

Inhaltsverzeichnis Anhang

ANHANG 1.	WANDAUFBAUTEN	2
1.1	38-er Ziegelwand	2
1.1.1	38-er Ziegelwand ohne Kollektor	2
1.1.2	38-er Ziegelwand mit Kollektor	2
1.2	25-er Ziegelwand	3
1.2.1	25-er Ziegelwand ohne Kollektor	3
1.2.2	25-er Ziegelwand mit Kollektor	4
1.3	Betonwand	4
1.3.1	Betonwand ohne Kollektor	4
1.3.2	Betonwand mit Kollektor	5
1.4	Holzriegelbau	5
1.4.1	Holzriegelbau ohne Kollektor	5
1.4.2	Holzriegelbau mit Kollektor	6
1.5	KLH-Holzwand	6
1.5.1	KLH-Holzwand ohne Kollektor	6
1.5.2	KLH-Holzwand, mit Kollektor	7
ANHANG 2.	DATEN DER VERGLEICHSCHEUNUNGEN MIT TRNSYS	8
ANHANG 3.	TESTANLAGE 1 – ZWEIFAMILIENHAUS IN GRAZ	10
3.1	Stückliste	10
3.2	Gesamtsruckverlust im Primärkreis	11
3.3	Gesamtsruckverlust im Sekundärkreis	12
3.4	Ausdehnungsgefäß	13

Anhang 1. Wandaufbauten

Es wurden Wandaufbauten gewählt, wie sie typischerweise in Einfamilienhäusern und im Geschossbau verwendet werden. Die Wandaufbauten wurden so bestimmt, dass sie den Wärmeschutzbestimmungen für Gebäude in österreichischen Bundesländern entsprechen [Energieverwertungsagentur - E. V. A., <http://www.eva.wsr.ac.at/enz/k-wert.htm>, 1998].

Tabelle 1.1: U-Wert [W/m^2K] Obergrenzen laut baugesetzlichen Bestimmungen der Bundesländer

Stand:2/2000	B	K	N	O	S	St	T	V	W
Gültig seit/ab	98	97	96	95	91	97	98	96	93
Außenwand	0,45	0,4	0,4	0,5	0,47-0,56	MFH:0,5 EFH, ZFH:0,4	0,35	0,35	0,5

MFH: Mehrfamilienhaus

EFH: Einfamilienhaus

ZFH: Zweifamilienhaus

1.1 38-er Ziegelwand

1.1.1 38-er Ziegelwand ohne Kollektor

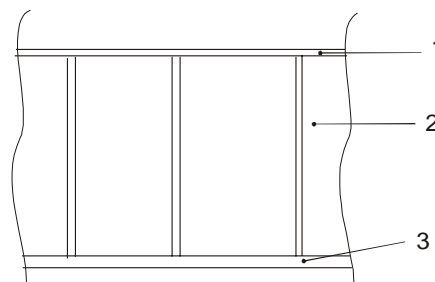


Abbildung 1.1: Ziegelwand, 38 cm Hochlochziegel

Tabelle 1.2: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Ziegel, hochporös	380	0,167	920	761
3	Dämmputz	25	0,1	920	500

1.1.2 38-er Ziegelwand mit Kollektor

Um den Wärmetransport in einer Ziegelwand mit integriertem Fassadenkollektor zu berechnen, wird folgender Wandaufbau gewählt: Eine Ziegelwand mit einer Dicke von 28 cm. Auf diese wird eine mineralische Dämmung aufgebracht, die bei der Berechnung optimiert wird. Dann kommen das Absorberblech und die Glasabdeckung. Der Kollektor ist senkrecht (90°) und nach Süden ausgerichtet (Azimut = 0°).

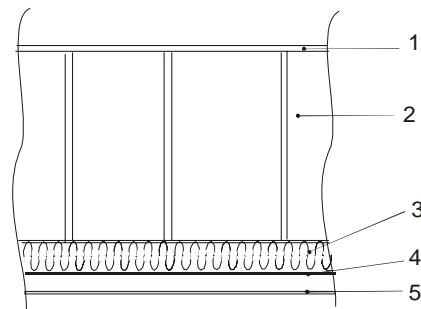


Abbildung 1.2: Ziegelwand mit Kollektor

Tabelle 1.3: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Ziegel, hochporös	380	0,167	920	761
3	Dämmung	*	0,04	800	100
4	Absorber	-	380	380	8940
5	Glasabdeckung	4	0,8	750	2500

*Die Dicke der Dämmung ergibt sich aus der Wärmestromberechnung.

1.2 25-er Ziegelwand

1.2.1 25-er Ziegelwand ohne Kollektor

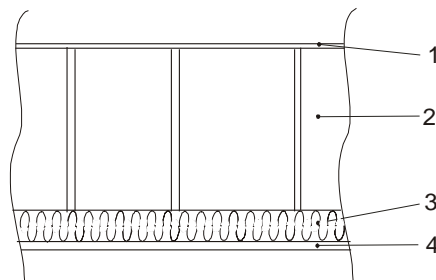


Abbildung 1.3: Ziegelwand, 25 cm, mit Zusatzdämmung

Tabelle 1.4: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Hochlochziegel	250	0,38	920	852
3	Dämmung	80	0,04	800	100
4	Deckschicht (Mittelbett Armierungsschicht mit Deckputz)	7	0,9*	1100*	1300*

*(Rechenwerte Deckschicht: Armiermörtel)

1.2.2 25-er Ziegelwand mit Kollektor

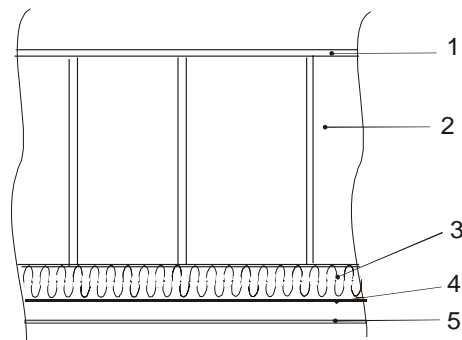


Abbildung 1.4: Ziegelwand mit Kollektor

Tabelle 1.5: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Hochlochziegel	250	0,167	920	761
3	Dämmung	*	0,04	800	100
4	Absorber	-	380	380	8940
5	Glasabdeckung	4	0,8	750	2500

*Die Dicke der Dämmung ergibt sich aus der Wärmestromberechnung.

1.3 Betonwand

1.3.1 Betonwand ohne Kollektor

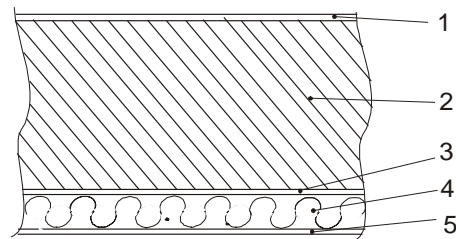


Abbildung 1.5: Betonwand

Tabelle 1.6: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Stahlbeton	200	2,3	1000	2500
3	Ausgleichspachtelung	2	0,7	900	1500
4	Dämmung	80	0,04	800	100
5	Deckschicht (Mittelbett Armierungsschicht mit Deckputz)	7	0,9	1100	1300

1.3.2 Betonwand mit Kollektor

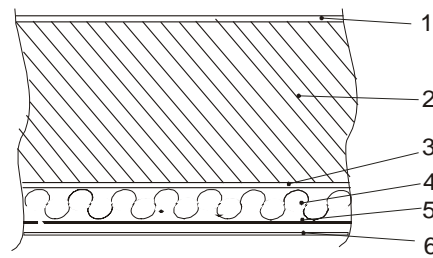


Abbildung 1.6: Betonwand mit Kollektor

Tabelle 1.7: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Maschinenputz, innen	15	0,7	940	1400
2	Stahlbeton	200	2,3	1000	2500
3	Ausgleichspachtelung	2	0,7	900	1500
4	Dämmung	*	0,04	800	100
5	Absorber	-	380	380	8940
6	Glasabdeckung	4	0,8	750	2500

*Die Dicke der Dämmung ergibt sich aus der Wärmestromberechnung.

1.4 Holzriegelbau

1.4.1 Holzriegelbau ohne Kollektor

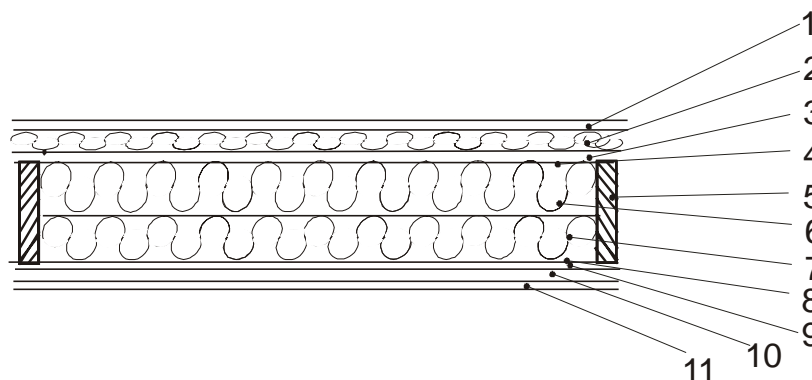


Abbildung 1.7: Holzriegelbau

Tabelle 1.8: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Innenverkleidung	20	0,15	1900	500
2	Dämmung, Installationsebene	50	0,04	800	100
3	Vollschalung Holz	25	0,15	1900	500
4	Dampfbremse	-	-	-	-
5	Holzriegel	200	0,15	1900	500
6-7	Dämmung	2 x 100	0,04	800	100
8	Winddichtung	1			
9	Vollschalung	25	0,15	1900	500
10	Luftspalt	30	-	-	-
11	Holzschalung	25	0,15	1900	500

1.4.2 Holzriegelbau mit Kollektor

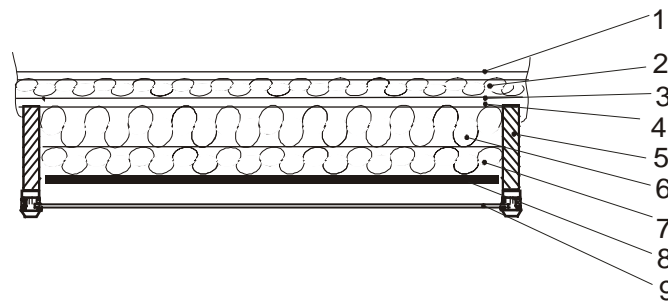


Abbildung 1.8: Holzriegelbau mit Kollektor

Tabelle 1.9: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Innenverkleidung	20	0,15	1900	500
2	Dämmung, Installationsebene	50	0,04	800	100
3	Vollschalung Holz	25	0,15	1900	500
4	Dampfbremse	-	-	-	-
5	Holzriegel	200	0,15	1900	500
6	Dämmung	100	0,04	800	100
7	Dämmung	*	0,04	800	100
8	Absorber	-	380	380	8940
9	Glasabdeckung	4	0,8	750	2500

*Die Dicke der Dämmung ergibt sich aus der Wärmestromberechnung.

1.5 KLH-Holzwand

1.5.1 KLH-Holzwand ohne Kollektor

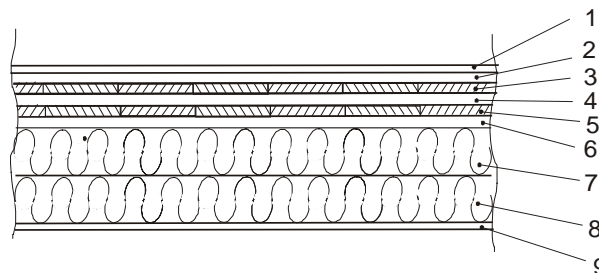


Abbildung 1.9: Holzbauweise, KLH-Platte

Tabelle 1.10: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Innenverkleidung	20	0,15	1900	500
2-6	KLH-Platte	100	0,15	1900	500
7-8	Holzfaserdämmplatte	2 x 100	0,045	1800	170
5	Deckschicht (Mittelbett Armierungsschicht mit Deckputz)	7	0,9	1100	1300

1.5.2 KLH-Holzwannd, mit Kollektor

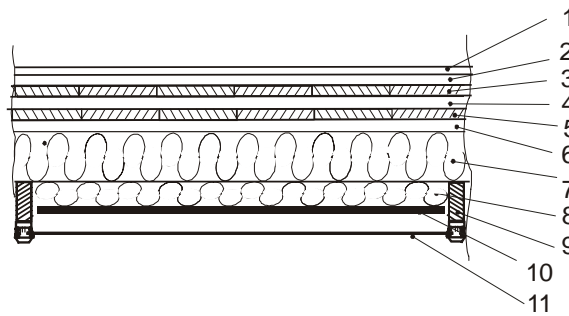


Abbildung 1.10: Holzbauweise: KLH-Platte mit Kollektor

Tabelle 1.11: Abmessungen der Schichten

	Schichtaufbau	Abmessungen (mm)	Wärmeleitfähigkeit λ (W/m K)	cp (J/kgK)	Dichte (kg/m ³)
1	Innenverkleidung	20	0,15	1900	500
2-6	KLH-Platte	100	0,15	1900	500
7	Holzfaserdämmplatte	100	0,045	1800	170
8	Dämmung	*	0,04	800	100
9	Holzriegel	-	0,15	1900	500
10	Absorber	-	380	380	8940
11	Glasabdeckung	4	0,8	750	2500

*Die Dicke der Dämmung ergibt sich aus der Wärmestromberechnung.

Anhang 2. Daten der Vergleichsrechnungen mit TRNSYS

Tabelle 2.1: Variante Massivbau mit Ziegel, Wandaufbau und Stoffdaten

Bezeichnung / U-Wert	Leitfähigkeit [kJ/hmK]	Wärmekapazität [kJ/kgK]	Schichtdicke [mm]	Dichte [kg/m ³]
Ziegel25 / 0,35 W/m²K				
Maschinenputz	2,52	1,5	15	1400
Hochlochziegel	1,368	0,92	250	852
Steinwolle d ämmung	0,144	0,8	80	100
Feinputz	3,24	1,1	7	1300
Ziegel25 mit Kollektor / 0,35 W/m²K				
Maschinenputz	2,52	1,5	15	1400
Hochlochziegel	1,368	0,92	250	852
Steinwolle d ämmung	0,144	0,8	80	100
Feinputz	3,24	1,1	7	1300
Absorber mit Stillstands- temperatur				
Luft, Glas				
Innenwand-leicht / 0,577 W/m²K				
Gipsplatte	1,69	1	15	1000
Steinwolle d ämmung	0,144	0,8	60	100
Gipsplatte	1,69	1	15	1000
Innenwand-schwer / 1,457 W/m²K				
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400
Hochlochziegel	1,368	0,92	180	852
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400
Decke – Boden / 0,567 W/m²K				
Holzboden	0,47	1	25	600
Trittschalldämmung	0,07	2,09	25	40
Beton	7,56	1	200	2400
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400

Tabelle 2.2: Variante Leichtbau mit Holzriegel, Wandaufbau und Stoffdaten

Bezeichnung / U-Wert	Leitfähigkeit [kJ/hmK]	Wärmekapazität [kJ/kgK]	Schichtdicke [mm]	Dichte [kg/m³]
Holzriegel / 0,156 W/m²K				
Gipsplatte	1,69	1	20	1000
Steinwolle	0,144	0,8	50	100
Vollholz	0,47	1	25	600
Holzwole	0,1638	0,855	200	120
Gipsplatte	1,69	1	25	1000
Hinterlüftung			30	
Vollholz	0,47	1	25	600
Holzriegel mit Kollektor / 0,203 W/m²K				
Gipsplatte	1,69	1	20	1000
Steinwolle	0,144	0,8	50	100
Vollholz	0,47	1	25	600
Holzwole	0,1638	0,855	150	120
Absorber mit Stillstands-temperatur				
Luft, Glas				
Innenwand-leicht / 0,577 W/m²K				
Gipsplatte	1,69	1	15	1000
Steinwolle	0,144	0,8	60	100
Gipsplatte	1,69	1	15	1000
Innenwand-schwer / 1,457 W/m²K				
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400
Hochlochziegel	1,368	0,92	180	852
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400
Decke – Boden / 0,567 W/m²K				
Holzboden	0,47	1	25	600
Trittschalldämmung	0,07	2,09	25	40
Beton	7,56	1	200	2400
Maschinenputz	2,52	0,9	15	1400

Anhang 3. Testanlage 1 – Zweifamilienhaus in Graz

3.1 Stückliste

Tabelle 3.1: Stückliste für die Testanlage Graz

Bezeichnung	Kurzbez.	Stk
DOMA - Fassadenkollektor (55 m ² Brutto), siehe Kollektorverschaltung		1
Pufferspeicher 3750 l mit Schichtbeladeeinrichtung, Betriebsdruck 3 bar, siehe Pufferanschlußskizze		1
Dämmung für Pufferspeicher mit Alu-kaschierter Steinwolle, mindestens 160 mm zweilagig fugenversetzt oder Schüttdämmung mit Ummantelung (Perlite, Zellulose)		1
Strangreguliertventil, TA-STAD 1" Art. Nr. 52 151 025		1
Plattenwärmetauscher SWEP B25 x 41 / 2P, incl. Dämmung oder vergleichbare	WT1	1
Umwälzpumpe Wilo - Star ST 25/7 incl. Anschlußgarnitur	P1, P3	2
Umwälzpumpe Wilo - Star ST 25/6 incl. Anschlußgarnitur	P2, P4	2
Rücklaufgruppe DN 28 (Ansprechdruck: Sicherheitsventil 3 bar)		1
Ausdehnungsgefäß des Solarkreis: Nenninhalt mind. 40 l; max. Betriebsdruck 3 bar	AD1	1
Ausdehnungsgefäß für Heiz- und Pufferkreis: Nenninhalt mind. 500l plus entsprechendes Volumen für das Heizkreisvolumen; max. Betriebsdruck 3 bar	AD2	1
Wartungseinheit für Ausdehnungsgefäß 3/4"		2
Kugelhähne und Sauger (Dimension nach Leitungsdurchmesser)		
sonstige Installationskleinteile wie Kugelhähne, Rückschlagventile usw.		
Strangreguliertventil, TA-STAD 3/4" Art. Nr. 52 151 020		4
Spirovent Schlammscheider Art. Nr.: AE100 1"		1
Spirovent Mikroluftblasenscheider Art.Nr.: AA100 1"		1
Kupferrohr 28/1		nach Bedarf
Rohrdämmung zu 28/1		nach Bedarf
Kupferrohr 22/1		nach Bedarf
Rohrdämmung zu 22/1		nach Bedarf
Frostschutz bis 200° Celsius temperaturbeständig (40% des Systeminhalts - Rohrlänge von Vor- und Rücklauf mit der Berechnung vergleichen) [liter]		22,8
Dreiwege-Mischventil PN16 (V1), Typ Oventrop 113 17 08 oder vergleichbare	V1, V2	2
Temperaturregler (zugehörig zu V1), Typ Oventrop 114 28 62 oder vergleichbare		1
elektrothermischer Stellantrieb zu V2, Art. Nr. 101 24 85		1
frei programmierbare Heizungsregelung „EMC 2000“Fa. Alternative Energietechnik oder VWR Regelungstechnische Anlagen GmbH, Hr. Ing. Rebbernegg Tel.:0316/296843		1
Brauchwasserspeicher 500l inkl. Wärmetauscher und Dämmung, Typ Austria Email VS 502, Art.Nr.: A248 26		1

3.2 Gesamtdruckverlust im Primärkreis

Berechnung des Gesamtdruckverlustes im Primärkreis:

Frostschutz: Propylenglykol zu 40% beigemischt

Kollektordruckverlust

Thermische Länge:	20,0 m
Druckverlust	2,3 mWs

Druckverlust im Sammelrohr

Rohrleitungslänge:	12,0 m
Rohrdurchmesser innen	20,0 mm
Druckverlust	0,2 mWs

Druckverlust im Vorlauf und Rücklauf

geschätzte Rohrleitungslänge:	60,0 m
Rohrdurchmesser innen	26,0 mm
Druckverlust	1,6 mWs

Wärmetauscher

SWEP B25 x 41 / 2P	1,9 mWs
--------------------	---------

Rückschlagventil

Thermo - Stop	0,3 mWs
---------------	---------

Strangregulierventil

TA-Stat	0,3 mWs
---------	---------

Entlüftung

automatischer Entlüfter	0,2 mWs
-------------------------	---------

Fittings und Kleinteile

geschätzt	0,5 mWs
-----------	---------

Gesamtdruckverlust: **7,2 mWs**

3.3 Gesamtdruckverlust im Sekundärkreis

Berechnung des Gesamtdruckverlustes im Sekundärkreis:

Druckverlust in der Rohrleitung inkl. Fittinge

geschätzte Rohrleitungslänge:	20,0 m
Rohrdurchmesser innen	26,0 mm
Druckverlust	0,6 mWs

Wärmetauscher

SWEP B25 x 41 / 2P	1,9 mWs
--------------------	---------

Rückschlagventil

Thermo - Stop	0,3 mWs
---------------	---------

Strangregulierventil

TA-Stad	0,3 mWs
---------	---------

Schlammabscheider

Spirotec DSD Junior	0,1 mWs
---------------------	---------

Fittinge und Kleinteile

geschätzt	0,5 mWs
-----------	---------

Gesamtdruckverlust: 3,6 mWs

3.4 Ausdehnungsgefäß

~~Berechnung des Ausdehnungsgefäßes für den Solarkreis:~~

Absorbervolumen

49,55 m ² netto DOMA	10,9 ltr
---------------------------------	----------

Sammelrohrvolumen

Rohrleitungslänge:	36 m
Rohrdurchmesser innen	20 mm
Sammlervolumen	11,3 ltr

Volumen im Vorlauf und Rücklauf

geschätzte Rohrleitungslänge:	60 m
Rohrdurchmesser innen	26 mm
Gesamtvolumen	31,9 ltr

Wärmetauschervolumen

SWEP B25 x 41 / 2P	3,0 ltr
--------------------	---------

Anlagengesamtvolumen 57,0 ltr

Vordruck Ausdehnungsgefäß	1,3 bar
---------------------------	---------

Enddruck (=Sicherheitsventil - 20%)	2,4 bar
-------------------------------------	---------

Anfangsdruckdruck	1,3 bar
-------------------	---------

AD1-minimales Nennvolumen	17,6 ltr
---------------------------	----------

Inhalt Frostschutz 40%	22,8
------------------------	------

Gewähltes Ausdehnungsgefäß (3 bar) mind. 40,0 ltr

~~Berechnung des Ausdehnungsgefäßes für den Pufferspeicher:~~

Pufferspeichervolumen	3750,0 ltr
-----------------------	------------

AD1-minimales Nennvolumen	450,0 ltr
---------------------------	-----------

Gewähltes Ausdehnungsgefäß (3 bar) mind. 500,0 ltr