



Vom BMWFJ mit GZ: 92714/237-IV/9/00 akkreditierte Prüf- und Inspektionsstelle sowie mit BGBl. II Nr. 244/2005 akkreditierte Zertifizierungsstelle für Personen



**AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY**

*Accredited by BMWFJ with GZ: 92714/237-IV/9/00 as test- and inspection body and with BGBl. II Nr. 244/2005 as certification body for personnel*

## Prüfbericht/Test Report

Bezeichnung des Projektes  
Project Designation

Typenprüfung einer Luft/Wasser-Wärmepumpe  
Mitsubishi PUHZ-SHW112YHA  
laut dem EHPA Prüfreglement als Luft/Wasser  
Wärmepumpe

*\* Dieser Bericht ersetzt jenen vom 10.04.2013 mit der Projektnummer  
2.04.01082.1.0kk*

*Test of an Air/Water heat pump  
Mitsubishi PUHZ-SHW112YHA  
according to EHPA testing regulation as  
air/water heat pump*

*\* This report replaces the one from 10.04.2013 with the project number  
2.04.01082.1.0kk*

Auftraggeber  
Client

Mitsubishi Electric  
Air Conditioning Systems Europe Ltd.  
Nettlehill Road, Houstoun Industrial  
Livingston, West Lothian, EH54 5EQ  
UK

Projekt Nr.  
Project No.

2.04.01082.1.0korr

Projektleiter  
Project Manager

Ing. Christian Köfinger, BSc

Ausstellungsdatum Date of issue	12.07.2013
Ausfertigungen: Anzahl/Nr. Total number of issues / No.	1 / 1
Anzahl der Seiten Number of pages	40
Anzahl der Beilagen Number of annexes	-

Das (Die) Prüfergebnis(se) bezieht(en) sich ausschließlich auf den (die) Prüfgegenstand(stände).  
*The results relate exclusively to the terms tested.*

Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieser Ausfertigung darf der Inhalt nur wort- und formgetreu und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.  
*This report may only be reproduced or published in full, without omissions, alterations or additions.*

Die auszugsweise Vervielfältigung oder Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Zustimmung des Forschungszentrums.  
*The reproduction or publishing of extracts from this report require the written approval of the research center.*

## Untersuchungsergebnisse *Results of the testing*

An der Wärmepumpe PUHZ-SHW112YHA der Firma Mitsubishi Electric war am Prüfstand der AIT Austrian Institute of Technology GmbH eine Typenprüfung gemäß EN 14511 1-4 und dem EHPA - Prüfreglement durchzuführen, um den Nachweis zu erbringen, dass diese den geforderten Anforderungen entspricht.

Die oben genannte Wärmepumpe hat die Typenprüfung gemäß dem derzeit aktuellen EHPA - Prüfreglement bestanden.

*Test of the heat pump PUHZ-SHW112YHA, a product of Mitsubishi Electric, was carried out at the test rig of the AIT Austrian Institute of Technology GmbH according to the EN 14511 1-4 and the EHPA testing regulations. The aim of the testing is to proof weather the heat pump meets the technical requirements.*

*The heat pump mentioned above pass the test according to the valid EHPA testing regulation.*

	Kompressor Frequenz  <i>Compressor frequency</i>  [Hz]	Mittlere Heizleistung  <i>average heating capacity</i>  [kW]	mittlere Leistungs- aufnahme  <i>average power input</i>  [kW]	Leistungs- zahl  <i>Coefficient of performance</i>  [-]	Unsicherheit Heizleistung  <i>Uncertainty – heating capacity</i>  [± kW]
A7W35-30	56	11.23	2.39	<b>4.71</b>	0.164
A2W35	71	11.91	3.36	<b>3.54</b>	0.164
A-7/W35	74	11.50	3.80	<b>3.03</b>	0.164
A-15W35	89	11.10	4.57	<b>2.43</b>	0.162
A7W45-40	59	11.70	3.28	<b>3.57</b>	0.165
A-7/W45	80	11.24	4.83	<b>2.33</b>	0.163
A7W55-47	63	11.60	4.14	<b>2.80</b>	0.105
A-7/W55	73	11.37	5.71	<b>1.99</b>	0.105

**Zusätzliche Ergebnisse**  
**Additional results**

	Kompressor Frequenz  <i>Compressor frequency</i>  [Hz]	Mittlere Heizleistung  <i>average heating capacity</i>  [kW]	mittlere Leistungs- aufnahme  <i>average power input</i>  [kW]	Leistungs- zahl  <i>Coefficient of performance</i>  [-]	Unsicherheit Heizleistung  <i>Uncertainty – heating capacity</i>  [± kW]
A2/W45	38	6.37	2.18	<b>2.92</b>	0.164

Wien/Vienna, 12.07.2013



Rundsiegel/Seal

Sachbearbeiter/Test Engineer

Vukašin Klepić, MSc

Zeichnungsberechtigter/Authorised Signatory

(im Sinne des Akkreditierungsgesetzes)  
(in line with the law on Accreditation)

Ing. Christian Köfinger, BSc

## Sicherheitsprüfung Safety tests

- (1) Bei Absperrung des Wärmeträgerstromes der Wärmequellenanlage:  
*At the shutoff device of the heat flow carrier on the outside heat exchanger:*

Der Versuch erfolgte durch Verschließen des Verdampfers im Prüfpunkt A7/W35. Die simulierte Störung führte, zu keiner verriegelnden Störung. Das Prüfobjekt wurde dabei nicht beschädigt und war nach Beendigung der Prüfung voll funktionsfähig.

*The test was carried out with a blocked (evaporator) heat source system at A7/W35. The simulated failure caused no failure. The device under test was not damaged and was completely in proper working condition after ending the testing.*

- (2) Bei Absperrung des Wärmeträgerstromes der Wärmenutzungsanlage:  
*At the shutoff device of the heat flow carrier on the inside heat exchanger:*

Der Versuch erfolgte durch Abstellen der Umwälzpumpe in der WNA im Prüfpunkt A7/W35. Die simulierte Störung führte zu einer verriegelnden Störung. Das Prüfobjekt wurde dabei nicht beschädigt und war nach der Beendigung der Prüfung voll funktionsfähig.

*The test was carried out by switching off the circulation pump in the heat sink system at A7/W35. The simulated failure led to a locked failure. In this period the device under test was not damaged and was completely in proper working condition after ending the testing.*

- (3) Bei komplettem Netzausfall von 5s:  
*At complete power failure of 5s:*

Nach der Spannungswiederkehr ging die Wärmepumpe wieder ordnungsgemäß in Betrieb und es stellte sich wieder eine stabile Betriebsweise ein.

*After the voltage returned, the running duty of the heat pump was started up again properly and a steady mode of operation came back again.*

- (4) Freeze up test A2/W35:

Der Versuch erfolgte durch Abstellen der Umwälzpumpe in der WNA im Prüfpunkt A2/W35 während eines Abtauvorganges. Die simulierte Störung führte zu einer verriegelnden Störung. Das Prüfobjekt wurde dabei nicht beschädigt und war nach Beendigung der Prüfung voll funktionsfähig.

*The test was carried out by switching off the circulation pump in the heat sink system during the defrosting of the evaporator. The heat pump was taken out of service. The simulated failure led to a locked failure. In this period the device under test was not damaged and was completely in proper working condition after ending the testing.*

## Einsatzgrenzen Range of operation

Während der Überprüfung an den Eckpunkten der unten angeführten Einsatzgrenze traten an der Wärmepumpe keine Störungen auf.

*During the test of the operation range of the heat pump at the following test points no failure appeared.*

A -25 / W 25

A -25 / W 48

A 35 / W 25

A 35 / W 60

**Elektrische Messungen**  
**Measurement of electrical values**

Maximaler Anlaufstrom:  $I_A$  6.3 A  
 Maximal starting current:

**Kurzbeschreibung des Prüflings**  
**Brief description of the device under test**

In der Wärmepumpe wird ein Scroll-Verdichter verwendet, der während der Prüfung mit einer variablen Netzfrequenz betrieben wird.

*The mentioned heat pump is run by a scroll compressor, which operates with a variable frequency.*

Das Kältemittel gelangt vom Verdampfer zum Verdichter. Von dort gelangt es zum Kondensator und durch einen Sammler, ein Schauglas und einen Filtertrockner zu einem elektronischen Expansionsventil und wieder in den Verdampfer.

*The refrigerant passes the evaporator and gets to the compressor. After that it passes the condenser, accumulator, sight glass, filter drier and electronic expansion valve and gets to the evaporator again.*

**Technische Angaben**  
**Technical data**

**Heat pump**

Hersteller	<i>Manufacturer</i>	Mitsubishi Electric
Type	<i>Model</i>	PUHZ-SHW112YHA
Serien Nr.	<i>Serial No.</i>	2ZU00539
Herstellungsjahr	<i>Year of Manufacture</i>	2012
Versorgungsspannung	<i>Voltage</i>	400V
Kältemittel	<i>Refrigerant</i>	R410A
GWP (nach EN 378)	<i>GWP (acc. to EN 378)</i>	1980

**Hydro box**

Hersteller	<i>Manufacturer</i>	Mitsubishi Electric
Type	<i>Model</i>	ERSC VM2B
Serien Nr.	<i>Serial No.</i>	3A00048

**Typenschild und Foto der Wärmepumpe**  
**Nameplate and photo of the heat pump**



		MITSUBISHI ELECTRIC		CE		
AIR-CONDITIONER						
MODEL PUAZ-SHW112YHA				<G>		
SERVICE REF. PUAZ-SHW112YHA						
MAX. CURRENT (OUTDOOR ONLY)					13 A	
3N~	400V	50Hz	R410A	5.5 kg( 30m)		
134kg		IP24	SERIAL NO.	ZU00539		
HP PS 4.15 MPa(41.5bar)				YEAR OF MANUFACTURE 2012.12		
LP PS 2.3 MPa(23 bar)						
<b>MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION</b>						
MANUFACTURER : MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION SHIZUOKA WORKS						
18-1, OSHIKA 3-CHOME, SURUGA-KU, SHIZUOKA-CITY, JAPAN						
MADE IN JAPAN						
						BH79R534G16

## Hauptkomponenten - *Main components*

- **Verdichter / *Compressor***

Bauart:	Scroll
Hersteller:	Mitsubishi Electric Corp.
Typ/Modell:	ANB 33 FJLMT

<i>Type of construction:</i>	<i>Scroll</i>
<i>Manufacturer:</i>	<i>Mitsubishi Electric Corp.</i>
<i>Typ/model:</i>	<i>ANB 33 FJLMT</i>

- **Expansionsventil / *Expansion valve***

Bauart:	elektronisch
Hersteller:	SAGINOMIYA SEISAKUSYO inc
Typ/Modell:	UKV-32D135/ UKV-18D35

<i>Type of construction:</i>	<i>electronic</i>
<i>Manufacturer:</i>	<i>SAGINOMIYA SEISAKUSYO inc</i>
<i>Typ/model:</i>	<i>UKV-32D135/ UKV-18D35</i>

- **Kältemittel / *Refrigerant***

Verwendetes Kältemittel:	R410A
Gefüllte Kältemittelmenge:	5500 g

<i>Applied refrigerant:</i>	<i>R410A</i>
<i>Filled quantity of the refrigerant:</i>	<i>5500 g</i>

- **Verflüssiger / *Condenser (Hydro box)***

Bauart:	Plattenwärmeübertrager
Hersteller:	Alfa Laval
Typ/Modell:	ACH70-40

<i>Type of construction:</i>	<i>Plate heat exchanger</i>
<i>Manufacturer:</i>	<i>Alfa Laval</i>
<i>Typ/model:</i>	<i>ACH70-40</i>

- **Verdampfer / *Evaporator***

Bauart	Lamellenpaket
Hersteller	Mitsubishi Electric Corp.
Typ	N/A, 1.8mm/1.123m <sup>2</sup>

<i>Construction</i>	<i>Fincoil heat exchang.</i>
<i>Manufacturer</i>	<i>Mitsubishi Electric Corp.</i>
<i>Type</i>	<i>N/A, 1.8mm/1.123m<sup>2</sup></i>

- **Ventilator / *fan***

Hersteller	Mitsubishi Electric Corp.
Typ	Hélice
Drehzahl	750 1/min
Druckmesser	490 mm
Blätterzahl	3
Motor	Nidec Shibaura co. Ltd. SIC-71FW-D874

<i>Manufacturer</i>	<i>Mitsubishi Electric Corp.</i>
<i>Type</i>	<i>Hélice</i>
<i>rpm</i>	<i>750 1/min</i>
<i>Diameter</i>	<i>490 mm</i>
<i>No. of rotor blades</i>	<i>3</i>
<i>Motor</i>	<i>Nidec Shibaura co. Ltd. SIC-71FW-D874</i>

- **Umwälzpumpe WNA / *Circulation pump WNA***

Hersteller:	Grundfos
Typ/Modell:	UPSO 25-70 180"

<i>Manufacturer:</i>	<i>Grundfos</i>
<i>Typ/model:</i>	<i>UPSO 25-70 180"</i>

## Mögliche Kombinationen *Possible combinations*

Die Außeneinheit (Wärmepumpe) kann mit folgenden Inneinheiten kombiniert werden:

*The outdoor unit (heat pump) can be connected to all the following indoor units:*

a) mit Speicher

EHST20C-VM2(H)(E)B

EHST20C-VM6(H)(E)B

EHST20C-YM9(H)(E)B

EHST20C-TM9(H)(E)B

EHST20C-YM9(H)A

EHST20C-VM6(H)A

*a) With tank*

*EHST20C-VM2(H)(E)B*

*EHST20C-VM6(H)(E)B*

*EHST20C-YM9(H)(E)B*

*EHST20C-TM9(H)(E)B*

*EHST20C-YM9(H)A*

*EHST20C-VM6(H)A*

*Total: 20 Kombinationen*

*Total: 20 combinations*

b) ohne Speicher

EHSC-VM2(E)B

EHSC-VM6(E)B

EHSC-YM9(E)B

EHSC-TM9(E)B

ERSC-VM2B

*Total: 9 Kombinationen*

*b) Without tank*

*EHSC-VM2(E)B*

*EHSC-VM6(E)B*

*EHSC-YM9(E)B*

*EHSC-TM9(E)B*

*ERSC-VM2B*

*Total: 9 combinations*

Allgemein heißt es, dass 25 Kombinationen möglich sind.

*In total the heat pump could have 25 combinations.*

Das Gerät wurde aus folgender Produktpalette gewählt:

*The device PUAZ-SHW112YHA has been taken out of the following product pool:*

PUAZ-SHW80VHA(-BS)

PUAZ-SHW112VHA(-BS)

PUAZ-SHW112YHA(-BS)

PUAZ-SHW140YHA(-BS)

*PUAZ-SHW80VHA(-BS)*

*PUAZ-SHW112VHA(-BS)*

*PUAZ-SHW112YHA(-BS)*

*PUAZ-SHW140YHA(-BS)*



## Durchführung der Prüfungen *Course of testing*

Die Wärmepumpe wurde in gutem Zustand geliefert, und entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers angeschlossen und in Betrieb genommen

*The heat pump was delivered in a good fettle. It was connected and put into operation according to the manufacturer's specifications.*

Die Messungen erfolgten wie im EHPA-Prüfreglement für die Prüfung von Luft/Wasser-Wärmepumpen angegeben.

*The measurements at the defined operation points were carried out according to the EHPA testing regulation of Air/Water heat pumps.*

## Normen und Methoden *Standards and methods*

EHPA - Prüfreglement	Prüfung von Wasser/Wasser und Sole/Wasser Wärmepumpen Begriffe, Prüfbedingungen und Prüfmethode basierend auf EN 14511-1 bis EN14511-4 und EN 12102 - Zusätzliche Anforderungen für die Gewährung des internationalen Gütesiegels für Wärmepumpen
<i>EHPA Testing Regulation</i>	<i>Testing of Water/Water and Brine/Water heat pumps Terms, Test Conditions and Test Method based on EN 14511-1 to 14511-4 and EN 12102 - Additional requirements for granting the international quality label for heat pumps Version 1.5, 01.09.2012</i>
EN 14511 1-4	Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern für die Raumbeheizung und Kühlung. Teil 1 - 4 <i>Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling. Part 1- 4 Version 01.12.11</i>
EN 378	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen. Teil 1 - 4 <i>Refrigerating systems and heat pumps – Safety and environmental requirements. Part 1- 4 Version 15.03.11</i>
IF-RUB97	Zustandsgrößen von Wasser und Wasserdampf in SI-Einheiten (1989) <i>State quantities of water and steam in SI-units (1989) Version 1.52, 2000</i>
REFLIB	Die Stoffwerte des Kältemittels werden mit Hilfe der Software REFLIB vom ILK Dresden ermittelt <i>The properties of the refrigerant are calculated with the software REFLIB of ILK Dresden Version 2.1, 12.06.03</i>
Antifrogen	Die Stoffwerte für die Sole wurde mit Hilfe der Berechnungsformeln der Firma Clariant für das Frostschutzmittel Antifrogen N bestimmt <i>The properties for brine were determined with the help of calculation formula of the company Clariant for the antifreeze agent Antifrogen N Version 3.07</i>

## **Messverfahren und Messgeräte** ***Measurement method and instruments***

### Messverfahren / Measurement method

Die Messungen am Prüfstand der AIT Austrian Institute of Technology GmbH wurden nach den in den zitierten Normen und Regulationen festgelegten Verfahren durchgeführt.

*The measurements on the test rig of the AIT Austrian Institute of Technology GmbH were carried out according to the procedures of the cited norms and regulations.*

### Messwerterfassung / Data logging

Zur Datenübertragung wurden die eingesetzten Messwertgeber über Leitungen mit einer automatischen Datenerfassungsanlage verbunden, die in 10-Sekundenintervallen gestartet wurde.

Der integrierte Multiplexer schaltet dabei die Transmitter mit einer Taktfrequenz von etwa 10/s an ein Digitalvoltmeter (6-stellig mit 1 Mikrovolt Auflösung), mit welchem in serieller Zeitfolge die Spannungswerte gemessen in eine digitale, für den folgenden Rechner verständliche Darstellung umgesetzt werden.

Der PC dient sowohl zur Steuerung der Erfassungsanlage als auch zur Speicherung der Messdaten, Berechnung der aktuellen physikalischen Werte unter Anwendung der Kalibrierdaten sowie zur kumulierten Mittelwertbildung und Berechnung der Standardabweichungen der Messwerte im Beobachtungszeitraum.

*All the sensing devices were connected to the automatic data logger. The sampling time was 10 seconds.*

*The integrated multiplexer switched the transmitters with a clock rate of about 10/s to a digital voltmeter (6-digit with 1 microvolt resolution); the voltage was measured in predefined time intervals and was transformed into a digital signal, which was transmitted to the PC.*

*The PC served for the control of the testing equipment and for the storage of the measured values. It automatically transformed digital signals into physical values according to the stored calibration data. Further, it was used for the cumulative averaging and for the calculation of the mean square errors of the measured values in the period of observation.*

### Temperatur / Temperature

Es wurden Platin-Widerstandsthermometer Pt 100 eingesetzt, welche von einer akkreditierten Kalibrierstelle kalibriert wurden. Die Kalibrierung erfolgte durch Vergleich mit an die nationalen und internationalen Normalien angeschlossenen Prüfthermometern. Die dabei festgestellte temperaturabhängige Abweichung der Anzeigewerte eines Messfühlers zu den Normwerten (EN bzw. Internationale Temperaturskala ITS-90) liegt in Form einer Regressionsanalyse vor.

Die aktuellen Polynomkoeffizienten der

*Platinum resistance thermometers Pt 100, which had been calibrated by an accredited laboratory, were employed. The calibration was done by comparison with other testing thermometers, which are related to national and international standards. The temperature-dependent deviation of the measured values to the standard values (EN and International Temperature Scale ITS-90 respectively) was evaluated and stored in form of a regression analysis.*

*The current polynomial coefficients of the deviation are stored in an instrumental data*

Abweichfunktion sind rechnerkompatibel in einer Gerätedatei gespeichert. Die Umrechnung der Messspannung auf den Temperaturwert erfolgt schrittweise: zuerst Korrektur der Messspannung auf Grund der Kalibrierung, dann Konvertierung mit den entsprechenden Formalismen der international festgelegten Grundwertreihen. Der Widerstandswert jedes einzelnen Messfühlers wurde beim Feldeinsatz nach der Potentialmethode ermittelt. Dabei wird die Vierleiterschaltung angewendet und alle Messwiderstände in Serie geschaltet mit demselben Hilfsstrom von 1 mA versorgt. Zur Bestimmung des Stromwertes befindet sich im Messkreis zusätzlich ein Normalwiderstand. Aus den gemessenen Spannungsabfällen und dem Stromwert ergeben sich die Widerstandswerte.

*file and readable by any other computer. The conversion of the instrument voltage to the temperature was done in two steps: first, the correction of the instrument voltage due to calibration and then the conversion according to the corresponding formalisms of the internationally prescribed reference tables.*

*The resistance value of every single gauge was determined at work by the potential method. The four-wire circuit was in use and all sensing resistors, which were connected in series, had the same stand-by supply of 1mA. For the determination of the current value a normal resistance was added to the measurement circuit. The resistance values were the result of the measured voltage drops and the current value.*

#### Feuchte / Humidity

Die Feuchte wurde mit elektrischen Feuchtetransmittern gemessen. Die Geber wurden von einer staatlich akkreditierten Kalibrierstelle kalibriert.

Bei den Transmittern wird mit der Kalibrierung der Zusammenhang zwischen der elektrischen Anzeige und dem physikalischen Wert in Form einer Regression 1. Ordnung festgestellt. Die Polynomkoeffizienten sind in der Gerätedatei archiviert.

*The humidity was measured with electric transmitters. The transmitters were calibrated by an accredited laboratory.*

*The correlation between the electrical and the physical value of the transmitters is established through 1st order regression calibration. The polynomial coefficients are archived in the instruments data file.*

#### Druck, Differenzdruck / Pressure, differential pressure

Drücke und Differenzdrücke wurden mit elektrischen Druckumformern gemessen. Die Geber wurden von einer akkreditierten Kalibrierstelle kalibriert.

Bei den Transmittern wird mit der Kalibrierung der Zusammenhang zwischen der elektrischen Anzeige und dem physikalischen Wert in Form einer Regression 1. Ordnung festgestellt. Die Polynomkoeffizienten sind in der Gerätedatei archiviert.

*Pressures and differential pressures were measured with electric pressure transmitters. The transmitters were calibrated by an accredited laboratory.*

*The correlation between the electrical and the physical value of the transmitters is established through 1st order regression calibration. The polynomial coefficients are archived in the instruments data file.*

### Massenstrom / Mass flow

Die Massenströme wurden mit einem Coriolis-Massendurchflussmessgerät gemessen. Die Geräte wurden von einer akkreditierten Kalibrierstelle kalibriert.

*The mass flows were measured with coriolis flowmeters. The transmitters were calibrated by an accredited laboratory.*

### Kältemittelmenge / Quantity of the refrigerant

Die Kältemittelmasse wurde mit einer Waage durch Differenzwägung der Kältemittelflasche bestimmt.

Die Waage wurde mit Kalibriergewichten, die an die nationalen und internationalen Normalien (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien) angeschlossen sind, überprüft.

*The mass of the refrigerant was determined by a differential weighting of the refrigerant flask with a balance.*

*The balance was checked with help of calibration weights, which relate to the national and international standards (Federal Agency for Calibration Service and Surveying, Vienna).*

### Elektrische Leistung / Electrical power

Die Ermittlung der Leistungsaufnahme erfolgte mit Hilfe einer elektronischen Messanlage mit Integratorfunktion (Power Analyzer). Die Integratorwerte wurden in 10-Sekundenintervallen gespeichert. Zusätzlich wurden auch die relevanten elektrischen Größen – Spannung, Strom,  $\cos \varphi$  - als 10-Sekundenmittelwerte aufgezeichnet. Die Messanlage und die Wandler sind von einer akkreditierten Kalibrierstelle kalibriert und somit an die nationalen und internationalen Normalien angeschlossen.

*The power input was determined with an electronic measuring system with an integrator function (power analyzer). The integrator values were stored in 10 second-intervals. In addition, the relevant electrical values – voltage, current and  $\cos \varphi$  – were stored as 10 seconds average values. The measuring system and the converters are calibrated by an accredited laboratory and are therefore connected to the national and international standards.*

## **Auswertung der Messergebnisse Evaluation of the test results**

Die Algorithmen der Auswertungen folgen den in den einschlägigen Normen und Richtlinien beschriebenen Formeln bzw. den naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten der Physik.

Die Ergebnisse wurden als arithmetische Mittelwerte über die Versuchszeit dargestellt. Messunsicherheiten basieren auf zufälligen und systematischen Fehlern der Messung.

*The algorithms for the evaluation of the results are described in the relevant standards and instructions or the scientific regularities of physics.*

*The results were presented as arithmetic average values over the test period. The measuring uncertainties are dependent on random and on systematic distributed errors of the measurement.*