



**mark**

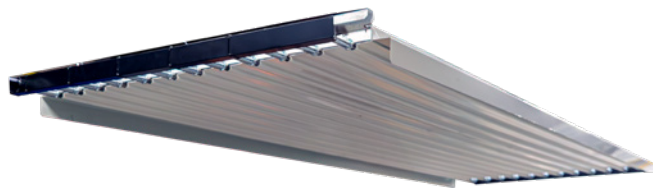
building climate technology

# INFRA AQUA OPTIMA

Hocheffiziente  
Deckenstrahlplatte

Effiziente und lokale Heizung  
mit einer breiten Palette  
von Anwendungen

**Dedicated  
to people.**



## Heizen und Kühlen mit besonders hoher Strahlungseffizienz

Der Infra Aqua Optima ist ein wassergespeicherter Strahlungsheizkörper, der für einen hohen Strahlungswirkungsgrad optimiert und mit einer Isolierung versehen ist, um Wärmeverluste nach oben zu verhindern.

Darüber hinaus schließen die Paneele vollständig nahtlos aneinander an, sodass keine Öffnungen zwischen den Elementen entstehen und die Strahlungsleistung noch konstanter bleibt.

Dieses Produkt bietet Heizung durch Strahlung, also geräuschlos und ohne Luftbewegung. Damit hat die Infra Aqua Optima ein sehr breites Anwendungsspektrum, sowohl für Nutz- als auch für Industriegebäude.

Durch die kurze Aufheizzeit und die direkte Abgabe der Wärme dort, wo sie benötigt wird, lassen sich hohe Energieeinsparungen erzielen.

Die Paneele werden in Längen von 4, 5 oder 6 Metern geliefert und können in Reihe geschaltet werden, um längere Bahnen zu bilden. Die Paneele oder Bahnen können auch parallel aufgehängt werden, um größere Räume zu heizen und zu kühlen.

Standardmäßig ist das Paneel mit einer Beschichtung in der Farbe Weiß RAL 9010 versehen. Andere RAL-Farben sind auf Anfrage erhältlich.

### Produktmerkmale

- Hohe Strahlungseffizienz, bis zu 88 %.
- Einfache Installation.
- Geringes Gewicht pro Meter
- Gleichmäßige Temperaturverteilung und geringes vertikales Temperaturgefälle.
- Keine Luftbewegung und daher kein Staub und keine Zugluft.
- Völlig wartungsfrei und lange Lebensdauer.
- Platzsparend und überall einsetzbar.

### Zubehör

- Volumenstromregler
- Presskupplungen
- Verstellbarer Aufhangesatz
- PinTherm Infra Connect IoT/WiFi mit schwarzem Kugelfühler

### Varianten des Infra Aqua

Merkmal	Eco	Design	Optima	Optima+
Leistung	+++	+	++	++
Rendement	+	+	++	+++
Einfacher Einbau	++	+++	+++	+++



## Was ist Strahlungsheizung?

Strahlungsheizung ist die Übertragung von Wärme von einer Wärmequelle auf ein kälteres Objekt. Dies geschieht durch elektromagnetische Strahlung, die Oberflächen direkt erwärmt und nicht die Luft zwischen Wärmequelle und erwärmten Oberflächen. Das Konzept lässt sich am besten wie folgt zusammenfassen:

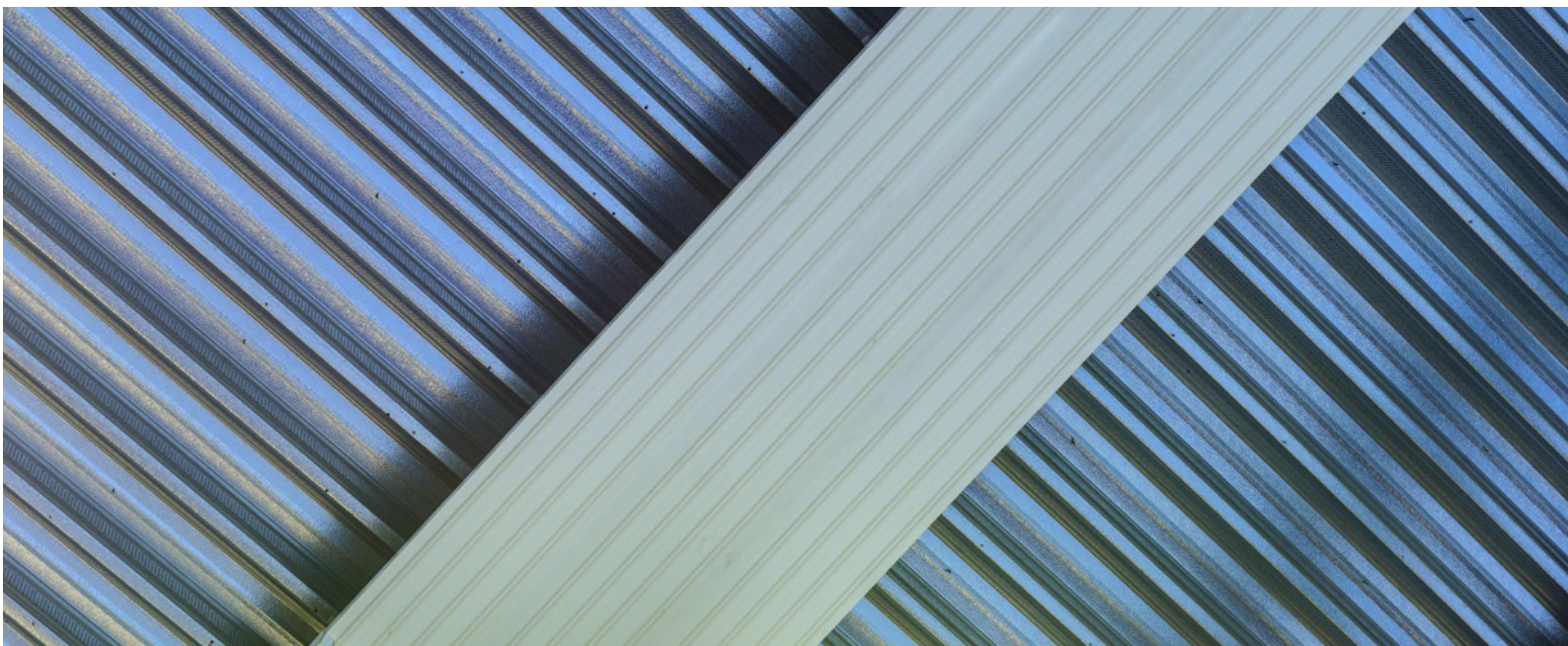
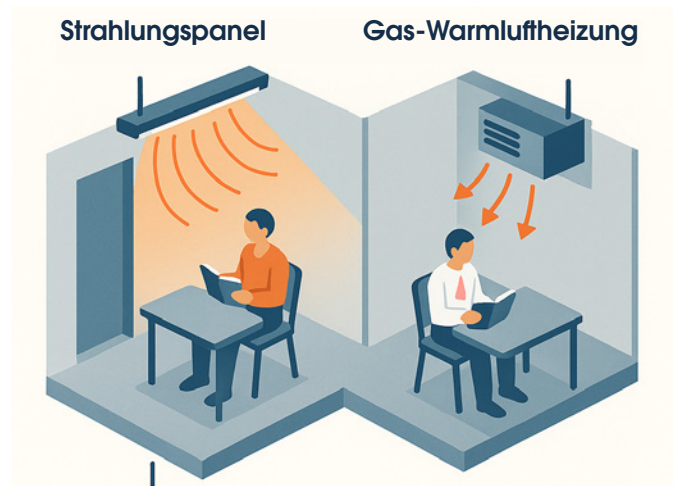
**Strahlungsheizungen fühlen sich an wie Sonnenschein an einem Wintertag: Sie spüren die Wärme sofort, ohne erst den ganzen Raum aufwärmen zu müssen.**

Strahlungsheizungen werden im Allgemeinen als angenehmer empfunden als Konvektionsheizungen; die Heizung ist direkt und der Raum fühlt sich nicht erdrückend warm an.

## Anwendung der Strahlungsheizung

Strahlungsheizungen werden seit Jahrzehnten in Räumen mit einer Aufhängenhöhe von 2,5 bis 25 Metern eingesetzt. Diese Heizpaneele werden von der Decke abgehängt und nehmen daher keinen Platz in der Arbeitsumgebung selbst ein. Sie lassen sich schnell montieren, sind wartungsfrei und haben eine lange Nutzungsdauer.

Die Strahlungsplatten sind ideal für die Zonen- oder Lokalbeheizung und sparen so eine Menge Heizkosten. Sie beheizen nur die Flächen, die beheizt werden müssen.



## Die Optima

Das Infra Aqua Optima ist in den Ausführungen Optima 2, Optima 3 und Optima 4. Jedes dieser Modelle hat eine andere Breite und damit Leistung. Das macht sie vielseitig einsetzbar, je nach der gewünschten Heiz- und Kühlleistung für den Raum.

Alle Varianten sind einfach zu installieren und nahezu leise. Weitere Informationen zur Projektion für eine Installation.

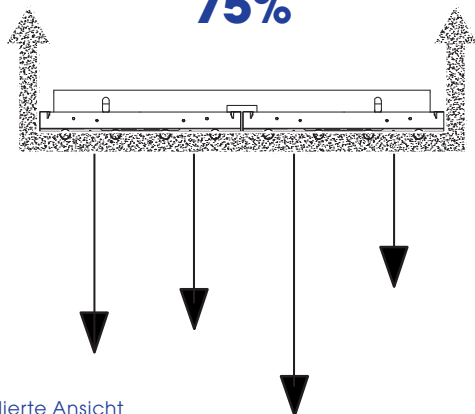
## Der Optima+ für mehr Strahlungseffizienz

Die verschiedenen Typen haben auch eine Plus-Variante; die Optima 2+, Optima 3+ und Optima 4+.

Die Optima+ ist mit speziellen Profilen und einer zusätzlichen Isolierschicht, wodurch der Strahlungswirkungsgrad, abgeleitet aus HLK-Messungen abgeleiteten Spitzenwert von 88 %, eine deutliche Verbesserung gegenüber den 70% der üblicherweise verwendeten Strahlungsplatten.

**Infra Aqua Optima**  
Höchste Strahlungseffizienz

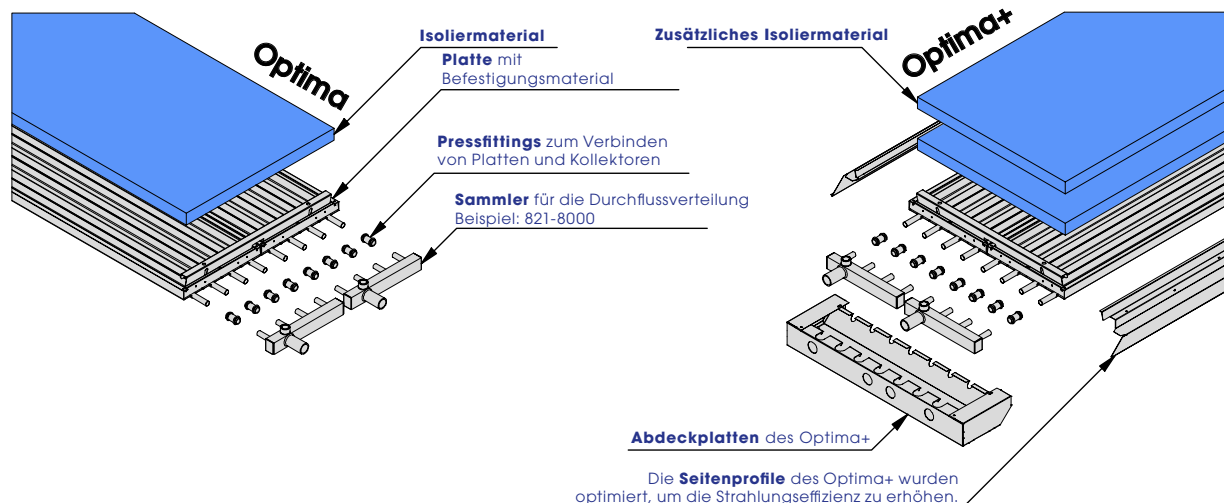
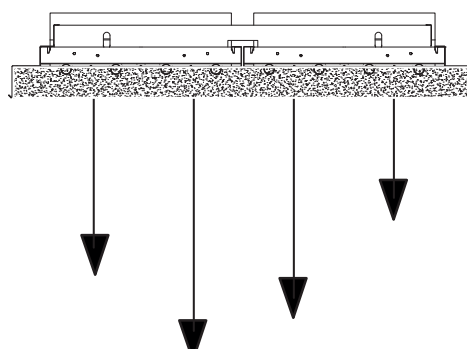
**75%**



Explodierte Ansicht

**Infra Aqua Optima+**  
Höchste Strahlungseffizienz

**88%**



Produkteigenschaften	Einheit	Optima 2	Optima 3	Optima 4
Außendurchmesser der Leitung	mm	15	15	15
Maximale Betriebstemperatur	°C	120	120	120
Maximaler Betriebsdruck	bar	10	10	10
Betriebsgewicht eines 4 Meter langen Panels mit Wasserinhalt und Isolierung	kg	31.5	47.4	63.2
Betriebsgewicht eines 5 Meter langen Panels mit Wasserinhalt und Isolierung	kg	39.2	58.9	78.5
Betriebsgewicht eines 6 Meter langen Panels mit Wasserinhalt und Isolierung	kg	46.8	70.3	93.8

### Raum und Montage

Die Infra Aqua Optima und Optima+ sind vielseitig einsetzbar, beispielsweise in Ausstellungsräumen, Baumärkten, Sporthallen, Fabriken, Werkstätten und Produktionshallen.

Die Verteilung über die Breite des Raums erfolgt anhand der erforderlichen Leistung im Verhältnis zur Montagehöhe und Anzahl der Bahnen. Als Faustregel gilt, dass der maximale Abstand zwischen den Mitten der Paneele dem 1-fachen der Montagehöhe entspricht; der Abstand zur Wand beträgt das 1/3-fache der Höhe.

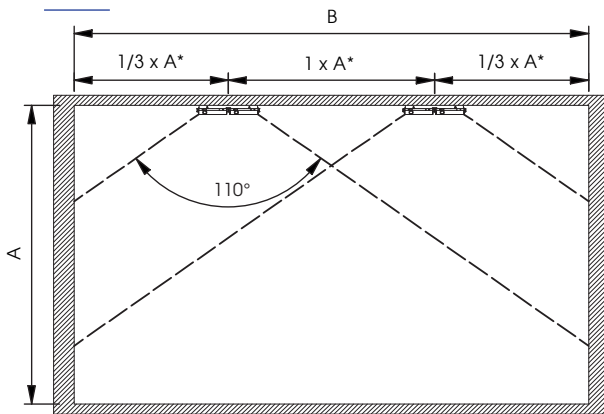
### Legende

**A** Montagehöhe.

**B** Breite des Raums.

\* Faustregel für Mindestabstände von Mitte zu Mitte.

Ansicht von vorne



### Direkte Montage an der Decke

Beispiel: Optima 2+.

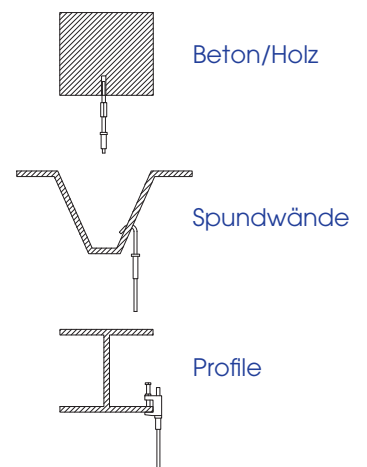
Für niedrige Räume ist es möglich, die Infra Aqua Optima direkt an der Decke zu montieren. Die direkte Montage an der Decke erfordert weniger Montagematerial und eignet sich hervorragend für niedrige Räume.

### Aufhängen der Decke

Hier Beispiel: Optima 2+ an einer Spundwand mit Aufhangesets.

Die Optima und Optima+ sind vielseitig als Hängeleuchte einsetzbar und können mit optionalem Montagematerial in der gewünschten Höhe angebracht werden. Die Aufhangesets von Mark wurden speziell für eine breite Einsatzmöglichkeit und eine schnelle und einfache Montage entwickelt.

### Aufhangesets

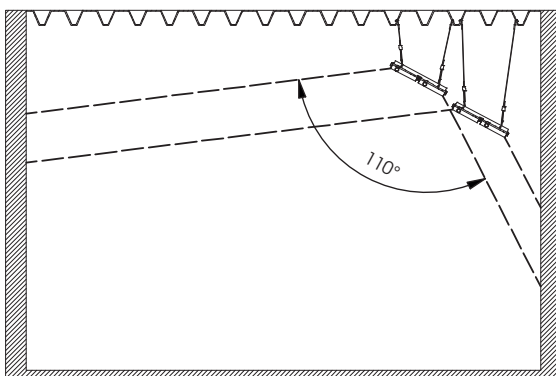


### Hängend unter einem Winkel

Das Beispiel: Optima 2+ an einer Spundwand mit Aufhangesets.

Um die Raumhöhe weniger zu beeinträchtigen, können Heizpaneele geneigt montiert werden. Bei dieser Montagemethode haben die Modelle Optima und Optima+ Konvektionsverluste, was zu Lasten der Strahlungsleistung geht.

Es wird dringend davon abgeraten, den Optima oder Optima+ auf diese Weise zu montieren. Der Infra Aqua Eco ist stärker auf Leistung ausgerichtet und dafür besser geeignet.





### Modularer Aufbau

Die Infra Aqua Optima und Infra Aqua Optima+ sind für alle Modelle in Paneelen von 4, 5 und 6 Metern Länge erhältlich. Um längere Anlagen zu realisieren, können die Paneele in Reihe geschaltet werden.

Mark verwendet umfangreiche Berechnungsprogramme und bietet kostenlose und unverbindliche Berechnungen und Angebote an.

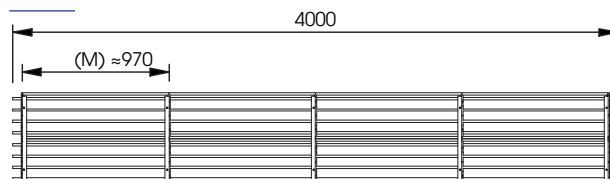
### Montage

Die Paneele werden alle 2 Meter aufgehängt und können daher je nach Länge ein anderes Aufhängemuster aufweisen. Die erforderlichen Teile können anhand der Zusammensetzung des Produkts berechnet werden. Der Abstand zwischen den Aufhängebügeln ist unten mit einem M angegeben.

#### Optima Platte von 4 meter

Beispiel: einige Optima 2  
ohne Abdeckungen.

Ansicht von oben

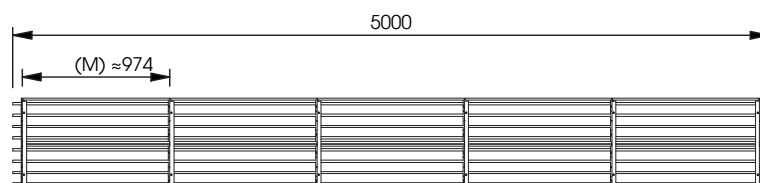


#### Legende:

**M:** Abstand zwischen den Befestigungspunkten auf der Achse.

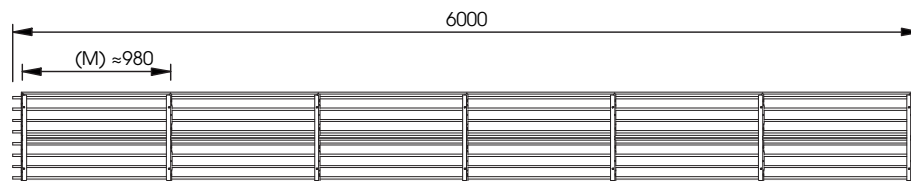
#### Optima Platte von 5 meter

Beispiel: einige Optima 2  
ohne Abdeckungen.



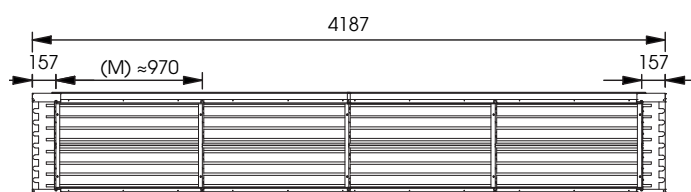
#### Optima Platte von 6 meter

Beispiel: einige Optima 2  
ohne Abdeckungen.



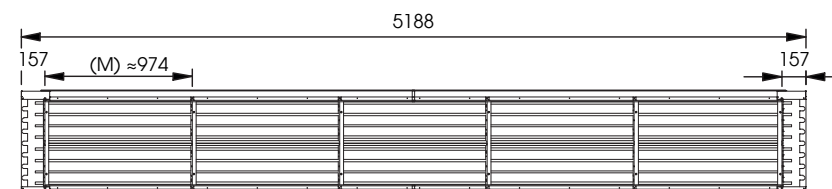
#### Optima Platte von 4 meter

Beispiel: einige Optima 2+ mit Kappen,  
nachfolgende Längen sind kürzer.



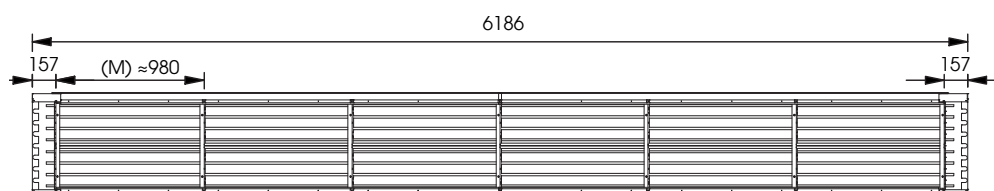
#### Optima Platte von 5 meter

Beispiel: einige Optima 2+ mit Kappen,  
nachfolgende Längen sind kürzer.



#### Optima Platte von 6 meter

Beispiel: einige Optima 2+ mit Kappen,  
nachfolgende Längen sind kürzer.



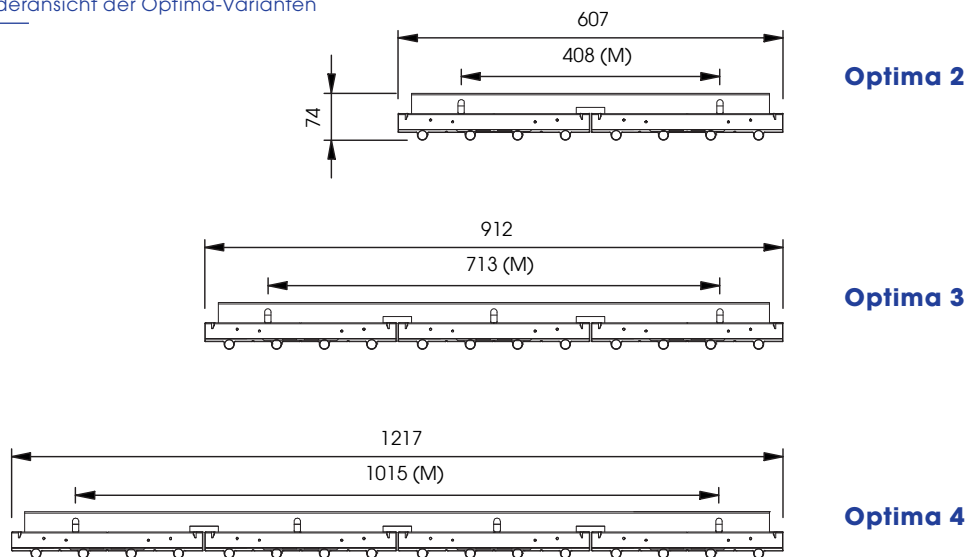
## Typen

Die verschiedenen Typen der Infra Aqua Optima und Optima+ wurden entwickelt, um einen großen Leistungsbereich abzudecken. Ein entscheidender Faktor ist die Montagehöhe und damit der Montageabstand zwischen den Bahnen.

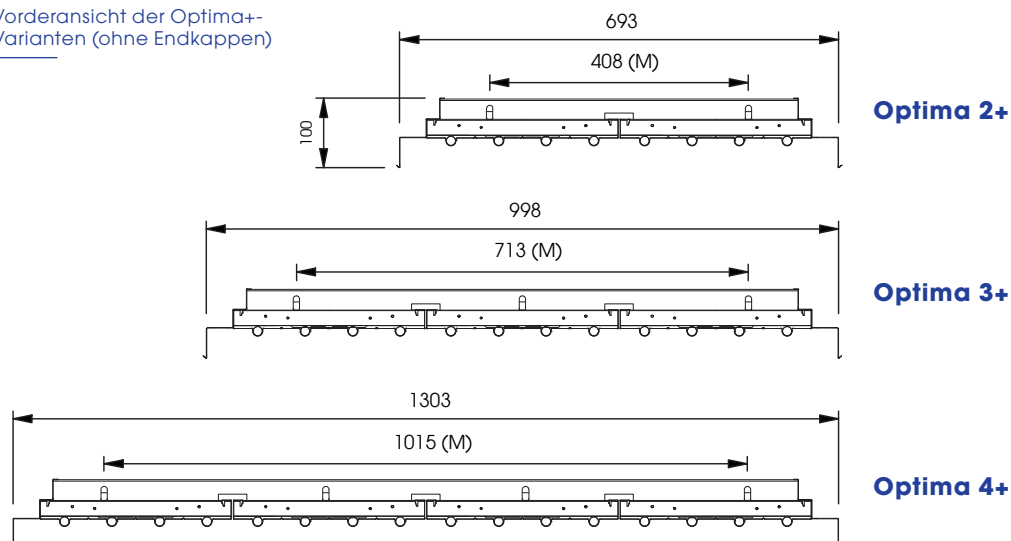
Je nach Projektierung und Übertragungskapazität lässt sich ableiten, welcher Produkttyp benötigt wird. Beispielsweise bei hoher Leistung der Optima 4+ und bei geringerer Leistung der Optima 2+.

Wenden Sie sich an Mark, um eine kostenlose Berechnung mit einem unverbindlichen Angebot durchführen zu lassen.

Vorderansicht der Optima-Varianten



Vorderansicht der Optima+-Varianten (ohne Endkappen)



# INFRA AQUA OPTIMA

## Ein angenehmes Raumklima

Mark Climate Technology berät Sie gerne zu einem angenehmen Raumklima für Ihr Projekt. Mit kostenloser Beratung (auch vor Ort), einem eigenen Kundendienst und einer breiten Produktpalette können wir jeden Kunden individuell bedienen.

[markclimate.com](https://markclimate.com)









## Projektion und Designberatung

Die folgenden Seiten zeigen den manuellen Schritt-für-Schritt-Prozess, um zu einer Aufstellung zu gelangen; die Anzahl der Aufträge und die dazugehörigen Daten.

Diese Schritte bilden die Grundlage für die Produktauswahl, aber der einfachste Weg zu einer vollständigen, maßgeschneiderten Berechnung ist die Kontaktaufnahme mit **Mark Climate Technology**, um eine kostenlose und unverbindliche Lösung zu erhalten. Jeder Schritt beschreibt die Maßnahme, die erforderlichen Informationen und ein Beispiel.

### Schritt 1 - Festlegung der Systemtemperaturen

Legen Sie nach der Auswahl eines möglichen Produkts die von der Heizungsanlage, z. B. einer Wärmepumpe, bestimmten Systemtemperaturen fest. Bestimmen Sie daraus die erforderlichen Temperaturen und Eigenschaften des Wassers bei der Rücklaufftemperatur.

#### 1.1 Definieren Sie die Daten der Systemtemperaturen.

Bezeichnung	Beschreibung	Beispiel
$T_A$ (°C)	Vorlauftemperatur der Anlage während des Heizens.	45 °C
$T_R$ (°C)	Rücklauftemperatur des Systems während des Heizens.	40 °C
$T_O$ (°C)	Gewünschte Raumtemperatur während des Heizens.	16 °C

#### 1.2 Berechnungen zu Systemtemperaturen durchführen

Bezeichnung	Beschreibung	Berechnung	Beispiel
$\Delta T_{AR}$ (°K)	Delta Vorlauf/Rücklauf für Heizung	$\Delta T_{AR} = T_A - T_R$	= 5 °K
$\Delta T_E$ (°K)	Übertemperatur Heizung	$\Delta T_E = (T_A + T_R) / 2 - T_O$	= 26.5 °K

### Schritt 2 - Die raumt en benodigde capaciteit

#### 2.1 Definieren Sie die Daten des Raums und der Anordnung.

Bezeichnung	Beschreibung	Beispiel
L (m)	Länge des Raums, in Richtung der Start- und Landebahn.	23 m
B (m)	Breite des Raums, senkrecht zur Durchgangsrichtung der Start- und Landebahn.	6 m
Ho (m)	Montagehöhe der Start- und Landebahn.	3 m
$Q_N$ (kW)	Leistungsbedarf für den gesamten Raum, basierend auf der Projektion des Raumes.	15 kW

#### 2.2 Führen Sie die Berechnungen für den Raum und die Anordnung durch.

Bezeichnung	Beschreibung	Berechnung	Beispiel
$L_o$ (m)	Maximale Länge eines einzelnen Fahrstreifens.	$L_o = L - 3$	20 m
nB (#)	Mindestanzahl von Bahnen im Raum.	$nB = (B - Ho \times 2/3) / Ho$	2 Bahnen
$Q_{NB}$ (kW)	Erforderliche Leistung pro Spur.	$Q_{NB} = Q_N / n_B$	7.5 kW
$Q_{NM}$ (W)	Erforderliche Leistung pro Meter Platte.	$Q_{NM} = Q_{NB} / L_o \times 1000$	375 W

### Schritt 3 - Bestimmen Sie das benötigte Produkt und berechnen Sie die Leistung.

### 3.1 Treffen Sie eine Produktauswahl basierend auf der Leistung

Beschreibung	Beispiel
Suchen Sie in der Wärmeabgabetabelle bei der Übertemperatur ( $\Delta T_{ve}$ ) eine Leistung pro Meter (QM), die der erforderlichen Leistung pro Meter (QNM) am nächsten kommt.	Mit 3 Bahnen gibt es eine Möglichkeit: Anzahl Bahnen = $nB = 3$ Stück Erforderliche Leistung pro Bahn = $QNB = 5$ kW Erforderliche Leistung pro Meter = $QNM = 250$ W/m Leistung pro Meter aus Tabelle = $QM = 260$ W/m Dies ist das ausgewählte Beispielprodukt: Optima4+.
Wenn keine Möglichkeiten vorhanden sind, kann die Anzahl der Bahnen um 1 erhöht werden, um die erforderliche Leistung pro Bahn zu verringern.	
Bei einer erforderlichen Leistung pro Meter (QNM) von 375 W bei einer Übertemperatur ( $\Delta T_{ve}$ ) von 26 °C gibt es keine Möglichkeiten in der Wärmeabgabetabelle.	

## Wärmeabgabetabelle für Optima und Optima+

	Optima 2		Optima 3		Optima 4		Optima 2+		Optima 3+		Optima 4+			Optima 2		Optima 3		Optima 4		Optima 2+		Optima 3+		Optima 4+	
$\Delta T_E$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$\Delta T_E$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$	$Q_M$	$Q_V$
90	624	285	895	426	1185	555	597	285	847	426	1109	555	54	342	154	492	228	651	299	329	154	468	228	611	299
89	615	281	883	420	1170	548	589	281	836	420	1094	548	53	334	151	481	223	637	292	322	151	458	223	597	292
88	607	277	872	414	1154	541	582	277	825	414	1080	541	52	327	147	471	218	623	286	315	147	448	218	584	286
87	599	274	860	409	1139	533	574	274	815	409	1066	533	51	319	144	460	213	609	279	308	144	438	213	571	279
86	591	270	848	403	1124	526	566	270	804	403	1051	526	50	312	140	450	208	595	272	301	140	428	208	558	272
85	583	266	837	397	1108	518	559	266	793	397	1037	518	49	305	137	439	203	581	266	294	137	418	203	545	266
84	575	262	825	392	1093	511	551	262	782	392	1023	511	48	297	134	429	198	567	259	287	134	408	198	532	259
83	567	259	814	386	1078	504	543	259	771	386	1009	504	47	290	130	418	193	553	253	280	130	398	193	519	253
82	559	255	802	380	1063	496	536	255	760	380	994	496	46	283	127	408	188	539	246	273	127	388	188	506	246
81	551	251	791	375	1047	489	528	251	750	375	980	489	45	276	124	397	183	526	240	266	124	378	183	494	240
80	543	247	780	369	1032	482	520	247	739	369	966	482	44	268	120	387	178	512	233	259	120	369	178	481	233
79	535	244	768	363	1017	474	513	244	728	363	952	474	43	261	117	377	173	498	227	252	117	359	173	468	227
78	527	240	757	358	1002	467	505	240	717	358	938	467	42	254	114	367	168	485	220	245	114	349	168	455	220
77	519	236	745	352	987	460	498	236	707	352	924	460	41	247	111	356	163	471	214	238	111	340	163	443	214
76	511	232	734	347	972	452	490	232	696	347	910	452	40	240	107	346	158	458	208	232	107	330	158	430	208
75	503	229	723	341	957	445	483	229	685	341	896	445	39	233	104	336	154	444	201	225	104	320	154	418	201
74	495	225	712	335	942	438	475	225	675	335	882	438	38	226	101	326	149	431	195	218	101	311	149	405	195
73	487	221	700	330	927	431	468	221	664	330	868	431	37	219	98	316	144	418	189	212	98	301	144	393	189
72	479	218	689	324	912	424	460	218	654	324	854	424	36	212	94	306	139	405	183	205	94	292	139	380	183
71	472	214	678	319	897	417	453	214	643	319	841	417	35	205	91	296	135	391	177	198	91	282	135	368	177
70	464	211	667	313	883	410	445	211	633	313	827	410	34	198	88	286	130	378	171	192	88	273	130	356	171
69	456	207	656	308	868	402	438	207	622	308	813	402	33	191	85	276	125	365	165	185	85	264	125	344	165
68	448	203	644	303	853	395	431	203	612	303	799	395	32	184	82	267	121	352	158	179	82	255	121	332	158
67	440	200	633	297	838	388	423	200	601	297	786	388	31	178	79	257	116	340	153	172	79	245	116	319	153
66	433	196	622	292	824	381	416	196	591	292	772	381	30	171	76	247	111	327	147	166	76	236	111	307	147
65	425	193	611	286	809	374	408	193	580	286	758	374	29	164	73	238	107	314	141	159	73	227	107	296	141
64	417	189	600	281	795	367	401	189	570	281	745	367	28	158	70	228	102	301	135	153	70	218	102	284	135
63	410	185	589	276	780	360	394	185	560	276	731	360	27	151	67	219	98	289	129	146	67	209	98	272	129
62	402	182	578	270	766	353	386	182	549	270	718	353	26	144	64	209	94	276	123	140	64	200	94	260	123
61	394	178	567	265	751	347	379	178	539	265	704	347	25	138	61	200	89	264	117	134	61	191	89	248	117
60	387	175	557	260	737	340	372	175	529	260	691	340	24	131	58	190	85	251	112	128	58	182	85	237	112
59	379	171	546	254	722	333	365	171	518	254	677	333	23	125	55	181	81	239	106	121	55	173	81	225	106
58	372	168	535	249	708	326	358	168	508	249	664	326	22	119	52	172	76	227	101	115	52	165	76	214	101
57	364	164	524	244	694	319	350	164	498	244	650	319	21	112	49	163	72	215	95	109	49	156	72	203	95
56	357	161	513	239	679	312	343	161	488	239	637	312	20	106	47	154	68	203	90	103	47	147	68	192	90
55	349	157	503	234	665	306	336	157	478	234	624	306	19	100	44	145	64	191	84	97	44	139	64	180	84

Heizleistung von Optima und Optima+; in Watt/Meter für die Wärmeabgabe pro Meter Kollektor (QVM);  
und in Watt/Paar für die Wärmeabgabe pro Kollektorset (QVV); gemäß EN 14037 1-3.



Kühlleistungstabelle der Optima

Optima 2				Optima 3				Optima 4			
$\Delta T_{vE}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$	$\Delta T_{vE}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$	$\Delta T_{vE}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$	$Q_{VM}$
30	223	335	446	20	143	214	286	10	67	100	133
29	215	323	430	19	135	203	270	9	59	89	119
28	207	310	414	18	127	191	255	8	52	78	104
27	199	298	398	17	119	179	239	7	45	68	90
26	191	286	381	16	112	168	224	6	38	57	76
25	182	274	365	15	104	156	208	5	31	47	62
24	174	262	349	14	96	145	193	4	24	36	49
23	166	250	333	13	89	133	178	3	18	27	35
22	159	238	317	12	81	122	163	2	11	17	23
21	151	226	302	11	74	111	148	1	5	8	11

Kühlkapazitäten der Optima und Optima+; in Watt/Meter für die Heizleistung pro Meter Platte ( $Q_{VM}$ ); gemäß EN 14037-4:2016.

### 3.2 Berechnungen der tatsächlichen Kräfte und Massenströme der Bahn.

Bezeichnung	Beschreibung	Berechnung	Beispiel
$Q_M$ (W)	Heizleistung pro Meter Paneel.	W/m auf der Grundlage von $\Delta T_{vE}$ aus der Heizleistungstabelle auf der vorherigen Seite.	= 260 W
$Q_V$ (W)	Heizleistung pro Kollektorsatz.	W/mp auf der Grundlage von $\Delta T_{vE}$ aus der Heizleistungstabelle auf der vorherigen Seite.	= 123 W
$Q_B$ (W)	Heizleistung einer einzelnen Bahn.	$Q_B = Q_M \times L_o + Q_V$	= 5200 W
$Q$ (W)	Heizleistung des gesamten Aufbaus.	$Q = Q_B \times nB$	= 15600 W
qmB (kg/h)	Massenstrom einer einzelnen Bahn.	$qmB = Q_B / (4185 \times \Delta T_{AR}) \times 3600$	= 894 kg/h

## Schritt 4 - Bestimmen Sie die gewünschte Verbindung.

Die Anzahl der Rohre, durch die das Wasser fließen muss, beeinflusst den Druck. Um Turbulenzen und einen minimalen Druckverlust zu gewährleisten, sollte die Anzahl der Rohre auf die erforderlichen Daten abgestimmt werden. Das Wasser in den Rohren muss verwirbelt sein, um die Freisetzung zu gewährleisten.

Auf den folgenden Seiten finden Sie zwei Tabellen; 4.2 gibt einen Hinweis auf den Druckverlust pro Meter Rohr bei einem Massendurchfluss; in 4.3 kann geprüft werden, ob der Massendurchfluss pro Rohr für die Turbulenz hoch genug ist.

### 4.1 Bestimmen Sie die Anzahl der Rohre anhand des Massenstroms und des Druckabfalls.

#### Beispiel en benadering

Verwenden Sie den zuvor ausgewählten Produkttyp, um die maximale Anzahl von Rohren für dieses Produkt in Tabelle 4.2 zu finden. Für die Optima 4+ beträgt die maximale Anzahl der Rohre 8; diese Anzahl wird zuerst getestet.

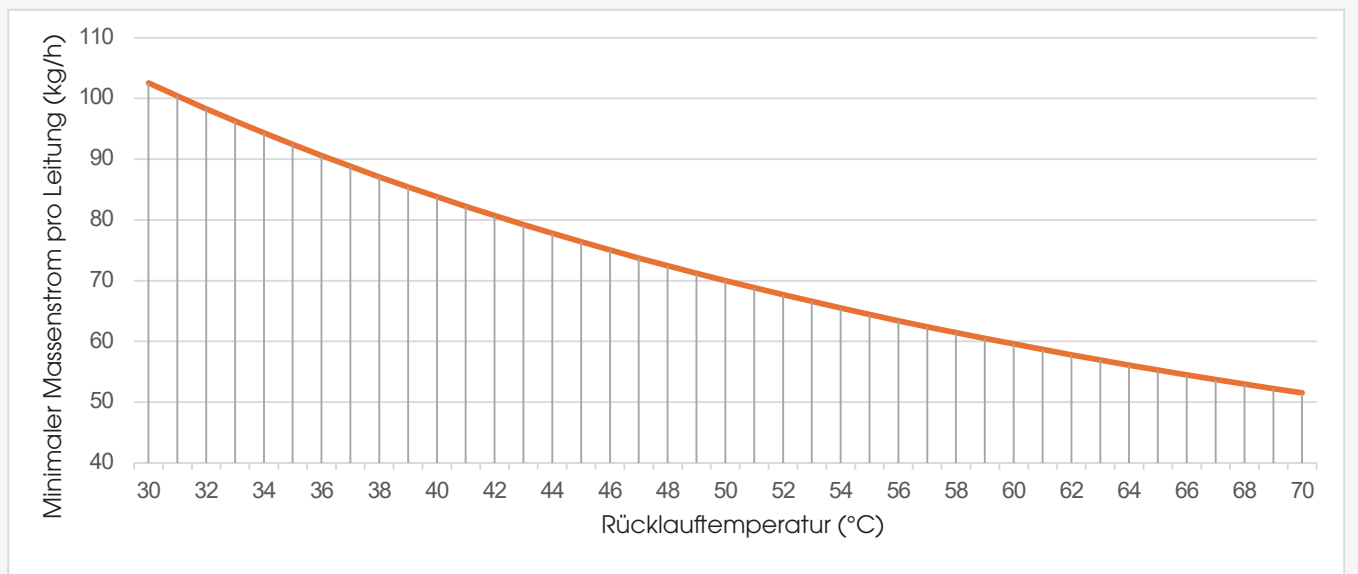
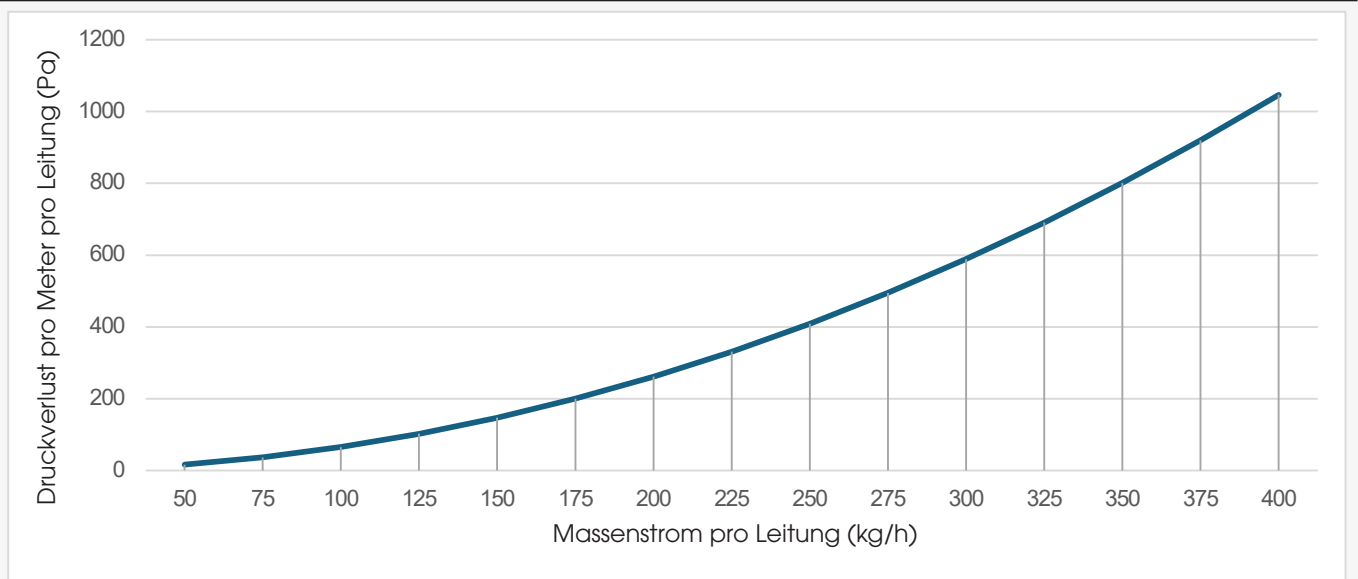
Für diese Anzahl von Rohren ist der Massenstrom in Strömungsrichtung zu berechnen und zu prüfen, ggf. zu wiederholen. Im Beispiel ist der Massenstrom der Strömungsrichtung =  $qmS = qm / nS = 491 / 8 = 61,4$  kg/h. Prüfen Sie diesen Wert in Grafik 4.3. Im Beispiel beträgt die Rücklaufemperatur 50 °C; bei einem Massenstrom von 61,4 kg/h liegt das Ergebnis unterhalb der Linie, es gibt also keine Turbulenz. Wenn es keine Turbulenzen gibt, verwenden wir die nächste Anzahl von Rohren und testen sie. Für die Optima 4+ ist die nächsthöhere Zahl:  $nS = 4$ . Daraus ergibt sich:  $qmS = qm / nS = 491 / 8 = 122,8$  kg/h. Dies liegt jedoch über der Linie im Diagramm und ist daher die erste annehmbare Option.

Testen Sie den Aufbau anhand des Druckabfalls des Produkts. Bei einer Startbahnlänge von 20 m ( $L_o$ ) und einem Massendurchsatz von 122,8 (qmS) in Strömungsrichtung kann aus Diagramm 4.4 abgelesen werden, dass der Druckabfall pro Meter etwa 100 Pa beträgt. Der projizierte Druckabfall für die gesamte Start- und Landebahn =  $100 \times 20 = 2000$  Pa. Um die Berechnung zu erleichtern, sollte dieser Wert unter 19 kPa liegen. Wenn dies nicht der Fall ist, sollte ab Schritt 4.1.2 die nächsthöhere Anzahl von Rohren genommen und erneut geprüft werden.

Als Ergebnis kann eine Verbindung aus den Diagrammen 4.3 und 4.4 gewählt werden, wenn sie ordnungsgemäß getestet wurde. Die Seiten nach diesen Berechnungen zeigen Übersichten über die zur Auswahl stehenden Verbindungen. Im Beispiel ist das Produkt die Optima 4+, die Anzahl der Rohre 4, was zu einer einzigen Option führt: die Verbindung 1622-1601. Das Endprodukt im Beispiel ist also die Intra Aqua Optima 4+ mit dem Anschluss 1622-1601.

Tabel 4.2 Die Anzahl der Rohre in Fließrichtung hängt von der Produktauswahl ab.

Optima 2 und Optima 2+	Optima 3 und Optima 3+	Optima 4 und Optima 4+
Anschluss 821-800; nS = 4	Anschluss 1221-1200; nS = 6	Anschluss 1622-1601; nS = 4
Anschluss 822-801; nS = 2	Anschluss 1223-1202; nS = 2	Anschluss 1624-1603; nS = 2
Anschluss 810-810; nS = 8	Anschluss 1211-1211; nS = 4	Anschluss 1621-1600; nS = 8
Anschluss 824-803; nS = 1	Anschluss 1210-1210; nS = 12	Anschluss 1621-1621; nS = 8
	Anschluss 1226-1205; nS = 1	Anschluss 1628-1607; nS = 1

**Grifik 4.3** Erforderlicher Mindestmassenstrom pro Rücklauf­temperatur.

**Grifik 4.4** Druckabfall pro Meter pro Rohr bei Massendurchfluss.


## Schritt 5 - Letzte Berechnungen und Übersicht

5.1 Berechnen Sie den tatsächlichen Druckverlust eines Auftrags.

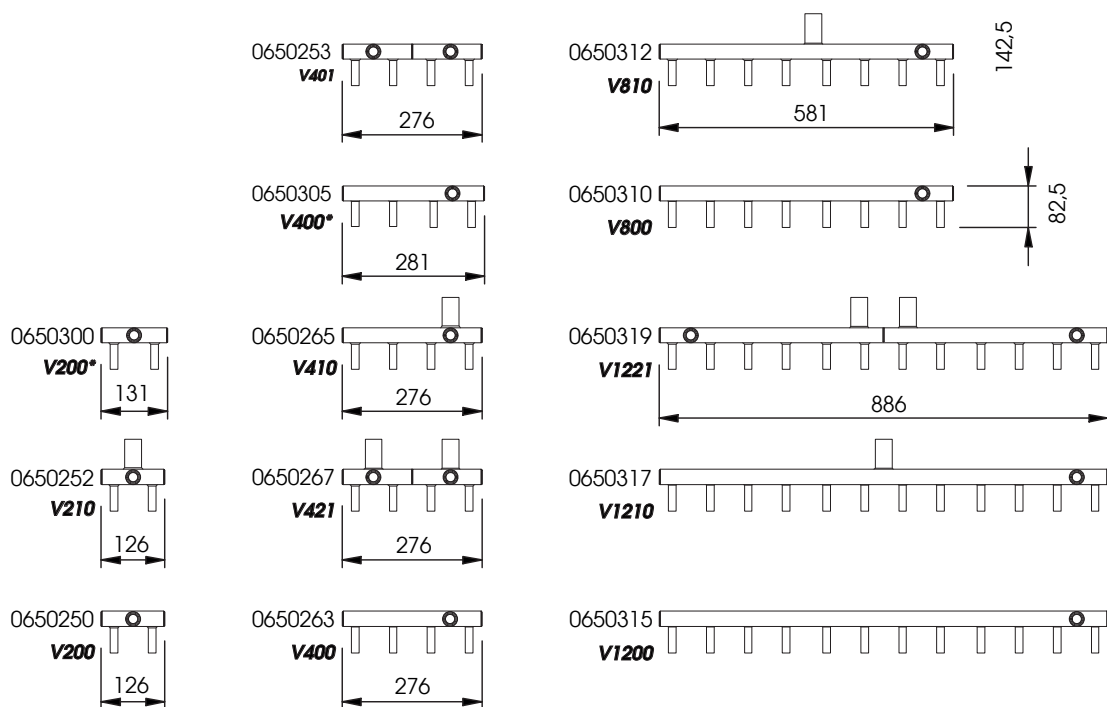
Bezeichnung	Beschreibung	Berechnung	Beispiel
RP (Pa)	Druckverlust der Paneele einer einzelnen Fahrspur.	$RP = (qmS / 173) \cdot 2 \cdot 196 \cdot LO$	= 1638 Pa
RV (Pa)	Druckverlust der Kollektoren einer einzelnen Bahn.	$RV = (qmB / 1000) \cdot 2 \cdot 2000$	= 1598 Pa
R (kPa)	Gesamtdruckverlust einer einzelnen Bahn. Viele Wärmetauscher haben einen Grenzwert von 20 kPa.	$R = (RP + RV) / 1000$	= 3.2 kPa

5.2 Übersicht über die Eigenschaften der Anlage

Bezeichnung	Beschreibung	Berechnung	Beispiel
Q (W)	Heizleistung der gesamten Anlage.	Berechnet in Schritt 3.2.	= 15.6 W
R (kPa)	Druckverlust des Gleises, die Wärmequelle muss in der Lage sein, diesen Druck zu liefern.	Berechnet in Schritt 5.1.	= 3.2 kPa
Produktauswahl	Produktauswahl getroffen	Begründet in Schritt 4.4.	Optima 4+ 1621-1600

## Kollektoren

Die Kollektoren der Infra Aqua Optima und Optima+ sind aus strapazierfähigem Stahl und werden mit einem 1" Außengewindeanschluss für Wasser und einem 1/2" Außengewindeanschluss für einen Entlüfter.

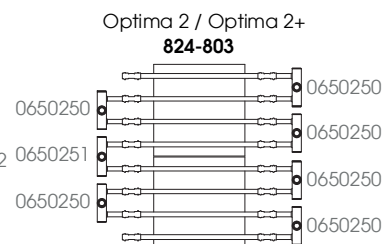
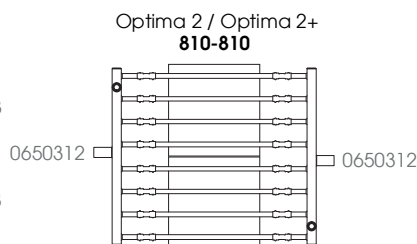
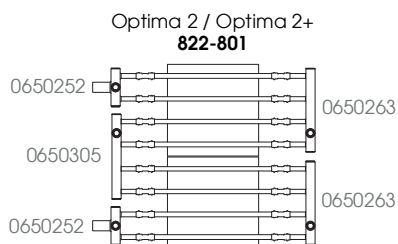
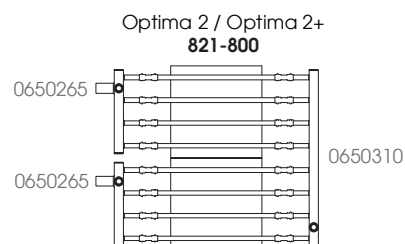


\* Sammler mit zusätzlicher Breite im Vergleich zu anderen derselben Art, für Brücken zwischen einzelnen Segmenten.

## Anschlüsse der Optima 2 / Optima 2+

Die Optima 2 und Optima 2+ werden standardmäßig mit den folgenden Anschlussmöglichkeiten geliefert:

Bezeichnung	Merkmale
821-800	Mittlere Aufgaben, geringer Widerstand.
822-801	Mittlere Gerichte, mittlerer Widerstand.
810-810	Lange Bahnen, geringer Widerstand.
824-803	Kurze Wege, hoher Widerstand.

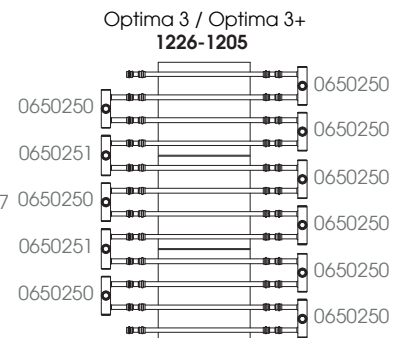
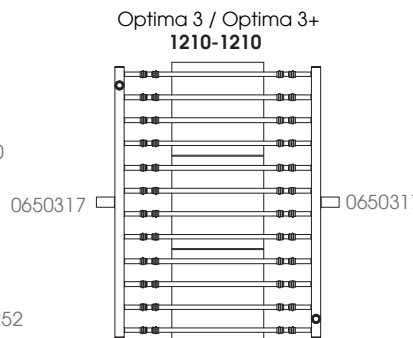
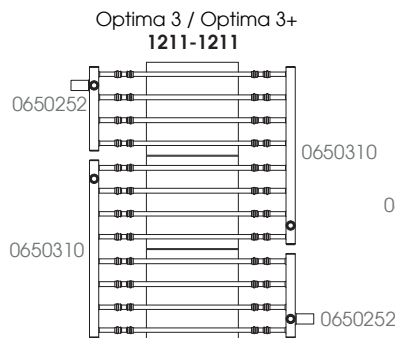
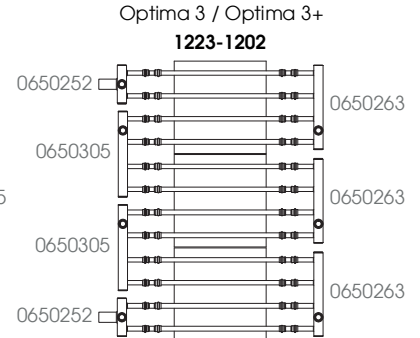
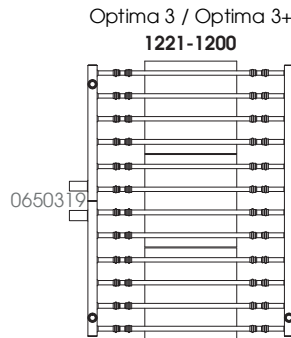




### Anschlüsse der Optima 3 / Optima 3+

Die Optima 3 und Optima 3+ werden standardmäßig mit den folgenden Anschlussmöglichkeiten geliefert:

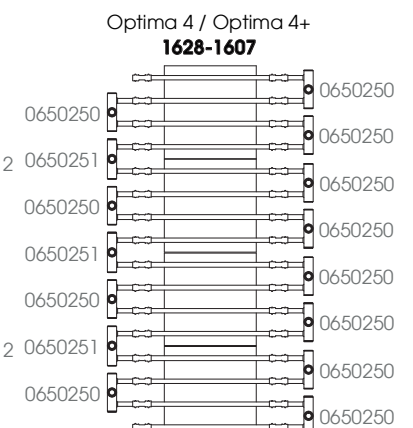
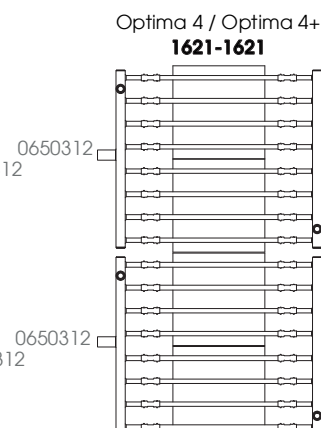
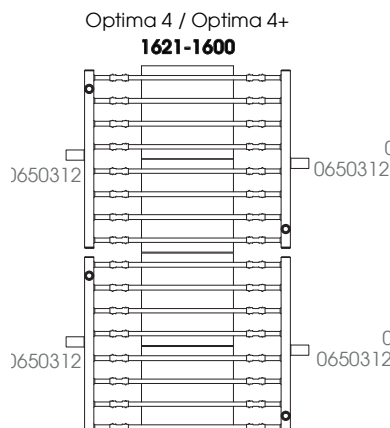
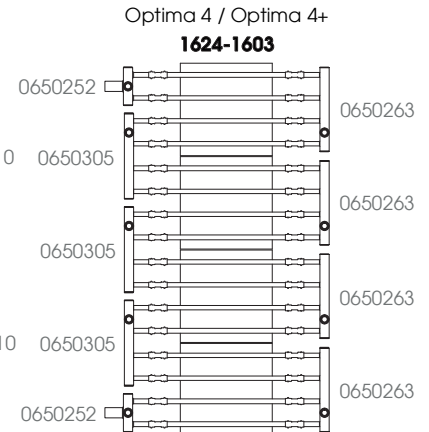
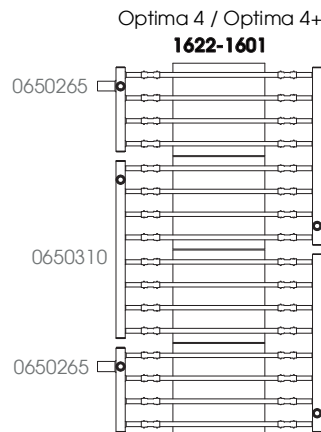
Bezeichnung	Merkmale
1221-1200	Mittlere Bahnen, geringer Widerstand
1223-1202	Kürzere Bahnen, mittlerer Widerstand
1211-1211	Mittlere Bahnen, mittlerer Widerstand
1210-1210	Lange Bahnen, geringer Widerstand
1226-1205	Kurze Bahnen, hoher Widerstand



### Anschlüsse der Optima 4 / Optima 4+

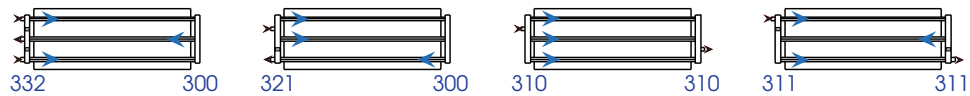
Die Optima 4 und Optima 4+ werden standardmäßig mit den folgenden Anschlussmöglichkeiten geliefert:

Bezeichnung	Merkmale
1622-1601	Mittlere Bahnen, geringer Widerstand
1624-1603	Kürzere Bahnen, mittlerer Widerstand
1621-1600	Mittlere Bahnen, mittlerer Widerstand
1621-1621	Lange Bahnen, geringer Widerstand
1628-1607	Kurze Bahnen, hoher Widerstand

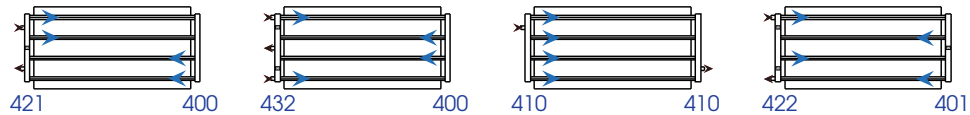


Anschlussmöglichkeiten (und Strömungsrichtung des Mediums)

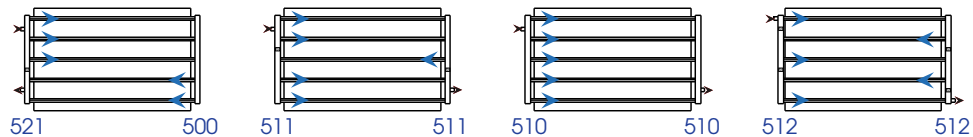
**450-3**



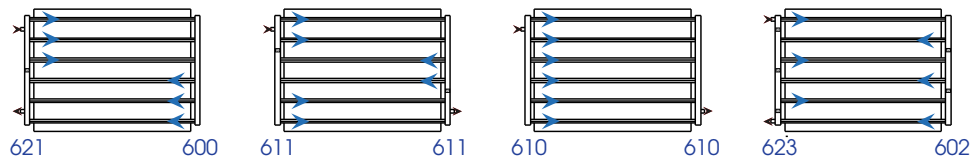
**600-4**



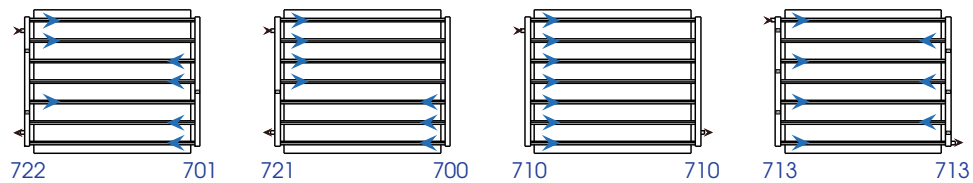
**750-5**



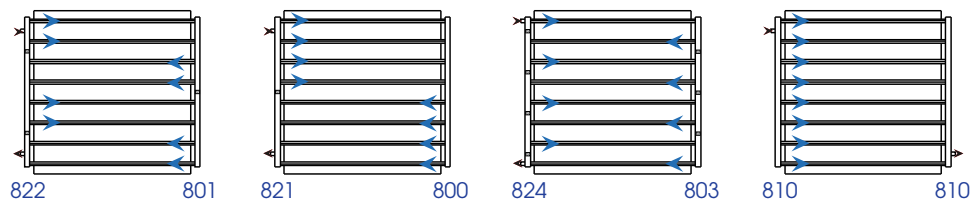
**900-6**



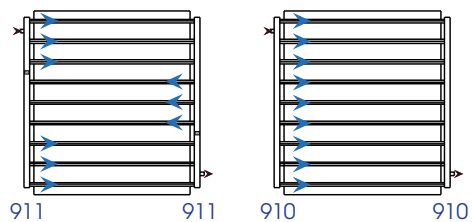
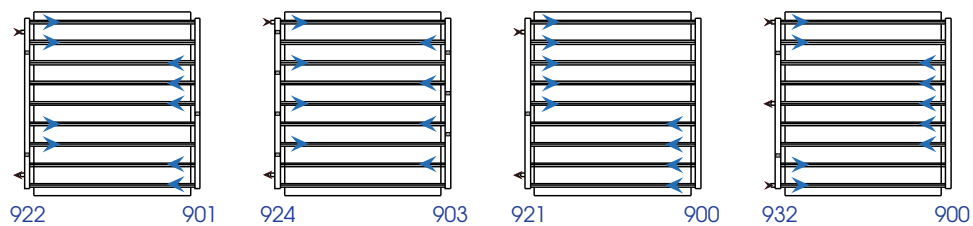
**1050-7**



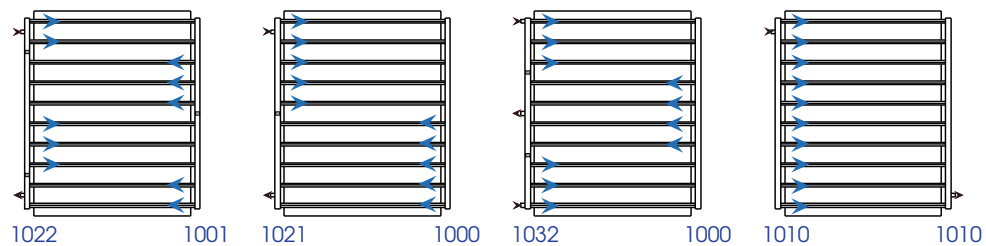
**1200-8**



**1350-9**



**1500-10**



\* Die oben genannten Zeichnungen zeigen Anschlüsse an der Vorderseite. Anschlüsse an der Oberseite sind ebenfalls möglich.

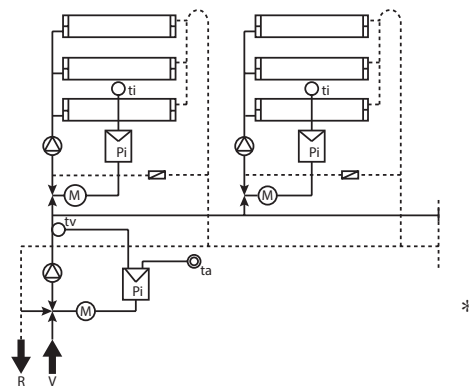
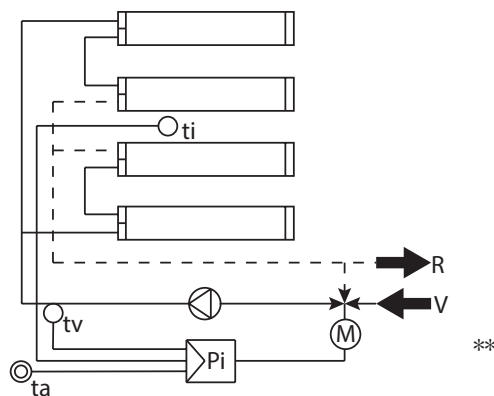
## Regelung

### Wasserzijdig

Ein geringer Wassergehalt des Systems und eine relativ hohe Durchflussgeschwindigkeit des Heizmediums sorgen für eine sehr gute Regelbarkeit der Anlage. Um eine konstante Auslegungstemperatur aufrechtzuerhalten, muss diese über die Vorlauftemperatur des Heizmediums auf der Grundlage einer Mischregelung geregelt werden, wodurch eine turbulente Strömung in den Rohren aufrechterhalten wird.

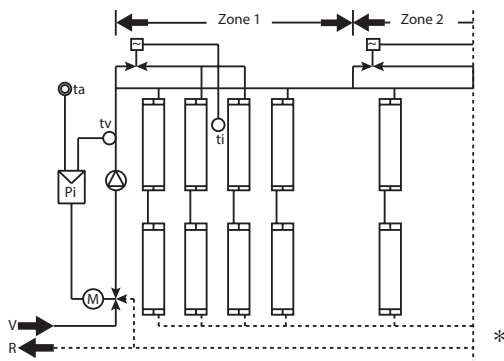
### Raumtemperatur

Die Raumtemperatur sollte vorzugsweise mit einem schwarzen Fühler (siehe Zubehör) geregelt werden.



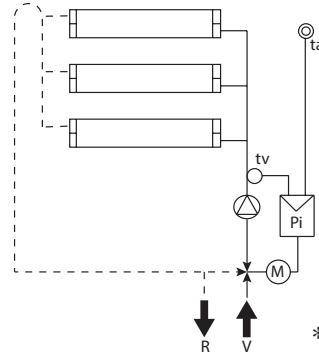
### Wetterabhängige Vorlauftemperaturregelung

Der eingestellte Sollwert  $X_s$  des Außentemperaturreglers wird entsprechend verschoben, bis die gewünschte Innentemperatur  $t_i$  erreicht ist.




### Zonenregelung

Beispiel: ein Produktionsraum mit 18 °C und ein Lagerraum mit 16 °C. Dank der Außentemperaturregelung kann mit einer höheren Vorlauftemperatur gearbeitet werden, als pro Zone



- \* Rohrleitungsnetz nach Tichelman.
- \*\* Rohrleitungsnetz mit Reihenschaltung, um den äußeren Paneelen eine höhere Wärmeabgabe zu verleihen.

$t_a$  = Außentemperatur  
 $t_i$  = Innentemperatur  
 $t_v$  = Vorlauftemperatur |  $P_i$  = Regler  
 $R$  = Rücklaufleitung |  $V$  = Vorlaufleitung  
 $M$  = motorbetätigte Klappe  
 = Kartusche

### Zone-Innentemperaturregelung

Durch das Ein- und Ausschalten von Strahlungsplatten wird die Vorlauftemperatur wetterabhängig mit einem PI-Regler geregelt. Ein Raumthermostat steuert ein Magnetventil, das einen Teil des Heizwassers absperrt, sobald die eingestellte Temperatur überschritten wird. Mit einer Pumpe können mehrere Zonen versorgt werden, wobei jede Zone mindestens zwei Gruppen umfasst. Diese Regelung eignet sich besonders für Anlagen mit hohen Wärmelasten und für zeitgesteuerte Temperaturabsenkungen wie Nacht- und Wochenendabsenkungen.

### Wetterabhängige Vorlauftemperaturregelung 2

Steuerung (keine Regelung) der Innentemperatur  $t_i$  durch die Vorlauftemperatur  $t_v$ . Einfachste Lösung ohne Rückmeldung der Innentemperatur  $t_i$ .



A woman with long blonde hair, wearing a blue button-down shirt and black trousers, stands in a server room. She has her right hand on her hip and holds a tablet in her left hand. The background shows rows of server racks.

**„80 Jahre  
Erfahrung in der  
Klimatisierung“**



# Sind Sie bereit, die Zukunft der Klimatisierung zu entdecken?

Mit dem Infra Aqua Optima entscheiden Sie sich für eine leise, direkte und energieeffiziente Wärmeabgabe, die genau dort eingesetzt wird, wo Komfort gewünscht ist. Dank des hohen Strahlungswirkungsgrads und der flexiblen Anwendbarkeit bleibt die Anlage sowohl im gewerblichen als auch im industriellen Bereich effizient. Von einem einzelnen Arbeitsplatz bis hin zu ganzen Hallen bietet die Optima eine zukunftssichere Lösung, die sich einfach integrieren und erweitern lässt.

Haben Sie ein Projekt oder möchten Sie wissen, welche Konfiguration am besten zu Ihrer Situation passt? Wir denken gerne mit Ihnen mit. Mit kostenloser Beratung, umfassenden Berechnungen und einem breiten Produktportfolio hilft Mark Ihnen gerne weiter.



building climate technology

**MARK Deutschland GmbH**

Max-Planck-Straße 16  
46446 Emmerich am Rhein  
Deutschland

+49 (0)2822 97728-0

info@mark.de

www.mark.de

**in** [www.linkedin.com/company/mark-deutschland-gmbh-innovative-hallenheizung](https://www.linkedin.com/company/mark-deutschland-gmbh-innovative-hallenheizung)