

In Sachen Technik

Planungsanleitung Gas-Schwimmbadheizer
GX 01 150 – 800



The logo for ERTL, featuring a green horizontal bar above the word "ERTLI" in red, bold, sans-serif capital letters.

D 1501 / 7903



Inhaltsverzeichnis

1. GRUNDLAGEN DER SCHWIMMBADHEIZUNG	3
1.1 Schadstoffreduzierung und Energieeinsparmaßnahmen	3
1.2 Gas-Wärmeerzeuger zur Beckenwassererwärmung in Freibädern	3
1.2.2 Direkt/direkt	3
1.2.2 Indirekt/direkt	4
1.2.3 Indirekt/ Indirekt	4
1.3 Wärmeübertragung und Brennwertnutzung	4
1.3.1 Wirkungs- und Nutzungsgrade über 100%	4
1.3.2 Indirekte Wärmeübertragung	5
1.3.3 Kondensation bei indirekter Wärmeübertragung	5
1.3.4 Kondensation bei direkter Wärmeübertragung (Stoffaustausch)	6
2. Gas-SCHWIMMBADHEIZER BAUREIHE GX01....	6
2.1 Armaturen und Regeleinrichtungen	7
2.2 Funktionsbeschreibung	7
2.3 Aufstellung	8
2.3.1 Aufstellort und Fundament	8
2.3.2 Mindestabstände	8
2.3.3 GX 01 150/250	9
2.3.4 GX 01 400/ 600/ 800	10
2.3.5 Abgasleitung	11
2.4 Hydraulische Einbindung	11
2.4.1 Beeinträchtigung der Beckenwasserqualität	11
3 ANFORDERUNGEN AN DIE BEHEIZUNG VON FREIBÄDERN	12
3.1 Solare Beheizung von Freischwimmbädern	12
3.2 Betriebskostenvergleich: Solar- und gasbeheizte Freischwimmbäder	12
3.2.1 Bewertung der Betriebskosten	13
3.2.2 Beheizte Freibäder über Wärmecontracting-Verträge	13
3.3 Wärmebedarf und Heizleistung	13
3.3.1 Wärmeverluste	14
3.3.2 Wärmegewinne	14
3.4 Geräteleistung und Erstaufheizung	15
3.4.1 Nennleistung des Wärmeerzeugers P_A	15
3.5 Wärme- und Gasbedarf	15
3.5.1 Wärmebedarf pro Saison	16
3.5.2 Brennstoffverbrauch und -Kosten	16
4 SANITÄRER WARMWASSERBEDARF	18
4.1 Warmwasserbedarf für Duschen	18
5 ANHANG: TECHNISCHE DATEN	20
5.1 Gerätedaten	20
5.2 Geräteabmessungen und Aufbau	20
5.2.1 GX 01 150 / 250	20
5.2.2 GX 01 400 / 600 / 800	21
5.3 Druckerhöhungspumpen	22
5.4 Rückförpumpen	22
5.5 Anlagenbeispiele	22
5.5.1 Gas-Schwimmbadheizer GX01 für 1 Becken	22
5.5.2 Gas-Schwimmbadheizer GX01 für 4 Becken	23
5.6 Ausschreibungstext	25
5.7 Referenz-Anlagen	27

1 Grundlagen Schwimmbadheizungen

1.1 Schadstoffreduzierung und Energieeinsparmaßnahmen

Eines der ökologischen Hauptprobleme unserer Zeit ist der kontinuierliche Anstieg des Treibhausgases Kohlendioxidgehaltes (CO_2) in der Atmosphäre. Wird dieser Trend nicht gestoppt, drohen uns Klimakatastrophen von bisher ungeahnten Ausmaßen. Um dem vorzubeugen, wurden weltweit Maßnahmen eingeleitet um die CO_2 -Emissionen zu reduzieren. Deutschland hat hierbei eine Vorreiterposition übernommen und beschlossen, die CO_2 -Emissionen national bis 2005 um 25% zu senken. CO_2 entsteht bei der Verbrennung aller natürlichen Primärenergieträger. Solange wir auf den Einsatz von fossilen Brennstoffen angewiesen sind, kann die CO_2 -Emission nur über den Einsatz von kohlenstoffarmen Brennstoffen wie Gas oder über Energieeinsparung reduziert werden. Beides wird mit dem Einsatz von Gas-Schwimmbadheizern mit Brennwertnutzung erfüllt.

Zur Beheizung öffentlicher Freibäder hat die Firma Rohleder bereits Ende der 60er Jahre einen Gas-Schwimmbadheizer entwickelt, der die Energie im Gas fast vollständig, dh. bis nahe an die physikalische Grenze nutzt. Erreicht wird dies durch die direkte Wärmeübertragung von den Heizgasen an das Schwimmbadwasser und den damit verbundenen Brennwerteffekt. Diese Produkte waren die ersten serienmäßig hergestellten Geräte mit Brennwertnutzung. Im In- und Ausland wurden bis heute über 600 Geräte mit dieser intelligenten Technik zur energiesparenden Schwimmbeckenwassererwärmung installiert.

Einige grundlegenden Gesichtspunkte zur Brennwerttechnik, ihre Bedeutung, die Einflüsse auf ihre Effektivität sowie die Besonderheiten des direkten Wärmeaustausches bei den Oertli-Rohleder Gas-schwimmbadheizern ist im Anhang beschrieben.

1.2 Gas-Wärmeerzeuger zur Beckenwassererwärmung in Freibädern

Die verschiedenen Bauarten werden nach Art der Wärmeübertragung unterschieden [1]. Im Bereich der Gebäudebeheizung und der Trinkwassererwärmung hat sich in den vergangenen Jahren die Brennwerttechnik etabliert. Ihr Anteil nimmt auf Kosten der Niedertemperaturkessel ständig zu.

Wegen des niedrigen Temperaturniveaus ist die Brennwerttechnik für die Beckenwassererwärmung in Freibädern geradezu prädestiniert. Auch angesichts des vordringlichen CO_2 -Problems sollten zum Beheizen der Schwimmbecken nur Heizgeräte mit Brennwertnutzung eingesetzt werden. Nachfolgend sind die wichtigsten Bauarten und ihre Funktionsweisen aufgeführt.

1.2.1 Direkt/direkt

Die Verbrennungswärme in den Heizgasen wird durch direkte Berührung mit dem Beckenwasser übertragen. Das Prinzip hat den Vorteil, dass bei der Wärmeübertragung nur geringe Temperaturdifferenzen entstehen. Durch die intensive Abkühlung der Heizgase liegen die Abgastemperaturen nur geringfügig über der Beckenwassertemperatur. Die im Gas enthaltene Energie kann somit fast vollständig genutzt werden. Gas-Schwimmbadheizer von Oertli-Rohleder arbeiten nach diesem Prinzip (Abb. 1).

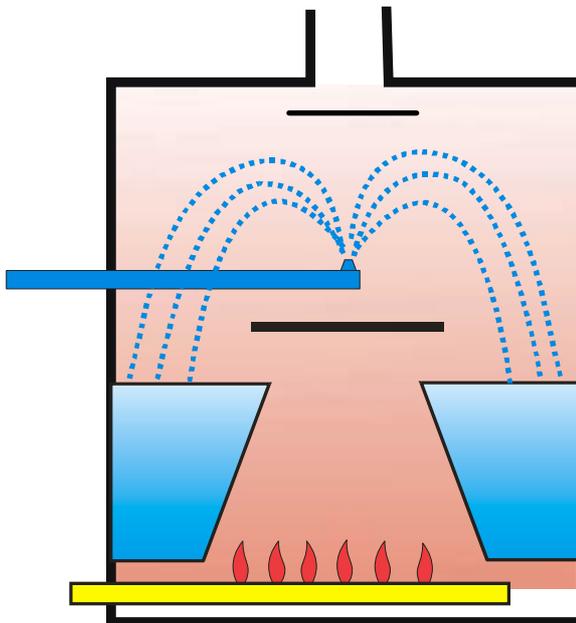


Abb. 1

1.2.2 Indirekt/direkt

Die bei der Verbrennung frei werdende Wärme wird von den Heizgasen über einen Wärmeaustauscher an das Beckenwasser übertragen. Das Prinzip entspricht dem von Gas-Umlaufwasserheizern. Weil die Medien Heizgase und Beckenwasser über Wände voneinander getrennt sind, müssen zur Übertragung der Wärme Temperaturdifferenzen überwunden werden. Je größer die Temperaturdifferenzen, umso höher liegen die Abgastemperaturen und desto geringer ist der Brennwertnutzen. Die Wärmeaustauscher müssen sowohl auf der Heizgasseite als auch auf Seiten des Schwimmbadwassers gegen Korrosion geschützt sein (Abb.2).

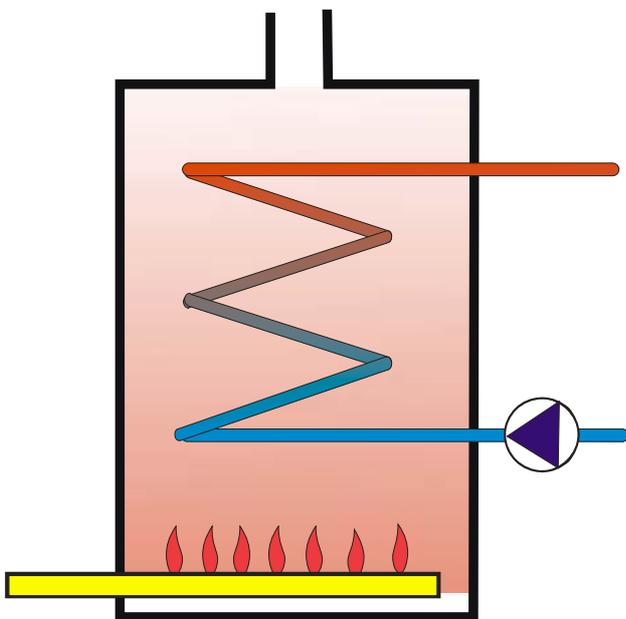


Abb. 2

1.2.3 Indirekt/indirekt

Die Bauart des Wärmeerzeugers entspricht dem eines Gaskessels, in dem zusätzlich ein separater Wärmeaustauscher integriert ist. Die Verbrennungswärme der Heizgase wird zunächst über die Kesselheizflächen an das Kesselwasser übertragen. Im Wasserraum des Kessels ist ein Wärmeaustauscher integriert, durch den das Beckenwasser strömt und aufgeheizt wird. Bevor die Heizwärme in das Beckenwasser gelangt, muss sie zwei Wände passieren – die des Kessels und die des Wärmeaustauschers. Dadurch ergeben sich zusätzliche Temperaturdifferenzen, die den Brennwertnutzen verringern (Abb. 3).

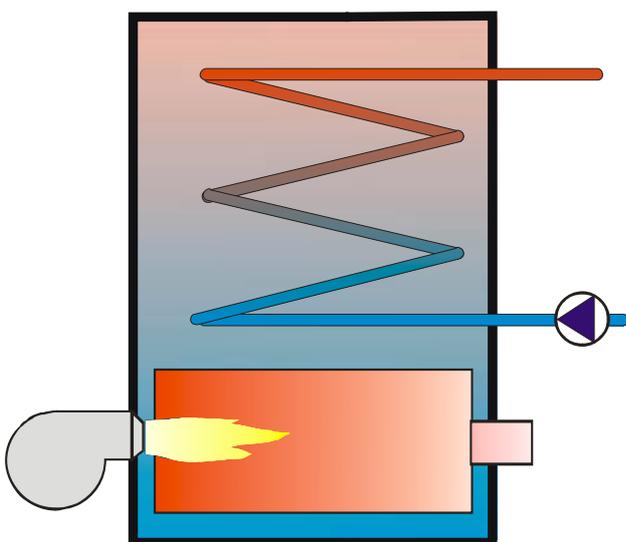


Abb. 3

Der Wärmeaustauscher zur Beckenwassererwärmung kann auch außerhalb des Kessels angeordnet sein. Hierbei muss auch das Kesselwasser den Wärmeaustauscher durchströmen, wofür eine zusätzliche Pumpe erforderlich ist (Abb. 4).

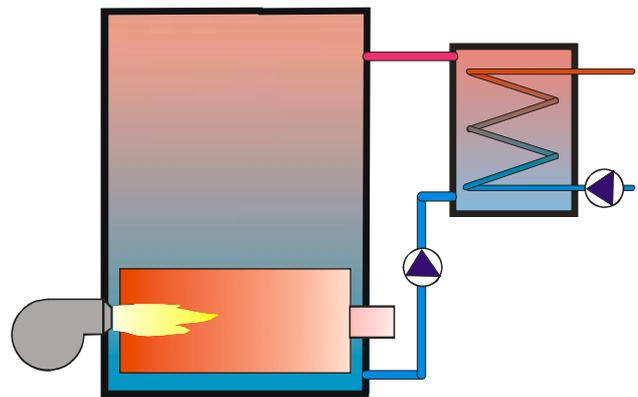


Abb. 4

1.3 Wärmeübertragung und Brennwertnutzung

Unter Brennwertnutzung wird allgemein der zusätzliche Energiegewinn aus der Wasserdampfkondensation verstanden. Brennwertgeräte haben auf Grund ihrer niedrigen Abgastemperaturen grundsätzlich auch wesentlich geringere Abgasverluste als jedes andere direkt befeuerte Heizgerät, ein energetischer Vorteil der oft übersehen wird. Daher nutzen sie die Primärenergie bis nahe an den physikalischen Grenzwert aus. Gas-Brennwertheizgeräte haben gegenüber konventionellen Heizgeräten einen kaum höheren technischen Aufwand, sodass sie auch in ihrer Wirtschaftlichkeit kaum übertroffen werden.

1.3.1 Wirkungs- und Nutzungsgrade über 100%

In Deutschland ist, wie in vielen anderen Ländern auch, der „Heizwert H_i “ (frühere Bezeichnung: „unterer Heizwert H_u “) die technische Obergrenze für die Energieausnutzung der Brennstoffe. Er umfasst allerdings nur den sensiblen Energieinhalt. Der „Brennwert H_s “ (frühere Bezeichnung: „oberer Heizwert H_o “) hingegen ist die Summe aus sensibler und latenter Wärme und damit der physikalisch korrekte Energieinhalt der Brennstoffe.

Alle natürlichen Primärenergieträger bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H). Der Kohlenstoff (C) verbrennt zu Kohlendioxid (CO_2) und aus dem Wasserstoff (H) entsteht Wasserdampf H_2O . Je höher der Wasserstoffanteil im Brennstoff, umso mehr Brennwertenergie kann genutzt werden. Bei Erdgas sind es ca. 11% und bei Flüssiggas 9% des gesamten Energieinhaltes. Weil der Bezug auf den Heizwert für die Wirkungs- und Nutzungsgrade beibehalten wurde, kommt es zu dem erklärungsbedürftigen Kuriosum, von Werten über 100% bei der Brennwertnutzung.

Weil für eine Schwimmbeckenheizung die Wassertemperaturen relativ niedrig liegen, ist der Einsatz von Brennwertgeräten hierfür geradezu prädestiniert. Kaum eine andere Anwendung hat günstigere Voraussetzungen. Brennwert-Wärmeerzeuger haben daher grundsätzlich eine höhere Energieausbeute als alle konventionellen Kessel. (Abb. 5)

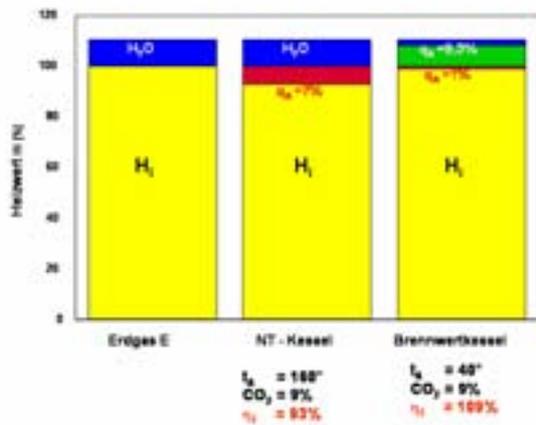


Abb.5

Bei dem von Oertli-Rohleder angewendeten Prinzip wird die Wärme direkt von den Verbrennungsgasen an das Schwimmbadwasser übertragen und so die im Gas enthaltene Energie optimal und besonders effektiv ausgenutzt.

1.3.2 Indirekte Wärmeübertragung

Sowohl die Übertragung der sensiblen Wärme als auch die Kondensation des Wasserdampfes kann auf zwei Arten erfolgen. Am gebräuchlichsten ist die Wärmeübertragung und Wasserdampfkondensation über die Heizflächen eines Kessels oder Umlaufwasserheizers (Thermen). Für die Brennwertnutzung müssen Heizflächen vergrößert werden. Konventionelle Heizwärmeerzeuger können aber auch zur Brennwertnutzung mit nachgeschalteten Brennwert-Heizflächen ausgerüstet werden. In beiden Fällen müssen die Kondensationsheizflächen gegen das leicht saure Kondenswasser beständig sein. Entweder sie sind aus einem korrosionsbeständigen Material gefertigt oder werden mit einer entsprechenden Schutzbeschichtung überzogen. So ist es z.B. bei der zweifach glasierten emailbeschichteten Gussheizfläche der Baureihe Optimat Email.

Die Heizgase aus der Verbrennung strömen über die heizgasbeaufschlagten Heizflächen und übertragen dabei die Wärme an das kältere Wasser auf der anderen Seite. Während die Heizgase abkühlen, wird das Wasser aufgeheizt. Zwischen Wärmeaustauscherein- und -austritt entsteht ein Temperaturprofil aus dem sich die „mittlere logarithmische Temperaturdifferenz $\Delta t_{m \log}$ “ ergibt. Sie ist neben dem Wärmedurchgangskoeffizienten „k“ die „treibende Temperaturdifferenz“, aus der sich die Heizleistung für eine bestimmte Heizfläche ergibt. Der Wärmedurchgangskoeffizient repräsentiert den Widerstand, den die Wände der Heizflächen der Wärmeübertragung entgegensetzen. Um sie zu überwinden, müssen nach den physikalischen Gesetzmäßigkeiten Temperaturdifferenzen überwunden werden. Für den Abgasverlust und den Brennwertnutzen (Kondensatzahl „ α “) ist die Temperaturdifferenz $\Delta \delta_{\text{klein}}$ am Austritt aus dem Wärmeaustauscher

oder Kessel maßgebend, bei Heizkreisen die zwischen Abgas- und Rücklauftemperatur, (Abb. 6).

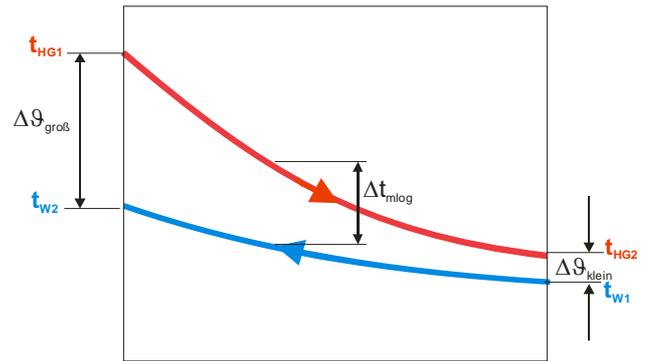


Abb. 6

1.3.3 Kondensation bei indirekter Wärmeübertragung

Der überwiegende Teil der Wärme, die bei einer Verbrennung entsteht, ist als fühlbare (sensible) Wärme in den Heizgasen enthalten. Auf dem Weg durch den Wärmeaustauscher übertragen diese den überwiegenden Teil ihrer sensiblen Wärme an das Wasser und kühlen dabei kontinuierlich ab. Beim Unterschreiten des Wasserdampftaupunkts kondensiert der Wasserdampf, und es beginnt die Brennwertnutzung. Hierbei können je nach Voraussetzungen zwei Kondensationsformen auftreten, die für die Effizienz der Brennwertnutzung von entscheidender Bedeutung sind.

Der wasserseitige Wärmeübergangskoeffizient ist um ein vielfaches höher als der heizgasseitige. Deshalb wird die Oberflächentemperatur dort, wo die Heizgase strömen, von der Wassertemperatur bestimmt. Sinkt die Wassertemperatur nur wenige Grad unter den Wasserdampftaupunkt im Heizgasstrom, kondensiert aus ihm der Wasserdampf unmittelbar auf der (kalten) Heizfläche, sie . beschlägt. Selbst, wenn die Temperatur im Heizgasstrom noch weit über dem Taupunkt liegt, kann diese „*Teilkondensation*“ stattfinden, denn ihr Auslöser ist die Wassertemperatur auf der anderen Seite der Heizfläche.

Anders verhält es sich mit der „*Vollkondensation*“ die sich im Heizgasstrom selbst vollzieht, sobald dessen Temperatur unter den Wasserdampftaupunkt sinkt (z.B. 53 °C). Dann kondensiert der Wasserdampf im Heizgasstrom und scheidet als Nebel aus. Hierbei handelt es sich um den gleichen physikalischen Vorgang, der auch in der Natur zu Nebelbildung führt. Sinkt nämlich die Lufttemperatur unter den Wasserdampftaupunkt, kondensiert der Wasserdampf, den die Luft als Luftfeuchtigkeit enthält, und scheidet sich in Form von schwebenden Wassertropfchen als Nebel aus (Abb. 7).

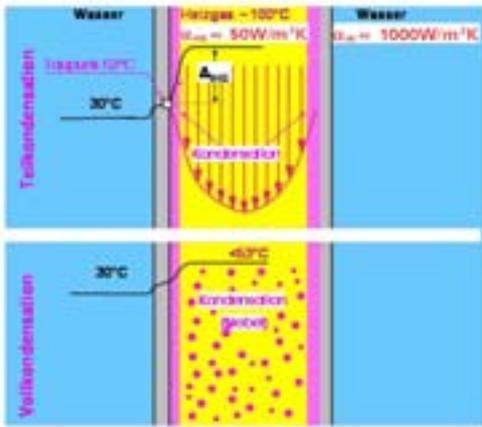


Abb. 7

1.3.4 Kondensation bei direkter Wärmeübertragung (Stoffaustausch)

Eine besonders intensive Energie- und Brennwertausnutzung wird erreicht, wenn die Heizgase das zu erwärmenden Medium durch direkten Kontakt aufheizen, wie die Oertli-Rohleder-Gas-Schwimmbadheizer. Ein Teilstrom des Schwimmbadwassers wird von unten in eine nach oben offene Brenn- (Austausch-) Kammer eingedüst und versprüht. Der Sprühnebel aus Wassertropfen kommt dabei mit den heißen Verbrennungsgasen in direkten Kontakt und wird auf max. 40°C erwärmt. Weil Wassertropfen im Verhältnis zu ihrem Volumen eine große wärmeübertragende Oberfläche haben, bilden sie insgesamt eine große Wärmeübertragungsfläche auf engstem Raum. Die einzelnen Wassertropfen werden von den heißen Verbrennungsgasen direkt umspült und dabei aufgeheizt. Dieser „Stoffaustausch“ bewirkt eine intensive Wärmeübertragung. In der Zweiphasenströmung, Wasser – Heizgas, kondensiert der in den Heizgasen enthaltene Wasserdampf und gibt dabei Wärme ab. Dabei wird die Energie im Gas sehr effektiv, bis fast bis an die physikalische Grenze, genutzt (Abb. 8 und 8a). Bezogen auf den Heizwert liegt der Wirkungsgrad bei 105%.

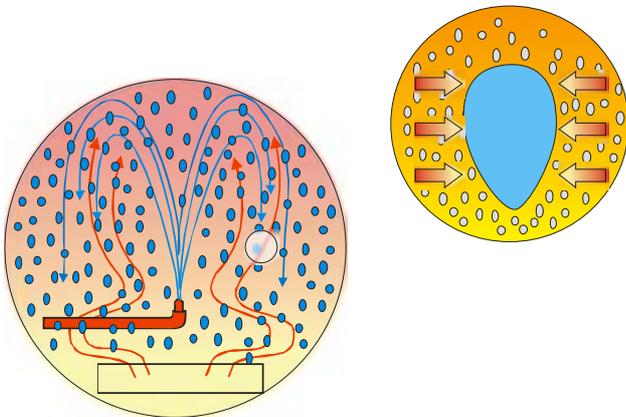


Abb. 8, 8a

2 Gas-Schwimmbadheizer Baureihe GX 01...

In dem kubischen Unterbau ist die pyramidenstumpfförmige Brennkammer aus Edelstahl mit dem Brenner eingebaut. Zwischen der Brennkammer und dem Außenmantel wird das aufgeheizte Beckenwasser gesammelt und zusätzlich nachgewärmt. Unmittelbar über der Brennkammer ist eine Edelstahlplatte angeordnet, die verhindert soll, dass Sprühwasser in die Brennkammer gelangen kann. Zusammen mit seitlich darüber angeordneten Leitblechen werden die Heizgase und das versprühte Beckenwasser so geführt, dass es zu einem intensiven Wärmeaustausch kommt, wobei die Gehäusewandung permanent mit Wasser gekühlt wird. In der Mittelachse zwischen dem unteren Prallblech und den seitlichen Leitblechen befindet sich die nach oben gerichtete Sprühdüse. Eine besondere Sprühcharakteristik verdüst das aufzuheizende Beckenwasser senkrecht nach oben in eine zylindrische Mischkammer, die sich an den kubischen Unterbau anschließt. Dort kommt das versprühte Beckenwasser mit den Heizgasen aus der Brennkammer direkt in Berührung und wird aufgeheizt. Am Ende der Mischkammer, vor dem Austritt in den Abgasstutzen, ist eine Prallplatte angeordnet, die als Reflektor das Sprühwasser umlenkt. Sie soll auch verhindern, dass versprühtes Wasser in den Abgasstutzen gelangt. Gleichzeitig lenkt die Prallplatte die Heizgase und den Wassersprühnebel so um, dass in der Mittelachse Gleichstrom und im äußeren Bereich Gegenstrom herrscht. Am Abgasaustritt aus der Mischkammer ist ein Spezial-Abgasaufsatz aufgesetzt. In diesem ist ein Wasserabscheider aus einem Edelstahldrahtgeflecht integriert. Der Abgasaufsatz ist nach oben mit einer „Meidinger-Scheibe“ abgedeckt und bildet mit dem Schwimmbadheizer eine Baueinheit. Die Abgase können ohne Schornstein direkt ins Freie abgeführt werden (Abb. 9). Brennkammer, Umlenkleche und die Leitbleche bestehen aus hitze- und korrosionsbeständigem Edelstahl. Die Stahlblechteile, die mit dem Schwimmbadwasser in Berührung kommen, sind mit einer Korrosionsschutzbeschichtung überzogen.

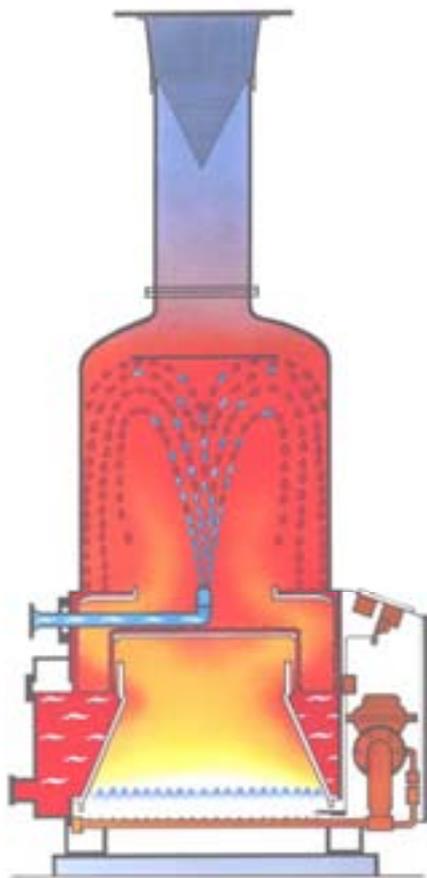


Abb. 9

2.1 Armaturen und Regeleinrichtungen

In einem Vorbau des kubischen Unterbaus sind die Gasarmaturen mit den Regel- und Sicherheitseinrichtungen zusammen mit der elektrischen Ausrüstung untergebracht. Das Schaltpult mit den Bedienelementen und den Kontroll- und Anzeiginstrumenten deckt diesen Vorbau ab. Auf der Geräterückseite gegenüber dem Schaltpult ist der Pumpenschalter und die Überflutungs- und Wassermangelsicherung angeordnet. Dort befinden sich auch die Anschlüsse für den Schwimmbadwassereintritt, der zur Versprühungsdüse führt, und der Austrittsflansch, über den das erwärmte Wasser austritt. Auf einem Wasserkasten mit einem Überlaufstutzen sind die Pumpenschalter und Wassermangelsicherungen angeflanscht (Abb. 10).

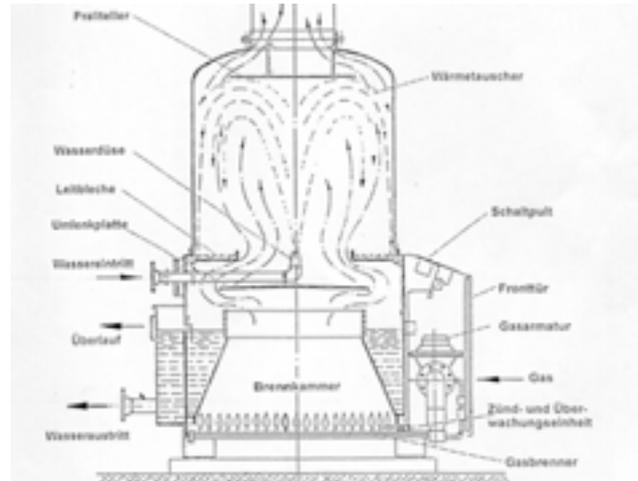


Abb. 10

2.2 Funktionsbeschreibung

Für den hydraulischen Betrieb werden zwei Pumpen benötigt, die für den Betrieb mit Schwimmbadwasser geeignet sein müssen. Die Pumpe unmittelbar vor der Sprühdüse, die Druckerhöhungspumpe, erzeugt den zur Wasserversprühung notwendigen Vordruck von 3 – 3,5 bar. Mit der zweiten Pumpe, der Rückföhrpumpe, wird das erwärmte Wasser aus dem Sammelbehälter zurück in den Kreislauf der Wasseraufbereitungsanlage gefördert. Die notwendige Förderhöhe muss auf die Anlage abgestimmt werden. Maßgebend hierfür sind die zu überwindenden Höhendifferenzen, die Summe der hydraulischen Widerstände und der Gegendruck an der Einleitstelle.

Der Netzschalter schaltet die Stromversorgung ein. Danach kann über die Starttaste die Druckerhöhungspumpe zur Wasserversprühung eingeschaltet werden. Sobald der erforderliche Düsenvordruck aufgebaut ist, schließt ein Kontaktmanometer in der elektrischen Steuerkette und gibt die Stromzufuhr zum Gasfeuerungsautomaten frei. Entsprechend dem Programmablauf und der Sicherheitszeiten wird der Gasbrenner gezündet. Den ordnungsgemäßen Betrieb der Anlage überwachen Sicherheitseinrichtungen, z.B. ein Schwimmerschalter als Überflutungs- und Wassermangelsicherung. Die Druckerhöhungspumpe arbeitet synchron mit dem Brenner und die Rückföhrpumpe intermittierend in Abhängigkeit vom Wasserstand im Wasserkasten. Der minimale und maximale Wasserstand im Wassersammler wird über Schwimmer geschaltet und die Rückföhrpumpe entsprechend angesteuert. Die Wassermangelsicherung schaltet die Rückföhrpumpe und die Überflutungssicherung die Druckerhöhungspumpe ab. Ist die gewünschte Wassertemperatur erreicht, schaltet die Anlage komplett ab. Für einen Wiederanlauf muss erneut die Starttaste betätigt werden. Eine automatische Wiedereinschaltung ist über ein Zusatzgerät möglich. Alle wichtigen Anlagenfunktionen werden über Kontroll- und Störungsmeldungen angezeigt.

Bei der maximalen Wasseraustrittstemperatur von 50 °C liegt die Abgastemperatur bei nur 45 °C.

2.3 Aufstellung

Grundsätzlich gelten für die Aufstellung und den Betrieb des Geräts die Richtlinien der jeweiligen Landesbauordnungen, die Musterverordnung über Feuerstätten (FeuVO), die Technischen Regeln für Gasinstallation der DVGW-TRGI 86/96 und die TRF.

2.3.1 Aufstellort und Fundament

Für den Aufstellort sind die statischen Verhältnisse und das Eigengewicht des Geräts mit der Wasserfüllung zu berücksichtigen. Grundsätzlich erfolgt die Aufstellung auf 2 Fundamentstreifen (Abb. 11+12). Aus Wartungsgründen keine Fundamentplatte vorsehen! Zur Entleerung des Gerät auf sollte sich im Aufstellraum ein Bodenablauf bzw. ein Kanalschluss befinden.

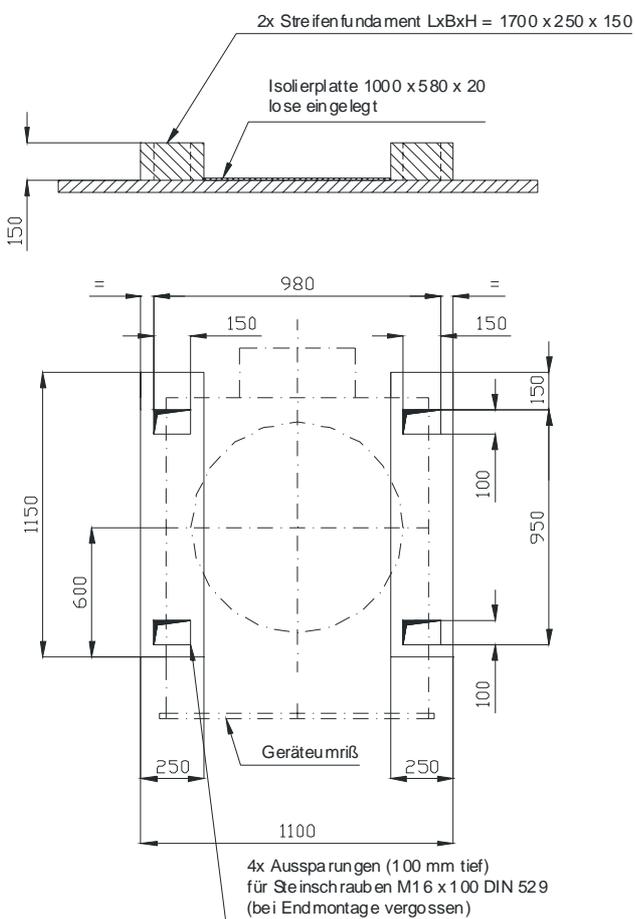


Abb. 11 GX01 150-200

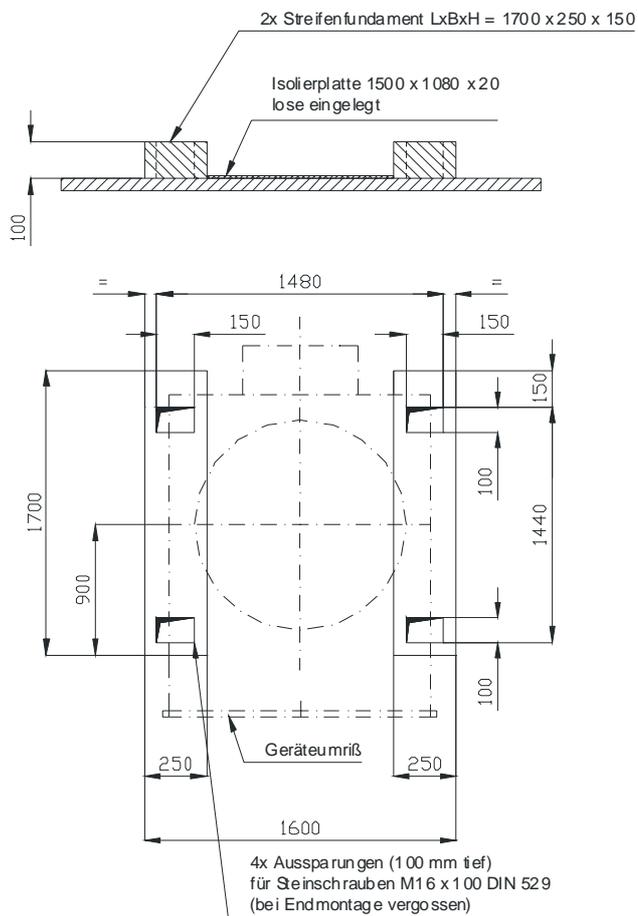


Abb. 12 GX01 400-800

Die Platzverhältnisse für die Aufstellung müssen so gewählt werden, dass sie auch den Anschluss der externen Geräte wie Pumpen und Anschlussarmaturen berücksichtigen. Zu Wänden und anderen Einrichtungen müssen Mindestabstände eingehalten werden, damit genügend Freiraum für Wartungsarbeiten vorhanden ist. Der Platz vor dem Gerät muss einen ungehinderten Zugang und den Ausbau des Brenners mit dem Düsenstock gestatten. Je nach Gerätetyp sind unterschiedliche Abstände einzuhalten (Abb.13-16).

2.3.2 Mindestabstände

Für die Einhaltung der Mindestabstände gelten die folgenden Zuordnungen:

- a = Mindestabstand vor dem Gerät zum Ausbau des Brenners
- b = möglicher Abstand, wenn die Tür bzw. die Montageöffnung einen Brennerausbau ermöglicht. (siehe gestrichelte Darstellung)
- c = Mindestabstand hinter dem Gerät zum Ausbau des Düsenstockes
- d = empfohlener Abstand zum begehen
- e = Mindestabstand für die Gasleitung und zum begehen

2.3.3 GX 01 150 / 250

Mindestraumhöhe: 2500mm

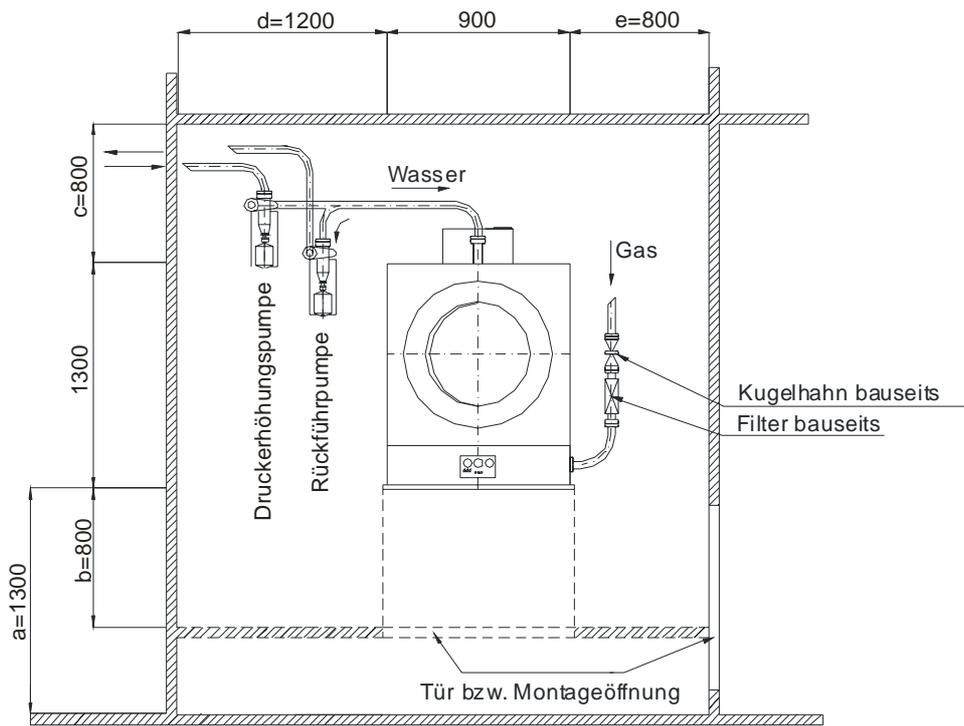


Abb. 13 Platzbedarf mit Pumpen

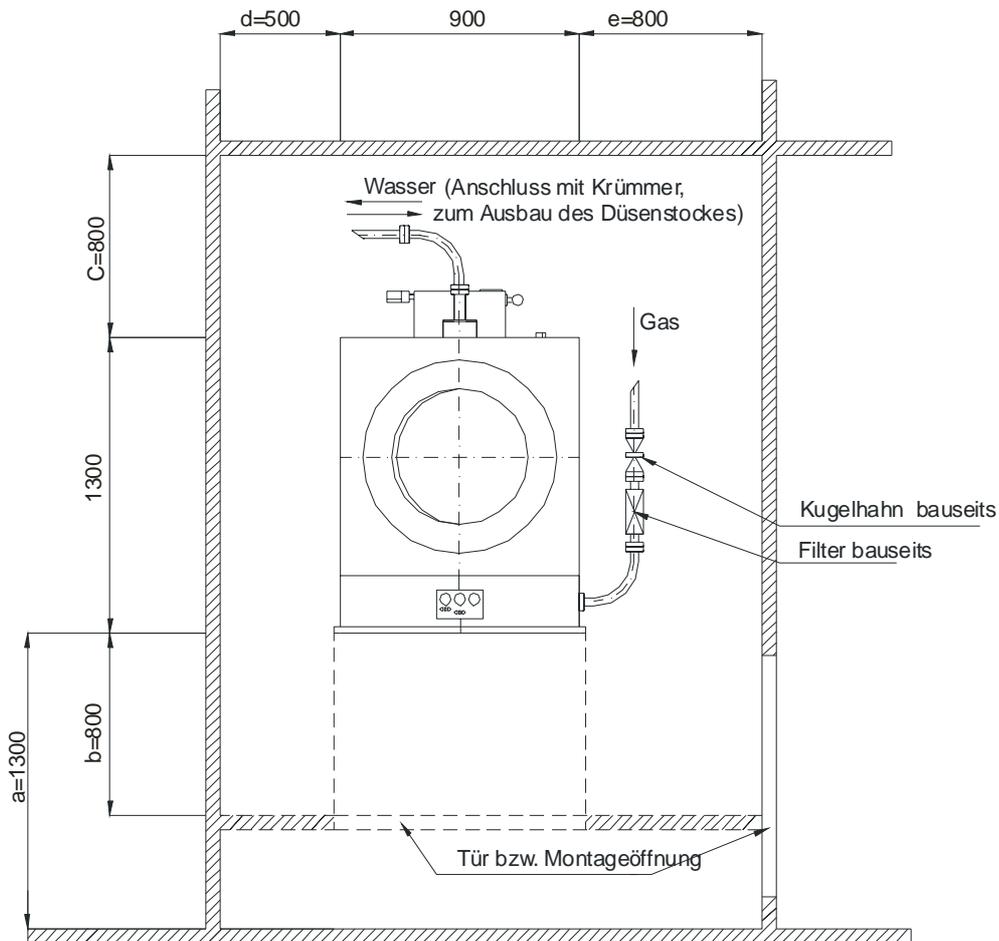


Abb.14 Platzbedarf Pumpen in separatem Raum

2.3.4 GX 01 400 / 600 / 800

Mindestraumhöhe: 3000 mm

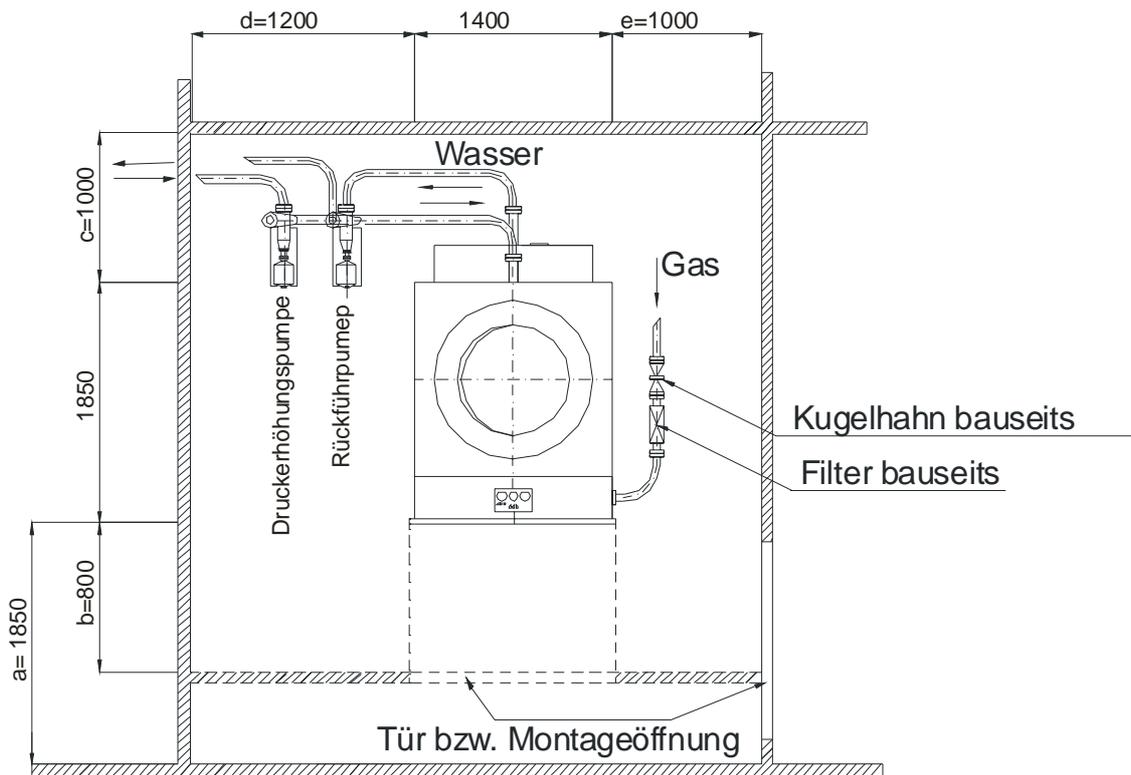


Abb. 15 Platzbedarf mit Pumpen

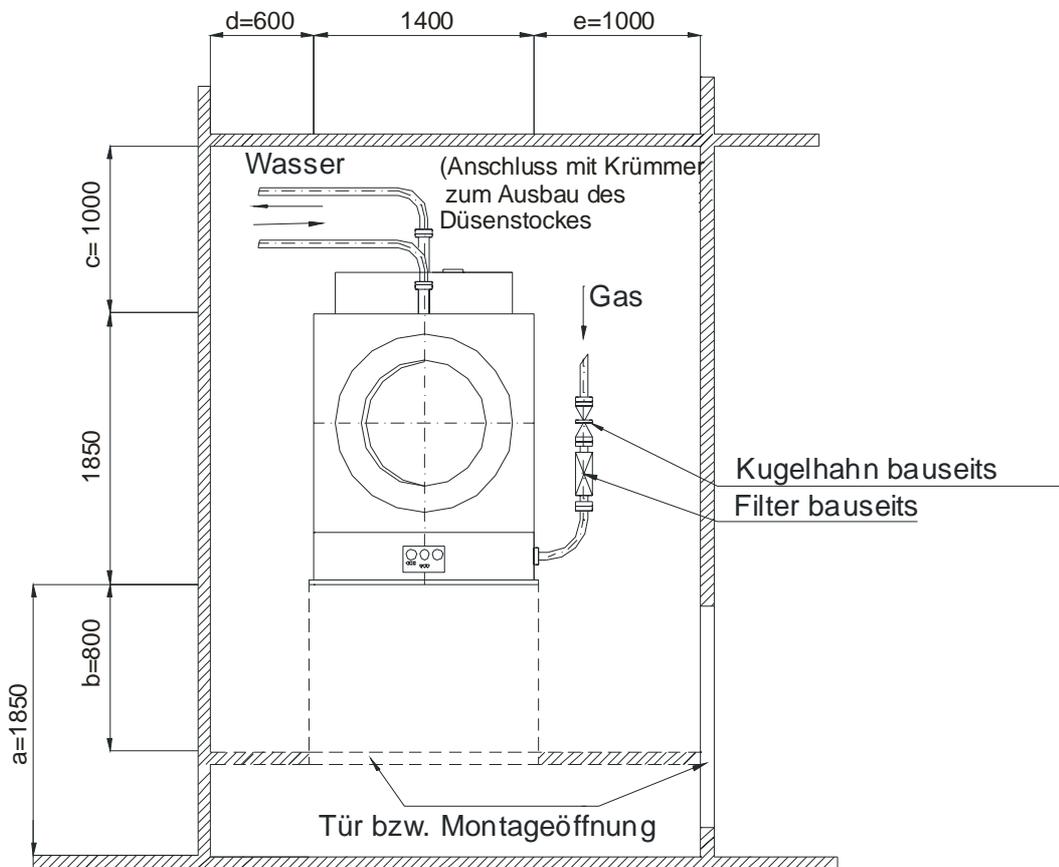


Abb.16 Platzbedarf Pumpen in separatem Raum

2.3.5 Abgasleitung

Je nach baulichen Erfordernissen kann die Abgasleitung bis zu maximal 6 m verlängert werden. Sie muss dann zwischen dem Abgasstutzen auf der Geräteoberseite und dem mitgelieferten Spezial-Abgasaufsatz mit Meidinger-Scheibe eingebaut werden. Für die Installation sind die im Lieferumfang enthaltenen Gummidichtungen und Befestigungselemente zu verwenden. Für Deckendurchführungen sollten Futterrohre verwendet werden, die gegen das Abgasrohr abzudichten sind (Abb.17).

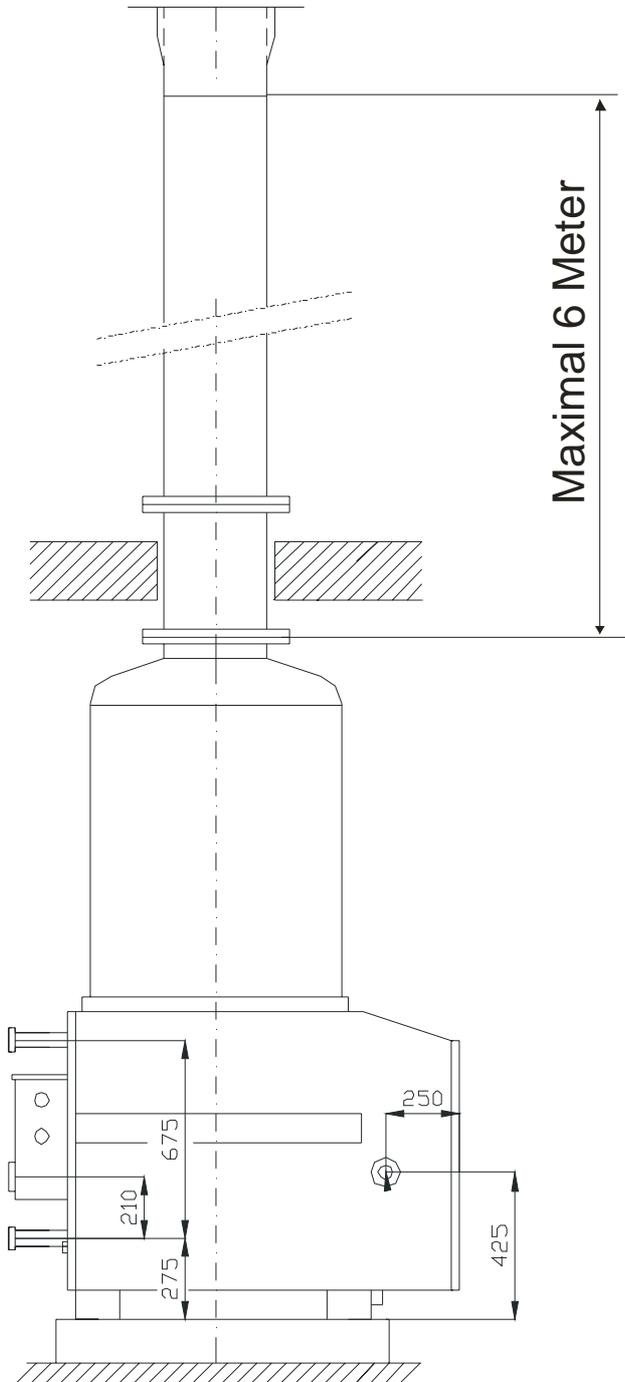


Abb. 17

2.4 Hydraulische Einbindung

Der Gas-Schwimmbadheizer wird im Bypass zum Hauptstrom der Wasseraufbereitungsanlage hinter den Filtern installiert. Der Volumenstrom über den Gas-Schwimmbadheizer ist von der Geräteleistung abhängig. Bei einer vorgesehenen Temperaturerhöhung von 20K liegt er im Bereich 7,5 – 40 m³/h. Daraus ergibt sich die Förderhöhe der Rückföhrpumpe. Das erwärmte Wasser wird über eine Pumpe in den Hauptstrom des aufbereiteten Beckenwassers eingeleitet. Die Zugabe von Chemikalien, z.B. von Chlor oder Chlorgas, erfolgt hinter der Wasseraufbereitung und –Erwärmung.

Das bedeutet: Die Zugabe der Chemikalien zur Beckenwasseraufbereitung erfolgt vor der Erwärmung. Die Impfung mit desinfizierenden Chemikalien erfolgt nach dem Schwimmbadheizer (Abb. 18).

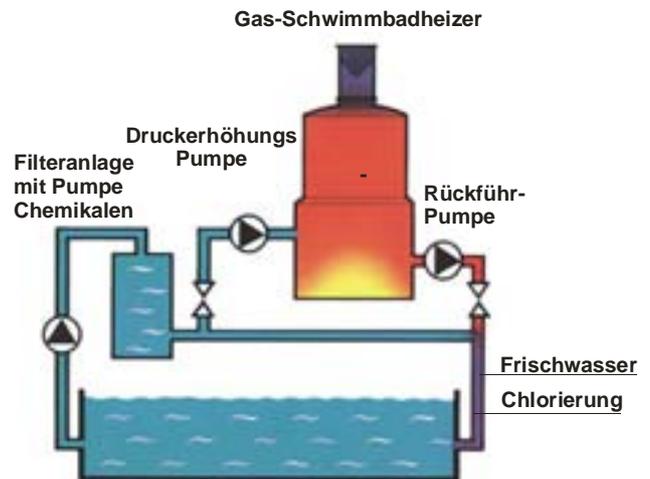


Abb. 18

2.4.1 Beeinträchtigung Beckenwasserqualität?

Untersuchungen haben belegt, dass durch den direkten Kontakt der Verbrennungsgase mit dem Beckenwasser die Wasserqualität nicht beeinträchtigt wird. Im Wasser werden geringe Anteile der Abgasbestandteile CO₂ und O₂ absorbiert, was zu einer leichten Absenkung des pH-Wertes führt, aber nicht qualitätsmindernd ist. Die pH-Wertabsenkung betrifft nur den Teilstrom über den Schwimmbadheizer, der sich vor dem Beckeneintritt wieder mit der Hauptwassermenge vermischt.

3 Anforderung an die Beheizung von Freibädern

In den alten Bundesländern gibt es rund 2700 Freibäder mit einer Wasserfläche von 3,45 Mio. m², wovon rund 2 Mio. m² beheizt werden. Bei einer durchschnittlichen Wassertemperatur von 23 °C und einer Saison von Mitte Mai bis Mitte September liegt der durchschnittliche Wärmebedarf bei etwa 400 kWh/m² Beckenoberfläche. Bei etwa 70% der beheizten Freibäder liegen die Wassertemperaturen zwischen 23-24°C. In Spaßbädern mit mehreren Schwimmbecken werden einzelne Becken bis auf 28 °C beheizt.

Die Kernbadesaison der öffentlichen Freischwimmbäder liegt zwischen dem 15. Mai und dem 15. September und ist 120 Tage lang. Unbeheizte Freibäder können in dieser Zeitspanne nur an durchschnittlich 25 bis 40 Tagen teilweise und an 10 bis 15 Tagen voll genutzt werden. Die Besucher kommen vor allem bei Sonnenschein. Erfahrungsgemäß ist im Frühjahr zu Beginn der Saison an den ersten warmen Tagen der Wunsch, Schwimmbäder zu besuchen, am größten. In nicht beheizten muss bei hohen Lufttemperaturen weit über eine Woche die Sonne täglich scheinen, bis die Beckenwassertemperatur mindestens 22 °C erreicht und gebadet werden kann. Im Hochsommer, wenn nach anhaltend schlechter Wetterperiode die Sonne wieder scheint, strömen viele Badehungrige in die öffentlichen Freibäder. Auch im Spätsommer nach dem Urlaub werden die Freibäder gerne besucht. Gerade im Frühjahr und im Spätsommer ist es in unseren Breiten nachts bereits so kühl, dass die Beckenwassertemperaturen ohne Beheizung nicht auf Badetemperatur gehalten werden können. Um die Badesaison durchgehend zu nutzen oder sogar zu verlängern, ist eine Beckenbeheizung unumgänglich. Nur dadurch können die Besucherzahl und die Betriebsdauer auf einem für den Bäderbetreiber wirtschaftlichen Niveau gehalten werden. Besonders positive Erfahrungen wurden mit einer Vorverlegung der Saison vom 15. Mai auf den 1. April gemacht.

3.1 Solare Beheizung von Freischwimmbecken

In den vergangenen Jahren wurden für die Schwimmbeckenbeheizung zunehmend auch Solarabsorber vorgesehen. Sie haben jedoch den Nachteil, dass ihre Heizleistung von der solaren Einstrahlungsintensität abhängt, die dann am geringsten ist, wenn der Wärmebedarf am größten ist. Besonders in der Übergangszeit steht einem ansteigenden Wärmebedarf eine abnehmende Sonneneinstrahlung gegenüber. Hinzu kommen Spitzenbelastungen, z.B. nach einer sommerlichen Schlechtwetterperiode. Im Gegensatz zu einem Gas-Schwimmbadheizer von Oertli-Rohleder kann dann mit einer Solaranlage das Beckenwasser nicht wieder in kurzer Zeit auf Badetemperatur nachgeheizt werden. Daher können in

ausschließlich Solar beheizten Freibädern die minimal geforderte Beckenwassertemperatur von z.B. 23°C nicht über die Badesaison garantiert werden. Bei gutem Wetter kann in einem Solar beheizten Freibad mit einer Temperaturerhöhung des Beckenwassers um ca. 2-3 Grad gerechnet werden. Die ausschließlich solare Beckenwasserbeheizung führt zu einem saisonalen Energiedefizit. Ein durchgehender Badebetrieb kann nicht aufrechterhalten werden was sich auf die auf Besucheranzahl und Nutzungsdauer negativ auswirkt. Selbst im Juli oder August mit den besten Voraussetzungen für eine solare Beheizung kann nicht immer die gewünschte Wassertemperatur aufrechterhalten werden. Mit dem Einsatz eines Oertli-Rohleder-Gas-Schwimmbadheizers wird die Badesaison deutlich verlängert. Weil vor Allem nach Schlechtwetterperioden Temperatureinbrüche in kürzester Zeit ausgeglichen werden können, ist mit mehr Besuchern und höheren Einnahmen zu rechnen. Man ist somit von externen Einflüssen unabhängiger und kann eine gleich bleibende Beckentemperatur gewähren (Abb. 19).

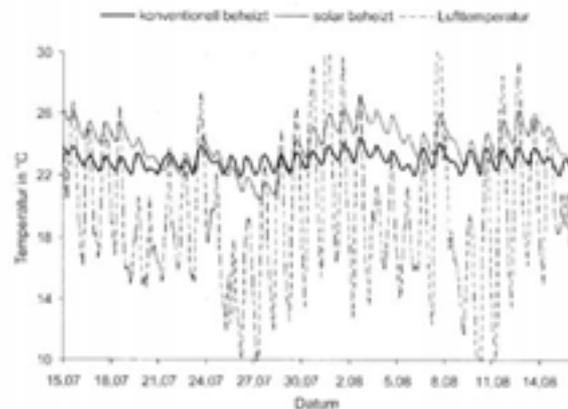


Abb. 19

Eine sinnvolle Kombination ist es, die Grundlast über Solarabsorber abzudecken und für Spitzenbelastungen zur schnellen Beckenwasseraufheizung z.B. nach Schlechtwetterperioden Gas-Schwimmbadheizer einzusetzen.

3.2 Betriebskostenvergleich: Solar- und gasbeheizte Freischwimmbäder

Weil bei der solaren Beckenwasserbeheizung je nach Sonneneinstrahlung die Wassertemperaturen stark schwanken, ist ein direkter wirtschaftlicher Vergleich zwischen einer Solar- und gasbeheizten Anlage nicht ohne weiteres möglich. Neben dem reinen Wärmepreis der sich aus den Energiekosten und Annuität der Anlagen zusammensetzt sind auch die bei der Gasbeheizung höheren Besucherzahlen und die damit bessere Auslastung zu berücksichtigen. Für die detaillierte Analyse gibt es Rechenprogramme wie z.B. „POOL“ entwickelt am ITW der Universität Stuttgart oder „Schwimmbad-2“ von IST- Energietechnik von Kandern-Wollbach.

An zwei Freibädern die mit Solarabsorbern und Gas-Brennwertkessel beheizt werden haben namhafte Institute umfangreiche Messungen durchgeführt. In der Auswertung wurden die Betriebskosten für den solaren und gasbeheizten Betrieb verglichen. Im Freibad Stuttgart Möhringen lieferten die Solarabsorber in dem untersuchten Zeitraum (1991-92) rund 50% der Energie für die Beckenbeheizung. Nach der Annuitätsmethode (VDI 2067) lag der Wärmepreis für die solare Beheizung bei 0,04-0,045€/kWh und

für die Gasheizung bei 0,02-0,03€/kWh. Im Freibad Leonberg-Eltingen mit rund doppelter Wasseroberfläche brachten die Solarabsorber nur ca. 20% des Energiebedarfs. Die solare Wärmepreis wurde mit 0,045 - 0,053€ errechnet. Der Wärmepreis für die mit einer Beckenabdeckung eingesparte Energie lag noch ungünstiger. In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Daten der beiden Freischwimmbäder für das Jahr 1992 zusammengefasst (Tabelle 1).

Tabelle 1

Schwimmbad	Becken-Oberfläche [m ²]	Wärmebedarf [kWh/m ² *a]	Energieanteil Solar [%]	Wärmepreis Solar [€/kWh]	Wärmepreis gasbeheizt [€/kWh]
Möhringen	1330	267	50	3,94	2,0-3,0
Leonberg	2882	525	22,8	5,27	

3.2.1 Bewertung der Betriebskosten

Beide untersuchten Freibäder wurden durchgehend über die Saison beheizt. Bei ausschließlich Solar beheizten Freibädern kann die zum Baden angenehme Beckenwassertemperatur nicht über die gesamte Saison aufrechterhalten werden. Die Besucherzahlen sind daher deutlich geringer als bei gasbeheizten Anlagen die durchgängig beheizt werden können. Daher liegen die Betriebskosten pro Besucher höher als Anlagen die parallel Solar und mit Gas beheizt werden.

Die Beckenwasserbeheizung von öffentlichen Freibädern mit Gas ist in den meisten Fällen die wirtschaftlichste Alternative. Weil der Gasbedarf in der Übergangszeit und damit in den Schwachlastzeiten der Gasversorgungsunternehmen anfällt, werden den Schwimmbadbetreibern oft sehr günstige Gas-tarife gewährt die weit unter den üblichen Tarifen liegen.

3.2.2 Beheizte Freibäder über Wärme-Contracting- Verträge

Oft ist die finanzielle Lage der öffentlichen Haushalte stark angespannt, sodass die erforderlichen Mittel für die Investitionen von Schwimmbadheizanlagen oder deren Erneuerung fehlen. Auf der anderen Seite sind die Gasversorgungsunternehmen sehr daran interessiert bei jahreszeitlich bedingtem geringem Gasverbrauch ihre Auslastung zu erhöhen. Um beide Interessen in Einklang zu bringen, bieten die Gasversorgungsunternehmen den Kommunen bzw. Betreibern von Freibädern „Wärmecontracting“ Verträge an. In diesen Fällen liefern und installieren die Gasversorgungsunternehmen die Schwimmbadheizanlagen und stellen den Betreibern die Anlagen und Betriebskosten im Leasingverfahren zur Verfügung. Auf diese Weise können die öffentlichen

Haushalte Investitionskosten sparen und gleichzeitig die Auslastung und Wirtschaftlichkeit ihrer Freibäder erhöhen.

3.3 Wärmebedarf und Heizleistung

Der Wärmebedarf von Freibädern ergibt sich aus der Bilanz von Wärmeverlusten und -gewinnen, die je nach Jahreszeit und aktueller Witterung sehr großen Schwankungen unterliegen. Stationäre Verhältnisse gibt es praktisch nicht. Selbstverständlich hat auch die Beckenwassertemperatur einen großen Einfluss auf den Wärmebedarf. Mit steigenden Wassertemperaturen wächst er überproportional. Ein Becken, das konstant auf 28 °C Wassertemperatur gehalten wird, benötigt rund dreimal soviel Energie wie bei 24 °C.

Die Bestimmung des Wärmebedarfs und die Auslegung der erforderlichen Heizleistungen für Gas-Schwimmbadheizungen basieren auf langjährigen statistischen Erfahrungen. Zur groben Orientierung können für den jährlichen Energiebedarf pro m² Beckenoberfläche 0,3 0,7 MWh/m²a angenommen werden. Je nach Lage der Freischwimmbäder liegen die groben Anhaltswerte für die Heizleistungen der Wärmeerzeuger bei:

- **Freie Lage:** 1,00 kW/m²
- **Teils geschützte Lage:** 0,62 kW/m²
- **Geschützte Lage:** 0,52 kW/m²

Für Becken mit Abdeckung liegen die Werte um bis zu 50% niedriger.

Nachfolgend wird ein Überblick über die wichtigsten Wärmeverluste und -gewinne sowie deren Größenordnung und Einflussfaktoren gegeben (Abb. 20).

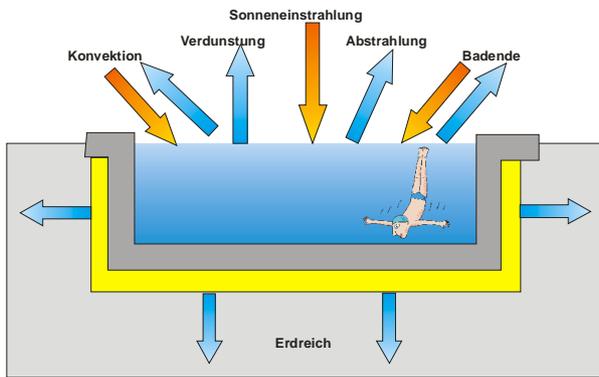


Abb. 20

3.3.1 Wärmeverluste

Der überwiegende Anteil der Wärmeverluste, nämlich ca. 90%, geht bei Freibädern über die Wasseroberfläche verloren und zwar durch Konvektion, Strahlung und Wasserverdunstung. Wärme wird aber auch an das umgebende Erdreich übertragen. Die Badegäste verursachen Wasserverluste, die ihrerseits zu Wärmeverlusten führen. Aus hygienischen Gründen muss täglich Frischwasser nachgepeist werden.

- **Verluste durch Konvektion der Wasseroberfläche an die Umgebungsluft.**

Diese Verluste treten auf, wenn die Temperatur des Beckenwassers höher als die der umgebenden Luft ist. Bei schönem und klarem Wetter ist das vor allem nachts der Fall. Von großem Einfluss ist die Lage des Beckens, ob geschützt oder ungeschützt, und die Windgeschwindigkeit, die den Wärmeübertragungskoeffizienten α_k stark beeinflusst.

- **Verluste durch Abstrahlung von der Wasseroberfläche**

Die Wärmeabstrahlung von der Beckenwasseroberfläche ist hauptsächlich von der Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Umgebungsluft abhängig und kommt nur dann zum Tragen, wenn die Wassertemperatur höher als die der Luft ist. Die Intensität der Abstrahlung hängt aber auch noch von der Bewölkung ab und kann daher sehr unterschiedlich sein. Bei Bewölkung ist sie geringer als bei klarem Himmel.

- **Verluste durch Verdunstung auf der Wasseroberfläche**

Diese Verluste hängen wesentlich von der Luftfeuchtigkeit und der Windgeschwindigkeit ab und sind daher witterungsbedingt sehr unterschiedlich.

- **Verluste an das umschließende Erdreich**

Bei normalem Erdreich sind diese Verluste sehr gering und können vernachlässigt werden. Nur bei extrem feuchten Böden und hohem Grundwasserspiegel sollte die Wärmeübertragung an das Erdreich rechnerisch überprüft werden.

- **Verluste durch die Badenden beim Verlassen des Beckens**

Solche Verluste entstehen hauptsächlich durch das Verspritzen von Wasser und Körperbenetzung. An warmen Tagen sind sie am höchsten. Weil dann aber auch der Wärmebedarf sehr gering ist und das Becken von der Sonne aufgeheizt wird, können diese Verluste vernachlässigt werden.

- **Personenbezogene Wassererneuerung und Filterspülung**

Die aus hygienischen Gründen notwendige Frischwasserzufuhr hängt von der Zahl der Badegäste ab. In der DIN 19643 werden hierfür täglich pro Person mindestens 30 Liter gefordert. Nach „Biasin ETA 34 1976“ muss der hieraus resultierende Wärmeverlust mit einem 25%igen Aufschlag auf den Saison-Energiebedarf berücksichtigt werden.

3.3.2 Wärmegewinne

Analog zu den Wärmeverlusten resultiert auch der überwiegende Anteil der Wärmegewinne aus den Witterungsverhältnissen. So können die oben angegebenen Wärmeverluste auch zu Gewinnen werden, wenn sich die Temperaturunterschiede zwischen Luft und Beckenwasser umkehren. Die direkte Sonneneinstrahlung ist für unbeheizte Freibecken an sonnenreichen Tagen die Hauptenergiequelle. Bei beheizten Freibädern kann die Sonne die Beckenwassererwärmung unterstützen. Verglichen mit der Leistung eines Gas-Schwimmbadheizers hat sie auf die Beckenwassererwärmung nur einen relativ geringen Einfluss.

- **Gewinn durch Konvektion aus der Umgebungsluft an die Wasseroberfläche**

Dieser Wärmegewinn tritt ein, wenn die Temperatur der Umgebungsluft höher ist als die des Beckenwassers. Diese Wärmegewinne sind zu vernachlässigen, denn die Wärmeübertragungsfläche des Beckenwassers ist relativ klein, und die konvektiven Wärmeübergangskoeffizienten von der Luft an das Wasser sind gering.

- **Gewinn durch Sonneneinstrahlung auf die Beckenoberfläche**

Die Energie, die von der Sonne eingestrahlt wird, hängt von vielen Faktoren ab. Neben der Jahres- und Tageszeit ist selbstverständlich die aktuelle Wetterlage entscheidend. Daher sind als Angaben für die solare Energiezufuhr nur jahreszeitli-

che Durchschnittswerte sinnvoll. In den Sommermonaten Mitte Juni bis August rechnet man mit durchschnittlich 150 W/m² und in der Übergangszeit mit 70 W/m², jeweils auf die Beckenoberfläche bezogen.

- **Gewinn durch Badende**

Menschen übertragen Körperwärme an ihre Umgebung. Im Schwimmbad sind es rund 90 – 140 Watt mit denen jeder Badende das Beckenwasser aufheizt. Weil sie aber auch das Beckenwasser aufwühlen und dadurch die Verdunstung anregen, wiegen sich beide Einflüsse gegeneinander auf und bleiben bei der Wärmebilanz unberücksichtigt.

3.4 Geräteleistung und Erstaufheizung

Die höchste Heizleistung muss bei der Erstaufheizung aufgewendet werden. Sie ist maßgebend für die Bestimmung der Nennleistung und die Geräteauswahl. Die erforderliche Heizleistung ergibt sich zum einen aus der Leistung für die Erwärmung des kalten Beckenwassers am Anfang der Saison auf Badetemperatur. Gleichzeitig müssen während der Aufheizphase die Wärmeverluste ausgeglichen werden, die mit zunehmender Wassertemperatur überproportional ansteigen. Weil diese Leistungsspitze in der Regel nur einmal pro Saison aufzuwenden ist, sollte die Aufheizzeit nicht zu kurz angesetzt werden. In der Praxis haben sich 3 – 5 Tage bewährt. Zu kurze Aufheizzeiten führen zur Überdimensionierung und wirken sich auf die Wirtschaftlichkeit der Anlage negativ aus. Als grober Anhaltswert sollte die spezifische Heizleistung im Bereich von 300 – 800 W/m² Beckenoberfläche liegen.

Die Leistungs- und der Wärmebedarf für die Erstaufheizung können nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten berechnet werden. Weil die hierfür erforderlichen Randbedingungen wie Umgebungslufttemperatur und -feuchtigkeit und die Witterungsverhältnisse stark schwanken, sind repräsentative Ergebnisse nicht zu erwarten. Daher empfiehlt es sich, wie für den saisonalen Wärmebedarf, auch die Leistungsbestimmung auf der Basis von praxisorientierten statistischen Untersuchungen durchzuführen.

3.4.1 Nennleistung des Wärmeerzeugers P_A

$$P_A = f \cdot A_o \cdot (t_{W2} - t_{W1}) / 1000 \text{ [kW]}$$

$$t_{W1} = t_{WF} \text{ falls } (t_L + 5K) - t_{WF} \leq 3K$$

$$\text{sonst gilt: } t_{W1} = (2 \cdot t_{WF} + t_L + 5) / 3$$

$$f \text{ [W/m}^2 \text{ K]} \quad \text{spezifische Heizleistung}$$

siehe: ⇒ Diagramm (Abb. 21)

$$A_o \text{ [m}^2 \text{]} \quad \text{Beckenwasseroberfläche}$$

$$V_w \text{ [m}^3 \text{]} \quad \text{Beckenwasserinhalt}$$

$$t_{W2} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{gewünschte Beckenwassertemperatur}$$

$$t_{W1} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{Beckenwassertemperatur vor Aufheizung}$$

$$t_{WF} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{Frischwassertemperatur}$$

$$t_L \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \text{Lufttemperatur bei der Erstaufheizung}$$

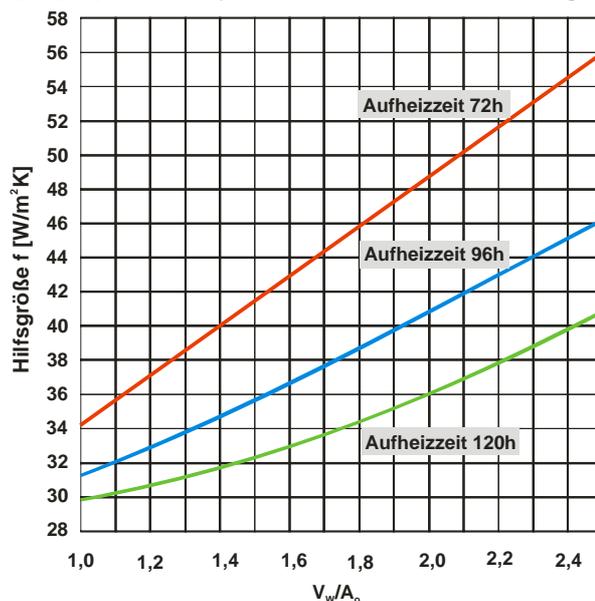


Abb. 21

3.5 Wärme- und Gasbedarf

Der effektive Wärmebedarf für beheizte Freibäder über die Badesaison ist großen natürlichen Schwankungen unterworfen. Daher macht es keinen Sinn, die Wärmebilanz auf der Basis von physikalischen Formeln genau zu berechnen. Mit den stark unterschiedlichen und instationären Randbedingungen wird jedes so erhaltene Rechenergebnis in Frage gestellt. Dies betrifft vor allem die unterschiedlichen Wetterverhältnisse und die örtliche Lage der Schwimmbecken. Daher basiert die Bestimmung des Wärmebedarfs von öffentlichen Freibädern auf mehrjährigen Untersuchungen und Studien (Abb.22). Der große Streubereich bestätigt die vorher getroffenen Aussagen. Bemerkenswert ist, dass der höchste Wärmebedarf im April vorliegt, was bei einer Vorverlegung der Saison zu berücksichtigen ist.

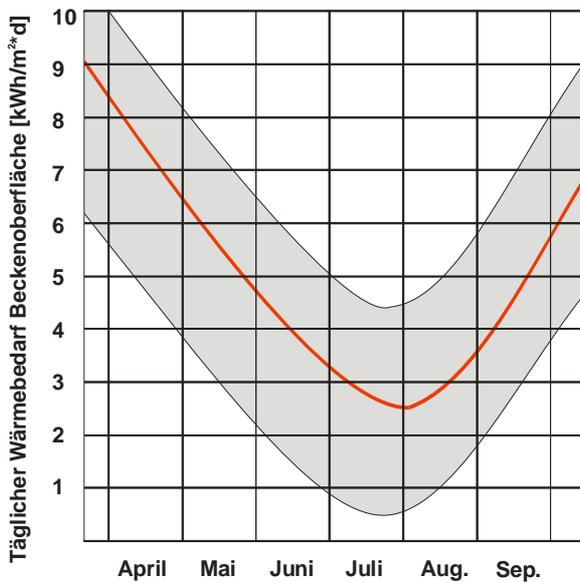


Abb. 22

3.5.1 Wärmebedarf pro Saison

Der überschlägige saisonale Wärmebedarf von Freibädern basiert auf mehrjährigen Reihenuntersuchungen von Schwimmbecken ohne Abdeckung in unterschiedlichen Lagen [2]. Der jährliche Heizwärmebedarf pro m² Beckenwasser Oberfläche wird aus den nachfolgenden Diagrammen in Abhängigkeit von der Saisonlänge und der Beckenwassertemperatur ermittelt. Nicht darin enthalten ist der Energiebedarf für die personenbezogene Wassererneuerung der nach DIN 19643 täglich mindestens 30 l/Person betragen muss (Abb. 23 – 25).

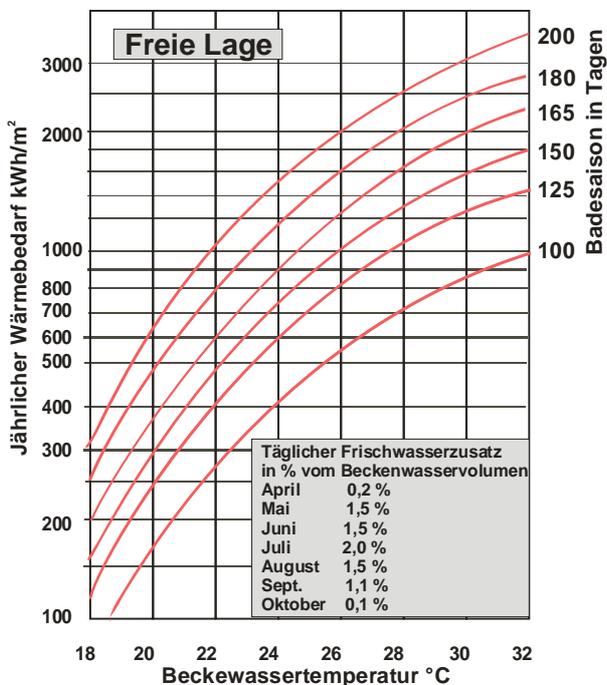


Abb. 23 Freie Lage

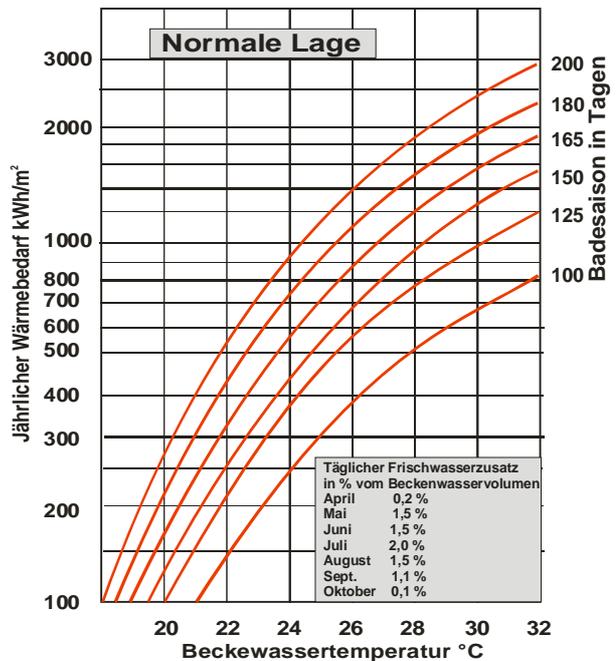


Abb. 24 normale Lage

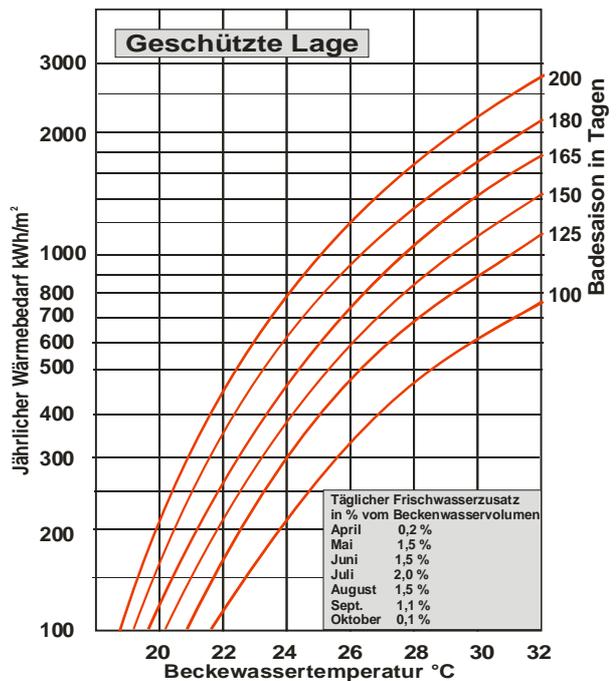


Abb. 25 geschützte Lage

3.5.2 Brennstoffverbrauch und -Kosten

Der voraussichtliche Gasverbrauch pro Badesaison kann auf der Grundlage des in den Diagrammen Abb. 23 – 25 ermittelten jährlichen Wärmebedarfs wie folgt bestimmt werden:

$$B_a = (Q_a \cdot A_0) / H_i \cdot 1,05 \text{ [m}^3\text{/a]}$$

Q_a [kWh/m²·a] jährlicher Wärmebedarf nach Diagramm Abb. 22-25

H_i [kWh/m³] Heizwert von Gas (bei Erdgas näherungsweise: $H_i \sim 10 \text{ kWh/m}^3$)

Beispiel:

Freibad in normaler Lage

Saison von 15 Mai bis 15 September: 123 Tage durchgehender Betrieb

Beckenwasseroberfläche: $A_o = 2130\text{m}^2$

Beckenwasserinhalt: $V_W = 4284\text{m}^3$

Wassertemperatur: $t_{w2} = 23^\circ\text{C}$

Frischwassertemperatur $t_{w1} = 12^\circ\text{C}$

Aufheizzeit: 5 Tage = 120h

Erdgas E: $H_s = 11,07\text{ kWh/m}^3$, $H_i = 9,983\text{ kWh/m}^3$

$Q_{FW} = 3544\text{ kWh/ Saison}$

Gasverbrauch:

$B_{a,FW} = 3544\text{ kWh/ } 9,983\text{ kWh/m}^3 * 1,05$

$B_{a,F} = 338\text{ m}^3/\text{Saison}$

Der gesamte Gasverbrauch zur Aufrechterhaltung einer Beckenwassertemperatur von 23°C und für die Frischwassererneuerung ergibt sich somit:

$B_a = (338 + 52.833)\text{ m}^3/\text{a}$

$B_a = 53171\text{ m}^3$

Bei einem Gastarif von $0,03\text{€}/\text{kWh}$, wie er als Sondertarif nicht unüblich ist, liegen die jährlichen Energiekosten für die Schwimmbeckenbeheizung:

$K_a = 53171\text{ m}^3/\text{a} * 11,084\text{ kWh/m}^3 * 0,03\text{€}/\text{kWh}$

$K_a = 17680\text{ €/a}$

1. Anschlussleistung für den Gas-Schwimmbadheizer P_A

$P_A = f * A_o * (t_{w2} - t_{w1})/1000\text{ [kW]}$

$V_W/A_o = 4284\text{m}^3 / 2130\text{m}^2 = 2$

nach Abb. 21 $\Rightarrow f = 36\text{ W/m}^2\text{K}$

$P_A = 36\text{W/m}^2\text{K} * 2130\text{m}^2 (23-12)\text{K}/1000\text{W/kW}$

$P_A = 843\text{kW} \Rightarrow$

Gas-Schwimmbadheizer Typ GX 01- 800

2. Jährlicher Gasverbrauch für die Beckenwasserheizung

Jährlicher Wärmebedarf für die Beckenwasserheizung \Rightarrow nach Abb. 24 „normale Lage“

$Q_{a,B} = 260\text{ kWh/ m}^2 * \text{a}$

$B_{a,B} = (Q_a * A_o) / H_i * 1,05$

$B_{a,B} = (260\text{ kWh/ m}^2 * \text{a} * 2130\text{m}^2) / 9,983\text{ kWh/m}^3 * 1,05$

$B_{a,B} = 52.833\text{m}^3/\text{a}$

3. Jährlicher Gasverbrauch für die Frischwassererneuerung

Nach DIN 19643 werden täglich mindestens 30l Frischwasser pro Person gefordert. Sind die Besucherzahl bekannt, kann die Wärme zur Aufheizung des Frischwassers danach berechnet werden. Ansonsten empfiehlt sich die in den Diagrammen Abb. 22 -25 angegebenen prozentualen Richtwerte die vom Beckenwasservolumen und Monat abhängen zugrunde zu legen.

Frischwassermenge für die Monate:

Mai bis August:

$V_{FW} = (1,5 + 1,5 + 2,0 + 1,5)\% * 4284\text{m}^3 / 100$

$V_{FW} = 278,5\text{ m}^3 / \text{Saison}$

Energie für die Frischwassererwärmung:

$Q_{FW} = V_{FW} * c_p * \rho_W * (t_{w2} - t_{w1})$

$c_p = 1,16\text{ W/kg K}$ Wärmekapazität Wasser

$\rho_W = 997,3\text{ kg/ m}^3$ Dichte des Wassers

$Q_{FW} = 278,5\text{ m}^3 * 1,16\text{ W/kg K} * 997,3\text{ kg/ m}^3 * (23-12) / 1000\text{K}$

4 Sanitärer Warmwasserbedarf

Beheizte Freibäder werden auch an Tagen besucht an denen der Himmel bewölkt und kein hochsommerliches Wetter herrscht. Besonders dann möchten die Besucher mit warmen Wassern duschen. Auch zur Körperreinigung vor und nach dem Schwimmbadbesuch wird in der Regel warmes Wasser gewünscht. Daher sollten Freibäder auch mit Warmduschen ausgerüstet sein. Die Warmwasserbereitung sollte zweckmäßigerweise über einen separaten Gasheizwasser-Speicher erfolgen. Die Geräte werden über integrierte Gasbrenner direkt beheizt werden und gewährleisten eine wirtschaftliche zentrale Warmwasserbereitung mit hohem Komfort. Die

Oertli-Rohleder Gasheizwasser-Speicher GS sind für einen Druck bis 6bar ausgelegt. Sie sind mit einer hochwertigen Thermoglasur in Verbindung mit einer Magnesium Opferanode korrosionsgeschützt. Eine dicht anliegende, wirkungsvolle Wärmedämmung begrenzt die Wärmeverluste auf ein Minimum. Über einen Reinigungsflansch ist der Behälterinnen-

raum gut einsehbar und zugänglich, sodass sich Wartungs- und Reinigungsarbeiten einfach durchführen lassen.

4.1 Warmwasserbedarf für Duschen

Der Warmwasserbedarf in Bädern werden in VDI 2089 „Heizung, Raumlufttechnik und Brauchwasserbereitung in Hallenbädern“ angegeben. Weil sich das Badeverhalten in Hallenbädern und die sanitären Bedürfnisse von denen in Freibädern nicht grundlegend unterscheiden, können für den Warmwasserbedarf der Duschen die gleichen Annahmen getroffen werden. Je nach Besucherfrequenz ist mit einer Nutzungszeit pro Dusche von 25 bis 45 Minuten zu rechnen. Die Auslegung des Warmwasserbereiters erfolgt nach der Dauerleistung. Auslegung der Gasheizwasser-Speicher von Oertli-Rohleder für die Warmduschen (nähere Angaben siehe: „**Gasheizwasser-Speicher von Oertli Rohleder**“)

Tabelle: 2

Wasserfläche [m ²]	Anzahl Duschen	Zapfrate pro Dusche	Verbrauch pro Person	Auslauftemperatur [°C] maximal
Bis 150	10	8 -12	80 – 120	42
151 - 450	20			
Je weitere 150	10			

Beispiel:

20 Duschen mit einer Zapfrate von 8 l/min mit einer Nutzungsdauer von 35 Minuten.

$$V = 20 * 8 * 35 = 5600 \text{ l}$$

Der Gasheizwasser – Speicher ist auf eine Dauerleistung von 5600 l/h auszulegen.

Als Gasheizwasser- Speicher sind z.B.: 2 x GS 90 + 1 x GS 70 einzusetzen.

Tabelle 3

GS - Typ	18	20	35	50	57	70	90
Inhalt	300	400	325	315	370	300	280
Nennleistung kW	18	20	34	49	49	69	88
Nennwärmebelastung	20	23	38,7	55,7	55,7	78,4	100
Aufheizzeit [min]10 auf 60°C	56	62	34	23	27	16	12
Dauerleistung 45°C	440	490	830	1200	1200	1690	2170
Dauerleistung 60°C	310	345	580	840	840	1180	1520

Literatur

1. G 677 Technische Mitteilung Hinweise, Ausgabe Oktober, „Beckenwassererwärmung in Freibädern mit Gas-Wärmeerzeugern
2. Diagramme des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, „Rationelle Energieverwendung in Hallen- und Freibädern“
3. Solare Freibadbeheizung „ist EnergiePlan GmbH, Kandern, Institut für Solarenergieforschung
4. Energie Freibad- „Rationelle Energieverwendung in kommunalen Freibädern“ Landesgewerbeamt Baden-Württemberg – Informationszentrum Energie

5 Anhang: Technische Daten

5.1 Gerätedaten

Schwimmbadheizer Typ GX 01	Gasart/Qualität		150	250	400	600	800
Heizleistung		kW	174	291	465	698	930
Nennwärmebelastung		kW	169	283	451	678	903
Wasserdurchsatz		m ³ /h	7,5	12,5	20	30	40
Gasanschluss	Erdgas	DN	40		50	65	
	Flüssigas	DN					
Erforderlicher Gasdruck	Erdgas	mbar	25				
	Flüssigas	mbar	50				
Anschlusswert	Erdgas E	m ³ /h	18	30	46	71	95
	Erdgas LL	m ³ /h	20	34	54	81	107
	Flüssiggas	kg/h	13	22	35	53	71
Erfoderl. Wasserdruck		bar	3				3,5
Wasserinhalt		l	200			500	
Gewicht		kg	580	600	1020	1060	1080

5.2 Geräteabmessungen und –Aufbau

5.2.1 GX 01 150 / 250

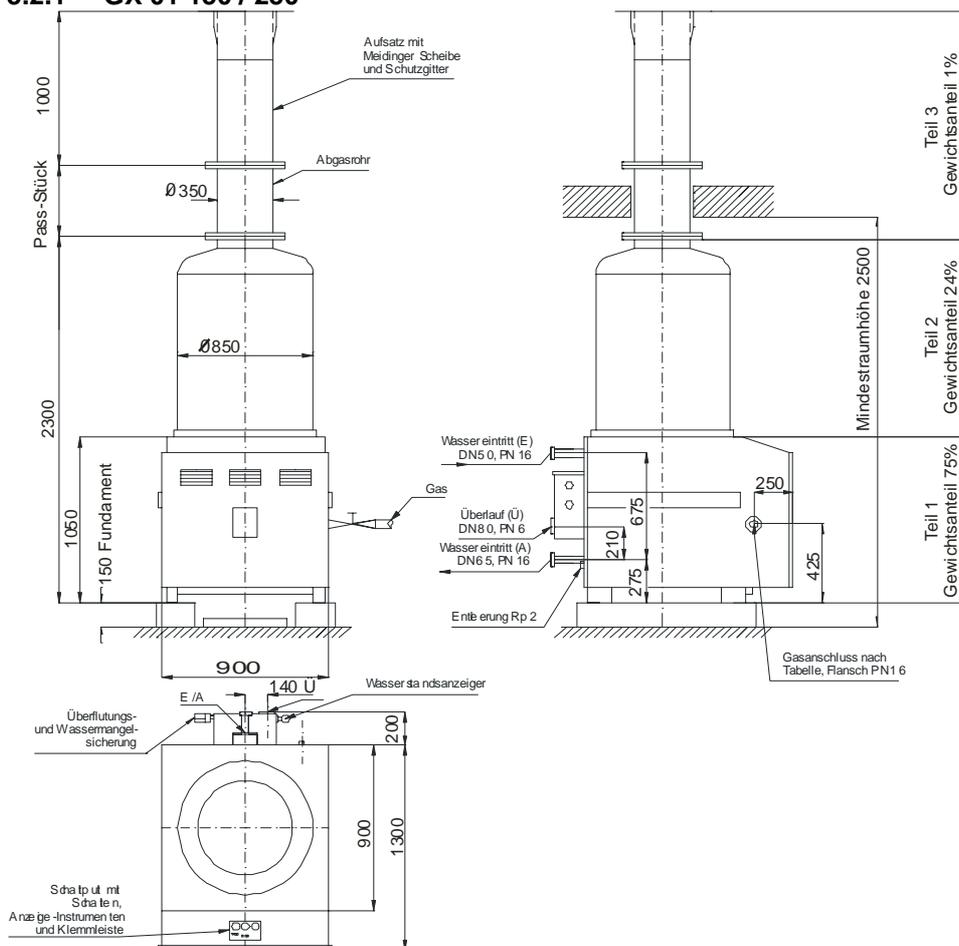


Abb. 26

5.2.2 GX 01 400 / 600 / 800

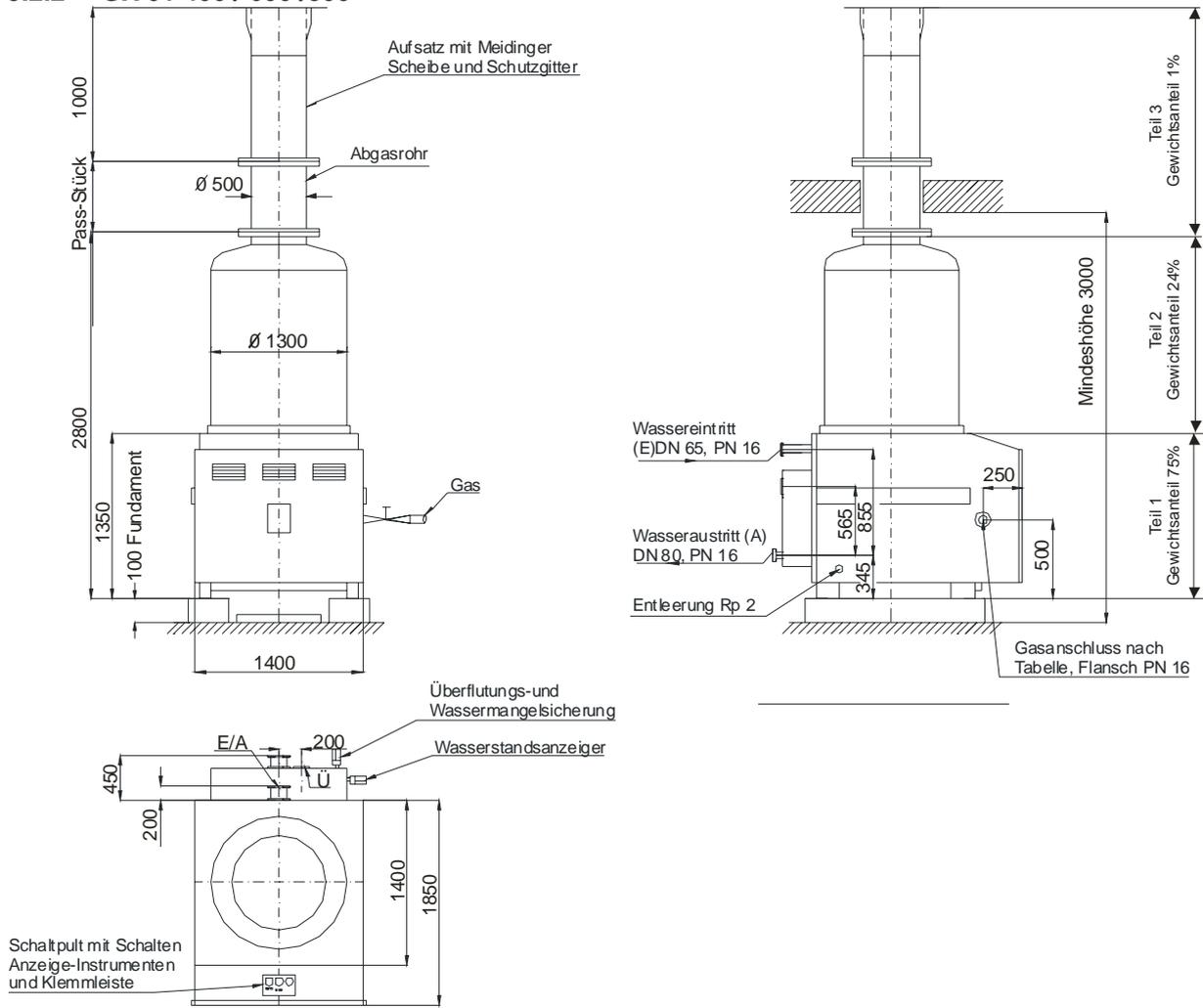


Abb. 27

5.3 Druckerhöhungspumpen

GX 01...	Artikel Nr.	Volumenstrom [m³/h]	Förderhöhe [mWS]	Leistungsaufnahme [kW]	Type Speck	Drehzahl [U/min]	Druckseite PN 16 DND	Saugseite PN 16 DNS
150	45803	7,50	30	2,20	32/160	2900	32	50
250	45805	12,50	32	3,00	32/160	2900	32	50
400	45807	20,00	30	4,00	32/160	2900	32	50
600	45809	30,00	30	5,50	40/160	2900	40	65
800	45811	40,00	35	7,50	50/160	2900	50	65

5.4 Rückförpumpen

GX 01 ..	Artikel-Nr.	Volumenstrom [m³/h]	Förderhöhe [mWS]	Leistungsaufnahme [kW]	Type Speck	Drehzahl [U/min]	Druckseite PN 16 DND	Saugseite PN 16 DNS
150	45813	7,50	10	0,55	32/200 (-4)	1400	32	50
250	45815	12,50	11	1,10	32/200	1400	32	50
400	45817	20,00	10	1,50	40/200	1470	40	65
600	45819	30,00	10	1,50	50/200	1470	50	65
800	45821	40,00	10	2,20	50/200	1470	50	65

5.5 Anlagenbeispiele

5.5.1 Gas-Schwimmbaheizer GX01 für 1 Becken

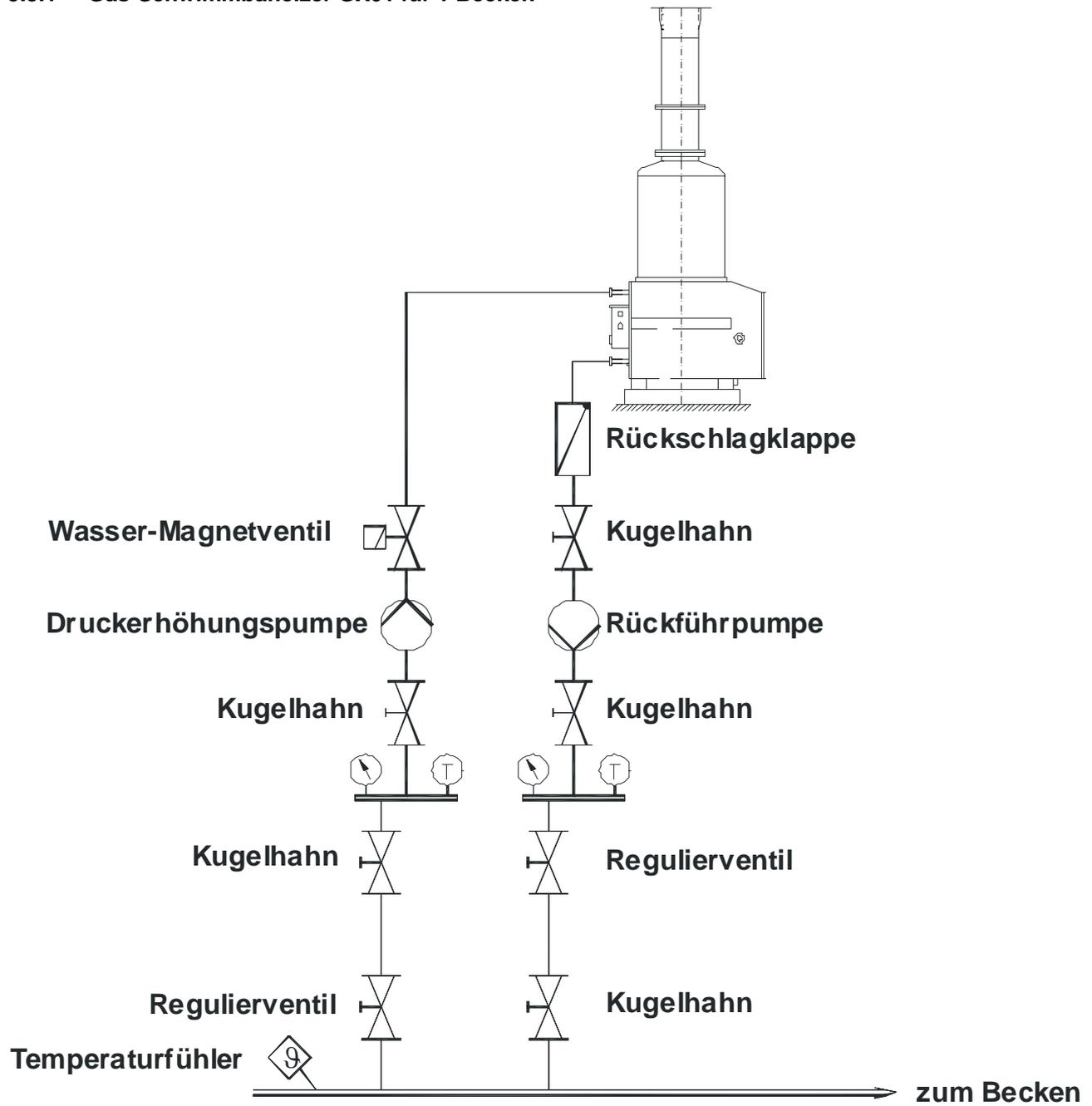


Abb. 28

5.5.2 Gas-Schwimbaheizung GX01 für 4 Becken

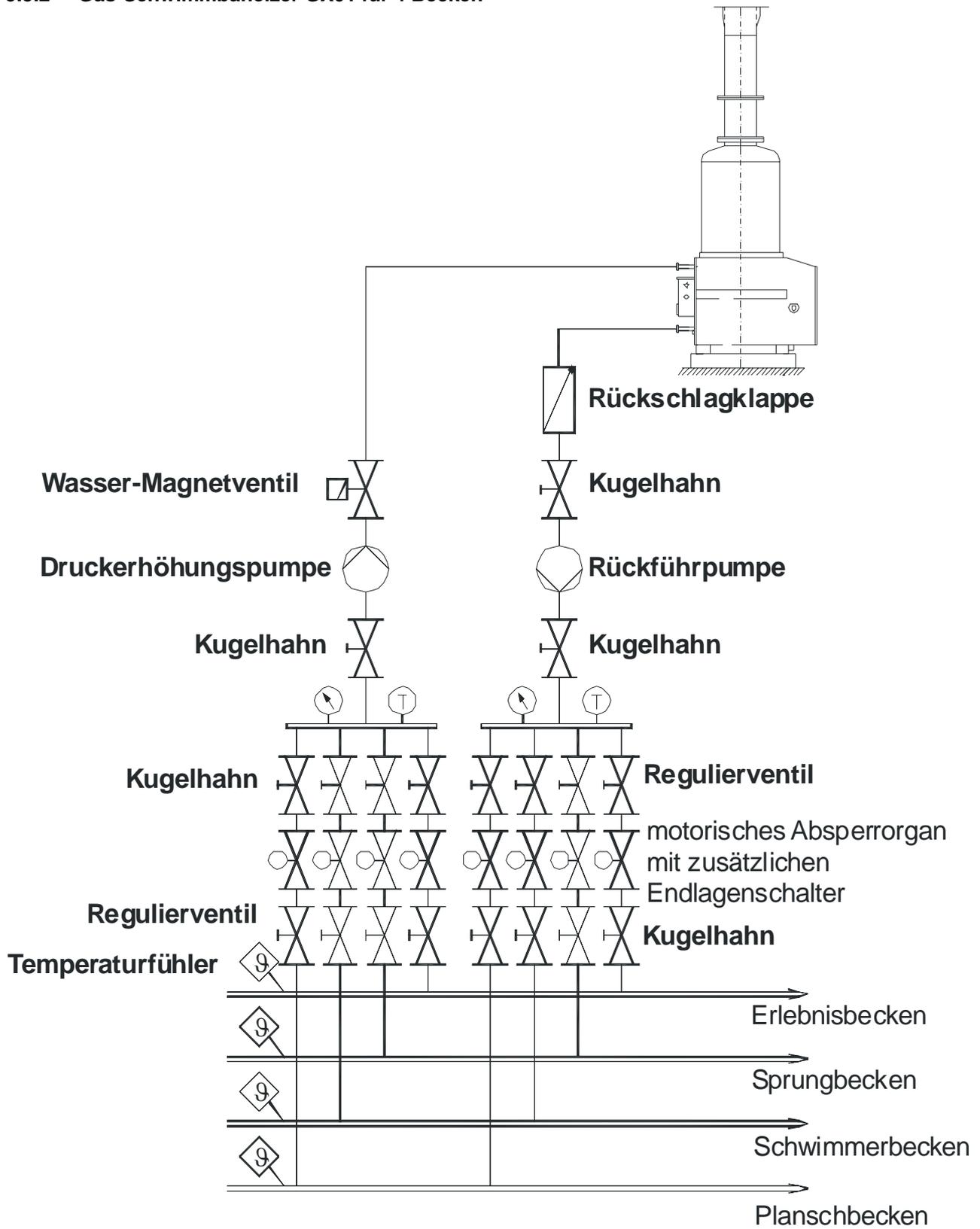


Abb. 29

5.6 Ausschreibungstext

OERTLI		Ausschreibungstext		
Gas-Schwimmbadheizer GX01 150 - 800				
Pos.	Stck.	Bezeichnung	EP	GP
		<p>OERTLI Schwimmbadheizer Brennwertgerät GX01/** Erdgas E/LL - Propan Unterteil in quadratischer Ausführung mit eingebauter, wassergekühlter Brennkammer aus korrosions- und hitzebeständigem Werkstoff. Oberteil in zylindrischer Ausführung als Wärmetauscher, mit oberem Abgasstutzen. Mantel von Unter- und Oberteil, innen und außen mit Spezial-Korrosionsschutzschicht versehen. Gasbrennereinrichtung als Flächenbrenner mit Gas-Einzelbrennern aus korrosions- und hitzebeständigem Werkstoff, mit allen Regel- und Sicherheitseinrichtungen, einschließlich Gasmangelsicherung und Gasdruckregler. Elektrische Hochspannungs- Funkenzündung, Flammenüberwachung durch Ionisationssicherung. Haupt- und Zündgasventil, Wasserstandsregler und Sicherungseinrichtung gegen Wassermangel und Überflutung. Schaltpult angebaut mit: Hauptschalter Sicherungen Kontroll-Lampen Gasfeuerungsautomat Zündtrafo Thermometer Manometer Betriebsstundenzähler Klemmleiste mit erforderlichen Steuerleitungsanschlüssen für die Pumpen und Anschlüssen für die optische oder akustische Signalabgabe.</p> <p>Gerät komplett mit Armaturen und Schaltpult zusammengebaut einschließlich der internen elektrischen Verdrahtung. Spezial-Abgasaufsatz mit Meidinger-Scheibe.</p> <p>Nennwärmeleistung kW : _ _ _ _ _ Breite mm : _ _ _ _ _ Höhe mm : _ _ _ _ _ Tiefe mm : _ _ _ _ _ Gewicht kg : _ _ _ _ _ Produkt-ID-Nr. : 0085AQ0872 Typ : GX 01 ****</p> <p>Bestell-Nr. : _ _ _ _ _ _ _ _</p>		

Gas-Schwimmbadheizer GX01 150 - 800				
Pos.	Stck.	Bezeichnung	EP	GP
		<p>OERTLI Abgasrohr 500 mm lang f. GX 01 150 + 250 (1) Bestell-Nr.: 40822</p> <p>OERTLI Abgasrohr 500 mm lang f. GX 01 400 + 800 (2) Bestell-Nr.: 38434</p> <p>OERTLI Zusatzausrüstung für automatische Wiedereinschaltung. Eingebaut im Pumpenschaltschrank, zeitabhängig über Zeituhr und/oder temperaturabhängig über Beckenwasserfühler. Bestell-Nr. : 45824</p> <p>OERTLI Beckenwasserfühler Schaltdifferenz 0,25 ... 2 K Bestell-Nr. : 45826</p> <p>OERTLI Wasser-Magnetventil Rp 2 / DN65 / DN 80 zum Einbau in die Wasserzuführungsleitung. Bestell-Nr. : _ _ _ _ _</p> <p>Druckerhöhungspumpe GG zu GX 01 *** In Blockbauweise mit direkt angeflanschem Drehstrommotor 400 V, Schutzart IP 44, Gehäuse: GG, Welle: Niro Förderleistung cbm/h : _ _ _ _ Förderhöhe mWS : _ _ _ _ Motorleistung kW : _ _ _ _ Drehzahl l/min : _ _ _ _ Bestell-Nr. : _ _ _ _</p> <p>Rückförpumpe GG zu GX 01 *** In Blockbauweise mit direkt angeflanschem Drehstrommotor 400 V, Schutzart IP 44, Gehäuse: GG, Welle: Niro Förderleistung cbm/h : _ _ _ _ Förderhöhe mWS : _ _ _ _ Motorleistung kW : _ _ _ _ Drehzahl l/min : _ _ _ _ Bestell-Nr. : _ _ _ _</p>		

5.7 Referenz-Anlagen

Typ: GX 01/250		
Errichtet	PLZ	Anlage
1997	36396	Freibad Steinau-Ulmbach
2000	84347	Freibad Pfarrkirchen
2001	73087	Freibad Bad Boll
2001	73033	Schwimmverein Göppingen
2001	88069	Freibad Tettang
2001	38685	Freibad Langesheim/Lautenthal
2002	88179	Freibad Oberreute
Typ: GX 01/400		
1997	78132	Freibad Hornberg
1997	32676	Freibad Lügde-Elbrinxen
1997	40822	Freibad Mettmann
1999	25541	Freibad Brunsbüttel
2001	79117	Standbad Freiburg
2003	66578	Freibad Landsweiler Reden/Schiffweiler
2003	64732	Freibad Bad König
2003	58239	Hallenbad Schwerte
Typ: GX 01/600		
1997	70563	Stuttgart-Freiberg Rosental
1998	79539	Freibad Lörrach
1998	38700	Freibad Braunlage Hohegeiß
2000	13187	Freibad Berlin-Pankow
2000	06886	Freibad Lutherstadt-Wittenberg
2000	75242	Freibad Neuhausen
2001	95239	Freibad Zell
2001	61476	Freibad Kronberg
2002	72574	Freibad Bad Urach
2003	96050	Stadion Bad Bamberg
Typ: GX01/800		
1997	65520	Freibad Bad Camberg
1997	85276	Freibad Pfaffenhofen
1997	92224	Hockermühlbad Amberg
1997	49078	Neustädter Freibad Osnabrück
1998	53115	Melbbad Bonn
1998	97422	Sommerbad Schweinfurt
2000	73312	Freibad Geislingen
2001	88400	Freibad Biberach an der Riß
2001	72622	Freibad Nürtingen
2002	64342	Freibad Seeheim-Jugenheim
2003	86609	Freibad Donauwörth



Freibad-Mannheim-Rheinau



Neustadt-Mussbach



Freibad-Mannheim-Sandhofen



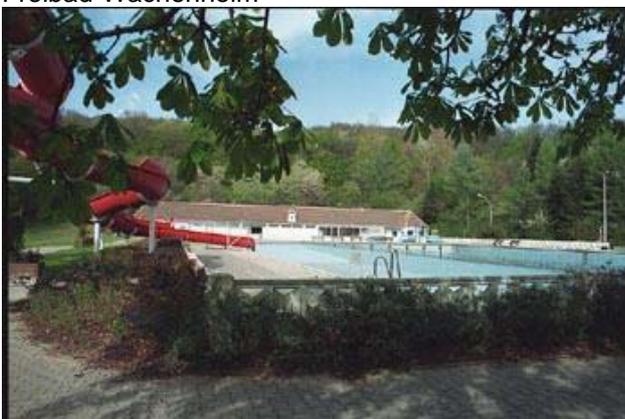
Neustadt-Mussbach



Freibad-Wachenheim



Speyer



Landsweiler



Trifelsbad_Annweiler



Schwimmbad-Herxheim3



Schwimmbad-Herxheim1

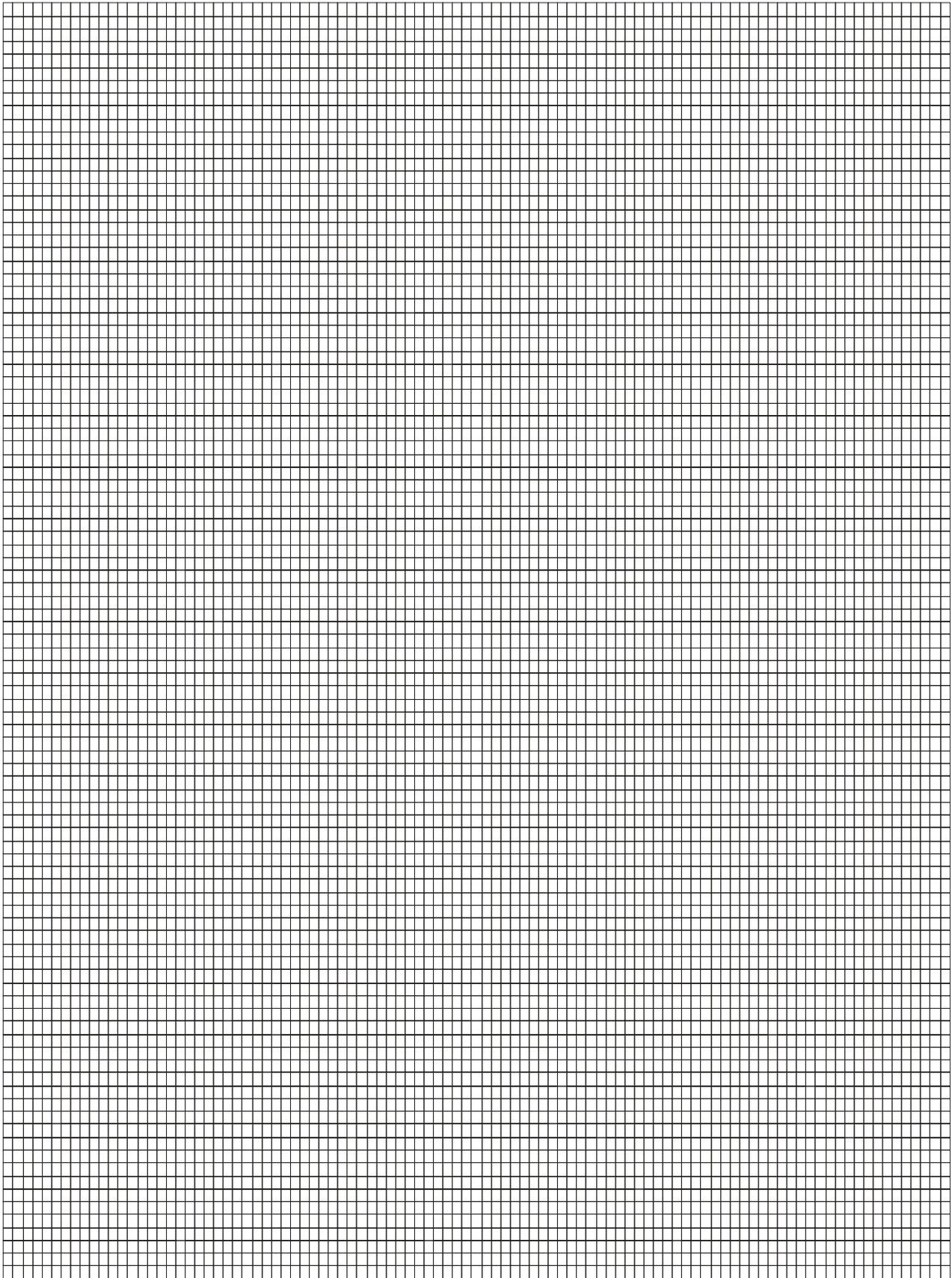


Schwimmbad-Herxheim4

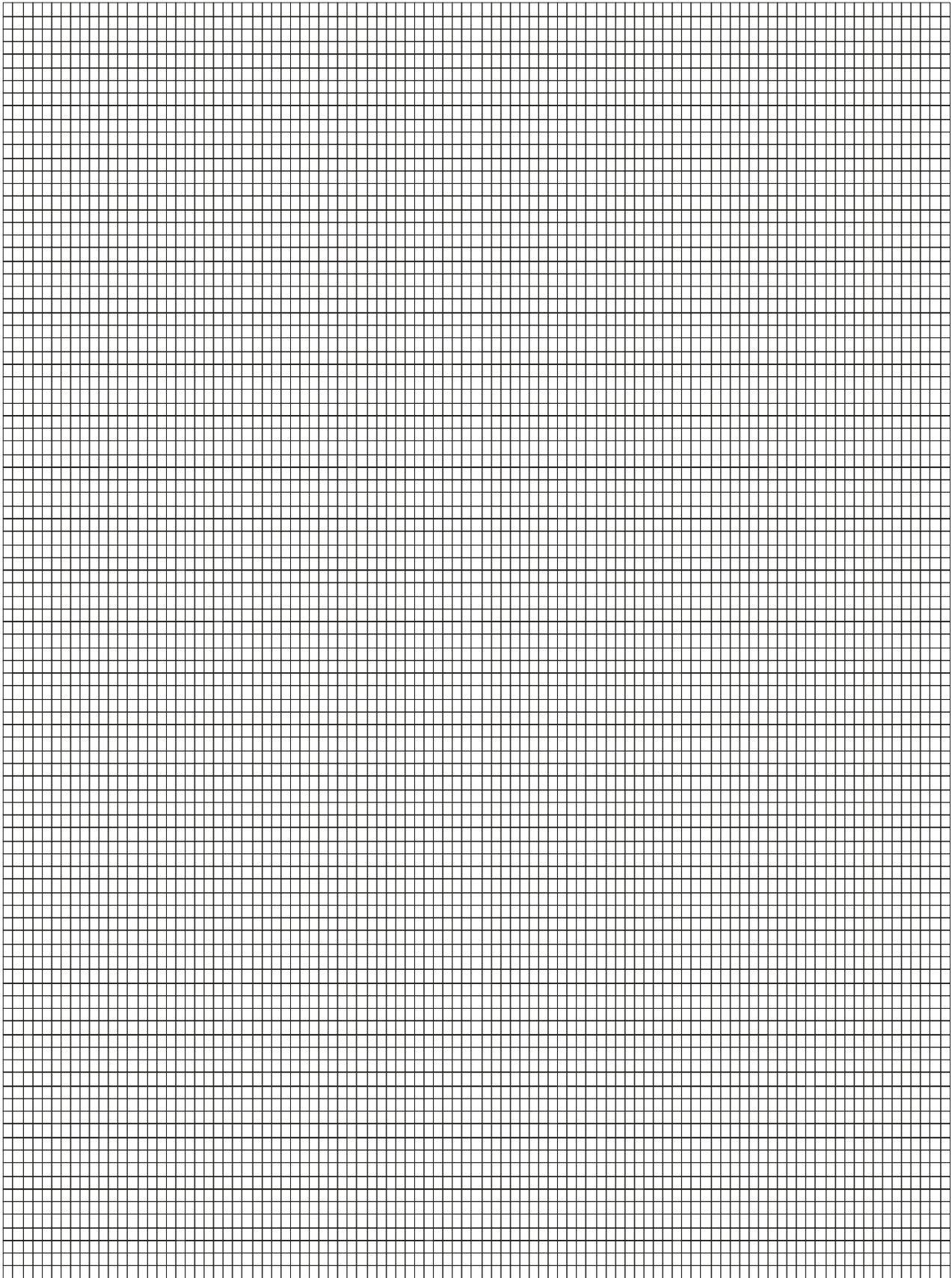


Schwimmbad-Herxheim2

Notizen



Notizen





OERTLI ROHLEDER Wärmetechnik GmbH
Raiffeisenstrasse 3 • 71696 Möglingen
Tel. +49 (0)7141/2454-0 • Fax +49
(0)7141/2454-88
E-Mail: info@oertli

Wärme Warmwasser Wohlbefinden www.oertli.de