



Prüfprotokoll Einzelraum-Klimagerät AirOn AKLKK-900 S/N A2013001354

Firma	Air-On AG	Auftrag	HP-131274
	Gewerbestrasse 11	Typ	AKLKK-900
	6330 Cham	S/N	A2013001354

Nachtmodus Home		
Temperatur	22.2	°C
rel. Feuchte	71.2	%r.F.
Luftdruck	967.2	mbar
Volumenstrom	15	m ³ /h
Schallleistungspegel*	26.3	dB(A)

Maximum Normalmodus Home		
Temperatur	22.2	°C
rel. Feuchte	71.2	%r.F.
Luftdruck	967.2	mbar
Volumenstrom	30	m ³ /h
Schallleistungspegel*	36.5	dB(A)

*Die Messung und die Bestimmung der Schallleistungspegel beruhen auf der Norm EN ISO 3741: 1999. Der Höchstwert der Vergleichstandardabweichung beträgt 0.5 dB.

Ort, Datum

Horw, 24.07.2013

Geprüft von

György Csikos

Leiter Prüfstelle

Tjeerd de Neef



Prüfstelle Gebäudetechnik

Prüfbericht Nr.: HP-131209 / C

Objekt: AKLKK-900

Auftraggeber: Air-On AG
Gewerbstrasse 11
CH-6330 Cham

Datum: 2013-07-22

Dieser Bericht HP-131209/C umfasst 18 Seiten und stellt einen Auszug aus Bericht HP-131209/B vom 28. Juni 2013 dar. Er darf ohne die schriftliche Genehmigung der Prüfstelle Gebäudetechnik nur in ungekürzter Form vervielfältigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	3
2. Auftraggeber	3
3. Auftrag	3
4. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung	3
5. Prüfverfahren	4
6. Messresultate thermische Messungen	6
7. Schlussbemerkung	7
Anhang 1: Prüfeinrichtung thermische Messungen	8
Anhang 2, Fotos Prüfling und Aufbau	10
Anhang 3: Bezeichnungen	14
1.1 Symbole	14
1.2 Abkürzungen, Indizes	15
1.3 Berechnete Grössen	16
Anhang 4, Spezifikationen Messgeräte	17

1. Zusammenfassung

Das Gerät AKLKK-900 der Air-On AG wurde im Labor der Prüfstelle Gebäudetechnik der Hochschule Luzern getestet.

Zur Bewertung der thermischen Eigenschaften wurde der $COP_{AKLKK900}$ verwendet. Diese wie bei Wärmepumpen berechnete Leistungszahl erlaubt es, verschiedene Betriebszustände des Geräts zu vergleichen. Sie ist nicht für den Vergleich mit anderen Wärmeerzeugungssystemen geeignet. Die Messungen haben gezeigt, dass hohe Luftströme und tiefe Leistungsstufen der Peltierelemente höhere $COP_{AKLKK900}$ ergeben.

2. Auftraggeber

Auftraggeber: Air-On AG
Gewerbstrasse 11
CH-6330 Cham

Kontaktperson: Matthias Schibli
Telefon: +41 41 743 14 24
Email: matthias.schibli@air-on.ch

3. Auftrag

Der vorliegende Auftrag beinhaltet Messungen am AKLKK-900 im Labor der Prüfstelle Gebäudetechnik. In diesem Bericht werden diese auszugsweise dargelegt.

Die Messungen wurden unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt wie bei der Messung von Kompaktlüftungsgeräten. Folgende Grössen wurden messtechnisch erfasst:

- Temperatur, Taupunkt und Volumenstrom aller fünf Luftströme (Zuluft, Abluft, Fortluft, Ausenluft und Sekundärluft)
- Temperaturen (Ein- und Austritt) und Volumenstrom des Wassers vom zentralen Heiz-/ Kühlsystem.
- Elektrische Leistungsaufnahme des Geräts

Zur Beurteilung wurden die hier interessierenden Kenngrössen berechnet:

- Leistungszahl des Air-On Geräts $COP_{AKLKK900}$ (Coefficient of Performance)
- Heizleistung

Die Messungen wurden gemäss der Bestellung 50248 vom 1. Juni 2012 durchgeführt.

4. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung

Das Prüfobjekt ist ein dezentrales Lüftungs- und Klimagerät AKLKK-900.

Eingangsdatum: 2012-04-20
Datum der Prüfung: 2012-09-20 bis 2013-02-22

5. Prüfverfahren

Das Prüfverfahren wurde in Absprache mit dem Auftraggeber definiert. Abbildung 1 zeigt den Messaufbau der thermischen Messungen. Als Basis dienen die Prüfverfahren für Kompaktlüftungsgeräte EN 13141-7 und für mechanische Zuluft- und Ablufteinheiten ohne Luftführung EN 13141-8.



Abbildung 1: Prüfling AKLKK-900 eingebaut in den Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte Prükom.

In Einklang mit den erwähnten Normen werden sämtliche Messungen im stationären Zustand gemessen, d.h. Prüfling und Prüfstand stehen im thermischen Gleichgewicht und Temperaturen, Volumenströme, etc. sind während der Messdauer konstant (siehe Anhang 1: Prüfeinrichtung thermische Messungen für Beispiel).

Die thermischen Messungen wurden auf dem Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte durchgeführt. In Anhang 2 werden der Aufbau und die Messstellen detailliert beschrieben.

Damit der Prüfling mit den entsprechenden Luftzuständen versorgt werden konnte sowie auch für die Erfassung der Luftvolumenströme, mussten dem Prüfling Luftströme in Rohren zu- bzw. abgeführt werden. Als Übergänge zwischen Rohren und den Öffnungen des Prüflings wurden Anschlussboxen gebaut und montiert. Undichtheiten zwischen Anschlussboxen und Gerät mussten abgedichtet werden (siehe Fotos im Anhang).

Unmittelbar an den luftseitigen Ein- und Austritten der Luftströme am Prüfling (Anschlussboxen) wurde der Druck der Luft gegenüber der Umgebung angeglichen (Druckdifferenz null), so dass der Prüfling unter realen Druckverhältnissen betrieben wurde.

Um Teillastbedingungen des Prüflings AKLKK-900 unter stationären Betriebsbedingungen messen zu können, wurde in die Steuerung des Prüflings eingegriffen. Die Aktoren im Air-On Gerät konnten per mitgelieferter Software und PC-Schnittstelle manuell gesteuert werden.

Bei den thermischen Messungen wurde wie folgt vorgegangen:

- Einstellen der Luftzustände SEK / ABL und AUL am Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte Prükom
- Einstellen der Leistungsstufen der Aktoren vom Air-On Gerät AKLKK-900 (Peltierelement Sekundärluft n_{Pel} , Peltierelement Strahlungsplatte n_{Str} , Sekundärluftventilator n_{SEK} , Fortluftventilator n_{FOL} , Aussenluftventilator n_{AUL})
- Druckdifferenz gegen Umgebung bei allen Luftein- und austritten auf null stellen.
- Stationären Zustand abwarten
- Messung starten

6. Messresultate thermische Messungen

In der folgenden Tabelle ist ein Auszug der Resultate bei Umluft- und Heizbetrieb dargestellt.

MESS- PUNKT	EINSTELLUNGEN			SEKUNDÄRLUFT			ZULUFT			WASSER			THERMOELEKTRISCHE WÄRMEPUMPE						
	n _{SEK} %	n _{Pel} %	n _{Str} %	t _{SEK} °C	φ _{SEK} % rH	qm _{SEK} kg/h	t _{ZUL} °C	φ _{ZUL} % rH	qm _{ZUL} kg/h	t _{VL} °C	qm _{RL} kg/h	t _{RL} °C	Φ _{hk} W	Φ _w W	P _{EL} W	Φ _{Str, V} W	Φ _{HK} W	COP _{AKLKK900} [-]	qm _{KD} g/h
MP6	60	0	0	20.1	26	58.4	37.4	9	65.8	40.4	97.6	37.2	384	366	12	-6	378	31.8	-
MP7	60	-20	14	20.2	26	58.2	40.1	8	65.3	40.5	97.7	36.9	427	408	28	8	435	15.7	-
MP8	60	-40	28	20.3	25	58.2	43.0	7	64.7	40.4	98.5	36.6	472	440	56	24	496	8.8	-
MP4	60	-60	42	20.4	25	58.7	44.2	7	62.8	40.2	77.5	34.8	469	495	106	132	601	5.7	-
MP9	60	-80	56	20.4	26	58.2	48.9	6	63.5	40.5	99.2	36.4	567	470	162	65	632	3.9	-
MP10	60	-100	70	20.7	29	58.1	50.8	6	63.1	40.5	100.0	36.4	591	476	240	125	716	3.0	-

Tabelle 1: Resultate der Messungen im Umluftbetrieb (Heizen ohne Lüftung).

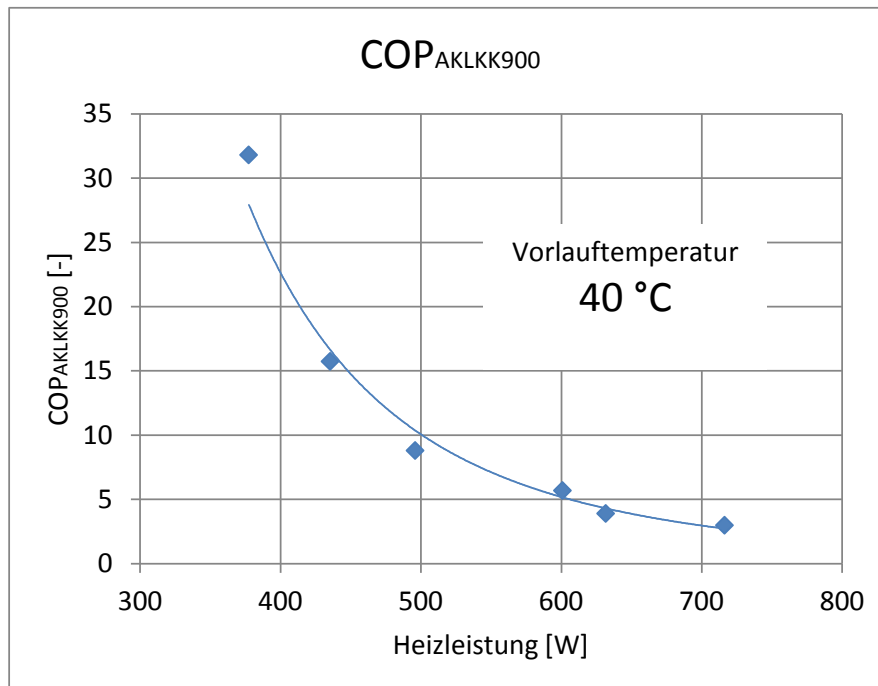


Abbildung 2: Leistungszahl in Abhängigkeit der Heizleistung (MP4 und MP6 ... MP10).

n_{SEK} : 60 %
 n_{Str} : 42 %
 t_{SEK} : 20 °C
 φ_{SEK} : - % r.F
 t_{VL} : 40 °C

7. Schlussbemerkung

Mit diesem Auszug aus Bericht HP-131209/B sind die Anforderungen des Kunden erfüllt.

Die Messresultate gelten ausschliesslich für das gemessene Prüfobjekt. Die elektronisch erfassten Daten werden während 3 Jahren gespeichert. Der Prüfbericht und die zugehörigen Dokumente werden bei uns an der Prüfstelle während 10 Jahren archiviert. Der Auftraggeber kann während dieser Zeit die Dokumente einsehen. Der Aufwand beim Erstellen von Kopien wird dem Kunden verrechnet.

Horw, 2013-07-22

A. Tjeerd de Neef, dipl. Masch.Ing. ETH
Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik

Anhang 1: Prüfeinrichtung thermische Messungen

Im Schema in Abbildung 4 ist der Prüfling AKLKK-900 inklusive Prüfeinrichtung dargestellt. Der Prüfling wurde in den Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte Prükom eingebaut.

An allen luftseitigen Ein- und Austritten am Prüfling wurden Temperatur, Feuchte, Luftvolumenstrom und Druckdifferenz gegen Umgebung gemessen. Die Druckdifferenz gegen Umgebung wurde dabei auf null eingestellt, so dass der Prüfling möglichst nicht beeinflusst wurde und wie im realen Betrieb getestet werden konnte. Die Sekundär-/ Abluftkonditionen sowie die Aussenluftkonditionen wurden vom Prüfstand für Kompaktlüftungsgeräte vorgegeben. Auch die Vorlauftemperatur des Wassers konnte eingestellt werden: Der Prozesstermostat übernimmt die Funktion des zentralen Wärme-/ Kälteversorgungssystems, welches das Air-On Gerät mit thermischer Energie versorgt.

Dass die Messungen grundsätzlich nur bei konstanten Bedingungen durchgeführt wurden, verdeutlichen unterstehende Graphiken einer Messung beispielhaft.

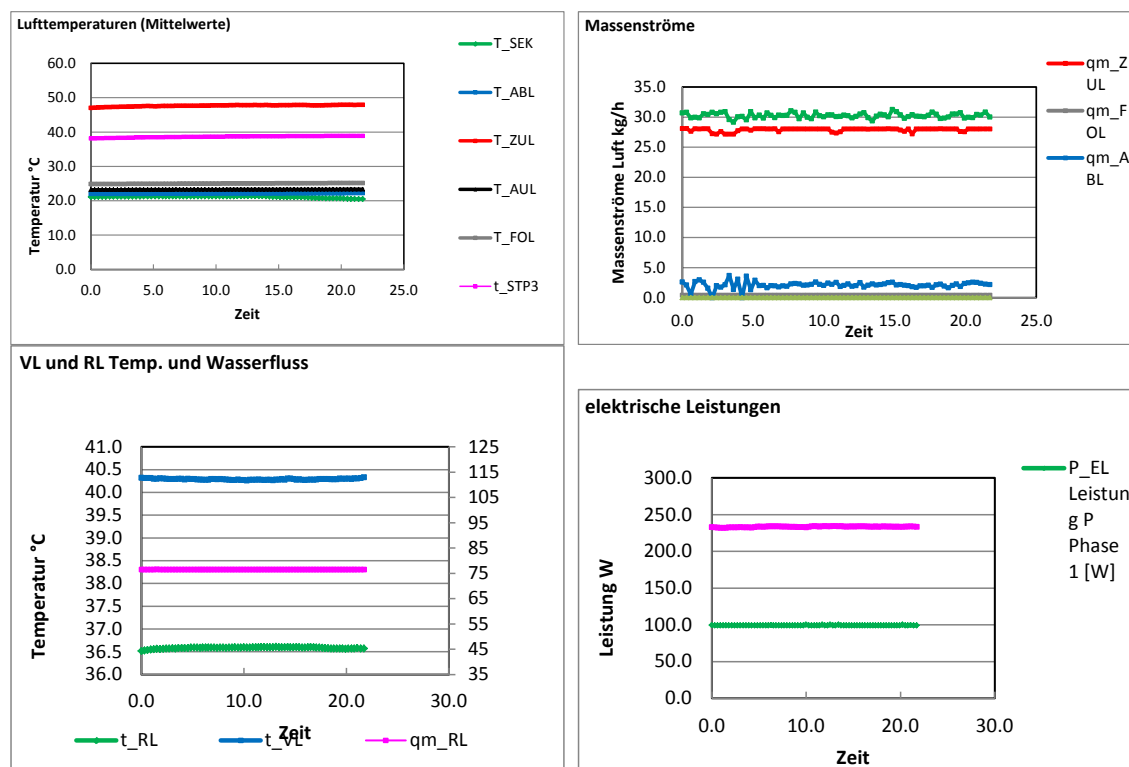


Abbildung 3: Beispiel für stationäre Messbedingungen

In Abbildung 4 sind die wichtigsten Aktoren im Prüfling dargestellt. Um Messungen unter Teillastbetrieb des Prüflings durchführen zu können, wurden Sekundär-, Fort- und Aussenluftventilator sowie die Peltierelemente (Sekundärluft und Strahlungsplatte) für jeden Messpunkt fix eingestellt. Die Messpunkte wurden zusammen mit der Air-On AG erarbeitet, da die Ventilatoren und Peltierelemente nicht komplett unabhängig voneinander betrieben werden können. Vor allem zwischen den drei Ventilatoren können nicht alle Kombinationen von Betriebszuständen gewählt werden. Beispielsweise muss bei laufendem Aussenluftventilator der Sekundärluftventilator auch einen minimalen Volumenstrom fördern.

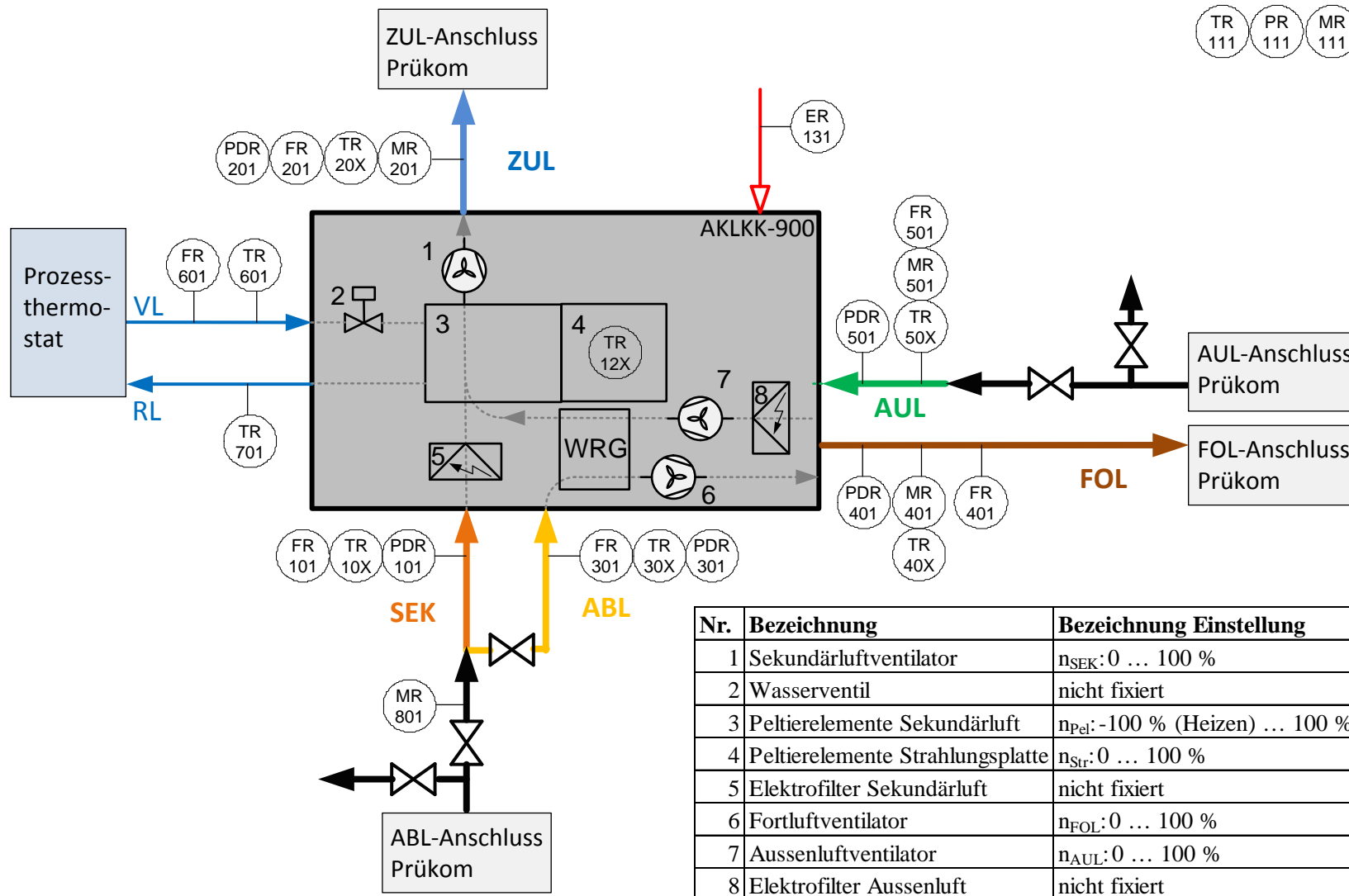


Abbildung 4: Schema Prüfaufbau thermische Messungen. Air-On Gerät AKLKK-900.

Anhang 2, Fotos Prüfling und Aufbau



Abbildung 5: Prüfling Ansicht vorne



Abbildung 6: Prüfling Rückseite



Abbildung 7: Bedieneinheit des Prüflings



Abbildung 8: Datenschild



Abbildung 9: Steuergerät AKLKK-900



Abbildung 10: Prüfling Aufbau.



Abbildung 11: Aufbau thermische Messungen



Abbildung 12: Anschlussboxen Sekundärluft (unten) und Zuluft (oben)



Abbildung 13: Volumenstrommessung Sekundärluft mit V-Control Filtermatte (hellblau) im Rohr zur Homogenisierung der Strömung.



Abbildung 14: Abdichtung am Sekundärlufteintritt für unverfälschte Volumenstrommessung (Kein Qualitätsmangel vom AKLKK-900).



Abbildung 15: Abdichtung am Ablufteintritt für unverfälschte Volumenstrommessung (Kein Qualitätsmangel vom AKLKK-900).



Abbildung 16: Abdichtung am Ablufteintritt

Anhang 3: Bezeichnungen

1.1 Symbole

Symbol	Einheit	Bezeichnung
t	°C	Temperatur
p	Pa	Druck
x	g/kg	absolute Luftfeuchte
φ	% r.F.	relative Luftfeuchte
ρ	kg/m ³	Dichte
h	J/kg	spezifische Enthalpie
c	J/(kg·K)	spezifische Wärmekapazität
dp	Pa	Druckdifferenz
dpv	Pa	Druckverlust
tp	°C	Taupunkttemperatur
qm	kg/h	Massenstrom
qv	m ³ /h	Volumenstrom
n _{PeI}	%	Leistungsstufe Peltierelemente Sekundärluft (Heizen -100% bis Kühlen +100%)
n _{Str}	%	Leistungsstufe Peltierelemente Strahlungsplatte (0 ... 100% Heizen)
n _{SEK}	%	Leistungsstufe Sekundärluftventilator
n _{AUL}	%	Leistungsstufe Aussenluftventilator
n _{FOL}	%	Leistungsstufe Fortluftventilator
\dot{H}	W	Enthalpiestrom
Φ_{hk}	W	Heizleistung (+) bzw. Kühlleistung (-) des Air-On Geräts
Φ_w	W	dem Wasser abgeführte (+) bzw. zugeführte (-) Wärmeleistung
P _{el}	W	Elektrische Leistungsaufnahme des Geräts

1.2 Abkürzungen, Indizes

AUL	Aussenluft (grün)
FOL	Fortluft (braun)
ABL	Abluft (gelb)
ZUL	Zuluft (blau)
SEK	Sekundärluft (orange)
RAL	Raumluft (grau)
TRZ	Tubinenrad-Gaszähler
baro	barometrisch
mess	bei Luftbedingungen an der Messstelle
Norm	Luft bei Normbedingungen: $t = 20^{\circ}\text{C}$, $p_{\text{baro}} = 1013 \text{ mbar} \rightarrow \rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$
Leck	Leckage
EL	Elektrisch
L	Luft
D	Dampf
KD	Kondensat
H	Heizmodus
K	Kühlmodus
W	Wasser
VL	Vorlauf
RL	Rücklauf
Pel	Peltierelement
Str	Strahlungsplatte
V	Verlust

1.3 Berechnete Grössen

Formel	Einheit	Bezeichnung
$x = f(p_{baro}, tp)$	g/kg	absolute Luftfeuchte in Gramm pro Kilogramm trockene Luft
$\varphi = f(p_{baro}, tp, t)$	%	relative Luftfeuchte
$\rho_L = f(p_{baro}, t, x)$	kg/m ³	Luftdichte
$h_L = c_L \cdot t + x \cdot (r_w + c_D \cdot t)$	J/kg	spezifische Enthalpie von Luft
$\dot{H} = qm \cdot h$	W	Enthalpiestrom
$h_W = c_W \cdot t$	J/kg	Enthalpie von Wasser
$\Phi_{h,k} = \dot{H}_{ZUL} - \dot{H}_{SEK} + \dot{H}_{FOL} - \dot{H}_{ABL} - \dot{H}_{AUL}$	W	Heizleistung bzw. Kühlleistung luftseitig
$\Phi_W = \dot{H}_{VL} - \dot{H}_{RL}$	W	Wärmezufuhr ins Gerät über das Wasser
$\Phi_{Str,V} = \Phi_W + P_{el} - \Phi_{h,k}$	W	Heizleistung über Strahlungsplatte und Abwärme des Geräts (berechnet aus Energiebilanzierung am Gerät)
$\Phi_{H,K} = \Phi_{h,k} + \Phi_{Str,V} = \Phi_W + P_{el}$	W	Heizleistung total. Die abgegebene Wärme über die Strahlungsplatte und die Verluste tragen zur Raumheizung bei.
$COP_{AKLKK900} = \left \frac{\Phi_{H,K}}{P_{el}} \right $	[-]	Leistungszahl ¹ (Coefficient of Performance) des Air-On Geräts AKLKK900.
$\eta_t = \frac{t_{ABL} - t_{FOL}}{t_{ABL} - t_{AUL}}$	[-]	Mit ABL-FOL berechneter Temperaturänderungsgrad im Wärmetauscher. Üblicherweise wird dieser mit der AUL-ZUL berechnet. Die ZUL wurde aber nicht direkt am Wärmetauscher (innerhalb des Geräts) gemessen.
$\Phi_{WRG} = H_{ABL} - H_{FOL}$	W	Rückgewonnener Wärmestrom im Wärmetauscher

¹ Die Leistungszahl des Air-On Geräts COP_{AKLKK900} beschreibt die Heizleistung im Verhältnis zur elektrisch aufgewendeten Leistung und dient dem Vergleich zwischen einzelnen Messpunkten. Der COP_{AKLKK900} kann beispielsweise nicht mit dem COP einer Wärmepumpe verglichen werden, da das Air-On Gerät mit Wärme aus einem zentralen Wärmeerzeugungssystem versorgt wird (bei den vorliegenden Messungen: Prozessthermostat).

Anhang 4, Spezifikationen Messgeräte

Die Log.-Nr. sind die internen Messmittelbezeichnungen der Prüfstelle Gebäudetechnik an der Hochschule Luzern – T&A. Wenn Hinweise auf Kalibrierscheine angegeben sind, beziehen sich die Angaben auf ein Vertrauensniveau von 68 %.

Messstelle (Kapitel 0)	Messgrösse	Bezeichnung	Hersteller, Typ	Einheit	Messunsicherheit	Log.-Nr.	Kalibrierdatum
TR 101	t _{SEK}	Temperatur SEK	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 101	19.04.2012
TR 102	t _{SEK}	Temperatur SEK	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 102	19.04.2012
TR 103	t _{SEK}	Temperatur SEK	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 103	19.04.2012
TR 111	t _{UMG}	Umgebungstemperatur	Moser AG, PT100	°C	0.20 K	1.09HP042	Herstellerangabe
TR 301	t _{ABL}	Temperatur ABL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 200	19.04.2012
TR 302	t _{ABL}	Temperatur ABL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 201	19.04.2012
TR 303	t _{ABL}	Temperatur ABL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 202	19.04.2012
TR 201	t _{ZUL}	Temperatur ZUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 204	19.04.2012
TR 202	t _{ZUL}	Temperatur ZUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 205	19.04.2012
TR 203	t _{ZUL}	Temperatur ZUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 206	19.04.2012
TR 501	t _{AUL}	Temperatur AUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 103	19.04.2012
TR 502	t _{AUL}	Temperatur AUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 104	19.04.2012
TR 503	t _{AUL}	Temperatur AUL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 105	19.04.2012
TR 401	t _{FOL}	Temperatur FOL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 106	19.04.2012
TR 402	t _{FOL}	Temperatur FOL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 300	23.04.2012
TR 403	t _{FOL}	Temperatur FOL	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 301	23.04.2012
TR 601	t _{VL}	Temperatur Vorlauf	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 203	19.04.2012
TR 701	t _{RL}	Temperatur Rücklauf	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 209	19.04.2012
TR 101	t _{STP}	Temperatur Strahlungsplatte	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 302	23.04.2012
TR 121	t _{STP}	Temperatur Strahlungsplatte	Moser AG, PT100	°C	0.06 °C	1.16HP009 Kanal 303	23.04.2012
TR 122	t _{STP}	Temperatur Strahlungsplatte	Moser AG, PT100	°C	0.09 °C	1.16HP009 Kanal 507	24.04.2012

PDR 301	p _{ABL}	Druckdifferenz ABL-UMG	Rosemount	Pa	0.3 Pa	1.07HP207	05.09.2012	
PDR 501	p _{AUL}	Druckdifferenz AUL-UMG	Rosemount	Pa	0.4 Pa	1.07HP180	05.09.2012	
PDR 101	p _{SEK}	Druckdifferenz SEK-UMG	Endress + Hauser	Pa	0.6 Pa	1.07HP195	08.05.2012	
PDR 401	p _{FOL}	Druckdifferenz FOL-UMG	Endress + Hauser	Pa	0.6 Pa	1.07HP199	08.05.2012	
PDR 201	p _{ZUL}	Druckdifferenz ZUL-UMG	Endress + Hauser	Pa	1.0 Pa	1.07HP200	08.05.2012	
PR 111	p _{Baro}	Barometerdruck	Endress + Hauser	mbar	0.01 %FS	1.07HP202	04.06.2012	
FR 201	q _{VZUL}	Volumenstrom ZUL	GWF, Gaszähler	Impulse	0.3 % MW	1.08HP266	10.08.2008	
FR 401	q _{VFOL}	Volumenstrom FOL	GWF, Gaszähler	Impulse	0.4 % MW	1.08HP190	20.02.2008	
FR 301	q _{VABL}	Volumenstrom ABL	Rosemount, Staudruck	Pa	0.7	1.07HP164	05.09.2012	
FR 101	q _{VSEK}	Volumenstrom SEK	Rosemount, Staudruck	Pa	0.6	1.07HP215	05.09.2012	
FR 501	q _{V AUL}	Volumenstrom AUL	Rosemount, Staudruck	Pa	0.8	1.07HP166	05.09.2012	
FR 601	q _{VVL}	Volumenstrom Wasser	GWF, MID	l/h	5.2 l/h	1.08HP001	10.02.2009	
MR 201	TP _{ZUL}	Taupunkt ZUL	MBW, TP-Spiegel	°C	0.04 °C	1.09HP015	18.08.2011	
MR 401	TP _{FOL}	Taupunkt FOL	MBW, TP-Spiegel	°C	0.04 °C	1.09HP016	18.08.2011	
MR 801	TP _{SEKABL}	Taupunkt SEK und ABL	MBW, TP-Spiegel	°C	0.04 °C	1.09HP014	18.08.2011	
MR 501	TP _{AUL}	Taupunkt AUL	MBW, TP-Spiegel	°C	0.06 °C	1.09HP017	20.10.2009	
MP 111	φ _{UMG}	Umgebungsfeuchte	Rotronic, kapazitiv	% r.F.	2.18 %MW	1.09HP045	14.11.2011	
ER 131	I	elektrischer Strom	Infratek, 106A	A	0.005 A	0.10% rdg	1.13HP117	18.05.2012
ER 131	U	elektrische Spannung	Infratek, 106A	V	0.300 V	0.10% rdg	1.13HP117	18.05.2012
ER 131	P	elektrische Leistung	Infratek, 106A	W	0.150 W	0.10% rdg	1.13HP117	18.05.2012

Tabelle 2: Messfühler für die thermischen Messungen



Prüfstelle Gebäudetechnik

Prüfbericht Nr.: HP-131274

Objekt: Schalleistungsmessungen am Einzelraum-
Klimagerät AKLKK-900 S/N A2013001354

Auftraggeber: Air-On AG
Gewerbstrasse 11
6330 Cham

Datum: 2013-07-24

Dieser Bericht umfasst 17 Seiten und darf ohne die schriftliche Genehmigung der Prüfstelle Gebäudetechnik nur in ungekürzter Form vervielfältigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Auftraggeber	3
2. Auftrag	3
3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung	3
4. Prüfverfahren	3
5. Messergebnisse	4
5.1. Zusammenfassung	4
5.2. Messwerte	5
5.2.1. Einzelraum-Klimagerät AKLKK-900 S/N A2013001354	5
6. Schlussbemerkung	7
7. Anhang 1 Prüfeinrichtung	8
7.1. Grundriss Schallmessräume	8
7.2. Schnitt Schallmessräume	8
7.3. Empfangsraum	9
7.4. Versuchsaufbau	10
8. Anhang 2, Fotos	12
9. Anhang 3, Spezifikationen Messgeräte	13
10. Anhang 4, Formelzusammenstellung	15
11. Anhang 5, Messunsicherheit	16
12. Anhang 6, Literaturhinweise	17

1. Auftraggeber

Auftraggeber: Air-On AG
Gewerbstrasse 11
6330 Cham

Kontaktperson: Herr Stefan Heule

2. Auftrag

Bestimmen der Schalleistungspegel eines Einzelraum-Klimagerätes.

3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung

Prüfobjekt: Einzelraum-Klimagerät AKLKK-900 S/N A2013001345
(in diesem Bericht SN 1345)

Eingangsdatum: 2013-07-18

Datum der Prüfung 2013-07-18

4. Prüfverfahren

Die Messung und die Bestimmung der Schalleistungspegel beruhen auf der Norm
DIN EN ISO 3741: 2011-01.

Details zur Prüfeinrichtung und zur Auswertung sowie die Spezifikation der Messgeräte sind im
Anhang aufgeführt.

5. Messergebnisse

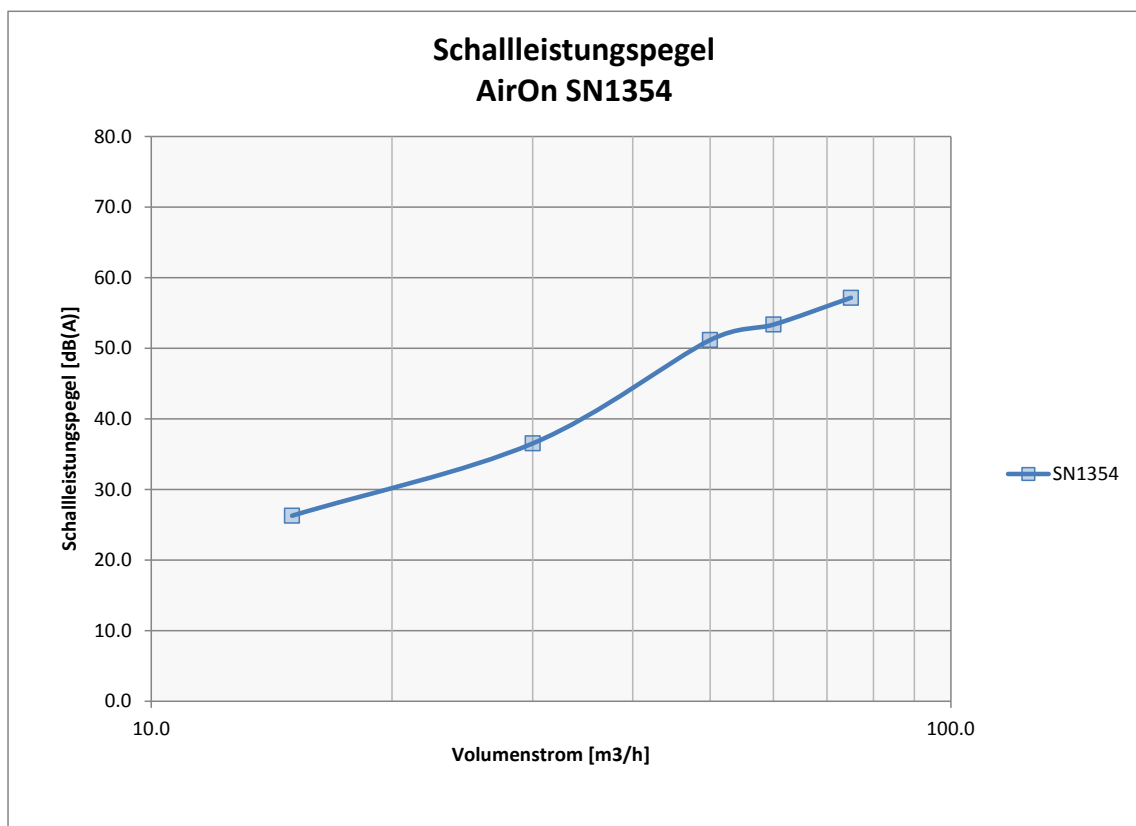
5.1. Zusammenfassung

Das Einzelraum-Klimagerät SN 1354 wurde in folgenden Betriebspunkten untersucht:

	Betriebsmodus	Volumenstrom*	Ventilatoreinstellung SLV / ZLV / ALV in % PWM
Stufe 1	Nachtmodus Home	15 m ³ /h	18 / 29 / 29
Stufe 2	Nachtmodus Office / Maximum Normalmodus Home	30 m ³ /h	30 / 37 / 37
Stufe 3	Maximum Normalmodus Office	50 m ³ /h	50 / 58 / 58
Stufe 4	Maximum Powermodus Home	60 m ³ /h	60 / 62 / 57
Stufe 5	Maximum Powermodus Office	75 m ³ /h	75 / 62 / 57

SLV: Sekundärluft-Ventilator, ZLV: Zuluftventilator, ALV: Abluftventilator

* Die angegebene Volumenstromwerte sind vom Kunden gelieferte Nominalwerte



5.2. Messwerte

5.2.1. Einzelraum-Klimagerät AKLKK-900 S/N A2013001354

Temperatur 22.2 °C
rel. Feuchte 71.2 %r.F.
Luftdruck 967.2 mbar

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Grundschaall
Volumenstrom [m ³ /h]	15	30	50	60	75	

Terzbandanalyse

Frequenz Hz	Lw dB	Lw(A) dB	Lw dB	Lw(A) dB	Lw dB	Lw(A) dB	Lw dB	Lw(A) dB	Lw dB	Lw(A) dB	Lw dB	Lw(A) dB
50	29.3	-0.9	28.5	-1.7	29.7	-0.5	31.9	1.7	31.2	1.0	5.3	-24.9
63	24.2	-1.9	30.8	4.7	29.0	2.9	30.8	4.7	32.0	5.9	7.0	-19.1
80	21.2	-1.2	29.8	7.4	32.9	10.5	32.1	9.7	34.2	11.8	4.1	-18.3
100	20.6	1.5	26.0	6.9	36.0	16.9	34.3	15.2	36.8	17.7	2.0	-17.1
125	19.9	3.8	27.1	11.0	38.1	22.0	41.1	25.0	40.5	24.4	-2.4	-18.5
160	25.3	11.9	30.5	17.1	40.5	27.1	43.2	29.8	48.4	35.0	-0.7	-14.1
200	25.8	14.9	37.3	26.4	44.1	33.2	46.8	35.9	51.3	40.4	-5.7	-16.6
250	25.4	16.8	33.8	25.2	45.0	36.4	47.0	38.4	49.7	41.1	-6.4	-15.0
315	24.1	17.5	33.4	26.8	45.5	38.9	47.5	40.9	49.9	43.3	-9.8	-16.4
400	23.5	18.7	33.4	28.6	50.1	45.3	49.3	44.5	51.2	46.4	-11.3	-16.1
500	22.5	19.3	32.6	29.4	44.8	41.6	47.6	44.4	51.4	48.2	-10.8	-14.0
630	18.8	16.9	30.6	28.7	45.4	43.5	47.6	45.7	51.8	49.9	-11.3	-13.2
800	14.3	13.5	27.3	26.5	43.9	43.1	47.2	46.4	50.6	49.8	-10.8	-11.6
1000	9.8	9.8	22.5	22.5	39.7	39.7	43.3	43.3	48.3	48.3	-11.3	-11.3
1250	9.2	9.8	19.4	20.0	38.1	38.7	41.3	41.9	46.0	46.6	-10.8	-10.2
1600	5.6	6.6	14.4	15.4	34.1	35.1	37.4	38.4	42.6	43.6	-10.3	-9.3
2000	2.1	3.3	11.3	12.5	32.9	34.1	36.6	37.8	41.3	42.5	-9.3	-8.1
2500	-0.4	0.9	7.6	8.9	30.0	31.3	34.0	35.3	39.0	40.3	-7.8	-6.5
3150	-3.3	-2.1	0.6	1.8	24.0	25.2	27.7	28.9	30.9	32.1	-5.6	-4.4
4000	-0.1	0.9	-1.0	0.0	20.4	21.4	24.5	25.5	27.3	28.3	-0.1	0.9
5000	-0.8	-0.3	-0.8	-0.3	15.2	15.7	19.4	19.9	21.0	21.5	-0.8	-0.3
6300	1.6	1.7	1.6	1.7	10.9	11.0	15.4	15.5	17.0	17.1	1.6	1.7
8000	5.1	4.0	5.1	4.0	10.1	9.0	14.1	13.0	15.5	14.4	5.1	4.0
10000	9.0	6.5	9.0	6.5	9.2	6.7	12.0	9.5	13.0	10.5	9.0	6.5
Total 100-10'000 Hz	33.2	26.3	42.6	36.5	55.2	51.2	56.9	53.3	60.4	57.2	12.8	10.8

blauer Hintergrund: Differenz zu Hintergrundgeräusch < 10 dB, diese Pegel stellen somit eine obere Grenze dar

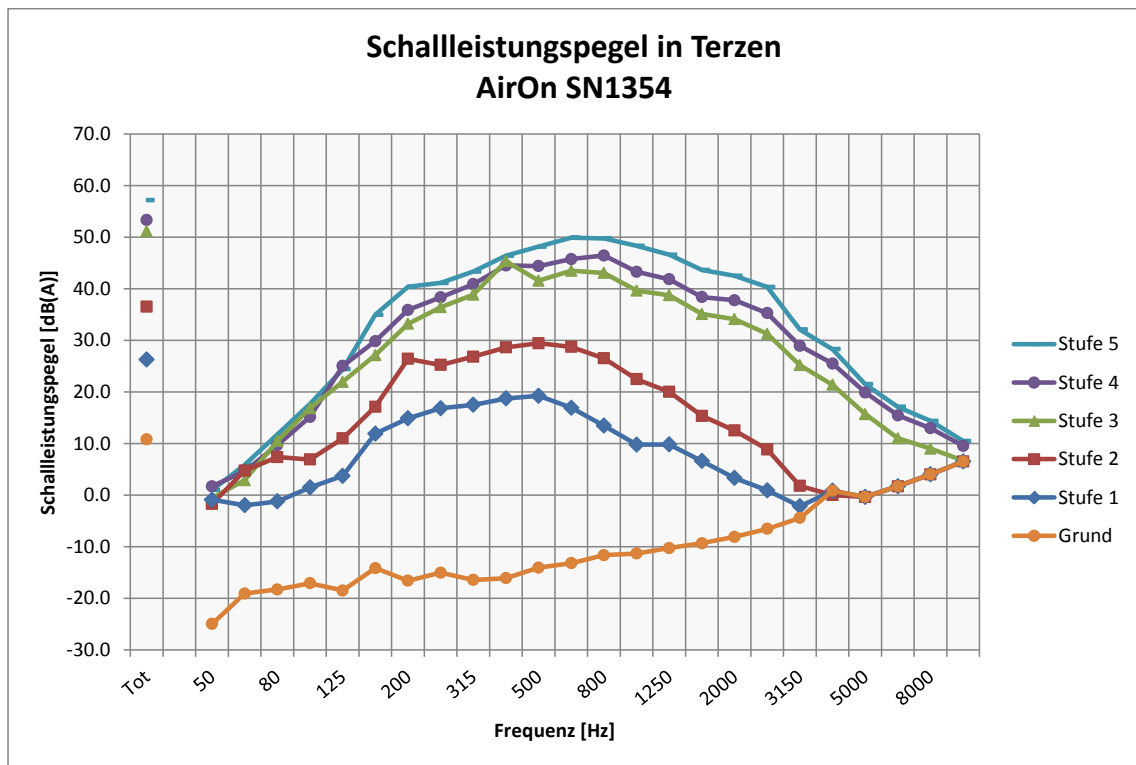
Oktavbandanalyse

63	31.0	4.8	34.6	8.4	35.7	9.5	36.4	10.2	37.4	11.2	10.4	-15.2
125	27.4	11.4	33.1	17.1	43.4	27.4	45.7	29.7	49.3	33.3	4.8	-11.4
250	29.9	21.3	40.0	31.4	49.7	41.1	51.9	43.3	55.1	46.5	-2.2	-11.2
500	26.8	23.6	37.2	34.0	52.3	49.1	53.0	49.8	56.2	53.0	-6.3	-9.5
1000	16.5	16.5	29.1	29.1	46.0	46.0	49.4	49.4	53.5	53.5	-6.2	-6.2
2000	7.9	9.1	16.7	17.9	37.4	38.6	41.0	42.2	46.0	47.2	-4.2	-3.0
4000	3.5	4.5	4.4	5.4	26.0	27.0	29.8	30.8	32.8	33.8	3.2	4.0
8000	11.0	9.9	11.0	9.9	14.9	13.8	18.8	17.7	20.2	19.1	11.0	9.3
Total	35.2	26.5	43.2	36.8	55.2	51.5	57.0	53.5	60.4	57.2	14.8	10.8

blauer Hintergrund: Differenz zu Hintergrundgeräusch < 10 dB, diese Pegel stellen somit eine obere Grenze dar

Die Stufenbezeichnung entspricht der Tabelle in der Zusammenfassung.

Die A-bewertete Schallleistungspegel-Werte sind im folgenden Diagramm dargestellt.



6. Schlussbemerkung

Es wurden alle Anforderungen des Messumfanges des Kunden erfüllt.

Die Messresultate gelten ausschliesslich für das gemessene Prüfobjekt.

Die elektronisch erfassten Daten werden während 3 Jahren gespeichert. Der Prüfbericht und die zugehörigen Dokumente werden bei uns an der Prüfstelle während 10 Jahren archiviert.

Der Auftraggeber kann während dieser Zeit die Dokumente einsehen. Der Aufwand beim Erstellen von Kopien wird dem Kunden verrechnet.

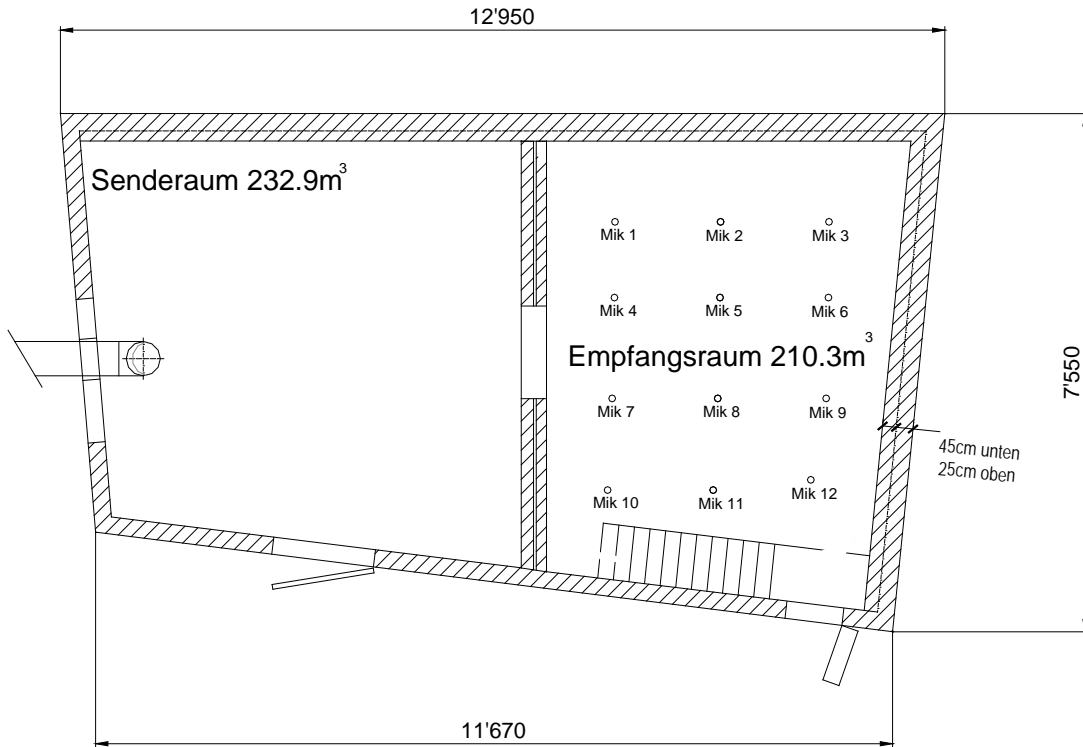
Horw, 2013-07-24

György Csikos, dipl. Physiker
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Senior

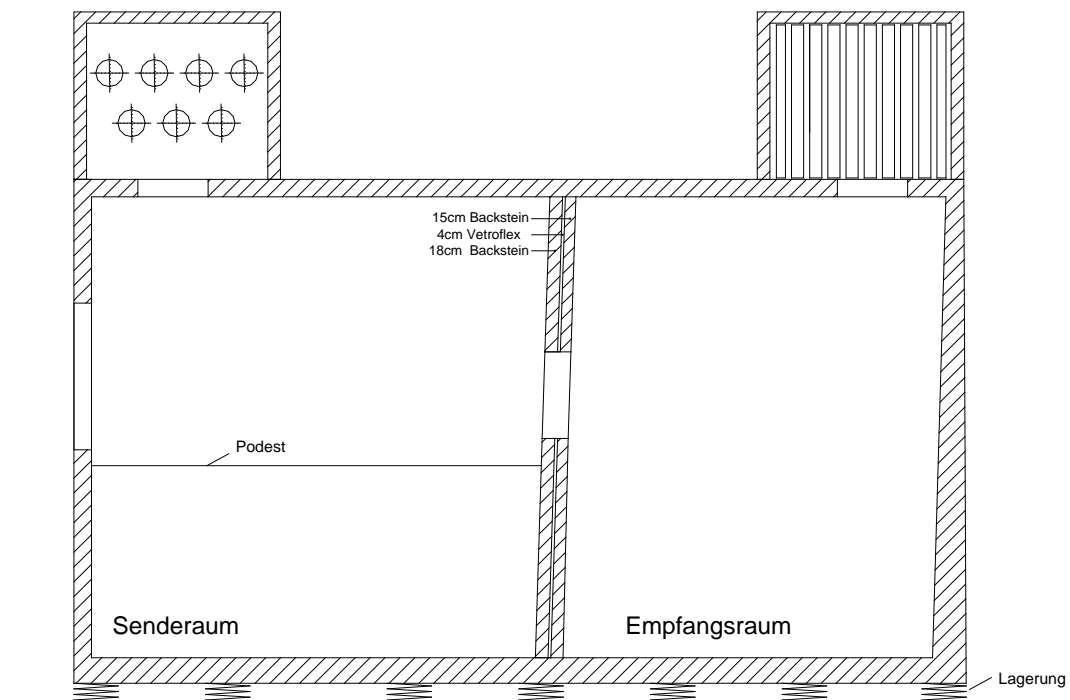
Tjeerd de Neef, dipl. Masch. Ing. ETH
Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik

7. Anhang 1 Prüfeinrichtung

7.1. Grundriss Schallmessräume

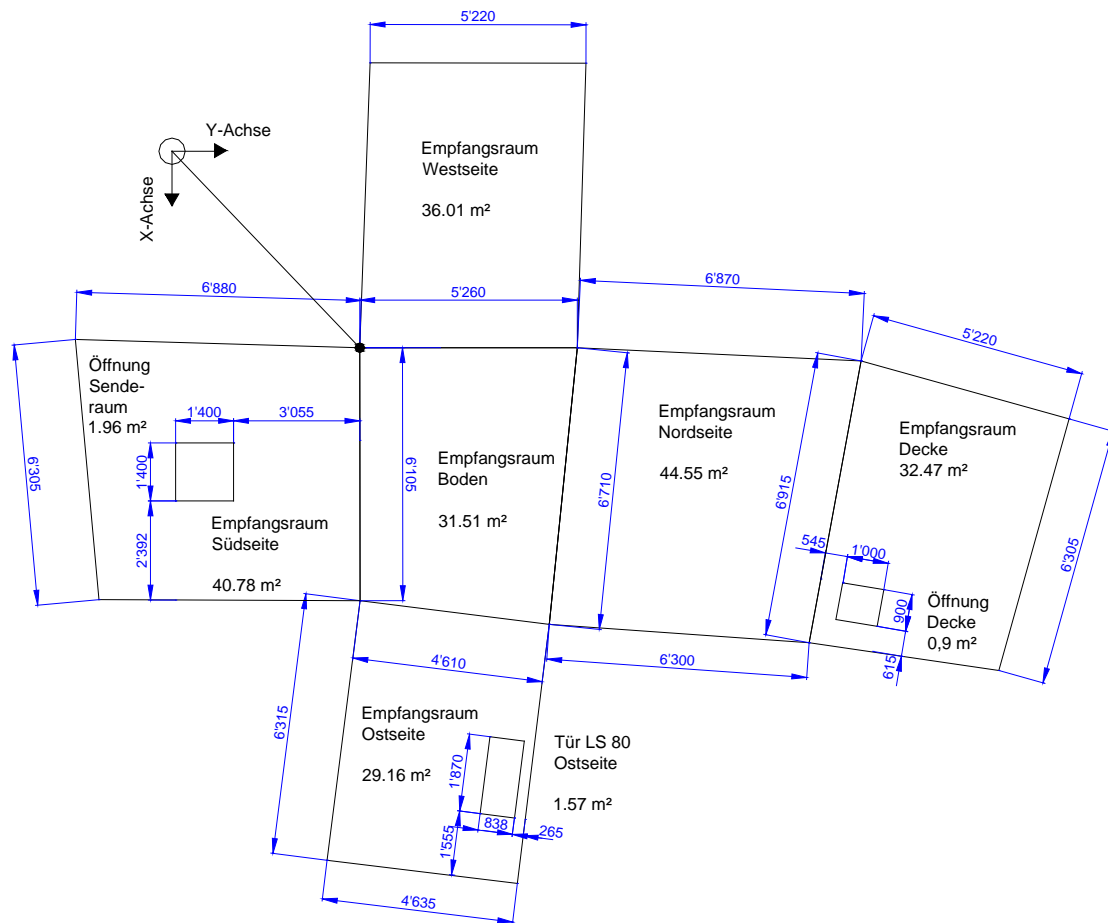


7.2. Schnitt Schallmessräume



7.3. Empfangsraum

Abwicklung Empfangsraum



Abmessungen

kleinste Längenabmessung	4'610 mm
Grösste Raumdiagonale	10'912 mm
Türöffnung	838 x 1'870 mm
Öffnung Sende-raum	1'400 x 1'400 mm
Öffnung Decke	900 x 1'000 mm
Raumvolumen	210.32 m ³
Raumoberfläche	214.48 m ²

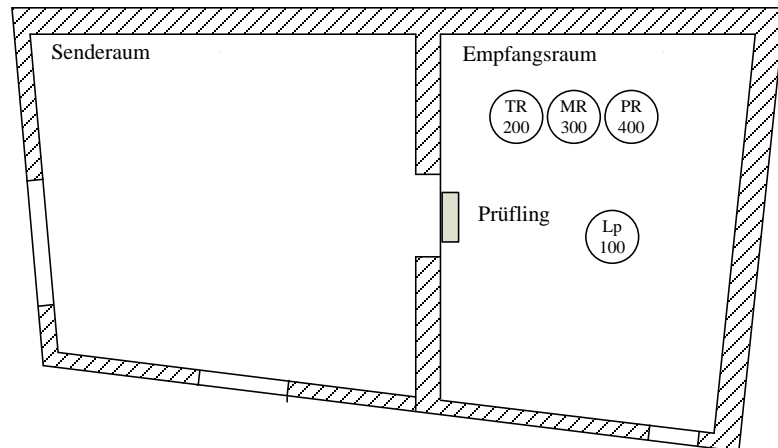
Mikrofone

Anzahl	2 x 6
Standorte	unregelmässig im Raum verteilt

	Mik1	Mik2	Mik3	Mik4	Mik5	Mik6	Mik7	Mik8	Mik9	Mik10	Mik11	Mik12
Position X:	1.02	1.04	1.03	2.26	2.26	2.26	3.77	3.79	3.80	5.25	5.24	4.89
Position Y:	1.18	2.78	4.38	1.18	2.71	4.23	1.17	2.68	4.10	1.10	2.66	3.93
Position Z:	4.25	2.17	4.20	4.85	3.89	2.25	5.30	3.45	3.80	4.20	5.18	2.72

7.4. Versuchsaufbau

Prüfeinrichtung



Gemessene Grössen

L_p	Schalldruckpegel	TR	Temperatur
MR	Feuchte	PR	abs. Druck

Berechnete Grössen

Mittlerer Schalldruckpegel im Empfangsraum

L_p dB mittlerer Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband im Empfangsraum

$$L_p = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{N_M} \cdot \sum_{i=1}^{N_M} 10^{0,1 \cdot L_{pi}} \right) - K_1$$

L_{pi} dB gemessener Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband an der i-ten Mikrofonposition

N_M - Anzahl der Mikrofone

K_1 dB Fremdgeräuschkorrektur in einem bestimmten Frequenzband für Werte von $10 \text{ dB} \leq \Delta L \leq 15 \text{ dB}$
 $K_1 = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \Delta L})$

- wenn $\Delta L > 15 \text{ dB}$ ist, ist keine Korrektur erforderlich

- wenn $\Delta L < 10 \text{ dB}$ ist, beträgt die max. Korrektur 0.5 dB und diese Schallleistungspegel stellen eine obere Grenze dar.

ΔL dB Differenz der über alle Mikrofone gemittelten Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband zwischen eingeschalteter Schallquelle zu den Fremdgeräuschen (ausgeschaltete Schallquelle)

Schallleistungspegel der Geräuschequelle

L_w dB Schallleistungspegel in einem bestimmten Frequenzband

$$L_w = L_p + \left\{ 10 \cdot \lg \left(\frac{A}{A_0} \right) + 4,34 \cdot \frac{A}{S} + 10 \cdot \lg \left(1 + \frac{S \cdot c}{8 \cdot V \cdot f} \right) - 25 \cdot \lg \left[\frac{427}{400} \cdot \sqrt{\frac{273}{273 + \theta} \cdot \frac{B}{B_0}} \right] - 6 \right\}$$

L_p dB mittl. Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband

A m^2 äquivalente Schallabsorptionsfläche des Empfangsraumes

T_{rev} S Nachhallzeit für ein bestimmtes Frequenzband

A_0 m^2 Bezugsabsorptionsfläche = 1 m^2

S m^2 Raumboberfläche

V m^3 Raumbolumen

f Hz Bandmittenfrequenz

c m/s Schallgeschwindigkeit der Luft

$$c = 20,05 \cdot \sqrt{273 + \theta}$$

θ °C Temperatur

B Pa atmosphärischer Druck

B_0 Pa Bezugsdruck 101325 Pa

A-bewertete Schalleistungspegel

L_{wA} dB A-bewerteter Schalldruckpegel in einem bestimmten Frequenzband

C_j dB Korrekturwert Bewertungsfiter A

$$L_{wA} = L_w + C_j$$

Terzband Mittenfrequenz Hz	j	C_j dB	Terzband Mittenfrequenz Hz	j	C_j dB
50	1	-30.2	800	13	-0.8
63	2	-26.2	1'000	14	0
80	3	-22.5	1'250	15	0.6
100	4	-19.1	1'600	16	1
125	5	-16.1	2'000	17	1.2
160	6	-13.4	2'500	18	1.3
200	7	-10.9	3'150	19	1.2
250	8	-8.6	4'000	20	1
315	9	-6.6	5'000	21	0.5
400	10	-4.8	6'300	22	-0.1
500	11	-3.2	8'000	23	-1.1
630	12	-1.9	10'000	24	-2.5

8. Anhang 2, Fotos



Foto 1: Einzelraum-Klimagerät im Hallraum

9. Anhang 3, Spezifikationen Messgeräte

Die Log.-Nr. sind die internen Messmittelbezeichnungen der Prüfstelle. Wenn Hinweise auf Kalibrierscheine angegeben sind, beziehen sich die Angaben auf ein Vertrauensniveau von 95%.

PC

Fabrikat Maxdata
 FHZ-D0002394

Hallraum

Messbereich 100 Hz bis 10'000 Hz
 Messunsicherheit siehe Angabe Anhang 5. Messunsicherheit
 Log Nr. 1.14 HP 022

Nachhallzeiten

fm [Hz]	Trev [s]	fm [Hz]	Trev [s]	fm [Hz]	Trev [s]	fm [Hz]	Trev [s]
50	21.8	200	9.8	800	5.9	3150	3.6
63	18.5	250	8.5	1000	5.5	4000	2.9
80	19.7	315	7.5	1250	5.0	5000	2.5
100	15.1	400	6.9	1600	4.8	6300	2.0
125	13.7	500	5.9	2000	4.6	8000	1.4
160	11.2	630	5.8	2500	4.2	10000	1.0

Nachhallzeiten vom 2012-07-27

100 – 111 Mikrofone

Fabrikat G.R.A.S Sound & Vibration
 Typ 1-inch Low-noise measuring system type 40HF
 mit Power Modulen 12HM und 12HF
 Log Nr.: 1.14 HP 026, Mikrophon 1 bis 12

Datenlogger und Analyzer Software

Fabrikat 01 dB-Metravib
 Typ NetdB12-PRO
 Log Nr. 1.14 HP 026

Kalibrator

Fabrikat Brüel&Kjaer
 Typ 4231
 Bereich 94 dB und 114 dB / 1 kHz
 Messunsicherheit ± 0.2 dB (Kalibration vom 2008-11-04)
 Log Nr. 1.01 HP 025

Referenzschallquelle

Fabrikat Brüel&Kjaer
 Typ 4204
 Log Nr. 1.01 HP 012 (Kalibration vom 2007-06-12)

Datenlogger

Fabrikat Agilent
 Typ 34970A
 Log Nr. 1.16 HP114

200 Temperatur

Fabrikat Moser
Typ PT100, Klasse B DIN 1/5
Messbereich -100°C / 250°C
Messunsicherheit DIN 1/5
Log. Nr. 1.03 HP 072

300 rel. Feuchtefühler

Fabrikat Rotronic
Typ M23D5HT-4X
Messbereich φ : 0 bis 100% r. F.
 ϑ : -30 bis +70°C
Log Nr. 1.09 HP 082

400 Luftdruck

Fabrikat Bourdon Haenni
Typ ED 701
Messbereich 0 bis 1250 mbar
Messunsicherheit ± 1.3 mbar (Kalibration vom 1.12.2008)
Log Nr. 1.07 HP 191

10. Anhang 4, Formelzusammenstellung

Formelzeichen	Einheit	Definition
A-bewertete Schalleistungspegel der Geräuschequelle		
L_{wa}	dB	A-bewertete Schalleistungspegel $L_{wA} = L_w + C_j$
C_j	dB	Korrekturwert Bewertungsfilter A aus Tabelle A4.1
Gesamtschalleistungspegel		
L_w	dB	Gesamtschalleistungspegel über einen interessierten Frequenzbereich $L_w = 10 \cdot \lg \sum_{j=j_{\min}}^{j_{\max}} 10^{0.1 \cdot L_{wj}}$ j_{\min} und j_{\max} entsprechen dem tiefsten bzw. höchsten Frequenzband
Berechnung von Schalleistungspegeln in Oktavbändern aus Terzbandschalleistungspegeln		
L_{wi}	dB	Schalleistungspegel in Oktavbänder $L_{wi} = 10 \cdot \lg \sum_{j=3 \cdot i - 2}^{3 \cdot i} 10^{0.1 \cdot L_{wj}}$
L_{wi}	dB	Pegel im i-ten Oktavband
L_{wj}	dB	Pegel im j-ten Terzband
i, j	-	Werte aus Tabelle A4.1

Tabelle A4.1: Korrekturwert Bewertungsfilter A

i	j	Terzband Mittenfrequenz Hz	C _j dB
1	1	50	-30.2
	2	63	-26.2
	3	80	-22.5
2	4	100	-19.1
	5	125	-16.1
	6	160	-13.4
3	7	200	-10.9
	8	250	-8.6
	9	315	-6.6
4	10	400	-4.8
	11	500	-3.2
	12	630	-1.9
5	13	800	-0.8
	14	1'000	0
	15	1'250	0.6
6	16	1'600	1
	17	2'000	1.2
	18	2'500	1.3
7	19	3'150	1.2
	20	4'000	1
	21	5'000	0.5
8	22	6'300	-0.1
	23	8'000	-1.1
	24	10'000	-2.5

Oktavband-Mittenfrequenzen sind fett gedruckt

11. Anhang 5, Messunsicherheit

Geschätzte Höchstwerte der Vergleichstandardabweichungen von Schalleistungspegeln, die nach Norm DIN EN ISO 3741: 2011-01 gemessen wurden:

Bandbreite	Mittenfrequenzen Hz	Höchstwert der Vergleichstandardabweichung dB
Terz	100 bis 160	3
	200 bis 315	2
	400 bis 5'000	1.5
	6300 bis 10'000	3
A-bewertet		1.5

12. Anhang 6, Literaturhinweise

DIN EN ISO 3741: 2011-01: Akustik – Bestimmung der Schalleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1