

**Prüfstelle für  
Wohnungslüftungsgeräte**



# **Prüfreglement für die Prüfung von dezentralen Wohnungslüftungsgeräten**

Das Prüfreglement ist urheberrechtlich geschützt und darf nicht vervielfältigt oder kopiert werden. Es kann direkt beim Europäischen Testzentrum für Wohnungslüftungsgeräte e. V. bezogen werden.



## Inhaltsangabe

1 EINLEITUNG .....	3
2 ZWECK .....	3
3 ANWENDUNGSBEREICH .....	3
3.1 PRÜFUMFANG .....	3
3.2 BESCHREIBUNG DER PRÜFSTÄNDE UND PRÜFVERFAHREN .....	4
3.2.1 Sicherheits- und Konformitätsprüfung .....	4
3.2.2 Dichtheitsprüfung .....	4
3.2.3 Lüftungstechnische Prüfung .....	5
3.2.4 Thermodynamische Prüfung .....	6
3.2.5 Meßgenauigkeit .....	8
4 BEGRIFFE UND DEFINITIONEN .....	8
5 AUSWERTUNG .....	10
5.1 SICHERHEITS- UND KONFORMITÄTSPRÜFUNG .....	10
5.2 DICHTHEITSPRÜFUNG (TRACERGASVERFAHREN) .....	10
5.3 LÜFTUNGSTECHNISCHE PRÜFUNG .....	10
5.4 THERMODYNAMISCHE PRÜFUNG .....	10
5.4.1 Berechnung der Ausgangsgrößen .....	10
5.4.2 Berechnung thermodynamischer Kenngrößen .....	13
6 ERGEBNISDARSTELLUNG .....	15
6.1 ART DER PRÜFBERICHTE .....	15
6.1.1 <u>Ergebnisdarstellung A</u> - Vollständiger Prüfbericht nach DIN EN 45001 .....	15
6.1.2 <u>Ergebnisdarstellung B</u> - zur Vorlage beim deutschen Institut für Bautechnik .....	15
6.2 INHALT DER ERGEBNISDARSTELLUNGEN .....	16
6.2.1 <u>Ergebnisdarstellung A</u> - (Vollständiger Prüfbericht nach DIN EN 45001) .....	16
6.2.2 <u>Ergebnisdarstellung B</u> - (zur Vorlage beim deutschen Institut für Bautechnik) .....	17
7 FEHLERBETRACHTUNG DER PRÜFERGEBNISSE .....	18
8 FREIGABE UND VERÖFFENTLICHUNG DER PRÜFERGEBNISSE .....	19
9 AUFTRAGSABWICKLUNG .....	19
10 MITGELTENDE UNTERLAGEN .....	21
11 LITERATUR .....	21

## 1 Einleitung

Dieses Prüfreglement beinhaltet das Prüfprogramm der TZWL-Prüfstelle für Wohnungslüftungsgeräte. Die Prüfungen werden in Anlehnung an folgende Normen bzw. Richtlinien durchgeführt:

[1] Richtlinie des DIBt, LÜ A in der jeweils gültigen Fassung

[2] DIN 24163 Teil 1-3 Leistungsmessung, Normkennlinien, Normprüfstände

[3] DIN EN 255 Anschlußfertige Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zum Heizen, oder zum Heizen und Kühlen

## 2 Zweck

Dieses Prüfreglement gilt für Prüfungen im Kundenauftrag. Es legt den Prüfumfang, das Prüfverfahren und die Meßgenauigkeit für die Prüfung von Wohnungslüftungsgeräten fest. Weiterhin wird die Auswertung der Prüfergebnisse und deren Handhabung geregelt.

## 3 Anwendungsbereich

Das Prüfprogramm wird angewendet für dezentrale Wohnungslüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung, mit einem Luftvolumenstrom bis zu 110 m<sup>3</sup>/h. Es können Abluft/Zuluft-Systeme (Luft/Luft) mit und ohne Wärmepumpe geprüft werden.

### 3.1 Prüfumfang

Die Prüfung beinhaltet

- Sicherheitstechnische Prüfung (Sichtprüfung der für die sicherheitstechnische Beurteilung notwendigen Prüfdokumente)
- Dichtheitsprüfung
- Lüftungstechnische Prüfung
- Thermodynamische Prüfung

## **3.2 Beschreibung der Prüfstände und Prüfverfahren**

### **3.2.1 Sicherheits- und Konformitätsprüfung**

Neben der Überprüfung, welche Sicherheits- und Konformitätsnachweise vorliegen wird die folgende sicherheitstechnische Sichtprüfung vorgenommen:

#### **Mechanische Sicherheit (Sichtprüfung)**

- Überprüfung auf Schutz gegen Berührung sich bewegender Bauteile
- Überprüfung auf scharfe Kanten
- Überprüfung hinsichtlich einer angemessenen Aufstellung und Sicherung der Ventilatoren

#### **Elektrische Sicherheit (Sichtprüfung)**

- Überprüfung des Schutzes gegen direktes und indirektes Berühren
- Überprüfung des mechanischen Schutzes der Leitungsführung
- Überprüfung der Schutzleiterverbindungen

Die sicherheitstechnische Prüfung ist eine Sichtprüfung und ersetzt in keinem Fall die Prüfung nach den einschlägigen Regelwerken.

### **3.2.2 Dichtheitsprüfung**

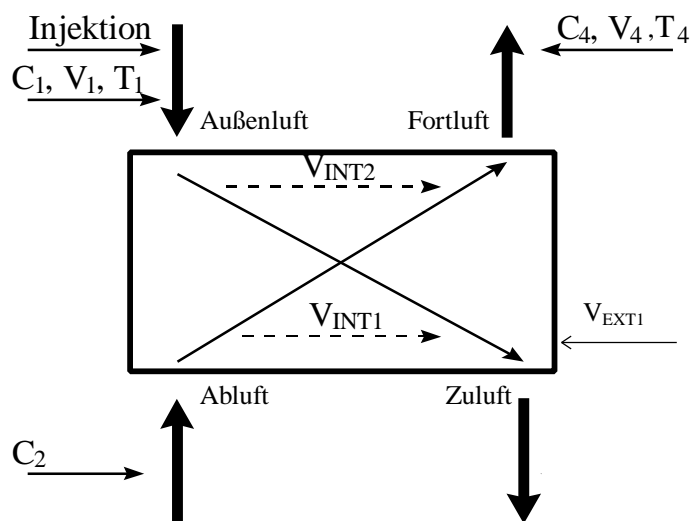
#### **Dichtheitsprüfstand**

Der Prüfstand dient zur Ermittlung der internen Leckagen von Wohnungslüftungsgeräten. Die Prüfung findet nach der Tracergasmethode statt.

#### **Prüfmethode der internen Leckagen (Tracergasverfahren)**

Die Leckage des Prüflings zwischen Abluft-/Fortluft- und Außenluft-/Zulufttrakt wird über eine Spurengasanalyse bestimmt. So können die im bestimmungsgemäßen Betrieb des Lüftungsgerätes auftretenden internen Leckagen ermittelt werden.

Die Überprüfung von dezentralen Wohnungslüftungsgeräten mittels Indikatorgas beruht auf der Bilanzierung der Luft- und Indikatormassenströme.



**Legende:**

C : Indikatorgaskonzentration in ppm  
V : Volumenstrom in  $m^3$   
T : Temperatur in K

*Prinzipische Skizze zur Vermessung der internen Leckagen und Indizierung der Meßstellen für die Indikatorgas-Konzentrationen und Volumenströme.*

Zur Bestimmung der Leckagen wird im Einlaßbereich für die Außenluft ein Indikatorgas mit einem konstanten Volumenstrom injiziert.

Zur Durchführung des in [HFT] beschriebenen Meßverfahrens werden die Konzentrationen des Gases an Meßpunkten im Außen-, Fort- und Abluftstrom kontinuierlich aufgezeichnet. Die Volumenströme werden im Außenluft- und Fortluftstrom bestimmt. Als Indikatorgas werden  $N_2O$  (Lachgas) oder  $SF_6$  (Schwefelhexafluorid) verwendet. Die Detektion erfolgt über Infrarot-Absorptionsmessungen oder Massenspektrometrie mit vorgeschaltetem Meßstellenumschalter.

### 3.2.3 Lüftungstechnische Prüfung

#### **Lüftungstechnischer Prüfstand**

Das Betriebsverhalten und damit der Druck-/Volumenstrom-Kennlinienverlauf der beiden Lüfter wird auf einem Kammerprüfstand ermittelt.

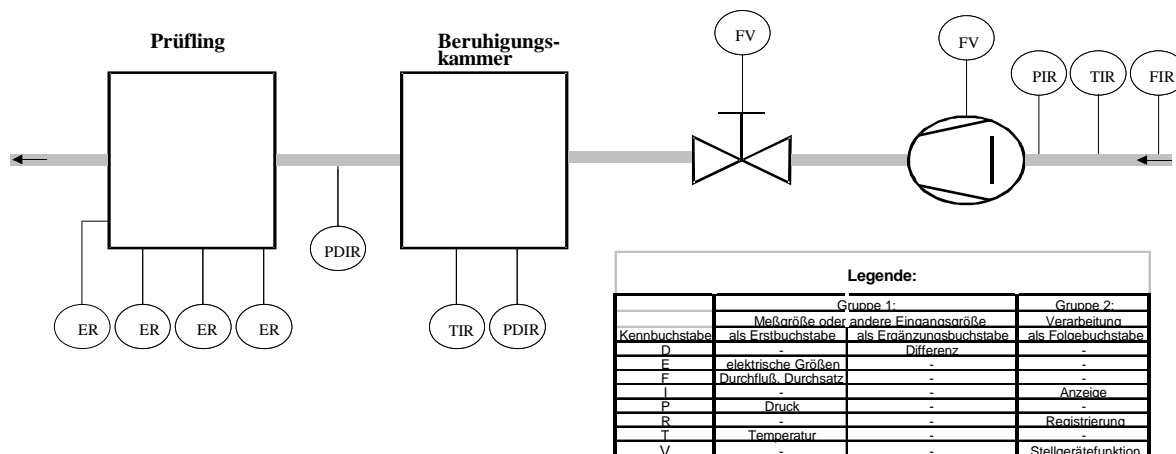
#### **Prüfmethode**

Das Lüftungsgerät wird saugseitig mit dem Außen-/Zulufttrakt und druckseitig mit dem Abluft-/ Fortlufttrakt an den Prüfstand angeschlossen. Der Luftvolumenstrom wird durch den gesamten Prüfaufbau geführt. Die Luft passiert eine Volumenstrommeßeinrichtung (Differenzdruckblende). Das Lüftungsgerät wird außen- und fortluftseitig jeweils an eine Beruhigungskammer angeschlossen. Die Beruhigungskammern verfügen über Ringleitungen zur Druckentnahme. Der Luftdruck in diesen Kammern wird jeweils mit dem Umgebungsluftdruck abgeglichen.

Um die verschiedenen Umgebungsbedingungen im Laborraum zu berücksichtigen, kann durch eine Messung von Lufttemperatur und Umgebungsluftdruck eine Dichtekorrektur vorgenommen werden. Nach DIBt-Vorgaben findet abweichend von den Normfestlegungen keine Dichtekorrektur der gemessenen Werte statt.

Differenzdrücke, Luftdruck, Volumenströme, elektrische Leistungsaufnahme und die Temperaturen werden automatisch erfaßt.

### MSR - Schema der Lüftungstechnischen Prüfung



### Meßpunkte

Die Spannungsschritte werden durch die Abstufungen am Transformator vorgegeben. Im Falle einer feinstufigen oder stufenlosen Steuerung wird der obere und untere Grenzwert festgelegt und der Bereich dazwischen in Spannungsabschnitte unterteilt. Die sich ergebenden Volumenströme liegen maximal im Verhältnis 1:1,6 auseinander.

### 3.2.4 Thermodynamische Prüfung

#### Thermodynamischer Prüfstand

Der Prüfstand gliedert sich aufgrund seines sehr großen Einsatzbereiches in die folgenden separaten Hauptbereiche.

#### Luftkonditionierung

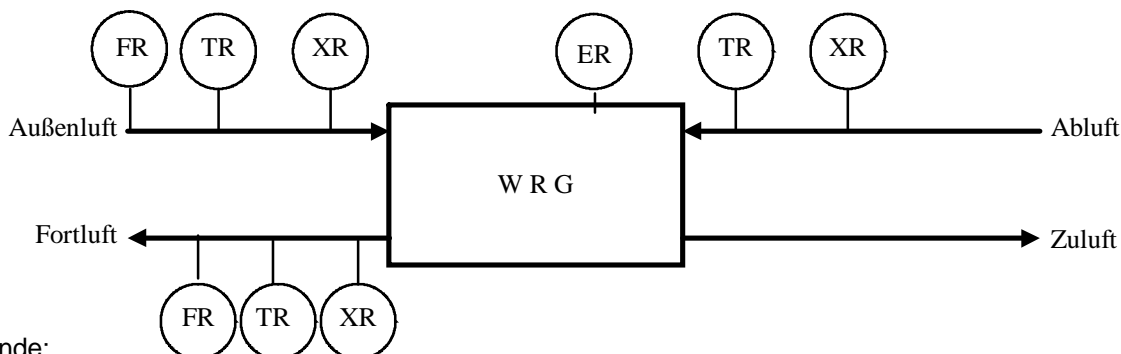
Die Luftaufbereitung geschieht in zwei Kammern (Außenluft und Raumluft) mittels Kühlergeräten, Heizregistern und Befeuchtern. Mit entsprechender Regelungstechnik wird hier die Luft nach Wunsch konditioniert.

#### Meßtechnik, Regelung und Datenerfassung

Es werden sowohl die elektrische Versorgung des Lüftungsgerätes, als auch die Daten der ein- und austretenden Luftströme (Temperatur, Feuchte und Volumenstrom) aufgezeichnet.

## Prüfaufbau

### MSR - Schema der thermodynamischen Prüfung



Legende:

Gruppe 1	Meßgröße	Gruppe 2	Verarbeitung
F	Volumenstrom	R	Registrierung
T	Temperatur		
E	elektrische Größen		
X	Feuchte		

## Prüfmethode

Die Luftzustände in Außen- und Abluft werden unabhängig voneinander eingestellt und konstant gehalten, um das Verhalten des Gerätes unter realen Betriebsbedingungen zuverlässig beurteilen zu können. Die Prüfung findet an den folgenden drei Meßpunkten statt:

## Meßpunkte

	Meßpunkt 1	Meßpunkt 2	Meßpunkt 3
Außenlufttemperatur	-3°C	4°C	10°C
Außenluftfeuchte	80% rel. Feuchte	80% rel. Feuchte	80% rel. Feuchte
Raumlufttemperatur	21°C	21°C	21°C
Raumluftfeuchte	36% rel. Feuchte	46% rel. Feuchte	56% rel. Feuchte

Die Meßpunkte repräsentieren typische Luftzustände während der Heizperiode.

Die Messungen erfolgen in dem vom Auftraggeber angegebenen Volumenstrombereich bzw. an den angegebenen Betriebsstufen. Die Meßwerte werden im Minutenabstand aufgezeichnet und in einer Meßwertdatei abgelegt. Zur Auswertung wird ein 30 minütiger Bereich aus der Meßwertdatei herausgenommen. Die Parameter müssen in dieser Zeit konstant gehalten werden und innerhalb der folgenden Toleranzen liegen:

Temperaturen +/- 0,2 K vom Mittelwert

+/- 0,1 K vom Sollwert

Absolute Raumluftfeuchte +/- 0,35 g/kg vom Mittelwert

+/- 0,30 g/kg vom Sollwert

### 3.2.5 Meßgenauigkeit

*Tabelle 1: Meßunsicherheiten der eingesetzten Meßtechnik*

<b>Messung:</b>			
Meßgröße	Meßgerät (beispielhaft)	Meßbereich	Meßunsicherheit
Volumenstrom	Normblende/Druckmeßumformer	50...110 m <sup>3</sup> /h	f(V)=+/-5% v.EW
Differenzdruck	Druckmeßumformer	0...600 Pa	f( $\Delta p$ )=+/-1% v.EW
Temperatur	PT100 mit Meßumformer	-30°C...140°C	0,2 K v.MW
Relative Feuchte	Kapazitiver Feuchtesensor	10...90%	f(r.H.)=+/-2% v.MW
Wirkleistung	Meßumformer für Wirkleistung	0...100 W	f(P)=+/-2% v.EW
Luftdruck	Druckmeßumformer	970...1020 hPa	f(p)=+/-1% v.EW

## 4 Begriffe und Definitionen

### Leckagen

Leckagen sind unerwünschte Undichtigkeiten. Siehe Abschnitt 3.2.2.

### Ventilatorleistung

Die Ventilatorleistung ist die elektrische Leistungsaufnahme des Ventilators, die als Summe der Motorleistung des Ventilators und der von Nebenaggregaten aufgenommenen Leistung gemessen wird. Die Wirkleistung der Ventilatoren wird direkt erfaßt.

### Lüftungstechnischer Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad von Ventilatoren errechnet sich als Quotient aus dem Produkt von Druckerhöhung und Volumenstrom dividiert durch die aufgenommene Wirkleistung. Die Ventilatoren werden hier im eingebauten Zustand, d.h. im Wohnungslüftungsgerät, vermessen.

### Rückwärmzahl

Sie ist Kennzahl zur Beschreibung von Wärmeübertragern, die die Temperaturdifferenz zwischen Ab- und Zuluft und die Temperaturdifferenz zwischen Ab- und Außenluft ins Verhältnis setzt. Sie ist zur Berechnung von Wohnungslüftungsgeräten **ungeeignet**, denn Verlust- und Umwandlungswärmeströme der Ventilatoren, des Kompressors oder der Regelung etc. werden ebenso wenig berücksichtigt, wie der Energiegehalt der feuchten Luft (latente Wärme).

### Wärmerückgewinnungsgrad

Dieser Kennwert ist in Anlehnung an VDI 2071 ( $\Phi_1$ ) als Verhältnis der Enthalpiestromdifferenz zwischen Ab- und Fortluftzustand zu der Enthalpiestromdifferenz zwischen Ab- und Außenluftzustand definiert. Im Vergleich zur Rückwärmzahl wird hier neben der sensiblen auch die latente Wärme berücksichtigt. Mit dieser Kennzahl können sowohl Wohnungslüftungsgeräte mit Wärmetauscher als auch Geräte mit Wärmepumpe beschrieben werden.



### **Wärmebereitstellungsgrad**

Dieser Wert wird in analoger Form zum Wärmerückgewinnungsgrad (in Anlehnung an VDI 2071 ( $\Phi_2$ )) gebildet. Dabei wird nicht nur der Abluftstrom, sondern auch die für die Wärmebedarfsstellen (Zuluftstrom, Heizung, Warmwasserbereitung) des Hauses bereitgestellte Energie bilanziert. Der Wärmebereitstellungsgrad kann dabei je nach Wohnungslüftungsgerät größer sein als der Wärmerückgewinnungsgrad.

### **Elektrisches Wirkungsverhältnis**

Die von dem Wohnungslüftungsgerät bereitgestellte Energie wird bei dieser Kennzahl ins Verhältnis zur verbrauchten elektrischen Leistung gesetzt. Hierzu zählen die elektrischen Verbraucher des gesamten Gerätes

### **Leistungszahl der Wärmepumpe (COP, Coefficient of Performance)**

Die Leistungszahl gibt das Verhältnis der Heizleistung (Nutzwärmestrom) zur elektrischen Wirkleistung der Wärmepumpe bei konstanten Randbedingungen an.

### **Primärenergieeinsparung**

Die Energieeinsparung eines Wohnungslüftungsgerätes ist sowohl abhängig vom Wärmebereitstellungsgrad als auch vom elektrischen Wirkungsverhältnis. Durch die Bilanzierung der rückgewonnenen und eingesetzten Energie ergibt sich ein Einsparpotential bezogen auf die Heizperiode und den Lüftungswärmebedarf. Die Primärenergieeinsparung wird dann aus der Energieeinsparung und einem Korrekturfaktor  $f$  auf den Primärenergiebedarf umgerechnet.

### **Äquivalenter Wärmebereitstellungsgrad**

Der äquivalente Wärmebereitstellungsgrad ist eine reine Rechengröße. Er dient der Ermittlung der Abminderungsfaktoren gemäß WSchV '95 und wird für die ermittelte Primärenergieeinsparung bei einem theoretisch vorhandenen elektrischen Wirkungsverhältnis von 5 (Wärmeübertrager) bzw. 4 (Wärmepumpe) errechnet.

### **Abminderungsfaktor**

Der Lüftungswärmebedarf eines Gebäudes im Sinne der WSchV '95 kann reduziert werden, wenn eine mechanische Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorhanden ist und diese die Anforderungen der WSchV '95 erfüllt. Der Abminderungsfaktor gibt vor in welchem Umfang eine Reduzierung des passiven Wärmeschutzes vorgenommen werden darf (Abminderungsfaktor x Lüftungswärmebedarf).

## 5 Auswertung

### 5.1 Sicherheits- und Konformitätsprüfung

Es wird protokolliert, welche Sicherheits- und Konformitätsnachweise vorliegen und welche Kriterien nach 3.2.1 eingehalten werden.

### 5.2 Dichtheitsprüfung (Tracergasverfahren))

Die Leckagen werden relativ zum geförderten Außenluftvolumenstrom dargestellt. Der im Betriebspunkt geförderte Volumenstrom wird ausgewiesen.

D.h.: Leckagevolumenstrom:  $x$  % Leckage  
ermittelt bei:  $y$  m<sup>3</sup>/h gefördertem Außenluftvolumenstrom

### 5.3 Lüftungstechnische Prüfung

Der Lüftungstechnische Wirkungsgrad wird für den vermessenen Betriebspunkt angegeben.

D.h.: Lüftungstechnischer Wirkungsgrad:  $x$  %  
ermittelt bei:  $y$  m<sup>3</sup>/h gefördertem Außenluftvolumenstrom

### 5.4 Thermodynamische Prüfung

#### 5.4.1 Berechnung der Ausgangsgrößen

#### *Meßgrößen*

Gemessen werden die folgenden Größen:

$J$	Temperatur	in °C
$j$	relative Feuchte	in % r.F.
$V$	Luftvolumenstrom	in m <sup>3</sup> /h
$P_{el}$	elektrische Leistungsaufnahme	in W
$p_a$	Umgebungsluftdruck	in hPa

mit den Indices:

$AU$	Außenluft
$ZU$	Zuluft
$AB$	Abluft
$FO$	Fortluft.

### Berechnete Größen

#### Absolute Feuchte der Luft

Für die Berechnung der absoluten Feuchten benötigt man den Partialdruck des Wasserdampfes. Dieser wird berechnet aus der Definition der relativen Feuchte:

$$j = \frac{p_D}{p''} \text{ und damit}$$

$$p_D = j \cdot p'' \quad (\text{Gleichung 5.4.1-1})$$

mit

$p_D$  Partialdruck des Wasserdampfes in Pa

$p''$  Sättigungsdruck des Wasserdampfes in Pa

Der Sättigungsdruck des Wasserdampfes wird wie folgt approximiert:

$$p'' = 100 \cdot e^{19,016 - \left(\frac{4064,95}{J+236,25}\right)} \quad (\text{gültig für } J \geq 0,01 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad \text{in Pa}$$

(Gleichung 5.4.1-2)

Der Sublimationsdruck des Wassers errechnet sich nach der Approximation:

$$p'' = 611,657 \cdot e^{22,509 \cdot \left(1 - \frac{273,16}{J+273,15}\right)} \quad (\text{gültig für } J \leq 0,01 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad \text{in Pa}$$

(Gleichung 5.4.1-3)

Damit läßt sich der Partialdruck des Wasserdampfes nach Gleichung 5.4.1-1 berechnen.

Dieser wird benötigt zur Berechnung der absoluten Feuchte aus:

$$x = 0,622 \cdot \frac{j \cdot \frac{p''}{100}}{p_a - j \cdot \frac{p''}{100}} \quad \text{in } \frac{\text{kg}_{\text{Wasser}}}{\text{kg}_{\text{tr. Luft}}} \quad (\text{Gleichung 5.4.1-4})$$

mit:

$$\frac{M_{\text{Wasser}}}{M_{\text{Luft}}} = \frac{18,01 \text{ kg / kmol}}{28,95 \text{ kg / kmol}} = 0,622$$

$$[p''] = \text{Pa}$$

$$[p_a] = \text{hPa}$$

#### Dichte der trockenen Luft

Die Dichte der trockenen Luft ergibt in Abhängigkeit von Temperatur und Luftdruck:

$$r = \frac{p_a}{R_L \cdot (J + 273,15)} \quad \text{in kg/m}^3 \quad (\text{Gleichung 5.4.1-5})$$

Hierin ist:

$R_L$  Gaskonstante der trockenen Luft  $R_L = 287,2 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

### Massenstrom Luft

Der Volumenstrom der *feuchten* Luft ist definiert als:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{r} \cdot 3600 \quad \text{in } m^3/h \quad \text{(Gleichung 5.4.1.-6)}$$

Hierin ist:

$$\dot{m} \quad \text{Massenstrom} \quad \text{in } kg/s$$

Der Quotient  $\frac{\dot{m}_{ZU}}{\dot{m}_{AB}}$  wird als Massenstromverhältnis bezeichnet.

Die Prüfung soll bei einem Massenstromverhältnis von 1 erfolgen.

Daher muß der gemessene Außenluftvolumenstrom mindestens 90% des gemessenen Fortluftvolumenstromes betragen. Er darf maximal gleich dem Fortluftvolumenstrom sein. Dies wird bei der Lüftungstechnischen Prüfung begutachtet.

### Enthalpiestrom

Für die spezifische Enthalpie *feuchter* Luft gilt:

$$h_{1+x} = c_{pL} \cdot J + x \cdot (r_0 + c_{pW} \cdot J) \quad \text{in } \frac{kJ}{kg_{tr.Luft}} \quad \text{(Gleichung 5.4.1-7)}$$

Hierin sind:

$c_{pL}$	Spezifische isobare Wärmekapazität der trockenen Luft	$c_{pL} = 1,004 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
$c_{pW}$	Spezifische isobare Wärmekapazität des Wassers	$c_{pW} = 1,86 \frac{kJ}{kg \cdot K}$
$r_0$	spezifische Verdampfungsenthalpie von Wasser bei 0°C	$r_0 = 2500 \frac{kJ}{kg}$
$J$	Lufttemperatur	in °C
$x$	Absolute Feuchte der Luft	in $\frac{kg_{Wasser}}{kg_{tr.Luft}}$

Der Enthalpiestrom feuchter Luft ergibt sich durch Multiplikation des Luftmassenstroms mit der spezifischen Enthalpie:

$$\dot{H} = \dot{m} \cdot h_{1+x} \quad \text{in } kW \quad \text{(Gleichung 5.4.1-8)}$$

Die Größen  $c_{pL}$ ,  $c_{pW}$  und  $r_0$  können für den Anwendungsbereich dieses Prüfreglements mit hinreichender Genauigkeit als konstant angenommen werden (Werte siehe oben).

Grundlage für die Gleichungen 5.4.1-1 bis 5.4.1-8 : Baehr, Thermodynamik, 8.Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 1992

## 5.4.2 Berechnung thermodynamischer Kenngrößen

### Wärmebereitstellungsgrad

$$h_w = \frac{\dot{Q}_{ZU,ges}}{\dot{Q}_{Lüftung}} = \frac{\dot{Q}_{ZU,WRG}}{\dot{Q}_{Lüftung}} + \frac{\dot{Q}_{ZU,EL}}{\dot{Q}_{Lüftung}} \quad (\text{Gleichung 5.4.2-1})$$

dabei sind:

$h_w$	Wärmebereitstellungsgrad	in %
$\dot{Q}_{Lüftung} = \dot{H}_{ZU}^* - \dot{H}_{AU}$	Lüftungswärmebedarf	in W
$\dot{Q}_{ZU,El}$	Nutzbar gemachte elektrische Leistung (Ventilatoren, WP etc.)	in W
$\dot{Q}_{ZU,WRG} = \dot{H}_{AB} - \dot{H}_{FO}$	Aus dem Abluftstrom zurückgewonnene Energie	in W
$\dot{Q}_{ZU,ges} = \dot{Q}_{ZU,El} + \dot{Q}_{ZU,WRG}$	Gesamte durch das Lüftungsgerät zugeführte Energie	in W
$\dot{H}$	Enthalpiestrom (Indices laut 5.4.1)	in W

Hier wird von gleichen Massenströmen auf der Zu- und Abluftseite des Lüftungsgerätes ausgegangen (Massenstromverhältnis = 1). Der Enthalpiestrom  $\dot{H}_{ZU}^*$  kennzeichnet den Luftzustand, den die bereits auf Raumtemperatur erwärmte Luft hat, bevor ihr im Raum Feuchte zugeführt wird:

$$\dot{H}_{ZU}^* = \dot{H}(T_{AB}; x_{AU}) \quad \text{in W} \quad (\text{Gleichung 5.4.2-2})$$

### Elektrisches Wirkungsverhältnis

$$e_{El} = \frac{\dot{Q}_{ZU,ges}}{P_{El,ges}} \quad \text{dimensionslos} \quad (\text{Gleichung 5.4.2-3})$$

dabei ist:

$P_{El,ges}$  Elektrische Wirkleistung des Gesamtgerätes in W

### Leistungszahl (bei Geräten mit Wärmepumpe)

$$e_{WP} = \frac{\dot{Q}_{ZU,ges}}{P_{El,WP}} \quad \text{dimensionslos} \quad (\text{Gleichung 5.4.2-4})$$

dabei ist:

$P_{el,WP}$  Elektrische Wirkleistung des Gerätes mit Wärmepumpe in W

### Rechnerisch ermittelte Primärenergieeinsparung

$$\Delta PE = \frac{h_W * \left( f_{fossil} - \frac{f_{Strom}}{e_{EL}} \right)}{f_{fossil}} \quad \text{(Gleichung 5.4.2-5)}$$

mit:

$\Delta PE$	rechnerisch ermittelte Primärenergieeinsparung	in %
$h_W$	Wärmebereitstellungsgrad	in %
$f_{fossil} = 1,15$	Umrechnungsfaktor auf Primärenergie für fossile Energieträger	dimensionslos
$f_{Strom} = 2,99$	Umrechnungsfaktor auf Primärenergie für Strom (GEMIS-Daten, Fichtner Studie Mai 1996)	dimensionslos
$\epsilon_{EL}$	elektrisches Wirkungsverhältnis	dimensionslos

### Äquivalenter Wärmebereitstellungsgrad

Wird davon ausgegangen, daß ein festgelegtes elektrisches Wirkungsverhältnis erreicht werden soll, welches die Anforderungen der WSchV '95 erfüllt, dann kann aus der für das Gerät berechneten Primärenergieeinsparung (Gleichung 5.4.2-5) ein äquivalenter Wärmebereitstellungsgrad berechnet werden:

$$h'_{W, \text{äquivalent}} = \frac{\Delta PE \cdot f_{fossil}}{\left( f_{fossil} - \frac{f_{Strom}}{e_{El}} \right)} \quad \text{(Gleichung 5.4.2-6)}$$

mit:

$h'_{W, \text{äquivalent}}$	äquivalenter Wärmebereitstellungsgrad	in %
$\Delta PE$	rechnerisch ermittelte Primärenergieeinsparung	in %
$e_{El}$	elektrisches Wirkungsverhältnis (nach WSchV '95)	dimensionslos

Unter der Annahme, daß das elektrische Wirkungsverhältnis (vgl. Gleichung 5.4.2-3) nach den Anforderungen der WSchV '95 für Geräte mit Wärmepumpe  $\epsilon_{El} = 4$  und ohne Wärmepumpe  $\epsilon_{El} = 5$  betragen muß, sind alle Größen im rechten Term der Gleichung 5.4.2-6 bekannt. Damit ergibt sich für den äquivalenten Wärmebereitstellungsgrad folgender Zusammenhang:

$$\text{Geräte mit Wärmepumpe: } \eta'_{W, \text{äquivalent}} = \frac{1,15 \cdot \Delta PE}{\left( 1,15 - \frac{2,99}{4} \right)} = 2,86 \cdot \Delta PE \quad \text{(Gleichung 5.4.2-7)}$$

$$\text{Geräte ohne Wärmepumpe: } \eta'_{W, \text{äquivalent}} = \frac{1,15 \cdot \Delta PE}{\left( 1,15 - \frac{2,99}{5} \right)} = 2,08 \cdot \Delta PE \quad \text{(Gleichung 5.4.2-8)}$$

## 6 Ergebnisdarstellung

Es werden zwei verschiedene Ergebnisdarstellungen erstellt.  
Verantwortlich für den Prüfbericht ist der Prüfstellenleiter.

### 6.1 *Art der Prüfberichte*

#### 6.1.1 Ergebnisdarstellung A - Vollständiger Prüfbericht

Dieser Prüfbericht enthält die kompletten, detaillierten Prüfungsunterlagen gemäß der Norm DIN EN 45001 und ist Bestandteil der Prüfung. Der Bericht wird nur an den jeweiligen Auftraggeber ausgegeben.

#### 6.1.2 Ergebnisdarstellung B - zur Vorlage beim deutschen Institut für Bautechnik

Der Prüfbericht B wird auf der Grundlage der Prüf- und Zulassungskriterien des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) erstellt. In diesem Prüfbericht werden ausschließlich die für die Zulassung erforderlichen Angaben gemacht.

## **6.2 Inhalt der Ergebnisdarstellungen**

### 6.2.1 Ergebnisdarstellung A - (Vollständiger Prüfbericht nach DIN EN 45001)

#### **Inhalt:**

#### **1 Einleitung**

#### **2 Eingangskontrolle**

- 2.1 Foto des geöffneten Prüflings
- 2.2 Herstellerfirma
- 2.3 Erfassung des Geräts
- 2.4 Gerätekenzeichnung (Typenschild)
- 2.5 Bedienungs- und Montageanleitung
- 2.6 Technische Daten
  - 2.6.1 Gerätedaten / Anschlüsse
  - 2.6.2 Filter
  - 2.6.3 Ventilatoren
  - 2.6.4 Regelung der Ventilatoren
  - 2.6.5 Wärmeübertrager
  - 2.6.6 Sonstige elektrische Verbraucher
- 2.7 Sonstige elektrische Verbraucher
- 2.8 Einsatzgrenzen

#### **3 Aussagen zu den bauaufsichtlichen Anforderungen**

#### **4 Prüfung der internen Leckagen**

- 4.1 interne Leckagen
- 4.2 Umgebungsbedingungen und Fehler der Leckagemessung

#### **5 Lüftungstechnische Prüfung**

- 5.1 Betriebspunkte für Zuluft und Abluft
- 5.2 Nennung der Ventilator- Spannungsstufen

#### **6 Thermodynamische Prüfung**

- 6.1 Wärmebereitstellungsgrad
- 6.2 elektrisches Wirkungsverhältnis
- 6.3 Primärenergieeinsparung
- 6.4 äquivalenter Wärmerückgewinnungsgrad
- 6.5 raumbezogener Abminderungsfaktor nach WSchV '95
- 6.6 Darstellung des Energiestroms der Zuluft

#### **Anhang 1 Meßdaten und berechnete Größen**

- 1.1 Dichtheitsprüfung
- 1.2 Lüftungstechnische Prüfung
- 1.3 Thermodynamische Prüfung

#### **Anhang 2 Fehlerbetrachtungen**

- 2.1 Dichtheitsprüfung
- 2.2 Lüftungstechnische Prüfung
- 2.3 Thermodynamische Prüfung



## 6.2.2 Ergebnisdarstellung B - (zur Vorlage beim deutschen Institut für Bautechnik)

### **Spezifikation des Wohnungslüftungsgerätes (Prüfling)**

- Photo des Prüflings
- Beschreibung der Systemtechnik
- Spezifikation und technische Beschreibung des Versuchsgerätes

### **Nennung der Prüfgrundlage**

- Richtlinie des DIBt, LÜ A in der jeweils gültigen Fassung
- DIN 24163 T1-3

### **Aussagen zu bauaufsichtlichen Anforderungen**

- Allgemeine Aussagen zur Betriebssicherheit, zur Bedienung und zur Wartung einzelner Komponenten
- Ventilatoren
- Schalleistung
- Wärmeübertrager
- Wärmepumpe
- Filter

### **Prüfergebnisse**

#### **Dichtheitsprüfung**

- Angabe der internen Leckagen in % vom Volumenstrom

#### **Lüftungstechnische Prüfung**

- Betriebspunkte für Zuluft und Abluft
- Nennung der Ventilator- Spannungsstufen

#### **Thermodynamische Prüfung**

- Wärmebereitstellungsgrad
- elektrisches Wirkungsverhältnis
- Primärenergieeinsparung
- raumbezogener Abminderungsfaktor nach WSchV '95

### **Anhang**

- Meßprotokolle der thermodynamischen Prüfung

## 7 Fehlerbetrachtung der Prüfergebnisse

Zur Bestimmung der Folgefehler wurde das Monte-Carlo-Verfahren verwendet.

Hierbei wird die tatsächliche Gesamtheit durch ihr theoretisches Abbild, das stochastische Simulationsmodell ersetzt [Sachs], wobei diese durch eine angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilung beschrieben wird, um dann Stichproben aus der theoretischen Gesamtheit mit Hilfe von Zufallszahlen zu entnehmen. Diese simulierten Stichproben weisen dieselbe vorgegebene stochastische Verteilung auf wie die echten Meßwerte, z.B. Gleichverteilung, Normalverteilung oder Poisson-Verteilung [Reu].

Innerhalb der Ergebnisdarstellungen wurde die Monte-Carlo-Methode zur Bestimmung der Standardabweichung der Primärenergieeinsparung herangezogen. Hierbei wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Aufstellen des stochastischen Modells zur Simulation der Schwankungen der einflußnehmenden Parameter Temperatur, Feuchte, Volumenstrom und elektrischer Energieverbrauch um den Meßwert innerhalb der Fehlergrenzen des Meßgerätes unter der Annahme der Gaußschen Normalverteilung.
2. Erzeugung von Zufallszahlen, mit deren Hilfe über das stochastische Modell aus Punkt 1 Stichproben aus der theoretischen Grundgesamtheit gezogen werden, die die realen Schwankungen der einflußnehmenden Parameter innerhalb der Fehlergrenzen des Meßgerätes simulieren.
3. Aufstellen von mathematischen Zusammenhängen zwischen den einflußnehmenden Parametern und der Primärenergieeinsparung und Berechnung der Werte der Primärenergieeinsparung für die simulierten Stichproben.
4. Bestimmung der Standardabweichung der Primärenergieeinsparung.

Die Fehler betragen unter Berücksichtigung der Meßfehler und einem angenommenen Wärmerückgewinnungsgrad von 60 %:

Wärmebereitstellungsgrad:	4,2%
elektrisches Wirkungsverhältnis:	6,8%
Primärenergieeinsparung:	6,0%

## 8 Freigabe und Veröffentlichung der Prüfergebnisse

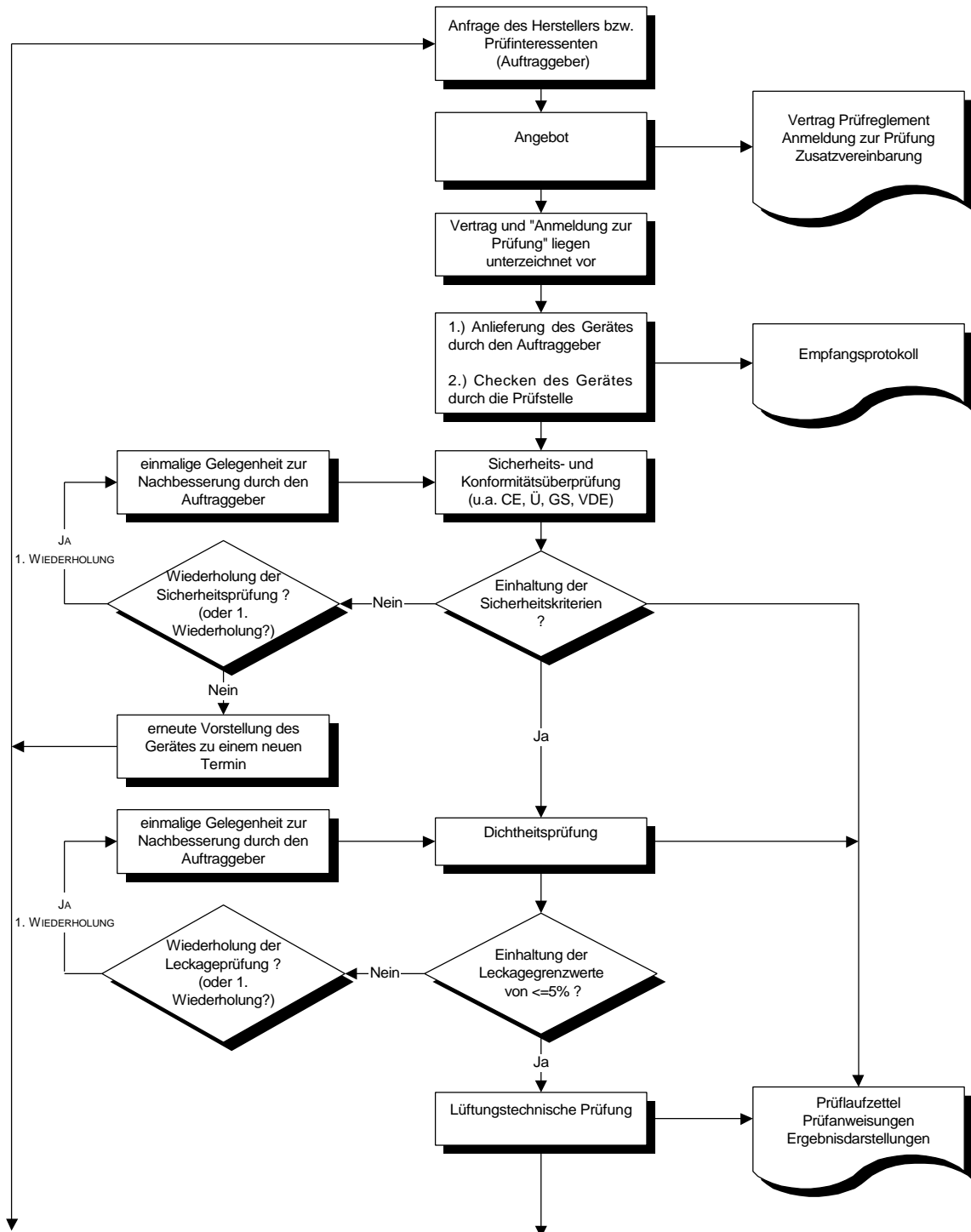
Die Ergebnisdarstellung A wird dem Auftraggeber ausgehändigt.

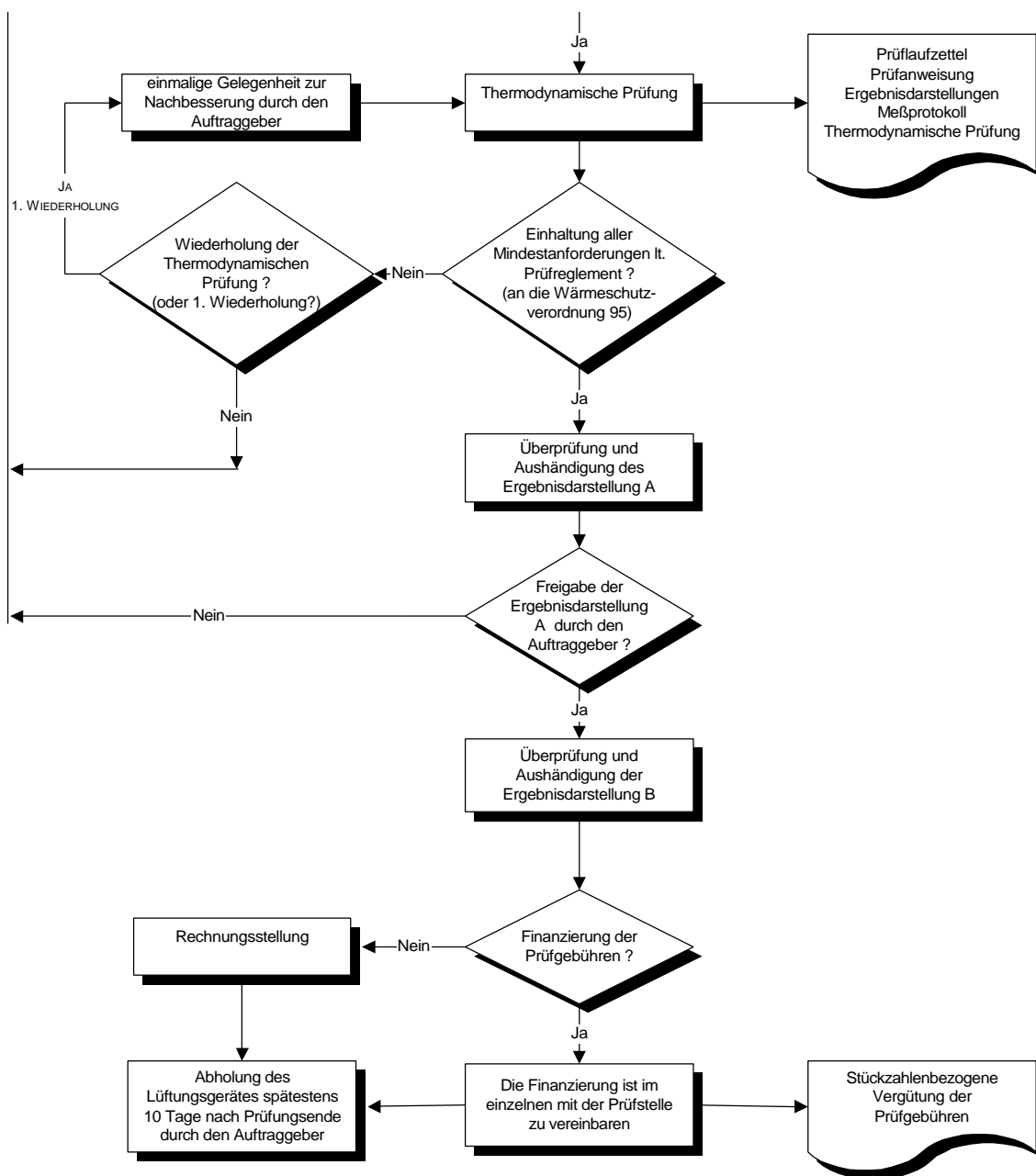
Die Prüfergebnisse beziehen sich nur auf das vorgestellte Gerät, daher müssen Modifikationen in der Serie der Prüfstelle mitgeteilt werden (siehe auch Pkt. 3.6. des Vertrages). Die Prüfstelle entscheidet darauf hin über eine eventuelle Nachprüfung.

Berichtigungen oder Zusätze nach der Herausgabe des Prüfberichts werden in einem gesonderten Schriftstück dokumentiert. Die Kennzeichnung erfolgt analog zum Prüfbericht.

## 9 Auftragsabwicklung

Die Auftragsabwicklung ist in dem folgenden Ablaufdiagramm dargestellt. Es ist chronologisch geordnet und beginnt daher mit der Anfrage des Prüffinteressenten. Darunter sind die verschiedenen Abläufe aufgezeichnet, die sich aus den Möglichkeiten ergeben, die Prüfung vorzeitig abubrechen, Teilprüfungen zu wiederholen und die Art der Finanzierung mit der Prüfstelle abzustimmen. Am Ende des Ablaufdiagramms stehen die Rechnungsstellung durch den Auftragnehmer und die Abholung des geprüften Gerätes durch den Auftraggeber.





## 10 Mitgeltende Unterlagen

1. Vertrag
2. Angaben zum Prüfling (Anhang 2 zum Vertrag)

## 11 Literatur

- [HFT]: Heidt, F.-D., Fischer, T. u. Thiemann, A.: Energetische Beurteilung dezentraler Raumlüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung
- [Sachs]: Sachs L., Angewandte Statistik, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1978
- [Reu]: Rubinstein R. Y., Monte carlo Optimization, Simulation and Sensitivity of Queueing Networks, John Wiley & Sons, New York Chichester Brisbane Toronto Singapore, 1986