

MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE INTELLIGENTE KONSTANZ IM WASSERKREISLAUF



ALLES IM BLICK | QUICKFINDER

COMFORT BY SANIBEL MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE

COMFORT-MAG	SEITE	ANSCHLUSS-GRÖSSE	VOLUMEN IN LITER	SOLAR	HEISS-WASSER	KALT-WASSER	VOLL-MEMBRAN	HALB-MEMBRAN	FÜR FLOWJET-ARMATUR	FÜR WAND-HALTERUNG
 <p>MEMBRAN-DRUCK-AUSDEHNUNGSGEFÄSS MAG-H¹⁾ für Heiz- und Kühlsysteme</p>	165	DN 20	8 – 25		•	•		•		•
		DN 20	35 – 50		•	•		•		
		DN 25	80 – 1000		•	•		•		
 <p>MEMBRAN-DRUCK-AUSDEHNUNGSGEFÄSS MAG-S¹⁾ für Solar-, Heiz- und Kühlsysteme</p>	164	DN 20	8 – 33	•	•	•	•			•
		DN 20	50	•	•	•		•		
		DN 25	80 – 140	•	•	•		•		
 <p>MEMBRAN-DRUCK-AUSDEHNUNGSGEFÄSS MAG-W für Kaltwasserleitungen</p>	167	DN 20	8 – 25			•	•		•	•
		DN 20	33			•	•		•	

¹⁾ zulässige Betriebstemperatur 70 °C, max. zulässige Systemtemperatur 120 °C

Einsatzzweck

Flowjet Durchströmungsarmatur spart in Kombination mit comfort MAG-W Wasser und ist flexibel für unterschiedliche Durchströmungsleistungen



Flowjet Durchströmungsarmatur

für Membran-Druckausdehnungsgefäß MAG-W,
gesicherte Absperrarmatur mit Entleerung nach DIN 4807-T5,
Anschlüsse beidseitig G ¾", I/A Gewinde, kombinierbar auch
mit bauseitigen T-Stücken, mit Durchgangsnennweite 1",
zulässiger Betriebsüberdruck max. 16 bar,
zulässige Betriebstemperatur max. 70 °C
comfort-Nr. 61 42 389

Einsatzzweck

zur Wartung und Kontrolle von
Membran-Druckausdehnungsgefäßen
in Heizungsanlagen nach EN 12828
und Solaranlagen, Norm EN 12828



Kappenventil

zum Anschluss, aus Messing, mit Ablasshahn, Absperrventil ist mit
Kappe und Plombe gegen unbeabsichtigtes schließen gesichert,
Temperatureinsatzbereich max. 120 °C, Betriebsdruck max. 10 bar

Anschlussgröße DN	Anschlussgröße Zoll	comfort-Nr.
20 x 20	G ¾" x G ¾"	64 58 952
25 x 25	G 1" x G 1"	64 58 953

Einsatzzweck

zur vertikalen Wand-Montage von
Membran-Druckausdehnungsgefäßen
mit einem Volumen bis zu 25 Liter

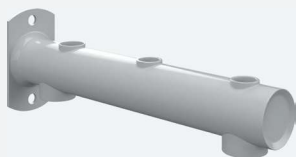


Wandhalterung Spannband

für Membran-Druckausdehnungsgefäße,
8 bis 25 Liter, mit Spannband und Konsole
comfort-Nr. 61 40 031

Einsatzzweck

zur vertikalen Wand-Montage von den
Membran-Druckausdehnungsgefäßen
MAG-H und MAG-S mit einem Volumen
bis zu 25 Liter



Wandhalterung Rohrkonsole

für Membran-Druckausdehnungsgefäße MAG-H und MAG-S,
8 bis 25 Liter, Konsole mit Mehrfachanschlüssen,
Gefäßanschluss nach oben
comfort-Nr. 61 35 862

Einsatzzweck

als Handmanometer zur Gasdruckprüfung



Digitales Vordruckprüfgerät

Anzeigebereich für Überdrücke bis 9,0 bar
comfort-Nr. 61 35 860

AUSTAUSCHLISTE

KOMPATIBLE HERSTELLER
ZU MAG-H

		COMFORT MAG-H	AUSTAUSCHBAR OHNE ZUSÄTZLICHEN MONTAGEAUFWAND REFLEX N	AUSTAUSCHBAR MIT ZUSÄTZLICHEM MONTAGEAUFWAND ¹⁾ FLAMCO CONTRA-FLEX FLEXCON	
8 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	209 / 318 / -	206 / 318 / -	245 / 304 / -	245 / 280 / -
	Lochkreis	-	-	-	-
12 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	283 / 275 / -	272 / 317 / -	286 / 336 / -	286 / 313 / -
	Lochkreis	-	-	-	-
18 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	283 / 382 / -	308 / 360 / -	328 / 328 / -	328 / 306 / -
	Lochkreis	-	-	-	-
25 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	283 / 494 / -	308 / 481 / -	358 / 380 / -	358 / 359 / -
	Lochkreis	-	-	-	-
35 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	357 / 459 / 130	376 / 466 / 130	396 / 450 / 117	396 / 435 / 117
	Lochkreis	320	320	263	263
50 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø / H1 / H2	411 / 469 / 158	441 / 487 / 175	437 / 507 / 132	437 / 492 / 132
	Lochkreis	340	340	263	263
80 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	482 / 565 / 165	512 / 558 / 172	519 / 551 / 142	519 / 540 / 142
	Lochkreis	370	370	360	360
100 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	482 / 675 / 165	512 / 669 / 172	484 / 784 / oben	484 / 784 / oben
	Lochkreis	370	370	360	360
140 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	482 / 886 / 166	512 / 890 / 172	484 / 1024 / oben	484 / 950 / oben
	Lochkreis	370	370	360	360
200 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	640 / 758 / 205	634 / 758 / 205	484 / 1300 / oben	484 / 1294 / oben
	Lochkreis	485	485	360	360
250 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	-
	Ø / H1 / H2	640 / 888 / 205	634 / 888 / 205	600 / 1153 / oben	-
	Lochkreis	485	485	450	-
300 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	640 / 1092 / 235	634 / 1092 / 235	600 / 1330 / oben	600 / 1328 / oben
	Lochkreis	485	485	450	450
400 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	746 / 1102 / 245	740 / 1102 / 245	790 / 1180 / oben	790 / 1178 / oben
	Lochkreis	570	570	610	610
500 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	-
	Ø / H1 / H2	746 / 1321 / 245	740 / 1321 / 245	790 / 1330 / oben	-
	Lochkreis	570	570	610	-
600 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	746 / 1531 / 245	740 / 1531 / 245	790 / 1538 / oben	790 / 1538 / oben
	Lochkreis	570	570	610	610
800 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	746 / 1996 / 245	740 / 1996 / 245	790 / 1888 / oben	790 / 1888 / oben
	Lochkreis	570	570	610	610
1000 LITER	Anschlussgröße	DN 25	DN 25	DN 25	DN 25
	Ø / H1 / H2	746 / 2413 / 245	740 / 2413 / 245	790 / 2268 / oben	790 / 2268 / oben
	Lochkreis	570	570	610	610

¹⁾ ggf. sind nach Einzelfallprüfung neue Bohrungen, andere Befestigungen und Änderungen der Leitungsführung notwendig

MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE

Norm

Zulassung gemäß Richtlinie über Druckgeräte 2014/68/EU

Ausstattung

mit Gewindeanschlüssen,
werkseitig druckbeaufschlagter Gasraum,
für Frostschutzmittelzusatz
bis mindestens 25 – 50 %,
außen langlebige weiße
Epoxidharzbeschichtung

Befestigung / Montage**MAG-S**

bis 25 l hängend, Wandhalterung
separat erhältlich
33 l hängend, Befestigungslaschen,
Montageabstand 274,5 mm (B)
ab 50 l stehend, Fußkonstruktion

MAG-H

bis 25 l hängend, Wandhalterung
separat erhältlich
ab 35 l stehend, Fußkonstruktion

zulässige Betriebstemperatur

max. 70 °C

zulässige Systemtemperatur

max. 120 °C

**MAG-S** Membran-Druckausdehnungsgefäß

für geschlossene Solar-, Heiz- und Kühlsysteme,

bis 33 Liter nicht tauschbare Vollmembran nach DIN EN 13831

ab 50 Liter nicht tauschbare Halbmembran nach DIN EN 13831

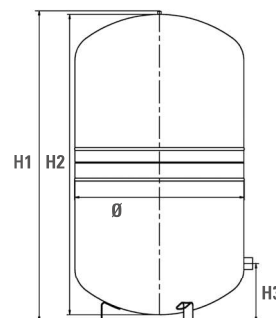
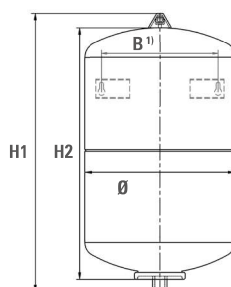
DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE

MAG-S

LEISTUNG

Volumen	Liter	8	12	18	25	33	50	80	100	140
Anschlussgröße	DN	20	20	20	20	20	20	25	25	25
Anschlussgröße	Zoll	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	1"	1"	1"
Vordruck	bar	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0
Ausführung	bar	6	6	6	6	6	6	6	6	6
comfort-Nr. 61 40 022	... 023	... 024	... 025	... 026	... 027	... 028	... 029	... 030

**WAND-
HALTERUNG**
für alle Gefäße
mit 8 – 25 l
siehe S. 162



MASSE (in mm)

Durchmesser inkl. Schweißnaht	Ø	206	280	280	280	354	415	486	486	486
Höhe inkl. Füße / Anschluss	H1	341	300	414	518	455	469	562	675	886
Höhe ohne Füße / Anschluss	H2	282	253	363	468	405	440	534,5	642	857
Höhe Anschlussmitte	H3	-	-	-	-	-	158	166	165	172

¹⁾ Befestigungslaschen **B** nur beim Modell MAG-S mit 33 Liter Volumen. Bei Modellen mit anderem Volumen bitte Hinweise oben links beachten.

COMFORT- MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE

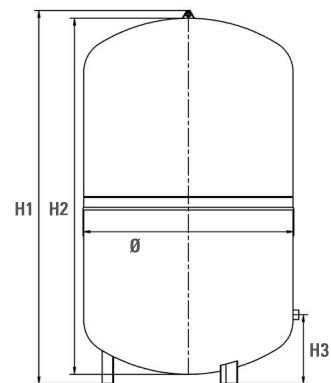
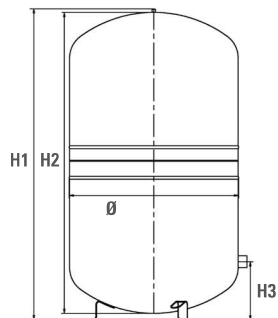
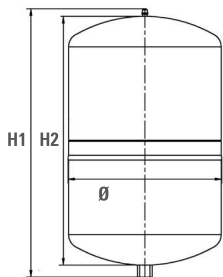


MAG-H Membran-Druckausdehnungsgefäß

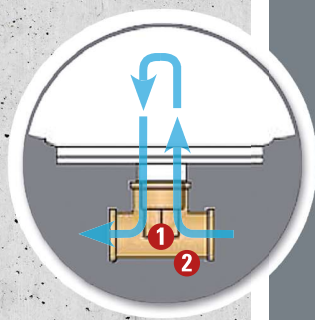
für geschlossene Heiz- und Kühlsysteme,
nicht tauschbare Halbmembran nach DIN EN 13831

MAG-H

8	12	18	25	35	50	80	100	140	200	250	300	400	500	600	800	1000
20	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"
1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
... 000	... 001	... 002	... 003	... 004	... 005	... 006	... 007	... 008	... 009	... 010	... 011	... 012	... 013	... 014	... 015	... 016



209	283	283	283	357	411	482	482	482	640	640	640	746	746	746	746	746
318	275	382	494	459	469	565	675	886	758	888	1092	1102	1321	1531	1996	2413
283	244	346	458	428	440	534	642	857	740	868	1037	1040	1260	1505	1970	2380
-	-	-	-	130	158	165	165	166	205	205	235	245	245	245	245	245



DURCHSTRÖMUNG MAG-W

HYGIENISCHER BETRIEB DANK STERN

DIE MAG-W AUSDEHNUNGSGEFÄSSE ERFÜLLEN DIE VORGABEN DER DIN 1988-200 UND ERFÜLLEN DURCH DIE NACHGEWIESENE ZWANGSDURCHSTRÖMUNG GEMÄSS DER DIN 4807-5 DIE ANFORDERUNGEN FÜR EINEN HYGIENISCHEN BETRIEB.

Dies wird durch den Durchströmungsstern erreicht, der in den Volumenstrom hineinragt und einen erforderlichen Teil des Wassers durch das Gefäß leitet.

- 1 High-Flow Durchströmungssystem**
- 2 T-Stück Abgang DN 20**



AUSTAUSCHLISTE

KOMPATIBLE HERSTELLER ZU MAG-W

		COMFORT MAG-W	AUSTAUSCHBAR OHNE ZUSÄTZLICHEN MONTAGEAUFWAND REFLEX DD	AUSTAUSCHBAR MIT ZUSÄTZLICHEM MONTAGEAUFWAND ¹⁾ FLAMCO AIRFIX A AIRFIX D	
8 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø	206	206	245	245
	H	345	345	301	301
12 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø	280	280	286	286
	H	318	318	334	334
18 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø	280	280	328	328
	H	418	418	325	325
25 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø	280	280	358	358
	H	528	528	378	378
33 LITER	Anschlussgröße	DN 20	DN 20	DN 20	DN 20
	Ø	354	354	396	396
	H	468	468	437	437

¹⁾ ggf. sind nach Einzelfallprüfung neue Bohrungen, andere Befestigungen und Änderungen der Leitungsführung notwendig

COMFORT- MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE

Norm

Zulassung gem. Richtlinie 2014/68/EU, nicht tauschbare Vollmembran nach DIN EN 13831, DIN 4807 T5, Elastomerleitlinie und W270, gebaut und geprüft nach DIN 4807 T5, DIN DVGW Reg.-Nr. NW-0411AT2534

Ausstattung

verzinkte Gewindeanschlüsse, mit T-Stück DN 20 (¾"), durchströmt mit High-Flow-Durchströmungssystem – immer frisches Wasser, kombinierbar mit Flowjet Durchströmungsarmatur, werkseitig durchbeaufschlagter Gasraum, innen nach KTW-A beschichtet, außen langlebige weiße Epoxidharzbeschichtung

Befestigung / Montage

bis 25 l hängend, Wandhalterung separat erhältlich
33 l hängend, Befestigungslaschen, Montageabstand 274,5 mm (B)

zulässige Betriebstemperatur

max. 70 °C

LIEFERUNG
INKLUSIVE
T-STÜCK
DN 20



MAG-W Membran-Druckausdehnungsgefäß

ausschließlich für den Einsatz in Kaltwasserleitungen,

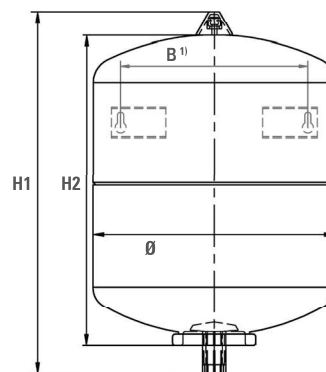
wasserführende Bauteile sind korrosionssgeschützt,

für Trinkwasser-, Druckerhöhungs- und Wasser-
erwärmungsanlagen nach DIN 1988,

nicht tauschbare Vollmembran nach DIN EN 13831

DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSS		MAG-W				
LEISTUNG						
Volumen	Liter	8	12	18	25	33
Anschlussgröße	DN	20	20	20	20	20
Anschlussgröße	Zoll	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Vordruck	bar	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Ausführung	bar	10	10	10	10	10
comfort-Nr. 61 40 017	... 018	... 019	... 020	... 021

**WAND-
HALTERUNG**
für alle Gefäße
mit 8 – 25 l
siehe S. 162



MASSE (in mm)						
Durchmesser	Ø	206	280	280	280	354
Höhe inkl. Anschluss	H1	345	318	418	528	468
Höhe ohne Anschluss	H2	283	256	359	469	406

¹⁾ Befestigungslaschen **B** nur beim Modell MAG-W mit 33 Liter Volumen. Bei Modellen mit anderem Volumen bitte Hinweise oben links beachten.

INHALTSVERZEICHNIS

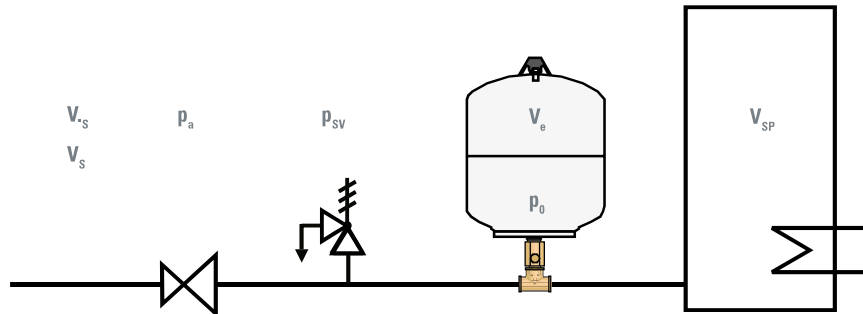
Legende - Variablen der Berechnung	168
MAG-W	
Berechnung und Produktauswahl	169
Schnell-Auswahlliste	169
Technische Grundlagen der Druckhaltung	170
Statische Druckhaltung	170
MAG-H	
Produktauswahl	171
Schritt 1 - Bestimmung des Wasserinhalts V_A	171
Schritt 2 - Berechnung des Ausdehnungsvolumens V_e	173
Schritt 3 - Berechnung der Wasservorlage V_v	173
Schritt 4 - Berechnung des Nennvolumens V_N	173
Schritt 5 - Bestimmung von Anfangsdruck p_a bzw. Fülldruck p_f	175
Schritt 6 - Tipps und Tricks für Profis	175
MAG-S	
Solarthermieanlagenanwendung	176
Vor- / Saugdruckhaltung	177
Nachdruckhaltung	178
Stoffwerte von Wasser und Wassergemischen	179

LEGENDE

VARIABLEN DER BERECHNUNG

V_A	Wasserinhalt	p_D	Verdampfungsdruck
V_e	Ausdehnungsvolumen	Δp_p	Differenzdruck
V_N	Nennvolumen	p_{st}	statischer Druck
V_v	Wasservorlage	D_f	Druckfaktor
V_K	Kollektorstutzenvolumen	\dot{Q}_{ges}	Wärmeleistung
V_{SP}	Speichervolumen	Q_N	Nennleistung
p_{SV}	Sicherheitsventil	H_{st}	statische Wasserhöhe
p_0	Vordruck	t_v	Vorlauftemperatur
p_a	Anfangsdruck	t_R	Rücklauftemperatur
p_e	Enddruck	t_{max}	max. Temperatur
p_F	Fülldruck	n	prozentuale Ausdehnung

BERECHNUNG UND PRODUKTAUSWAHL



ANFANGSDRUCK p_a

Er ist identisch mit dem Einstelldruck des Druckminderers.

In der Tabelle (s.u.) wird ein $p_a = 4$ bar angenommen.

Achtung! Dieser Wert kann bauseitig abweichen.

Der Einsatz einer Durchströmungsarmatur wird empfohlen.

RICHTIGES MAG-W TRINKWASSER 10–60 °C FINDEN

Ausgehend vom Einstellwert des Druckminderers p_a , des Ansprechdrucks des Sicherheitsventil p_{sv} und des Speichervolumens V_{sp} ergibt sich der Nenninhalt V_N des MAG-W.

BEISPIEL: comfort Speicher mit einem Inhalt von 400 Liter

GEGEBEN: $V_{sp} = 400$ l; $p_{sv} = 6$ bar; $p_a = 4,0$ bar
(Einstellwert am Druckminderer)

ERGEBNIS: MAG-W 25 Liter

SCHNELL-AUSWAHLLISTE

MAG-W TRINKWASSER 10–60 °C

Auswahl des MAG-W bei 4 bar Vordruck

V_{sp} l		120	150	160	200	300	400	500	600
Sicherheitsventil in bar	6	8	12	12	12	25	25	33	33
	8	8	8	8	12	12	18	25	25
	10	8	8	8	8	12	12	18	25

ZENTRALE BEDEUTUNG:
DIE AUFGABEN DER DRUCKHALTUNG

TECHNISCHE GRUNDLAGEN DRUCKHALTUNG

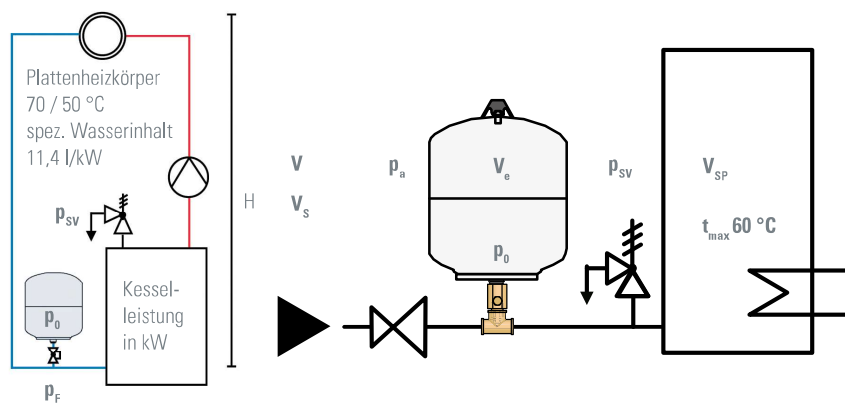
DRUCKHALTESYSTEME HABEN EINE ZENTRALE BEDEUTUNG IN HEIZ- UND KÜHLKREISLÄUFEN UND IM WESENTLICHEN DREI FUNDAMENTALE AUFGABEN ZU ERFÜLLEN.

1. Den Druck an jeder Stelle des Anlagensystems in zulässigen Grenzen halten, d. h. keine Überschreitung des zulässigen Betriebsüberdruckes, aber auch Sicherstellung eines Mindestbetriebsdrucks zur Vermeidung von Unterdruck, Kavitation und Verdampfung.
2. Kompensation von Volumenschwankungen des Heiz- oder Kühlwassers infolge von Temperaturschwankungen.
3. Vorhalten von systembedingten Wasserverlusten in Form einer Wasservorlage.

Die sorgsame Berechnung, Inbetriebnahme und Wartung ist Grundvoraussetzung für das richtige Funktionieren der Gesamtanlage.

MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE (MAG)

STATISCHE DRUCKHALTUNG



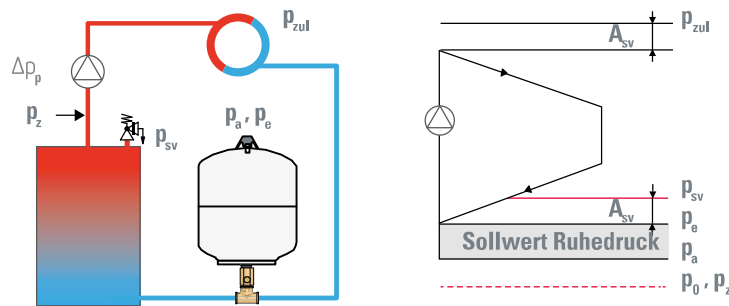
MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE MAG-H IN HEIZUNGSANLAGEN

PRODUKTAUSWAHL

Wasser dehnt sich bei steigenden Temperaturen überproportional aus. Wird eine Heizungsanlage, mit z. B. $V_A = 1.000 \text{ l}$ Wassereinhalt, mit kaltem Wasser (10°C) gefüllt und auf 60°C erhitzt, so dehnt sich das Wasser um 1,66 % bzw. um ein Wasservolumen von 16,6 l aus. Wird die Heizungsanlage auf 90°C erhitzt, sogar um 3,58 % bzw. um 35,8 l. Da Wasser nicht komprimierbar ist, würde ohne eine Druckhaltung bzw. nicht ausreichend dimensionierten Druckhaltung der Druck in einem geschlossenen System rasant ansteigen oder es zu nicht gewünschten Überdrücken kommen.

HÄUFIGSTE SCHALTUNG - SAUGDRUCKHALTUNG:

Umwälzpumpe im Vorlauf / Ausdehnungsgefäße im Rücklauf



SCHRITT 1

BESTIMMUNG DES WASSERINHALTS DER HEIZUNGSANLAGE V_A

Der Wasserinhalt der Heizungsanlage V_A kann näherungsweise aus der Leistung Q (kW), der Heizflächen und der gewählten Auslegungstemperaturdifferenz (Vorlauf- / Rücklauftemperatur) bestimmt werden. Zusätzliche Pufferspeicher müssten noch zum Wasserinhalt hinzugerechnet werden.

NÄHERUNGSWEISE ERMITTLUNG DES WASSERINHALTES V_A
VON HEIZUNGSANLAGEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER
INSTALLIERTEN WÄRMELEISTUNG \dot{Q}_{ges}

für Anlagen mit Naturumlaufkesseln

$$V_A (\text{l}) = \dot{Q}_{\text{ges}} \times V_A + \text{Fernleitungen} + \text{Sonstiges}$$

für Anlagen mit Wärmeübertragung

$$V_A (\text{l}) = \dot{Q}_{\text{ges}} \times (V_A - 1,4 \text{ l}) + \text{Fernleitungen} + \text{Sonstiges}$$

für Anlagen ohne Wärmeerzeuger

$$V_A (\text{l}) = \dot{Q}_{\text{ges}} \times (V_A - 2,0 \text{ l}) + \text{Fernleitungen} + \text{Sonstiges}$$

BERECHNUNG DER WASSERINHALTE IN HEIZUNGSANLAGEN (WÄRMEERZEUGER, VERTEILUNG, HEIZFLÄCHEN)

ACHTUNG – Näherungsweise, im Einzelfall erhebl. Abweichungen möglich

Spezifischer Wasserinhalt V_A in l/kW

t_v / t_n °C	Radiatoren		Platten	Konvektoren	Lüftung	Fußboden- heizung $V_A = \text{l/kW}$	prozentuale Ausdehnung n %
	Guss- radiatoren	Röhren- und Strahlradiatoren					
35 / 28	-	-	-	-	-	36,0	0,5
40 / 30	-	-	-	-	-	27,0	0,7
50 / 40	37,0	48,0	21,0	14,0	15,0	20,0 *	1,2
55 / 40	31,0	41,0	17,0	11,0	11,0	20,0 *	1,4
60 / 40	27,4	36,2	14,6	9,1	9,0	20,0 *	1,7
70 / 50	20,1	26,1	11,4	7,4	8,5	20,0 *	2,2
70 / 55	19,6	25,2	11,6	7,9	10,1	20,0 *	2,2
80 / 60	16,0	20,5	9,6	6,5	8,2	20,0 *	2,9
90 / 70	13,5	17,0	8,5	6,0	8,0	20,0 *	3,6

* Wird die Fußbodenheizung als Teil der Gesamtanlage mit tieferen Vorlauftemperaturen betrieben und abgesichert, dann ist bei der Berechnung der Gesamtwassermenge V_A die prozentuale Ausdehnung bezogen auf die max. Vorlauftemperatur einzusetzen.

Wasserinhalt von Heizungsrohren in l (ca.)

DN	10	15	20	25	32	40	50	60	65	80	100	125	150	200	250
l/m	0,13	0,21	0,38	0,58	1,01	1,34	2,1	3,2	3,9	5,3	7,9	12,3	17,1	34,2	54,3

BEISPIEL 1:

Eine Wasserheizung hat eine Nennleistung von $Q_N = 80 \text{ kW}$.

Das Sicherheitsventil öffnet bei einem Überdruck von $p_{sv} = 3 \text{ bar}$.

Die statische Wasserhöhe beträgt $H_{st} = 13 \text{ m}$, daraus folgt $p_{st} = 1,3 \text{ bar}$.

Das Wasser wird auf 70/50 °C aufgeheizt.

Bestimmen Sie das jeweilige MAG, wenn Plattenheizkörper verbaut sind.

V_A Wasserheizung bei 80 kW: $V_A = 80 \text{ kW} \times 11,4 \text{ l/kW} = 912 \text{ l}$

BEISPIEL 2:

Eine Wasserheizung hat eine Nennleistung von $Q_N = 80 \text{ kW}$.

Das Sicherheitsventil öffnet bei einem Überdruck von $p_{sv} = 3 \text{ bar}$.

Die statische Wasserhöhe beträgt $H_{st} = 13 \text{ m}$, daraus folgt $p_{st} = 1,3 \text{ bar}$.

Das Wasser wird auf 50/40 °C aufgeheizt.

Bestimmen Sie das jeweilige MAG, wenn 40 % Plattenheizkörper, 60 % Fußbodenheizung und ein Pufferspeicher mit 600 Liter verbaut sind.

V_A Plattenheizkörper bei 32 kW: $V_A = 32 \text{ kW} \times 21 \text{ l/kW} = 672 \text{ l}$

V_A Fußbodenheizung bei 48 kW: $V_A = 48 \text{ kW} \times 20 \text{ l/kW} = 960 \text{ l}$

V_A Pufferspeicher: $V_A = 600 \text{ l}$

SCHRITT 2

BERECHNUNG DES AUSDEHNUNGSVOLUMENS V_e

Wird nun die Heizungsanlage auf die gewünschte Vorlauftemperatur erwärmt, dehnt sich der Wasserinhalt um den Faktor n (%/100) aus. Das Ausdehnungsvolumen V_e ergibt sich dann als:

$$V_e (l) = n \times V_A (l)$$

$$\text{BEISPIEL 1: } V_e = n70 \times 912 \text{ l} = 0,022 \times 912 \text{ l} = 20,1 \text{ l}$$

$$\text{BEISPIEL 2: } V_e = n50 \times V_A = 0,012 \times 2232 \text{ l} = 26,8 \text{ l}$$

SCHRITT 3

BERECHNUNG DER WASSERVORLAGE V_v

Ein MAG soll eine Heizungsanlage über seine Wasservorlage V_v auch gegen systembedingte Wasserverluste schützen. Dies wird über die Wasservorlage V_v sichergestellt.

Die Menge der Wasservorlage V_v entspricht 0,5 % des Wasserinhalts der Heizungsanlage, min. 3 l.

$$V_v (l) = 0,005 \times V_A (l)$$

$$\text{BEISPIEL 1: } V_v = 0,005 \times V_A = 0,005 \times 912 \text{ l} = 4,6 \text{ l}$$

$$\text{BEISPIEL 2: } V_v = 0,005 \times V_A = 0,005 \times 2232 \text{ l} = 11,2 \text{ l}$$

SCHRITT 4

BERECHNUNG DES NENNVOLUMENS V_N

Ein MAG kann zwischen dem Vordruck p_0 und Enddruck p_e der Anlage arbeiten.

Der Enddruck p_e begrenzt den oberen Sollwertbereich der Druckhaltung. Er ist so festzulegen, dass der Druck am Anlagensicherheitsventil mindestens um die Schließdruckdifferenz ASV nach TRD 721 tiefer liegt. Die Schließdruckdifferenz ist abhängig von der Art des Sicherheitsventils.

$$\text{bei SV} < 5 \text{ bar} \quad p_e = p_{sv} - 0,5 \text{ bar}$$

$$\text{bei SV} \geq 5 \text{ bar} \quad p_e = p_{sv} \times 0,9$$

Der Vordruck ergibt sich hierbei vereinfacht als statischer Druck der Wassersäule p_{st} über dem Gefäß, wobei $10 \text{ m} = 1 \text{ bar}$ entsprechen. Zur Vermeidung von Kavitation an den Umwälzpumpen empfehlen wir auch bei Dachzentralen und Heizungsanlagen in Flachbauten, den Mindestbetriebsdruck nicht unter 1 bar zu wählen.

Üblicherweise wird das Ausdehnungsgefäß saugseitig der Umwälzpumpe eingebunden (Vordruckhaltung). Bei druckseitiger Einbindung (Nachdruckhaltung) ist, zur Vermeidung von Unterdruckbildung an den Hochpunkten, der Differenzdruck der Umwälzpumpe Δp_p zu berücksichtigen.

Bei der Berechnung von p_0 werden 0,2 bar Sicherheitszuschlag empfohlen:

bei Vordruckhaltung $p_0 \geq p_{st} + 0,2 \text{ bar}$

bei Nachdruckhaltung $p_0 \geq p_{st} + 0,2 \text{ bar} + \Delta p_p$

BEISPIEL 1 + 2 : $p_0 = p_{st} + 0,2 \text{ bar} = 1,3 \text{ bar} + 0,2 \text{ bar} = 1,5 \text{ bar}$

Das MAG muss nun das Volumen des sich ausdehnenden Wassers V_e und der Wasservorlage V_v aufnehmen. Der Druck im Ausdehnungsgefäß wird durch ein Gaspolster erzeugt. Wasserstand und Druck im Gasraum sind miteinander verknüpft. Es ist deshalb nicht möglich, das gesamte Nennvolumen zur Wasseraufnahme zu nutzen. Daher muss das MAG um einen Faktor Df (Druckfaktor) größer gewählt werden. Je größer die Spreizung zwischen Vordruck p_0 und dem Enddruck p_e ist, desto mehr kann das MAG arbeiten und desto geringer ist der Druckfaktor Df.

Df - Druckfaktortabelle für MAG-H (p_{sv} 2,5 bis 6 bar)

Sicherheitsventil p_{sv} (bar)	Enddruck p_e (bar)	Mindestbetriebsdruck p_0 (bar)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2,5	2,0	3	6			
3	2,5	2,33	3,5	7		
4	3,5	1,8	2,25	3	4,5	9
5	4,5	1,57	1,83	2,2	2,75	3,67
6	5,4	1,46	1,64	1,88	2,21	2,67

Das Nennvolumen V_N des MAG ermittelt sich aus:

$$V_N = (V_e (I) + V_v (I)) \times Df$$

BEISPIEL 1 - MIT 3 BAR SICHERHEITSVENTIL:

$$V_N = (20,1 \text{ l} + 4,6 \text{ l}) \times 3,5 = 86,5 \text{ l} \quad \text{gewählt: MAG-H 100}$$

$$V_N = (26,8 \text{ l} + 11,2 \text{ l}) \times 3,5 = 133 \text{ l} \quad \text{gewählt: MAG-H 140}$$

BEISPIEL 2 - MIT 4 BAR SICHERHEITSVENTIL:

$$V_N = (20,1 \text{ l} + 4,6 \text{ l}) \times 2,25 = 55,6 \text{ l} \quad \text{gewählt: MAG-H 80}$$

$$V_N = (26,8 \text{ l} + 11,2 \text{ l}) \times 2,25 = 85,5 \text{ l} \quad \text{gewählt: MAG-H 100}$$

Df = Druckfaktor (> 1) = $(p_e + 1) / (p_e - p_0)$ (Faktor einheitenlos > 1)

1/Df = Kehrwert (Faktor < 1) / $(1/Df) \times 100$ = Nutzungsgrad MAG (%)

SCHRITT 5

BESTIMMUNG VON ANFANGSDRUCK p_a BZW. FÜLLDRUCK p_f

ANFANGSDRUCK p_a

Der Anfangsdruck p_a begrenzt den unteren Sollwertbereich der Druckhaltung und sichert gleichzeitig die Wasservorlage V_v , also den Mindestwasserstand im Ausdehnungsgefäß. Der Anfangsdruck ist der Anfangsdruck bei Befüllung / Überdruck in der Anlage bei der tiefsten Temperatur des Füllwassers z. B. 10 °C:

FÜLLDRUCK p_f

Der Fülldruck p_f ist der Druck, der beim Füllen einer Anlage, bezogen auf die Temperatur des Füllwassers, eingebracht werden muss.

ACHTUNG! Der Fülldruck p_f kann vom Anfangsdruck p_a je nach Betriebszustand der Anlage abweichen, sollte sich aber immer innerhalb des Ruhedruckbereichs zwischen p_a und p_e befinden. Im Beispiel 1 und 2 also zwischen 1,8 bis 2,5 bar bei einer Systemtemperatur zwischen 10 bis 50 °C.

$$p_a = p_0 + 0,3 \text{ bar}$$

SYSTEMTEMPERATUR BEI 10 °C FÜLLTEMPERATUR

$$\text{BEISPIEL 1: } p_a = p_0 + 0,3 \text{ bar} = 1,5 \text{ bar} + 0,3 \text{ bar} = 1,8 \text{ bar}$$

FÜLLDRUCK BEI Z. B. VOLLER SYSTEMLEISTUNG 50 °C
MIT MAX. AUSDEHNUNG

$$\text{BEISPIEL 2: } p_a = p_0 + 0,8 \text{ bar} = 1,5 \text{ bar} + 0,8 \text{ bar} = 2,3 \text{ bar}$$

SCHRITT 6

TIPPS UND TRICKS FÜR PROFIS

Sicherheitsventilsprechdruck ausreichend hoch wählen, sonst wird das Nennvolumen in Relation zum Nutzvolumen recht groß:

$$\text{EMPFEHLUNG: } p_{sv} \geq p_0 + 1,5 \text{ bar}$$

Vordruck p_0 im MAG wegen erforderlichem Mindestzulaufdruck der Umwälzpumpen auch bei Dachzentralen zur Vermeidung von Unterdruck und Kavitation:

$$p_0 \geq 1 \text{ bar auch bei statischer Anlagenhöhe} < 8 \text{ m}$$

SOLARTHERMIE- ANLAGENANWENDUNG

BERECHNUNG IN ANLEHNUNG AN VDI 6002
UND DIN 4807 T2.

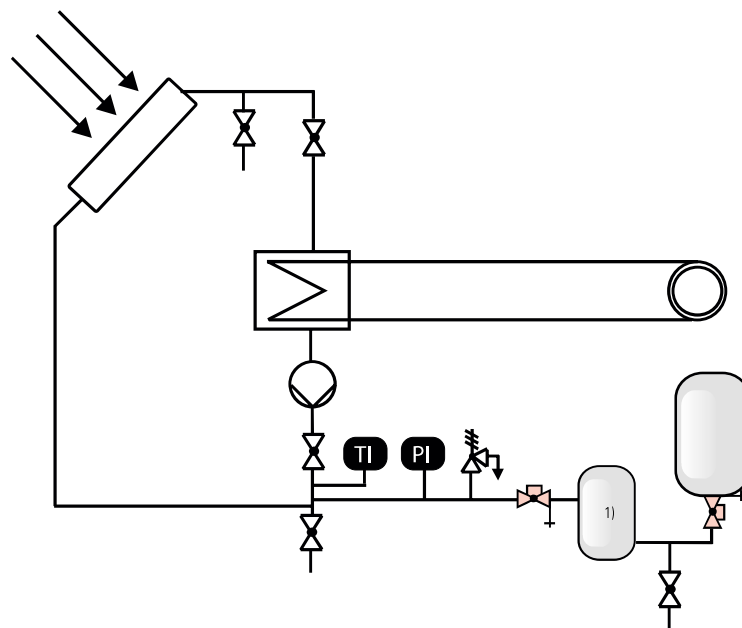
Bei Solarthermieanlagen ergibt sich die Besonderheit, dass die höchste Temperatur nicht durch den Regler am Wärmeerzeuger definiert werden kann, sondern von der Stillstandstemperatur am Kollektor bestimmt wird. Daraus leiten sich zwei mögliche Berechnungsverfahren ab:

1. VOR-/SAUGDRUCKHALTUNG

Meist mit Umwälzpumpe und Ausdehnungsgefäß im Rücklauf

2. NACHDRUCKHALTUNG

Da das Ausdehnungsgefäß mit Sicherheitsventil im Rücklauf nicht absperrbar zum Kollektor angeordnet werden muss, ergibt sich zwangsläufig die Nachdruckhaltung, d. h. die Einbindung des Ausdehnungsgefäßes erfolgt auf der Druckseite der Umwälzpumpe



¹⁾ SOLARANLAGE INKLUSIVE VORSCHALTGEFÄSS

Wenn sichergestellt ist, dass die Temperatur nicht über 70°C steigt,
kann auf das Vorschaltgefäß verzichtet werden.

BERECHNUNG DES NENNVOLUMENS V_N VON MAG-S IN SOLARANLAGEN

VOR-/SAUGDRUCKHALTUNG

OHNE VERDAMPFUNG IM KOLLEKTOR

HERSTELLERANGABEN ZU STILLSTANDSTEMPERATUREN BEACHTEN!

Die prozentuale Ausdehnung n und der Verdampfungsdruck p_0 werden auf die Stillstandstemperatur bezogen. Da bei bestimmten Kollektoren bis über 200 °C erreicht werden können, scheidet dieses Berechnungsverfahren hier aus. Bei indirekt beheizten Röhrenkollektoren (System Heat Pipe) sind Systeme mit Begrenzung der Stillstandstemperatur bekannt. Falls ein Mindestbetriebsdruck von $p_0 \leq 4$ bar zur Vermeidung von Verdampfung ausreichend ist, kann meist ohne Verdampfung gerechnet werden. Es ist zu berücksichtigen, dass bei dieser Variante eine erhöhte Temperaturbelastung auf Dauer die Frostschutzwirkung des Wärmeträgermediums reduziert. Der Mindestbetriebsdruck p_0 wird so hoch gewählt, dass keine Verdampfung im Kollektor eintritt, im allgemeinen bei Stillstandstemperaturen ≤ 150 °C möglich.

BERECHNUNG DES NENNVOLUMEN V_N DES MAG OHNE VERDAMPFUNG:

$$V_N = (V_e (l) + V_v (l)) \times Df$$

MIT VERDAMPFUNG IM KOLLEKTOR

Bei Kollektoren mit Stillstandstemperatur bis über 200 °C kann Verdampfung im Kollektor nicht ausgeschlossen werden. Der Verdampfungsdruck wird dann nur bis zum gewünschten Verdampfungspunkt (110 – 120 °C) berücksichtigt. Dafür wird bei der Ermittlung des Nennvolumens des MAG das gesamte Kollektorstück V_K zusätzlich zum Ausdehnungsvolumen V_e und der Wasservorlage V_v berücksichtigt. Diese Variante ist zu bevorzugen, weil sie durch die geringere Temperatur das Wärmeträgermedium weniger belastet und die Frostschutzwirkung länger erhalten bleibt. Der Mindestbetriebsdruck p_0 wird so berechnet, dass bis Vorlauftemperaturen von 110 oder 120 °C keine Verdampfung auftritt, d. h. bei Stillstandstemperaturen wird Verdampfung im Kollektor zugelassen.

BERECHNUNG DES NENNVOLUMEN V_N DES MAG MIT VERDAMPFUNG:

$$V_N = (V_e (l) + V_v (l) + V_K (l)) \times Df$$

Df - Druckfaktortabelle für MAG-S (p_{sy} 2,5 bis 6 bar)

Sicherheitsventil p_{sv} (bar)	Enddruck p_e (bar)	Mindestbetriebsdruck p_0 (bar)				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
2,5	2,0	3	6			
3	2,5	2,33	3,5	7		
4	3,5	1,8	2,25	3	4,5	9
5	4,5	1,57	1,83	2,2	2,75	3,67
6	5,4	1,46	1,64	1,88	2,21	2,67

$Df =$ Druckfaktor (> 1) = $(p_e + 1) / (p_e - p_0)$ (Faktor einheitenlos > 1)

$1/Df =$ Kehrwert (Faktor < 1) / $(1/Df) \times 100 =$ Nutzungsgrad MAG (%)

NACHDRUCKHALTUNG

STOFFWERTE

FROSTSCHUTZMITTELZUSÄTZE VON BIS ZU 40 % SIND BEI DER FESTLEGUNG DER PROZENTUALEN AUSDEHNUNG n UND DES VERDAMPFUNGSDRUCKES p_D ENTSPRECHEND DEN HERSTELLERANGABEN ZU BEACHTEN.

Stoffwerte für Wassergemische mit Antifrogen N

Wird mit Verdampfung gerechnet, wird der Verdampfungsdruck p_D wahlweise bis zur Siedetemperatur 110 oder 120 °C berücksichtigt. Die prozentuale Ausdehnung n wird dann zwischen der tiefsten Außentemperatur (z. B. -20 °C) und der Siedetemperatur ermittelt. Wird ohne Verdampfung gerechnet, so sind der Verdampfungsdruck p_D und die prozentuale Ausdehnung n auf die Stillstandstemperatur des Kollektors zu beziehen.

VORDRUCK p_0 - MINDESTBETRIEBSDRUCK

Je nach Berechnungsverfahren wird der Mindestbetriebsdruck (Vordruck) auf die Stillstandstemperatur im Kollektor (ohne Verdampfung) oder die Siedetemperatur (mit Verdampfung) abgestimmt.

In beiden Fällen ist bei der angegebenen üblichen Schaltung der Umwälzpumpendruck Δp_p zu berücksichtigen, da das Ausdehnungsgefäß druckseitig der Umwälzpumpe eingebunden wird (Nachdruckhaltung).

FÜLLDRUCK p_F - ANFANGSDRUCK

In der Regel liegt die Fülltemperatur (10 °C) weit über der tiefsten Systemtemperatur, so dass der Fülldruck größer als der Anfangsdruck ist.

DRUCKHALTUNG

In der Regel als statische Druckhaltung mit MAG-S

VORSCHALTGEFÄSSE

Kann verbraucherseitig eine stabile Rücklauftemperatur ≤ 70 °C nicht garantiert werden, so ist vor dem MAG ein Vorschaltgefäß zu installieren.

MEMBRAN-DRUCKAUSDEHNUNGSGEFÄSSE MAG-H IN HEIZUNGSANLAGEN

STOFFWERTE VON WASSER UND WASSERGEMISCHEN

**WASSER MIT FROSTSCHUTZMITTELZUSATZ 20 % (VOL.),
TIEFSTE ZULÄSSIGE SYSTEMTEMPERATUR -10 °C**

Wasser mit Frostschutzmittelzusatz 20 %

t °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
n % (-10 °C auf t)	0,26	0,54	0,90	1,33	1,83	2,37	2,95	3,57	4,23	4,92	5,64	6,40
p ₀ bar					-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,33	0,85
p / kg / m ²	1037	1035	1031	1026	1022	1016	1010	1004	998	991	985	978

**WASSER MIT FROSTSCHUTZMITTELZUSATZ 34 % (VOL.),
TIEFSTE ZULÄSSIGE SYSTEMTEMPERATUR -20 °C**

Wasser mit Frostschutzmittelzusatz 34 %

t °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
n % (-20 °C auf t)	0,35	0,66	1,04	1,49	1,99	2,53	3,11	3,71	4,35	5,01	5,68	6,39	7,11
p ₀ bar						-0,9	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,23	0,70
p / kg / m ²	1066	1063	1059	1054	1049	1043	1037	1031	1025	1019	1012	1005	999

Nähere Informationen zu den kombinierbaren Speichern und passenden Komponenten aus dem einfach zu verarbeitenden System finden Sie ab Seite 134.

Fragen Sie uns – wir beraten Sie gerne.