

# THERMOKEY AIR FRESH SYSTEM (AFS-SYSTEM)

## TECHNIK und HANDHABUNG

Diese Produktinformation gibt einen Überblick über die Konzipierung, Auswahl und Anwendung des THERMOKEY AIR FRESH SYSTEMS – luftgekühlte Verflüssiger und Trocken-/Glycolkühler zur Außenaufstellung mit V-förmig angeordneten Wärmetauschern und adiabatischer Vorkühlung, im nachfolgenden nur noch kurz **ADIABATIK** genannt.

## AFS-SYSTEM - ADIABATIK

Die Kühlluft der luftgekühlten Verflüssiger sowie die der Trocken-/Glycolkühler zur Außenaufstellung wird adiabatisch vorgekühlt. Dies erfolgt bei einem geringen Wasserverbrauch mittels spezieller Zerstäuberdüsen, die für den Betrieb bei einem sehr hohen Wasserdruck entwickelt wurden.

Die richtige Kombination von Wasserdruck und dessen Zerstäubung durch die Düsen - auch als „**MISTING**“-Effekt“ bekannt - sowie durch die Zuhilfenahme der speziell entwickelten elektronischen Regeleinheit erklärt das hochinnovative Prinzip dieses Projekts. Wegen der Verluste durch Bedingungen, die aus der direkten Umgebung der Maschine am Aufstellungsort resultieren, wie z. B. Wind oder andere Feuchtigkeit absorbierende Gegenstände, wird die theoretische Sprühwassermenge um ca. 20% erhöht angegeben.

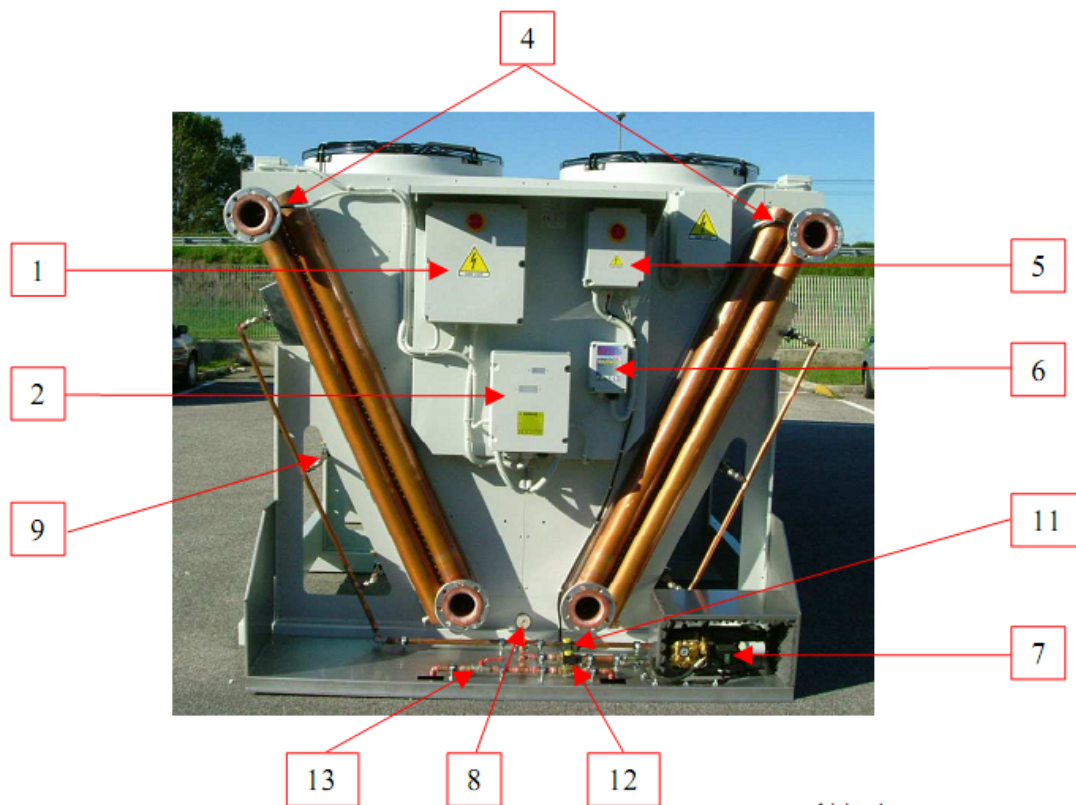


Abb. 1

Das AFS-System besteht aus folgenden Bauteilen (kann je nach Ausführung abweichen!):

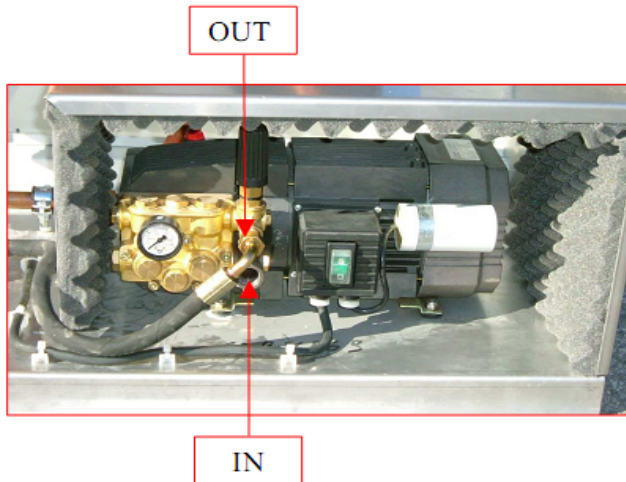
1. Kleinschaltschrank.
2. Drehzahlregelung (Phasenanschnitt-, Frequenzumformer oder EC-Regler).
3. Alternativ: kompletter CE-Hauptschalt-schrank inklusive der Ventilator-steuerung (anstelle Punkt 1 + 2).
4. Luft-Wasserwärmetauscher mit hydro-philten Lamellen (Blue Fins).
5. Kleinschaltschrank AFS (Adiabatik).
6. Elektronische Steuerung zur Regelung der Adiabatik.
7. Sprühwasserpumpe (15/20 bar), Ver-sorgung 230V/1Ph/50Hz, komplett mit manueller Einstellung des Betriebs-drucks (Empfehlung: separat Innen aufstellen).
8. Manometer zum Überprüfen des Sys-temdruckes.
9. 4 Rampen mit Sprühdüsen bei Geräten mit einer Ventilatorreihe und 6 Rampen bei Geräten mit zwei Ventilatorreihen. Verbindungsleitung aus Kupfer zur

vollständigen Entleerung der Rampen, wenn das AFS-System nicht verwendet wird.

11. Magnetventil zum Befüllen des Adiabatsystems mit aufbereitetem Wasser.

12. Magnetventil zum Entleeren des Adiabatsystems.

13. Handabsperrentventil.



Anschluss (IN) = 3/4" G(M)  
Anschluss (OUT) = M22x1,5

Abb. 2

Der luftgekühlte Verflüssiger oder der Trocken-/Glykolkühler zur Außenaufstellung wird werkseitig komplett montiert und verrohrt, einem Funktionstest unterzogen und als eine kompakte funktionsfähige Einheit geliefert. Bei leisen Geräten (Schalldruck < 55dB(A) in 10m Freifeld) wird die Sprühwasserpumpe – um die Schalldaten zu gewährleisten - lose zur bauseitigen Montage in beheizten Räumen geliefert. Bei loser Lieferung der Sprühwasserpumpe muss die Rohrleitung zum Gerät mit dem Anschlussdurchmesser (IN/OUT) der Sprühwasserpumpe weitergeführt, d.h. nicht verjüngt oder erweitert werden. Für die Druckseite der Pumpe ist ein für einen Druck von 20 bar geeignete Verrohrung/Schlauch zu verwenden.

## THEORIE

Das adiabatische Kühlprinzip beruht auf der Produktion und gleichmäßigen Verteilung von

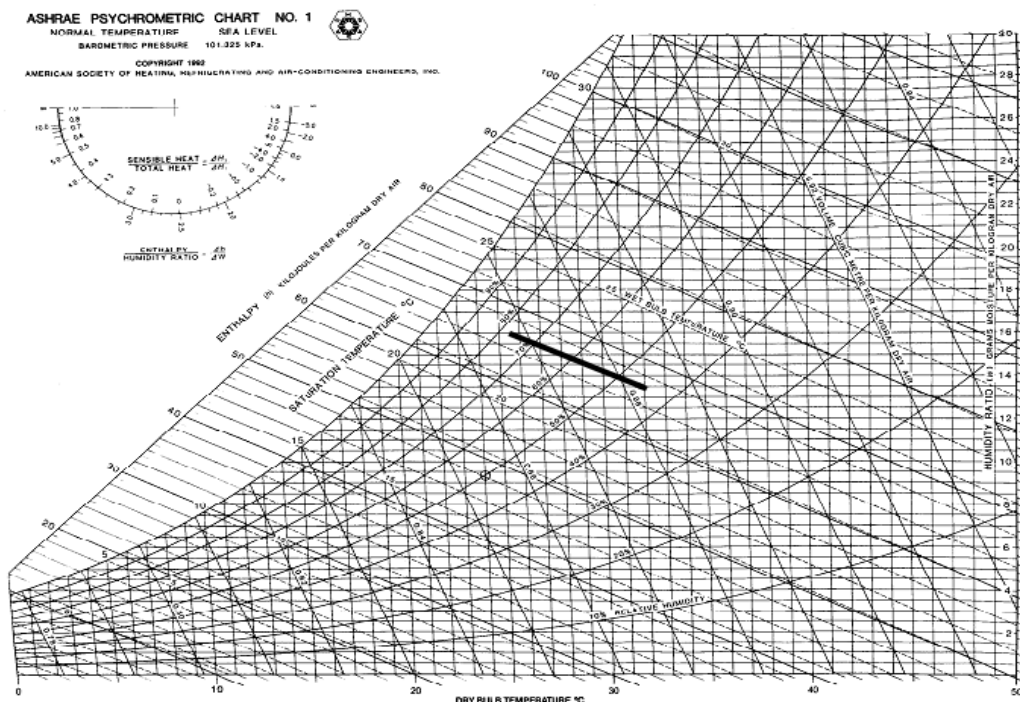


Abb. 3

mikroskopisch kleinen/feinen Wassertropfen. Durch diesen „Nebel“ fließt der zu kühlende Luftstrom und verdampft die kleinen Wassertropfen. Beim Wechsel des Aggregatzustandes nehmen die Wassertropfen die Umgebungswärme auf – d.h. sie entziehen dem Luftstrom Wärme und kühlen diesen dadurch ab. Je größer der Unterschied zwischen Trocken- und Feuchtkugeltemperatur ist (oder je geringer die relative Feuchte des Luftstroms ist), desto größer ist die Abkühlung des Luftstroms (Nutzwirkung).

Der Luftstrom absorbiert also die mikroskopisch kleinen Wassertropfen, mit dem Wechsel des Aggregatzustands von flüssig nach gasförmig wird der Umgebung, d. h. der Luft, Wärme entzogen (latente Verdampfungswärme). Durch diesen Vorgang erhöht sich der Wassergehalt „X“ der Luft und gleichzeitig wird deren Trockenkugeltemperatur gesenkt - die relative Luftfeuchtigkeit nimmt bis zur maximalen Sättigung zu. Dieser Effekt wird auch Misting-Effekt genannt.

Die adiabatische Kühlung der Luft erfolgt – wie aus dem obenstehenden hx-Diagramm ersichtlich - auf der konstanten Temperaturlinie der Feuchtkugel, d.h. ohne jegliche Energiezufuhr von außen. Einzig ausgenommen ist die Leistungsaufnahme der Sprühwasserpumpe zur Erzeugung des feinen Wassernebels.

Die Befeuchtung kann so niemals 100 % erreichen, jedoch bei Verwendung der THERMOKEY-Sprühwasserpumpe ist eine Luftfeuchtigkeit zwischen 75 und 90 % möglich.

Das AFS-System findet seinen optimalen Einsatzbereich bei folgender Lufttemperatur und relativer Feuchtigkeit der Umgebung:

Lufttemperatur (TK)  
**30 – 40 °C**

Relative Feuchte (r. F.)  
**30 – 50 %**

Bei abweichenden Bedingungen kontaktieren Sie bitte Ihren zuständigen THERMOKEY-Außendienst.

## **ANWENDUNGEN**

Die adiabatische Vorkühlung wird bei Trocken- oder Glykolkühlern sowie luftgekühlten Verflüssigern zur separaten Aufstellung mit V-förmig angeordneten Wärmetauschern angewendet. Der feine Nebel wird horizontal gegen die Luftrichtung verteilt, dies kann jedoch nur optimal bei V-förmig angeordneten Wärmetauschern geschehen. Durch die adiabate Vorkühlung wird die Lufteintrittstemperatur in den Wärmetauscher, je nach Ausgangstemperatur (TK), relativer Feuchte und Luftmenge, um 4K – 10K gesenkt.

### **Vorteile:**

- *Leistungsreserve bei Temperaturspitzen oberhalb der Auslegungstemperatur.*
- *Reduzierung der Gerätegröße durch optimierte Auslegung mit der Temperatur des adiabatisch vorgekühlten Luftstroms.*
- *Trocken-/oder Glykolkühler können mit Kühlwassertemperaturen unterhalb der Temperatur der nicht vorgekühlten Umgebungsluft gefahren werden.*
- *Der hohe Wasserdruck (10/20 bar) in Verbindung mit den Spezialdüsen des AFS-Systems erzeugt Mikrotropfen, die durch den Luftstrom vollständig verdampft werden. Wasserrückstände auf dem Wärmeaustauscher werden nicht hinterlassen, insbesondere auch nicht im Gerät oder auf dem Boden in der Umgebung des Gerätes. Eine Infektionsgefahr durch Legionella-Bakterien ist auszuschließen.*

### **BERECHNUNGSBEISPIEL**

- Außentemperatur (TK): 32 °C
- Relative Feuchtigkeit: 45 %
- Kühlleistung: 600 kW
- Wasser/Ethylenglykol: 35 %
- Kühlwasser (Ein): 40 °C
- Kühlwasser (Aus): 35 °C
- Schalldruckpegel: 56 dB(A) - 10 m unter Freifeldbedingungen

Mit Hilfe der **THERMOKEY**-Auslegungssoftware **ARCHIMEDE** werden Geräteart, Typ und Größe bestimmt. Die Lufteintrittstemperatur wird - momentan noch - mittels des hx-Diagrammes ermittelt. Die Außenluft (32°C/45%) erreicht eine Sättigung von ca. 80% bei einer Trockenkugeltemperatur von 25,5 °C – dies ist der Wert zur Eingabe der Lufteintrittstemperatur

in das Auslegungsprogramm - durch die Adiabatik wird die Außenluft um ca. 6K - 7K abgekühlt. Nach Eingabe der Kühlwasser- und Schallkonditionen wird „Lamellenmaterial kein Standard“ angeklickt und in der sich dann öffnenden Scrollbox „Lamellenmaterial“ die Lamellenausführung „AFS fin“ oder „AFS fin (no Turbo)“ angeklickt.

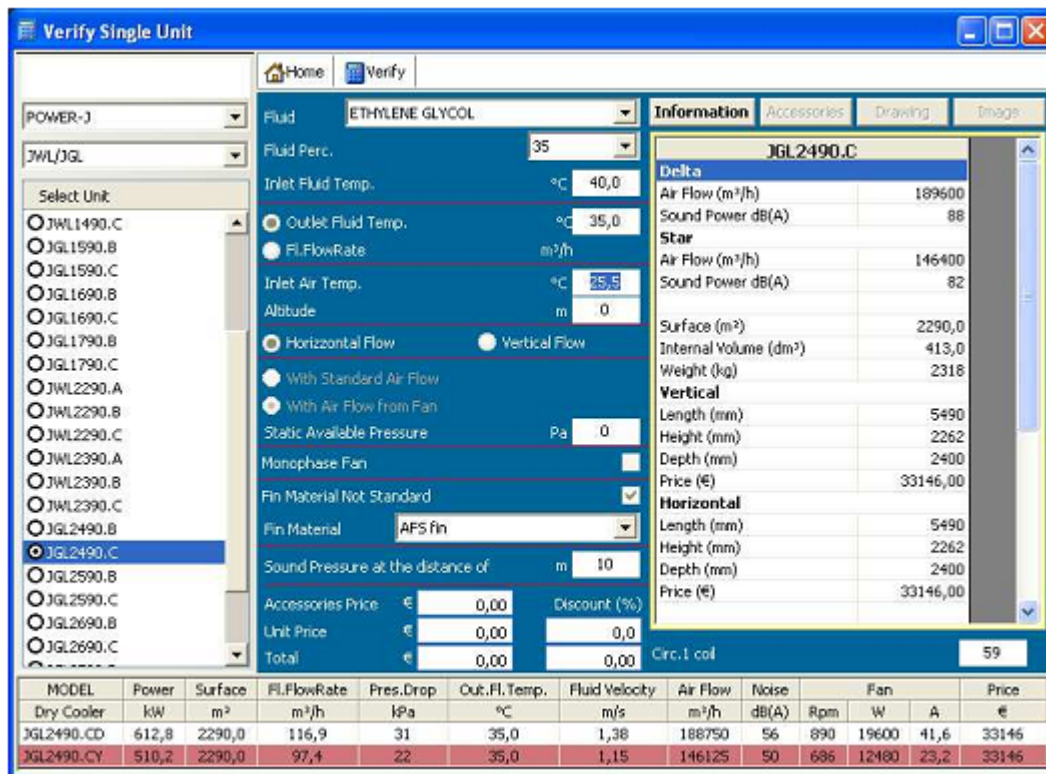


Abb. 4

ARCHIMEDE schlägt das Gerät **JGL2490CD** vor, das neben der gesuchten Kühlleistung auch der Schallvorgabe von 56 dB(A) in 10m Entfernung entspricht.

Die tatsächlichen Betriebsbedingungen für einen kontinuierlichen Adiabatik-Betrieb von ca. 60min/h lassen sich nun mit **TK\_AIR\_FRESH\_CALCULATION** feststellen.

**Grundeingaben:**

- Kühlwasser (Ein): 40 °C
- Kühlwasser (Aus): 35 °C
- Außentemperatur (TK): 32 °C (min. = 25°C, max. = 45°C)

**Adiabatikeingaben:**

- Gerätewahl: 630kW/56dB(A) gemäß ARCHIMEDE (Kühlleistung / Schalldruck – 10m) = **JGL2490CD**
- Anzahl Sprühdüsen: Std (möglich Std / Plus / Max / Supermax)
- Druck Sprühwasserpumpe: 18 bar (Soll 10bar bis 20bar)
- Sättigungspunkt: 85 % (Soll 75% bis 90%)
- Leistungsreserve: 105 %

**AUSGABEDATEN (tatsächliche Betriebsbedingungen):**

- Gerätetyp: **JGL2490CD**
- Kühlleistung: 641 kW
- Luftvolumenstrom: 188750 m³/h
- Mittlere Luftansaugtemperatur: 26 °C
- Sprühwasserverbrauch: 450 l/h
- Check water: o.k. all right (Eingaben korrekt)
- Check air: o.k. all right (Eingaben korrekt)

Werden die Einsatzgrenzen eingehalten, erscheint bei „check water“ und „check air“ bei den Ausgabedaten „OK ALL RIGHT“ (Eingaben korrekt). Sind die Eingaben nicht kongruent, wird in Rot die Meldung NOT ACCEPTABLE CONDITION (Eingaben nicht akzeptiert) angezeigt. In diesem Fall müssen die Parameter (Pumpendruck, Wasserverbrauch in Prozent, max. Lufttemperatur)

angepasst werden, bis sich die gewünschten Betriebsbedingungen einstellen und die Betriebsbedingungen von der Kalkulation akzeptiert sind. Der höchste zulässige Sprühwasserdurchsatz beträgt bei den größeren Standard-Geräten ca. 900 l/h.

**THERMOKEY**  
TKEY AIR FRESH CALCULATOR

DRY COOLER MODELL  
JGL2490.CD  
DATA CATALOGUE Qn [W] 840900 Ma [m³/h] 185750

FLUID TEMP. IN 40 [°C]  
FLUID TEMP. OUT 35 [°C]  
AIR TEMP. (PROJECT) T1 25,5 [°C]  
AIR TEMP. T1 32 [°C]  
PUMP PRESSURE 18 [bar]  
PERCENTAGE WATER COMPS. 85%

PROJECT CAPACITY Qn 615.264 [W]  
TOTAL WATER COMPS. 450 [l/h]  
OPERATING TIME 59 [min/h]  
OK, GO ON!!  
MAX AIR TEMP T1 32.103 [°C]  
CHECK H<sub>2</sub>O OK, GO ON!!

Abb. 5

Um bei Problemen die richtigen Betriebsbedingungen herauszufinden, kontaktieren Sie bitte ihren zuständigen Vertriebsaußendienst.

## STEUERUNG und REGELUNG

Das AFS-System ist eine Erweiterung des Gerätestandards der V-förmigen Trocken-/Glykolkühler und luftgekühlten Verflüssiger zur Außenaufstellung und besteht aus der Versorgungstafel 230 V/1Ph/50Hz (siehe Abb. 1, Pos. 5), der auftragsbezogenen Steuerkarte (Pos. 6), der Sprühwasserpumpe (Pos. 7), dem Manometer (Pos. 8), zwei elektrisch getriebenen Magnetventilen (Pos. 11 und 12), dem Handabsperrventil (Pos. 13) und den Verteilrohren mit den entsprechenden Düsen (Pos. 9) an beiden Geräteseiten.

Der Lieferumfang endet an den in der Gerätezeichnung angegebenen Positionen. Wasserverrohrung (Kühlwasser, Wasserenthärtung, Sprühwasserzulauf und Kondensatablauf) jeglicher Art ist nicht im Lieferumfang enthalten. Alle Anschlüsse sind bauseits gemäß den Anweisungen für bauseitige Leistungen der THERMOKEY S.p.A. sowie den lokalen Vorschriften für das Heizungs- und Sanitärhandwerk durchzuführen. Die Anschlüsse sind flexibel auszuführen, die Pumpenleistungen sind gemäß den tatsächlichen örtlichen Gegebenheiten zu überprüfen und ggf. bauseitig anzupassen.

Bauseits ist ebenso der elektrische Hauptanschluss und Absicherung gemäß den Vorschriften der örtlichen EVU und dem Typenschild des Gerätes auszuführen. Alle Anschlüsse sind weiterhin gemäß den Anweisungen für bauseitige Leistungen der THERMOKEY S.p.A. durchzuführen. Dazu gehört das fachgerechte Einführen der Leistungs- und Steuerkabel inkl. PG-Verschraubungen, Abdichten der Einführungen sowie das Auflegen auf den dafür vorgesehenen Klemmen.

Nach dem Überprüfen der elektrischen Verdrahtung und Prüfen der Sicherheitsfunktionen ist einzig und allein der Sollwert am Drehzahlregler einzustellen (Punkt 2 oder 3). Dies kann auch erfolgen, wenn keine Anforderung für die **Adiabatik** vorliegt. Der Sollwert ist die für Trocken-/Glykolkühler benötigte Kühlwasseraustrittstemperatur oder bei extern aufgestellten luftgekühlten Verflüssigern der Verflüssigungsdruck. In beiden Fällen werden die restlichen Werte gemäß der ursprünglichen Berechnungsgrundlage eingestellt.

Die **ADIABATIK** wird zugeschaltet, sobald der Sollwert der Kühlwasseraustrittstemperatur nicht mehr durch die bei maximaler Drehzahl laufenden Ventilatoren erreicht wird, d.h. wird der Sollwert dauerhaft um 1K überschritten, schaltet die AFS-Regelung die Sprühwasserpumpe ein und öffnet das Befüllventil. Sobald der Temperatursollwert durch die ADIABATIK dauerhaft unterschritten wird, deaktiviert die AFS-Regelung die Sprühwasserpumpe und gleichzeitig das Befüllventil und aktiviert das Ablassventil. Die Verteilrohre mit Sprühdüsen sind am V-förmigen Gerät mit Gefälle zu den Magnetventilen verlegt, dadurch kann das Restwasser frei aus dem Rohrleitungssystem ablaufen. Diese Arbeitsweise wird immer wiederholt, wenn es die Betriebsbedingungen erfordern. Die Zuschaltung der Adiabatik erfolgt nicht in Abhängigkeit der Außentemperatur sondern einzig in Abhängigkeit der Sollwertabweichung der Kühlwasseraustrittstemperatur. Hierdurch kann im Teillastbetrieb eine Zuschaltung der ADIABATIK bei weit höheren Außentemperaturen oder auch gar nicht erfolgen, sofern die Kühlwasseraustrittstemperatur nicht überschritten wird. Dagegen ist auch bei Außentemperaturen unterhalb der Umschalttemperatur und gleichzeitiger Spitzenlast ein Umschalten durchaus möglich. Als Sonderausstattung kann eine mehrstufige Zu- und Abschaltung der Düsenstöcke in Abhängigkeit der Sollwertabweichung zur Kühlwasseraustrittstemperatur erfolgen, was den Sprühwasserverbrauch zusätzlich reduziert. Durch diese Regelphilosophie werden der Sprühwasserverbrauch minimiert und unnütze Wasserlachen auf dem Boden vermieden.

## DÜSEN

Die für diese Anwendung entwickelten Sprühdüsen bestehen jeweils aus 8 leicht zerlegbaren Bauteilen und für einfache und schnelle Wartungen einem gesinterten Innenfilter.



Abb. 6

## WASSERQUALITÄT

Wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer dieser haben die Qualität des Sprühwassers sowie die Jahresbetriebsstunden der Anlage im adiabatischen –sprich dem Sprühbetrieb. Das Sprühwasser muss folgenden Anforderungen gerecht werden:

Betriebsstunden/Jahr	Außentemperatur	JWH/JGH-Δ	JWH/JGH-Y JWL/JGL-Δ	JWL/JGL-Y JWQ/JGQ-Δ	JWQ/JGQ-Y JWR/JGR
< 100	30 °C	800 uS/cm	1000 uS/cm	1100 uS/cm	1200 uS/cm
101 - 250	27 °C	400 uS/cm	500 uS/cm	600 uS/cm	700 uS/cm
251 - 500	24 °C	200 uS/cm	300 uS/cm	400 uS/cm	500 uS/cm
501 - 750	21 °C	66 uS/cm	100 uS/cm	200 uS/cm	300 uS/cm
751 - 1000	18 °C	33 uS/cm	66 uS/cm	150 uS/cm	250 uS/cm
>1000	15 °C	33 uS/cm	33 uS/cm	100 uS/cm	200 uS/cm

Zusätzlich sind folgende Parameter einzuhalten:

- pH-Wert bei:
  - Alu-Lamellen: 6,5 - 8,2
  - Kupfer-Lamellen: 7,0 - 9,0;
- Chloride < 50,0 mg/l
- Sulfate < 90,0 mg/l
- Eisenanteil < 0,1 mg/l

Werden diese Werte nicht eingehalten, ist eine bauseitige Wasseraufbereitungsanlage erforderlich.

## HINWEISE

- 1) Bei Außerbetriebsetzung der ADIABATIK im Herbst und Winter muss:
  - a) wegen Frostgefahr die Sprühwasserversorgung (Leitung zwischen Wasserenthärtungsanlage und Sprühwasserpumpe) entleert werden,
  - b) die Versorgungstafel deaktiviert werden.
  - c) Nur für diesen Zeitraum wird empfohlen, auch das manuelle Ablassventil (Pos. 13) geöffnet zu lassen.
- 2) Bei Wiederinbetriebnahme der ADIABATIK muss:
  - a) die Wasserversorgung der Sprühwasserpumpe inklusive dem Wasserdruck (mindestens 2 bar) wieder hergestellt werden,
  - b) die Versorgungstafel aktiviert werden,
  - c) die Magnetventile umgeschaltet werden.
- 3) Der bauseitige Einbau eines Sprühwassermengenreglers sowie eine Strömungsüberwachung werden empfohlen.
- 4) Aus Geräuschgründen und wegen der Einfriergefahr wird empfohlen, die Sprühwasserhochdruckpumpe in jedem Falle bauseitig im frostsicheren Gebäudeteil zu montieren.