

**Forschung
Projekt F 2073**

K. Fitzner
U. Finke
O. Zeidler

Wirksamkeit von mobilen Klimageräten

Dortmund/Berlin/Dresden 2007

Diese Veröffentlichung ist die Zusammenfassung des Abschlussberichts zum Projekt „Untersuchung der Wirksamkeit von mobilen Klimageräten aus der Sicht des Einsatzes in Arbeitsstätten durch vergleichende Messungen unter definierten klimatischen Bedingungen“ - Projekt F 2073 - im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Prof. Dr.-Ing. Klaus Fitzner
Dr.-Ing. Ulrich Finke
Dr.-Ing. Olaf Zeidler

Klima Konzept
Olympische Str. 3 a, 14052 Berlin

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund
Telefon: 0231 9071-0
Telefax: 0231 9071-2454
E-Mail: poststelle@baua.bund.de
Internet: www.baua.de

Berlin:
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin
Telefon: 030 51548-0
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden
Telefon: 0351 5639-50
Telefax: 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.

Wirksamkeit von mobilen Klimageräten

Einleitung

Verschiedene mobile „Klimageräte“ (im Prinzip Raum-Kühlgeräte) hat Klimakonzept im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin untersucht. Dies ist eine Kurzfassung des ausführlichen Versuchsberichtes [1]. Dabei wurden Einschlauch-, Zweischlauch- und Splitgeräte gemessen und ihre Handhabung beurteilt. Die sensible Kühlleistung und die entsprechende Leistungszahl, die A-Schalleistung, Luftgeschwindigkeits- und Temperaturverteilung vor dem Auslass wurden ermittelt und mit den Herstellerangaben verglichen. Sie sollen eine Basis für die richtige Auswahl und Anwendung der Geräte sein.

In den letzten Jahren hat es häufiger im Sommer Warmwetterperioden gegeben, die zu unangenehm hohen Temperaturen besonders in Bürogebäuden geführt haben. Gleichzeitig sind „Mobile Klimageräte“ preiswert auf den Markt gekommen, die sich wachsender Beliebtheit erfreuen. Es sollte geklärt werden, welche Gerätearten auf dem Markt sind, nach welchen Kriterien sie zu beurteilen sind, wieweit ihre Herstellerangaben zu verstehen sind und wie man sie für den eigenen Bedarf auswählen und anwenden sollte.

Gerätearten

Die Schlauchgeräte enthalten in einem fahrbaren Gehäuse einen kompletten Kältekreislauf mit Kältemaschine, Verdampfer, Verflüssiger, Expansionsventil und Ventilatoren.

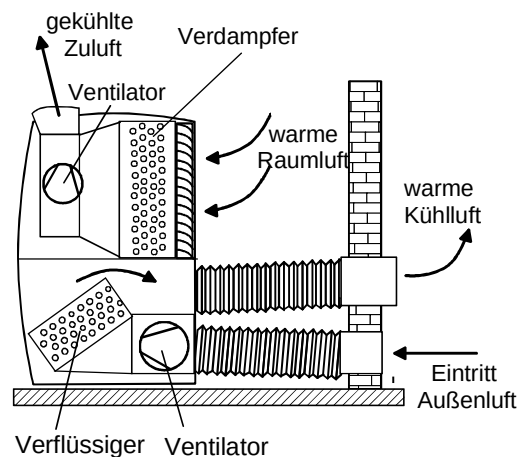


Bild 1: Mobiles Klimagerät (Schlauchgerät)

Bild 1 zeigt ein Schlauchgerät. Es saugt durch einen Schlauch Außenluft zum Kühlen des Verflüssigers an und fördert die erwärmte Luft durch einen zweiten Schlauch wieder nach außen. Dieses Gerät nennt sich wegen der zwei Schläuche nach außen auch **Zweischlauchgerät**. Die Raumluft wird über den Verdampfer geleitet und gekühlt und wieder in den Raum eingebracht. Die beiden Luftwege sind vollkommen

getrennt. Das Gerät ist im Sinne der Klimatechnik ein **Umluftkühlgerät**, das nur die Umluft im Raum kühlt und teilweise entfeuchtet.

Wenn der Schlauch für die Außenluft weggelassen wird, liegt ein so genanntes **Einschlauchgerät** vor. Dann ändert sich die Lüftungsfunktion. Die Kühlluft für den Verflüssiger wird dann aus dem Raum angesaugt und genau so viel Außenluft wird durch Fenster oder Türen angesaugt. Wie die Messergebnisse zeigen werden, ist der Außenluftstrom so groß, dass an warmen Tagen fast die gesamte Kühlleistung benötigt wird, um diese Luft zu kühlen. Es handelt sich deshalb um ein Lüftungsgerät mit geringer Kühlfunktion.

Eine weitere Geräteart ist als **Splitgerät** ausgebildet. Dabei wird der Verflüssiger und manchmal auch der Kompressor in einer Außeneinheit untergebracht, das mit Kältemittelleitungen mit dem Gerät im Raum verbunden sind (Bild 2).

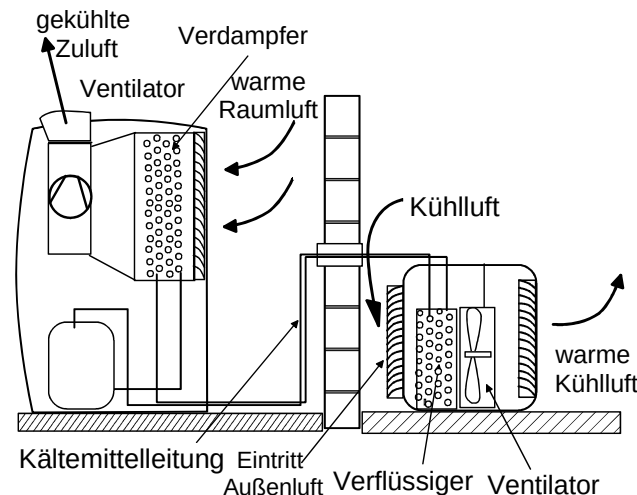


Bild 2: Mobiles Klimagerät als Splitgerät

Es handelt sich dabei wie beim Zweischlauchgerät um ein reines Umluftkühlgerät. Die Kältemittelleitungen besitzen eine Schnellkupplung, so dass sie einigermaßen leicht verlegt werden können. Es wird aber empfohlen, das Verbinden einem Fachmann zu überlassen.

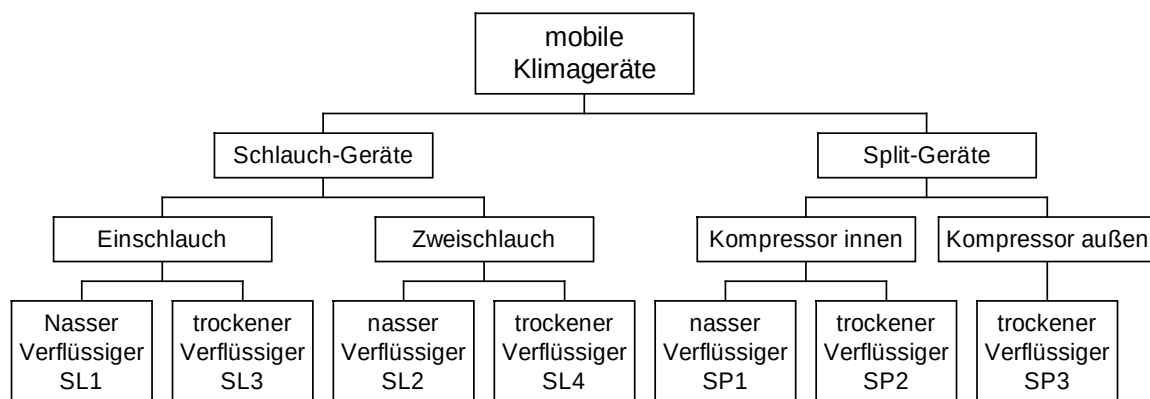


Bild 3: Untersuchte Gerätearten und ihre Bezeichnungen

Bild 3 zeigt die vorgefundenen und für die Untersuchung ausgewählten Geräte. Die Gerätenamen wurden anonymisiert, die Schlauchgeräte werden SL1 – SL4 und die Splitgeräte SP1 – SP3 wie in Bild 3 benannt. Es sollen nicht die Hersteller, sondern

nur Gerätearten genannt werden. Es wurden 4 Schlauchgeräte und drei Splitgeräte untersucht mit den in Bild 3 wiedergegebenen Eigenschaften.

Nasser Verflüssiger bedeutet, dass Wasser auf die Oberfläche des Verflüssigers gebracht wird, um dort zu verdampfen. Bei dem Gerät SL1 wird dabei Wasser aus einem Wassertank im Gerät entnommen, die anderen Geräten verwenden nur das anfallende Kondensat. Bei der Anwendung als Umluftkühlgerät ist die Kondensatmenge zum wirksamen Befeuchten zu klein, so dass nur das Gerät SL1 wegen der Befeuchtung deutlich besser abschneidet.

Tabelle 1: Angaben der Hersteller für die ausgewählten Schlauch-Geräte

Gerätebezeichnung im Versuch	SL 1	SL 2	SL 3	SL 4
max. Kühlleistung in kW	2,9	2,5	3,2	2,43
maximale elektrische Leistungsaufnahme in kW	0,7	0,95	1,2	0,93
max. Volumenstrom in m ³ /h	370	340	380	380
Abmessung (H x B x T) in mm	785x580x435	940x495x410	856x450x370	855x475x485
Gewicht in kg	43,5	34	45	38,6
Schalldruckpegel in dB(A)	46-48	47-50	52	41
Geeignet für Räume bis	100 m ³	85 m ³	80 m ³	-
Energieeffizienzklasse	-	A	C	A

Tabelle 2: Angaben der Hersteller für die ausgewählten Split-Geräte

Gerätebezeichnung	SP 1	SP 2	SP 3 ¹⁾
max. Kühlleistung in kW	3,7	3,29	2,93
max. Leistungsaufnahme in kW	-	1,17	1,05
max. Volumenstrom Innengerät in m ³ /h	240	380	250
Abmessung Innengerät (HxBxT) in m	790x580x245	855x475x360	475x450x255
Gewicht Innengerät in kg	-	38,6	10
Schalldruckpegel Innengerät in dB(A)	< 40	45	35-38
Abmessung Außengerät (HxBxT) in m	490x525x250	500x580x240	570x542x280
Gewicht Außengerät in kg	-	12	30
Länge Leitungspaket in m	1,6	3,5	3
Geeignet für Räume bis	100 m ³	30 m ²	105 m ³
Energieeffizienzklasse	A	-	C

¹⁾ Kompressor außen

Die Angaben der technischen Gerätedaten der Hersteller werden mitgeteilt, in Tabelle 1 für die Schlauchgeräte und Tabelle 2 für die Splitgeräte.

Durchgeführte Untersuchungen

Klimabedingungen für die Ermittlung der Leistungszahl

Als Lufttemperaturen wurden vorgegeben: im Raum 24 °C und außen 35 °C. Die Feuchte sollte entweder 7 g/kg oder 12 g/kg bzw. 14 g/kg betragen.

Die Split- und die Zweischlauchgeräte arbeiten als reine Umluftgeräte. Deshalb spielt die Luftfeuchtigkeit im Raum für diese Geräte nur eine untergeordnete Rolle, denn Entfeuchtung tritt nur im Anfahrbetrieb auf. Wenn durch die Fenster gelüftet wird, ist es sinnvoll, so wenig wie möglich zu lüften, um nicht zu viel warme Außenluft in den Raum zu lassen. Das ist anders beim Einschlauchgerät, denn irgendwoher wird Außenluft angesaugt. Deshalb werden die Geräte SL1 Und SL3 bei einer Lufttemperatur (24 °C) und zwei Feuchten untersucht.

Die Split- und die Zweischlauchgeräte werden auf der Verflüssigerseite von der Außentemperatur und der Außenfeuchte beeinflusst. Deshalb werden hier die Temperaturen 24 °C und 35 °C und die Feuchten 7 g/kg und 14 g/kg untersucht.

Leistung und Leistungszahl

Bei den zu Grunde gelegten Daten, vor allem für die Feuchte, stellt die Entfeuchtung der Luft keinen Nutzen für den Benutzer der Geräte dar. Deshalb wird abweichend von anderen auch in Normen vorgeschlagenen Messungen nur die sensible Kühlleistung $\dot{Q}_{\text{sen}}$ für die Bewertung herangezogen. Es wird die gesamte in Form von kalter Luft und durch Transmission über die Geräteoberfläche an den Raum abgegebene Kühlleistung verwendet. Dabei wird auch die Wärmeabgabe an den Raum z. B. über die Schläuche berücksichtigt. Zur Ermittlung der Leistungszahl LG_{sen} wird die Leistung $\dot{Q}_{\text{sen}}$ auf die gesamte aufgenommene elektrische Leistung bezogen, also auch die für die Ventilatoren, Pumpen und Regelung im Gerät.

Volumenströme und Temperaturen

Die Volumenströme der Ventilatoren werden nach der Nullmethode ermittelt mit einem Hilfsventilator und einer Normblende. Die Temperaturen werden mit Thermo-Elementen gemessen und registriert. Die Leistungen werden bei stationären Bedingungen bestimmt.

Drehzahl

Die Geräte können auf der Raumlufseite auf verschiedene Drehzahlen eingestellt werden. Bei einigen Geräten gibt es nur zwei, bei anderen bis zu 4 Drehzahlen.

Akustische Messungen

Nach der Vergleichsschallquellenmethode wird die A-bewertete Schallleistung im Raum bei geschlossenen Fenstern ermittelt.

Hygienische Untersuchung

Zur hygienischen Beurteilung werden Messungen des Luftkeimgehaltes vor und nach dem Gerät durchgeführt für Pilze und Bakterien.

Anwendung

Die Handhabung der Geräte wird von mehreren Personen subjektiv beurteilt und bewertet.

Ergebnisse

Leistung

Die gemessenen sensiblen Leistungen unterscheiden sich erheblich von den Leistungen, die von den Herstellern als maximale Leistung angegeben werden, weil die angegebenen Leistungen vermutlich einen großen Anteil latenter Kühlung enthalten (Tabelle 3). Es werden nur die Werte für die höchste Drehzahl angegeben. Weitere Daten sind in [1] zu finden.

Tabelle 3: Vergleich der angegebenen „maximalen Kühlleistung“ und der gemessenen sensiblen Kühlleistung

Gerät Nr.	SL 1	SL 2	SL 3	SL 4	SP 1	SP 2	SP 3
Hersteller: max. Kühlleistung in kW	2,9	2,5	3,2	2,43	3,7	3,3	2,9
Messung: sensible Kühlleistung in kW	1,3	1,2	1,3	1,3	1,9	2,2	1,3
Faktor	2,2	2,1	2,5	1,9	1,9	1,5	2,3

Tabelle 4: Leistungszahl LG_{sen} für die kleinste und die größte Drehzahl

Gerät Nr.	SL 1	SL 2	SL 3	SL 4	SP 1	SP 2	SP 3
kleine Drehzahl	1,7	1,2	0,7	0,8	1,1	1,5	1,3
große Drehzahl	1,7	1,3	1,0	1,1	1,3	1,8	1,4

In Tabelle 4 wird eine Auswahl der Ergebnisse der Leistungszahl LG_{sen} für Außentemperaturen von 35 °C und eine Feuchte von 12 (14) g/kg angegeben für die kleine und die große Drehzahl.

Die Energieeffizienzklassenangabe war nicht Gegenstand der Untersuchung. Es soll nur angemerkt werden, dass die vorliegenden Angaben der Hersteller, eher irreführend sind. Die besten Geräte haben keine Angabe. Bei SP3 wird Klasse C angegeben, das Gerät ist aber besser als SP1, das mit Klasse A angegeben wird.

Für das Beispiel der Schlauchgeräte SL1 und SL3 gibt Bild 4 die Leistungszahlen LG_{sen} für verschiedene Drehzahlen und Feuchten und für trockenen bzw. nassen Verflüssiger an. Man erkennt vor allem bei SL1 den starken Einfluss der Befeuchtung.

Bild 5 zeigt die entsprechenden Ergebnisse der Splitgeräte, jetzt aber als Funktion der Außentemperatur.

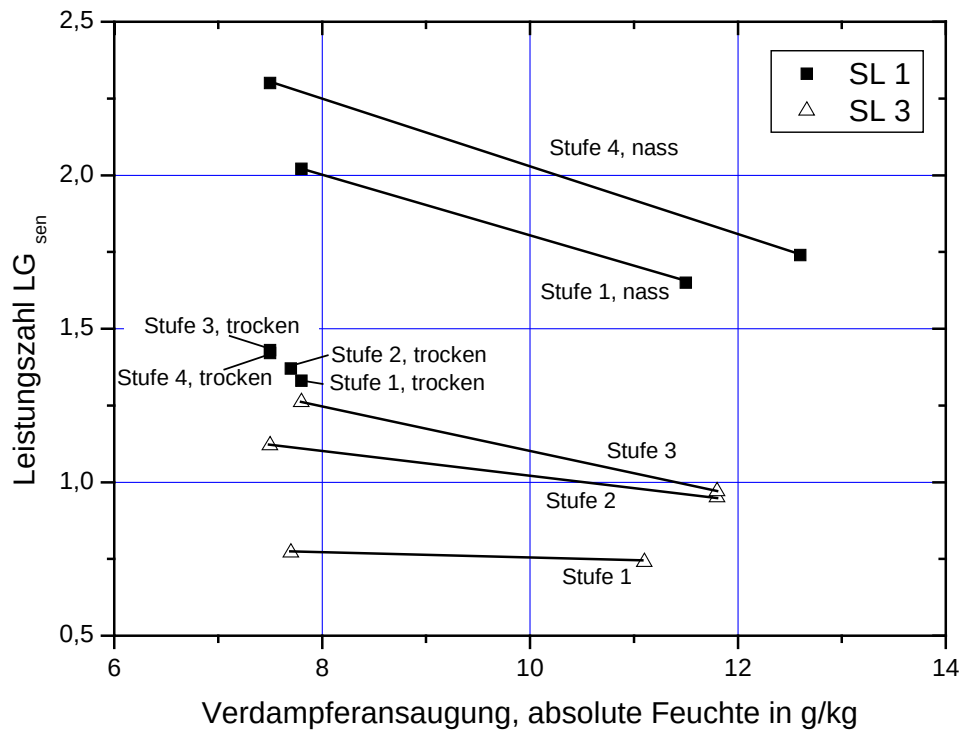


Bild 4: Leistungs­zahlen LG_{sen} der Einschlauchgeräte SL1 und SL3

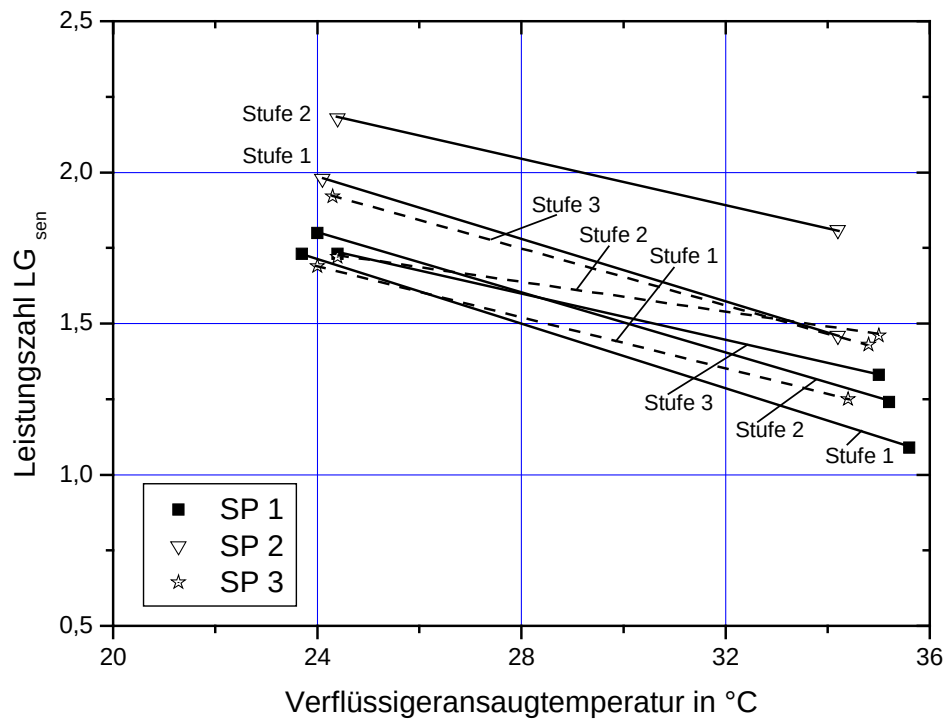


Bild 5: Leistungs­zahlen LG_{sen} der Splitgeräte

Die Verbindungslinien dienen nur der Zuordnung der Messwerte, sie können in erster Näherung auch als Interpolation der Zwischenwerte betrachtet werden.

Regelung

Die Geräte verfügen über einstellbare Thermostate. Die Regelung erfolgt als Zweipunktregelung durch Ein- und Ausschalten.

Bild 6 zeigt die am Gerät SL1 ermittelten Schaltpunkte. Der Sollwert wird ungefähr auf $\pm 1,5$ K eingehalten. Bei den anderen Geräten ist die Abweichung gleich oder kleiner (SP2 und SP3 $\pm 1,0$ K). Das ist für den Anwendungsfall als ausreichend zu betrachten.

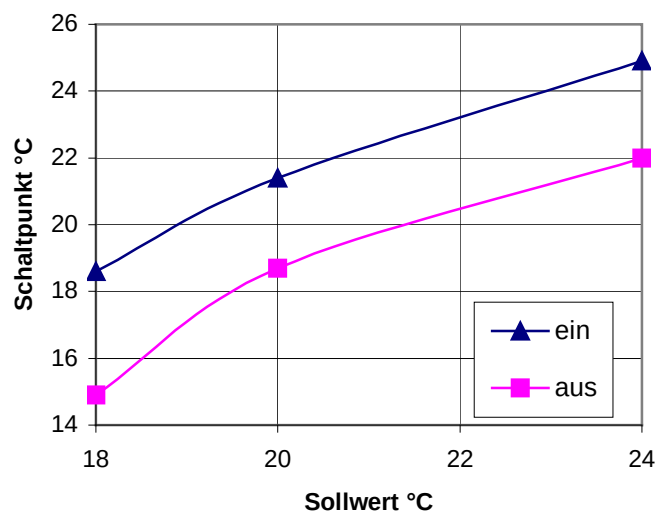


Bild 6: Schalthysterese am Beispiel des Gerätes SL1

Luftgeschwindigkeit und Temperatur im Zuluftstrahl

Die Luftgeschwindigkeiten vor dem Auslass sind bei den einzelnen Geräten unterschiedlich. In 1 m Entfernung betragen die Geschwindigkeiten 1 bis 4 m/s und nehmen dann proportional mit der Entfernung ab. Am Beispiel der Splitgeräte ist das in Bild 7 dargestellt. Die Luftgeschwindigkeit direkt vor dem Gerät ist so hoch, dass sie nicht mehr im Behaglichkeitsbereich liegt. Erst in 5 bis 10 m Entfernung werden die Geschwindigkeiten erreicht, die nach den Regeln der Behaglichkeit einzuhalten sind. Das ist aber unproblematisch, weil die Geräte oder die Durchlässe so gestellt werden können, dass sie keine Person anblasen.

Ähnlich sieht es mit dem Abbau der Temperaturdifferenzen aus. In 1 m Entfernung beträgt die Untertemperatur gegenüber dem Raum 5 bis 8 K. Das ist unbehaglich, wenn die Temperatur im Raum 24 °C beträgt.

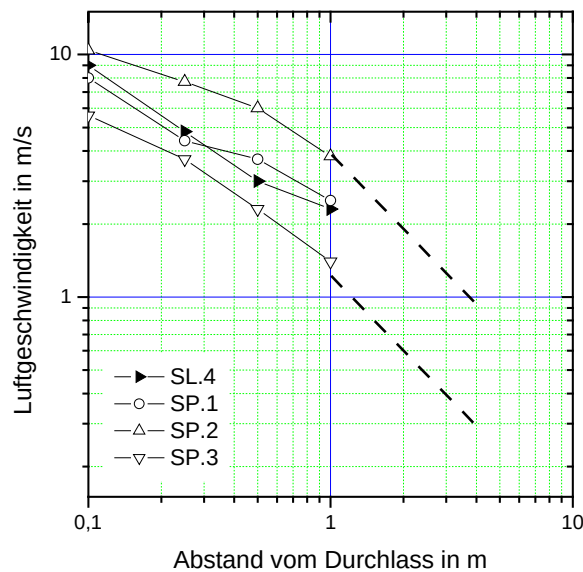


Bild 7: Luftgeschwindigkeit im Strahl vor dem Durchlass

Die hohe Luftgeschwindigkeit und die Untertemperatur vor dem Auslass können aber vorteilhaft sein, wenn das Gerät wegen zu schwacher Leistung, speziell beim Einschlauchgerät, die Luft im Raum nicht mehr merkbar abkühlt.

Schalleistung

Die A-bewertete Schalleistung ist in Tabelle 5 wiedergegeben. Im Mittel weichen die gemessenen Werte um 10 dB(A) bis 14 dB(A) von den Herstellerangaben ab, die in der Tabelle auch angegeben werden. Falls es sich bei den Herstellerangaben um A-Schalldruckpegel handelt, gelten die Angaben bei der üblichen Dämpfung in einem Büroraum für eine Entfernung von 5 m bis 12 m vom Gerät. Aus den Herstellerangaben lassen sich keine genaueren Werte entnehmen.

Tabelle 5: Vergleich der Herstellerangaben mit den ermittelten Schalleistungspegeln

Geräte	Bemerkung	Herstellerangaben	ermittelte L_w	Einheit
SL 1	von...bis	46 - 48	56,5 – 60,5	dB(A)
SL 2	von...bis	47 - 50	57,5 - 59,5	
SL 3	Mittelwert	52	60,5 - 65,0	
SL 4	von ..	> 41	53,5 - 61,0	
SP 1	...bis	< 40	52,5 – 54,5	
SP 2	Mittelwert	45	58,5 – 61,0	
SP 3	von...bis	35 - 38	47,5 – 51,0	

Bestimmung der Keimzahlen

Die Zahl der koloniebildenden Einheiten (KbE) war für Pilze und Bakterien im Zu-
luftstrahl kleiner als vor dem Gerät und war insgesamt sehr niedrig. Bei uns wurden
alle Bauteile, die mit Wasser oder Kondensat in Berührung kommen, regelmäßig ge-
reinigt.

Handhabung der Geräte

Es erfolgte eine Bewertung mit einer dreistufigen Skala („+“, „0“, „-“). Dabei wurden
die Erfahrungen aus Handhabung und Umgang mit den Geräten während der Versu-
che und des Dauertestes berücksichtigt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusam-
mengefasst. Zusätzlich wurden zu einzelnen Bewertungspunkten Anmerkungen als
Fußnoten gegeben, die nur im ausführlicheren Abschlussbericht [1] nachzulesen
sind.

Tabelle 6: Beurteilung der Handhabung

		SL 1	SL 2	SL 3	SL 4	SP 1	SP 2	SP 3
Bedienungsanleitung		0 ^{1,14}	+ ^{4,14}	+ ⁷	+ ¹⁰	0 ¹	+ ⁵	+ ⁷
Installation/Aufwand		0 ^{2,12}	0 ²	0 ²	0 ^{2,11}	0 ²	0 ²	0 ²
Betrieb	Bedienung	+ ³	0 ⁵	+	+	+	+	0 ⁸
	Wartung/Pflege	0	+	0	0	0	0	0
	Entleeren	-	+ ⁶	- ⁸	0	-		- ⁹
	Regelung	0	0	0	0 ¹³	0 ³	0 ⁶	0
Mobilität		+	+	+	+	-	-	-
Entsorgung		+	+	- ⁹	+	- ⁴	+	+
Wartungsangaben Hersteller		0	0	+	0	0	0	0

Generell gilt für alle Splitgeräte, dass die Mobilität sehr eingeschränkt ist. Es ist eine
Bohrung in der Außenwand erforderlich, wenn die Verbindungsleitung nicht in einen
Fensterspalt gelegt werden soll. Der Fensterspalt bedingt aber, dass das Fenster nur
geschlossen werden kann, wenn die Leitung demontiert wird. Die Montage und De-
montage der Splitleitungen sollte nach Angabe der meisten Hersteller nur durch vom
Hersteller unterwiesenes Fachpersonal durchgeführt werden. Dadurch ist auch ein
häufiger Wechsel von einem Raum zum anderen praktisch nicht möglich. Wenn das
Gerät im gleichen Raum bleibt und die Verbindungsleitung im Fensterspalt verlegt
wurde, kann das Fenster nicht geschlossen werden. Sollten die Geräte sogar über
den Winter installiert bleiben, dann ist besonders für einen Wetterschutz für die Au-
ßeneinheiten zu sorgen. Durch nicht vollständig entleertes Kondensat und durch ein-
gedrungenen Niederschlag besteht die Gefahr von Frostschäden.

Die Schnellkupplungen der verschiedenen Fabrikate sind sehr unterschiedlich. Wäh-
rend etwa die Kupplung beim Gerät SP1 und SP2 aus verschiedenen Einzelverbin-
dungen besteht, die von einem Laien nicht betätigt werden sollten, hat das Gerät
SP3 eine Spezialkupplung, die leicht auch von Laien betätigt werden könnte, wenn in
der Beschreibung darauf hingewiesen würde, wie das zu geschehen hat. Es ist nicht
leicht zu erkennen, dass sich die Kupplung sehr leicht löst, wenn man zuvor einen
Schieber an der Kupplung betätigt. Dieser Hinweis fehlt. Am Ende unserer Versuche

waren die Kältemittelleitungen der Geräte SP 2 und SP 3 nach etwa 10maligem Öffnen und Schließen der Verbindung defekt.

Schlauchgeräte sind generell mobiler als Splitgeräte. Hier ist jedoch zu beachten, dass bei klimatechnisch korrekter Montage für jeden Raum, in dem das Gerät benutzt werden soll, ein Wand- oder Fensterdurchbruch für den Abluftschlauch und eventuell für den Außenluftschlauch (Zweischlauch-Gerät) vorhanden sein sollte.

Mit den meisten Schlauch-Geräten werden flache Luftdüsen mitgeliefert, die es gestatten, die Schläuche in einen schmalen geöffneten Fensterspalt zu legen. Das lässt darauf schließen, dass das die empfohlene Anwendung ist. Es werden auch bei einem Fabrikat Saugnäpfe und Kordeln mitgeliefert, die sehr praktisch sind, um den Fensterspalt auf ein Minimum zu reduzieren und zu fixieren. In Tabelle 7 wird angegeben, wie viel Luft ungefähr durch den Fensterspalt in den Raum gelangt und welche Kühlleistung das erfordert.

Bis auf ein Geräte sind alle mit Rollen ausgestattet, so dass das hohe Gewicht kein Hindernis für einen Positionswechsel ist. Beim Splitgerät muss eine Möglichkeit bestehen, das Außengerät sicher zu befestigen. Das ist nur einfach, wenn ein Balkon vorhanden ist.

Ermittlung der erforderlichen Geräteleistung

Für die Auswahl des richtigen Gerätes muss die erforderliche Kühlleistung geschätzt werden. Dazu werden in dem Abschlussbericht [1] einige vereinfachte Vorschläge gemacht, da nicht jeder Anwender eine Kühllastberechnung anstellen wird.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, wie die Schläuche oder die Kältemittelleitungen verlegt sind und ob ein Fensterspalt dafür verwendet wird. In Tabelle 7 werden Kühllasten für die verschiedenen Fälle geschätzt. Am ungünstigsten ist es, wenn ein Einschlauchgerät mit Schlauch im Fensterspalt verwendet wird. Dann muss mit einer Kühlleistung allein für die einströmende warme Außenluft von 1 kW gerechnet werden. Wenn das Einschlauchgerät seinen erforderlichen Luftvolumenstrom dagegen aus dem Gebäude ansaugen kann und das über ausreichende Speicherfähigkeit verfügt, kann das Einschlauchgerät durchaus angewendet werden. Dann wird die Kühlung der Zuluft durch die Speicherwirkung des Gebäudes sichergestellt. Wenn die Split- und die Zweischlauchgeräte bei geschlossenen Fenstern angewendet werden, fällt die Kühllast für die Außenluft ebenfalls nicht an. Die Lüftung muss dann allerdings durch offene Türen aus dem Gebäude erfolgen. Wenn die Schläuche in einem schmalen Fensterspalt verlegt werden, ist mit den in der Tabelle angegebenen Kühllasten zu rechnen.

Für die Abschätzung wurden folgende Annahmen gemacht: Luftspalt eines Fensters mit einer Düse 5 cm breit, Fensterflügel 1,2 m*1,2 m, → Öffnung 0,12 m², Temperaturdifferenz 10 K; geschätzte Luftgeschwindigkeit: 0,1 m/s;
 $0,1 \text{ m/s} \cdot 0,12 \text{ m}^2 \cdot 3600 \text{ s/h} = 43 \text{ m}^3/\text{h}$; Kühllast 0,14 kW.

Tabelle 7: Lasten je Gerät durch von außen einströmende Luft

Gerät	Außenverbindung	Last in W
Einschlauchgerät	Kein Fensterspalt, Schlauch fest montiert an Wandöffnung, Luftansaugung aus Treppenhaus oder Flur mit 24 °C	0
	Luftansaugung von Außenluft durch Fensterspalt ca. 300 m ³ /h, Temperaturdifferenz 10 K ¹⁾	1000
Zweischlauchgerät	Fensterspalt 0,1 m ² , kein Wind schwacher Wind	140 500
	Kein Fensterspalt, Schläuche fest montiert an Wandöffnungen, Luft durch geöffnete Tür aus Treppenhaus oder Flur mit ca. 24 °C	0
Splitgerät	Fensterspalt 0,05 m ² , kein Wind schwacher Wind	70 250
	Verbindung durch dichte Öffnung in der Wand, keine Außenwandöffnung, Luft durch geöffnete Tür aus Treppenhaus oder Flur mit ca. 24 °C	0

Zusammenfassung und Ausblick

Heiße Sommer und besser isolierte Gebäude teilweise mit großen Glasflächen haben einen boomenden Markt für sogenannte mobile Klimageräte geschaffen. Besonders in Bürogebäuden wird die Arbeitseffektivität merkbar besser, wenn die Temperaturen im Raum unter 27 °C liegen.

Die Geräte bestehen entweder aus einem Innen- und einem Außengerät, die mit einer Kältemittelleitung verbunden sind. Es handelt sich dann um Split-Geräte. Oder ein Gerät wird im Raum aufgestellt und ist mit einem Schlauch nach außen verbunden, um die überschüssige Wärme aus dem Kühlprozess nach außen zu fördern.

Damit entsteht im einfachsten Fall ein Einschlauchgerät. Mit einem zweiten Schlauch, um Außenluft anzusaugen, ergibt sich ein Zweischlauchgerät.

Dadurch gibt es eine Vielzahl von Gerätekombinationen. Diese Untersuchung wurde gemacht, um einen Überblick über die richtige Auswahl und Anwendung der Geräte zu erhalten. Aus einer größeren Zahl von am deutschen Markt angebotenen Geräten wurden vier Schlauch- und drei Splitgeräte im mittleren Leistungsbereich ausgewählt und untersucht. Es wurden folgende Größen gemessen:

- Die Kälteleistung,
- das Verhältnis der sensiblen Kühlleistung zur aufgewendeten elektrischen Leistung,
- die Schalleistung,
- die Luftgeschwindigkeit,
- die Temperaturverteilung,
- die Keimemission.

Für den Raum ist die sogenannte sensible Kühlleistung wichtig. Das ist die Leistung, die eine Temperaturabsenkung der Luft im Raum bewirkt. Die Hersteller geben eine maximale Leistung an, die auch die Kondensation von Wasserdampf aus der Luft beinhaltet. Dieser Anteil ist bei unserem gemäßigten Klima ohne Nutzen für den

Verbraucher. Die sensible Leistung ist um den Faktor 1,5 bis 2,5 kleiner als die angegebene Leistung.

Die sensiblen Kühlleistungen der untersuchten Geräte lagen im Bereich 1,2 bis 1,3 kW bei den Schlauchgeräten und 1,3 bis 2,2 kW bei den gleich großen Splitgeräten.

Die Leistungszahlen für die sensible Leistung liegen bei großer Drehzahlstufe bei 1,0 bis 1,8 bei allen Geräten. Bei den Schlauchgeräten wurde ein Gerät mit befeuchtem (nassen) Verflüssiger untersucht. Es erreichte die Leistungszahl 1,7. Als Schallleistung wurde die A-bewertete Leistung ermittelt. Bei der großen Drehzahl liegen die Ergebnisse bei den Schlauchgeräten zwischen 61 und 65 dBA, bei den Splitgeräten zwischen 51 und 55 dBA. Die Hersteller geben Werte für maximale A-Schallpegel an. Sie liegen 10 bis 13 dB unter den gemessenen Werten für die Schallleistung. Die Hersteller gehen offenbar von einer entsprechenden akustischen Raumdämpfung aus, die sie aber nicht angeben. Die Luftgeschwindigkeit ist unbehaglich groß, wenn man sich direkt in den Luftstrahl vor dem Gerät setzt. Das Gleiche gilt für die Untertemperatur. Außerhalb des Strahles in möglichst großer Entfernung vom Gerät sind Untertemperatur und Luftgeschwindigkeit im Behaglichkeitsbereich, wenn die Geräteleistung richtig ausgelegt wurde und die Kühllast im Raum nicht zu groß ist. Sie sollte nicht über 80 W/m² bezogen auf die Grundfläche des Raumes sein.

Die Keimemission ist bei richtiger Wartung des Gerätes unproblematisch.

Die richtige Geräteauswahl ist nicht einfach. Die erforderliche sensible Kühlleistung des Gerätes sollte abgeschätzt werden. Die so ermittelten Leistungen entsprechen nicht den Leistungsangaben der Hersteller. Die Leistungsangaben des Herstellers sind durch 2 bis 2,5 zu teilen, weil dort „maximale Leistungen“ (einschließlich Kondensation) angegeben werden.

Es ist zusätzlich zu beachten, wie viel warme Luft durch das Fenster in den Raum gelangt. Am besten für die Kühlung sind geschlossene Fenster. Dann findet aber Luftaustausch nur undefiniert bei geöffneten Türen im Gebäude statt. Beim Einschlauchgerät wird zwangsweise so viel Luft angesaugt, wie das Gerät nach außen fördert. Wenn diese Luft direkt durch das Fenster aus der warmen Umgebung angesaugt wird, wird ein großer Teil der Kühlleistung des Gerätes zum Kühlen dieser Luft benötigt. Die Wirkung des Gerätes ist dann nicht viel besser als die eines Tischventilators, der Raum wird dann kaum gekühlt. Die besten Leistungszahlen erreichen die Splitgeräte und ein Schlauchgerät mit befeuchtem Verflüssiger. Die beste Mobilität haben die Schlauchgeräte.

Literatur

[1] Fitzner, K., U. Finke, O. Zeidler: Untersuchung der Wirksamkeit von mobilen Klimageräten aus der Sicht des Einsatzes in Arbeitstätten durch vergleichende Messungen unter definierten klimatischen Bedingungen, Bericht der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, wird demnächst veröffentlicht