

Innovative Kältetechnik von AXIMA Refrigeration GmbH aus Lindau

# Aerodynamik, nicht nur für die Formel 1: Modernster Windkanal hinter Glas

Peter Weissenborn, Bad Harzburg

Die Aerodynamik ist der wichtigste Faktor bei einem modernen Formel-1-Auto, deshalb ist der Windkanal auch das wichtigste Werkzeug, um einen erfolgreichen Rennwagen zu bauen. Der Aufwand, den die Spitzenteams in diesem Bereich betreiben, hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Hierzu zählt für manche Rennställe besonders, möglichst über einen eigenen Windkanal zu verfügen, der heutzutage das wichtigste Element darstellt, die Formel-1-Rennwagenkonstruktion stetig zu verbessern. Beim Unternehmen Sauber Petronas in Hinwil (Schweiz) wurde jetzt ein Windkanal geschaffen, der neue Maßstäbe setzt. Bedeutsam ist hierbei auch, dass die Anlage nicht zwingend nur an die Formel 1 gebunden ist. So besteht jetzt auch die Möglichkeit, Serienautos bis zur Größe eines Vans zu messen.

## Saubers topmoderne Anlage in Hinwil

Nutzte der Sauber Petronas Formel-1-Rennstall für seine aerodynamischen Versuche bisher den Windkanal der Flugzeugwerke in Emmen, so ist es jetzt nur ein kurzer Weg vom Sauber-Stammgebäude an der Wildbachstrasse in Hinwil bis hin zum neuen 70-Millionen-Franken-Testgebäude direkt daneben. Eine architektonische Meisterleistung der Züricher Architekten

Wäschle & Wüest, die Gesamtverantwortung für das aerotechnische Engineering für die Windkanalanlage wurde auf die deutsche TLT Turbo GmbH übertragen.

Windkanäle wirken in der Regel von außen her wenig attraktiv, nicht so die Anlage in Hinwil, denn auch dem Erscheinungsbild wurde große Beachtung geschenkt. Das Gebäude beeindruckt nicht nur durch seine Abmessungen – Länge 65 m, Breite 50 m, Höhe 17 m, die Bruttogeschossfläche beträgt 7450 m<sup>2</sup>, das Bauvolumen 63000 m<sup>3</sup> –, auch die mit Glas ver-

## zum Autor

**Peter Weissenborn,**  
Fachjournalist  
Kälte-Klima-  
technik,  
(Bad Harzburg),  
Herausgeber  
der KK



kleidete Fassade machen seine Einmaligkeit als Kombination von Industriebau und Eventgebäude sichtbar. Dazu Peter Sauber anlässlich der Eröffnung: „Für mich ist der neue Windkanal Werkzeug und Marketinginstrument zugleich.“

Was von außen als homogene Halle erscheint, besteht in Wirklichkeit aus zwei klar abgetrennten Gebäudeelementen, nämlich dem eigentlichen Windkanal und einem mehrgeschossigen Trakt mit Arbeitsräumen, einer Eventplattform und dem „Sauber-Museum“. Die beiden Berei-



Alles unter Glas: Das neue 70-Millionen-Franken-Testgebäude (65 × 50 × 17 m hoch) mit modernster Windkanal-Technologie von Sauber Petronas, am 16.12.2003 in Hinwil (Schweiz) offiziell in Betrieb genommen (Alle Werkbilder Axima Refrigeration GmbH)



Alles unter Glas – Industriebau und Eventgebäude. Die totale Länge der Stahlrohre für den Windkanal beträgt 141 m, der größte Durchmesser 9,4 m. Im hinteren Bildteil der Maschinenraum der Kälteanlage, natürlich auch der unter Glas



*Dies ist das Kernstück der Windkanal-Anlage, das pneumatisch angetriebene „Rolling Road“-Stahlband (das bedeutet „fahrende Straße“), mit dem sich die gleiche Geschwindigkeit wie die Luftströmung, also bis zu 300 km/h, erreichen lässt. Auf der 15 m<sup>2</sup> großen Testfläche kann man auch zwei 60 Prozent-Modelle hintereinander positionieren, um so die Einflüsse von Windschatten und Luftverwirbelungen so wirklichkeitsnah wie möglich zu simulieren*

che werden durch eine Glaswand getrennt, so dass der optische Bezug erhalten bleibt, die Lärmemissionen des Windkanals aber wirkungsvoll abgehalten werden können.

Nicht etwa aus technischen Gründen, sondern um eine entsprechende optische

Wirkung zu erzielen, liegt die Mittelachse der Windkanalverrohrung mehr als 8 Meter über dem Boden. Mit Ausnahme der Messstrecke, die in eine Betonkonstruktion eingebettet ist, „schwebt“ der aus Stahlelementen zusammengefügte

Kreislauf in der Halle. Die Gesamtinvestition für das gläserne Testgebäude in Hinwil in der Nähe von Zürich betrug 70 Millionen Schweizer Franken, die Eröffnung fand schließlich am 16. Dezember 2003 statt.

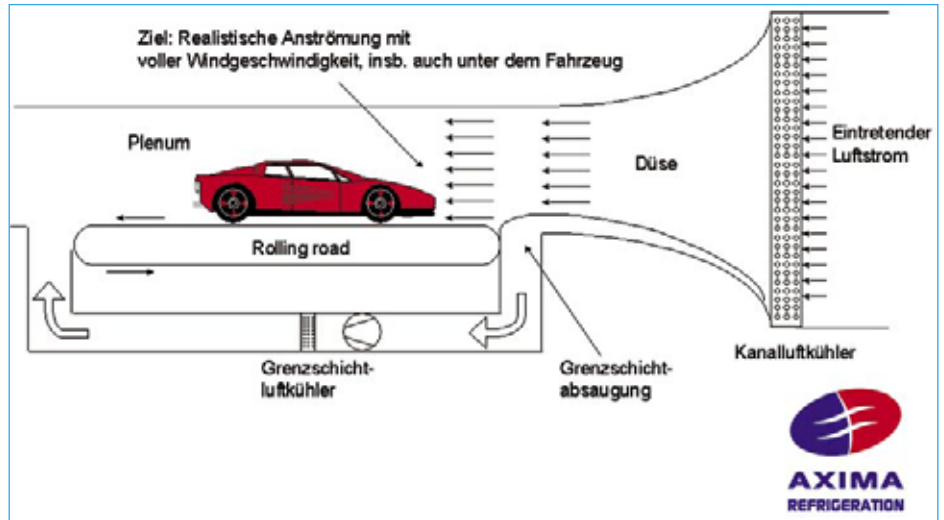
### Über die Windkanal-Technologie, Rolling Road und das Model Motion System

Beim Windkanal selbst kommt die modernste Technologie zum Einsatz, die heute verfügbar ist. Entwickelt wurde die Anlage nach den Vorstellungen der hierfür verantwortlichen Sauber-Ingenieure durch die Unternehmens-Spezialisten TLT Turbo GmbH aus Deutschland und MTS Systems Corporation aus den USA. Beide verfügen über große Erfahrung beim Bau von derartigen Einrichtungen. Die in der Nähe von Minneapolis ansässige Firma MTS als Lieferant der „Rolling Road“, eines druckluftbetriebenen Stahlbandes, das die Relativbewegung zwischen Straße und Auto simuliert, und des „Model Motion System“ zur Aufhängung und Steuerung des Models, ist die Nummer 1 für mechanische Test- und Simulationseinrichtungen.

Der Windkanal ist als geschlossener Kreislauf ausgeführt. Die totale Länge der Stahlrohre misst 141 m, und der größte Rohrdurchmesser beträgt 9,4 m. Das Gewicht aller Stahlelemente, die an Ort und Stelle zusammengeschweißt oder verschraubt wurden, beträgt inklusive Ventiltorgehäuse 480 Tonnen. Der einstufige Axialventilator mit Rotorblättern aus Kohlenstoff wiegt mit Antrieb und Verkleidung 66 Tonnen. Bei Vollast nimmt er eine Leistung von 3100 kW auf. In der Testsektion lassen sich so Windgeschwindigkeiten bis zu 300 km/h erreichen. Um die Luft in der „Röhre“ von 0 auf 280 km/h anzutreiben, benötigt der Ventilator gerade mal 40 Sekunden! Damit möglichst keine Schwingungen auf die Anlage übertragen werden, ist der Axialventilator über Schwingungsdämpfer mit einem massiven Betonsockel gekoppelt, und die Flanschverbindungen zum anschließenden Rohr sind ebenfalls flexibel.

Das Kernstück des Windkanals ist die Testsektion, wo die Objekte dem Luftstrom ausgesetzt und vermessen werden. Damit neben 60-Prozent-Modellen (in den Windkanälen der meisten Formel-1-Teams wird mit 1:2-Modellen gearbeitet) auch Straßenfahrzeuge bis zur Größe eines Vans getestet werden können, musste der Messbereich entsprechend dimensioniert werden. Mit einem Querschnitt von 15 Quadratmetern und einer besonders langen Messstrecke bietet die Sauber-Anlage optimale Voraussetzungen.

Damit die Testobjekte nicht nur frontal, sondern zur Simulation von Seitenwind auch schräg bis zu einem Winkel von maximal 10 Grad angeströmt werden können,



Systemdarstellung der Windkanaltechnik mit Rolling Road und Grenzschichtabsaugung. Der Kanalluftkühler (rechts) besteht aus 5 Segmenten, verfügt über eine Anströmfläche von 9 950 x 12 300 mm, die durchgeführte Nennluftmenge beträgt 1 205 m<sup>3</sup>/s, die maximale Kälteleistung 3100 kW

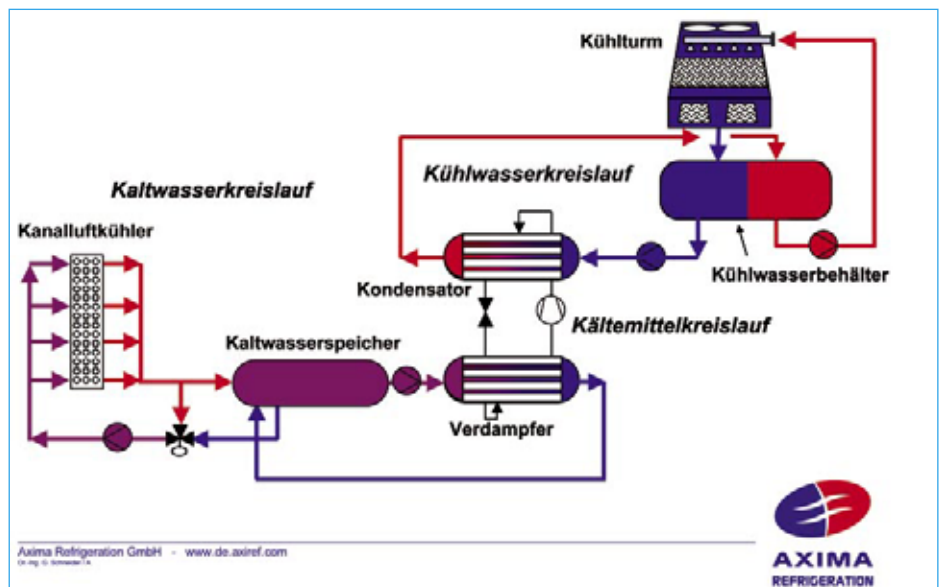
lässt sich die gesamte Messplattform drehen. Diese ist mit einem rotierenden Band aus dünnem Edelstahlblech ausgerüstet, das die Relativbewegung zwischen Fahrzeug und Straße sowie die rotierenden Räder simuliert. Bei der vom US-Unternehmen MTS für Sauber gebauten „Flat-Trac“-Anlage handelt es sich um ein speziell großes Exemplar. Ein entscheidender Vorteil für Sauber, denn je größer die Fläche des Stahlbandes ist, desto wirklichkeitsnäher sind die Ergebnisse.

Während des Betriebes bewegt sich das Band, von großen Luftkompressoren gespeist, wie auf einem Luftkissen synchron zur Windgeschwindigkeit. Somit erreicht das rotierende Stahlband die gleiche Geschwindigkeit wie die Luftströmung, also

bis zu 300 km/h. Das entspricht einer Bandgeschwindigkeit von 0–80 m/s. Unter dem Rollband sind Waagezellen angebracht, mit welchen sich jederzeit die Radlasten erfassen lassen. Von MTS stammt auch das „Model Motion System“. Diese spezielle Haltevorrichtung für die Fahrzeug-Modelle ermöglicht eine dynamische Steuerung der Bewegungsabläufe.

Die Entscheidung, die Testsektion länger als bisher üblich auszulegen, hat einen weiteren Grund. Die Sauber-Anlage ermöglicht es nämlich, zwei 60-Prozent-Modelle hintereinander zu positionieren und so die Einflüsse von Windschatten und Luftverwirbelungen zu simulieren.

„Durch die hohe aerodynamische Effizienz moderner Formel-1-Autos reagieren



Verfahrens-skizze über den Kaltwasser- und Kühlwasserkreislauf

diese besonders sensibel auf Veränderungen des Luftstroms. Mit dieser Anlage besteht nun erstmals die Möglichkeit, diese Einflüsse systematisch zu messen und entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Das bestgehütete Geheimnis eines Windkanals sind die eigentlichen Messeinrichtungen, denn davon hängt maßgeblich die Qualität der aerodynamischen Untersuchungen ab. Sie wurden von den Sauber-Spezialisten gemeinsam mit hierauf spezialisierten Firmen aus England entwickelt, welche auch das komplette Kontroll-, Display- und Waagesystem inklusive maßgeschneiderter Software liefern. Dies ermöglicht sehr genaue Messungen und eine hohe Effizienz des Messprozederes.

Der Kontroll- und Auswertungsraum ist auf der Höhe der Testsektion an das Betongebäude angedockt. Eine große Glasscheibe erlaubt einen optimalen Blick auf den Messbereich. Die Sicht auf das Testobjekt wird auch durch die geschlossenen bzw. geschlitzten Wände kaum beeinträchtigt, bestehen diese doch aus Plexiglas. Im oberen Geschoss des zweistöckigen Kontrollraums befindet sich die gesamte Computeranlage inklusive des besonders leistungsfähigen CFD-Rechners (Computational Fluid Dynamics).

Der Raum unter dem Windkanal wird lediglich zu einem geringeren Teil für die Technik genutzt. Nur ästhetisch ansprechende Aggregate wurden im Sichtfeld platziert. Der Großteil der Technik ist in Räumen entlang der Außenwände oder im zentralen Gebäudetrakt unterhalb der Testsektion untergebracht. Der unverbaute Teil des Erdgeschosses bleibt begehbar und kann bei Bedarf als Erlebniswelt oder Eventbereich verwendet werden. Bei speziellen Gelegenheiten lässt sich nämlich eine Glaswand elementweise hochfahren, welche die Trennung zwischen der Windkanalhalle und dem Arbeits- und Eventbereich darstellt. Aber, so sehenswert der neue Sauber-Windkanal auch ist: Führungen werden *keine* angeboten! Weil der Windkanal nicht nur ein Werkzeug, sondern eben auch ein Marketing-Instrument sein soll, bleiben Besuche – zumindest bis auf weiteres – den Sponsoren vorbehalten. Deshalb erfolgt auch die Erstellung dieses Reports unter einer gewissen Erschwernis, was durch die parallele thematische Behandlung auf der bevorstehenden Deutschen Kälte-Klima-Tagung (17.–19. November) in Bremen nunmehr behoben ist.

*Teilansicht Maschinenraum. Rechts der Tandem-Turboverdichter-Kaltwassersatz (2 × 1717 kW Kälteleistung), links der Mono-Turboverdichter-Kaltwassersatz (1 × 1717 kW Kälteleistung)*



Die Planung eines eigenen Windkanals auf dem Firmengelände in Hinwil geht auf das Jahr 2000 zurück, und der Spatenstich des 70-Millionen-Franken-Projekts erfolgte im Oktober 2001. Seit Februar 2004 ist der Windkanal nach Abschluss der Kalibrierungsphase in Betrieb und wird auch dazu dienen, die Aerodynamik des gegenwärtigen Formel-1-Rennwagens C23 von Sauber Petronas weiterzuentwickeln. Das erste Auto, das komplett aus dem eigenen Windkanal stammen wird, dürfte dann der C24 für die Rennsaison 2005 sein.

Im mehr als 8 000 m<sup>2</sup> großen Hightech-Entwicklungszentrum in Hinwil befassen sich zurzeit rund 300 Spezialisten ausschließlich mit der Formel 1. Darüber hinaus profitieren rund 200 regionale Zulieferer in unterschiedlichem Maße von den Aufträgen von Sauber.

### **Kältetechnik: Komplettanlage für Windkanal und Gebäude von Axima Refrigeration GmbH**

Wenn in der vorausgegangenen Objektbeschreibung ausgesagt wurde, dass mit der konkreten Planung des neuen Entwicklungszentrums im Jahr 2000 begonnen wurde, so trifft das auf die Axima Refrigeration GmbH in Lindau so nicht zu, denn dort wurde schon im Jahr 1998 mit der Projektarbeit begonnen, und die erste Spezifikation für die später gelieferte Anlagentechnik erfolgte im November 1999. Dies war dann auch der Zeitpunkt für die konkrete Bauplanung seitens Sauber Petronas, der Engineering-Auftrag wurde schließlich im Juli 2001 der Axima Refrigeration übertragen.

Bis zum Vertragsabschluss vergingen dann nur noch wenige Monate, denn schon im November wurde der Axima Refrigeration GmbH der Auftrag für die Komplettanlage (Windkanal und Gebäude) erteilt.

Materialanlieferung auf der Baustelle Anfang Januar 2003, schon im Juni 2003 konnte die Montage abgeschlossen werden. Für die Inbetriebsetzung wurde lediglich eine Woche benötigt. Die vorläufige Abnahme erfolgte im Oktober 2003, ehe dann am 16. Dezember 2003 die Einweihung des kompletten Entwicklungszentrums in Hinwil stattfand.

Die Komplettanlage für Windkanal und Gebäude besteht im Wesentlichen aus:

- einem Tandem-Turboverdichter-Wasserkühlersatz Unitop, 2 × 1717 kW Kälteleistung, 8/14 °C Kaltwasserkreislauf, je Antrieb 350 kW, als Kältemittel dient R134a, die Kältemittelfüllmenge beträgt 1600 kg;
- einem Mono-Turboverdichter-Wasserkühlersatz Unitop, 1 × 1717 kW Kälteleistung, 8/14 °C Kaltwasserkreislauf, Antrieb 350 kW, Kältemittel R134a, Füllmenge 900 kg;
- 2 Kühltürme EWK für den Kühlwasserkreislauf;
- einem Kaltwasserbehälter als hydraulische Weiche mit einem Volumen von 30 m<sup>3</sup>;
- einem Kühlwasserbehälter mit 70 m<sup>3</sup> Rauminhalt, einem Sandfilter zur Reinigung des Kühlwasserkreislaufs. Der größte Teil der gelieferten Komponenten wurde bei der Axima Refrigeration in Lindau gefertigt;
- Pumpen- und Regelventile wurden auf vier Packages verteilt und fertig montiert aufgebaut;
- einem Windkanal- und einen Grenzschichtkühler;
- Schalt- und Steuerschränken, Rohrleitungen mit Anstrich und Isolierung sowie einer begehbaren Schallschutzhaube, die die Kältemaschinen aufnimmt und als Aussichtsplattform für die Beobachtung der Kälteanlage dient.

## Funktionsbeschreibung

Die Kälteanlage im Windkanal Sauber dient dazu, für konstante Temperaturen der im Kanal umgewälzten Luft zu sorgen. Hierzu muss insbesondere die Gebläsewärme aus dem Windkanal abgeführt werden. Ein weiterer Kältebedarf entsteht bei den Kompressoren für das „Rolling Road“-System sowie durch diverse Klimatisierungsaufgaben im Gebäude. Dieser Bedarf wird ebenfalls durch die von der Axima Refrigeration gelieferte Anlage abgedeckt. Die Anlage lässt sich in drei Anlagenabschnitte bzw. Kreisläufe aufteilen:

- Kaltwasserkreislauf,
- Turbokältemaschinen und Kältemittelkreislauf,
- Kühlwasserkreislauf.

### Kaltwasserkreislauf

Die im Windkanal umgewälzte Luft wird zur Kühlung über einen Kanalluftkühler und über einen Grenzschichtkühler geführt.

Der Kanalluftkühler besitzt eine Anströmfläche von  $9950 \times 12300$  mm, die durchgeführte Nennluftmenge beträgt  $1205 \text{ m}^3/\text{s}$ , die maximale Kälteleistung  $3100 \text{ kW}$ . Dazu beträgt die Wasserdurchflussmenge  $444 \text{ m}^3/\text{h}$ . Das Betriebsgewicht des aus fünf Segmenten bestehenden lamellierten Wärmetauschers beträgt  $12508 \text{ kg}$ .

Der Luftkühler für die Grenzschichtabsaugung verfügt über eine Nennkälteleistung von  $320 \text{ kW}$ , eine Anströmfläche von  $4500 \times 1500$  mm, die Wasserdurchflussmenge beträgt  $45 \text{ m}^3/\text{h}$ . Das Betriebsgewicht beläuft sich auf  $890 \text{ kg}$ .

Wozu bedarf es einer „Grenzschichtabsaugung“? Eine Erklärung ergibt sich aus dem auf Seite 28 abgebildeten Funktionsschema. Hintergrund für eine derartige Ausrüstung im Windkanal ist der Wunsch nach einem wirklichkeitsnahen Luftstrom, insbesondere zwischen Fahrzeugunterboden und Straße. So muss sich der Leser einmal vorstellen, dass analog zu einem Fluss die Wassergeschwindigkeit in Ufernähe (vergleichbar mit dem Begriff „Grenzschicht“) anders ist als in der Mitte des Flusslaufs (Plenum). Daher wird der randliche Bereich (vergleichbar mit der langsameren Fließgeschwindigkeit des Wassers im Fluss) abgesaugt. Daraus resultiert eine Anströmung des Formel-1-Autos mit Luftgeschwindigkeit, die unter dem Wagen derjenigen über dem Wagen gleicht.

Kommen wir zurück auf die Funktion des Kaltwasserkreislaufs. Die Luftkühler werden von Wasser durchströmt, ein Teil

des Wassers wird erneut dem Kühler zugeführt, ein anderer Teil wird aus dem Kühler ausgeschleust und durch „frisches“ Kaltwasser mit einer Vorlauftemperatur von  $8^\circ\text{C}$  ersetzt. Das Verhältnis zwischen im Kreis geführten Rücklauf und zugeführtem, kaltem Vorlaufwasser wird durch Dreiwegeventile verändert. Durch die Stellung der Dreiwegeventile wird die Wassertemperatur in den Kühlern auf den gewünschten Wert geregelt. Zur korrekten Messung der Aerodynamik werden an die Regelung der Kanallufttemperaturen hohe Anforderungen gestellt. Zeitlich und räumlich darf die Temperatur maximal um  $\pm 0,5^\circ$  vom Sollwert abweichen. Voraussetzung für die gleichförmige Temperatur sind neben der korrekten Auslegung des Luftkühlers und der Hydraulik des Kaltwassersystems insbesondere kurze Reaktionszeiten der Kältemaschinen und eine optimierte, auch auf Lastwechsel schnell ansprechende Steuerung.

Die so genannte Gebäudekälte (insbesondere für die Kompressorkühlung für das „Rolling-Road“-Stahlband) ist ebenfalls an den Kaltwasserbehälter angebunden. Das benötigte Kaltwasser wird aus dem Behälter durch bauseitige Pumpen zu verschiedenen Verbrauchern im Gebäude gepumpt und von dort in den Behälter zurückgeführt. Die von Axima Refrigeration mit dem Kaltwasser abgeführte Gebäudekälte beträgt maximal  $1200 \text{ kW}$ . Die Vorlauftemperatur des Kaltwassers wird von der Axima geregelt und beträgt  $8^\circ\text{C}$ . Aus der Leistung von  $1200 \text{ kW}$  und Vor-/Rücklauftemperaturen von  $8/14^\circ\text{C}$  ergibt sich ein maximaler Volumenstrom von  $172 \text{ m}^3/\text{h}$ , den die bauseitigen Umwälzpumpen aus dem Kaltwasserspeicher absaugen dürfen.

### Kühlwasserkreislauf

Die Turbokältemaschinen geben die in den Verdampfern aufgenommene Wärme sowie ihre eigene Verlustwärme mittels Rohrbündelkondensatoren an das Kühlwasser ab. Dieses wird durch die Kondensatorpumpen aus dem Kühlwasserzweischenspeicher zugeführt, welcher über ein Trennblech in einen warmen und einen kalten Teil unterteilt ist. Das erwärmte Kühlwasser strömt zum warmen Teil des Kühlwasserzweischenspeichers zurück und wird von dort mittels der Kühlturnpumpen zu den Kühlturnen gefördert, wo es seine Wärme an die Umgebung abgibt. Das abgekühlte Kühlwasser läuft aus den Kühlturnbecken schwerkraftbedingt in den kalten Teil des Kühlwasserzweischenspei-

chers zurück. Vor dort wird es erneut zu den Kondensatoren der Kältemaschine gepumpt. Der Kühlwasserkreislauf ist geschlossen.

### Kältemittelkreislauf

Die Wärme, die das Kaltwasser in den Luftkühlern aufgenommen hat, wird in den Verdampfern der Turbo-Kältemaschinen an das Kältemittel R134a abgegeben.

Bei den Verdampfern handelt es sich um überflutete Rohrbündelverdampfer. Durch die Verwendung von Hochleistungs-Kupferrohren liegt die Kaltwasseraustrittstemperatur nur 0,7°C über der Verdampfungstemperatur. Das verdampfte Kältemittel durchströmt den im Verdampfer integrierten Abscheideraum und gelangt zu den Turboverdichtern.

Der Durchmesser der Kompressorlaufräder beträgt 200 mm. Die Laufräder werden über ein Planetengetriebe angetrieben und arbeiten bei einer Nenn Drehzahl von 17500 min<sup>-1</sup>, so dass die benötigte Druckerhöhung zur Kondensation bei 36°C in einer Stufe erreicht wird. Das Druckgas wird im Kondensator verflüssigt, der ebenfalls als Rohrbündelapparat ausgeführt ist, wobei das Kältemittel R134a an den Rohraußenwänden kondensiert. Die Entspannung des Kältemittels erfolgt füllstandsgeleitet. Ein Heißgasbypass erlaubt einen Betrieb der Maschinen auch in der Nulllast.

### Erste Positивauswirkung des eigenen Windkanals?

So scheint es zu sein, denn nach dem Rennen um den Großen Preis von China verfügt der Formel-1-Rennstall von Sauber Petronas nun über 32 WM-Punkte in 2004 und nimmt damit den sechsten Platz in der Konstrukteurswertung ein, nachdem Giancarlo Fisichella am 26. September in Schanghai den siebten und Felipe Massa den achten Platz im C23 belegen konnten. Von 20 gestarteten Rennwagen kamen 16 ins Ziel.

Dazu Teamchef Peter Sauber nach dem Rennen: „Der erste Große Preis von China war ein tolles Erlebnis für alle. Es war ein interessantes Rennen und für uns die ganze Zeit spannend. Unsere Rundenzeiten waren mit denen der Top-Teams vergleichbar und wir lagen immer auf Punktekurs.“

Auf einen Zusammenhang mit den Tests im eigenen Super-Windkanal befragt, erklärte Sauber Petronas Technischer Direktor Willy Rampf schon viel früher: „Das ist in

Teilansicht Maschinenraum mit Kaltwassertank und Förderpumpen



der Tat so. Mit jeder Woche, die wir im neuen Windkanal arbeiten konnten, gewannen wir neue Erkenntnisse. Von der Dimension und der Geschwindigkeit her betraten wir ja Neuland, so dass Erfahrungswerte fehlten.

Dieser Windkanal ist ein sehr komplexes Arbeitsgerät, deshalb braucht es Zeit, um ihn perfekt nutzen zu können. Vor allem zeigt es sich auch, wie wichtig es ist, dass wir auch das 1:1 Auto messen können. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt bei uns aber auch die CFD-Entwicklung (Anmerkung: CFD steht für Computational Fluid Dynamics), die mit der Arbeit im

Windkanal Hand in Hand geht.“

Nach mehr als 10 Jahren in der Formel 1 wäre ja nun eigentlich auch wieder ein Platz auf dem Siegerpodest fällig. Möglicherweise kann man dies – es stehen ja zum Zeitpunkt der Abfassung dieses Reports noch die Rennen in Suzuka (Japan) am 10. und Sao Paolo (Brasilien) am 24. Oktober aus – realistischerweise aber erst in der kommenden Rennsaison erwarten, wenn der neue Rennwagen C24 als Weiterentwicklung des jetzigen Wagens C23 und auch als Testergebnis im neuen Windkanal bei Sauber in Hinwill aus der Boxengasse zu einem vorderen Startplatz rollt. Wenn dies so eintreten sollte, dann hat sicherlich auch die Axima Refrigeration GmbH mit ihrer ausgeklügelten Windkanal-Kältetechnik hieran einen maßgeblichen technologischen Anteil.

Über die Axima Refrigeration Windkanal-Technologie aus Lindau gibt es sicherlich noch einiges mehr mitzuteilen, als hier zuvor dargestellt. Deshalb soll zum Abschluss dieses Beitrags schon jetzt auf den Vortrag am 19.11.2004 in Bremen hingewiesen werden, den Dr. Georg Schneider, Leiter Industriekälte bei der Axima Refrigeration GmbH in Lindau, aus Anlass der Deutschen Kälte-Klima-Tagung des DKV (17.–19. November 2004) in der Arbeitsabteilung AA.II.2 zum Thema „Die Formel 1 als Anwendungsfall für den industriellen Kälteanlagenbau“ im Saal Borgward des Maritim Hotels halten wird. Es wird sich für die Teilnehmer an der DKV-Tagung sicherlich lohnen, die diesen Report noch ergänzenden fachlichen Ausführungen zu hören. Dies empfiehlt P. W.



Industriegebäude, Windkanalhalle, aber auch Formel-1-Museum und bei Bedarf Eventbereich als Marketinginstrument, so gliedert sich das 70-Millionen-Franken-Testgebäude von Sauber Petronas in mehrere Transparentbereiche

Quelle  
SAUBER PETRONAS official website  
AXIMA Refrigeration GmbH, Lindau