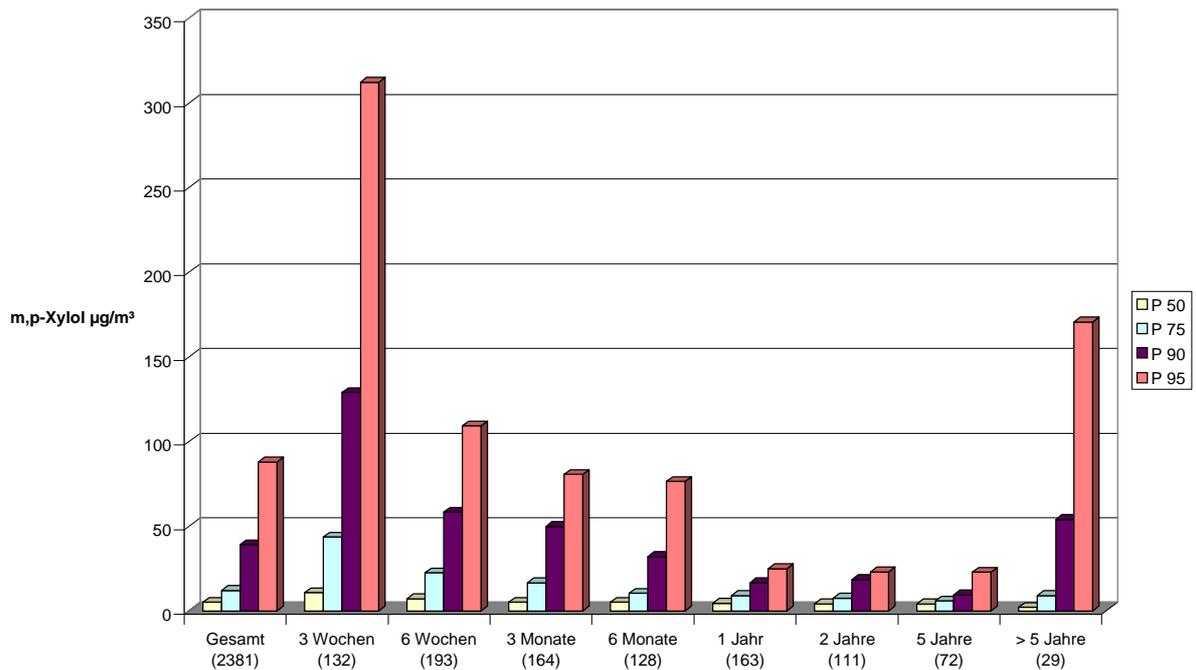


Abbildung 49: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für m,p-Xylol

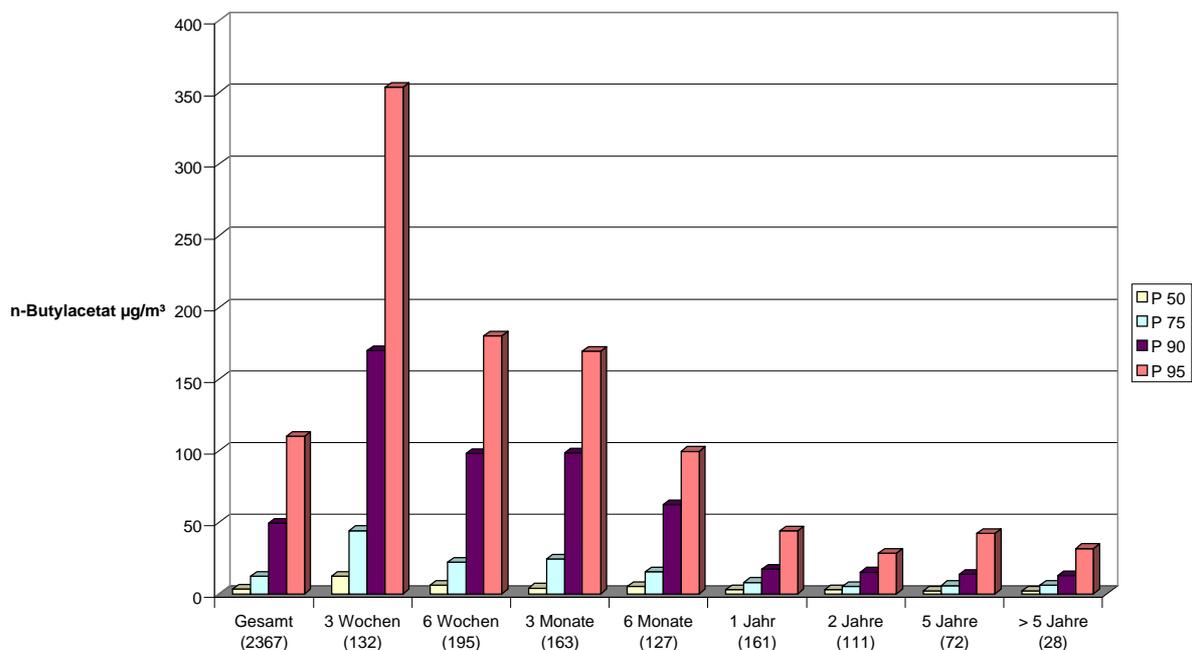


Abbildung 50: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für n-Butylacetat

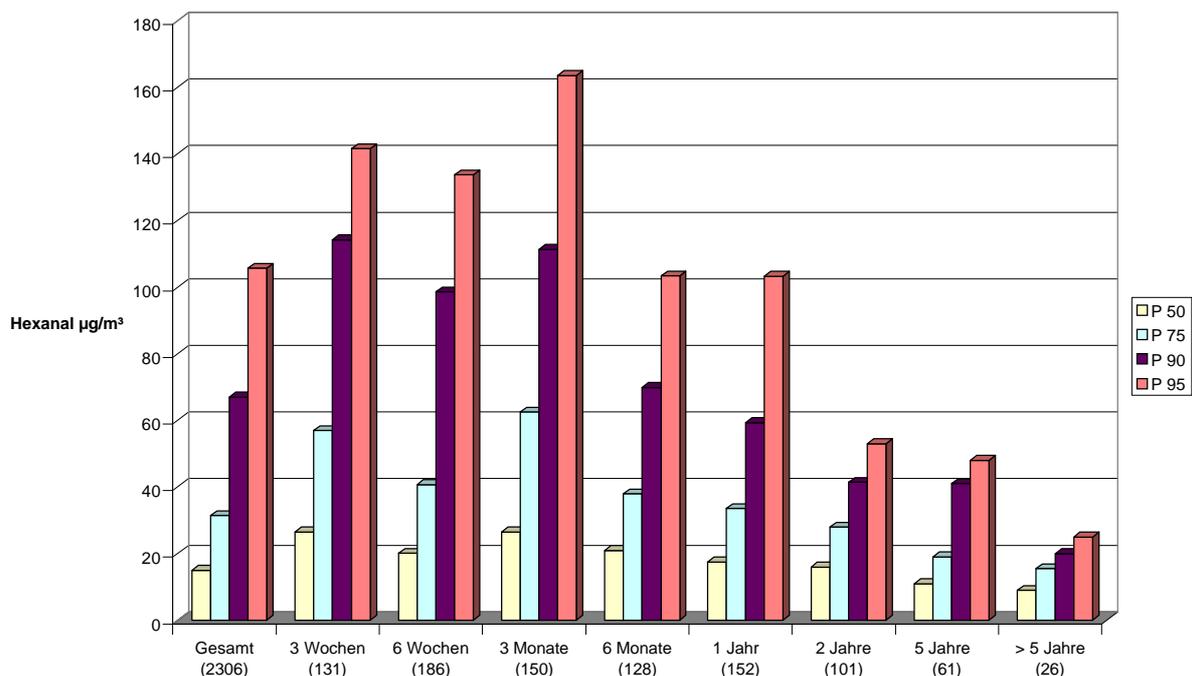


Abbildung 51: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für Hexanal

Während die vorangegangenen Abbildungen einen starken Konzentrationsrückgang bei den Teilgruppen in den ersten Monaten nach der Maßnahme zeigen, wird in den folgenden Abbildungen deutlich, dass bei einigen Stoffen die Perzentile der Stichprobe in unmittelbarer

zeitlicher Nähe zwischen Maßnahme und Messung kaum höhere oder sogar niedrigere Werte zeigen, als Messungen, die längere Zeit nach der Maßnahme durchgeführt wurden.

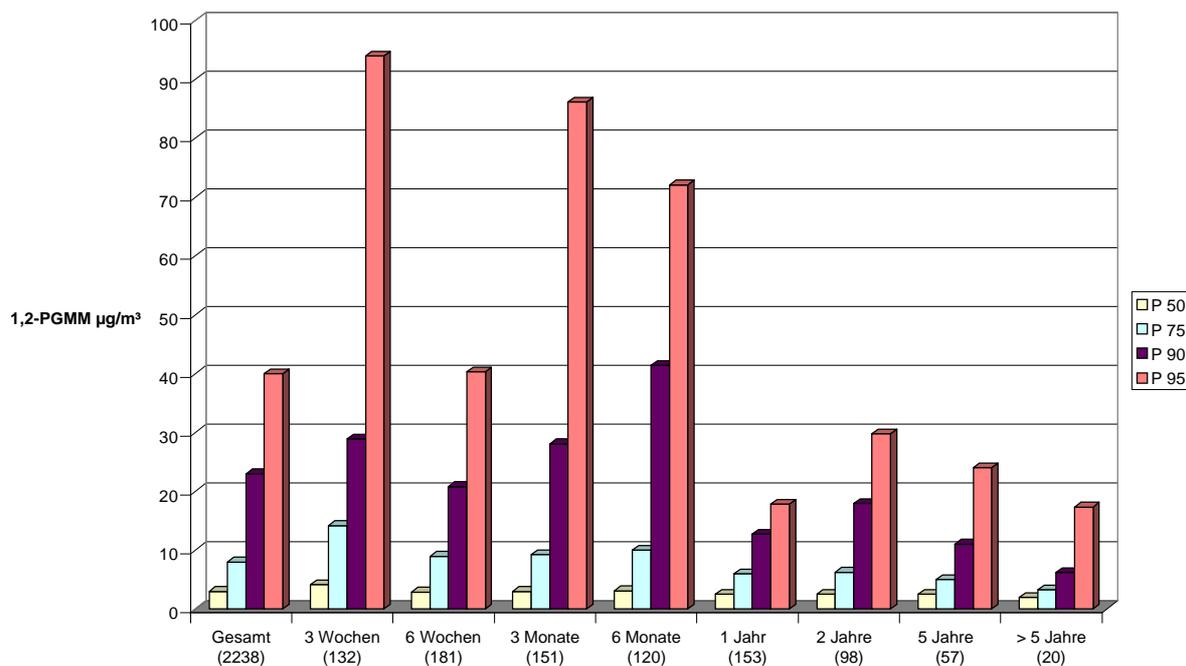


Abbildung 52: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für 1,2-Propylenglykolmonomethylether (1,2-PGMM)

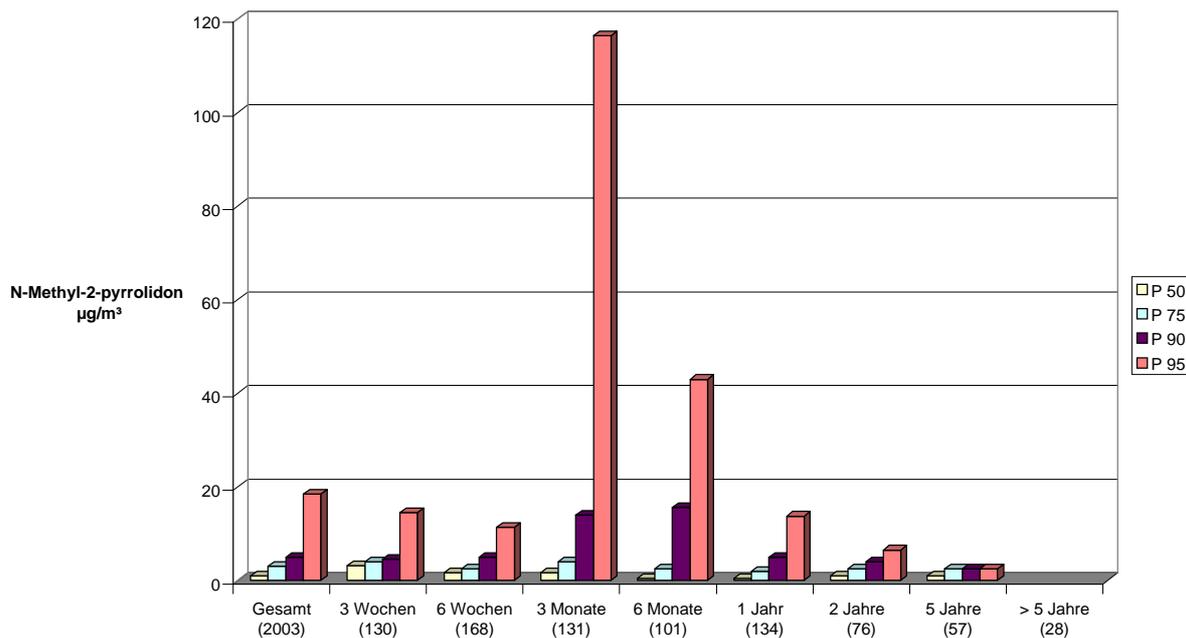


Abbildung 53: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für N-Methyl-2-pyrrolidon

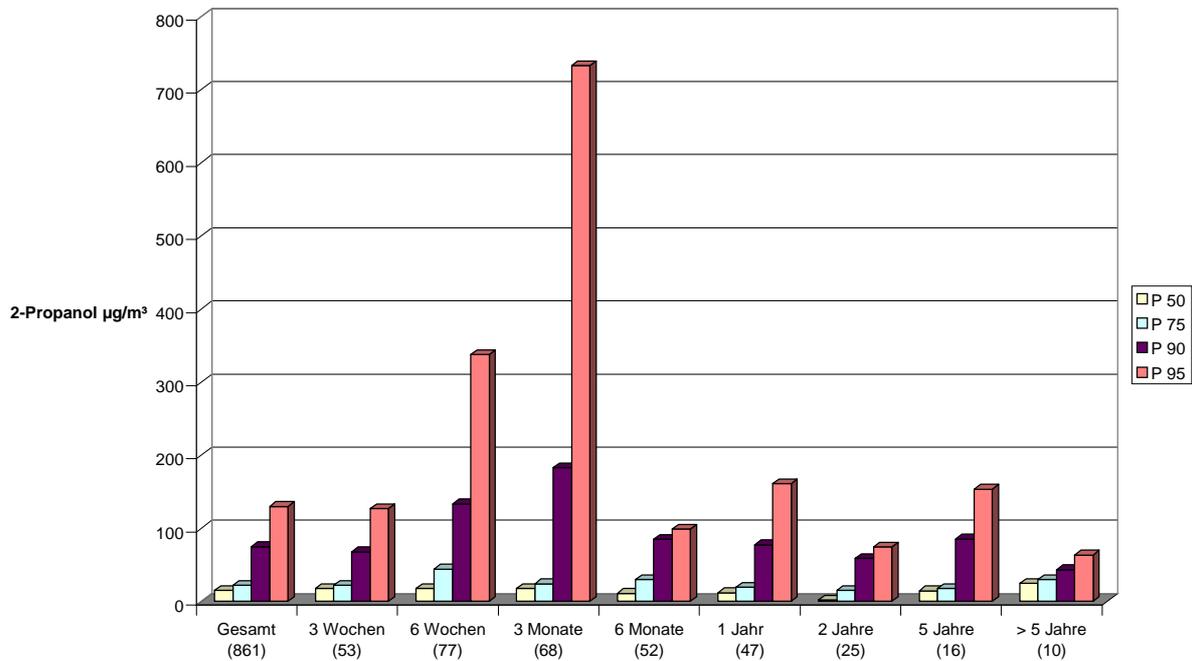


Abbildung 54: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für 2-Propanol

Bei einigen Substanzen, wie zum Beispiel Limonen, Formaldehyd und 2-Ethyl-1-hexanol, sind die Unterschiede zwischen den Teilgruppen gering, ein nennenswerter Abfall der Perzentilwerte mit der Zeit nach Renovierung ist nicht feststellbar.

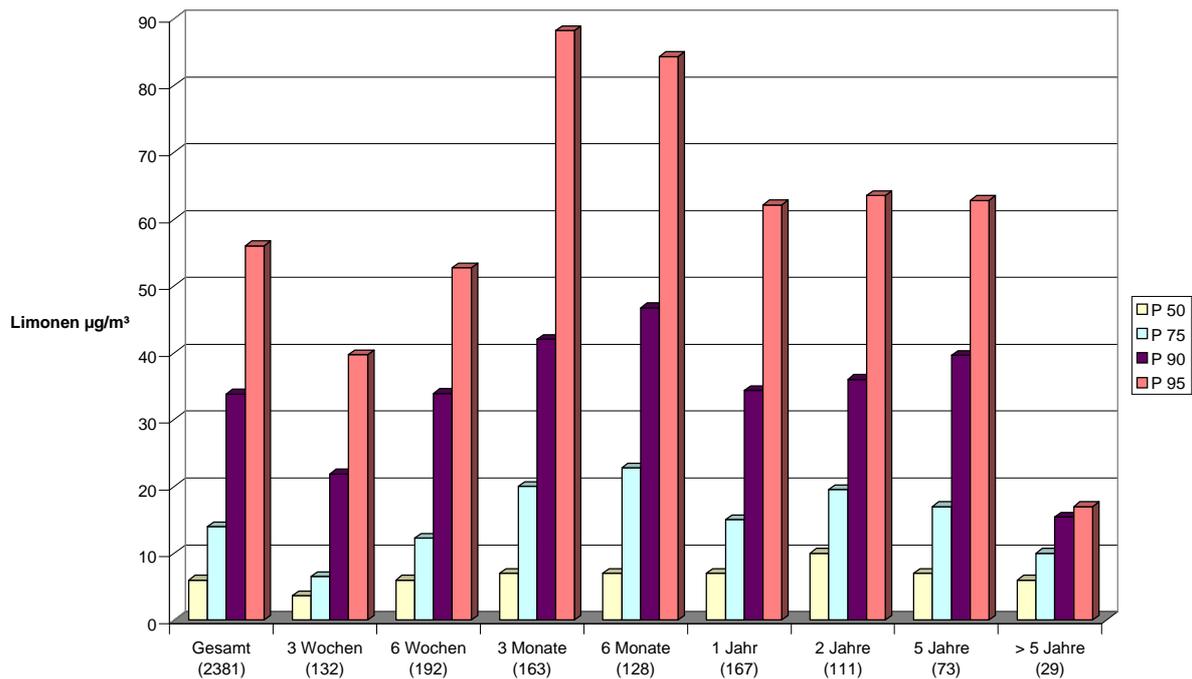


Abbildung 55: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für Limonen

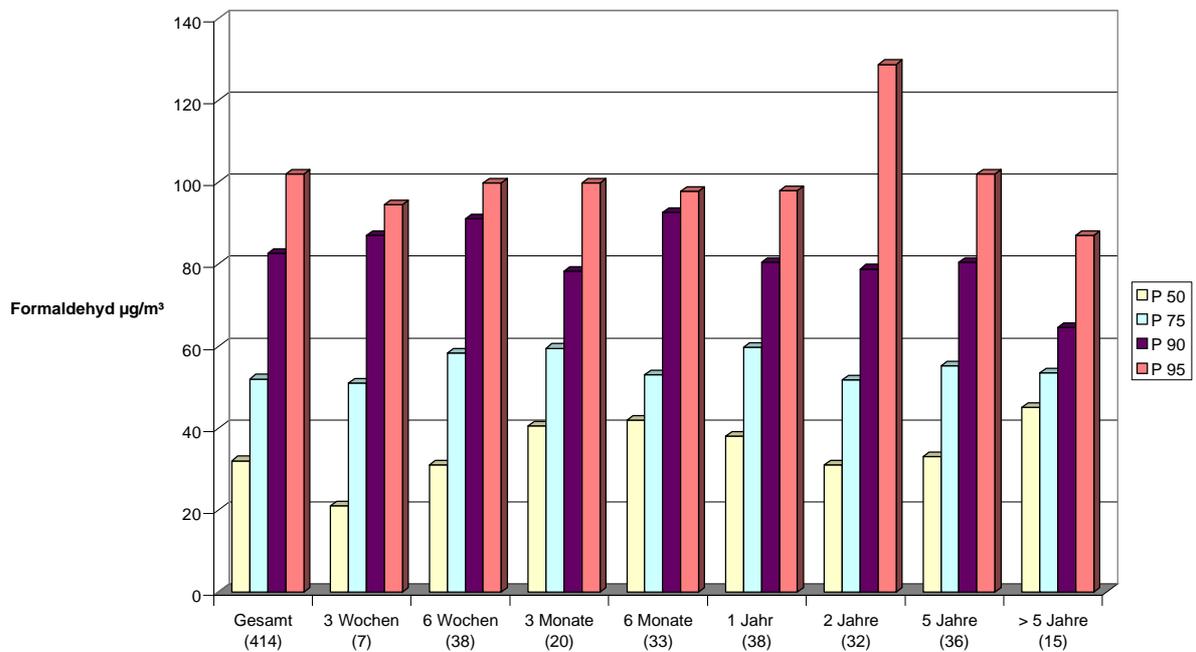


Abbildung 56: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für Formaldehyd

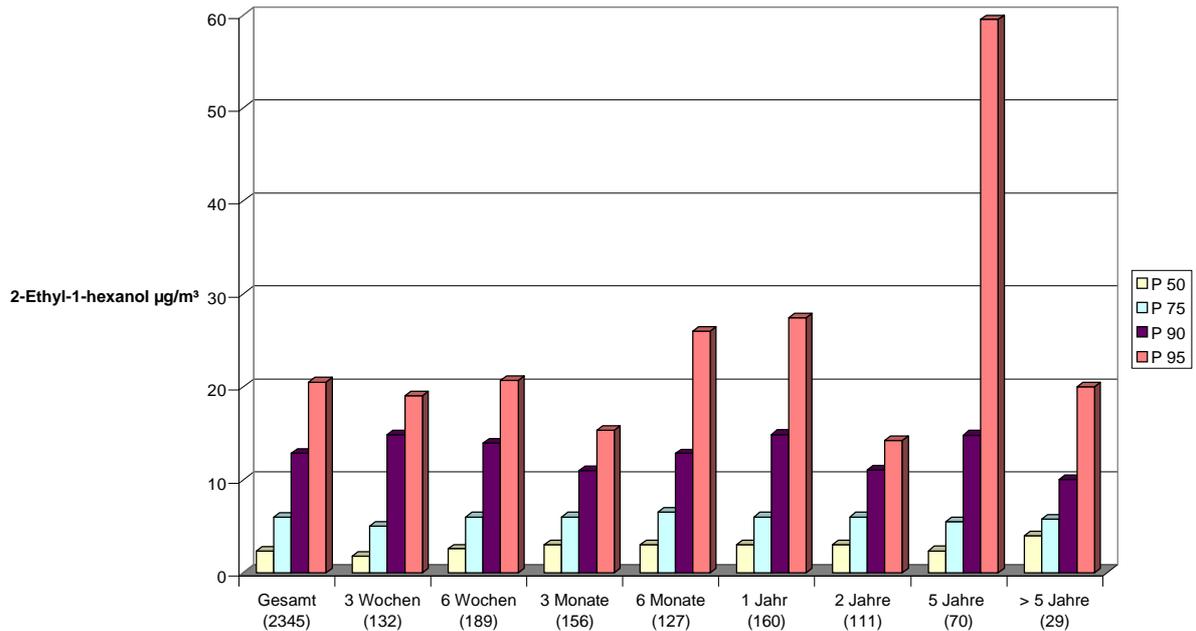


Abbildung 57: Perzentile der Teilgruppen für die Zeit nach Renovierung oder Neubau für 2-Ethyl-1-hexanol

7. Diskussion

7.1 Auswahl und Zusammensetzung Stichprobe

Da alle Daten retrospektiv erhoben wurden, war kein Einfluss auf die frühere Datenerhebung und Dokumentation möglich. Ein den Fragestellungen des Vorhabens angepasstes einheitliches Studiendesign war somit nicht vorab festlegbar. Die untersuchte Stichprobe zeichnet sich daher u.a. durch ihre Inhomogenität aus, was einerseits die Auswertung erschwert, aber auch eine sehr differenzierte Betrachtungsweise von Teilstichproben ermöglicht.

Anhand der erhobenen Begleitinformationen kann das Datenkollektiv in vielerlei Hinsicht sehr detailliert beschrieben und ausgewertet werden. Es ist auch anzunehmen, dass das untersuchte Datenkollektiv typisch für das Auftragspektrum anlassbezogener Messungen ist. Ebenso sind die Untersuchungsmethoden, Prüfstrategien und Stoffe typisch für die Untersuchungslabore.

Anlassbezogene Messungen werden nicht zwingend aufgrund von Beschwerden durchgeführt. Ein weiterer bedeutender Anlass neben Beschwerden aufgrund von Gerüchen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen ist die Erfolgskontrolle nach der Durchführung von Baumaßnahmen (Abnahmemessung/Freimessung). Diese Messungen stellen im Grunde eine eigene Untergruppe in der Gesamtstichprobe dar (siehe auch Tabelle 28).

Die Auswahl der Stichprobe ist nicht repräsentativ für die Bevölkerung der BRD und die untersuchten Innenräume sind nicht repräsentativ für den Gebäudebestand der BRD. Der Anteil privat genutzter Wohnräume liegt bei 29 %. Massive Geschossbauweise in städtischen Zentren dominiert die Zusammensetzung der Gebäude. Raucherhaushalte sind mit 5 % deutlich unterrepräsentiert (bei einem großen Anteil fehlender Angaben). Die regionale Verteilung der Untersuchungsorte ist extrem ungleichmäßig.

Dennoch können anhand von Vergleichen mit anderen Untersuchungen, zum Beispiel repräsentativen Untersuchungen, Rückschlüsse auf die Vergleichbarkeit und damit Übertragbarkeit der Ergebnisse gezogen werden.

7.2 Kenndaten für Einzelstoffe

In den Tabellenblättern „Kenndaten Einzelstoffe“ im Anhang 11.5 sind Kenndaten für über 300 Einzelstoffe aufgeführt. Problematisch in der Berechnung und Darstellung der Kenndaten ist das Vorliegen einer hohen Anzahl von Messungen unterhalb der BG, unterschiedlicher Bestimmungsgrenzen pro Stoff und nicht bekannter Bestimmungsgrenzen für die Stoffe, die oberhalb der BG nachgewiesen wurden. Für die Berechnung der statistischen Kennwerte der Einzelstoffe wurde der 0,5-fache Wert der jeweiligen BG für die Berechnung der Perzentilwerte eingesetzt. Zusätzlich wurden Unter- und Obergrenzen aufgrund der Höhe der Bestimmungsgrenzen für die Perzentile (P 10, 25, 50, 75, 90, 95 und 98) ermittelt. Die angegebenen Spannen gewährleisten eine sichere Abgrenzung gegenüber höheren Bestimmungsgrenzen und niedrigeren exakt gemessenen Konzentrationen. Zukünftig sollten vorab Mindestschwellen für die Bestimmungsgrenzen pro Stoff und Verfahren einheitlich festgelegt werden.

In der Tabelle „Kenndaten Einzelstoffe“ sind alle gemessenen Substanzen unabhängig von der Anzahl der Untersuchungen von $N \geq 20$ bis N (Max) = 2433 angegeben. Die Reihenfolge der Substanzen erfolgte nach chemisch systematischen Merkmalen und nicht nach der Häufigkeit ihrer Untersuchung. Trotz der geringeren Aussagekraft statistischer Kenndaten bei geringen Fallzahlen bzw. ausschließlich Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenzen wurden nahezu alle Substanzen hier aufgeführt, um bei den Stoffen mit vergleichsweise geringer Anzahl an Messwerten zumindest Anhaltspunkte zum bisherigen Stand anzugeben.

7.3 Kenndaten für Summenparameter

In der Praxis werden häufig Summenwerte gebildet und verglichen ohne einheitliche Definition bzw. Festlegung und Vollständigkeit der Einzelkomponenten. Die Höhe der Summenwerte variiert je nach Vorgehensweise, Stoffumfang, Anzahl relevanter Stoffe, Berechnungsverfahren oder Berücksichtigung der Werte $< BG$.

Inzwischen hat sich das zu analysierende Stoffspektrum gegenüber den Stofflisten, der ECA (1997) und des VDI-4300:6 (2004) deutlich erweitert. Diese Änderungen spiegeln sich auch in der DIN ISO 16000-6 (2004) wider.

Wichtig für den Vergleich von Summenwerten ist vor allem die Umgehensweise mit den Werten unterhalb der BG. Dies gilt insbesondere in den unteren Konzentrationsbereichen, da hier ein Großteil der Konzentrationen unterhalb der BG liegt. Im Rahmen der gutachterlichen Bewertung werden bei der Summenbildung Substanzen unterhalb der BG in der Regel nicht berücksichtigt. Die Vorgehensweise insgesamt ist allerdings uneinheitlich. Im ersten Umwelt-Survey 85/86 werden die Substanzen kleiner BG mit dem 0,7fachen ihrer BG addiert. Hieraus ergeben sich deutlich höhere P 10 und P 50 Konzentrationen für die Gruppen- und Gesamt-Summenkonzentrationen. Bei 286 Einzelkomponenten, von denen bei ca. 90 % das 10. Perzentil der Verteilung unterhalb der BG liegt und bei etwa 50 % auch der Median kleiner als die BG ist, würde sich dieses Vorgehen sehr entscheidend auf die Höhe der Summenwerte auswirken. Daher wurden die Werte kleiner BG - auch um die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus der gutachterlichen Praxis zu gewährleisten - nur bei den Einzelverbindungen mit 0,5-facher BG berücksichtigt und nicht bei der Berechnung der Summen.

Die Summenwerte von einzelnen Stoffgruppen und die Gesamtsummen sind natürlich in ihrer Höhe abhängig von der einbezogenen Anzahl von Einzelstoffen. Deshalb wurden, wie im Kapitel 4.3 definiert, bestimmte Kriterien für die Einbeziehung von Datensätzen in Summenwerte eingeführt.

Trotz der Bestrebungen, mit dem ECA Report 19 (1997) die TVOC-Bestimmung zu vereinheitlichen, hat sich keine einheitliche Vorgehensweise etabliert. Die bereits in sich inkonsistenten Definitionen der Summenwerte und die oftmals institutsspezifischen Vorgehensweisen erschweren die Vergleichbarkeit der Summenwerte. Dennoch werden Summenwerte in der Praxis häufig benutzt, da sie einen schnellen Überblick ermöglichen. Von den Instituten angegebene, also nicht aus der Datenbank erzeugte Summenwerte sind ebenfalls in der Tabelle „Kenndaten Summen“ im Anhang 11.6 aufgeführt.

Die Ergebnisse der Summenbildungen einzelner Stoffgruppen oder Untergruppen, die für Richtwertvergleiche erzeugt wurden, sind ebenfalls in der Tabelle „Kenndaten Summen“ im Anhang 11.6 aufgelistet.

7.4 Vergleich der Ergebnisse mit anderen Untersuchungen

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung mit den Ergebnissen aus anderen Studien (Krause et al. 1991, Lux et al 2001, BGIA 2004), so zeigen sich Differenzen aufgrund der unterschiedlichen Randbedingungen.

Anlassbezogene Messungen führen eher zu einer Erhöhung der Werte der oberen 10 % der Verteilung. Die Mediane sind oft vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Untersuchungen, so dass Trends erkannt und Einflussfaktoren verglichen werden können. Die Tabelle „Vergleich statistischer Kenndaten“ im Anhang 11.8 zeigt eine Zusammenstellung der Ergebnisse aus verschiedenen Studien.

Trotz der großen Unterschiede zwischen den Studien (Probenahmestrategie, Methoden, Raumarten, Stoffumfang) liegen die Werte für die Gesamtsumme an identifizierten Verbindung oft in vergleichbaren Größenordnungen und bestätigen den statistisch abgeleiteten TVOC-Wert der ad-hoc Arbeitsgruppe (IRK/AOLG).

Innerhalb der Summengruppenwerte haben gegenüber den Ergebnissen des Umwelt-Survey 85/86 und der vorliegenden Untersuchung deutliche Verschiebungen stattgefunden, die einerseits auf Veränderungen in der Analytik, aber mehr noch auf allgemeinen Trends beruhen. Wobei hier die unterschiedliche Vorgehensweise bei der Summenbildung zu berücksichtigen ist.

Während die Summe der identifizierten flüchtigen organischen Verbindungen in den mit Passivsammler untersuchten Wohnräumen 1985/86 von Aromaten und Alkanen dominiert wurde (siehe Abbildung 58 am Beispiel des P 90), ist das Spektrum relevanter Stoffe inzwischen deutlich größer und auf andere Stoffgruppen verteilt (siehe Abbildung 59 am Beispiel des P 90).

Halogenkohlenwasserstoffe in der Innenraumluft spielen heute keine nennenswerte Rolle mehr, dagegen haben polare Schadstoffe, die früher methodisch bedingt nicht oder nur mangelhaft gemessen werden konnten, einen großen Einfluss auf das Schadstoffspektrum. Dies lässt sich auf den vermehrten Einsatz von wässrigen Systemen in der Oberflächenbehandlung, bei Klebstoffen und anderen Baumaterialien zurückführen.

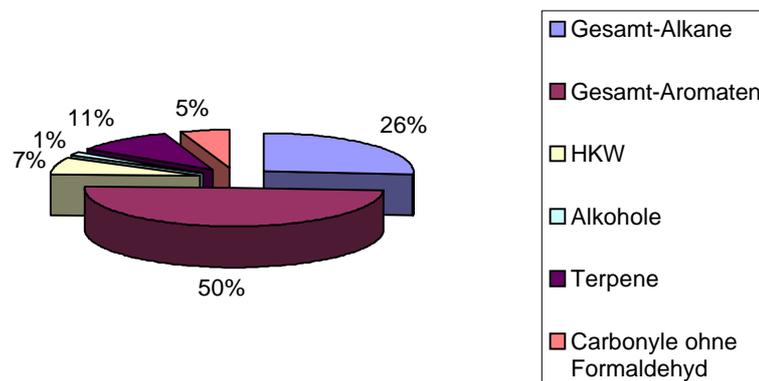


Abbildung 58: Ergebnisse des Umwelt-Survey 85/86, 90. Perzentile der Gruppensummen

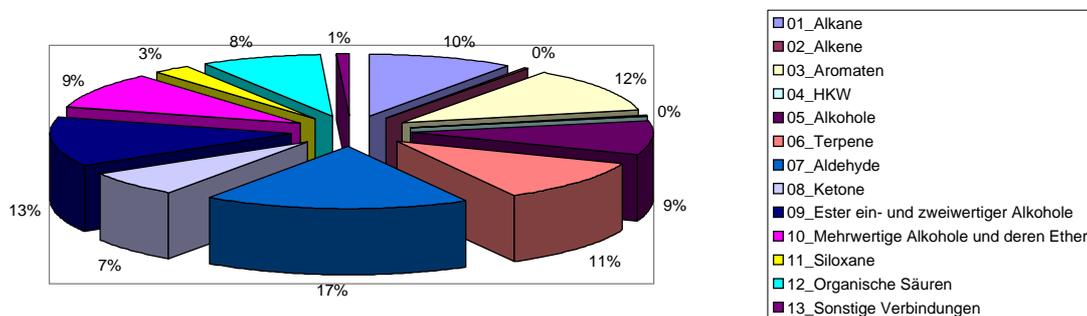


Abbildung 59: Ergebnisse des VOC-DB-Projektes, 90. Perzentile der Gruppensummen (nach vocdb II B)

7.5 Einflussfaktoren

7.5.1 Trends (Zeit)

Die Abnahme der Perzentilwerte > P 50 für Toluol innerhalb der letzten 5 Jahre zeigt, dass die hohen Toluolbelastungen in Innenräumen weiter zurückgehen. Die unteren Perzentile sind fast konstant, was etwa der Hintergrundbelastung der Außenluft entspricht.

Bei den Aromaten zeigt sich, dass sie auch als Summenwert abnehmen. Eine Verschiebung vom Toluol zu höher substituierten Aromaten scheint nicht stattgefunden zu haben.

N-Butanol hat bei allen Perzentilen die stärkste Steigerung mit der Zeit von allen beobachteten Innenraumschadstoffen.

Bei den Terpenkohlenwasserstoffen α -Pinen und Limonen ist nach langen Jahren der Zunahme in den letzten 5 Jahren eine deutliche Abnahme der Perzentilwerte festzustellen. Ein Grund hierfür könnte die Umstellung der „Biofarben und Lacke“ auf terpenfreie wässrige Systeme sein.

Die Zunahme der Perzentile von Hexanal der letzten Jahre scheint gestoppt zu sein. In den unteren Perzentilen ist zwar noch eine geringe Zunahme zu verzeichnen, die oberen Perzentile sind aber in den letzten 5 Jahren geringer geworden.

Eine Fortführung des Datenbankprojektes über einen längeren Zeitraum würde die Möglichkeit bieten, die Zu- oder Abnahme der Perzentile einzelner Stoffe und Stoffgruppen zeitnah verfolgen zu können.

7.5.2 Methode

Ein Großteil der nachgewiesenen Verbindungen lassen sich mit verschiedenen Methoden bestimmen. Dies ermöglicht theoretisch einen Vergleich der Messergebnisse nach den angewandten Messmethoden. Voraussetzung für einen Vergleich der Messergebnisse mit verschiedenen Methoden ist allerdings, dass es keine Verzerrung der Datenbasis gibt. Ein Beispiel: Ein Institut, das nur mit TDS-Methoden arbeitet, hat überwiegend Abnahmemessungen mit überdurchschnittlich hohen Messwerten. Das würde für die TDS-Methoden tendenziell höhere Werte vortäuschen.

Sicherlich ist ein direkter Vergleich der Messmethoden im Rahmen eines Laborvergleichs in einer normierten Umgebung der bessere Weg, Abhängigkeiten der Ergebnisse von den Messmethoden zu überprüfen.

Bei der Auswertung der Diagramme in Kapitel 6.3.2 kann keine durchgehende Tendenz zu höheren oder niedrigeren Mittelwerten, Medianen oder Geometrischen Mittelwerten bei Thermodesorption oder Lösemitteldesorption erkannt werden. Die Werte schwanken für einzelne herausgegriffene und zum Teil auch analytisch problematische Stoffe je nach Desorptionmethode um bis zu 35% in beide Richtungen.

Die größten Abweichungen zeigen sich beim 2-Propanol. Hier liegen die Ergebnisse bei der Lösemitteldesorption für den Median und den geometrischen Mittelwert 4-5-fach über den Ergebnissen der TDS. Bei einem nächsten Laborvergleich im Rahmen der AGÖF-Qualitätssicherung sollte diesem Hinweis nachgegangen werden.

QS-Verfahren

Trotz des großen Aufwandes bei der Erfassung und Gruppierung von Qualitätsmerkmalen zu jeder einzelnen Messung und jedem einzelnen nachgewiesenen Stoff ist das Ergebnis nicht aussagekräftig.

Weder der Mann-Whitney-Test zu den Einflüssen der Wiederfindungsrate auf die Messergebnisse, noch die Untersuchung der Auswirkungen der QS-Klassen auf die Höhe der Ergebnisse sind selbst bei analytisch kritischen Substanzen auffällig.

In Kapitel 5.5 wurde dargelegt, dass die Qualität der Daten kein Ausschlusskriterium zu Aufnahme in die Datenbank sein sollten. Lediglich die Vollständigkeit der Angaben über die angewendeten qualitätssichernden Maßnahmen war gefordert. Die Ergebnisse aus Kapitel 6.3.3 zeigen, dass diese Vorgehensweise berechtigt war.

So wichtig und sinnvoll der Nachweis der Qualität der Daten im Einzelfall sind, so scheinen sich die Auswirkungen der Qualität der Daten bei statistischen Auswertungen weitgehend zu kompensieren.

7.5.3 Zeit nach Renovierung oder Neubau

Die Variable „Zeit nach Renovierung oder Neubau“ hat, wie die Abbildungen in Kapitel 6.3.4 zeigen, einen erheblichen Einfluss auf die in den Innenräumen festgestellten VOC-Konzentrationen. Dennoch wäre eine differenzierte substanz- und quellenspezifische Betrachtungsweise erforderlich, um die Einflüsse von Renovierungen oder von Emissionen aus Neubauten genauer interpretieren zu können. Bei den dargestellten Beispielen von „Abklingverhalten“ verschiedener Einzelstoffe können aber jetzt schon drei Gruppen unterschieden werden.

- Unabhängig von ihrer Flüchtigkeit zeigen zum Beispiel Cyclohexan, Xylol und Butylacetat ein erwartetes gleichmäßiges Abklingen über die Zeit. Polare schwerer flüchtige Stoffe wie Propylenglykolmonomethylether zeigen ein langsames Abklingverhalten.
- Hexanal und Limonen hingegen zeigen ein Maximum nach etwa drei bis 6 Monaten.
- Formaldehyd und Ethylhexanol zeigen bei der statistischen Auswertung nach Zeitpunkt der Renovierung praktisch kein Abklingverhalten.

7.6 Anwendung und Bedeutung der Ergebnisse

Die in diesem Vorhaben ermittelten statistischen Kenndaten anlassbezogener Untersuchungen können eine Orientierung für die Beurteilung der raumlufthygienischen Situation liefern, wie sie sich aus heutiger Sicht in Wohnungen und Büros darstellen, in denen Schadstoffbelastungen vermutet oder nachgewiesen werden. Es ist nicht Aufgabe dieses Vorhabens, diese Kenndaten zu interpretieren. Tendenziell liegt aufgrund der Anlassbezogenheit der Untersuchungen ein höherer Anteil der Messergebnisse in hohen Konzentrationsbereichen.

Da in der Regel keine logarithmischen Normalverteilungen der Konzentrationswerte vorliegen, ist es notwendig, die gesamte Verteilung der Messwerte auch vor dem Hintergrund möglicher Einflussfaktoren und Quellen zu betrachten.

Das Vorhaben liefert aktuelle Daten für ein umfassendes Substanzspektrum. Die Auswertung der Datenbank ermöglicht es, Veränderungen des Schadstoffspektrums zeitnah zu verfolgen. Neu bestimmte Schadstoffe können in die Untersuchungsprogramme integriert werden.

Für die Anwendung statistischer Bewertungsgrundlagen müssen Häufigkeitsverteilungen ständig fortgeschrieben und die Analytik an Neuentwicklungen angepasst werden.

8. Ausblick: Weitere Auswertung und Nutzung der Datenbank

Die Datenbasis bietet umfangreiche Auswertungsmöglichkeiten, die im Rahmen dieses Vorhabens nur ansatzweise genutzt werden konnten. Das Vorhaben liefert in erster Linie eine ausführliche Beschreibung der Datenbasis und statistische Kenndaten für eine große Zahl untersuchter VOC. Lediglich einige Verknüpfungen der Messergebnisse mit ausgewählten Gliederungsmerkmalen, wie zeitliche Trends, Einflüsse von Messmethoden, der Qualität der Daten und dem Zeitpunkt nach Renovierung konnten im Rahmen dieses Vorhabens untersucht werden.

Weitergehende statistische Auswertungen auf der Basis multivariater statistischer Methoden, wie Faktorenanalyse und Clusteranalyse, wären wünschenswert, um die Vielzahl an variablen Einflussfaktoren zu reduzieren.

Ebenso wären Korrelationsrechnungen und Verteilungstests bzw. Verteilungsanpassungen und Berechnung von Konfidenzintervallen hilfreiche Instrumente für die weitergehende Auswertung und Nutzung der Daten.

Gezielte Auswertungen für Teilstichproben können aufgrund der vorliegenden Datenbankstruktur in Zukunft ohne großen Aufwand durchgeführt werden.

Beispiele hierfür wären:

- Gibt es auffällige Stoffkonzentrationen in Räumen mit Geruchsbelastungen?
- Ist eine Gruppierung des Datenkollektivs nach Raumnutzungsarten in Klassenräume, Büroräume und Wohnräume etc. erforderlich?
- Bei welchen Stoffen sind jahreszeitliche Einflüsse zu berücksichtigen?
- Wie stark beeinflussen raumklimatische Faktoren und Lüftungsparameter die Konzentrationsverteilungen?
- Wie unterscheiden sich die Belastungsspektren für die verschiedenen Renovierungsmaßnahmen?
- Interessante Ergebnisse könnte auch die Auswertung der Extremwerte liefern. Handelt es sich hierbei um Einzelfälle, Anwendungsfehler oder lag ein bestimmungsgemäßer Gebrauch von Produkten vor.

Die bisherige Auswertung der Daten liefert wichtige Anhaltspunkte für die zukünftige Dokumentation auswertungsrelevanter Gliederungsmerkmale.

Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann eine Begrenzung auf relevante Gliederungsmerkmale, Abstimmung der Begriffe und eine Vereinheitlichung bei der Datenerhebung stattfinden. Dies würde in einigen Bereichen eine gezieltere und differenziertere Auswertung ermöglichen. Hierzu gehört beispielsweise eine eindeutige Klassifizierung der Anlässe sowie die einheitliche Dokumentation, ob und wann bauliche Maßnahmen durchgeführt wurden.

Die mit diesem Vorhaben gemachten Erfahrungen und die entwickelte Struktur für die Datenaufnahme ermöglichen eine Fortsetzung des Vorhabens und die regelmäßige Aktualisierung der Daten.

9. Zusammenfassung

Gegenstand des Vorhabens war die Zusammenführung und Auswertung aktueller VOC- Messdaten und Begleitinformationen aus anlassbezogenen Untersuchungen von 19 Instituten, die in der Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) zusammengeschlossen sind.

Zunächst wurde das bei den Instituten der AGÖF vorhandene Datenmaterial möglichst vollständig gesichtet und erfasst. Hierzu wurden umfangreiche Fragebögen an alle Institute verschickt, die in den Bereichen der Probenahme, Analytik oder Bewertung von VOC in Innenräumen tätig sind. Die Abfragen zielten insbesondere auf die Erfassung und Dokumentation von Angaben zu Messwerten, Qualitätskriterien und Merkmalen der Untersuchungsobjekte. Weiterhin wurden allgemeine Angaben zu den Instituten erfragt.

Während der Datenerhebung wurde die Konzeption der Datenbank entwickelt und ein Eingabe-Tool in Excel programmiert. Dieses Import-Tool stellte die zentrale Schnittstelle für die Datenerfassung der einzelnen Datensätze aus den verschiedenen Instituten in die zentrale Datenbank dar. Es hatte die Funktion, die in ihrer Form sehr unterschiedlich vorliegenden Informationen einheitlich zu erfassen, den Arbeitsaufwand dafür zu reduzieren und durch Minimierung der Fehlermöglichkeiten bei der Dateneingabe eine hohe Datenqualität zu gewährleisten.

Die erhobenen Zusatzinformationen dienen der Beschreibung des betrachteten Kollektivs, der Gruppierung und Analyse von Einflussfaktoren sowie der Vergleichbarkeit mit anderen Studien. Sie wurden vor dem Hintergrund ausgewählt, dass möglichst einheitliche, vollständige und plausible Angaben in die Datenbank aufgenommen werden sollten.

Für die Auswahl der Daten wurden folgende Vorgaben festgelegt:

- Zeitliche Begrenzung (nur Daten ab 01.01.2002).
- Festlegung auf die vorgegebenen Methoden.
- Nur aktive Probenahme.
- Vollständigkeit der geforderten Angaben.
- Möglichst umfangreiches Substanzspektrum > 15 Einzelstoffe.
- Möglichst viele unterschiedliche Gebäude. Pro Gebäude in maximal 2 repräsentativen Räumen Messungen, um Verzerrungen zu vermeiden. Mehrfachmessungen in einem Raum (Abklingkurven/ Zeitreihen) nur, wenn sie als solche erkennbar sind.

Die Eingabe der Daten erfolgte durch die beteiligten AGÖF-Institute. Alle pro Institut zu erfassenden vollständigen Datensätze wurden systematisch aufgenommen. Nach Erhalt der Daten von den Instituten wurden sie mit Hilfe einer entwickelten Software aus den Excel-Worksheets ausgelesen und zentral in einer MS-Access-Datenbank erfasst.

Die Stoffliste umfasste nach dem Rücklauf der Daten von den Instituten 428 Einzelstoffe, Stoffgemische und Stoffsummen.

Insgesamt wurden 300.129 Messwerte in die Datenbank aufgenommen. Unter Berücksichtigung der getroffenen Auswahlkriterien an die Zusatzinformationen verblieben 294.221 Messwerte für die weitere Auswertung.

Insgesamt wurden 2462 verschiedene Räume untersucht. 102 Räume wurden mehrfach beprobt.

Bei den Angaben zur Raumnutzung dominiert die Nennung Büroraum mit 967 Nennungen. Es wurden insgesamt 211 verschiedene Bezeichnungen für die Raumnutzung angegeben. Weitere häufige Nennungen waren Klassenraum (259), Wohnzimmer (235), Schlafzimmer (233), Aufenthaltsraum (122) und Kinderzimmer (116).

Qualitätssichernde Maßnahmen aus den Bereichen: Probenahme, Probenaufarbeitung, Analyse, Externe Qualitätssicherung wurden einzeln abgefragt und mit einem Punktsystem bewertet, das zu einem Summenwert zusammengefasst die Qualität der jeweiligen Untersuchungsmethode beschreibt.

Für die Beschreibung des Vorkommens der untersuchten VOC in Innenräumen wurden verschiedene statistische Kennwerte verwendet. Da Mittelwerte bei Abweichungen von der Normalverteilung alleine wenig aussagekräftig sind, wurden weitere Lagemaße, wie Median, Perzentilwerte und Maxima für die Beschreibung der Verteilung verwendet. Die Standardabweichung, als das gängige Streuungsmaß bei Normalverteilungen, ist bei den vorliegenden Verteilungen ebenfalls wenig aussagekräftig.

Die Tabellen zu den Kennwerten im Anhang zeigen die wichtigsten statistischen Kenndaten für die 336 untersuchten relevanten Einzelverbindungen. Dies sind die Größe der Stichprobe, die Anzahl der Messwerte oberhalb der Bestimmungsgrenze (sowie % unterhalb der BG), die Maximalwerte, das arithmetische Mittel (AM) und die Perzentilwerte 10, 25, 50, 75, 90, 95, 98.

70 % der Messwerte lagen unterhalb der BG. Dennoch wurden für einen Großteil der Substanzen einzelne sehr hohe Messwerte im Milligramm/m³-Bereich ermittelt.

Formaldehyd und Toluol sind die einzigen Substanzen, die bei fast jeder der Messungen oberhalb der BG ermittelt wurden.

Zu den Stoffen, die fast immer nachgewiesen wurden, das heißt bei über 95 % der durchgeführten Messungen, gehören neben Formaldehyd und Toluol m,p-Xylol, Acetaldehyd, Propanal und n-Hexanal. Aldehyde als quasi ubiquitäre Innenraumbelastung nehmen damit eine Sonderstellung in Innenräumen ein, wobei zu bedenken ist, dass das Datenkollektiv für die C1- bis C3-Aldehyde sehr viel kleiner ist als für die übrigen Substanzen.

Zu den Substanzen, die in etwa 90 % der Räume gefunden wurden, gehören neben den Terpenen α -Pinen und Limonen 1-Butanol, n-Pentanal, Aceton, Essigsäure, n-Undecan, Ethylbenzol und 1,2,4-Trimethylbenzol.

In etwa 80 % der untersuchten Räume wurden n-Heptan, n-Decan, n-Dodecan, Benzol, o-Xylol, 3-/4-Ethyltoluol, Diisopropylnaphthalin, n-Butanal, n-Octanal, Methylethylketon, Ethylacetat, n-Butylacetat, Siloxan D5 oberhalb der BG gemessen.

Die Bestimmungsgrenzen lagen in der Mehrzahl der Fälle bei 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

An einigen Einzelstoffen und Stoffgruppen wurde die Veränderung der Perzentilwerte mit dem Jahr der Messung verfolgt.

Der allgemein bekannte Trend der abnehmenden Toluolkonzentrationen mit der Zeit lässt sich auch in dem relativ kurzen Messzeitraum von fünf Jahren klar nachvollziehen.

1-Butanol verzeichnet in den letzten fünf Jahren einen deutlichen Anstieg der Perzentilwerte.

α -Pinen hat im Messzeitraum deutlich abgenommen, dasselbe gilt auch für den Terpenkohlenwasserstoff Limonen.

Hexanal hat in den oberen Perzentilbereichen nicht mehr deutlich zugenommen.

Was sich bei den Einzelstoffen andeutet, wird bei den Summenwerten weitgehend bestätigt.

Es wurde der Versuch unternommen, den Einfluss verschiedener Messmethoden auf die Messergebnisse abzubilden. Bei der Auswertung der Diagramme kann keine durchgehende Tendenz zu höheren oder niedrigeren Mittelwerten, Medianen oder Geometrischen Mittelwerten beim Vergleich von Thermodesorption und Lösemitteldesorption erkannt werden. Die Werte schwanken für einzelne herausgegriffene und zum Teil auch analytisch problematische Stoffe je nach Desorptionsmethode um bis zu 35% in beide Richtungen.

Sicherlich ist ein direkter Vergleich der Messmethoden im Rahmen eines Laborvergleichs in einer normierten Umgebung der bessere Weg, Abhängigkeiten der Ergebnisse von den Messmethoden zu überprüfen.

Innerhalb des Beobachtungszeitraums hat der Anteil der Thermodesorption gegenüber den Lösemittelmethode deutlich zugenommen. DNPH-Methoden für die Bestimmung von Carbonylverbindungen haben ihren Platz behaupten können, da sie die einzigen zur Bestimmung auch der C1- bis C3-Alkenale geeigneten Methoden sind.

Anhand der aufwändigen Erfassung von Qualitätsmerkmalen zu den einzelnen Messmethoden wurden drei Qualitätsklassen von Datensätzen gebildet. Die nachträgliche Untersuchung der Auswirkungen der QS-Klassen auf die Höhe der Ergebnisse zeigt, dass sie selbst bei analytisch kritischen Substanzen gering sind. So wichtig und sinnvoll der Nachweis der Qualität der Daten im Einzelfall ist, so scheinen sich die Auswirkungen der Qualität der Daten bei statistischen Auswertungen weitgehend zu kompensieren.

Die Variable „Zeit nach Renovierung oder Neubau“ hat einen erheblichen Einfluss auf die in den Innenräumen festgestellten VOC-Konzentrationen. Obwohl keine echten Abklingkurven aus mehreren Messungen in einem Raum, sondern die Perzentile aus vielen Einzelmessungen nach gewissen Zeitabständen nach Renovierung aus ganz verschiedenen Räumen ausgewertet wurden, zeigt sich ein differenziertes „Abklingverhalten“, das je nach Art der Schadstoffe ein verschiedenes Muster zeigt.

Anhand des Forschungsvorhabens ist es gelungen, Kenndaten zum Vorkommen eines großen Schadstoffspektrums aus einem großen und gut beschriebenen Datenbestand zu erzeugen.

Diese Daten wurden in ihrer Struktur und Zusammensetzung analysiert und erste Zusammenhangsanalysen durchgeführt. Es werden Beispiele für weitere mögliche Analysen vorgestellt, die im Rahmen dieses Forschungsvorhabens nicht durchgeführt werden konnten.

10. Verzeichnisse

10.1 Literaturverzeichnis

AGÖF (2004): AGÖF-Orientierungswerte für Raumluf und Hausstaub, In: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): - Ergebnisse des 7. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) am 4. und 5. März 2004 in München, S 4-39

Beratung und Analyse-Verein für Umweltchemie e.V. (B.A.U.CH.) (1994): Projektbericht: „Ester und Ether mehrwertiger Alkohole in der Raumluf, Eigenverlag, Berlin

BGIA 2004: Schlechter, N. et. al.: Beurteilung der Raumlufqualität an Büroarbeitsplätzen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 64 (2004) Nr.3

DIN ISO 16000-6 (2004): Bestimmung von VOC in der Innenraumluf und in Prüfkammern, Probenahme auf TENAX TA[®], thermische Desorption und Gaschromatographie mit MS/FID

European Collaborative Action (ECA1997): Report Nr. 19, Total Volatile Organic Compounds (TVOC) in Indoor Air Quality Investigations

Hofmann, H., Plieninger, P. (2006/1): 1. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben „Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluf“ (unveröffentlicht)

Hofmann, H., Plieninger, P. (2006/2): 2. Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben „Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluf“ (unveröffentlicht)

Hott, U. (2000): Diplomarbeit an der Technischen Universität Berlin, Institut für Technischen Umweltschutz; Konzentration flüchtiger Organischer Kohlenwasserstoffe (VOC) in Innenräumen im Zeitraum von 1989-1999, Berlin

Köhler, M. (2005): AGÖF-Laborvergleich, Zeitschrift Umwelt& Gesundheit 4, S 133–135

Krause et al. (1991): Umweltsurvey Band IIIc Wohninnenraum: Raumluf; Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Eigenverlag, Berlin

Lux, W., Mohr, S., Heinzow, B., Ostendorf (2001): Belastung der Raumluf privater Neubauten mit flüchtigen organischen Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 44, S 619-624

NIOSH Manual of analytical methods NMAM (1994): NIOSH-Methode Nr. 2541, 4. Edition, 15.08.1994

NIOSH Manual of analytical methods NMAM (1996): NIOSH-Methode Nr. 5523, 4. Edition, Mai1996

Schlechter, N. et al. (2004): Beurteilung der Raumlufqualität an Büroarbeitsplätzen, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 64, S 95-99

Schleibinger, H., Hott, U., Marchl, D., Braun, P., Plieninger, P., Rüden, H. (2001): VOC-Konzentrationen in Innenräumen des Großraumes Berlin im Zeitraum von 1989 bis 1999. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 61, S 26-38

Scholz, H. (1998): Vorkommen ausgewählter VOC in Innenräumen und deren Bedeutung. In: Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF): - Ergebnisse des 4. Fachkongresses der Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Forschungsinstitute (AGÖF) am 25. und 26. September 1998 in Nürnberg; S 205-214
VDI (2000): Messstrategie für flüchtige organische Verbindungen, VDI-Richtlinie 4300 Blatt 6

10.2 Verwendete Begriffe und Abkürzungen

Abnahmemessung	Freimessung nach Fertigstellung eines Gebäudes oder nach Abschluss einer Sanierung
AG	Auftraggeber
AGÖF	Arbeitsgemeinschaft ökologischer Forschungsinstitute
AM	Arithmetischer Mittelwert
BG	Bestimmungsgrenze
CAS-Nummern	Nummern des Chemical Abstract Service
DACH	Deutsche Akkreditierungsstelle Chemie
DAP	Deutsches Akkreditierungssystem Prüfwesen
DB	Datenbank
DNPB	2,4-Dinitrophenylhydrazin, dient als Nachweisreagenz für Carbonyle
DS	Datensatz: Ein Datensatz ist eine abgeschlossene Einheit von Informationen innerhalb einer Datenbank. Datensätze beinhalten inhaltlich zusammengehörende Datenfelder, zum Beispiel für die Abfrageformulare bei der Dateneingabe, die in der Datenbank in Zeilen dargestellt werden.
ECA	European Collaborative Action
FID	Flammenionisationsdetektor
GC	Gaschromatographie
GM	Geometrischer Mittelwert
HKW	Halogenierte Kohlenwasserstoffe
HPLC	Hochdruckflüssigkeitschromatographie (High Pressure Liquid Chromatographie)
IT	Import-Tool: Satz von Eingabemasken zur Eingabe der Messwerte und Begleitinformationen auf der Grundlage von MS Excel
Interventionsmessung	Messung bei Vorliegen eines Expositionsverdachts
Kennungen	Kennungen wurden für Methoden, QS-Verfahren und ZI-Datensätze vergeben, sie dienen der Erkennung des Datensatzes innerhalb des Import-Tools, um die eindeutige Zuordnung bei der Dateneingabe zu ermöglichen; jeder Datensatz besitzt eine Kennung
LDS	Lösemitteldesorption
LW	Luftwechsel
mBG	Mittlere Bestimmungsgrenze aus den genannten Bestimmungsgrenzen für die Messungsergebnisse < BG berechnet
Messwert	Hier abweichend zum sonst üblichen Verständnis: Kon-

	zentrationsangabe eines Stoffes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, auch wenn die Konzentration nicht bestimmt werden konnte, weil sie < BG ist
Methode	Analytische Grundmethode
Mischverfahren	Einsatz mehrerer Messverfahren für gleiche Stoffe, Mittelung der Ergebnisse
MSD	Massenselektiver Detektor
N	Stichprobenumfang
nicht relevante ZI	Ein ZI-Datensatz wurde als nicht relevant bezeichnet, wenn die Probenahme in der Außenluft, einem PKW, Möbelinnenräumen oder sehr „untypischen“ Innenräumen stattfand bzw. wenn keine Messwerte zu diesem Datensatz vorlagen.
nicht relevanter Stoff	Ein Stoff wurde als nicht relevant gekennzeichnet, wenn weniger als 20 Messwerte vorlagen oder alle Messwerte < BG waren.
Orientierungsmessung	Übersichtsmessung (Screening) ohne konkreten Verdacht auf eine Belastung
P	Perzentil
PN	Probenahme
Prüfziel	Ziel des Messauftrages
QS	Qualitätssicherung
Quartilsabstand	Der Quartilsabstand zwischen dem ersten und dritten Quartil einer Stichprobe wird als Kenngröße für die Bandbreite der in der Stichprobe erfassten Variablen verwendet.
RW	Richtwert: Hier für Richtwerte für Stoffgemische der ad-hoc AG (IRK/AOLG) und vorläufige Richtwerte der Hamburger Behörde für Wissenschaft und Gesundheit verwendet
S_{id}	Summe identifizierter Substanzen entsprechend der Definition nach ECA/VDI
S_{ni}	Summe nicht identifizierter Substanzen entsprechend der Definition nach ECA/VDI
Standard-QS-Verfahren	Am häufigsten oder ausschließlich angewandte Messmethode mit den Kenndaten ihrer Qualitätssicherung eines Messwert-Datensatzes
SG	Stoffgruppe: Nach chemischen Merkmalen gebildete Gruppen von Stoffen
TDS	Thermodesorption
TVOC ECA/VDI	Total Volatile Organic Compounds nach der Definition durch die European Collaborative Action Indoor Air Quality and its Impact on Man (ECA-IAQ) bzw. VDI-4300:6
TVOC-CCT	Total Volatile Organic Compounds nach Desorption mit CS_2 , Bereich C6 – C16 als Toluoläquivalent

VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOC	Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds)
vocdb	Kurzbezeichnung für die im Rahmen des Vorhabens erstellte VOC-Datenbank
vocdb I	Stoffauswahl für die Berechnung der Summenparameter in Anlehnung an die Stoffliste nach VDI 4300:6 (2000)
vocdb II	Stoffauswahl für die Berechnung der Summenparameter in Anlehnung an die Stoffliste der hier entwickelten VOC-Datenbank
vocdb I A	Variante A der Summenberechnung für Gesamtsummen: Festlegung einer Mindestanzahl von 30 Einzelstoffen unabhängig von der Identität der Stoffe aus der Stoffliste I
vocdb II A	Variante A der Summenberechnung für Gesamtsummen: Festlegung einer Mindestanzahl von 32 Einzelstoffen unabhängig von der Identität der Stoffe aus der Stoffliste II
vocdb I B	Variante B der Summenberechnung für Gesamtsummen, Stoffgruppensummen und Summenwerte für Stoffgemische: Festlegung von 52 definierten Einzelstoffen aus der Stoffliste I
vocdb II B	Variante B der Summenberechnung für Gesamtsummen, Stoffgruppensummen und Summenwerte für Stoffgemische: Festlegung von 76 definierten Einzelstoffen aus der Stoffliste II
ZI-Datensatz	Einheit an Zusatzinformationen eines Datensatzes
ZI	Zusatzinfo: Alle Angaben aus dem Tabellenblatt Zusatzinfo

11. Anhang

11.1 Alphabetische Liste der beteiligten Institute

AnBUS - Analyse und Bewertung e.V., FÜRTH

ALAB Analyselabor in Berlin GmbH, BERLIN

ARGUK - Umweltlabor GmbH, OBERURSEL

B.A.U.CH. - Beratung und Analyse Verein für Umweltchemie e.V., BERLIN

Baubiologie und Umweltanalytik in Berlin, BERLIN

Bremer Umweltinstitut GmbH, BREMEN

eco - Luftqualität und Raumklima GmbH, KÖLN

Gesellschaft für Umweltchemie mbH, MÜNCHEN

Göttinger Umwelt-Labor e.V., Göttingen

imena - Institut für Mensch und Natur e.V., VERDEN

INA - Privatinstitut für naturwissenschaftliche Analytik GmbH, LAUFEN

inuma-Innenraumdiagnostik & Umweltmesstechnik, DORSTADT

Lafu - Labor für chemische und mikrobiologische Analytik GmbH, DELMENHORST

Sachverständigenbüro für Baubiologie & Umweltanalytik, WITTEN

Umwelt- und Gesundheitsinstitut, WITTINGEN

Umweltanalytischer Dienst, MÖNCHENGLADBACH

Umweltberatung Fulda, FULDA

Wartig Nord GmbH Beraten Planen Begutachten, HAMBURG

WARTIG Chemieberatung GmbH, MARBURG

11.2 Punktesystem „Qualität“

Tabelle 23: Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen für den Methodentyp Thermodesorption/Massenspektrometrie

Art der dokumentierten Maßnahme	Wertung
Qualitätssicherung allgemein	
Kalibrierung der Waage in festgelegten Zeitabständen	1
Kalibrierung der Hygrometer in festgelegten Zeitabständen	1
Qualitätssicherung Probenahme (PN)	
Kalibrierung der PN-Pumpen in festgelegten Zeitabständen	1
Blindproben mitgeführt	1
Doppelproben genommen	2
Durchbruchsvolumen bestimmt	1
Flusskontrolle vorher/nachher oder während PN	1
Qualitätssicherung Analytik	
Zugabe Interner Standard zur Probe	1
Einpunktkalibrierung durch den Nullpunkt	0
Zweipunktkalibrierung	1
Dreipunktkalibrierung	1,5
Mehrpunktkalibrierung	2
Wiederfindungsraten für jede Einzelsubstanz bestimmt	1
Wiederfindungsraten konzentrationsabhängig bestimmt	1
Kalibrierung durch Aufspritzen der Kal.lösung auf das Sorbens	1
Kalibrierung durch gasförmige Beaufschlagung des Sorbens	1
Kontrollkarten oder entsprechendes werden geführt	2
Bestimmung der Feldblindwerte	1
Angabe der Bestimmungsgrenze	1
Angabe der Bestimmungsgrenze abgeschätzt	0,5
Angabe der Bestimmungsgrenze berechnet	1,5
Angabe der Bestimmungsgrenze für jeden Stoff angegeben	1
Absicherung der Ergebnisse durch SCAN-Läufe	2
Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit	3
Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen	
Methode akkreditiert durch DAP/DACH	6
Methode akkreditiert durch AGÖF/andere	4
aktuelle Teilnahme an VOC-Ringversuchen	3
aktuelle Vergleichsmessungen mit anderen Instituten	2,5
Einsatz von Referenzmaterialien	1
maximale Punktzahl	46

Tabelle 24: Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen für den Methodentyp Lösemitteldesorption/Massenspektrometrie

Art der dokumentierten Maßnahme	Wertung
Qualitätssicherung allgemein	
Kalibrierung der Waage in festgelegten Zeitabständen	1
Kalibrierung der Hygrometer in festgelegten Zeitabständen	1
Qualitätssicherung Probenahme (PN)	
Kalibrierung der PN-Pumpen in festgelegten Zeitabständen	1
Flusskontrolle vorher/nachher oder während PN	1
Qualitätssicherung Analytik	
Zugabe Interner Standard zur Probe	1
Einpunktkalibrierung durch den Nullpunkt	0
Zweipunktkalibrierung	1
Dreipunktkalibrierung	1,5
Mehrpunktkalibrierung	2
Wiederfindungsraten für jede Einzelsubstanz bestimmt	1
Wiederfindungsraten konzentrationsabhängig bestimmt	1
Kalibrierung durch Aufspritzen der Kal.lösung auf das Sorbens	1
Kontrollkarten oder entsprechendes werden geführt	2
Bestimmung Laborblindwerte (Lösemittel, Verschleppungen etc)	1
Angabe der Bestimmungsgrenze	1
Angabe der Bestimmungsgrenze abgeschätzt	0,5
Angabe der Bestimmungsgrenze berechnet	1,5
Angabe der Bestimmungsgrenze für jeden Stoff angegeben	1
Absicherung der Ergebnisse durch SCAN-Läufe	2
Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit	3
Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen	
Methode akkreditiert durch DAP/DACH	6
Methode akkreditiert durch AGÖF/andere	4
aktuelle Teilnahme an VOC-Ringversuchen	3
aktuelle Vergleichsmessungen mit anderen Instituten	2,5
Einsatz von Referenzmaterialien	1
maximale Punktzahl	41

Tabelle 25: Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen den Methodentyp DNP/HPLC

Art der dokumentierten Maßnahme	Wertung
Qualitätssicherung allgemein	
Kalibrierung der Waage in festgelegten Zeitabständen	1
Kalibrierung der Hygrometer in festgelegten Zeitabständen	1
Qualitätssicherung Probenahme	
Kalibrierung der PN-Pumpen in festgelegten Zeitabständen	1
Durchbruchsvolumen bestimmt	1
Flusskontrolle vorher/nachher oder während PN	1
Qualitätssicherung Analytik	
Zugabe Interner Standard zur Probe	1
Einpunktkalibrierung durch den Nullpunkt	0
Zweipunktkalibrierung	1
Dreipunktkalibrierung	1,5
Mehrpunktkalibrierung	2
Wiederfindungsraten für jede Einzelsubstanz bestimmt	1
Wiederfindungsraten konzentrationsabhängig bestimmt	1
Kontrollkarten oder entsprechendes werden geführt	2
Bestimmung Laborblindwerte (Lösemittel, Verschleppungen etc)	1
Angabe der Bestimmungsgrenze	1
Angabe der Bestimmungsgrenze abgeschätzt	0,5
Angabe der Bestimmungsgrenze berechnet	1,5
Angabe der Bestimmungsgrenze für jeden Stoff angegeben	1
Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit	3
Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen	
Methode akkreditiert durch DAP/DACH	6
Methode akkreditiert durch AGÖF/andere	4
aktuelle Teilnahme an VOC-Ringversuchen	3
aktuelle Vergleichsmessungen mit anderen Instituten	2,5
Einsatz von Referenzmaterialien	1
maximale Punktzahl	39

Tabelle 26: Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen den Methodentyp Impinger/Photometrie

Art der dokumentierten Maßnahme	Wertung
Qualitätssicherung allgemein	
Kalibrierung der Waage in festgelegten Zeitabständen	1
Kalibrierung der Hygrometer in festgelegten Zeitabständen	1
Qualitätssicherung Probenahme	
Kalibrierung der PN-Pumpen in festgelegten Zeitabständen	1
Blindproben mitgeführt	1
Doppelproben genommen	2
Flusskontrolle vorher/nachher oder während PN	1
Qualitätssicherung Analytik	
Einpunktkalibrierung durch den Nullpunkt	0
Zweipunktkalibrierung	1
Dreipunktkalibrierung	1,5
Mehrpunktkalibrierung	2
Kontrollkarten oder entsprechendes werden geführt	2
Doppelproben ausgewertet	2
Bestimmung der Feldblindwerte	2
Angabe der Bestimmungsgrenze	1
Angabe der Bestimmungsgrenze abgeschätzt	0,5
Angabe der Bestimmungsgrenze berechnet	1,5
Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit	3
Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen	
Methode akkreditiert durch DAP/DACH	6
Methode akkreditiert durch AGÖF/andere	4
aktuelle Teilnahme an VOC-Ringversuchen	3
aktuelle Vergleichsmessungen mit anderen Instituten	2,5
Einsatz von Referenzmaterialien	1
maximale Punktzahl	40

Tabelle 27: Bewertung der Qualitätssicherungsmaßnahmen den Methodentyp Lösemitteldesorption/FID-Detektor

Art der dokumentierten Maßnahme	Wertung
Qualitätssicherung allgemein	
Kalibrierung der Waage in festgelegten Zeitabständen	1
Kalibrierung der Hygrometer in festgelegten Zeitabständen	1
Qualitätssicherung Probenahme	
Kalibrierung der PN-Pumpen in festgelegten Zeitabständen	1
Flusskontrolle vorher/nachher oder während PN	2
Qualitätssicherung Analytik	
Zugabe Interner Standard zur Probe	1
Einpunktkalibrierung durch den Nullpunkt	0
Zweipunktkalibrierung	1
Dreipunktkalibrierung	1,5
Mehrpunktkalibrierung	2
Wiederfindungsraten für jede Einzelsubstanz bestimmt	1
Wiederfindungsraten konzentrationsabhängig bestimmt	1
Kalibrierung durch Aufspritzen der Kal.-lösung auf das Sorbens	1
Werden Kontrollkarten oder entsprechendes geführt	1
Bestimmung Laborblindwerte (Lösemittel, Verschleppungen)	1
Angabe der Bestimmungsgrenze	1
Angabe der Bestimmungsgrenze abgeschätzt	0
Angabe der Bestimmungsgrenze berechnet	2
Angabe der Bestimmungsgrenze für jeden Stoff angegeben	1
Absicherung der Ergebnisse durch unterschiedliche Methoden	1
Ermittlung der erweiterten Gesamtunsicherheit	3
Externe Qualitätssicherungsmaßnahmen	
Methode akkreditiert durch DAP/DACH	6
Methode akkreditiert durch AGÖF/andere	4
aktuelle Teilnahme an VOC-Ringversuchen	3
aktuelle Vergleichsmessungen mit anderen Instituten	2,5
Einsatz von Referenzmaterialien	1
maximale Punktzahl	35

11.3 Weitere Angaben unter „Zusatzinfos“

Tabelle 28: Angaben unter „Prüfziel“

Prüfziel	Anzahl ZI-Datensätze
Orientierungsmessung (Screening)	1086
Interventionsmessung (Expositionsverdacht)	949
Abnahmemessung (Freimessung)	216
Wiederholungsmessung	214
nicht bekannt	49
Ermittlung der durchschnittlichen Konzentration	44
Kontrollmessung	25
Luftfilter-Überprüfung im Bezug auf VOC-Filterleistung	1
Messung zur Gewährleistung störungsfreier Analyse	1

Tabelle 29: Angaben unter „Anlass 1“

Anlass 1	Gruppe	Anzahl ZI-Datensätze
Gesundheitsbeschwerden	4	969
Belästigung durch Gerüche	2	568
Prävention	5	428
Expositionsverdacht	3	303
nicht bekannt	1	171
Beweissicherungsverfahren	6	30
Sanierungskontrolle	7	29
Labelvergabe	8	28
Transfer (Kauf/Verkauf)	9	23
Aufnahme Status Quo	13	5
Fogging-Phänomene	10	5
Kontrollmessung nach baulichen Maßnahmen	7	4
Prävention vor Sanierung	5	4
Zertifizierung	8	2
Fogging-Ereignisse	10	1
Fogging-Phänomen	10	1
Freimessung nach kompletter Entfernung	7	1
Gesundheit	13	1
nach Sanierung	7	1
Nach Wunsch des AG Überprüfung der Konz	13	1
Prüfung der Konzentrationsentwicklung	3	1
Qualitätssicherung	13	1
Sanierung	7	1
Sanierung des Fußbodens durch Abschleifen des Lack	3	1
Sanierungsüberprüfung	7	1
Schwarzstaub	10	1
Sterben von Haustieren	3	1
Überprüfung der Konzentrationsentwicklung	3	1
Verdacht auf Schadstoffe	3	1
Vergleichsmessung	13	1

Tabelle 30: Angaben unter „Anlass 2“

Anlass 2	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1965
Belästigung durch Gerüche	326
Expositionsverdacht	127
Gesundheitsbeschwerden	98
Prävention	46
Beweissicherungsverfahren	7
Transfer (Kauf/Verkauf)	4
nicht bekannt	3
Fogging-Phänomene	2
Aufnahme Status Quo	1
Bestandsaufnahme	1
Feuchteschäden	1
Sanierungskontrolle	1
Schwarzfärbung	1
Vergleichsmessung	1
Wasserschaden	1

Tabelle 31: Angaben unter „Anlass 3“

Anlass 3	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	2540
Prävention	14
Expositionsverdacht	8
Belästigung durch Gerüche	6
Gesundheitsbeschwerden	5
Transfer (Kauf/Verkauf)	4
Beweissicherungsverfahren	2
Fogging-Phänomene	2
Gebäudeumnutzung	2
nicht bekannt	1
Quellensuche	1

Tabelle 32: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Gebäudetyp

Gebäudetyp	Gruppe	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1	302
Geschossbauweise	4	1733
1-2 Familienhaus	2	337
Reihenhaus	5	75
Container	3	43
Flachbau	10	34
Schulgebäude	6	12
Innenraum Schiff	9	9
Hallen (Freizeit, Sport)	7	2
Hallen (Gewerbe)	8	2
Sonstige	13	36

Tabelle 33: Angaben zum „Gebäudetyp“

Gebäudetyp	Gebäude- typ Fk	Anzahl Zi- Datensätze
- fehlend	1	302
Geschossbauweise	4	1720
1-2 Familienhaus	2	331
Reihenhaus	5	74
Container	3	30
Flachbau	10	30
Pavillon	13	9
Yacht	9	8
Mobilbau	3	7
Pfarrhaus	13	6
Mehrfamilienhaus	4	5
Schulbau	6	5
Schulgebäude	6	5
Bungalow	2	4
Bürocontainer	3	3
Miethaus	4	3
Passivhaus	13	3
Fachwerkhaus	13	2
Fertighaus	2	2
Flachdachgebäude, 1-etagig	10	2
Mobilbauten	3	2
1-geschossiges Flachdachgebäude	13	1
1-geschossiges Schulgebäude mit Spitzdach	6	1
altes Gebäude(?) zum Büro umgebaut	13	1
Altes Stadthaus	4	1
Altstadthaus renoviert	4	1
Anbau	13	1
Dachboden	13	1
Dachgeschoss	13	1
Eigentumswohnung	13	1
Fabrik umgebaut zu Büro	13	1
Fabrikhalle	8	1
Flachbau, freistehend	10	1
Garage	13	1
Geschäfts-und Wohnhaus	4	1
Gewerbeeinheit	13	1
Halle	8	1
Lager-/Speichergebäude	13	1
langgezogener Flachbau	10	1
Mehrfamilienhaus Altstadt	4	1
Plattenbau	4	1
Rathaus	13	1
Reiheneckhaus, 3-geschossig	5	1
Schiff	9	1
Schloss	13	1
Schule, mehrgeschoßig	6	1
Speichergeschosse	13	1
Sporthalle	7	1
Turnhalle	7	1
Untergeschoss	13	1
Veranstaltungshaus	13	1
Verwaltungsgebäude	13	1
Wohncontainer	3	1

Tabelle 34: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Bauweise

Bauweise	Gruppe	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1	1445
Massivbau Mauerwerk	2	739
Massivbau Beton	3	232
"Fertighaus"	4	71
"Holzbau"	5	30
Mobilbau	6	35
Massivbau	7	11
Sonstige	13	22

Tabelle 35: Angaben zur „Bauweise“

Bauweise	Gruppe	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1	1445
Massivbau Mauerwerk	2	739
Massivbau Beton	3	228
"Fertighaus"	4	71
Mobilbau	6	23
Leichtbauweise Holz	5	14
Ständerbauweise	13	12
Fachwerk	5	9
Massivbau	7	6
Container	6	4
Fertigbauweise	13	4
Fachwerkhaus	5	3
Fertigcontainer	6	3
OSB, Fermacell	6	3
massiv	7	3
Beton-Fertigbau	3	1
Skelettbauweise	3	1
Plattenbau	3	1
Ständerbauweise-Beton	3	1
Blockhaus	5	1
Holz-Rahmenbau	5	1
Holzständerbau (modern)	5	1
Holzständerwerk	5	1
Bürocontainer	6	1
Leichtbauplatten	6	1
Beton + Mauerwerk	7	1
KS-Stein/Porenbeton	7	1
Flachbauweise	13	1
gemischt	13	1
Jugendstil	13	1
Pavillon	13	1
Stahl/Glas	13	1
Ständerwerk	13	1

Tabelle 36: Anzahl an ZI-Datensätzen pro Baualtersklasse

Altersklasse	Anzahl ZI-Datensätze
- fehlend	1819
ab 2002	180
1969 bis 1978	108
1995 bis 2001	100
1919 bis 1948	73
vor 1918	71
1984 bis 1994	66
1979 bis 1983	62
1959 bis 1968	58
1949 bis 1958	48

Tabelle 37: Angaben unter „Gebäudenutzung“

Gebäudenutzung	Anzahl Zi-Datensätze	Gebäudenutzung	Anzahl Zi-Datensätze
- fehlend	748		1
Büro	645	Büros und Forschungslabors	1
Wohnung	635	EDV	1
Schule	298	ehemalige Chemische Reinigung	1
Kindergarten	46	ehemals Lager/Speichergebäude	1
Kaserne	10	Flur	1
Versammlungsraum	10	Frachtcontainer	1
Musterhaus	9	Friedhofsverwaltung	1
Praxis	9	Gemeinschaftsraum	1
Bildungsanstalt	8	Gericht	1
Gewerbe	7	Geschäft	1
Labor	7	Halle groß	1
Museum	7	Halle klein	1
Bank	6	Internat	1
Büro/Wohnung	6	Internet Café	1
Sparkasse	6	Kanzlei	1
Wohnung und Arbeitsräume	6	Kiosk	1
Ersatzteilzentrum	5	Klassenraum	1
Finanzamt	5	Klinik	1
Küche	5	Wohnungen u. Geschäftsräume	1
ehem. KFZ-Werkstatt	4	Krankenhaus	1
ehem. Wohnung, soll Büro werden	4	Kundenbereich Bank	1
Hotel	4	Laborraum	1
Institut	4	Lagerhalle	1
Werkstatt	4	Lagerraum	1
Altenwohnheim	3	Landgasthaus	1
Gemeindehaus	3	Restaurant	1
gewerblich	3	Rohbau	1
Keller	3	Sitzungssaal	1
Versandhaus	3	Sitzungssaal	1
Apotheke	2	Sozialpsychiatrisches Zentrum	1
ehem. Druckerei	2	Sporthalle	1
ehem. Kaserne	2	Stadthaus	1
Firma	2	Studio für Medienaufnahmen	1
Geschäftsräume	2	Teehandel	1
Ladengeschäft	2	Theater	1
Rathaus	2	Therapiezentrum	1
Therapieräume	2	Unterkunft	1
Waren/Geschäftshaus	2	Veranstaltungshalle	1
Arztpraxis	1	Veranstaltungshaus	1
Atelier	1	Verkauf	1
Aufenthaltsraum	1	Vermessungsamt	1
Beratungszentrum	1	Waffenkammer	1
Berufskolleg	1	Werkstätten und Büros	1
Bibliothek	1	Wohn- und Geschäftshaus	1
Botschaft/Wohnheim	1	Wohnung/gewerblich	1
Büro-/Wohnhaus	1	z.Zt. Leerstand	1

Tabelle 38: Angaben unter „Bedingungen der Probenahme“

Bedingung	Gruppe	Anzahl Zi-Datensätze
worst case (standardisiert), mind. 8 h nicht gelüftet	2	2359
Nutzungsbedingungen	3	135
worst case (standardisiert), < 8 h nicht gelüftet	4	51
nicht bekannt	1	23
8 Stunden ungelüftet	13	3
siehe Bemerkung	13	2
über das Wochenende geschlossen	13	2
mehrere Tage geschlossen + 18 h zuvor temperiert	13	2
18 h geschlossen + 18 h zuvor temperiert	13	1
2 h geschlossen + 18 h temperiert	13	1
3 Stunden geschlossen	13	1
abgedecktes Fenster	13	1
Einhausung um Fenster	13	1
Einsatz eines Luftfilters	13	1
Montags nach dem Wochenende	13	1
Querlüftung	13	1

Tabelle 39: Angaben zum „Luftwechsel“ (LW)

LWMenge	LWMethode	Anzahl Zi-Datensätze
- fehlend		2159
nicht bekannt		389
0,5/h	Einstellung über Raumluftechnische-Anlage	34
1	n.A. des Auftraggebers	1
2	n.A. des Auftraggebers	1
2,5	n.A. des Auftraggebers	1

Tabelle 40: Angaben unter „Raumnutzung“ (Teil 1)

Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze	Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze
Eignerkabine	s	1	Praxis	ap	4
Frachtcontainer	sv	1	Praxisraum	ap	2
Gästekabine	s	1	Produktionsraum	ar	1
Mannschaftskabine	s	1	Ruheraum	ap	1
Maschinenraum	s.c	1	Sanitärraum	ar	1
Steuerstand	s	2	Schalterhalle	aha	1
VIP-Kabine	s	1	Sitzungsraum	ako	1
Abstellraum	wr	3	Sitzungssaal	asa	4
Abstellraum in Küche	wr	1	Sozialraum	ar	1
Allzweckraum (Hobby, Spielzimmer, Büro)	wr	1	Sportraum	asp	1
Arbeits-/Schlafzimmer	ww	1	Therapieraum	ap	2
Arbeitszimmer	wa	9	Verfügungsraum	ar	1
Atelier	wr	1	Verkaufsraum	av	11
Bad	wr	6	Waffenkammer	ar	1
Badezimmer	wr	4	Wartezimmer	ar	1
Bibliothek	wr	1	Werksatt	awe.u	1
Büroraum	wb	13	Werkstatt	awe	2
Büroraum	wr	1	Werkstatt neben Lackiererei	awe.u	1
Dachboden	wr	1	Wickelraum	ap	2
Dachgeschoß	wr	1	Wohn-/Schlaf-/Arbeitszimmer	aw	1
Diele	wr	3	Wohnzimmer	aw	5
Esszimmer	ww	3	Wohnzimmer/Küche	aw	1
Fernsehzimmer	ww	1	Zahnarztpraxis	ap	1
Flur	wr	25	Atelier	ur	3
Flur	wr.q	2	Aufenthaltsraum	ur	121
F-Flur	wr	1	Besprechungs- und Seminarraum	uko	1
Gäste-WC	wr	1	Besprechungs-/Seminarraum	uko	1
Gästezimmer	wr	6	Besprechungs/Seminarraum	uko	1
Hauswirtschaftsraum	wr	1	Besprechungs-/Seminarraum	uko	20
Hobbyraum mit großer Modelleisenbahnanlage	wr	1	Büroraum	ub	330
Keller	wr	2	Büroraum	ub.e	1
Keller-/Hobbyraum	wr	1	Cafeteria	usa	1
Kinderzimmer	wk	110	EDV Raum	ut	1
Kinderzimmer	wk.l	3	Eingangsbereich/Flur	ur	1
Kinderzimmer	wk.q	2	Empfangsraum	uko	1
Küche	wr	20	Flur	ur	7
Küche	wr.e	2	Flur vor Aufzügen	ur	1
Küche	wr.q	1	Gästezimmer	ur	1
Küche	ww	12	Gruppenraum	ug	25
Küche Wohnraum	ww	2	Gruppenraum	uko	1
Küche/Wohnraum	ww	1	Halle groß	uh	1
leeres Zimmer	wu.l	1	Halle klein	uha	1
Mietwohnung	ww	1	Keller	ur	2
verschiedene Räume einer Wohnung	wu	1	Keller Bücherlagerraum	ur	1
nicht bekannt	wu	12	Kellerraum	ur	2
nicht bekannt	wu.l	2	Konferenzraum	uko	1
nicht bekannt	ww	1	Küche	uw	2
nocht nicht in Nutzung	ww.r	1	Lagerraum	ur	2
offener Flur	wr	1	Lagerraum	uv.l	1

Tabelle 41: Angaben unter „Raumnutzung“ (Teil 2)

Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze	Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze
offener Flur	wr.q	1	leerstehend	ur.u	1
Party Raum	wr	1	nicht bekannt	u	17
Partyraum	wr	1	Raum 278	u	1
Passivhaus	wr	1	Saal	usa	29
Praxis	wp	1	Salon	usa	1
Schlafzimmer	wk	3	Seminar-/Besprechungsraum	uko	2
Schlafzimmer	ws	221	Sitzungssaal	usa	2
Schlafzimmer	ws.e	1	Technikraum	ut	4
Schlafzimmer	ws.l	2	Wandschrank	Q	1
Schlafzimmer	ws.q	1	Werkstatt	uwe	4
Schlafzimmer 2	ws	1	Werkstatt/Werkraum	uwe	10
Schlafzimmer/Wohnzimmer	ws	1	Abstellraum	ör	1
verglaster Balkon	wr	2	Abstellraum Keller	ör	1
Vorratsraum	wr	1	Appartement	öw	1
WC	wr	1	Aufenthaltsraum Schüler	ör	1
Windfang	wr	1	Aula	ösa	1
Wintergarten	wr	2	Betreuungsraum	ör	1
Wintergarten	wr.e	1	Bewegungsraum	ösp	3
Wohn- + Arbeitszimmer	ww	1	Bibliothek	ör.u	1
Wohn- und Essraum	ww	1	Büroraum	öb	208
Wohn-/Schlafzimmer	ww	2	Büroraum	öb.u	1
Wohn+Esszimmer	ww	1	Büroraum 029	öb	1
Wohnkeller	ww	1	Büroraum 03	öb	1
Wohnküche	ww	3	Büroraum 133	öb	1
Wohnraum	ww	3	Büroraum 233	öb	1
Wohnung	ww	2	Cafeteria	ör	3
Wohnung noch nicht bezogen	ww.l	1	Computerraum	öt	3
Wohnung: Flur	wr	1	Depot	öv	2
Wohnzimmer	ww	225	Druckerzimmer	öt	1
Wohnzimmer	ww.l	3	ehem. Abstellraum	ör	1
Wohnzimmer/Esszimmer	ww	1	ehemalige Schülerbibliothek	ör	1
Arbeitszimmer	ab	1	Eingangshalle	öh	1
Bürocontainer	ab	1	Ersatzteillager	öv.u	1
Büroraum	ab	407	Flur	ör	5
Büroraum	ab.cl	1	Flur vor Klassenräumen	ör	1
Büroraum	ab.e	1	Gastzimmer	ös	1
Büroraum	ab.l	3	Gerichtssaal	ösa	1
Büroraum	ab.u	1	Gruppenraum	ög	36
Büroraum / PC-Werkstatt	ab	1	Gruppenraum	ög.l	1
Büroraum 1. OG	ab	1	Gruppenraum Lehrer 1/1	ög	1
Büroraum/Empfang	ab	1	Gruppenraum Lehrer 1/2	ög	1
Computerraum	ab	1	Kaminzimmer	ör	2
Psychotherapie	ab.e	1	Kassenbereich	öv	1
Großraumbüro	ab	1	Kellerraum	ör	2
leerstehend	ab.l	2	Kopierzimmer	öt	1
Sekretariat Geschäftsleitung	ab	1	Küche	öw	1
z.B. als Büro	ab	1	Lager	öv	1

Tabelle 42: Angaben unter „Raumnutzung“ (Teil 3)

Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze	Raumnutzung	Kürzel	Anzahl Zi-Datensätze
Ankleidezimmer	ar	1	Lagerraum	öv	1
Arbeitsplatz A	ar	1	Lehrmittel-Bereitstellungsraum	ör.l	2
Arbeitsplatz B	ar	1	Leseraum	ör	1
Arbeitsplatz C	ar	1	Mitarbeiteraufenthaltsraum	ör	1
Arbeitsraum(Büro, Verkaufsraum)	av	5	nicht bekannt	öu	8
Atelier	asa	1	Papierwerkstatt	öwe	1
Aufnahmestudion (Medien)	at	1	Pfarrsaal	ösa	2
Ausstellungsraum/Besprechungsraum	ako	1	Putzmittelraum	ör.c	1
Behandlungsraum	ap	2	Rektorat	öb	1
Beratungsraum in Sparkasse	ako	1	Restaurant	ösa	1
Besprechungsraum	ako	2	Saal	ösa	7
Bibliothek	ar	1	Sanitärraum	öp	1
Druckerei	at.c	1	Schlafzimmer	ös	5
EG Arbeitsplatz	ar	1	Schulbücherei	ör	2
ehem. Kantine	ar	1	Schul-PC-Raum mit 23 Rechnern	öt	1
ehemalige Chemische Reinigung	au.u	1	Sitzungssaal	ösa	5
Eingangsbereich	ar	1	Sozialraum	ör	1
Elektronik-Lehrwerkstatt	awe.u	2	Sportraum	ösp	17
Empfang/Verkaufsraum für Autolacke	av.c	1	Sprachlabor	öt	1
Büros	ako	1	Treppenhaus	ör	1
Empfangsraum	ako	1	Turnhalle	öh	1
Eventhalle	ah.u	1	Veranstaltungshalle	öha	1
Flur	ar	8	Verkaufsraum	öv	3
Flur / Eingangsbereich zu Büroräumen	ar	1	Verwaltung, Kopierraum	öt	1
Flur/Treppenhaus	ar.c	1	Vorbereitungsraum	ör	1
Gästezimmer	as	1	Vorbereitungsraum Chemie/Biologie	ör.c	1
Gruppenraum	ag	1	Vorzimmer zu Büro	ör	1
Gruppenraum	ako	10	Werkraum	öwe	1
Gruppenraum	ap	1	Werkstatt	öwe	1
Kassenhalle	aha	1	Wohnzimmer	öw	2
Keller	ar	1	zukünft. Büro	öb	1
Klassenraum	akl	1	Aufenthaltsraum	öko	1
Konferenzraum	ako	3	Besprechungsraum	öko	1
Konferenzraum, Leseraum	ako	1	Bibliothek	öko	2
Küche	ar	4	Chemiesaal	ökl.c	1
Kundenhalle	asa	1	Empfangsraum	öko	1
Kundenhalle Sparkasse	aha	3	Gruppenraum	öko	5
Labor	al.c	10	Gruppenraum Lehrer U6	öko	1
Laborraum	al.c	1	Kinderzimmer	ök	1
Lager	av	4	Klassenraum	ökl	258
Lagerhalle	av	1	Klassenraum 140	ökl	1
Lagerraum	av	1	Klassenraum 145	ökl	1
leerstehend	au.u	1	Klassenraum/Chemie	ökl.c	1
Logopädie Behandlungen	ap	1	Klassenraum/Naturwissenschaft	ökl.c	10
Massageraum	ap	1	Lehrerzimmer	öko	1
Mitarbeiterraum	ar	1	Lehrerzimmer	öko	1
Musterraum	av	1	Lesesaal	öko	2
nicht bekannt	ar	1	Medienraum/Klassenraum	ökl	1
nicht bekannt	au	1	Musikraum	ökl	2
Postverkehr	ar	1	Schulcontainer	ökl.l	2
			Sportraum	öksp	2

11.4 Verwendete Stofflisten

Tabelle 43: Zugehörigkeit der Einzelstoffe zu den verschiedenen Stofflisten, nicht relevante Stoffe für die Berechnung der Summenparameter wurden grau hinterlegt; n<20 = es wurden weniger als 20 Fälle definiert; nur<BG = alle Messwerte lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze; vocdb I = Stoffauswahl für die Berechnung der Summenparameter in Anlehnung an die Stoffliste nach VDI 4300:6 (2000); vocdb II = Stoffauswahl für die Berechnung der Summenparameter in Anlehnung an die Stoffliste der hier entwickelten VOC-Datenbank; vocdb I B = Mindeststoffe aus vocdb I; vocdb II B = Mindeststoffe aus vocdb II; Stoffgemische = Mindeststoffe für die Berechnung der Stoffgemische; ¹ = C1- bis C4-Alkylaromaten; ² = bicyclische Terpene; ³ = monocyclische Terpene; ⁴ = C3- bis C6-Alkanale

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
110-54-3	n-Hexan				x	x	x	x	
142-82-5	n-Heptan				x	x	x	x	
111-65-9	n-Octan				x	x	x	x	
111-84-2	n-Nonan				x	x	x	x	
124-18-5	n-Decan				x	x	x	x	
1120-21-4	n-Undecan				x	x	x	x	
112-40-3	n-Dodecan				x	x	x	x	
629-50-5	n-Tridecan				x	x	x	x	
629-59-4	n-Tetradecan				x	x	x	x	
629-62-9	n-Pentadecan				x	x	x	x	
544-76-3	n-Hexadecan				x	x	x	x	
629-78-7	n-Heptadecan						x		
583-45-3	n-Octadecan						x		
629-29-5	n-Nonadecan						x		
112-95-8	n-Eicosan						x		
629-94-7	n-Heneicosan						x		
629-97-0	n-Docosan						x		
107-83-5	2-Methylpentan				x		x		
96-14-0	3-Methylpentan				x		x		
591-76-4	2-Methylhexan						x		
589-34-4	3-Methylhexan						x		
592-27-8	2-Methylheptan						x		
589-81-1	3-Methylheptan						x		
589-53-7	4-Methylheptan	x	x	x					

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
565-59-3	2,3-Dimethylpentan						x		
540-84-1	2,2,4-Trimethylpentan						x		
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptan						x		
4390-04-9	2,2,4,4,6,8,8-Heptamethylnonan						x		
110-82-7	Cyclohexan				x	x	x	x	
96-37-7	Methylcyclopentan				x	x	x	x	
108-87-2	Methylcyclohexan				x	x	x	x	
6069-98-3	cis-4-Isopropyl-1-methylcyclohexan	x	x						
1678-82-6	trans-4-Isopropyl-1-methylcyclohexan	x	x						
589-90-2	Dimethylcyclohexan						x		
62199-62-6	2,2,4,4,6-Pentamethylheptan						x		
3074-71-3	2,3-Dimethylheptan						x		
493-02-7	trans-Decahydronaphthalin						x		
90622-57-4	Isomerengemisch Dekan-Dodekan	x	x						
109-66-0	n-Pentan	x	x						
638-67-5	n-Tricosan	x	x						
646-31-1	n-Tetracosan	x	x						
493-01-6	cis-Decahydronaphthalin	x		x					
	n-Heptadekan und Isomere	x	x	x					
106-97-8	n-Butan	x	x						
	i-und n-Butan	x	x						
	i-und n-Pentan	x	x						
592-76-7	1-Hepten						x		
111-66-0	1-Octen				x		x	x	
124-11-8	1-Nonen						x		
872-05-9	1-Decen				x		x	x	
821-95-4	1-Undecen						x		
112-41-4	1-Dodecen						x		
2437-56-1	1-Tridecen						x		
1120-36-1	1-Tetradecen	x	x						
629-73-2	1-Hexadecen	x	x						
7756-94-7	trimeres Isobuten				x		x	x	
115-11-7	trimeres Isobuten I	x	x	x					
100-40-3	4-Vinylcyclohexen						x		

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
4994-16-5	4-Phenylcyclohexen				x		x	x	
	Dodecen Isomerengemisch	x	x	x					
71-43-2	Benzol				x	x	x	x	
108-88-3	Toluol				x	x	x	x	x ¹
100-41-4	Ethylbenzol				x	x	x	x	x ¹
1330-20-7	m,p-Xylol				x	x	x	x	x ¹
95-47-6	o-Xylol				x	x	x	x	x ¹
103-65-1	n-Propylbenzol				x	x	x	x	x ¹
98-82-8	Isopropylbenzol						x		
611-14-3	2-Ethyltoluol				x		x		x ¹
620-14-4	3-Ethyltoluol						x		
620-14-4/622-96-8	3/4-Ethyltoluol						x		
622-96-8	4-Ethyltoluol						x		
526-73-8	1,2,3-Trimethylbenzol						x	x	
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzol				x	x	x	x	x ¹
108-67-8	1,3,5-Trimethylbenzol				x	x	x	x	x ¹
95-93-2	1,2,4,5-Tetramethylbenzol						x		
527-53-7	1,2,3,5-Tetramethylbenzol						x		
104-51-8	n-Butylbenzol						x		
135-01-3	1,2-Diethylbenzol	x	x	x					
141-93-5	1,3-Diethylbenzol	x	x						
105-05-5	1,4-Diethylbenzol						x		
527-84-4	o-Cymol						x		
535-77-3	m-Cymol						x		
99-87-6	p-Cymol						x		
1077-16-3	Hexylbenzol						x		
99-62-7	1,3-Diisopropylbenzol						x		
100-18-5	1,4-Diisopropylbenzol						x		
99-62-7/100-18-5	1,3-/1,4-Diisopropylbenzol						x		
135-01-3/141-93-5	1,2/1,3-Diethylbenzol						x		
2189-60-8	Phenyloctan und Isomere	x		x					
1081-77-2	Nonylbenzol	x		x					
104-72-3	Phenyldecan und Isomere	x		x					

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
6742-54-7	Phenylundecan und Isomere	x		x					
91-20-3	Naphthalin				x		x		
119-64-2	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin						x		
24157-81-1	2,6-Diisopropyl-naphthalin	x	x						
90-12-0	1-Methylnaphthalin						x		
91-57-6	2-Methylnaphthalin						x		
90-12-0/91-57-6	1/2-Methylnaphthalin						x		
101896-27-9	Methylnaphthalin	x	x						
38640-62-9	Diisopropyl-naphthalin						x		
100-42-5	Styrol				x	x	x	x	
98-83-9	Methylstyrol						x		
25013-15-4	Vinyltoluol	x		x					
536-74-3	Phenylacetylen	x		x					
108-95-2	Phenol						x		
95-48-7	o-Kresol						x		
108-38-4	m/p-Kresol						x		
128-37-0	2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol						x		
697-82-5	2,3,6-Trimethylphenol	x	x						
576-26-1	2,4-Dimethylphenol	x	x						
95-13-6	Inden						x		
95-16-9	Benzothiazol						x		
496-11-7	Indan						x		
75-09-2	Dichlormethan	x	x						
67-66-3	Trichlormethan						x		
56-23-5	Tetrachlormethan						x		
75-27-4	Bromdichlormethan	x		x					
124-48-1	Chlordibrommethan	x	x	x					
75-25-2	Tribrommethan	x		x					
75-69-4	Trichlorfluormethan	x		x					
75-46-7	Trifluormethan	x		x					
107-06-2	1,2-Dichlorethan						x		
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan				x	x	x	x	
79-00-5	1,1,2-Trichlorethan	x	x	x					
76-13-1	1,1,2-Trichlortrifluorethan	x	x						

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
79-01-6	Trichlorethen				x		x	x	
127-18-4	Tetrachlorethen				x	x	x	x	
156-59-2	cis-1,2-Dichlorethen						x		
156-60-5	trans-1,2-Dichlorethen	x		x					
108-90-7	Chlorbenzol						x		
95-50-1	1,2-Dichlorbenzol						x		
541-73-1	1,3-Dichlorbenzol						x		
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol				x	x	x	x	
90-13-1	1-Chlornaphthalin						x		
91-58-7	2-Chlornaphthalin						x		
96-23-1	1,3-Dichlor-2-propanol	x	x						
64-17-5	Ethanol						x		
71-23-8	1-Propanol						x		
67-63-0	2-Propanol				x		x		
71-36-3	1-Butanol				x	x	x	x	
78-83-1	Isobutanol						x	x	
75-65-0	tert.-Butanol						x		
123-51-3	Isoamylalkohol						x		
598-75-4	3-Methyl-2-butanol						x		
137-32-6	2-Methyl-1-butanol						x		
71-41-0	1-Pentanol						x		
6032-29-7	2-Pentanol						x		
111-27-3	1-Hexanol						x		
111-70-6	1-Heptanol						x		
111-87-5	1-Octanol						x		
143-08-8	1-Nonanol						x		
628-99-9	2-Nonanol						x		
112-30-1	1-Decanol						x		
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol				x	x	x	x	
3391-86-4	1-Octen-3-ol						x		
108-93-0	Cyclohexanol	x		x					
100-51-6	Benzylalkohol				x		x		
123-42-2	Diacetonalkohol	x		x					
104-54-1	Zimtalkohol	x		x					

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
58175-57-8	2-Propyl-1-pentanol	x		x					
80-56-8	alpha-Pinen				x	x	x	x	x ²
127-91-3	beta-Pinen				x	x	x	x	x ²
13466-78-9	delta-3-Caren				x	x	x	x	x ²
138-86-3	Limonen				x	x	x	x	x ³
78-70-6	beta-Linalool						x		
115-95-7	beta-Linaloylacetat						x		
76-22-2	Campher						x		
79-92-5	Camphen						x		
470-82-6	Eucalyptol						x		
89-78-1	Menthol						x		
10458-14-7	Menthon	x		x					
89-48-5	Menthylacetat	x		x					
99-86-5	alpha-Terpinen						x		
99-85-4	gamma-Terpinen						x		
1137-12-8	Longicyclen						x		
507-70-0	Borneol						x		
1135-66-6	Isolongifolen/Isolongicyclen						x		
475-20-7	Longifolen						x		
1196-01-6	Verbenon						x		
87-44-5	beta-Caryophyllen						x		
106-22-9	beta-Citronellol						x		
97-54-1	Isoeugenol	x		x					
97-53-0/97-54-1	Eugenol/Isoeugenol	x		x					
106-24-1	Geraniol	x		x					
127-41-3	alpha-Jonon						x		
123-35-3	beta-Myrcen	x	x						
18479-58-8	Dihydromyrcenol						x		
98-55-5	alpha-Terpineol						x		
586-81-2	gamma-Terpineol	x	x						
105-87-3	Geranylacetat						x		
586-62-9	Terpinolen	x	x						
50-00-0	Formaldehyd						x	x	

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
75-07-0	Acetaldehyd						x	x	
123-38-6	Propanal						x		
123-72-8	n-Butanal				x		x	x	x ⁴
78-84-2	2-Methyl-1-Propanal	x	x						
110-62-3	n-Pentanal				x	x	x	x	x ⁴
96-17-3	2-Methyl-1-butanal	x	x						
590-86-3	3-Methyl-1-butanal						x		
66-25-1	n-Hexanal				x	x	x	x	x ⁴
123-05-7	2-Ethylhexanal						x		
111-71-7	n-Heptanal						x	x	
124-13-0	n-Octanal						x	x	
124-19-6	n-Nonanal				x	x	x	x	
112-31-2	n-Decanal						x		
112-44-7	n-Undecanal						x		
112-54-9	n-Dodecanal						x		
100-52-7	Benzaldehyd				x		x		
104-87-0	4-Methylbenzaldehyd	x	x	x					
98-01-1	Furfural						x		
620-02-0	5-Methylfurfural						x		
78-85-3	2-Methyl-2-propenal						x		
4170-30-3	2-Butenal						x		
1576-87-0	2-Pentenal						x		
505-57-7	2-Hexenal						x		
2463-63-0	2-Heptenal						x		
2363-89-5	2-Octenal						x		
2463-53-8	2-Nonenal						x		
3913-71-1	2-Decenal						x		
2463-77-6	2-Undecenal						x		
107-02-8	Acrolein						x		
111-30-8	Glutaraldehyd						x		
104-55-2	3-Phenyl-2-propenal	x		x					
101-86-0	alpha-Hexylzimtaldehyd	x		x					
107-22-2	Ethandial						x		
78-98-8	Methylglyoxal						x		

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
121-33-5	Vanillin						x		
5973-71-7	3,4-Dimethylphenylmethanal	x		x					
78-93-3	Methylethylketon				x	x	x	x	
107-87-9	Methylpropylketon					x	x	x	
591-78-6	Methylbutylketon						x		
563-80-4	3-Methyl-2-butanon						x		
108-10-1	Methylisobutylketon				x		x		
108-83-8	Diisobutylketon						x		
96-22-0	3-Pentanon						x		
110-43-0	2-Heptanon						x		
106-35-4	3-Heptanon						x		
106-68-3	3-Octanon						x		
565-80-0	Diisopropylketon						x		
98-86-2	Acetophenon				x		x	x	
67-64-1	Aceton						x		
116-09-6	1-Hydroxyaceton						x		
123-54-6	Acetylaceton	x		x					
78-59-1	3,3,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on	x		x					
120-92-3	Cyclopentanon						x		
1120-72-5	2-Methylcyclopentanon	x		x					
108-94-1	Cyclohexanon				x	x	x		
583-60-8	2-Methylcyclohexanon	x		x					
589-92-4	4-Methylcyclohexanon						x		
873-94-9	3,3,5-Trimethylcyclohexanon	x		x					
78-94-4	3-Buten-2-on						x		
110-13-4	2,5-Hexandion	x		x					
119-61-9	Benzophenon						x		
592-84-7	n-Butylformiat						x		
79-20-9	Methylacetat						x		
141-78-6	Ethylacetat				x	x	x	x	
108-05-4	Vinylacetat						x		
109-60-4	n-Propylacetat						x		
108-21-4	Isopropylacetat				x		x	x	
123-86-4	n-Butylacetat				x	x	x	x	

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
110-19-0	Isobutylacetat						x	x	
4435-53-4	3-Methoxybutylacetat						x		
103-09-3	2-Ethylhexylacetat						x		
140-11-4	Benzylacetat	x	x	x					
32210-23-4	4-tert-Butylcyclohexylacetat	x	x						
590-01-2	Butylpropionat	x		x					
93-58-3	Benzoessäuremethylester						x		
96-33-3	Acrylsäuremethylester						x		
140-88-5	Acrylsäureethylester						x		
141-32-2	Acrylsäurebutylester						x		
103-11-7	2-Ethylhexylacrylat						x		
13048-33-4	Hexandioldiacrylat	x		x					
80-62-6	Methacrylsäuremethylester						x		
97-63-2	Ethylmethacrylat	x		x					
96-49-1	Etylencarbonat	x		x					
110-49-6	Ethylenglykolmonomethyletheracetat						x		
111-15-9	Ethylenglykolmonoethyletheracetat				x	x	x	x	
112-07-2	Ethylenglykolmonobutyletheracetat						x		
108-65-6	Propylenglykolmonomethyletheracetat				x	x	x	x	
98516-30-4	Propylenglykolmonoethyletheracetat						x		
88917-22-0	Dipropylenglykolmonomethyletheracetat						x		
124-17-4	Diethylenglykolmonobutyletheracetat						x		
112-15-2	Diethylenglykolmonoethyletheracetat						x		
6846-50-0	TXIB				x	x	x	x	
25265-77-4	Texanol				x	x	x	x	
106-65-0	Dimethylsuccinat						x		
925-06-4	Diisobutylsuccinat						x		
1119-40-0	Dimethylglutarat						x		
627-93-0	Dimethyladipat						x		
105-76-0	Dibutylmaleinat						x		
131-11-3	Dimethylphthalat				x		x		
84-66-2	Diethylphthalat						x		
84-74-2	Di(n-butyl)phthalat						x		
84-69-5	Diisobutylphthalat						x		

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
105-75-9	Fumarsäuredibutylester						x		
7397-62-8	Glykolsäurebutylester	x		x					
76-49-3	Essigsäurebornylester						x		
125-12-2	Isobornylacetat	x	x						
141-04-8	Adipinsäurediisobutylester						x		
110-27-0	Tetradecansäure-Isopropylester	x	x						
105-58-8	Diethylcarbonat						x		
1732-08-7	Dimethylpimelat	x		x					
2807-30-9	2-Propoxyethanol	x		x					
109-59-1	2-Methylethoxyethanol	x		x					
112-25-4	2-Hexoxyethanol	x		x					
71195-64-7	Diisobutylglutarat						x		
1634-04-4	Methyl-tert.-butylether						x		
107-21-1	Ethylenglykol						x		
57-55-6	1,2-Propylenglykol						x		
107-41-5	2-Methyl-2,4-pentandiol						x		
111-46-6	Diethylenglykol						x		
25265-71-8	Dipropylenglykol						x		
24800-44-0	Tripopylenglykol						x		
109-86-4	Ethylenglykolmonomethylether				x	x	x		x
110-80-5	Ethylenglykolmonoethylether				x	x	x		x
111-76-2	Ethylenglykolmonobutylether				x	x	x		x
122-99-6	Ethylenglykolmonophenylether				x	x	x		x
111-77-3	Diethylenglykolmonomethylether						x		
111-90-0	Diethylenglykolmonoethylether						x		x
112-34-5	Diethylenglykolmonobutylether				x	x	x		x
107-98-2	1,2-Propylenglykolmonomethylether				x	x	x		x
2517-43-3	3-Methoxy-1-butanol						x		
1569-02-4	Propylenglykolmonoethylether						x		
5131-66-8	1,2-Propylenglykolmonobutylether						x		
770-35-4	1,2-Propylenglykolmonophenylether						x		
34590-94-8	Dipropylenglykolmonomethylether						x		
29911-28-2	Dipropylenglykolmonobutylether						x		
55934-93-5	Tripopylenglykolmonobutylether						x		

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
110-71-4	Ethylenglykoldimethylether						x		
629-14-1	Ethylenglykoldiethylether						x		
111-96-6	Diethylenglykoldimethylether						x		
29911-27-1	Dipropylenglykolmonopropylether						x		
111109-77-4	Dipropylenglykoldimethylether						x		
143-22-6	Triethylenglykolmonobuthylether						x		
112-36-7	Diethylenglykoldiethylether						x		
112-73-2	Dibutyldiglykol	x		x					
112-49-2	Triethylenglykoldimethylether	x		x					
112-59-4	2-(2-Hexoxyethoxy)-ethanol	x		x					
623-84-7	Propylenglykoldiacetat	x		x					
132739-31-2	Dipropylenglykolmono-tert.butylether	x		x					
20324-33-8	Tripropylenglykolmonomethylether	x		x					
7778-85-0	1,2-Propylenglykoldimethylether	x		x					
126-86-3	TMDYD						x		
541-05-9	Siloxan D3						x	x	
556-67-2	Siloxan D4						x	x	
541-02-6	Siloxan D5						x	x	
540-97-6	Siloxan D6						x		
107-46-0	Hexamethylsiloxan	x	x						
107-51-7	Oktamethyltrisiloxan	x	x						
141-62-8	Dekamethyltetrasiloxan	x	x						
141-63-9	Dodekamethylpentasiloxan	x	x						
64-19-7	Essigsäure						x	x	
79-09-4	Propionsäure						x		
79-31-2	Isobuttersäure						x		
107-92-6	n-Butansäure						x		
109-52-4	n-Pentansäure						x		
142-62-1	n-Hexansäure						x	x	
111-14-8	n-Heptansäure						x		
124-07-2	n-Octansäure						x	x	
149-57-5	2-Ethylhexansäure						x		
75-98-9	Pivalinsäure	x		x					
107-13-1	Acrylnitril						x		

CAS-Nr.	Name	nicht relevant	n<20	nur<BG	vocdb I	vocdb I B	vocdb II	vocdb II B	Stoffgemisch
79-06-1	Acrylamid	x		x					
105-60-2	Caprolactam						x		
54-11-5	Nicotin	x	x						
534-22-5	2-Methylfuran						x		
930-27-8	3-Methylfuran						x		
109-99-9	Tetrahydrofuran				x	x	x	x	
3777-69-3	2-Pentylfuran				x	x	x		
60-29-7	Diethylether	x		x					
123-91-1	1,4-Dioxan						x		
106-89-8	Epichlorhydrin	x	x	x					
96-48-0	Butyrolacton						x		
872-50-4	N-Methyl-2-pyrrolidon						x	x	
100-97-0	Hexamethylenetetramin						x		
96-29-7	2-Butanonoxim						x		
126-73-8	Tributylphosphat	x		x					
78-40-0	Triethylphosphat						x		
26172-55-4	5-Chlor-2-methyl-4-isothiazolin-3-on	x		x					
2682-20-4	2-Methyl-4-isothiazolin-3-on	x	x						

11.5 Kenndaten für Einzelstoffe

Tabelle 44: Kenndaten für Einzelstoffe; N = Stichprobenumfang; n>BG = Anzahl der Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze; %<BG = prozentualer Anteil der Werte unterhalb der BG vom Gesamtstichprobenumfang; Max = Maximalwert in µg/m³, AM = arithmetischer Mittelwert in µg/m³; P = Perzentile der Verteilung in µg/m³; die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden als BG/2 berücksichtigt; die Werte wurden jeweils auf die erste Nachkommastelle gerundet

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
SG 1	Alkane												
110-54-3	n-Hexan	2288	1495	34,7	4600	10,0	0,5	1,0	2,0	5,0	11,0	18,0	39,0
142-82-5	n-Heptan	2358	1866	20,9	1000	8,2	0,5	1,0	3,0	6,0	13,0	22,9	46,0
111-65-9	n-Octan	2343	1466	37,4	535	3,9	0,5	0,5	1,0	3,2	7,1	12,6	21,0
111-84-2	n-Nonan	2344	1425	39,2	1230	5,9	0,5	0,5	1,0	3,0	7,6	15,0	37,4
124-18-5	n-Decan	2349	1837	21,8	1401	12,8	0,5	1,0	2,0	6,0	20,1	41,0	93,7
1120-21-4	n-Undecan	2362	2043	13,5	3501	16,7	0,5	1,0	3,0	9,0	29,0	58,0	112,3
112-40-3	n-Dodecan	2363	1922	18,7	3501	10,5	0,5	1,0	2,0	6,0	16,0	30,9	66,7
629-50-5	n-Tridecan	2364	1595	32,5	1110	3,3	0,5	0,5	1,0	2,3	5,0	9,0	19,0
629-59-4	n-Tetradecan	2358	1632	30,8	407	2,7	0,5	0,7	1,1	2,9	5,0	7,0	12,0
629-62-9	n-Pentadecan	2352	1392	40,8	76	1,8	0,5	0,5	1,0	2,0	3,4	5,0	8,0
544-76-3	n-Hexadecan	1991	1008	49,4	32	1,4	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,2
629-78-7	n-Heptadecan	926	524	43,4	18	1,2	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
583-45-3	n-Octadecan	838	310	63,0	21	0,9	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	2,0	4,0
629-29-5	n-Nonadecan	831	195	76,5	7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0
112-95-8	n-Eicosan	831	55	93,4	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
629-94-7	n-Heneicosan	334	19	94,3	11	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
629-97-0	n-Docosan	333	22	93,4	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
107-83-5	2-Methylpentan	863	256	70,3	4740	9,3	0,5	0,5	1,7	2,0	6,1	13,0	22,9
96-14-0	3-Methylpentan	869	308	64,6	920	3,9	0,5	0,5	0,7	2,0	5,0	10,2	18,0
591-76-4	2-Methylhexan	389	216	44,5	110	4,0	0,5	0,5	1,0	3,0	6,2	13,6	36,6
589-34-4	3-Methylhexan	662	344	48,0	240	4,6	0,5	0,9	1,0	3,0	8,9	15,8	25,9
592-27-8	2-Methylheptan	30	3	90,0	1	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0
589-81-1	3-Methylheptan	30	1	96,7	1	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
565-59-3	2,3-Dimethylpentan	387	70	81,9	55	1,7	0,9	0,9	0,9	0,9	3,2	4,9	8,9
3074-71-3	2,3-Dimethylheptan	424	166	60,8	272	2,3	0,5	0,5	0,5	2,0	3,0	5,0	10,5
540-84-1	2,2,4-Trimethylpentan	1993	207	89,6	1662	2,5	0,4	0,5	0,5	0,9	1,0	3,0	7,0

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
13475-82-6	2,2,4,6,6-Pentamethylheptan	1560	673	56,9	7780	13,5	0,5	0,5	0,7	2,1	6,4	13,8	29,2
62199-62-6	2,2,4,4,6-Pentamethylheptan	26	2	92,3	17	1,3	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0	2,3	9,9
4390-04-9	2,2,4,4,6,8,8-Heptamethylnonan	1281	256	80,0	230	2,0	0,4	0,4	0,5	0,7	2,0	5,0	13,0
110-82-7	Cyclohexan	2365	1362	42,4	1400	9,6	0,5	0,9	2,0	5,0	13,0	29,8	81,7
96-37-7	Methylcyclopentan	2356	929	60,6	1200	3,7	0,5	0,5	0,9	2,0	4,1	10,0	26,0
108-87-2	Methylcyclohexan	2330	1230	47,2	1200	5,3	0,5	0,5	1,0	3,0	9,0	17,0	34,0
589-90-2	Dimethylcyclohexan	94	6	93,6	19	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	4,4
493-02-7	trans-Decahydronaphthalin	39	3	92,3	10	2,9	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	5,4	9,2
493-01-6	cis-Decahydronaphthalin	39	0	100,0	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
SG 2	Alkene												
592-76-7	1-Hepten	426	22	94,8	71	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	2,8
111-66-0	1-Octen	1403	31	97,8	4	0,8	0,5	0,7	0,7	1,0	1,0	1,5	2,5
124-11-8	1-Nonen	1110	11	99,0	11	0,9	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,8	2,5
872-05-9	1-Decen	1105	17	98,5	15	0,9	0,5	0,5	0,9	1,0	1,0	2,0	2,5
821-95-4	1-Undecen	1101	12	98,9	16	0,9	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	2,0	2,5
112-41-4	1-Dodecen	468	26	94,4	13	1,3	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	5,3
2437-56-1	1-Tridecen	426	4	99,1	3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5	2,5
7756-94-7	trimeres Isobuten	2077	244	88,3	280	1,8	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0	2,0	6,0
100-40-3	4-Vinylcyclohexen	2032	36	98,2	5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
4994-16-5	4-Phenylcyclohexen	2323	65	97,2	14	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0
SG 3	Aromaten												
71-43-2	Benzol	2361	1825	22,7	1300	2,9	0,5	1,0	1,7	2,8	4,0	6,0	10,0
108-88-3	Toluol	2402	2364	1,6	4600	29,5	4,0	7,0	12,0	24,0	49,0	90,0	180,0
100-41-4	Ethylbenzol	2395	2068	13,7	3665	10,3	0,5	1,0	2,0	5,1	13,0	27,0	68,7
1330-20-7	m,p-Xylol	2396	2305	3,8	6155	27,7	2,0	3,0	5,0	12,0	38,4	86,5	225,6
95-47-6	o-Xylol	2375	1994	16,0	2156	9,7	0,5	1,0	2,0	4,3	14,0	29,3	73,8
103-65-1	n-Propylbenzol	2362	950	59,8	1157	3,0	0,4	0,5	0,5	1,0	3,0	7,0	15,0
98-82-8	Isopropylbenzol	2112	566	73,2	399	1,5	0,4	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0	6,0
611-14-3	2-Ethyltoluol	1944	810	58,3	1033	3,5	0,5	0,5	0,5	1,5	4,1	8,4	21,6
620-14-4	3-Ethyltoluol	1144	826	27,8	650	5,7	0,5	0,7	1,4	3,3	10,0	19,5	42,3
620-14-4/622-96-8	3/4-Ethyltoluol	546	444	18,7	4024	16,5	0,5	1,0	2,0	4,0	11,5	29,0	100,5
622-96-8	4-Ethyltoluol	1124	535	52,4	1049	3,9	0,5	0,5	0,9	2,0	5,7	9,2	20,8
526-73-8	1,2,3-Trimethylbenzol	2153	1007	53,2	601	3,1	0,4	0,5	0,5	1,7	4,2	8,8	20,0
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzol	2375	2055	13,5	3848	12,9	0,5	1,0	2,0	5,5	16,0	34,4	83,2

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
108-67-8	1,3,5-Trimethylbenzol	2359	1127	52,2	1096	3,9	0,5	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	25,5
95-93-2	1,2,4,5-Tetramethylbenzol	1371	137	90,0	39	0,9	0,4	0,5	0,5	0,5	1,1	2,5	4,0
527-53-7	1,2,3,5-Tetramethylbenzol	128	8	93,8	7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	3,4
104-51-8	n-Butylbenzol	1114	140	87,4	71	1,1	0,5	0,5	0,5	0,9	2,0	2,5	4,9
105-05-5	1,4-Diethylbenzol	39	1	97,4	10	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	4,3
527-84-4	o-Cymol	311	4	98,7	6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
535-77-3	m-Cymol	311	56	82,0	37	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	3,8
99-87-6	p-Cymol	1661	753	54,7	57	1,7	0,5	0,5	0,5	1,8	3,6	5,6	11,5
1077-16-3	Hexylbenzol	31	1	96,8	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9
99-62-7	1,3-Diisopropylbenzol	917	12	98,7	5	0,7	0,5	0,5	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0
100-18-5	1,4-Diisopropylbenzol	784	1	99,9	3	0,7	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0
99-62-7/100-18-5	1,3-/1,4-Diisopropylbenzol	326	8	97,5	8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
135-01-3/141-93-5	1,2-/1,3-Diethylbenzol	40	2	95,0	7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	2,8
2189-60-8	Phenyloctan und Isomere	125	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1081-77-2	Nonylbenzol	28	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
104-72-3	Phenyldecan und Isomere	46	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
6742-54-7	Phenylundecan und Isomere	44	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
91-20-3	Naphthalin	1615	387	76,0	2090	3,3	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	3,4	13,0
119-64-2	1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin	467	55	88,2	120	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	5,7
90-12-0	1-Methylnaphthalin	339	32	90,6	370	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
91-57-6	2-Methylnaphthalin	271	35	87,1	550	2,7	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	3,0
90-12-0/91-57-6	1/2-Methylnaphthalin	196	24	87,8	171	1,8	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	8,1
38640-62-9	Diisopropylnaphthalin	360	278	22,8	47	3,1	0,5	1,0	2,0	3,0	5,1	9,1	17,6
100-42-5	Styrol	2374	1470	37,1	520	6,3	0,5	1,0	2,0	4,8	12,1	21,8	46,1
98-83-9	Methylstyrol	441	3	98,2	5	1,7	0,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
25013-15-4	Vinyltoluol	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
536-74-3	Phenylacetylen	94	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
108-95-2	Phenol	1507	712	52,8	140	1,9	0,4	0,4	0,5	1,7	3,0	5,0	13,8
95-48-7	o-Kresol	78	9	88,5	427	6,2	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,5	4,4
108-38-4	m/p-Kresol	21	1	95,2	2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5
128-37-0	2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol	834	51	93,9	9	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
95-13-6	Inden	97	2	97,9	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,1
95-16-9	Benzothiazol	601	64	89,4	39	1,1	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	5,0
496-11-7	Indan	542	118	78,2	240	1,7	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	4,0	10,2

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
SG 4	Halogenierte Kohlenwasserstoffe												
67-66-3	Trichlormethan	455	28	93,8	19	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5
56-23-5	Tetrachlormethan	999	64	93,6	8	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,0
75-27-4	Bromdichlormethan	55	0	100,0	3	1,9	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
75-25-2	Tribrommethan	55	0	100,0	1	0,8	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
75-69-4	Trichlorfluormethan	38	0	100,0	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
75-46-7	Trifluormethan	38	0	100,0	1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
107-06-2	1,2-Dichlorethan	205	9	95,6	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan	2325	209	91,0	130	1,3	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
79-01-6	Trichlorethen	1618	100	93,8	125	1,2	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,2	7,0
127-18-4	Tetrachlorethen	2330	282	87,9	980	1,6	0,5	0,5	0,5	0,7	1,0	2,8	6,0
156-59-2	cis-1,2-Dichlorethen	275	2	99,3	5	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	5,0	5,0	5,0
156-60-5	trans-1,2-Dichlorethen	40	0	100,0	5	4,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
108-90-7	Chlorbenzol	427	3	99,3	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0
95-50-1	1,2-Dichlorbenzol	1121	3	99,7	6	0,7	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
541-73-1	1,3-Dichlorbenzol	902	1	99,9	2	0,8	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol	2283	56	97,5	15	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	1,0	2,5
91-58-7	2-Chlornaphthalin	349	5	98,6	3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
90-13-1	1-Chlornaphthalin	408	10	97,5	19	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SG 5	Alkohole												
64-17-5	Ethanol	48	29	39,6	6100	297,2	1,0	25,0	56,5	142,5	483,5	810,5	2528,0
71-23-8	1-Propanol	106	16	84,9	350	12,1	0,5	0,5	1,5	2,5	3,5	23,3	189,8
67-63-0	2-Propanol	869	515	40,7	4000	43,6	0,5	2,5	15,0	22,0	74,2	130,0	329,2
71-36-3	1-Butanol	2284	2040	10,7	3422	23,9	2,0	4,2	11,0	23,8	45,7	73,9	130,0
78-83-1	Isobutanol	1277	777	39,2	360	10,6	0,5	1,5	3,0	8,0	21,7	41,9	92,0
75-65-0	tert.-Butanol	97	4	95,9	3	1,3	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	2,5
123-51-3	Isoamylalkohol	729	34	95,3	3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7	0,7	1,5
598-75-4	3-Methyl-2-butanol	57	6	89,5	3	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	2,2
137-32-6	2-Methyl-1-butanol	89	15	83,1	3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	1,0
71-41-0	1-Pentanol	462	280	39,4	39	2,9	0,4	0,5	1,8	3,3	6,6	9,3	15,7
6032-29-7	2-Pentanol	127	17	86,6	5	1,0	0,1	0,1	0,5	2,5	2,5	2,5	2,5
111-27-3	1-Hexanol	445	93	79,1	13	0,9	0,4	0,4	0,4	0,5	2,1	2,5	3,8
111-70-6	1-Heptanol	160	28	82,5	11	0,6	0,1	0,2	0,5	0,5	0,5	2,2	2,5

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
106-24-1	Geraniol	50	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
127-41-3	alpha-Jonon	38	1	97,4	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9
18479-58-8	Dihydromyrcenol	32	5	84,4	6	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,7	4,8	6,1
98-55-5	alpha-Terpineol	283	15	94,7	4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	1,4
105-87-3	Geranylacetat	32	2	93,8	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,9	2,0
SG 7	Aldehyde												
50-00-0	Formaldehyd	446	444	0,4	266	43,6	15,5	22,3	32,5	53,0	84,5	104,5	140,3
75-07-0	Acetaldehyd	297	292	1,7	310	34,2	8,0	15,0	23,0	42,0	72,2	94,2	139,3
123-38-6	Propanal	274	263	4,0	174	8,7	1,0	2,0	4,0	9,0	17,7	27,0	63,1
123-72-8	n-Butanal	1742	1343	22,9	260	5,6	0,5	1,0	3,0	6,0	11,0	17,0	33,0
110-62-3	n-Pentanal	2297	2052	10,7	197	10,2	1,0	2,0	5,0	11,3	24,2	36,4	56,1
590-86-3	3-Methyl-1-butanal	176	0	100,0	2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
66-25-1	n-Hexanal	2318	2242	3,3	1301	29,6	3,0	6,0	14,0	31,1	67,0	105,5	167,1
123-05-7	2-Ethylhexanal	342	7	98,0	140	1,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
111-71-7	n-Heptanal	2109	1556	26,2	62	3,6	1,0	1,1	2,0	4,2	7,8	10,6	15,0
124-13-0	n-Octanal	2100	1638	22,0	49	4,2	0,5	1,2	3,0	5,0	9,0	13,0	18,3
124-19-6	n-Nonanal	2309	2027	12,2	150	9,6	1,4	3,0	7,0	12,0	21,0	28,0	38,9
112-31-2	n-Decanal	2051	1135	44,7	160	3,7	1,4	1,5	2,0	4,7	7,5	10,0	15,0
112-44-7	n-Undecanal	329	138	58,1	4	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	1,3	2,0	3,0
112-54-9	n-Dodecanal	317	75	76,3	5	0,7	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	2,3
100-52-7	Benzaldehyd	1564	984	37,1	120	5,0	0,8	1,0	3,5	5,0	10,0	14,7	26,8
98-01-1	Furfural	358	97	72,9	10	1,3	0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,8
620-02-0	5-Methylfurfural	258	29	88,8	3	1,3	0,2	0,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
78-85-3	2-Methyl-2-propenal	190	0	100,0	2	1,2	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5
4170-30-3	2-Butenal	278	8	97,1	16	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,7
1576-87-0	2-Pentenal	94	8	91,5	4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	3,0
505-57-7	2-Hexenal	94	2	97,9	7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
2463-63-0	2-Heptenal	94	5	94,7	3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	3,0
2363-89-5	2-Octenal	125	11	91,2	11	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,8	2,5
2463-53-8	2-Nonenal	93	6	93,5	8	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	2,0
3913-71-1	2-Decenal	96	10	89,6	10	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	2,0	3,1
2463-77-6	2-Undecenal	96	4	95,8	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
107-02-8	Acrolein	307	4	98,7	3	1,3	0,5	0,5	1,0	2,0	2,5	2,5	2,5
111-30-8	Glutaraldehyd	256	0	100,0	2	1,0	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
104-55-2	3-Phenyl-2-propenal	31	0	100,0	2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5
101-86-0	alpha-Hexylzimtaldehyd	30	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
107-22-2	Ethandial	179	2	98,9	14	1,4	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0
78-98-8	Methylglyoxal	179	0	100,0	3	1,7	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
121-33-5	Vanillin	242	8	96,7	38	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2
5973-71-7	3,4-Dimethylphenylmethanal	43	0	100,0	2	1,7	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
SG 8	Ketone												
78-93-3	Methylethylketon	2285	1852	18,9	5190	25,8	1,0	2,5	5,0	12,0	42,2	85,2	170,0
107-87-9	Methylpropylketon	254	55	78,3	5	1,2	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	1,9	2,0
591-78-6	Methylbutylketon	830	257	69,0	42	0,6	0,2	0,2	0,2	0,6	1,4	2,5	2,5
563-80-4	3-Methyl-2-butanon	282	16	94,3	4	0,9	0,5	0,5	1,0	1,0	1,5	1,5	2,2
108-10-1	Methylisobutylketon	2433	1059	56,5	1230	4,6	0,5	0,5	1,0	2,0	7,7	16,9	32,0
108-83-8	Diisobutylketon	183	28	84,7	145	1,8	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	3,0	10,7
96-22-0	3-Pentanon	199	2	99,0	10	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0	2,5
110-43-0	2-Heptanon	771	468	39,3	22	0,9	0,2	0,2	0,5	1,1	1,9	2,7	3,9
106-35-4	3-Heptanon	862	222	74,2	360	1,2	0,2	0,2	0,4	0,5	1,5	2,5	3,7
106-68-3	3-Octanon	763	10	98,7	3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5
565-80-0	Diisopropylketon	400	13	96,8	14	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,6
98-86-2	Acetophenon	1252	412	67,1	230	2,5	0,5	1,0	1,6	2,0	4,0	6,8	14,0
67-64-1	Aceton	336	293	12,8	3700	103,0	16,0	25,0	51,0	91,3	181,5	293,8	458,8
116-09-6	1-Hydroxyaceton	66	8	87,9	8	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	4,8	5,7
123-54-6	Acetylaceton	23	0	100,0	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
78-59-1	3,3,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on	69	0	100,0	3	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	2,3
120-92-3	Cyclopentanon	70	1	98,6	5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,8	2,5
1120-72-5	2-Methylcyclopentanon	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
108-94-1	Cyclohexanon	2412	976	59,5	154	2,4	0,5	0,5	1,0	2,0	4,0	7,0	15,9
583-60-8	2-Methylcyclohexanon	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
589-92-4	4-Methylcyclohexanon	207	0	100,0	3	1,2	0,5	1,0	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
873-94-9	3,3,5-Trimethylcyclohexanon	29	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
78-94-4	3-Buten-2-on	187	1	99,5	2	1,2	0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0
110-13-4	2,5-Hexandion	38	0	100,0	3	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
119-61-9	Benzophenon	300	23	92,3	6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0
SG 9	Ester ein- und zweiwertiger Alkohole												
592-84-7	n-Butylformiat	818	241	70,5	52	1,2	0,5	0,5	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
79-20-9	Methylacetat	442	298	32,6	940	12,6	0,5	1,0	2,0	4,0	10,0	17,0	86,6
141-78-6	Ethylacetat	2371	1888	20,4	5200	27,4	0,5	1,6	4,0	12,0	38,0	80,8	173,4
108-05-4	Vinylacetat	463	88	81,0	10	1,0	0,5	0,5	0,5	1,0	2,5	3,0	4,0
109-60-4	n-Propylacetat	1250	34	97,3	52	1,0	0,5	0,5	1,0	1,3	1,3	1,3	1,3
108-21-4	Isopropylacetat	1501	117	92,2	107	1,2	0,5	0,5	0,9	1,0	1,3	2,0	5,0
123-86-4	n-Butylacetat	2371	1922	18,9	16014	43,0	0,5	1,0	3,1	12,5	49,8	110,0	283,6
110-19-0	Isobutylacetat	2143	517	75,9	1660	5,6	0,5	0,5	0,5	1,1	4,0	9,7	46,2
4435-53-4	3-Methoxybutylacetat	865	34	96,1	43	0,7	0,3	0,3	0,5	0,9	0,9	1,0	2,3
103-09-3	2-Ethylhexylacetat	81	7	91,4	37	1,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	5,0	15,0
590-01-2	Butylpropionat	32	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
93-58-3	Benzoessäuremethylester	606	58	90,4	39	1,3	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	4,0	8,9
96-33-3	Acrylsäuremethylester	862	82	90,5	90	1,1	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	2,5	6,0
140-88-5	Acrylsäureethylester	819	18	97,8	4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
141-32-2	Acrylsäurebutylester	896	33	96,3	12	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5	2,5
103-11-7	2-Ethylhexylacrylat	157	24	84,7	3	0,5	0,1	0,3	0,5	0,5	0,5	0,8	1,6
13048-33-4	Hexandioldiacrylat	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
80-62-6	Methacrylsäuremethylester	1828	246	86,5	500	2,0	0,5	0,5	0,5	0,7	2,0	2,5	9,8
97-63-2	Ethylmethacrylat	42	0	100,0	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
96-49-1	Etylencarbonat	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
110-49-6	Ethylenglykolmonomethyletheracetat	1958	24	98,8	76	0,7	0,5	0,5	0,5	0,9	0,9	0,9	2,5
111-15-9	Ethylenglykolmonoethyletheracetat	2228	32	98,6	130	1,1	0,5	0,5	0,7	0,9	1,0	2,5	3,0
112-07-2	Ethylenglykolmonobutyletheracetat	2022	78	96,1	64	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5	0,7	2,5	5,0
108-65-6	Propylenglykolmonomethyletheracetat	2035	954	53,1	1940	10,5	0,5	0,5	1,0	3,0	12,0	31,5	82,0
98516-30-4	Propylenglykolmonoethyletheracetat	440	60	86,4	2550	8,0	0,4	0,4	0,5	0,5	0,8	2,0	7,4
88917-22-0	Dipropylenglykolmonomethyletheracetat	735	2	99,7	15	0,6	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5
124-17-4	Diethylenglykolmonobutyletheracetat	1948	378	80,6	340	2,2	0,3	0,5	0,5	1,1	2,0	3,0	8,1
112-15-2	Diethylenglykolmonoethyletheracetat	42	1	97,6	12	2,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,2
6846-50-0	TXIB	2165	790	63,5	410	3,7	0,4	0,5	0,9	1,0	4,0	9,0	27,0
25265-77-4	Texanol	2176	498	77,1	260	3,1	0,5	0,5	0,7	1,0	4,0	11,0	25,0
106-65-0	Dimethylsuccinat	763	18	97,6	31	1,2	0,5	0,5	0,5	1,8	1,8	1,8	1,8
925-06-4	Diisobutylsuccinat	369	4	98,9	360	1,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
1119-40-0	Dimethylglutarat	766	26	96,6	57	1,0	0,5	0,5	0,5	1,1	1,1	1,1	2,3
627-93-0	Dimethyladipat	793	15	98,1	16	1,1	0,5	0,5	0,5	1,8	1,8	1,8	2,0
105-76-0	Dibutylmaleinat	1392	63	95,5	240	1,0	0,4	0,4	0,5	0,9	1,0	2,0	2,5

CAS-Nr.	Name	N	n>BG	%<BG	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
131-11-3	Dimethylphthalat	1277	175	86,3	539	2,4	0,5	0,5	0,5	1,3	2,0	3,0	9,0
84-66-2	Diethylphthalat	821	382	53,5	23	1,7	0,5	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	9,0
84-74-2	Di(n-butyl)phthalat	738	356	51,8	110	1,6	0,5	0,5	0,5	1,0	3,0	5,0	8,0
84-69-5	Diisobutylphthalat	727	410	43,6	44	1,8	0,5	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	9,0
105-75-9	Fumarsäuredibutylester	66	1	98,5	2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7397-62-8	Glykolsäurebutylester	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
76-49-3	Essigsäurebornylester	621	43	93,1	6	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	1,0	2,5	2,5
141-04-8	Adipinsäurediisobutylester	439	12	97,3	140	1,5	0,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	2,0
105-58-8	Diethylcarbonat	174	3	98,3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1732-08-7	Dimethylpimelat	32	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2807-30-9	2-Propoxyethanol	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
109-59-1	2-Methylethoxyethanol	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
112-25-4	2-Hexoxyethanol	66	0	100,0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
71195-64-7	Diisobutylglutarat	369	4	98,9	710	3,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
SG 10	Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykolether)												
1634-04-4	Methyl-tert.-butylether	890	15	98,3	160	1,6	1,0	1,0	1,7	1,7	2,5	2,5	2,5
107-21-1	Ethylenglykol	586	15	97,4	51	5,0	0,5	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	11,0
57-55-6	1,2-Propylenglykol	1965	551	72,0	670	10,4	0,5	0,5	2,5	4,0	17,0	35,3	110,7
107-41-5	2-Methyl-2,4-pentandiol	451	1	99,8	9	3,7	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
111-46-6	Diethylenglykol	1200	3	99,8	43	8,9	5,0	5,0	10,0	10,3	15,0	15,0	15,0
25265-71-8	Dipropylenglykol	379	2	99,5	13	10,1	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
24800-44-0	Tripropylenglykol	1034	11	98,9	35	4,2	0,5	0,5	0,5	12,5	12,5	12,5	12,5
109-86-4	Ethylenglykolmonomethylether	2190	38	98,3	126	2,0	0,5	0,5	2,5	3,0	3,0	3,0	5,0
110-80-5	Ethylenglykolmonoethylether	2238	163	92,7	400	1,6	0,5	0,5	0,5	2,0	2,5	2,5	5,0
111-76-2	Ethylenglykolmonobutylether	2096	1279	39,0	910	11,0	0,5	0,9	2,3	6,0	18,1	37,1	90,4
122-99-6	Ethylenglykolmonophenylether	2240	903	59,7	1300	6,9	0,5	0,5	1,0	2,5	9,2	22,0	61,4
111-77-3	Diethylenglykolmonomethylether	1842	124	93,3	220	5,1	0,5	0,5	3,0	7,5	8,5	8,5	14,2
111-90-0	Diethylenglykolmonoethylether	1888	311	83,5	780	9,3	0,5	0,5	2,5	5,0	8,5	24,3	78,5
112-34-5	Diethylenglykolmonobutylether	2194	761	65,3	1801	11,2	0,5	0,5	1,5	3,0	13,9	33,0	86,1
107-98-2	1,2-Propylenglykolmonomethylether	2239	1619	27,7	1620	12,1	0,5	1,0	3,0	8,0	23,0	40,0	97,5
2517-43-3	3-Methoxy-1-butanol	303	31	89,8	43	1,9	0,1	0,9	0,9	0,9	1,0	7,7	23,2
1569-02-4	Propylenglykolmonoethylether	442	32	92,8	44	1,3	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	2,0	3,6
5131-66-8	1,2-Propylenglykolmonobutylether	1531	347	77,3	78	2,1	0,5	0,5	1,3	1,7	3,0	7,0	12,0
770-35-4	1,2-Propylenglykolmonophenylether	1152	21	98,2	163	1,4	0,5	0,5	0,6	2,0	2,0	2,5	2,5

Tabelle 45: Perzentilspannen für Einzelstoffe; Angabe der Perzentile in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ unter Berücksichtigung der jeweiligen Bestimmungsgrenzen; N = Stichprobenumfang; n>BG = Anzahl der Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze; %<BG = prozentualer Anteil der Werte unterhalb der BG vom Gesamtstichprobenumfang; P = Perzentile der Verteilung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; für die Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde als untere Grenze der Wert 0 angenommen, als obere Grenze wurde angenommen, dass alle Werte <BG den größten Wert unterhalb der Bestimmungsgrenze haben; bei der Untergrenze beinhaltet der Wert immer den Schwellenwert, bei der Obergrenze kann die Spanne] inklusive oder [exklusive des oberen Wertes sein, die Werte wurden jeweils auf die erste Nachkommastelle gerundet

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Alkane										
n-Hexan	2288	1495	34,7	0 – 1,0[	0 – 1,7[	2,0 – 2,1[	5,0	11,0	18,0	39,0
n-Heptan	2358	1866	20,9	0 – 1,0[	1,0 – 1,3]	3,0	6,0	13,0	22,9	46,0
n-Octan	2343	1466	37,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0 – 1,5[	3,2	7,1	12,6	21,0
n-Nonan	2344	1425	39,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0	7,6	15,0	37,4
n-Decan	2349	1837	21,8	0 – 1,0[	1,0	2,0	6,0	20,1	41,0	93,7
n-Undecan	2362	2043	13,5	0 – 1,0[	1,0	3,0	9,0	29,0	58,0	112,3
n-Dodecan	2363	1922	18,7	0 – 1,0[	1,0	2,0	6,0	16,0	30,9	66,7
n-Tridecan	2364	1595	32,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,3	5,0	9,0	19,0
n-Tetradecan	2358	1632	30,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,1 – 1,5]	2,9	5,0	7,0	12,0
n-Pentadecan	2352	1392	40,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0 – 1,4]	2,0	3,4 – 3,5]	5,0	8,0
n-Hexadecan	1991	1008	49,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	3,0	4,0	5,2
n-Heptadecan	926	524	43,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	1,0 – 2,0[	2,0	3,0	5,0
n-Octadecan	838	310	63,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	2,0	4,0
n-Nonadecan	831	195	76,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	1,0 – 1,2]	2,0
n-Eicosan	831	55	93,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	1,0 – 2,0[
n-Heneicosan	334	19	94,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0
n-Docosan	333	22	93,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0
2-Methylpentan	863	256	70,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,3]	1,0 – 3,3]	6,1 – 9,0]	13,0	22,9
3-Methylpentan	869	308	64,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3]	1,6 – 2,0]	4,2 – 7,0]	10,2	18,0
2-Methylhexan	389	216	44,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0	6,2	13,6	36,6
3-Methylhexan	662	344	48,0	0 – 1,0[	0 – 1,7[	1,0 – 1,7[	3,0	8,9	15,8	25,9
2-Methylheptan	30	3	90,0	0 – 0,5[	0 – 0,5[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,1 – 1,0[	0,8 – 1,0[	1,1
3-Methylheptan	30	1	96,7	0 – 0,5[	0 – 0,5[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,3 – 1,0[
2,3-Dimethylpentan	387	70	81,9	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	3,2 – 3,3]	4,9 – 5,0]	8,9
2,3-Dimethylheptan	424	166	60,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	3,0	5,0	10,5
2,2,4-Trimethylpentan	1993	207	89,6	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,1]	1 – 1,7[	3,0	7,0

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
2,2,4,6,6-Pentamethylheptan	1560	673	56,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	2,1	6,4	13,8	29,2
2,2,4,4,6-Pentamethylheptan	26	2	92,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,6[	0 – 2,0[	2,5	9,9
2,2,4,4,6,8,8-Heptamethylnonan	1281	256	80,0	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	2,0	5,0	13,0
Cyclohexan	2365	1362	42,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,1 – 2,1[	5,0	13,0	29,8	81,7
Methylcyclopentan	2356	929	60,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	2,0	4,1 – 5,0[	10,0	26,0
Methylcyclohexan	2330	1230	47,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1 – 1,3[	3,0	9,0	17,0	34,0
Dimethylcyclohexan	94	6	93,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	4,4
trans-Decahydronaphthalin	39	3	92,3	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	5,4	9,2
cis-Decahydronaphthalin	39	0	100,0	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Alkene										
1-Hepten	426	22	94,8	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 5,0[	0,8 – 5,0[	2,5 – 5,0[
1-Octen	1403	31	97,8	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	1,0 – 5,0[
1-Nonen	1110	11	99,0	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,3[	0 – 5,0[
1-Decen	1105	17	98,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,7[	0 – 5,0[
1-Undecen	1101	12	98,9	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,5[	0 – 5,0[
1-Dodecen	468	26	94,4	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 5,0[	1,0 – 5,0[	5,7
1-Tridecen	426	4	99,1	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
trimeres Isobuten	2077	244	88,3	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	1,0 – 2,0[	2,0	6,0
4-Vinylcyclohexen	2032	36	98,2	0 – 0,7[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[
4-Phenylcyclohexen	2323	65	97,2	0 – 0,6[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	1,0 – 2,0[
Aromaten										
Benzol	2361	1825	22,7	0 – 1,0[	1,0	1,7 – 1,8[	2,8	4,0	6,0	10,0
Toluol	2402	2364	1,6	4,0	7,0	12,0	24,0 – 24,1[	49,0	90,0	180,0
Ethylbenzol	2395	2068	13,7	0 – 1,0[	1,0	2,0	5,1	13,0	27,0	68,7
m,p-Xylol	2396	2305	3,8	2,0	3,0	5,0	12,0	38,4	86,5	225,6
o-Xylol	2375	1994	16,0	0 – 1,0[	1,0	2,0	4,3	14,0	29,3	73,8
n-Propylbenzol	2362	950	59,8	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0 – 1,7[	3,0	7,0	15,0
Isopropylbenzol	2112	566	73,2	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,9 – 1,0[	2,0	3,0	6,0
2-Ethyltoluol	1944	810	58,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,5 – 2,0[	4,1	8,4	21,6
3-Ethyltoluol	1144	826	27,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,4 – 1,7[	3,3	10,0	19,5	42,3
3/4-Ethyltoluol	546	444	18,7	0 – 1,0[	1,0	2,0	4,0	11,5	29,0	100,5
4-Ethyltoluol	1124	535	52,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	2,0	5,7	9,2	20,8
1,2,3-Trimethylbenzol	2153	1007	53,2	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,7 – 2,0[	4,2	8,8	20,0
1,2,4-Trimethylbenzol	2375	2055	13,5	0 – 1,0[	1,0	2,0	5,5	16,0	34,4	83,2

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
1,3,5-Trimethylbenzol	2359	1127	52,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	5,0	10,0	25,5
1,2,4,5-Tetramethylbenzol	1371	137	90,0	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,1[	1,6 – 4[	4,0 – 5,0[
1,2,3,5-Tetramethylbenzol	128	8	93,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,4
n-Butylbenzol	1114	140	87,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	1,2 – 2,1[	2,5 – 5,0[	4,9 – 5,0[
1,4-Diethylbenzol	39	1	97,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	6,2
o-Cymol	311	4	98,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
m-Cymol	311	56	82,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	3,8
p-Cymol	1661	753	54,7	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,8 – 2,0[	3,6	5,6	11,5
Hexylbenzol	31	1	96,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,2
1,3-Diisopropylbenzol	917	12	98,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 2,0[
1,4-Diisopropylbenzol	784	1	99,9	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,9[
1,3-/1,4-Diisopropylbenzol	326	8	97,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0
1,2-/1,3-Diethylbenzol	40	2	95,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,8
Phenyloctan und Isomere	125	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Nonylbenzol	28	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Phenyldecan und Isomere	46	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Phenylundecan und Isomere	44	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Naphthalin	1615	387	76,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	1,6 – 3,0[	3,4 – 5,0[	13,0
1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin	467	55	88,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	5,7
1-Methylnaphthalin	339	32	90,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0
2-Methylnaphthalin	271	35	87,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	1,0	3,0
1/2-Methylnaphthalin	196	24	87,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	1,0 – 2,0[	2,0	8,1
Diisopropylnaphthalin	360	278	22,8	0 – 1,0[	1,0	2,0	3,0 – 5,0[	5,1	9,1	17,6
Styrol	2374	1470	37,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0 – 3,0[	4,8 – 4,9[	12,1	21,8	46,1
Methylstyrol	441	3	98,2	0 – 1,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[
Vinyltoluol	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Phenylacetylen	94	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Phenol	1507	712	52,8	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	1,7 – 1,9[	3,0	5,0	13,8
o-Kresol	78	9	88,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,6[	0,2 – 2,0[	1,1 – 2,7[	3,1 – 7,3[
m/p-Kresol	21	1	95,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,7
2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol	834	51	93,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0
Inden	97	2	97,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,1 – 1,3[
Benzothiazol	601	64	89,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	1,0 – 2,0[	2,0	5,0
Indan	542	118	78,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	4,0 – 5,0[	10,2

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Halogenierte Kohlenwasserstoffe										
Trichlormethan	455	28	93,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0 – 3,9]
Tetrachlormethan	999	64	93,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	1,0 – 2,0[	1,0, – 2,0]
Bromdichlormethan	55	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Tribrommethan	55	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[
Trichlorfluormethan	38	0	100,0	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 20[
Trifluormethan	38	0	100,0	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[
1,2-Dichlorethan	205	9	95,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0
1,1,1-Trichlorethan	2325	209	91,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	2,0 – 5,0[	5,0 – 7,0]
Trichlorethen	1618	100	93,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	1,0 – 2,0[	7,0
Tetrachlorethen	2330	282	87,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	1 – 2,0[	3,0	6,0
cis-1,2-Dichlorethen	275	2	99,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[
trans-1,2-Dichlorethen	40	0	100,0	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[
Chlorbenzol	427	3	99,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[
1,2-Dichlorbenzol	1121	3	99,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 2,0[
1,3-Dichlorbenzol	902	1	99,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[
1,4-Dichlorbenzol	2283	56	97,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 2,0[	1,0 – 5,0[
2-Chlornaphthalin	349	5	98,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
1-Chlornaphthalin	408	10	97,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,4 – 1,0[
Alkohole										
Ethanol	48	29	39,6	0 – 2,0[	0 – 50,0[	56,5	142,5	483,5	810,5	2528,0
1-Propanol	106	16	84,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,0[	0 – 5,0[	3,5 – 5,0[	23,2	189,8
2-Propanol	869	515	40,7	0 – 1,0[	0 – 3,0[	5,0 – 15,0[	22,0 – 35,0[	74,2	130,0	329,2
1-Butanol	2284	2040	10,7	0 – 2,0[	4,2 – 5,0[	11,0	23,8	45,7	73,9	130,0
Isobutanol	1277	777	39,2	0 – 1,0[	0 – 2,0[	3,0 – 3,8[	8,0	21,7	41,9	92,0
tert.-Butanol	97	4	95,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	1,0 – 5,0[
Isoamylalkohol	729	34	95,3	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0,9 – 3,0[
3-Methyl-2-butanol	57	6	89,5	0	0 – 0,1[	0 – 0,1[	0 – 0,1[	0 – 0,2[	0,7	2,2
2-Methyl-1-butanol	89	15	83,1	0 – 0,1[	0 – 0,1[	0 – 0,1[	0 – 1,0[	0,1 – 1,0[	0,2 – 1,0[	0,5 – 1,2[
1-Pentanol	462	280	39,4	0 – 0,8[	0 – 1,0[	1,2 – 1,9[	3,3 – 4,2[	6,6	9,3	15,7
2-Pentanol	127	17	86,6	0 – 0,1[	0 – 0,1[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	0,2 – 5,0[	0,6 – 5,0[	2,1 – 5,0[
1-Hexanol	445	93	79,1	0 – 0,7[	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	1,1 – 3,5[	2,0 – 5,0[	3,5 – 5,1[
1-Heptanol	160	28	82,5	0 – 0,1[	0 – 0,2[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,3 – 1,0[	0,9 – 2,2[	2,5 – 4,6[

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Geraniol	50	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
alpha-Jonon	38	1	97,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,3
Dihydromyrcenol	32	5	84,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,7	4,8	6,1
alpha-Terpineol	283	15	94,7	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0,4 – 1,0[	1,4
Geranylacetat	32	2	93,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,2	2,0
Aldehyde										
Formaldehyd	446	444	0,4	15,5	22,3	32,5	53,0	84,5	104,5	140,3
Acetaldehyd	297	292	1,7	8,0	15,0	23,0	42,0	72,2	94,2	139,3
Propanal	274	263	4,0	1,0	2,0	4,0	9,0	17,7	27,0	63,1
n-Butanal	1742	1343	22,9	0 – 1,0[	1,0 – 2,0[	3,0	6,0	11,0	17,0	33,0
n-Pentanal	2297	2052	10,7	0 – 1,0[	2,0	5,0	11,3	24,2	36,4	56,1
3-Methyl-1-butanal	176	0	100,0	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[
n-Hexanal	2318	2242	3,3	3,0	6,0	14,0	31,1	67,0	105,5	167,1
2-Ethylhexanal	342	7	98,0	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,1 – 1,0[
n-Heptanal	2109	1556	26,2	0 – 1,0[	0 – 2,0[	2,0 – 2,6[	4,2 – 4,3[	7,8	10,6	15,0
n-Octanal	2100	1638	22,0	0 – 1,0[	1,0 – 2,0[	3,0	5,0	9,0	13,0	18,3
n-Nonanal	2309	2027	12,2	0 – 2,0[	3,0 – 3,5[	7,0	12,0	21,0	28,0	38,9
n-Decanal	2051	1135	44,7	0 – 2,0[	0 – 2,7[	2,0 – 3,6[	4,7 – 5,0[	7,5	10,0	15,0
n-Undecanal	329	138	58,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	1,2	2,0	3,0
n-Dodecanal	317	75	76,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	2,0 – 2,7[
Benzaldehyd	1564	984	37,1	0 – 1,0[	0 – 2,0[	2 – 4,0[	5,0 – 7,0[	10,0	14,7	26,8
Furfural	358	97	72,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0,5 – 3,0[	2,0 – 3,0[	3,0 – 4,0[	4,8
5-Methylfurfural	258	29	88,8	0 – 0,2[	0 – 1,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0,1 – 4,0[	0,2 – 4,0[	1,0 – 5,0[
2-Methyl-2-propenal	190	0	100,0	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[
2-Butenal	278	8	97,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	1,0 – 3,0[
2-Pentenal	94	8	91,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0
2-Hexenal	94	2	97,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,1
2-Heptenal	94	5	94,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0
2-Octenal	125	11	91,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,8	2,5
2-Nonenal	93	6	93,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,4	2,0
2-Decenal	96	10	89,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	3,1
2-Undecenal	96	4	95,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0
Acrolein	307	4	98,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Glutaraldehyd	256	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
3-Phenyl-2-propenal	31	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[
alpha-Hexylzimtaldehyd	30	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Ethandial	179	2	98,9	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[
Methylglyoxal	179	0	100,0	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[
Vanillin	242	8	96,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,2
3,4-Dimethylphenylmethanal	43	0	100,0	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[
Ketone										
Methylethylketon	2285	1852	18,9	0 – 1,0[	2,0 – 3,0[	5,0 – 6,0[	12,0	42,2	85,2	170,0
Methylpropylketon	254	55	78,3	0 – 1,0[	0 – 1,2[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	1,2 – 3,0[	1,7 – 3,0[	2,0 – 4,0[
Methylbutylketon	830	257	69,0	0 – 0,3[	0 – 0,3[	0 – 0,4[	0,4 – 0,8[	0,8 – 1,5[	1,1 – 5,0[	1,5 – 5,0[
3-Methyl-2-butanon	282	16	94,3	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0,3 – 3,0[	0,8 – 4,0[
Methylisobutylketon	2433	1059	56,5	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0 – 2,5[	7,7	16,9	32,0
Diisobutylketon	183	28	84,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0	10,7
3-Pentanon	199	2	99,0	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[
2-Heptanon	771	468	39,3	0 – 0,3[	0 – 0,4[	0,5 – 0,6[	1,1	1,8 – 1,9[	2,7 – 2,9[	3,9 – 4,7[
3-Heptanon	862	222	74,2	0 – 0,3[	0 – 0,3[	0 – 0,8[	0,4 – 1,0[	1,4 – 1,5[	2,4 – 3,0[	3,7 – 4,9[
3-Octanon	763	10	98,7	0 – 0,3[	0 – 0,3[	0 – 0,3[	0 – 0,4[	0 – 0,4[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Diisopropylketon	400	13	96,8	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	1,6 – 2,0[
Acetophenon	1252	412	67,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	1,1 – 3,1[	4,0 – 5,0[	6,8	14,0
Aceton	336	293	12,8	0 – 16,0[	22,0 – 32,0[	51,0	91,2	181,5	293,8	458,8
1-Hydroxyaceton	66	8	87,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	4,8	5,7
Acetylaceton	23	0	100,0	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
3,3,5-Trimethyl-2-cyclohexen-1-on	69	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 4,6[
Cyclopentanon	70	1	98,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,6[	0 – 5,0[
2-Methylcyclopentanon	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Cyclohexanon	2412	976	59,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,6[	2,0	4,0 – 5,0[	7,0	15,9
2-Methylcyclohexanon	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
4-Methylcyclohexanon	207	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[
3,3,5-Trimethylcyclohexanon	29	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
3-Buten-2-on	187	1	99,5	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 4,0[
2,5-Hexandion	38	0	100,0	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Benzophenon	300	23	92,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0
Ester ein- und zweiwertiger Alkohole										
n-Butylformiat	818	241	70,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	4,0	6,0

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Methylacetat	442	298	32,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	4,0 – 5,0[	10,0	17,0	86,6
Ethylacetat	2371	1888	20,4	0 – 1,0[	1,0 – 2,0[	4,0	12,0	38,0	80,8	173,4
Vinylacetat	463	88	81,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0 – 4,8[	3,0 – 5,0[	4,0 – 5,0[
n-Propylacetat	1250	34	97,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	1,0 – 2,5[
Isopropylacetat	1501	117	92,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 2,0[	0 – 2,5[	1,9 – 2,5[	5,0
n-Butylacetat	2371	1922	18,9	0 – 1,0[	1,0 – 1,3[	3,1	12,5	49,8	110,0	283,6
Isobutylacetat	2143	517	75,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,1[	4,0	9,7	46,2
3-Methoxybutylacetat	865	34	96,1	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	2,3
2-Ethylhexylacetat	81	7	91,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	7,0	15,0
Butylpropionat	32	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Benzoesäuremethylester	606	58	90,4	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	4,0 – 5,0[	8,9
Acrylsäuremethylester	862	82	90,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,0[	2,0 – 5,0[	6,0
Acrylsäureethylester	819	18	97,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0
Acrylsäurebutylester	896	33	96,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	1,0 – 5,0[
2-Ethylhexylacrylat	157	24	84,7	0 – 0,1[	0 – 0,4[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0,3 – 1,0[	0,6 – 1,0[	1,0 – 1,6[
Hexandioldiacrylat	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Methacrylsäuremethylester	1828	246	86,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	1 – 2,0[	2,4 – 5,0[	9,8
Ethylmethacrylat	42	0	100,0	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Etylencarbonat	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Ethylenglykolmonomethyletheracetat	1958	24	98,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 5,0[
Ethylenglykolmonoethyletheracetat	2228	32	98,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 1,7[	0 – 2,0[	0 – 5,0[	0 – 6,0[
Ethylenglykolmonobutyletheracetat	2022	78	96,1	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 5,0[	1,8 – 6,0[
Propylenglykolmonomethyletheracetat	2035	954	53,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	3,0 – 3,1[	12,0	31,5	82,0
Propylenglykolmonoethyletheracetat	440	60	86,4	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 0,8[	0 – 1,0[	0,8 – 1,0[	2,0	7,4
Dipropylenglykolmonomethyletheracetat	735	2	99,7	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,0[	0 – 3,0[
Diethylenglykolmonobutyletheracetat	1948	378	80,6	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,1[	1,0 – 3,0[	3,0 – 5,0[	8,1
Diethylenglykolmonoethyletheracetat	42	1	97,6	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	6,3
TXIB	2165	790	63,5	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1 – 2,0[	4,0 – 5,0[	9,0	27,0
Texanol	2176	498	77,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 2,0[	4,0 – 5,0[	11,0	25,0
Dimethylsuccinat	763	18	97,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 10,[	0 – 3,5[	0 – 3,5[	0 – 3,5[	1,0 – 3,5[
Diisobutylsuccinat	369	4	98,9	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,9[
Dimethylglutarat	766	26	96,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,2[	0 – 2,2[	0 – 2,2[	1,7 – 3,8[
Dimethyladipat	793	15	98,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,5[	0 – 3,5[	0 – 3,5[	0 – 3,5[
Dibutylmaleinat	1392	63	95,5	0 – 0,7[	0 – 0,7[	0 – 1,0[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 2,8[	2,0 – 5,0[

Name	N	n>BG	%<BG	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Dimethylphthalat	1277	175	86,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,5[	1,0 – 2,5[	3,0 – 5,0[	9,0
Diethylphthalat	821	382	53,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0	3,0 – 5,0[	5,0	9,0
Di(n-butyl)phthalat	738	356	51,8	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	3,0	5,0	8,0
Diisobutylphthalat	727	410	43,6	0 – 1,0[	0 – 1,0[	1,0	2,0	4,0	6,0	9,0
Fumarsäuredibutylester	66	1	98,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Glykolsäurebutylester	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Essigsäurebornylester	621	43	93,1	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,3[	0 – 1,3[	0 – 1,7[	1 – 5,0[	2,0 – 5,0[
Adipinsäurediisobutylester	439	12	97,3	0 – 1,0[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0,1 – 3,9[
Diethylcarbonat	174	3	98,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Dimethylpimelat	32	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
2-Propoxyethanol	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
2-Methylethoxyethanol	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
2-Hexoxyethanol	66	0	100,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[
Diisobutylglutarat	369	4	98,9	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[	0 – 2,5[
Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykolether)										
Methyl-tert.-butylether	890	15	98,3	0 – 2,0[	0 – 2,0[	0 – 3,3[	0 – 3,3[	0 – 5,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[
Ethylenglykol	586	15	97,4	0 – 1,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 20,0[	0 – 20,0[	3,1 – 20,0[
1,2-Propylenglykol	1965	551	72,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 4,0[	2 – 8,0[	17,0	35,3	110,7
2-Methyl-2,4-pentandiol	451	1	99,8	0 – 5,0[	0 – 8,0[	0 – 8,0[	0 – 8,0[	0 – 8,0[	0 – 8,0[	0 – 8,0[
Diethylenglykol	1200	3	99,8	0 – 10,0[	0 – 10,0[	0 – 20,0[	0 – 20,5[	0 – 30,0[	0 – 30,0[	0 – 30,0[
Dipropylenglykol	379	2	99,5	0 – 1,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[
Tripropylenglykol	1034	11	98,9	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[	0 – 25,0[
Ethylenglykolmonomethylether	2190	38	98,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	0 – 6,0[	0 – 6,0[	0 – 6,0[	0 – 10,0[
Ethylenglykolmonoethylether	2238	163	92,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[	1,0 – 5,0[	3,0 – 9,0[
Ethylenglykolmonobutylether	2096	1279	39,0	0 – 1,0[	0 – 1,0[	2,0 – 2,9[	6,0 – 6,1[	18,1	37,1	90,4
Ethylenglykolmonophenylether	2240	903	59,7	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,4[	2,0 – 4,0[	9,2 – 10,0[	22,0	61,4
Diethylenglykolmonomethylether	1842	124	93,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 6,0[	0 – 15,0[	0 – 17,0[	2,0 – 17,0[	14,2 – 17,0[
Diethylenglykolmonoethylether	1888	311	83,5	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 5,0[	0 – 10,0[	6,0 – 17,0[	24,3	78,5
Diethylenglykolmonobutylether	2194	761	65,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 3,0[	2,2 – 6,0[	13,9	33,0	86,1
1,2-Propylenglykolmonomethylether	2239	1619	27,7	0 – 1,0[	0 – 1,7[	3,0	8,0	23,0	40,0	97,5
3-Methoxy-1-butanol	303	31	89,8	0 – 0,1[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0,8 – 1,7[	7,7	23,2
Propylenglykolmonoethylether	442	32	92,8	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 1,7[	0 – 2,0[	0 – 2,0[	2,0	3,6
1,2-Propylenglykolmonobutylether	1531	347	77,3	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 2,5[	0 – 3,3[	3,0 – 5,0[	7,0	12,0
1,2-Propylenglykolmonophenylether	1152	21	98,2	0 – 1,0[	0 – 1,0[	0 – 1,1[	0 – 4,0[	0 – 4,0[	0 – 5,0[	0 – 5,0[

11.6 Kenndaten für Summenparameter

Tabelle 46: Kenndaten für Summenparameter; n = Anzahl der definierten Fälle in der untersuchten Stichprobe bzw. Teilstichprobe; Min = berechneter Minimalwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Max = berechneter Maximalwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; AM = Arithmetischer Mittelwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; (für die Berechnung der Summen siehe Kapitel 4.3, Werte < BG wurden als Nullwert betrachtet); P = Perzentile der Verteilung in $\mu\text{g}/\text{m}^3$; die Werte wurden jeweils auf ganze Zahlen gerundet

Summenparameter	n	Min	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
Gesamtsummen											
vocdb I A (mind. 30 Stoffe)	2361	11	25965	546	73	136	264	557	1087	1785	3198
vocdb II A (mind. 32 Stoffe)	2393	11	28843	687	89	182	355	732	1348	2158	3805
vocdb I B (mind. 52 Auswahlstoffe)	1178	29	18654	567	97	165	314	622	1126	1650	3062
vocdb II B (mind. 76 Auswahlstoffe)	141	88	6955	784	171	272	520	828	1576	2390	3972
Gruppensummen											
vocdb I B											
• 02_Alkane	1918	0	8497	78	5	13	28	59	129	226	497
• 03_Cycloalkane	2315	0	1645	18	0	0	4	11	28	60	128
• 01_Aromaten	2315	2	16906	109	11	20	37	76	180	328	753
• 09_HKW	2275	0	980	2	0	0	0	0	3	7	14
• 05_Alkohole	2273	0	4024	49	3	8	19	41	92	151	297
• 04_Terpene	2355	0	3730	84	3	9	21	66	192	341	601
• 07_Aldehyde	2290	0	1365	56	7	16	33	67	127	178	263
• 08_Ketone	2242	0	5193	33	0	3	7	19	65	121	215
• 10_Ester	1911	0	13238	81	3	7	16	47	147	275	634
• 06_Glykole/Glykoether	1992	0	2367	40	0	3	11	33	84	150	281
• 11_Andere	946	0	141	2	0	0	0	1	4	7	16
vocdb II B											
• 01_Alkane	1894	0	10553	111	7	18	38	82	172	308	729
• 02_Alkene	856	0	71	1	0	0	0	0	2	6	13
• 03_Aromaten	2089	3	18044	130	14	23	43	89	206	392	894
• 04_HKW	1565	0	134	1	0	0	0	0	3	7	15
• 05_Alkohole	1274	0	6525	86	5	12	28	66	156	270	644
• 06_Terpene	2355	0	3826	87	3	9	23	70	199	351	605

Summenparameter	n	Min	Max	AM	P 10	P 25	P 50	P 75	P 90	P 95	P 98
• 07_Aldehyde	279	24	1020	151	47	68	106	177	308	398	590
• 08_Ketone	1233	0	5195	59	0	4	16	52	120	200	318
• 09_Ester ein- und zweiwertiger Alkohole	1089	0	13254	122	4	9	25	78	222	411	935
• 10_Mehrwertige Alkohole und deren Ether	1690	0	3337	72	1	7	22	68	165	279	502
• 11_Siloxane	1607	0	864	22	0	3	9	20	46	78	150
• 12_Organische Säuren	368	0	441	59	3	14	38	76	142	195	276
• 13_Sonstige Verbindungen	1178	0	760	9	0	0	1	3	14	33	109
Summenwerte für Stoffgemische											
• C1 – C4-Alkylaromaten	1929	2	16217	95	9	16	30	62	168	288	583
• bicyclische Terpene	2351	0	3666	65	1	3	12	46	150	290	502
• monocyclische Terpene	2381	0	2500	19	1	2	6	14	34	56	110
• C3 – C6-Alkanale	1737	0	1338	41	4	10	21	45	96	145	211
Summenwerte aus Institutseingaben											
TVOC-CCT	660		21300	748	85	160	390	773	1582	2724	4293
Summe polare VOC	661		5108	277	31	68	147	305	626	855	1642
Summe unpolare VOC	666		15670	660	79	162	354	690	1355	2356	4045
Summe nicht identifizierte VDI/ECA	233		11000	181	4	12	34	89	200	468	1001
Summe identifizierte VDI/ECA	519		27989	671	73	142	340	696	1251	1883	3884
TVOC VDI/ECA	382		29264	982	100	160	380	819	1636	3045	7752

11.7 Bestimmungsgrenzen

Tabelle 47: Verteilung der Bestimmungsgrenzen (nur für die Werte < BG); n>BG = Anzahl der Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze; n<BG = Anzahl der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze; BGMin = niedrigste Bestimmungsgrenze der Werte < BG in µg/m³; BGMax = höchste Bestimmungsgrenze der Werte < BG in µg/m³, mBG = arithmetischer Mittelwert der Bestimmungsgrenzen der Werte < BG in µg/m³; P = Perzentile der Bestimmungsgrenzenverteilung in µg/m³; die Werte wurden jeweils auf die erste Nachkommastelle gerundet

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
SG 1	Alkane										
110-54-3	n-Hexan	1495	793	1,0	10,0	1,8	1,0	1,7	2,1	5,0	5,0
142-82-5	n-Heptan	1866	492	0,5	3,1	1,3	1,0	1,0	1,7	2,0	2,0
111-65-9	n-Octan	1466	877	0,5	4,0	1,2	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0
111-84-2	n-Nonan	1425	919	0,5	2,1	1,0	0,8	1,0	1,0	2,0	2,0
124-18-5	n-Decan	1837	512	0,5	11,0	1,1	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0
1120-21-4	n-Undecan	2043	319	0,5	7,0	1,1	1,0	1,0	1,6	2,0	2,0
112-40-3	n-Dodecan	1922	441	0,5	2,5	1,1	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0
629-50-5	n-Tridecan	1595	769	0,5	3,0	1,1	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
629-59-4	n-Tetradecan	1632	726	0,5	4,0	1,1	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0
629-62-9	n-Pentadecan	1392	960	0,5	6,0	1,2	1,0	1,0	1,7	2,0	2,0
544-76-3	n-Hexadecan	1008	983	0,5	6,0	1,3	1,0	1,0	1,7	2,0	2,0
629-78-7	n-Heptadecan	524	402	0,6	2,0	1,1	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
583-45-3	n-Octadecan	310	528	0,6	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
629-29-5	n-Nonadecan	195	636	0,6	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
112-95-8	n-Eicosan	55	776	0,6	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
629-94-7	n-Heneicosan	19	315	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
629-97-0	n-Docosan	22	311	1,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
107-83-5	2-Methylpentan	256	607	0,1	10,0	2,5	1,0	3,3	3,3	5,0	10,0
96-14-0	3-Methylpentan	308	561	0,1	10,0	1,6	1,0	1,0	1,3	5,0	10,0
591-76-4	2-Methylhexan	216	173	0,1	2,0	1,1	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
589-34-4	3-Methylhexan	344	318	0,1	3,1	1,6	1,0	1,7	2,0	2,6	3,0
592-27-8	2-Methylheptan	3	27	0,1	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
589-81-1	3-Methylheptan	1	29	0,1	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0
565-59-3	2,3-Dimethylpentan	70	317	0,1	5,4	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
128-37-0	2,6-Di-tert.-butyl-4-methylphenol	51	783	0,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
95-13-6	Inden	2	95	1,0	5,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
95-16-9	Benzothiazol	64	537	1,0	2,0	1,4	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
496-11-7	Indan	118	424	0,4	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
SG 4	Halogenierte Kohlenwasserstoffe										
67-66-3	Trichlormethan	28	427	0,2	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
56-23-5	Tetrachlormethan	64	935	0,2	5,7	1,4	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
75-27-4	Bromdichlormethan	0	55	1,0	5,0	3,8	1,0	5,0	5,0	5,0	5,0
75-25-2	Tribrommethan	0	55	1,0	2,0	1,7	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
75-69-4	Trichlorfluormethan	0	38	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
75-46-7	Trifluormethan	0	38	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
107-06-2	1,2-Dichlorethan	9	196	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan	209	2116	0,2	12,0	1,6	1,0	1,0	2,8	4,0	5,0
79-01-6	Trichlorethen	100	1518	0,2	4,0	1,3	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
127-18-4	Tetrachlorethen	282	2048	0,2	5,0	1,1	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0
156-59-2	cis-1,2-Dichlorethen	2	273	1,0	10,0	2,3	1,0	1,0	10,0	10,0	10,0
156-60-5	trans-1,2-Dichlorethen	0	40	1,0	10,0	9,6	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
108-90-7	Chlorbenzol	3	424	0,1	5,0	1,1	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
95-50-1	1,2-Dichlorbenzol	3	1118	0,1	4,0	1,5	1,0	1,7	1,7	1,7	2,0
541-73-1	1,3-Dichlorbenzol	1	901	0,2	4,0	1,5	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol	56	2227	0,1	5,0	1,3	1,0	1,0	1,7	2,0	3,3
91-58-7	2-Chlornaphthalin	5	344	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
90-13-1	1-Chlornaphthalin	10	398	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SG 5	Alkohole										
64-17-5	Ethanol	29	19	1,0	50,0	32,2	1,0	50,0	50,0	50,0	50,0
71-23-8	1-Propanol	16	90	1,0	5,0	3,0	1,0	3,0	5,0	5,0	5,0
67-63-0	2-Propanol	515	354	0,5	35,0	16,3	1,0	5,0	35,0	35,0	35,0
71-36-3	1-Butanol	2040	244	0,5	8,0	2,2	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
78-83-1	Isobutanol	777	500	0,5	5,0	2,4	1,0	2,0	5,0	5,0	5,0
75-65-0	tert.-Butanol	4	93	1,0	5,0	2,6	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
123-51-3	Isoamylalkohol	34	695	0,1	5,0	1,0	0,7	0,7	1,3	1,3	3,0
598-75-4	3-Methyl-2-butanol	6	51	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
137-32-6	2-Methyl-1-butanol	15	74	0,0	5,0	0,5	0,1	0,1	1,0	1,0	1,0

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
71-41-0	1-Pentanol	280	182	0,1	7,5	1,8	0,8	1,0	5,0	5,0	5,0
6032-29-7	2-Pentanol	17	110	0,0	5,0	2,0	0,1	1,0	5,0	5,0	5,0
111-27-3	1-Hexanol	93	352	0,1	7,5	1,2	0,8	0,8	3,5	5,0	5,0
111-70-6	1-Heptanol	28	132	0,0	5,0	0,9	0,1	1,0	1,0	1,0	2,5
111-87-5	1-Octanol	62	405	0,0	1,0	0,9	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0
143-08-8	1-Nonanol	6	149	0,0	1,0	0,7	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
628-99-9	2-Nonanol	2	30	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
112-30-1	1-Decanol	10	393	0,0	5,0	0,9	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol	1461	822	0,1	6,0	1,5	1,0	1,0	2,0	2,0	5,0
3391-86-4	1-Octen-3-ol	46	700	0,0	5,0	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	1,0
108-93-0	Cyclohexanol	0	70	1,0	5,0	1,2	1,0	1,0	1,0	3,2	5,0
100-51-6	Benzylalkohol	180	566	0,1	5,0	1,6	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
123-42-2	Diacetonalkohol	0	128	1,0	5,0	2,9	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
104-54-1	Zimtalkohol	0	32	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
58175-57-8	2-Propyl-1-pentanol	0	32	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SG 6	Terpene										
80-56-8	alpha-Pinen	2197	198	0,8	5,0	1,2	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
127-91-3	beta-Pinen	1460	902	0,5	5,0	1,1	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0
13466-78-9	delta-3-Caren	1713	666	0,8	5,0	1,2	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0
138-86-3	Limonen	2167	227	0,8	8,0	1,2	0,8	1,0	2,0	2,0	2,0
78-70-6	beta-Linalool	116	632	0,1	5,0	0,9	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
115-95-7	beta-Linaloylacetat	1	35	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
76-22-2	Campher	102	1219	0,2	6,0	1,7	1,0	1,7	2,5	2,5	5,0
79-92-5	Camphen	375	1080	1,0	4,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,7	2,0
470-82-6	Eucalyptol	281	1053	0,2	4,0	1,6	1,0	1,7	2,0	2,0	2,0
89-78-1	Menthol	43	753	0,8	5,0	1,4	0,8	1,0	1,7	5,0	5,0
10458-14-7	Menthon	0	42	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
89-48-5	Menthylacetat	0	42	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
99-86-5	alpha-Terpinen	36	963	1,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
99-85-4	gamma-Terpinen	1	717	1,0	5,0	1,5	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7
1137-12-8	Longicyclen	3	366	1,3	3,1	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
507-70-0	Borneol	57	558	0,2	5,0	1,4	1,0	1,0	2,0	5,0	5,0
1135-66-6	Isolongifolen/Isolongicyclen	21	1206	0,2	6,0	1,5	1,0	1,7	1,7	1,7	5,0

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
589-92-4	4-Methylcyclohexanon	0	207	1,0	5,0	2,5	1,0	3,0	3,0	4,0	4,0
873-94-9	3,3,5-Trimethylcyclohexanon	0	29	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
78-94-4	3-Buten-2-on	1	186	1,0	4,0	2,4	1,0	2,0	4,0	4,0	4,0
110-13-4	2,5-Hexandion	0	38	1,0	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
119-61-9	Benzophenon	23	277	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SG 9	Ester ein- und zweiwertiger Alkohole										
592-84-7	n-Butylformiat	241	577	0,4	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
79-20-9	Methylacetat	298	144	1,0	5,0	2,1	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
141-78-6	Ethylacetat	1888	483	0,5	8,0	1,7	1,0	1,0	2,5	4,0	4,0
108-05-4	Vinylacetat	88	375	0,2	5,0	1,4	1,0	1,0	3,8	5,0	5,0
109-60-4	n-Propylacetat	34	1216	0,4	5,0	1,7	1,0	2,0	2,5	2,5	2,5
108-21-4	Isopropylacetat	117	1384	0,4	5,0	1,6	1,0	1,7	2,5	2,5	2,5
123-86-4	n-Butylacetat	1922	449	1,0	5,0	1,3	1,0	1,0	2,1	2,1	2,1
110-19-0	Isobutylacetat	517	1626	0,4	5,0	1,3	1,0	1,0	2,1	2,1	2,1
4435-53-4	3-Methoxybutylacetat	34	831	0,7	2,0	1,1	0,7	1,0	1,7	1,7	1,7
103-09-3	2-Ethylhexylacetat	7	74	1,0	10,0	1,3	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
590-01-2	Butylpropionat	0	32	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
93-58-3	Benzoessäuremethylester	58	548	0,2	5,0	1,3	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0
96-33-3	Acrylsäuremethylester	82	780	1,0	5,0	1,2	1,0	1,0	1,0	5,0	5,0
140-88-5	Acrylsäureethylester	18	801	1,0	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
141-32-2	Acrylsäurebutylester	33	863	1,0	5,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,9	5,0
103-11-7	2-Ethylhexylacrylat	24	133	0,0	5,0	0,9	0,1	1,0	1,0	1,0	1,0
13048-33-4	Hexandioldiacrylat	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
80-62-6	Methacrylsäuremethylester	246	1582	0,2	5,0	1,3	1,0	1,0	1,3	5,0	5,0
97-63-2	Ethylmethacrylat	0	42	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
96-49-1	Etylencarbonat	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
110-49-6	Ethylenglykolmonomethyletheracetat	24	1934	0,2	10,0	1,4	1,0	1,0	1,7	1,7	2,0
111-15-9	Ethylenglykolmonoethyletheracetat	32	2196	0,2	10,0	1,6	1,0	1,3	2,0	5,0	5,0
112-07-2	Ethylenglykolmonobutyletheracetat	78	1944	0,2	10,0	1,3	0,7	1,0	1,3	2,0	5,0
108-65-6	Propylenglykolmonomethyletheracetat	954	1081	0,2	10,0	1,3	1,0	1,0	1,3	3,0	5,0
98516-30-4	Propylenglykolmonoethyletheracetat	60	380	0,8	1,0	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
88917-22-0	Dipropylenglykolmonomethyletheracetat	2	733	0,7	3,0	1,0	0,7	1,0	1,0	3,0	3,0
124-17-4	Diethylenglykolmonobutyletheracetat	378	1570	0,6	5,0	1,3	0,7	1,0	2,1	3,0	5,0

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
112-15-2	Diethylenglykolmonoethyletheracetat	1	41	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
6846-50-0	TXIB	790	1375	0,7	10,0	1,3	0,7	1,0	1,7	2,0	5,0
25265-77-4	Texanol	498	1678	0,2	10,0	1,5	1,0	1,3	2,0	2,0	5,0
106-65-0	Dimethylsuccinat	18	745	1,0	6,6	2,2	1,0	1,0	3,5	3,5	3,5
925-06-4	Diisobutylsuccinat	4	365	1,3	2,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
1119-40-0	Dimethylglutarat	26	740	1,0	5,0	1,6	1,0	1,0	2,2	2,2	2,2
627-93-0	Dimethyladipat	15	778	1,0	8,1	2,2	1,0	1,0	3,5	3,5	3,5
105-76-0	Dibutylmaleinat	63	1329	0,1	5,0	1,2	0,7	1,0	1,7	2,0	5,0
131-11-3	Dimethylphthalat	175	1102	0,1	5,1	1,7	1,0	1,0	2,5	2,5	5,0
84-66-2	Diethylphthalat	382	439	0,2	5,0	1,4	1,0	1,0	2,0	5,0	5,0
84-74-2	Di(n-butyl)phthalat	356	382	0,2	5,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
84-69-5	Diisobutylphthalat	410	317	0,2	5,0	1,1	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
105-75-9	Fumarsäuredibutylester	1	65	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7397-62-8	Glykolsäurebutylester	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
76-49-3	Essigsäurebornylester	43	578	1,0	5,0	1,5	1,0	1,3	1,3	5,0	5,0
141-04-8	Adipinsäurediisobutylester	12	427	0,0	5,0	2,2	1,0	2,5	2,5	2,5	2,5
105-58-8	Diethylcarbonat	3	171	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1732-08-7	Dimethylpimelat	0	32	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2807-30-9	2-Propoxyethanol	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
109-59-1	2-Methylethoxyethanol	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
112-25-4	2-Hexoxyethanol	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
71195-64-7	Diisobutylglutarat	4	365	2,5	3,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
SG 10	Mehrwertige Alkohole und deren Ether (Glykole und Glykol-ether)										
1634-04-4	Methyl-tert.-butylether	15	875	0,5	5,0	2,8	2,0	3,3	4,0	5,0	5,0
107-21-1	Ethylenglykol	15	571	1,0	22,0	9,3	1,0	10,0	20,0	20,0	20,0
57-55-6	1,2-Propylenglykol	551	1414	1,0	11,0	3,4	1,0	2,0	8,0	8,0	8,0
107-41-5	2-Methyl-2,4-pentandiol	1	450	1,0	18,0	7,3	5,0	8,0	8,0	8,0	8,0
111-46-6	Diethylenglykol	3	1197	1,0	30,0	17,7	10,0	20,0	30,0	30,0	30,0
25265-71-8	Dipropylenglykol	2	377	1,0	25,0	20,2	1,0	25,0	25,0	25,0	25,0
24800-44-0	Tripropylenglykol	11	1023	1,0	25,0	8,3	1,0	1,0	25,0	25,0	25,0
109-86-4	Ethylenglykolmonomethylether	38	2152	1,0	11,0	3,5	1,0	5,0	6,0	6,0	6,0
110-80-5	Ethylenglykolmonoethylether	163	2075	0,5	10,0	2,5	1,0	1,0	5,0	5,0	5,5

CAS-Nr.	Name	n>BG	n<BG	BGMin	BGMax	mBG	P 10 (BG)	P 50 (BG)	P 90 (BG)	P 95 (BG)	P 98 (BG)
111-76-2	Ethylenglykolmonobutylether	1279	817	0,6	8,0	1,9	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
122-99-6	Ethylenglykolmonophenylether	903	1337	0,7	10,0	2,1	1,0	1,3	4,0	5,0	5,0
111-77-3	Diethylenglykolmonomethylether	124	1718	1,0	17,0	7,6	1,0	6,0	17,0	17,0	17,0
111-90-0	Diethylenglykolmonoethylether	311	1577	1,0	17,0	5,8	1,0	5,0	17,0	17,0	17,0
112-34-5	Diethylenglykolmonobutylether	761	1433	1,0	10,0	2,6	1,0	2,0	6,0	6,0	6,0
107-98-2	1,2-Propylenglykolmonomethylether	1619	620	1,0	10,0	2,0	1,0	1,0	5,0	5,0	5,0
2517-43-3	3-Methoxy-1-butanol	31	272	0,0	1,7	1,4	0,1	1,7	1,7	1,7	1,7
1569-02-4	Propylenglykolmonoethylether	32	410	0,7	2,0	1,8	1,7	1,7	2,0	2,0	2,0
5131-66-8	1,2-Propylenglykolmonobutylether	347	1184	0,2	5,0	2,2	1,0	2,5	3,3	3,3	5,0
770-35-4	1,2-Propylenglykolmonophenylether	21	1131	0,6	5,0	2,1	1,0	1,1	4,0	5,0	5,0
34590-94-8	Dipropylenglykolmonomethylether	434	844	0,7	10,0	1,3	1,0	1,0	1,0	3,0	5,0
29911-28-2	Dipropylenglykolmonobutylether	483	1449	0,7	5,0	2,2	1,0	1,0	4,0	4,0	5,0
55934-93-5	Tripropylenglykolmonobutylether	408	1503	0,5	10,0	2,8	1,0	1,0	8,0	8,0	8,0
110-71-4	Ethylenglykoldimethylether	12	488	0,2	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
629-14-1	Ethylenglykoldiethylether	11	489	0,2	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
111-96-6	Diethylenglykoldimethylether	3	497	0,7	10,0	1,3	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0
29911-27-1	Dipropylenglykolmonopropylether	4	310	1,0	3,5	2,4	1,0	2,7	2,7	2,7	2,7
111109-77-4	Dipropylenglykoldimethylether	10	240	0,4	5,0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
143-22-6	Triethylenglykolmonobuthylether	22	734	1,0	5,0	1,2	1,0	1,0	1,0	3,0	5,0
112-36-7	Diethylenglykoldiethylether	6	427	0,7	2,0	1,2	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
112-73-2	Dibutyldiglykol	0	248	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
112-49-2	Triethylenglykoldimethylether	0	314	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
112-59-4	2-(2-Hexoxyethoxy)ethanol	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
623-84-7	Propylenglykoldiacetat	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
132739-31-2	Dipropylenglykolmono-tert.-butylether	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20324-33-8	Tripropylenglykolmonomethylether	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7778-85-0	1,2-Propylenglykoldimethylether	0	66	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
126-86-3	TMDYD	1	158	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SG 11	Siloxane										
541-05-9	Siloxan D3	803	856	1,0	3,0	1,6	1,0	1,7	2,0	2,0	2,0
556-67-2	Siloxan D4	1003	725	1,0	5,0	1,7	1,0	1,7	2,0	2,0	2,0
541-02-6	Siloxan D5	1339	307	1,0	5,0	1,6	1,0	1,7	2,0	2,0	2,0
540-97-6	Siloxan D6	28	45	1,0	4,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	3,1

CAS	Stoffname	P 50			P 90			
		US 85/86	Lux et al.	VOC-DB	US 85/86	Lux et al.	BGIA	VOC-DB
1330-20-7	m,p-Xylol	16,3	4,1	5,0	37,4	10,6		38,4
95-47-6	o-Xylol	5,0	1,7	2,0	11,5	4,1		14,0
	n/i-Propylbenzol	3,5			9,1			
103-65-1	n-Propylbenzol		0,9	1,0		2,5		3,0
611-14-3	2-Ethyltoluol	2,4	0,6	1,0	6,8	2,3		4,1
620-14-4	3-Ethyltoluol		1,2	1,4		4,0		10,0
620-14-4/622-96-8	3/4-Ethyltoluol	5,8		2,0	15,5			11,5
622-96-8	4-Ethyltoluol		0,5	0,9		1,9		5,7
526-73-8	1,2,3-Trimethylbenzol	2,4	1,0	0,5	6,3	2,3	< 5,0	4,2
95-63-6	1,2,4-Trimethylbenzol	6,3	1,8	2,0	17,7	7,0	18,0	16,0
108-67-8	1,3,5-Trimethylbenzol	2,3	0,5	1,0	6,8	1,8	< 6,0	5,0
95-93-2	1,2,4,5-Tetramethylbenzol		0,5	0,5		0,5		1,1
91-20-3	Naphthalin	2,2	0,5	1,0	3,9	0,5		3,0
38640-62-9	Di-Isopropyl-Naphthalin			2,0				5,1
100-42-5	Styrol	0,7	2,1	3,0	3,8	6,8	< 7,0	12,1
71-55-6	1,1,1-Trichlorethan	4,7	0,5	1,0	14,7	2,1		3,0
79-01-6	Trichlorethen	3,6		1,0	11,1			2,0
127-18-4	Tetrachlorethen	4,5		1,0	14,0			2,0
106-46-7	1,4-Dichlorbenzol	2,4	0,5	1,0	10,8	0,5		1,7
67-63-0	2-Propanol		7,0	15,0		62,0		74,2
71-36-3	1-Butanol	0,7	2,0	11,0	2,7	6,0		45,7
78-83-1	Isobutanol	0,7		3,0	5,4			21,7
104-76-7	2-Ethyl-1-hexanol	0,7	1,0	2,4	2,6	5,0	18,0	12,8
80-56-8	alpha-Pinen	6,8	44,3	8,0	18,2	216,0	15,0	93,0
127-91-3	beta-Pinen	0,7	4,0	1,4	2,7	17,1		12,0
13466-78-9	delta-3-Caren		17,0	2,5		90,6	10,0	34,0
138-86-3	Limonen	13,2	12,9	6,0	53,3	33,2	27,0	33,3
475-20-7	Longifolen		0,5	1,0		2,2		2,5

CAS	Stoffname	P 50			P 90			VOC-DB
		US 85/86	Lux et al.	VOC-DB	US 85/86	Lux et al.	BGIA	
50-00-0	Formaldehyd	55,0		32,5	94,0		60,0	84,5
75-07-0	Acetaldehyd			23,0			40,0	72,2
66-25-1	n-Hexanal	0,7	2,0	14,0	3,0	8,5		67,0
78-93-3	Methylethylketon	4,6		5,0	10,5		13,0	42,2
67-64-1	Aceton		19,0	51,0		43,0		181,5
141-78-6	Ethylacetat	6,2		4,0	17,3		24,0	38,0
123-86-4	n-Butylacetat	3,2	3,8	3,1	11,8	12,8	< 10,0	49,8
110-19-0	Isobutylacetat	1,0		1,0	3,4			4,0
124-17-4	Diethylenglykolmonobutyletheracetat		0,5	1,0		1,9		2,0
6846-50-0	TXIB 2,2,4-Trimethyl-1,3-pentandiol-diisobutytrat		0,5	1,0		2,9		4,0
25265-77-4	Texanol		0,5	1,3		3,9		4,0
131-11-3	Dimethylphthalat		0,5	1,0		12,3		2,0
84-66-2	Diethylphthalat		0,5	1,0		0,5		3,0
111-76-2	Ethylenglykolmonobutylether			2,9			12,0	18,1
122-99-6	Ethylenglykolmonophenylether		0,5	1,4		9,4	< 5,0	9,2
112-34-5	Diethylenglykolmonobutylether			3,0			< 5,0	13,9