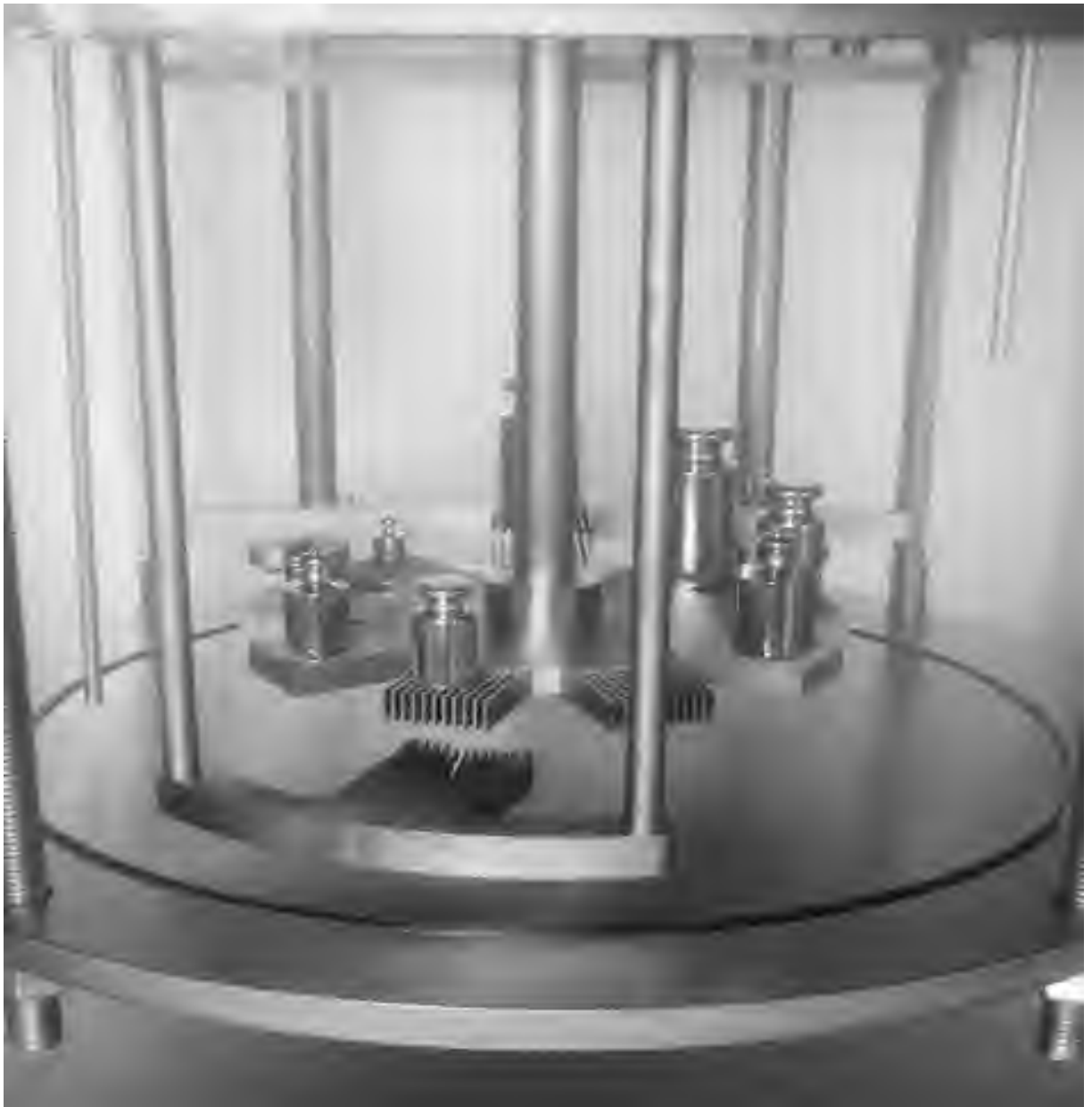


Operating Instructions | Betriebsanleitung

Sartorius VL 1005, VD 1005

Volume Comparators | Volumenkomparatoren



Intended Use



Sartorius Volume Comparator for determining the volume of solids, especially weights.

Features

- Volume calibration for solids of mass 1 g to 1 kg in accordance with the buoyancy principle (OIML R111 Method A)
- Highly accurate differential weighing in liquid by means of respectively assigned substitution weights in air
- Force measurements with mass comparator, readability $d = 0.01 \text{ mg}$
- Fully automatic measurement process for any weights up to 1 kg
- 2 automatic load alternators with 9 positions each in physically separated weighing chambers for air and liquid media (e.g. water)
- The enclosed weighing chamber in liquid is equipped with feedthroughs for load alternator, sensors, weighing pan and loading device
- Temperature-regulated water bath, completely surrounds the weighing chamber in liquid
- Temperature constancy $< 0.01^\circ\text{C}$
- 2 temperature sensors (PT100) in the weighing chamber in liquid with measuring bridge, readability 0.001°C
- Additional sensors for air temperature, relative humidity and air pressure are built into the weighing chamber for air
- All integrated sensors are supplied with a calibration certificate from a national metrology institute (BEV/Austria)
- Direct loading for groups of weights and single weights of any desired shape, as well as density reference standards and density reference spheres
- Measurement equipment and controls in two separate cabinets with access to all components
- Industrial standard PC with TFT monitor
- Software to control and calculate density values
- Control cabinet with additional networking connections (USB, LAN)
- Thermally insulated, closed measurement cabinet contains: the water bath, weighing chamber in liquid and built-in load alternator, second load alternator for the substitution weights in air, sensors in air and liquid, motor for lifting and rotating mechanism, granite plate for the comparator with feedthrough for below-balance weighing

2 English

14 Deutsch

Contents

2	Intended Use
4	Getting Started
5	Preparation for Measurement
5	Thermostat
5	Measurement Cell and Measurement Liquid
5	Insertion and Thermostatization
5	Temperature Measurement
5	Calibration of the Sensors
5	Description of Measurement Process
5	Basic Principles
5	Dry Weighing
5	Selecting the Substitution Weight
6	Density Determination
6	Volume Determination
7	Program Interface
7	“Measurement” Page
7	Initializing the Equipment
7	“Setup” Dialog
8	“Loading” Page
8	Generating the Databases
8	Input Data Required
9	Changing the Data
9	Using Substitution Weights
9	Loading and Unloading
9	Loading
9	Unloading
9	Other Functions
10	Measurement
10	Creating the “Liquid Density” Program
10	Creating the “Measurement” Program
10	Execute Measurement
11	Printing the Measurement Result
12	Example
12	Maintenance following Measurements
12	Thermostat
12	Measurement Cell and Measurement Liquid
12	Reference Weights and Test Weights
13	Specifications

Symbols

The following symbols are used in these instructions:

- Indicates steps you must perform
- Indicates steps you must perform only under certain conditions
- > Describes what happens after you have performed a certain step

- Indicates an item in a list

 Indicates a hazard

Conventions used in these operating instructions:

- The illustrations used in these operating instructions are based on the VL1005/VD1005 model. On other models, some display readouts and printouts may differ slightly from the ones shown. This will be explained in cases where this is important for operating the volume comparator.

Application consultation/Hotline

Phone: +49 (0) 551 308 4440

Fax: +49 (0) 551 308 4449

Installation

Unpacking



The unit may only be unpacked by trained personnel



The components of the density test stand must be handled with the greatest of care. Remove the safety bolts only after the equipment has been placed in its final position.

- Place both the density test stand and associated control panel on a suitable table with a minimum size of 1500 mm × 800 mm × 600 mm. The distance between the two components should be approx. 150 mm. The density test stand is equipped with vibration-damping rubber feet and must not be pushed. The thermostat must be located separately due to the vibration caused by the system.

Transportation Requirements

- When the packaged unit is delivered to the forwarding agent, be sure that the shock sensors and tilting of the indicator is not activated.

Getting Started



The equipment must be commissioned by trained personnel.



Improper use of this equipment, failure to observe the warning instructions given here and improper intervention in the safety device can cause material damage, physical injury or - in extreme cases - death.

Preparation for Measurement

To achieve the best possible calculation of density and volume, the user must be acquainted with the recognized rules for determining mass and density. For the most part, the system is unable to correct application errors (e.g. when inserting weights) because it does not recognize such errors. The user is responsible for evaluating the results.

Thermostat

Fill the thermostated basin, including connected thermostats, with a tempering liquid (content approx. 100 l). A colorless, non-aggressive liquid with good thermal conductivity must be used (e.g. distilled water with an additive to prevent chemical and biological changes in the water).

Select a filling level that permits the liquid to circulate around all sides of the measurement cell.
The top side of the measurement cell should be covered by approx. 15 mm of liquid.

Measurement Cell and Measurement Liquid

Fill the measurement cell with a measurement liquid (content approx. 20 l). A colorless, non-aggressive liquid with high density stability must be used (e.g. ultra-pure water or hydrocarbon compounds such as n-dodecane or n-pentadecane). The user must ensure that ambient conditions are conducive to providing stable measuring liquid density.

Select the filling level so that, after loading the weights, the measurement cell is completely filled, i.e. the surface of the liquid must reach the supply opening.

Insertion and Thermostatization

The quality of density determination depends on temperature stability, surface quality and finish of the plummets (weights), wetting of the plummets, cleanliness, attachment of air bubbles and impurities etc.

Attention must be paid to these problem areas when inserting and unloading the respective weights.

Temperature Measurement

A measure for thermostatization (adequate temperature equalization of weights and liquid) is the difference in temperature between the two temperature sensors.

The temperature sensors must be positioned diagonally (i.e., the first sensor is placed in the lower area of the measurement cell and the second sensor is placed in the upper area).

Calibration of the Sensors

All sensors (air temperature, humidity and pressure sensors and both platinum-resistance thermometers) must be suitably calibrated at least every 2 years.

In the case of liquid temperature measurement, annual reference measurements are recommended at an IST 90 fixed reference point, e.g. the triple point of water or the gallium fixed point. The correction values can be entered directly in the settings (see "Setup Dialog").

Description of Measurement Process

Basically, the volume of weights is calculated in two steps:

- **1) Calculation of the density of the test liquid using a reference weight of known mass and volume.**
To do this, the weight values of the empty comparator suspension mechanism plus the substitution weight are compared with the weight values of the comparator suspension mechanism plus the density reference. This comparison takes place semi-automatically. The presence of the user is required.
- **2) Calculation of the test weight volume by direct comparison using a reference weight of known mass and volume.**
To do this, the weight values of the comparator suspension mechanism plus the reference weight are compared with the weight values of the comparator suspension mechanism plus the density reference. This comparison takes place fully automatically. The presence of the user is not required.

During preparation, care must be taken to ensure that the buoyancy force of the test specimen is approximately the same as the buoyancy force of the reference weight (to achieve the best result with the least measurement uncertainty). However, it is also possible to use the weighing range of the comparator balance (300 g) to compare weights and reference weights whose buoyancy force differs by up to 300 g.

Process

Dry Weighing

Calculation of the weight values of test weights (W_{tl}) in comparison with reference weights in air (W_{rl}) under ambient conditions (t_{LL} , rH_{LL} , p_{LL}).
The results of these weight calculations and their ambient parameters must be entered into the program (database).

- **With Direct Calculation of Liquid Density (Option 1)**

Selecting the Substitution Weight

In the volume comparator, substitution weights compensate for the differences in the various weight values calculated for different masses and make them suitable for the comparator. The use of substitution weights is necessary if, during density determination, the achievable weight values of the empty comparator suspension mechanism, on the one hand, and the liquid reference weight, on the other hand, do not lie within the measuring range of the comparator balance.

Substitution weights are selected in accordance with the estimated buoyancy force of the immersed liquid reference (see "Other Functions"):

An approximate measurement for the mass (m_{Sub}) of the substitution weight results from the calculation of the density of the test liquid when weighing a silicon sphere as the density reference weight (density approx. 2329 kg/m³; mass [m_K] in water (density approx. 998 kg/m³):

$$m_{Sub} = m_K \cdot 0.4285$$

Volume Determination

The total load must be selected in such a way that the weighing range of the volume comparator (between 850 g and 1150 kg) is reached or maintained by introducing a suitable dead load (suggested when measurement begins), which remains unchanged on the weighing pan of the volume comparator during the entire measurement sequence.

Density Determination

A measurement routine to calculate liquid density consists of calculating the weight value of the empty comparator suspension mechanism with the substitution weight (total sum of any individual weights) (A) and calculating the weight value of the liquid reference in the comparator suspension mechanism (B).

The measurement mode in this case is ABBA.

The substitution weight is introduced in accordance with the program default.

The density of the measurement liquid results from:

- The default values (mass and volume of the liquid reference)
- The mass and volume of the substitution weight
- The two weight values
- The average values (A and B)
- The ambient conditions (air density)

Recording of liquid density takes place at reference temperature (20°C) and reference pressure 101325Pa.

If the liquid density is measured prior to the calculation of volume, the program prompts the following:

- Place the substitution weight on the comparator; confirm; the suspension mechanism with the substitution weight is weighed automatically, tared and the weight value WG_{11} calculated.
- Remove the substitution weight; confirm; twice repeated calculation of the density reference weight value (silicon sphere K) on the suspension mechanism: WK_{F11} , and WK_{F12}
- Remove the substitution weight from the comparator; confirm; calculate the weight value as per a) WG_{12}

This process is repeated n times per weight in accordance with the specification.

- Without Direct Calculation of Liquid Density (Option 2)

Entering the liquid density (see "Creating the 'Liquid Density' Program")

Volume Determination

The total load must be selected in such a way that the weighing range of the volume comparator (between 850 g and 1150 kg) is reached or maintained by introducing a suitable dead load in accordance with the suggestion made by the program, which remains unchanged on the weighing pan of the volume comparator during the entire measurement sequence.

Following confirmation, the remainder of the measurement sequence takes place automatically:

When the ABBA measurement mode is selected, the measurement sequence is as follows:

- (A) Reference weight measurement in liquid W_{RF1}
- (B) Test weight measurement in liquid W_{tF1}
- (B) Test weight measurement in liquid W_{tF2}
- (A) Reference weight measurement in liquid W_{RF2}

This process is repeated n times per weight in accordance with the specification.

When the ABA measurement mode is selected, the measurement sequence is as follows:

- (A) Reference weight measurement in liquid W_{RF1}
- (B) Test weight measurement in liquid W_{tF1}
- (A) Reference weight measurement in liquid W_{RF2}
- (B) Test weight measurement in liquid W_{tF2}
- (A) Reference weight measurement in liquid W_{RF3}
- (B) Test weight measurement in liquid W_{tF3}

This process is repeated n times per weight in accordance with the specification.

The evaluation is made on the basis of ABA and BAB.

The measurement results are evaluated in accordance with OIML R 111.

Printing the results: Volume and mass of the test weights

Program Interface

The “measure” dialog page is displayed when the program is first opened.



Field for error messages

Field for indication of measurement status

Error messages and the status indication are shown in the lower part of the dialog. The error message field is always blank in normal operation. The measurement step that is currently underway is displayed in the status indication field while the measurement is taking place. The “lifting motor” field displays the magazine position (down [volume comparator position], middle [loading position] and up [rotary position of the magazine]). The “magazine place” display shows the current position of the individual magazine places: Position of the magazine place at the loading station (position of the magazine place at the volume comparator suspension mechanism).

In addition, the operational step that is currently underway is shown on the measurement status display: (e.g. “driving to Position 5”; “placing weight”; etc.).

The program can be exited by clicking the “Close” button. However, this button is disabled while measurement is taking place. In order to exit the program, therefore, the measurement must be canceled (Stop).

“Measurement” Page

Initializing the Equipment

After the program has started up or a fault has been cleared, it is necessary to initialize the equipment before the automatic machine can be controlled. This procedure is triggered by clicking the “initialize” button. The changing mechanism is then driven to its upper position and puts magazine place 1 on the loading station. Loading, unloading and measurement sequences can only be started after this has taken place.

The settings should also be checked prior to measurement. The relevant input screen opens on clicking the “Setup” button (see “Setup” Dialog”).

The external sensor measurements are displayed in the “measurement results” block.

These are:

- Mass comparator readout
- Temperature and humidity readouts of the EplusE 07 sensor
- Pressure readout of the WIKA D-10-P sensor
- The two temperature readouts of the measuring bridge

“Setup” Dialog



All required settings can be found here.

The constants that are needed to evaluate the measurement are defined in the first block. This concerns values for the thermal expansion and compressibility of the reference, substitution and test weights as well as for gravitational acceleration and estimated liquid density.

In the second block – “correction values” – additive correction factors can be entered for all external sensors. These are taken into consideration in the calculation.

The measurement sequence can be changed via the “measurement parameters” in the third block.

These times and default values for the number of measurements depend on the measurement location and are determined by the installation and measurement conditions of the equipment: Very good installation conditions (very stable ambient conditions, good thermostatization etc.) allow short waiting times (equalization times) and fewer individual measurements; installation and measurement conditions that are not ideal require longer waiting times and more individual measurements. The user should optimize conditions in accordance with his specifications and requirements.

- Wait time 1: Equalization time after positioning weights
- Wait time 2: Equalization time after stabilization
- Wait time 3: Waiting time between individual measurements
- “Average single result”: Number of comparator signals (measurement signals) averaged to obtain an internal measurement (comparator delivers 2 signals/sec)

- “Average”:
Number of required internal measurements for averaging a single measurement result (result of individual weighing)
- Stabilization of the comparator can either be taken into consideration or disregarded (stabilization is taken into account if the box is checked).
- In order to compensate for the different movement times of the magazine positions between weighings, a minimum rotation time between weight placements can be set in seconds.

The data path defines the path where the measurement files for each weight are stored.

The names of the measurement files consist of a serial number and time stamp and have the “txt” extension.

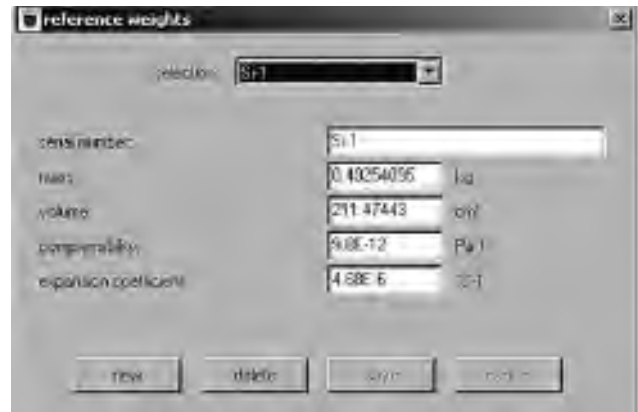
“Loading” Page



Entries for reference weights, substitution weights and test weights and the loading and unloading of weights can be controlled on this dialog page.

Generating the Databases

The input masks for reference weights, substitution weights and test weights can be opened by clicking the appropriate buttons. A new weight can be entered by clicking “new”. A marked weight can be deleted from the database by clicking “delete”.



Input data required

- Reference weights: Identification, mass and volume at standard conditions (20°C; 101325 Pa); thermal expansion coefficient and compressibility
- Substitution weights: Identification, mass and volume at standard conditions (20°C; 101325 Pa);
- Test weights: Identification, either:
 - Conventional weight value, air density (or factors) on calculating the weight value of the test weight by dry weighing and setting the weight value and mass of the reference weight to zero, or
 - Weight value of the test weight, air density (or factors) on calculating the weight value of the test weight by dry weighing and weight value and mass of the reference weight on dry weighing

A weight’s serial number is any desired text assigned to identify the weight. In the case of test weights, this serial number can also be found in the result file name. Certain specific characters that are not permitted in file names cannot be used here. Various values must then be entered depending on the type of weight.

In the case of test weights, there is a series of additional input fields which provide the user with further options to describe his measurement. These entries are text only and are included in the printed report.

The air density, if known, can be entered directly. Otherwise this can be calculated by clicking the adjacent button: “Calculate air density from temperature, relative humidity and air pressure”.

Changing the Data

Weights are selected via the respective “drop-down fields”. After selection, all data can be changed and saved/accepted by clicking “save”. The dialogs are closed by clicking “X”.

Using Substitution Weights

When calculating the density of a liquid, in most cases it is necessary to use substitution weights to equalize the difference in weight value between the empty mass comparator suspension mechanism and the density reference weight.

In this case, the value of the substitution weight must correspond to the weight value of the density reference weight in the measurement liquid. This value is easy to calculate empirically by manually placing the reference weight on the comparator (see “weight on balance” button).

Substitution weights (a sum) are selected by setting the “yes” option on the corresponding marked weights in the “substitution weights” dialog. Changes are accepted by clicking the “save” button.



Loading and Unloading

Loading



To load a weight (reference or test weight), the default values for this weight must first be entered (see “Generating the Databases”).

Next a free magazine place is selected from the magazine overview. To do this, click on the selected line in the overview. The line now appears highlighted in blue.

However, one magazine place – the so-called free magazine place – must always be kept free. In the case of liquid reference weights over 200 cm³, the adjacent magazine place must also be kept free to prevent collisions when loading.

After selecting the magazine place, the loading process begins by clicking the “load” button. Using the PC’s mouse, the user can now select the desired reference or test weight (highlighted in blue) and confirm his selection.

The program now drives the desired magazine place independently. After the user has been requested to do so, the weight can be loaded with the aid of the lift. Following confirmation by the user, the weight then appears in the overview. (Follow the program’s instructions and confirm completion on request.)

⚠ During the loading process, the user should take care to ensure that the operation is not affected by any external influences such as attached air bubbles, poor wetting, impurities, solvent residue etc.

The weight lift may only be activated for loading/unloading by the program (in the loading station position). Incorrect activation of the weight lift can cause damage to the magazine rack.

Unloading

First highlight the weight to be unloaded in the magazine overview. To do this, click on the selected line in the overview. The line now appears highlighted in blue. The unloading process is started by clicking the “unload” button.

After the user has been requested to do so, the weight can be unloaded with the aid of the lift.

⚠ WARNING:

The lift must always remain in the lower position after unloading. (Follow the program’s instructions and confirm completion on request.)

Other Functions

– “weight on balance”

Users may sometimes wish to place a weight on the comparator in order to display the current weight value. For example, to check whether, including the suggested dead loads, one is operating within the weighing range of the comparator, or to adjust the substitution weights.

To do this, highlight the desired weight in the magazine overview and click the “weight on balance” button. The weight is then placed on the comparator and subsequently removed following confirmation by the user.

Only the type and serial number of the weights is shown in the magazine overview. Look at the corresponding dialog if you wish to see the other properties of the loaded weights (see “Generating the Databases” or “Changing the Data”). Default values can also be changed there.

- “weight to loading station”
Users may sometimes wish to access a weight without unloading and then reloading it; for example, to center a weight, remove attached air bubbles, or similar.
To do this, mark the desired weight in the magazine overview and click the “weight to loading station” button. The weight is then taken to the storage station and lifted off again following confirmation by the user. In the storage station position, the lift can be used to move the weight. The weight can thus be moved and lifted. The lift must be returned to the lower position on completion in all cases. Execution of the program can only be confirmed after this has been done.

⚠ Incorrect operation can cause damage.

Measurement

Creating the “Liquid Density” Program

There are two options to obtain the liquid density in the top section of the dialog. Accurate information about the density of the measurement liquid is a precondition for calculating volume.

- **Option 1** is the calculation of liquid density by measurement with a density standard plummet. To do this, choose the “measure” option, select a reference weight from the list (see “Generating the Databases”) re-entering reference weights) and enter the number of repeat measurements.
This type of liquid density measurement is carried out at the beginning of the measurement cycle.

In doing so, attention must be paid to the selection of substitution weights (see “Using Substitution Weights”).

The stated liquid density value relates to a reference standard temperature of 20°C and a reference standard pressure of 101325 Pa.

- **Option 2** is the direct entry of liquid density in the “density of liquid (nominal value)” field, after selecting the “enter” option. This option can be selected when you want to use other methods to calculate liquid density, e.g. digital density measuring instruments.

The density value entered must be corrected to a reference standard temperature of 20°C and a reference standard pressure of 101325 Pa.

Creating the “Measurement Program”

The measurement program defines the measurement sequence for the selected weights.



To add a measurement step, select the test weight and a suitable reference weight from the two drop-down boxes. The number of measurement cycles and the measurement mode (“ABBA” or “ABA BAB”) can then be adjusted (A: measurement with reference weight; B: measurement with test weight). By clicking the “add” button, this measurement step is transferred into the measurement program and appears in the overview.

When selecting the reference weights and test weights, care must be taken to ensure that the weight values (in coordination with the dead load to be introduced) lie within the weighing range of the comparator. In order to achieve the lowest possible measurement uncertainty, direct comparison of weights having weighing values as close as possible is recommended.

To delete a measurement step, highlight the desired step in the overview and remove by clicking the “delete” button. The entire measurement program can be deleted by means of the “delete program” button.

Execute Measurement

Before starting any measurement or series of measurements, appropriate thermostating and stabilization of all test specimens and plummets and the test liquid must be assured. Inadequate equalization impairs the result and increases measurement uncertainty.

After creating the measurement program, the routine can be started.

Measurement is initiated by clicking the “Start” button. If liquid density is measured, the calculated density is displayed in the corresponding output field after the measurement sequence has been completed.

Printing the Measurement Result

– With Direct Calculation of Liquid Density (Option 1)

If the liquid density is measured, the program suggests a dead load (dependent on the reference weight) after measurement has been initiated.



Following confirmation, the program prompts the placement of the substitution mass (sum of the selected substitution weights). The corresponding weights must now be placed on the comparator's balance pan and the prompt confirmed by mouse-click. Depending on the set number of desired liquid density measurements, it is necessary to remove and reposition the substitution weights several times. The program guides the user through this process.

When the liquid density has been calculated, the density value is displayed in the "density of liquid (nominal value)" field; after this, a new dead load is suggested (dependent on the weights). Following placement and confirmation, the volume is calculated independently in accordance with the specified measurement program. No further action is required from the user.

– Without Direct Calculation of Liquid Density (Option 2)

If the liquid density is not measured directly (input of density), the program suggests a dead load (dependent on the weights) after measurement has been initiated. Following placement and confirmation, the volume is calculated independently in accordance with the specified measurement program. No further action is required from the user.

During all the processes for calculating liquid density, the program automatically prompts the user to place or remove the corresponding substitution weight, or to introduce a dead load. The prompts must be acknowledged after the step has been completed. As soon as calculation of the volume of the test weights has begun, the automatic measurement program is executed independently and no further user action is required.

The step that the program is currently executing and the current measurement cycle are shown in the measurement program overview. The status display gives more accurate information about the task that the automatic machine is currently executing.

Measurement can be canceled by clicking the "Stop" button. However, the routine that is underway is completed first.

The measurement results and documentation are output in text format (.txt) under the designated file name (the names of the measurement files consist of the serial number and a time stamp and have the "txt" extension; see "'Setup' Dialog").

This text file can be read by the user and processed further in accordance with his needs (e.g. in MS Word or MS Excel).

The user must take account of measurement uncertainty in the determination of volume carried out. The parts of the measurement required to make this calculation can be taken from the measurement documentation (standard deviations).

Example:

Constants

isothermal compressibility liq.:	4.6E-10
thermal expansion coeff.liquid:	0.000209
volume thermal expansion weights:	5E-7
vol. thermal expansion subst.weights:	5E-7
estimated density of the liquid:	998
gravitational acc. near plummet:	9.8065

Correction values

TPCa1 channel A:	0
TPCa1 channel B:	0
WIKA:	0
EE07 temperature:	0
EE07 humidity:	0

Measurement parameters

Waittime1:	10
Waittime2:	1
Waittime3:	2
average single result:	3
average:	3
limit standard dev.:	0.001
wait for standstill:	yes
minimum rotation time:	10
continous density calculation	yes

test weight:	Si-1P
balanceindication in air:	0.49236419
air-density at dry-weighing:	1.2
balanceind. of ref.in air:	0
mass of ref. in air:	0

reference weight:	Si-2
mass:	0.49260376
volume:	211.50144
compressibility:	9.8E-12
expansion coefficient:	4.68E-6

mass of the substitution weight:	0.280037244
----------------------------------	-------------

Example:

Date of measurement 12/04/2007 12:23:42
filename: c:\Density\Messdaten\Si-1P_20070412_1223.txt

test weight: Si-1P
reference weight: Si-2

density	time	A1	B1	B2	A2	temp liq	temp	humidity	pressure
998.203	12:33:12	-0.000007	1.485303	1.485231	0.000032	19.979	22.72	39.3	99328.00

density of liquid: 998.2035

mass volume	density	A1	B1	B2	A2	temp Liq	temp	humidity	pressure	CouM_ A1	CouM_ B1	CouM_ B2	CouM_ A2
492.5440840	211.45721	2329.2849	-0.000007	-0.018573	-0.018276	0.000213	19.979	22.72	39.28	99327.2	3	3	3 3

Maintenance following Measurements

Thermostat

The filling level and quality of the tempering liquid must be checked on an ongoing basis (top up or replace, if necessary).

Measurement Cell and Measurement Liquid

The filling level and quality of the measurement liquid must be checked on an ongoing basis and topped up or replaced if necessary. The measurement liquid must be replaced if the density is no longer stable or if any impurities are present.

In this case, the measurement liquid must be extracted by suction (e.g. using a pump) and the measurement cell flushed out for cleaning purposes. The measurement cell can be cleaned with cleaning agents (solvents) that are suitable for the measurement liquid used.

The user is responsible for clarifying the compatibility of the measurement liquid and any cleaning agents.

Every precaution must be taken when cleaning to rule out any possibility of damage to the measurement cell and its equipment.

Reference Weights and Test Weights

After measurement has been completed, depending on the measurement liquid, all plummets must be removed from the measurement liquid to protect them from the effects of deposits or other elements, and suitably cleaned.

Specifications

Density uncertainty	1 kg/m ³
Volume uncertainty	0.0009 cm ³
Weight diameter	6...95 mm
Maximum sphere diameter	100 mm

Application:

Density determination of weights in accordance with OIML-R111 Method A Class E1	1 g...1 kg
---	------------

Comparator technical data:

Capacity	1030 g
Readability	0.01 mg
Repeatability*	s ≤ 40 µg
Typical repeatability*	s ≤ 20 µg
Weighing range, electronic	300 g
Tare range (subtractive)	1030 g
Linearity	0.1 mg
Sensitivity drift	1 ppm/ °C
Response time (typical)	10 s
Temperature range	15...30 °C
Max. temperature fluctuation	0.5°C/24 h
Relative humidity	40...70 %
Max. humidity fluctuation	2%/24 h

Optional density standards with certificate:

- 1 kg silicon sphere	YRD1000SIC
- Set of weights 1 g – 1 kg with certificate of density	YCS31-612-09
- Substitution weights with certificate of density	YCS51-611-02
Packing: 2 pallets	1200 × 800 × 1800
Net weight (total)	approx. 300 kg
Gross weight	approx. 350 kg

* Standard deviation at 1000 g, calculated with 6 ABA cycles at operating conditions in accordance with OIML R111 for an E1 mass laboratory.

Voltage:

Main circuit	230 VAC
Main control circuit	230 VAC

Incoming feed:

Max. allowable fuse	25 A
---------------------	------

All cables not labeled:

Main circuit	Yf 4.0 mm Ø black
Control circuit 230 VAC	Yf 1.0 mm ² Ø black
Control circuit 230 VAC	Yf 1.0 mm ² Ø black
Ground/earth cable	Green/yellow
Protection class	IP 54
Paint color	RAL 7035 texture
Cabinet dimensions	1400 × 600 × 500 (H × W × D)
Cabinet type	Rittal TS 8645500
Separation for transportation	None
Cable entry	Bottom/side

Verwendungszweck



Sartorius Volumenkomparator zur Bestimmung der Volumina von Festkörpern, insbesondere von Gewichten.

Merkmale


- Kalibrierung der Volumina von Körpern der Massen 1 g bis 1 kg nach dem Auftriebsverfahren
- Hochgenaue Differenzwägung in Flüssigkeit durch jeweils zugeordneten Substitutionsgewichte in Luft
- Kraftmessungen mit Massekomparator, Ablesbarkeit $d = 0,01 \text{ mg}$
- Vollautomatischer Messablauf für beliebige Bestückungen bis 1 kg
- Automatischer Lastwechsler mit 2×9
- Positionen in physikalisch getrennten Wägekammern für die Medien Luft und Flüssigkeit (z.B. Wasser)
- Geschlossene Wägekammer (U-Boot) in der Flüssigkeit ist mit Durchlässen für Lastwechsler, Sensoren, Waagschale und Beladevorrichtung ausgestattet
- Temperatur geregeltes Wasserbad, umspült vollständig das U-Boot
- 2 Temperaturfühler (PT100) im U-Boot mit Messbrücke, Ablesbarkeit $0,001 \text{ }^\circ\text{C}$
- Lastaufnehmer für Gewichtgruppen und Einzelgewichte beliebiger Form, sowie Dichtenormale und Dichtereferenzkugeln
- Weitere Sensoren für Lufttemperatur, relative Feuchte und Luftdruck sind integriert in Wägekammer für Luft
- Messapparatur und Steuerung in zwei getrennten Schränken mit Zugang zu allen Komponenten
- Industrie PC mit TFT-Monitor
- Software zur Steuerung, und Berechnung der Dichtewerte
- Steuerungsschrank mit Anschlüssen zur weiteren Vernetzung (USB, LAN)
- Thermisch isolierter und geschlossener Messschrank enthält das Wasserbad mit dem U-Boot und integriertem Lastwechsler, Lastwechsler für die Substitutionsgewichte in Luft, Sensoren in Luft und in Flüssigkeit, Antriebe für Hub- und Drehmechanismus, sowie eine Granitplatte für Komparator mit Durchführung zur Unterflurwägung

Inhalt

14	Verwendungszweck
15	Inhalt
16	Aufstellhinweise
16	Inbetriebnahme
17	Vorbereitung zur Messung
17	Thermostat
17	Messzelle und Messflüssigkeit
17	Einbringung und Thermostatisierung
17	Temperaturmessung
17	Kalibrierung der Sensoren
17	Beschreibung Messablauf
17	Grundsätzliches
17	Trockenwägung
17	Auswahl des Substitutionsgewichtes durch abschätzen
18	Dichtebestimmung
18	Volumenbestimmung
19	Programmoberfläche
19	„Karteireiter „Messung“
19	Anlage initialisieren
19	Eingabeschirm „Einstellungen“
20	Karteireiter „Beladung“
20	Erstellen der Datenbanken“
20	Eingabe erforderlich
21	Ändern der Daten
21	Verwenden von Substitutionsgewichten
21	Be- und entladen
21	Beladen
21	Entladen
21	Sonstige Funktionen
22	Messung
22	Anlage des „Liquid-Density Programms“
22	Anlage des „Measure Programms“
22	Messung durchführen
23	Ausgabe des Messergebnisses
24	Beispiel
24	Wartung nach Messungen
24	Thermostat
24	Messzelle und Messflüssigkeit
24	Referenzen und Prüfgewichte
25	Technische Daten

Zeichenerklärung

Folgende Symbole werden in dieser Anleitung verwendet:

- steht vor Handlungsanweisungen
- steht vor Handlungsanweisungen, die nur unter bestimmten Voraussetzungen ausgeführt werden sollen
- > beschreibt das, was nach einer ausgeführten Handlung geschieht
- steht vor einem Aufzählungspunkt
-  weist auf eine Gefahr hin

Konventionen für diese

Betriebsanleitung:



- Die Abbildungen in dieser Anleitung basieren auf dem Modell VL1005, VD1005. Bei den anderen Modellen können einige Anzeigedarstellungen und Protokolle von den Abbildungen etwas abweichen. Wo dies für den Betrieb von Bedeutung ist, werden die Unterschiede im Text erläutert.

Anwendungsberatung/Hotline



Telefon: 0551.308.4440

Telefax: 0551.308.4449

Aufstellhinweise

-  **Auspacken**
Das Gerät darf nur von geschultem Personal ausgepackt werden.
-  Die Komponenten des Dichteprüfstandes sind mit größter Vorsicht zu behandeln. Die Montagesicherungen erst nach der Aufstellung an seinen endgültigen Platz entfernen!
- Sowohl der Dichteprüfstand als auch der zugehörige Schaltschrank auf einen entsprechenden Tisch mit einer Mindestgröße von 1500 mm × 800 mm × 600 mm aufstellen. Der Abstand zwischen den beiden Komponenten sollte ca. 150 mm betragen. Der Dichteprüfstand ist mit vibrationsdämpfenden Gummifüßen ausgestattet und darf nicht geschoben werden. Der Thermostat ist aufgrund seiner systembedingten Vibrationen gesondert aufzustellen.
- **Transportbedingungen**
Bei der Übernahme von der Transportpedition darauf achten, dass die Schocksensoren und der Kippindikator nicht ausgelöst ist.

Inbetriebnahme

-  Das Gerät darf nur von geschultem Personal in Betrieb genommen werden.
-  Unsachgemäßer Umgang mit dieser Anlage und Nichtbeachten der hier angegebenen Warnhinweise, sowie unsachgemäße Eingriffe in die Sicherheitseinrichtung können zu Sachschaden, Körperverletzung oder im Extremfall zum Tod führen.

Vorbereitung zur Messung

Für eine bestmögliche Dichtebestimmung/Volumenbestimmung bitte sich mit den anerkannten Regeln der Masse- und Dichtebestimmungen vertraut machen. Verwendungsfehler (z.B. bei der Einbringung der Gewichtstücke) können meist vom System nicht korrigiert werden, da sie nicht erkannt werden. Eine Bewertung der Ergebnisse ist vom Anwender durchzuführen.

Thermostat

Das Thermostatbecken inklusive angeschlossenem Thermostaten mit Temperierflüssigkeit füllen (Inhalt ca. 100l). Zu verwenden ist eine farblose, nicht aggressive Flüssigkeit mit guter Wärmeleitfähigkeit (z.B. destilliertes Wasser mit einem Zusatz der eine chemische und biologische Veränderung des Wassers verhindert).

Die Füllstandshöhe wählen, sodass die Messzelle allseitig von Flüssigkeit umspült werden kann. Die Oberseite der Messzelle sollte ca. 15 mm von der Flüssigkeit bedeckt sein.

Messzelle und Messflüssigkeit

Die Messzelle mit einer Messflüssigkeit füllen (Inhalt ca. 20 l). Zu verwenden ist eine farblose, nicht aggressive Flüssigkeit mit hoher Stabilität der Dichte (z.B. Reinstwasser oder Kohlenwasserstoffverbindungen wie n-Dodekan oder n-Pentadekan). Für Umgebungsbedingungen sorgen, die eine Stabilität der Dichte der Messflüssigkeit ermöglichen.

Die Füllstandshöhe der Messflüssigkeit wählen, sodass nach Beladen der Gewichtstücke die Messzelle gänzlich gefüllt ist, d.h. die Flüssigkeitsoberfläche befindet sich im Bereich der Versorgungsöffnung.

Einbringung und Thermostatisierung

Die Qualität der Dichtebestimmung ist abhängig von der Stabilität der Temperatur, Oberflächenqualität und -beschaffenheit der Senkkörper (Gewichte), Benetzung der Senkkörper, Sauberkeit, anhaften von Luftbläschen oder Verunreinigungen etc. Auf diese Probleme achten, bei der Einbringung und Entladung der jeweiligen Gewichte.

Temperaturmessung

Ein Maß für die Thermostatisierung (ausreichender Angleich von Gewichten und Flüssigkeit) ist Temperaturdifferenz zwischen den beiden Temperatursensoren.

Die Positionierung der Temperatursensoren erfolgt diagonal (d.h. der Erste wird möglichst im unterem Bereich der Messzelle, der Zweite möglichst oben positioniert).

Kalibrierung der Sensoren

Sämtliche Sensoren mindestens alle 2 Jahre entsprechend kalibrieren (Lufttemperatur, Luftfeuchte, Luftdruck, und beide Platin- Widerstands-Thermometer).

Bei der Flüssigkeitstemperaturmessung empfiehlt es sich Referenzmessungen (jährlich) an einem Fixpunkt der IST 90 z.B. Tripelpunkt Wasser oder Gallium-Fixpunkt durchzuführen. Die Korrekturwerte können direkt in den Einstellungen eingegeben werden (siehe „Eingabeschirm ,Einstellungen“).

Beschreibung Messablauf

Grundsätzlich erfolgt die Volumenbestimmung von Gewichtstücken in zwei Schritten:

- **1)** Bestimmung der Dichte der Prüfflüssigkeit (Trägerflüssigkeit) mit einem Referenznormal bekannter Masse und bekanntem Volumen. Dazu werden die Wägewerte des Waagengehänge leer plus Substitutionsgewicht mit den Wägewerten des Waagengehänge plus Dichtereferenz verglichen. Der Vergleich erfolgt halbautomatisch. Die Anwesenheit der Anwenders ist erforderlich.
- **2)** Bestimmung des Volumens eines Prüfgewichtstückes durch direkten Vergleich mit einem Referenznormal bekannter Masse und bekanntem Volumen. Dazu werden die Wägewerte des Waagengehänge plus Referenzgewicht mit den Wägewerten des Waagengehänge plus Dichtereferenz verglichen. Der Vergleich erfolgt vollautomatisch. Die Anwesenheit der Anwenders ist nicht erforderlich.

Bei der Vorbereitung ist darauf zu achten, dass die Auftriebskraft des Prüflings in etwa gleich groß ist, wie die Auftriebskraft des Normals (erzielen bestes Ergebnis mit geringster Messunsicherheit). Es ist aber auch möglich unter Ausnützung des Wägebereiches der Komparatorwaage (300 g) Gewichte und Normale zu vergleichen, deren Auftriebskräfte bis zu 300 g differieren.

Ablauf

Trockenwägung

Bestimmung der Wägewerte der Prüfgewichte (W_{IL}) in Vergleich mit Referenzgewichten in Luft (W_{RL}) bei Umgebungsbedingungen (t_{IL} , rH_{IL} , p_{IL})

Die Ergebnisse dieser Wägewertsbestimmungen und deren Umgebungsparameter in das Programm (Datenbank) eingeben.

Mit direkter Flüssigkeitsdichtebestimmung (Option 1):

Auswahl des Substitutionsgewichtes

Bei dem Volumenkomparator kompensieren Substitutionsgewichte die Gewichtsunterschiede der unterschiedlichen Wägewertsbestimmungen verschiedener Massen und machen sie komparatorauglich. Die Verwendung von Substitutionsgewichten ist notwendig, wenn bei der Dichtebestimmung die erreichbaren Wägewerte des leeren Waagengehanges einerseits und der Flüssigkeitsreferenz andererseits nicht im Wägebereich der Komparatorwaage liegen.

Die Auswahl der Substitutionsgewichte erfolgt nach der abgeschätzten Auftriebskraft der eingetauchten Flüssigkeitsreferenz (siehe „Sonstige Funktionen“):

Dabei ergibt sich bei der Dichtebestimmung der Prüfflüssigkeit ein ungefähres Maß für die Masse (m_{Sub}) des Substitutionsgewichtes bei Wägung einer Siliziumkugel als Dichtereferenz (Dichte ca. 2329 kg/m³; Masse [mK]) in Wasser (Dichte ca. 998 kg/m³):

$$m_{Sub} = m_K \cdot 0,4285$$

Volumenbestimmung

Die Gesamtlast wählen, so dass der Wägebereich der Waage (zwischen 850 g und 1150 kg) erreicht oder eingehalten wird. Dies geschieht durch Aufbringen einer entsprechenden Totlast, (wird beim Start der Messung vorgeschlagen), die während der gesamten Messreihe unverändert auf der Waagschale der Waage verbleibt.

Dichtebestimmung:

Eine Messserie zur Flüssigkeitsdichtebestimmung besteht aus einer Wägewertsbestimmung des leeren Waagengehanges mit dem Substitutionsgewicht (Gesamtsumme eventueller Einzelgewichte) (A) und der Wägewertsbestimmung der Flüssigkeitsreferenz im Waagengehänge (B). Der Messmodus ist dabei ABBA.

Das Aufbringen des Substitutionsgewichtes erfolgt nach Programmvorgabe.

Die Dichte der Messflüssigkeit ergibt sich aus:

- den Vorgabewerten (Masse und Volumen der Flüssigkeitsreferenz)
- Masse und Volumen des Substitutionsgewicht
- den beiden Wägewerten
- Mittelwerte (A und B)
- Umgebungsbedingungen (Luftdichte)

Die Ausweisung der Flüssigkeitsdichte erfolgt bei Bezugstemperatur (20°C) und Bezugsdruck 101325Pa.

Wird die Flüssigkeitsdichte vor der Volumenbestimmung gemessen, so sind die Aufforderungen des Programms:

- a) Das Substitutionsgewicht auf die Waage aufbringen und bestätigen;
Das Gehänge mit dem Substitutionsgewicht wird automatisch leer gewogen, tariert und der Wägewert $WG_{1,1}$ bestimmt.
- b) Das Substitutionsgewicht entfernen und bestätigen:
Zweimalige Bestimmung der Wägewertes der Dichtereferenz (Si Kugel K) auf Gehänge: WK_{F1} , und WK_{F2}
- c) Das Substitutionsgewicht erneut auf die Waage aufbringen und bestätigen; Bestimmung von Wägewert wie a) $WG_{1,2}$

Dieser Ablauf wird entsprechend der Vorgabe n-Mal pro Gewicht wiederholt.

- **Ohne direkter Flüssigkeitsdichtebestimmung (Option 2):**
Eingabe der Flüssigkeitsdichte: siehe Seite 22

Volumenbestimmung

Die Gesamtlast wählen, so dass der Wägebereich der Waage (zwischen 850 g und 1150 kg) erreicht oder eingehalten wird. Dies geschieht nach Vorschlag des Programms durch Aufbringen einer entsprechenden Totlast, die während der gesamten Messreihe unverändert auf der Waagschale der Waage verbleibt.

Nach erfolgter Bestätigung erfolgt die weitere Messung automatisch:

Wurde der Messmodus ABBA gewählt, erfolgt der Messablauf:

- a) (A) Messung Referenz in Flüssigkeit W_{RF1}
- b) (B) Messung Testgew. in Flüssigkeit W_{tF1}
- c) (B) Messung Testgew. in Flüssigkeit W_{tF2}
- d) (A) Messung Referenz in Flüssigkeit W_{RF2}

Dieser Ablauf wird entsprechend der Vorgabe n-Mal pro Gewicht wiederholt.

Wurde der Messmodus ABA gewählt, erfolgt der Messablauf:

- a) (A) Messung Referenz in Flüssigkeit W_{RF1}
- b) (B) Messung Testgew. in Flüssigkeit W_{tF1}
- c) (A) Messung Referenz in Flüssigkeit W_{RF2}
- b) (B) Messung Testgew. in Flüssigkeit W_{tF2}
- c) (A) Messung Referenz in Flüssigkeit W_{RF3}
- b) (B) Messung Testgew. in Flüssigkeit W_{tF3}

Dieser Ablauf wird entsprechend der Vorgabe n-Mal pro Gewicht wiederholt.

Die Auswertung erfolgt nach ABA und BAB.

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt nach OIML R 111.

Ausgabe der Ergebnisse: Volumen und Masse der Prüfgewichte.

Programmoberfläche

Nach dem Start des Programms ist zunächst der Karteireiter „measure“ aktiv.



Feld für Fehleranzeige

Feld für Messstatusanzeige

Im unteren Bereich des Schirmes sind mögliche Fehlermeldungen und die Statusanzeige zu sehen. Die Fehleranzeige ist im Normalbetrieb immer leer. In der Statusanzeige ist während der Messung der gerade aktive Messschritt ersichtlich. Die Anzeige „lifting moter“ zeigt die Hubposition der Magazine an (unten (Waagenposition), mitte (Beladeposition) und oben (Drehposition der Magazine). Die Anzeige „magazine place“ zeigt die aktuelle Position der einzelnen Magazinplätze an: Position des Magazinplatzes bei Beladestation (Position des Magazinplatzes bei Waagengehänge).

Ferner wird in der Messstatusanzeige der momentane Arbeitsschritt angezeigt: (z.B. „fahre auf Position 5“; „Gewicht auflagen“;...)

Durch Drücken der Taste „Close“ kann das Programm beendet werden. Diese Taste ist deaktiviert; während eine Messung läuft. Zum Beenden muss daher vorher die Messung abgebrochen (Stopp) werden.

Karteireiter „Messung“

Anlage initialisieren

Nach den Starten des Programmes, oder nach einer Fehlerbehebung muss, bevor der Automat gesteuert werden kann, eine Initialisierung durchgeführt werden. Dieser Vorgang wird durch Drücken der Taste „initialize“ ausgelöst. Der Wechsler wird dann in seine obere Position gebracht und positioniert den Magazinplatz 1 auf die Beladestation. Erst im Anschluss daran können Belade-, Entlade-, oder Messvorgänge gestartet werden.

Vor einer Messung sollten auch die Einstellungen kontrolliert werden. Durch Drücken der Taste „setup“ wird der entsprechende Eingabeschirm geöffnet (siehe „Eingabeschirm ‚Einstellungen‘“).

Im Block „measure results“ werden die Messwerte der externen Sensoren angezeigt.

- Dies sind
 - Anzeige des Komparators
 - Anzeige der Temperatur- und Feuchtemesswerte des Sensors EplusE 07
 - Anzeige des Druckmesswertes des Sensors WIKA D-10-P
 - Anzeige der beiden Temperaturmesswerte der Messbrücke

Eingabeschirm „Einstellungen“



Hier können alle benötigten Einstellungen getroffen werden. Im ersten Block werden die Konstanten definiert, die für die Auswertung der Messung nötig sind. Dabei handelt es sich um Werte der thermische Ausdehnung und der Kompressibilität der Referenzgewichtstücke und von Gewichtstücken (Substitution- und Prüfgewichte) sowie Normfallbeschleunigung und geschätzte Flüssigkeitsdichte.

Im zweiten Block „Korrekturen“ können additive Korrekturfaktoren für alle externen Sensoren eingegeben werden. Diese werden in der Berechnung berücksichtigt.

Der Messablauf kann über die „Messparameter“ im dritten Block verändert werden.

Diese Zeit- und Vorgabewerte der Anzahl von Messungen sind messplatzabhängig und werden durch die Aufstell- und Messbedingungen der Anlage bestimmt. Sehr gute Aufstellbedingungen (sehr ruhige, Umgebung, gute Thermostatisierung, stabile umgebungsbedingungen,..) erlauben kurze Wartezeiten (Angleichzeiten) und wenige Einzelmessungen; nicht optimale Aufstell- und Messbedingungen erfordern längere Wartezeiten und mehrere Einzelmessungen. Eine Optimierung ist durch den Anwender auf seine Vorgaben und Anforderungen vorzunehmen.

- Wartezeit 1: Angleichzeit nach Aufsetzen der Gewichtestücke
- Wartezeit 2: Angleichzeit nach Erreichung der Stillstandsanzeige
- Wartezeit 3: Wartezeit zwischen den Einzelmessungen
- „Average single result“: Anzahl der Mittelung der Komparatorsignale (Messsignale) zur Erlangung eines internen Messwertes (Komparator liefert 2 Signale/sec)

- „average“:
Anzahl der erforderlichen internen Messwerte zur Mittelung Einzel-, Messergebnis (Ergebnis der einzelnen Wägung)
- Optional kann die Beachtung der Stillstandsanzeige des Komparators berücksichtigt werden oder nicht (ist das Häkchen gesetzt wird die Stillstandsanzeige berücksichtigt).
- Zum Ausgleich der unterschiedlichen Bewegungszeiten der Magazinplätze zwischen den Wägungen kann eine Mindestzeit zwischen den Aufsetzzyklen in Sekunden eingegeben werden.

Der Datenpfad definiert den Pfad, wo die Messdateien für jedes Gewicht gespeichert werden.

Die Namen der Messdateien bestehen aus Seriennummer und einem Zeitstempel und haben die Erweiterung txt.

Karteireiter „Beladung“



Auf diesem Karteireiter kann die Eingabe der Referenzgewichte oder Referenznormalestücke, der Substitutionsgewichte und der Prüfgewichtstücke, sowie die Be- und Entladung der Gewichtsstücke gesteuert werden.

Erstellen der Datenbanken

Durch Betätigen der entsprechenden Buttons können die Eingabemasken für die Referenzgewichte (Referenz Normale) (reference weights), Substitutionsgewichte (substitutions weights) und den Testgewichtstücken (test weights) geöffnet werden.

Mit „new“ kann man ein neues Stück eingeben; mit „delete“ ein markiertes Stück aus den Datensatz löschen.



Eingabe erforderlich

- Referenzgewichte (Referenz Normale): Identifikation, die Masse, das Volumen bei Normalbedingungen (20°C; 101325 Pa); Thermischer Ausdehnungskoeffizient und Kompressibilität
- Substitutionsgewichte: Identifikation, die Masse, das Volumen bei Normalbedingungen (20°C ; 101325 Pa);
- Prüfgewichte: Identifikation, entweder:
 - konventioneller Wägewert, Luftdichte (oder Faktoren) bei Wägewertsbestimmung der Trockenwägung des Prüfgewichtes, und Wägewert und Masse des Referenzgewichtes null setzen, oder
 - Wägewert des Prüfgewichtes, Luftdichte (oder Faktoren) bei Wägewertsbestimmung der Trockenwägung des Prüfgewichtes, und Wägewert und Masse des Referenzgewichtes bei der Trockenwägung

Die Seriennummer eines Gewichtes ist ein beliebiger Text der zur Erkennung des Gewichtes vergeben wird. Diese Seriennummer findet sich bei den Prüfgewichten auch im Dateinamen des Ergebnisses wieder. Gewisse Sonderzeichen die in einem Dateinamen nicht vorkommen dürfen, können hier nicht verwendet werden. Abhängig vom Gewichtstyp müssen dann unterschiedliche Werte eingegeben werden.

Bei den Prüfgewichten findet sich eine Reihe von weiteren Eingabefeldern die dem Anwender zusätzlich Möglichkeiten geben zur Beschreibung seiner Messung. Diese Einträge stellen nur Text dar und werden im Ausgabeprotokoll angeführt

Die Luftdichte direkt eingegeben, wenn sie bekannt ist. Ansonsten kann man über die nebenliegende Taste „die Luftdichte aus Temperatur, relativer Feuchte und Luftdruck“ berechnen lassen.

Ändern der Daten

Die Auswahl der Gewichte erfolgt über das jeweilige „Drop Down Feld“. Nach Auswahl können alle Daten verändert werden und mit „save „ gespeichert bzw übernommen werden. Geschlossen werden die Masken über „X“.

Verwenden von Substitutionsgewichten

Bei der Dichtebestimmung der Flüssigkeitsdichte wird es in den meisten Fällen notwendig sein, Substitutionsgewichte zum Ausgleich des Wägewertsunterschied zwischen leerem Waagenhänge und dem Dichtereferenz zu verwenden.

Der Wert des Substitutionsgewichtes entspricht dabei dem Wägewert des Dichtereferenz in der Messflüssigkeit. Dieser Wert kann leicht empirisch ermittelt werden, indem man die Referenz manuell auf den Komparator platziert (siehe Button „weight on balance“).

Die Auswahl der Substitutionsgewichte (eine Summe) erfolgt durch Setzen der Option „yes“ bei den entsprechenden markierten Gewichtstücken in der Maske „Substitutionsgewichte“ Änderungen der Auswahl mit „save“ übernehmen.



Be- und entladen

Beladen



Um ein Gewicht (Referenz oder Prüfgewicht) einzuladen, müssen dazu erst dessen Vorgabewerte eingegeben werden (siehe „Erstellen der Datenbanken“).

Anschließend wird ein freier Platz aus der Magazinübersicht ausgewählt. Dazu mit der Maus in die Übersicht klicken, wodurch die gewählte Zeile blau hinterlegt erscheint.

Ein Magazinplatz, der so genannte Leerplatz (free magazine), muss jedoch immer frei bleiben. Bei einem Flüssigkeitsreferenzgewicht das über 200 cm³ groß ist, müssen zusätzlich auch dessen Nachbarmagazine frei bleiben, um Kollisionen bei der Beladung zu vermeiden.

Nach Auswahl des Magazins wird der Beladevorgang durch Drücken der Taste „Beladen“ gestartet. Das gewünschte Referenz- oder Prüfgewicht mit der PC-Maus blau markieren und bestätigen.

Das Programm fährt dann das gewünschte Magazin selbstständig an. Nachdem der Benutzer dazu aufgefordert wird, kann das Gewicht mit dem Lift beladen werden. Nach der Bestätigung durch den Benutzer erscheint das Gewicht dann in der Übersicht. (Den Anweisungen des Programms folgen und nach Aufforderung die Erfüllung bestätigen).

- △ Bei der Beladung durch den Anwender darauf achten, dass etwaige Einflüsse durch anhaftende Luftbläschen, schlechte Benetzung, Verunreinigungen, Reste von Lösungsmittel oder dergleichen, ausgeschlossen werden. Eine Betätigung des Gewichtelift zur Beladung/Entladung ist nur nach Aufforderung durch das Programm (in der Position Ladestation) möglich und zulässig. Eine unsachgemäße Betätigung des Gewichteliftes führt zu Schäden an den Magazinen.

Entladen

Zunächst das Gewicht in der Magazinübersicht markieren, das man entladen will. Dazu klickt man mit der Maus in die Übersicht, wodurch die gewählte Zeile blau hinterlegt erscheint. Der Entladevorgang wird durch Drücken der Taste „Entladen“ gestartet.

Nachdem der Benutzer dazu aufgefordert wird, kann das Gewicht mit dem Lift entladen werden.

- △ ACHTUNG!
Der Lift muss nach dem Entladen immer in der unteren Position verbleiben!
(Den Anweisungen des Programms folgen und nach Aufforderung die Erfüllung bestätigen).

Sonstige Funktionen

- „weight on balance“
Manchmal kann es gewollt sein, ein Gewicht zur Anzeige des momentanen Wägewertes auf den Komparator aufzulegen. Zum Beispiel um zu überprüfen, ob man mit inklusive der vorgeschlagenen Totlasten im Wägebereich der Waage liegt, oder zum Abstimmen der Substitutionsgewichte. Dazu in der Magazinübersicht das gewünschte Gewicht markieren und die Taste „weight on balance“ drücken. Das Gewicht wird dann auf den Komparator aufgelegt und nach Bestätigung durch den Benutzer wieder abgehoben.

In der Magazinübersicht wird von den Gewichten nur der Typ und die Seriennummer angezeigt. Möchte man die restlichen Eigenschaften der beladenen Gewichte sehen, muss man in die entsprechende Maske (siehe „Erstellen der Datenbanken“ oder „Ändern der Daten“) einsehen. Dort können Vorgabewerte auch geändert werden.

- „weight to loading station“
Manchmal kann es gewollt sein, auf ein Gewicht zuzugreifen ohne es zu Entladen und anschließend wieder zu beladen. Zum Beispiel ein Gewicht zu zentrieren, anhaftende Luftbläschen zu entfernen oder dergleichen.
Dazu in der Magazinübersicht das gewünschte Gewicht markieren und die Taste „weight to loading station“ drücken.
Das Gewicht wird dann auf die Einlagerungsstation gebracht und nach Bestätigung durch den Benutzer wieder abgehoben. In Position der Einlagerungsstation kann der Lift zu Bewegung des Gewichtstückes bedient werden. Dadurch kann das Gewichtstück bewegt und angehoben werden. Nach Beendigung ist der Lift in jedem Fall in die unteren Position zu bringen. Erst danach die Ausführung im Programm bestätigen.

△ Eine falsche Bedienung kann zu Schäden führen.

Messung

Anlage des „Liquid-density programs“

Im oberen Bereich der Maske befinden sich zwei Optionen zur Erlangung der Flüssigkeitsdichte. Eine genaue Kenntnis der Dichte der Messflüssigkeit ist Bedingung zur Volumenbestimmung.

- **Option 1** ist die Bestimmung der Flüssigkeitsdichte einer Messung mit einem Dichte-Normalenkkörper. Dazu Option „measure“ wählen.
Ein Referenz Normal aus der Liste auswählen (Eingabe siehe „Erstellen der Datenbanken“) und die Anzahl der Wiederholungsmessungen eintragen.

Eine derartige Dichtebestimmung der Flüssigkeit wird am Beginn eines Messzyklusses durchgeführt.

Dabei ist die Auswahl von Substitutionsgewichten zu beachten (siehe „Verwenden von Substitutionsgewichten“).

Der angegebene Wert der Flüssigkeitsdichte bezieht sich auf eine Bezugs-Normaltemperatur von 20°C und eine Bezugs-Normaldruck von 101325 Pa.
- **Option 2** ist die direkte Eingabe der Flüssigkeitsdichte in das Feld „density of liquid (nominal value)“ nach Auswahl der Option „enter“. Diese Möglichkeit kann gewählt werden, wenn andere Möglichkeiten der Flüssigkeitsdichtebestimmung genutzt werden möchten; z.B. Dichtebestimmung mit einem digitalen Dichtemessgerät (DMA).

Der eingegebene Wert der Flüssigkeitsdichte muss auf eine Bezugs-Normaltemperatur von 20°C und eine Bezugs-Normaldruck von 101325 Pa korrigiert sein.

Anlage des „measure program“

Das Messprogramm definiert den Ablauf für Messungen der gewählten Gewichte.



Um einen Messschritt hinzuzufügen wird aus den beiden Drop-Down-Boxen das Prüfgewicht (test weight) und ein entsprechendes Referenzgewicht (ref. Weight) ausgewählt. Anschließend kann noch die Anzahl der Messzyklen adaptiert werden, und die Messmodalität („ABBA“ oder „ABA BAB“/A: Messung mit Normalgewicht; B: Messung mit Prüfgewicht). Durch Drücken der Taste „add“ wird dieser Messschritt ins Messprogramm übernommen und erscheint in der Übersicht.

Bei der Auswahl der Referenzgewichte und der Prüfgewichte ist darauf zu achten, dass die Wägewerte (in Abstimmung mit der aufzubringenden Totlast) innerhalb des Wägebereiches des Komparators liegen. Um kleinstmögliche Messunsicherheit zu erlangen ist ein Direktvergleich von Gewichten mit möglichst gleichen Wägewerten vorzuziehen.

Um einen Messschritt zu löschen, wird der gewünschte Schritt in der Übersicht markiert und durch Drücken der Taste „delete“ entfernt. Das Löschen des ganzen Messprogramm ist mit der entsprechenden Taste „delete program“ möglich.

Messung durchführen

Vor jedem Start einer Messung oder einer Messserie ist eine entsprechende Thermostatisierung und Stabilisierung sämtlicher Prüf- und Senkkörper sowie der Prüfflüssigkeit sicherzustellen. Ein unzureichender Angleich verschlechtert das Ergebnis und erhöht die Messunsicherheit.

Nach Anlegen des gesamten Messprogramm kann die Routine gestartet werden.

Die Messung über die Taste „Start“ beginnen.

Falls die Flüssigkeitsdichte gemessen wird, wird nach Ablauf dieser Messungen die berechnete Dichte im entsprechenden Ausgabefeld angezeigt.

Ausgabe des Messergebnisses

- **Mit direkter Flüssigkeitsdichtebestimmung (Option 1)**
Nach Start der Messungen wird eine von der Referenz abhängige Totlast vom Programm vorgeschlagen, wenn die Flüssigkeitsdichte gemessen wird.



Nach Bestätigen wird Aufbringen der Substitutionsmasse (Summe der ausgewählten Substitutionsgewichten) vom Programm verlangt. Die entsprechenden Gewichtstücke auf die Waagenschale des Komparators platzieren und die Aufforderung durch Mausclick bestätigen. Je nach eingestellter Anzahl der gewünschten Flüssigkeitsdichtemessungen ist es notwendig weitere Male die Substitutionsgewichte zu entfernen und wieder zu platzieren. Der Anwender wird dabei durch das Programm geführt.

Ist die Flüssigkeitsdichtebestimmung beendet, wird der Dichtewert im Feld „density of liquid (nominal value)“ angezeigt. Danach wird eine neue von den Gewichten abhängige Totlast vorgeschlagen. Nach Aufbringen und Bestätigen erfolgt selbstständig die Volumenbestimmung laut vorgegebenem Messprogramm. Eine weitere Bedienung durch den Anwender ist nicht mehr notwendig.

- **Ohne direkte Flüssigkeitsdichtebestimmung (Option 2)**
Wenn die Flüssigkeitsdichte nicht direkt gemessen wird. Nach Start der Messungen wird eine von den Gewichten abhängige Totlast vom Programm vorgeschlagen (Eingabe der Dichte). Nach Aufbringen und Bestätigen erfolgt selbstständig die Volumenbestimmung laut vorgegebenem Messprogramm. Eine weitere Bedienung durch den Anwender ist nicht mehr notwendig.

Während aller Abläufe der Flüssigkeitsdichtebestimmung wird man vom Programm automatisch dazu aufgefordert das entsprechende Substitutionsgewicht aufzulegen, zu entfernen oder eine Totlast aufzubringen. Die Aufforderungen sind nach getaner Arbeit zu quittieren. Sobald die Volumenbestimmung der Prüfgewichte begonnen wurde, arbeitet der Automat das Messprogramm selbstständig ab.

In der Übersicht des Messprogrammes ist ersichtlich bei welchem Schritt und bei welchem Messzyklus sich das Programm befindet. Die Statusanzeige gibt genaueren Aufschluss, welche Aufgabe der Automat gerade durchführt.

Die Messung kann mit der Taste „Stopp“ unterbrochen werden. Es wird jedoch der noch laufende Zyklus voll durchgeführt.

Die Ausgabe der Messergebnisse und der Dokumentation der Messung erfolgt im Textformat (.txt) unter der angegebenen Datei. Die Namen der Messdateien bestehen aus Seriennummer und einem Zeitstempel und haben die Erweiterung txt. (siehe „Eingabeschirm „Einstellungen““).

Diese Textdatei kann vom Anwender ausgelesen werden und nach seinen Vorstellungen weiter bearbeitet werden (z.B. in MS Word oder MS Excel).

Die Betrachtung der Messunsicherheit der durchgeführten Volumenbestimmung ist durch den Anwender vorzunehmen. Die zur Berechnung notwendigen Anteile der Messung sind der Messdokumentation zu entnehmen (Standardabweichungen).

Beispiel:

Constants

isothermal compressibility liq.:	4.6E-10
thermal expansion coeff.liquid:	0.000209
volume thermal expansion weights:	5E-7
vol. thermal expansion subst.weights:	5E-7
estimated density of the liquid:	998
gravitational acc. near sinker:	9.8065

Correction values

TPCal channel A:	0
TPCal channel B:	0
WKA:	0
EE07 temperature:	0
EE07 humidity:	0

Measurement parameters

Waittime1:	10
Waittime2:	1
Waittime3:	2
average single result:	3
average:	3
limit standard dev.:	0.001
wait for standstill:	yes
minimum rotation time:	10
continous density calculation	yes

test weight:	Si-1P
balanceindication in air:	0.49236419
air-density at dry-weighing:	1.2
balanceind. of ref.in air:	0
mass of ref. in air:	0

reference weight:	Si-2
mass:	0.49260376
volume:	211.50144
compressibility:	9.8E-12
expansion coefficient:	4.68E-6

mass of the substitution weight:	0.280037244
----------------------------------	-------------

Beispiel:

Date of measurement 12/04/2007 12:23:42
filename: c:\Density\Messdaten\Si-1P_20070412_1223.txt

test weight: Si-1P
reference weight: Si-2

density	time	A1	B1	B2	A2	temp liq	temp	humidity	pressure
998.203	12:33:12	-0.000007	1.485303	1.485231	0.000032	19.979	22.72	39.3	99328.00

density of liquid: 998.2035

mass volume	density	A1	B1	B2	A2	temp Liq	temp	humidity	pressure	CouM_ A1	CouM_ B1	CouM_ B2	CouM_ A2
492.5440840	211.45721	2329.2849	-0.000007	-0.018573	-0.018276	0.000213	19.979	22.72	39.28	99327.2	3	3	3 3

Wartung nach Messungen

Thermostat

Füllstandshöhe und Qualität der Temperierflüssigkeit laufend kontrollieren, ggf. auffüllen oder austauschen.

Messzelle und Messflüssigkeit

Füllstandshöhe und Qualität der Messflüssigkeit laufend kontrollieren, auffüllen oder austauschen. Auszutauschen ist die Messflüssigkeit in dem Fall, dass die Stabilität der Dichte nicht mehr entspricht oder bei jeglichen Verunreinigungen.

In diesem Fall die Messflüssigkeit absaugen (z.B. mit einer Pumpe) und die Messzelle kann zur Reinigung gespült werden.

Zur Reinigung der Messzelle können je nach verwendeter Messflüssigkeit entsprechende Reinigungsmittel (Lösungsmittel) verwendet werden.

Eine Verträglichkeit der Messflüssigkeit und etwaiger Reiniger ist vom Anwender abzuklären.

Bei der Reinigung jede Beschädigung der Messzelle und seiner Vorrichtungen ausschließen.

Referenzen und Prüfgewichte

Nach erfolgten Messungen sollten alle Senkkörper (abhängig von der Messflüssigkeit) aus Schutz vor Ablagerungen oder anderwärtige Veränderungen aus der Messflüssigkeit genommen und entsprechend gereinigt werden.

Technische Daten

Dichteunsicherheit	1 kg/m ³
Volumenunsicherheit	0,0009 cm ³
Gewichtsdurchmesser	6...95 mm
Maximaler Kugeldurchmesser	100 mm

Anwendung:

Dichtebestimmung von Gewichten gemäß OIML-R111, Klasse E1	1 g...1 kg
---	------------

Daten des Komparators:

Höchstlast	1030 g
Ablesbarkeit	0,01 mg
Wiederholbarkeit*	s ≤ 40 µg
Typische Wiederholbarkeit*	s ≤ 20 µg
Wägebereich, elektronisch	300 g
Tarierbereich (subtraktiv)	1030 g
Linearität	0.1 mg
Empfindlichkeitsdrift	1 ppm/°C
Messzeit (typisch)	10 s
Temperaturbereich	15...30 °C
Max. Temperaturschwankung	0,5°C/24 h
Rel. Feuchte	40...70 %
Max. Feuchtschwankung	2%/24 h

Optionale Dichtenormale mit Zertifikat:

- 1 kg Siliziumkugel	YRD1000SIC
- Gewichtssatz 1 g - 1 kg mit Dichtezertifikat	YCS31-612-09
- Substitutionsgewichtssatz mit DKD Zertifikat	YCS51-611-02
Verpackung: 2 Paletten	1200 × 800 × 1800
Nettogewicht (gesamt)	ca. 300 kg
Bruttogewicht	ca. 350kg

* Standardabweichung bei 1000 g, ermittelt mit 6 ABA Zyklen bei Betriebsbedingungen nach OIML R111 für ein E1-Masselabor.
Aufstellung und Installation nur durch unsere Spezialisten für Komparatorwaagen.

Netzspannung:

Hauptstromkreis	230 VAC
Hauptsteuerstromkreis	230 VAC

Anspeisung:

Max. zul. Vorsicherung	25 A
------------------------	------

Alle nicht bez. Leitungen:

Hauptstromkreis	Yf 4.0 mm Ø schwarz
Steuerstromkreis 230 VAC	Yf 1.0 mm ² Ø schwarz
Steuerstromkreis 230 VAC	Yf 1.0 mm ² Ø schwarz
PE-Leiter	grün/gelb
Schutzart	IP 54
Lackierung	RAL 7035 Struktur
Schrankabmaße	1400 × 600 × 500 (H × B × T)
Schrankfelder	Rittal TS 8645500
Transportteilung	keine
Kabeleinführung	unten/seitlich

Sartorius AG
Weender Landstrasse 94-108
37075 Goettingen, Germany

Phone +49.551.308.0
Fax +49.551.308.3289
www.sartorius-mechatronics.com

Copyright by Sartorius AG,
Goettingen, Germany.
All rights reserved. No part
of this publication may
be reprinted or translated in
any form or by any means
without the prior written
permission of Sartorius AG.
The status of the information,
specifications and illustrations
in this manual is indicated
by the date given below.
Sartorius AG reserves the
right to make changes to
the technology, features,
specifications and design of
the equipment without notice.

Status:
April 2007, Sartorius AG,
Göttingen