

Langfassung des Leistungsverzeichnisses

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
1.	Lehrsystem Wärmepumpe mit Solarthermie und Photovoltaik mit digitaler Messwerterfassung	Lehrsystem Wärmepumpe mit Solarthermie und Photovoltaik mit hydraulischer Umschaltung Heizen/Kühlen, mit Digitaler Messwerterfassung, Visualisierung und Auswertung. Das Lehrsystem besteht aus sechs einzelnen, jeweils mobilen Schulungsständen: ▪ Schulungsstand 1: als Wärmequelle für Erdwärme oder als Wärmesenke für Fußbodenheizung ▪ Schulungsstand 2: Gebläsekonvektor, als Wärmequelle oder als Wärmesenke ▪ Schulungsstand 3: Solarthermie-Flachkollektor ▪ Schulungsstand 4: Koppelbauteil, mit Hydraulikweiche, Plattenwärmetauscher und mit Pufferspeicher ▪ Schulungsstand 5: Wärmepumpe, mit hydraulischer Umschaltung Heizen/Kühlen ▪ Schulungsstand 6: mit Hybrid-Kollektor, mit Photovoltaik und Solarthermie sowie einer Digitalen Messwerterfassung mit Präzisionsmessgeräten, Sensoren und Notebook, aus zwei Spülpumpen zum Befüllen des hydraulischen Systems sowie Frostschutzmittel und Versuchsanleitung. Über Rohrleitungen mit Überwurfmuttern ohne zusätzliches Werkzeug können alle Schulungsstände in unterschiedlichen Kombinationen miteinander hydraulisch verbunden werden. Es gibt magnetische Bezeichnungstafeln mit den Bezeichnungen aller wesentlicher Komponenten des Lehrsystems zu jedem Schulungsstand. Die Bezeichnungstafeln werden auf Trägerplatten befestigt, diese sind bei den jeweiligen Komponenten angebracht. Je nach Lernsituation können die magnetischen Bezeichnungstafeln auf den Trägerplatten angebracht und abgenommen werden.

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
1.1	Schulungsstand 1 <i>als Wärmequelle für Erdwärme oder als Wärmesenke für Fußbo- denheizung</i>	<u>1 Stück</u> ▪ als Wärmequelle für Erdwärme oder als Wärmesenke für Fußbodenheizung oder Heizkörpern ▪ 200-Liter-Behälter mit 3 integrierten Rohrbündeln in unterschiedlichen Längen (je ca. 10 m, 20 m und 30 m) ▪ Integrierte Wärmemengenzähler zur Ermittlung von Gesamtdurchströmung, Heiz- bzw. Kälteleistung sowie Vor- und Rücklauftemperaturen ▪ Bypassventil zwischen den Heizkreisen für Versuche zur Umgehung der 3 Rohrkreise ▪ Durchführung von Versuchen zum „Hydraulischen Abgleich“ an den drei paralleldurchströmten Rohrleitungs-bündeln über Volumenstrommesser und Drosselventile ▪ Schulungsstand hat gummibereitete Rollen mit Durchmesser ca. 125 mm, ist lenk- und arretierbar ▪ Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 80 kg (bei leerem Behälter) Maße: ca. 1.000 mm B x 800 mm T x 1.980 H mm
1.2	Schulungsstand 2 <i>Gebläsekonvektor, als Wärme- quelle oder als Wärmesenke</i>	<u>1 Stück</u> ▪ als Wärmequelle Umgebungsluft oder ▪ als Wärmesenke Warmluftgebläse ▪ mit Gebläsekonvektor zum Ansaugen oder zum Ausblasen von Luft ▪ Gebläseleistung mit Luftdurchsatz bis ca. 2.300 m³/h ▪ Heizleistung bis ca. 22,4 kW bei 90/70/20°C ▪ Kälteleistung einstellbar von mind. 3 bis max. 5,4 kW bei 7/12/27°C ▪ Versuchsreihe zur energetischen Optimierung zwischen dem Heizleistungsangebot über den Heizkreis und dem Energietransport vom Konvektor in die Raumluft ▪ Integrierter Wärmemengenzähler

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		- Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 70 kg Maße: ca. B x T x H = ca. 900 mm B x 800 mm T x 1.980 mm H - Stromanschluss: 230 V Wechselstrom, zum Anschluss über Flachstecker am Schulungsstand 5 mit der Wärmepumpe
1.3	Schulungsstand 3 <i>Solarthermie-Flachkollektor</i>	<u>1 Stück</u> - Solarthermie-Flachkollektor, Solarthermie-Regler und Umwälzpumpe - Flachkollektor mit Doppelharfenabsorber aus Alu-Wärmeleitblech und Kupferrohr, Kollektorfläche mind. 2 m², Stillstandstemperatur ca. 208°C bei 1.000 W/m² und 30°C Umgebungstemperatur - Systemregler mit vielfältigen Reglerfunktionen und Energiemessung/-erfassung der Funktionswerte über Datenstick - Hocheffizienzpumpe (min. Leistungsaufnahme 5,8 W und max. Förderhöhe 5 m) als Nassläufer mit EC-Motor und automatischer Leistungsanpassung 8 x 400W-Halogenstraler, verstellbar, zur Simulation der Sonnenstrahlungsleistung - Sicherheitsarmaturen mit Membranausdehnungsgefäß und 6-bar Überdruckventil 2 Kugelhähne mit integriertem Thermometer und Schwerkraftbremse im Kollektorkreis - Durchflussmessgerät und Kontrolle zur Durchflusskontrolle (5 bis 40 L/min) - Armaturen zum Füllen und Spülen - Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 150 kg Maße: ca. B x T x H = ca. 2.150 mm B x 800 mm T x 1.980 mm H - Stromanschluss: 230 V Wechselstrom, über Schuko-Stecker

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
1.4	Schulungsstand 4 <i>Koppelbauteil, mit Hydraulikweiche, Plattenwärmetauscher und mit Pufferspeicher</i>	<u>1 Stück</u> ▪ Mit Hydraulikweiche (Edelstahlbehälter, ca. 1 Liter Vol.) und ▪ Plattenwärmetauscher (16 Tauscherplatten, Tauscherleistung 17 kW bei 70/50°C primär und 35/45°C sekundär) und ▪ Pufferspeicher (Emaillierter Speicher mit Wasservolumen 160 Liter, mit integriertem Glattrohrwärmetauscher) ▪ Hydraulikweiche und Plattenwärmetauscher sind über eine Wechselplatte austauschbar (auf der Schulungsstandrückseite wird das nicht eingesetzte Bauteil befestigt) ▪ Primärkreis und Sekundärkreis haben denselben Druck, sind aber hydraulisch entkoppelt ▪ Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 80 kg (bei leerem Behälter) Maße: ca. B x T x H = ca. 1.100 mm B x 800 mm T x 1.980 mm H
1.5	Schulungsstand 5 mit Zubehör <i>Wärmepumpe, mit hydraulischer Umschaltung Heizen/Kühlen</i>	<u>1 Stück</u> ▪ Mit Wärmepumpe (Zentrales Element des gesamten Lehrsystems) und ▪ Stromversorgungsstellen • für Schulungsstand 2 sowie • für eine separate extern anschließbare Umwälzpumpe. Mit dem Sole- und dem Heizkreisanschluss sind bereits die Umwälzpumpen und die Sicherheitselemente für den professionellen Betrieb einer Wärmepumpe eingebaut. ▪ Konventionelle Wärmepumpe mit Verdampfer, Scrollverdichter, Verflüssiger und Expansionsventil entsprechend dem aktuellen Technikstand. ▪ Fest montierter Kältekreis (für experimentelle Eingriffe nicht zugänglich), Kältemittel R407c.

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		▪ Manometer zur messtechnischen Erfassung der physikalischen Vorgänge im Kältekreis auf der Hochdruckseite und auf der Niederdruckseite. ▪ Digitale Solar-Thermometer zur Erfassung der Temperaturen im Kältekreis, jeweils nach Verdampfer, Verdichter, Verflüssiger und Expansionsventil. ▪ Nieder- und Hochdruckpressostaten, einstellbarer Frostschutzwächter im Quellkreis, elektronischer Strömungswächter im Quellkreis, Hocheffizienz-Umwälzpumpen für Quell- und Heizkreis, Membran-Ausdehnungsgefäße mit Überdruckventil 3 bar in Quell- und Heizkreis, und weitere Komponenten. ▪ Stromversorgungs-, Mess- und Schalteinheit mit RCT, Hauptsicherungen, Energiemessgerät, Steuersicherung und Schaltschütz. ▪ Mit Konverter (Inverter) zur Erzeugung des vom Antriebsmotor des Kompressors benötigten Drehstroms; ▪ Frequenz des Antriebsmotors des Kompressors kann über den Konverter zwischen 30 und 60 Hz variiert werden, und damit auch die Drehzahl des Antriebsmotors. ▪ Die Elektrischen Komponenten sind in einem verschließbaren Schaltschrank positioniert, der mit einem Spezialschlüssel geöffnet werden kann. ▪ Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 130 kg Maße: ca. B x T x H = ca. 1.200 mm B x 800 mm T x 1.980 mm H ▪ Stromanschluss: 230 V Wechselstrom, über CEE-Stecker, 3-polig ▪ <u>Zubehör zu Schulungsstand 5</u>: Hydraulische Umschaltfunktion Heizen/Kühlen • Hydraulische Vorrichtung zur optionalen Montage am Schulungsstand 5. Durch die Vorrichtung kann der Heizkreis und der Quellkreis der Wärmepumpe vertauscht werden, um zwischen Heiz- und Kühlfunktion zu wechseln, ohne die Anordnung der Stände zu verändern.

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
1.6	Schulungsstand 6 <i>mit Hybrid-Kollektor, mit Photo- voltaik und Solarthermie</i>	<u>1 Stück</u> ▪ Mit Hybridkollektor mit Photovoltaik und Solarthermie ▪ Elektrische Spezifizierung: 60 polykristalline Zellen // 300 Wp // $U_{mpp} = 32,4 \text{ V}$ // $I_{mpp} = 9,3 \text{ A}$ // $I_{oc} = 40,0 \text{ V}$ // $I_{sc} = 9,7 \text{ A}$ ▪ Thermische und hydraulische Spezifizierung: Nennleistung > 900 W // Kollektorfläche > 1,6 m² // Stillstandstemperatur ca. 80°C ▪ 24 x 120W-Halogenstraler zur Simulation der Sonnenstrahlungsleistung ▪ Mit folgenden Modulsteinen (MS) • 1 x MS Umwälzpumpe • 1 x MS Solarthermieregler • 1 x MS Sicherheitsleuchte • 1 x MS Verbraucher • 1 x MS Blei-Gel-Akku • 1 x MS Sicherungsverteiler • 1 x MS Relais 12V • 1 x MS Überspannungsschutz • 1 x MS Generatoranschluss • 2 x MS Multimeter • 1 x MS Netzanschlussmodul • 1 x MS Wechselrichter 300W ▪ 1 x Sicherheitsleitungen 2,5 mm² mit 4 mm Sicherheitssteckern und – buchsen in verschiedenen Längen und Farben sowie ausreichender Anzahl für die Versuche

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		- Maße und Gewichte: Gewicht: ca. 150 kg Maße: ca. B x T x H = ca. 1.900 mm B x 800 mm T x 1.980 mm H - Stromanschluss: 230 V Wechselstrom, über Schuko-Stecker
1.7	Digitale Messwerterfassung	<u>1 Stück vorkonfiguriertes Notebook</u> - Auf dem Notebook ist die Software betriebsbereit installiert - Das Messprogramm und die grafische Oberfläche sind auf die Zuordnung der Sensoren an den Schulungsständen vorkonfiguriert. - Die Visualisierung beinhaltet die grafische Darstellung der Schulungsstände mit Bezeichnung der jeweiligen Messstellen und die Ausgabe der Messwerte; - Die Verarbeitung der Messwerte erfolgt in gängigen Tabellenformaten - Die Messergebnisse und Messreihen können in wählbaren unterschiedlichen Diagramm-Arten dargestellt werden
1.8	Digitale Messwerterfassung	<u>2 Stück Präzisionsmessgeräte mit Datenloggerfunktion</u> - je Präzisionsgerät 9 Messeingänge für alle Fühlerarten; somit können bis zu 18 Messwerte für Temperatur, Druck und Volumenstrom gleichzeitig erfasst und verarbeitet werden. - Zwischenspeicherung der Messwerte über 8 MB Flash Speicher; mit Datenloggerfunktion - Die Präzisionsmessgeräte sind untereinander verbunden - Das System kann bei Bedarf um weitere Präzisionsgeräte erweitert werden - Die Präzisionsmessgeräte werden über das Notebook und eine spezielle Software konfiguriert. - Die Übertragung der Messwerte von den Präzisionsmessgeräten zum Notebook erfolgt über eine eigene WLAN Funktion.

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		▪ Fühler/Sensoren: insgesamt 18 Stück, davon für • Temperatur: 12 St. • Druck: 2 St. Druckaufnehmer bis 50 bar absolut, inkl. Programmierung für Kältemittel • Volumenstrom: 4 St. Messung über Impulszählung; ▪ Die Sensoren können an den Schulungsständen variabel wie folgt eingesetzt werden: ▪ Schulungsstand 1 Erdwärme/Fußbodenheizung: • 1 x Volumenstrom über Impulszählung: Gesamtvolumenstrom • 2 x Temperatur: Gesamtanschluss Vorlauf und Rücklauf • 6 x Temperatur: in jedem der 3 Kreise jeweils Vorlauf und Rücklauf • 1 x Temperatur: Umgebungsmedium im Behälter ▪ Schulungsstand 2 Gebläse als Quelle oder als Senke: • 1 x Volumenstrom über Impulszählung: Gesamtvolumenstrom • 2 x Temperatur: Gesamtanschluss Vorlauf und Rücklauf ▪ Schulungsstand 5 Wärmepumpe: • 4 x Temperatur im Kältekreis: Verdampfer Ein- und Ausgang, Verflüssiger Ein- und Ausgang • 2 x Temperatur im Quellkreis: Vorlauf und Rücklauf • 2 x Temperatur im Heizkreis: Vorlauf und Rücklauf • 2 x Druck im Kältekreis, fest vorinstalliert: Hochdruckseite und Niederdruckseite • 2 x Volumenstrom: Quellkreis und Heizkreis

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
1.9	Zubehör	<u>Versuchsanleitung als wesentlicher Bestandteil des didaktischen Konzepts des Lehrsystems, bestehend aus</u> ▪ Informationsteil mit allgemeinen Informationen sowie Grundlageninformationen zu Wärmepumpentechnik, Solarthermie, sowie für Hybridtechnologie bestehend aus Solarthermie und Photovoltaik. ▪ Versuchsbeschreibung mit ausführlicher Beschreibung zahlreicher Versuche und Anlagenkonzepte. ▪ Aufgabenteil mit Arbeitsblättern und Aufgaben zum Bearbeiten durch den Lernenden ▪ Lösungsteil für den Lehrer mit Lösungen zu den Arbeitsblättern und Aufgaben <u>2 Stück Spülpumpen zum Spülen und unter Druck setzen der Hydraulikkreise - (ZUWA Solarcheck Mobilcenter kompakt – oder gleichwertig)</u> ▪ Kreislumpumpe: • max. Fördermenge (l) 31 l/min • max. Fördermenge (m³) 1,86 m³/h • max. Förderdruck 5,9 bar • Ein-/Ausgang 1" iG • Typ Laufrad Messing, Gleitringdichtung Siliziumkarbid/Graphit ▪ Elektromotor: • Nennspannung (AC) 230 V, Nennfrequenz 50 Hz • Nennleistung 0,75 kW, Nennstrom (AC) 5,5 A • max. Drehzahl 2850 min⁻¹ • Schutzart IP44 , Betriebsart S1 • 2 m Kabel und Stecker ▪ Ausstattung/Zubehör: • Maximale Medientemperatur 60°C

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		• 30 L UP-stabilsierter PE Kanister m. Füllstandsskala und Absperrkugelhahn • 2 x 3m Füll- u. Spülschlauch f. Temperaturen bis 60°C • Anschluss Rücklaufschlauch mit 90° Winkel, damit kein Abknicken des Schlauchs • Feinfilter mit Sichtglas • Fahrgestell mit einstellbarem Teleskopgriff H von ca. 78 cm bis ca. 110 cm • Tragegriff mit Softgrip auf Rückseite, geländegängige Luftreifen <u>1 Stück Frostschutzmittel zum Betrieb des Quellsystems des Lehrsystems bei niedrigen Temperaturen</u> ▪ 20 ltr. Konzentrat (Tyfocor-L – oder gleichwertig) <u>in ausreichender Anzahl</u> ▪ Endstücke mit Entlüfter, mit Außengewinde bzw. mit Überwurfmutter <u>Schläuche zum Füllen/Spülen/unter Druck setzen des Systems ggf. über Festanschluss</u> <u>1 Stück Mobile Umwälzpumpe</u> ▪ mit passender Rohrleitung als Gegenstück, zum Anschluss über Flachstecker an den Schaltschrank des Schulungsstands 5 Wärmepumpe <u>1 Stück Hydraulische T-Abzweigung</u> ▪ mit passender Rohrleitung als Gegenstück, mit 2 Kugelhähnen, zur rechtwinkligen Anordnung von Schulungsständen im Versuchsaufbau

(1) Lfd. Nr.	(2) Bezeichnung Fabrikat und Type	(3) Technische Beschreibung / Daten
		<u>2 Flexrohre</u> - mit Adapter für Außengewinde bzw. Überwurfmutter <u>Verlängerungsleitung 2 Meter</u> - für die Flachsteckeranschlüsse des Schulungsstands 2 „Gebläse“ und der „mobilen Umwälzpumpe“, zum Anschluss am Schaltschrank des Schulungsstands 5 „Wärmepumpe“
2.	Lieferung / Inbetriebnahme	- Lieferung, Montage und Aufstellung am Erfüllungsort (Bildungsakademie Handwerkskammer Region Stuttgart, SHK-Werkstatt „Erneuerbare Energien“, 1. OG / Raum 2301, Holderäckerstr. 37, 70499 Stuttgart) muss bis spätestens 15.07.2026 - Transport frei bis Werkstatt (Erfüllungsort BIA Stuttgart). Zufahrt mit LKW möglich, Lastenaufzug vorhanden - Schulungsstände weisen keine äußerlichen Beschädigungen auf - Schulungsstände haben keine technischen Mängel und sind voll einsatzbereit - Alle verbauten Systeme sind voll funktionsfähig und fehlerfrei - Schulungsstände haben eine vollständige Gebrauchsanweisung in Digital- und in Papierform - Abnahme nach vollständiger Montage und Aufstellung
3.	Gewährleistung / Support / Ersatzteillieferung	- Gesetzliche Gewährleistung 2 Jahre - Supportzeit bei Geräteausfall (Notdienst) und bei Gerätefehler (Maschine lässt sich noch nutzen) innerhalb 24 Stunden / Telefonsupport - Ersatzteil-Lieferung schnellstmöglich

Die technischen Werte und Anforderungen müssen mit dem Angebot durch sachgerechte und aussagekräftige Unterlagen nachgewiesen werden!