



## KIELKÜHLUNG, AUSSENHAUT-KÜHLUNG

"Ein Kühlsystem, welches von der Funktion und von der Idee her eigentlich gleichberechtigt neben der Zweikreis-Kühlung stehen müsste, welches dieser bei näherer Betrachtung sogar noch überlegen sein kann, hat sich doch nicht durchzusetzen vermocht. Gemeint ist die Außenhautkühlung" - Zitat aus dem Buch Yachtbau von Kurt Reinke

Drei Arten der Kiel-oder Außenhautkühlung sind denkbar: einerseits die Rohrkühlung, bei der entlang des Rumpfes Rohre angebracht werden, in denen die

Kühlflüssigkeit zirkulieren kann, oder in Form von Kühltaschen, die entweder an der Außenhaut des Rumpfes angebracht sind oder aber, als dritte Variante, sich an der Innenseite des Rumpfes befinden.



Die Vorteile einer Kielkühlung liegen in der Einfachheit dieses Systems, denn im Vergleich zu anderen Kühlarten kann man auf Vieles verzichten: Keine separate Frischwasserpumpe, keine Seewasserfilter und natürlich keinen Wärmetauscher benötigt das Prinzip. Obendrein kann der Motor auch an Land oder an Bord trockengefallene Boote beschränkt betrieben werden und durch den Einsatz von Frostschutz ist eine Überwinterung in frierenden Gebieten kein Problem.

Klar, wo sich Vorteile finden gibt es meist auch Nachteile, auch die will ich nicht unterschlagen und werde sie zu den



# Motor - Kielkühlung

verschiedenen Arten Kielkühlung aufführen. Einfachheit halber wird hier aber von einem Boot aus Metall ausgegangen, denn hier bietet sich die Überlegung der Kielkühlung an und die Nachteile des trockenen Auspuffsystems sind weniger problematisch als auf Booten aus anderem Baumaterial.

Eine verlässlich arbeitende Kielkühlung setzt eine ordentliche Dimensionierung voraus und einige Richtlinien sollten befolgt werden. Dazu eine ausführliche Tabelle, die zwar auf den ersten Blick vielleicht etwas verwirren mag, die aber dennoch einige interessante Inhalte offenbart:



| LEISTUNGSBEREICH KW                                       | SEEWASSER TEMP. °C | SCHIFFSGESCHWINDIGKEIT IN KM/H<br>BZW. DARUNTER KNOTEN |      |      |      |      |      |      |      |      | FLÄCHENZU<br>SCHLAG<br>FARBDICKE<br>M2 |      | KÜHLWASSERKANAL<br>ABMESSUNGEN |            |
|---|--------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|------|--------------------------------|------------|
|   |                    | 0  | 1    | 2    | 4    | 7    | 10   | 15   | 25   | 50   | M                                      | MM   | BREITE<br>MM                   | HÖHE<br>MM |
|   |                    | 0  | 0,5  | 1,1  | 2,2  | 3,8  | 5,4  | 8,1  | 13,5 | 27   | M                                      | 1    |                                |            |
| <b>VORKAMMERMOTOR, ABZUFÜHRENDE WÄRMEMENGE 5100KJ/KWH</b> |                    |  |      |      |      |      |      |      |      |      |  |      |                                |            |
| Bis 25kW  | 16                 | 3,12   | 1,46 | 1,03 | 0,78 | 0,65 | 0,59 | 0,55 | 0,50 | 0,46 | 0,25                                   | 0,55 | 100                            | 12         |
|   | 20                 | 3,37   | 1,52 | 1,08 | 0,82 | 0,69 | 0,63 | 0,58 | 0,53 | 0,49 | 0,27                                   | 0,58 |                                |            |
|   | 24                 | 3,65   | 1,60 | 1,14 | 0,86 | 0,73 | 0,66 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,29                                   | 0,62 |                                |            |
|   | 28                 | 3,98   | 1,70 | 1,20 | 0,91 | 0,77 | 0,70 | 0,65 | 0,60 | 0,56 | 0,31                                   | 0,67 |                                |            |
|   | 32                 | 4,37   | 1,80 | 1,28 | 0,97 | 0,82 | 0,82 | 0,69 | 0,64 | 0,60 | 0,34                                   | 0,72 |                                |            |
| 26 - 50kW   | 16                 | 6,07   | 2,74 | 1,90 | 1,40 | 1,15 | 1,03 | 0,94 | 0,85 | 0,77 | 0,51                                   | 1,09 | 100                            | 12         |
|   | 20                 | 6,55   | 2,87 | 1,99 | 1,47 | 1,21 | 1,09 | 0,99 | 0,90 | 0,82 | 0,54                                   | 1,16 |                                |            |
|   | 24                 | 7,11   | 3,02 | 2,09 | 1,55 | 1,28 | 1,15 | 1,05 | 0,95 | 0,87 | 0,58                                   | 1,24 |                                |            |
|   | 28                 | 7,75   | 3,20 | 2,21 | 1,64 | 1,35 | 1,22 | 1,11 | 1,01 | 0,93 | 0,62                                   | 1,33 |                                |            |
|   | 32                 | 8,51   | 3,40 | 2,36 | 1,75 | 1,44 | 1,31 | 1,19 | 1,09 | 0,99 | 0,67                                   | 1,44 |                                |            |
| 51 - 75   | 16                 | 9,01   | 4,02 | 2,76 | 2,01 | 1,64 | 1,46 | 1,32 | 1,19 | 1,08 | 0,76                                   | 1,64 | 100                            | 12         |
|   | 20                 | 9,73   | 4,21 | 2,89 | 2,11 | 1,72 | 1,55 | 1,39 | 1,26 | 1,14 | 0,81                                   | 1,74 |                                |            |
|   | 24                 | 10,6   | 4,43 | 3,04 | 2,22 | 1,81 | 1,63 | 1,47 | 1,33 | 1,21 | 0,87                                   | 1,86 |                                |            |
|   | 28                 | 11,5   | 4,69 | 3,21 | 2,36 | 1,93 | 1,73 | 1,57 | 1,42 | 1,29 | 0,93                                   | 2,00 |                                |            |
|   | 32                 | 12,7   | 4,99 | 3,42 | 2,51 | 2,05 | 1,85 | 1,68 | 1,52 | 1,38 | 1,01                                   | 2,16 |                                |            |
| 76 - 100  | 16                 | 12,0   | 5,35 | 3,66 | 2,67 | 2,17 | 1,94 | 1,74 | 1,57 | 1,42 | 1,02                                   | 2,18 | 100                            | 15         |
|   | 20                 | 13,0   | 5,60 | 3,83 | 2,80 | 2,28 | 2,05 | 1,84 | 1,66 | 1,50 | 1,08                                   | 2,32 |                                |            |
|   | 24                 | 14,1   | 5,87 | 4,03 | 2,95 | 2,40 | 2,16 | 1,95 | 1,76 | 1,59 | 1,16                                   | 2,48 |                                |            |
|   | 28                 | 15,3   | 6,23 | 4,27 | 3,12 | 2,55 | 2,29 | 2,07 | 1,87 | 1,70 | 1,24                                   | 2,67 |                                |            |
|   | 32                 | 16,8   | 6,63 | 4,54 | 3,33 | 2,72 | 2,45 | 2,21 | 2,01 | 1,83 | 1,34                                   | 2,88 |                                |            |



# Motor - Kielluehlung

| LEISTUNG<br>SBEREICH<br>KW                                       | SEEWASSER<br>TEMP. °C | SCHIFFSGESCHWINDIGKEIT IN KM/H<br>BZW. DARUNTER KNOTEN |          |          |          |          |           |           |            |          | FLÄCHENZU<br>SCHLAG<br>FARBDICKE<br>M2 |         | KÜHLWASSERKANAL<br>ABMESSUNGEN |            |
|--|-----------------------|--|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|----------|--|---------|--------------------------------|------------|
|  |                       | 0<br>0   | 1<br>0,5 | 2<br>1,1 | 4<br>2,2 | 7<br>3,8 | 10<br>5,4 | 15<br>8,1 | 25<br>13,5 | 50<br>27 | M<br>M<br>0,6                          | MM<br>1 | BREITE<br>MM                   | HÖHE<br>MM |
| <b>DIREKTEINSPRITZMTOREN, ABZUFÜHRENDE WÄRMEMENGE 3330KJ/KWH</b> |                       |  |          |          |          |          |           |           |            |          |  |         |                                |            |
| bis 50   | 16                    | 4,07   | 1,89     | 1,34     | 1,01     | 0,84     | 0,77      | 0,70      | 0,65       | 0,60     | 0,33                                   | 0,71    | 100                            | 15         |
|  | 20                    | 4,39   | 1,98     | 1,40     | 1,06     | 0,89     | 0,81      | 0,75      | 0,68       | 0,63     | 0,35                                   | 0,76    |                                |            |
|  | 24                    | 4,76   | 2,09     | 1,48     | 1,12     | 0,94     | 0,86      | 0,79      | 0,73       | 0,67     | 0,38                                   | 0,81    |                                |            |
|  | 28                    | 5,15   | 2,20     | 1,56     | 1,18     | 1,00     | 0,91      | 0,84      | 0,77       | 0,72     | 0,41                                   | 0,87    |                                |            |
|  | 32                    | 5,69   | 2,35     | 1,66     | 1,26     | 1,06     | 0,97      | 0,90      | 0,83       | 0,77     | 0,44                                   | 0,94    |                                |            |
| 51 - 100   | 16                    | 4,07   | 1,89     | 1,34     | 1,01     | 0,84     | 0,77      | 0,70      | 0,65       | 0,60     | 0,33                                   | 0,71    | 120                            | 15         |
|  | 20                    | 4,39   | 1,98     | 1,40     | 1,06     | 0,89     | 0,81      | 0,75      | 0,68       | 0,63     | 0,35                                   | 0,76    |                                |            |
|  | 24                    | 4,76   | 2,09     | 1,48     | 1,12     | 0,94     | 0,86      | 0,79      | 0,73       | 0,67     | 0,38                                   | 0,81    |                                |            |
|  | 28                    | 5,19   | 2,20     | 1,56     | 1,18     | 1,00     | 0,91      | 0,84      | 0,77       | 0,72     | 0,41                                   | 0,87    |                                |            |
|  | 32                    | 5,69   | 2,35     | 1,66     | 1,26     | 1,06     | 0,97      | 0,90      | 0,83       | 0,77     | 0,44                                   | 0,94    |                                |            |
| 101 - 150  | 16                    | 11,9   | 5,40     | 3,74     | 2,77     | 2,27     | 2,04      | 1,85      | 1,68       | 1,54     | 1,00                                   | 2,14    | 125                            | 20         |
|  | 20                    | 12,9   | 5,65     | 3,92     | 2,90     | 2,39     | 2,16      | 1,96      | 1,78       | 1,62     | 1,06                                   | 2,27    |                                |            |
|  | 24                    | 14,0   | 5,95     | 4,12     | 3,06     | 2,52     | 2,28      | 2,07      | 1,89       | 1,72     | 1,13                                   | 2,43    |                                |            |
|  | 28                    | 15,2   | 6,29     | 4,36     | 3,24     | 2,67     | 2,42      | 2,20      | 2,01       | 1,84     | 1,22                                   | 2,61    |                                |            |
|  | 32                    | 16,7   | 6,69     | 4,64     | 3,45     | 2,85     | 2,59      | 2,36      | 2,15       | 1,97     | 1,32                                   | 2,82    |                                |            |
| 151 - 200  | 16                    | 15,8   | 7,15     | 4,94     | 3,64     | 2,99     | 2,68      | 2,43      | 2,20       | 2,00     | 1,33                                   | 2,85    | 150                            | 20         |
|  | 20                    | 17,1   | 7,49     | 5,17     | 3,82     | 3,14     | 2,83      | 2,57      | 2,33       | 2,12     | 1,42                                   | 3,03    |                                |            |
|  | 24                    | 18,5   | 7,87     | 5,45     | 4,02     | 3,31     | 2,99      | 2,71      | 2,46       | 2,25     | 1,51                                   | 3,24    |                                |            |
|  | 28                    | 20,2   | 8,33     | 5,76     | 4,26     | 3,51     | 3,17      | 2,88      | 2,62       | 2,40     | 1,63                                   | 3,48    |                                |            |
|  | 32                    | 22,2   | 8,86     | 6,13     | 4,54     | 3,74     | 3,39      | 3,08      | 2,81       | 2,57     | 1,76                                   | 3,76    |                                |            |
| 201 - 300  | 16                    | 24,0   | 10,9     | 7,62     | 5,68     | 4,67     | 4,22      | 3,84      | 3,50       | 3,21     | 1,99                                   | 4,27    | 240                            | 25         |
|  | 20                    | 25,9   | 11,5     | 7,99     | 5,95     | 4,93     | 4,46      | 4,06      | 3,70       | 3,39     | 2,12                                   | 4,55    |                                |            |
|  | 24                    | 28,1   | 12,1     | 8,41     | 6,27     | 5,20     | 4,71      | 4,30      | 3,92       | 3,60     | 2,27                                   | 4,86    |                                |            |
|  | 28                    | 30,6   | 12,8     | 8,89     | 6,64     | 5,51     | 5,00      | 4,57      | 4,18       | 3,84     | 2,44                                   | 5,22    |                                |            |
|  | 32                    | 33,6   | 13,6     | 9,47     | 7,07     | 5,88     | 5,34      | 4,88      | 4,47       | 4,12     | 2,63                                   | 5,64    |                                |            |
| 301 - 400  | 16                    | 31,8   | 14,4     | 10,0     | 7,36     | 6,05     | 5,43      | 4,92      | 4,47       | 4,08     | 2,66                                   | 5,70    | 260                            | 25         |
|  | 20                    | 34,3   | 15,1     | 10,4     | 7,71     | 6,35     | 5,74      | 5,21      | 4,73       | 4,31     | 2,83                                   | 6,07    |                                |            |
|  | 24                    | 37,2   | 15,8     | 11,0     | 8,13     | 6,70     | 6,06      | 5,50      | 5,00       | 4,57     | 3,03                                   | 6,48    |                                |            |
|  | 28                    | 40,5   | 16,7     | 11,8     | 8,60     | 7,10     | 6,43      | 5,85      | 5,33       | 4,88     | 3,25                                   | 6,96    |                                |            |
|  | 32                    | 44,5   | 17,8     | 12,4     | 9,17     | 7,58     | 6,86      | 6,25      | 5,71       | 5,24     | 3,51                                   | 7,52    |                                |            |
| 401 - 500  | 16                    | 39,5   | 17,8     | 12,3     | 9,0      | 7,41     | 6,63      | 6,00      | 5,43       | 4,94     | 3,32                                   | 7,12    | 280                            | 25         |
|  | 20                    | 42,7   | 18,6     | 12,9     | 3        | 7,77     | 7,00      | 6,34      | 5,74       | 5,22     | 3,54                                   | 7,58    |                                |            |
|  | 24                    | 46,3   | 19,5     | 13,5     | 9,47     | 8,20     | 7,39      | 6,70      | 6,08       | 5,54     | 3,78                                   | 8,11    |                                |            |
|  | 28                    | 50,5   | 20,7     | 14,3     | 9,98     | 8,69     | 7,85      | 7,12      | 6,48       | 5,91     | 4,06                                   | 8,71    |                                |            |
|  | 32                    | 55,4   | 21,1     | 15,2     | 10,6     | 9,27     | 8,38      | 7,62      | 6,94       | 6,35     | 4,39                                   | 9,40    |                                |            |

## Motor und Generator - Kiel- und Aussenhautkühlung



Kurt Reinke gibt dazu in seinem Buch einen Richtwert von  $2,08 \text{ dm}^2$  pro kW Motorleistung an, dazu kommt ein Sicherheitszuschlag für Bewuchs beziehungsweise Lackierung von 10%. Das ergibt einen Richtwert von  $2,3 \text{ dm}^2/\text{kW}$ . Diese Angabe versteht sich jedoch nur als Richtwert, weshalb auf die Tabelle oben eingegangen werden sollte.

Wie schon oben beschrieben, gibt es verschiedenen Arten an Kielkühlung. Als Außenrohrkühlung versteht man ein, mit etwas Abstand, an den Kiel angebrachtes Rohr, durch das die Kühlflüssigkeit läuft und zeichnet sich aus durch ihre einfache nachträgliche Montage, sie kann im Allgemeinen an Booten jedes Baumaterials angebaut werden. ([Link zur schematischen Darstellung einer Rohrkühlung](#)) Da hier nicht der Rumpf selbst als Kühlfläche verwendet wird, kann der gesamte Rumpf ohne weiteres auf Korrosion inspiziert werden. Ihre Nachteile liegen allerdings im hohen Schlepwwiderstand und in der aufwändigen Reinigung bei Bewuchs. Auch muss bedacht werden, dass durch einen großen Rohrdurchmesser die Kühlleistung nicht verbessert wird, da Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist und die Abkühlung der Kühlflüssigkeit nur entlang des Rohres geschieht. Diese Nachteile sind auch Grund, weshalb die Außenrohrkühlung nur noch selten montiert wird.

Als häufiger anzutreffende Alternative werden Kühltaschen auf den Rumpf aufgeschweißt, die die Kühlflüssigkeit durch Kanäle entlang der Außenhaut leiten. ([Link zur schematischen Darstellung einer Kühltasche](#)) Diese Kühltaschen sollten möglichst flach mit dünner Durchlaufläche gefertigt sein, da, wie bereits erwähnt, Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist und die

Abkühlung nur entlang der Außenhaut geschieht. Die Taschen können an der Innenseite oder der Außenseite des Rumpfes angebracht werden. Im Vergleich zur Rohrleitung haben Kühltaschen an der Außenseite nur geringen Schlepwwiderstand, in der Regel finden auch größere Kühlflächen für leistungsstarke Motoren leichter Platz an der Kielfläche. an der Rumpffinnenseite angebrachte Kühltaschen müssen meist schon beim Bau des Bootes einberechnet werden, da sie in vielen Fällen durch die Spanten der Yacht verlaufen. In beiden Fällen ist eine Abwärme der Motorkühlung ins Innere des Bootes in heißen Fahrgebieten negativ, gerade auch, wenn die Kühltaschen im selben Raum verbaut sind wie der Motor. Der Rumpf kann unter den Kühltaschen nicht mehr auf Korrosion oder Verschmutzung inspiziert werden, weshalb manche Selbstbauer Inspektionsluken in die Kühltaschen arbeiten.

Weitere Infos und Literatur zum Thema Kiel- und Außenhautkühlung:

[Apparatetechnik Harald Schönstein](#)

Buch Tipp: "[Yachtbau, Vorbereitung, Konstruktion und Aufriß](#)" von Reinke/Lütjen/Muhs

Buch Tipp: "[Dieselmotorenanlagen: Planung, Installation, Schadensverhütung](#)" von Vogel

[zurück zu Technik an Bord...](#)



*Diese Homepage soll unsere Erfahrungen zeigen, die Inhalte der Texte sind daher unsere persönlichen Anschauungen und unterliegen keiner Verpflichtung auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Dies gilt auch für alle navigatorischen Informationen und angegebenen Koordinaten, wir übernehmen keinerlei Haftung*