

Entwicklung neuer Produkte für Europa und individuelle Kundenunterstützung

Sanden Technical Centre (Europe) GmbH

Hocheffizienter Klimawindkanal für Pkw-Klimaanlagen in Bad Nauheim

Als Personenkraftfahrzeuge in der japanischen Gesellschaft eine immer größere Rolle spielten, verstärkte sich bei Sanden die Überzeugung, dass Fahrzeugklimaanlagen in der Zukunft unentbehrlich sein werden. So begann Sanden im Jahr 1971 hierzu eigene Technologien zu entwickeln, die die Konstruktion kleinerer Kältemittelverdichter mit einschloss.



Seit Oktober 2000 befindet sich die Europa-Zentrale von Sanden mit einem Technical Centre und darin integriertem Klimawindkanal zur Entwicklung von Automobil-Klimaanlagen in Bad Nauheim

Wer ist Sanden?

Sanden wurde 1943 unter dem Namen Sankyo Electric Co., Ltd., gegründet, die Sanden Corporation erzielt heute einen jährlichen Umsatz von mehr als 2 Mrd. US\$. Sanden beschäftigt inzwischen weltweit 10 000 Mitarbeiter in 23 Ländern. Die Unternehmenszentralen sind in Tokio und im Bezirk von Gunma beheimatet. Sanden ist heute ein in der Welt führender Lieferant von fortschrittlichen Heizungs- und Kühl-Technologien. Gestützt auf eigene Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen hat sich Sanden zu einem in der Welt führenden Hersteller von Getränkeautomaten, Automobil-Klimaanlagen und Kältemittelverdichtern entwickelt.

In Japan ist Sanden dazu als ein bedeutender Hersteller von Gefriergeräten für den gewerblichen Gebrauch, Kühlvitriolen für den gewerblichen Verkauf und von Raumheizungen auf Heizölbasis bekannt. Die Geschäftstätigkeiten von Sanden schließen eine weitläufige Palette von Kühleinheiten für die gewerbliche und private Nutzung ein. Am Anfang stand 1948 die Herstellung von Beleuchtungseinrichtungen für Fahrräder.

Sanden gilt als größter unabhängiger Hersteller von Kältemittelverdichtern für die Automobil-Klimatisierung, mit Marktanteilen von 25% in der Welt und von 40% in Europa. Sandens geschäftliche Aktivi-

täten werden gestützt durch ein weltweites Netz von Herstellungsbetrieben, Test- und Entwicklungszentren.

Die bedeutendsten Fertigungsstätten von Kältemittelverdichtern sind in Japan, USA, Singapur, Frankreich und seit 2005 in Polen beheimatet. Weitere Komponenten für die Automobil-Klimatisierung, wie z. B. Wärmeübertrager, werden in Indien, Malaysia, Thailand, China, Indonesien, Mexiko, den Philippinen, im Iran und Pakistan hergestellt. Die gesamten Herstellungsprozesse sind miteinander vernetzt und stehen somit allen Kundenanforderungen weltweit zur Verfügung.

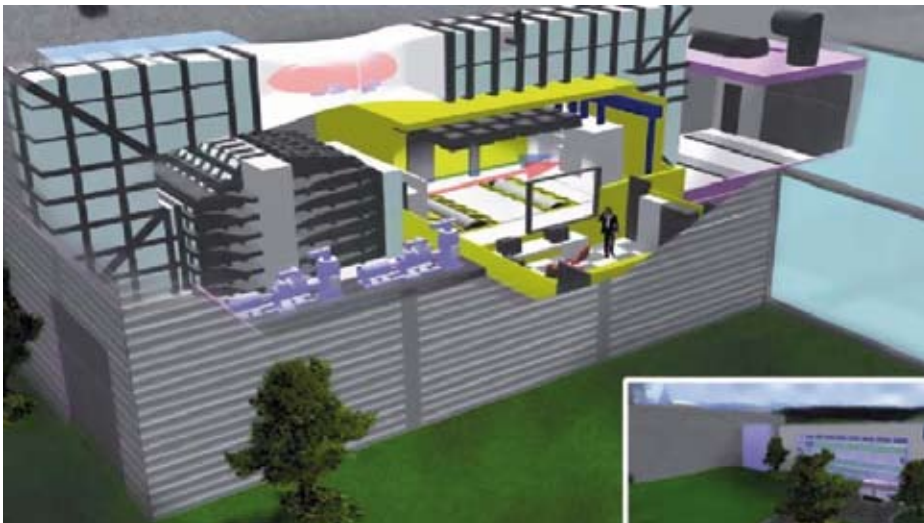
Das Geschäftsfeld für die Automobil-Klimatisierung besitzt heute einen Anteil von 65% am Gesamtumsatz der Unternehmensgruppe. Die Produktpalette umfasst Raumklimageräte, Kältemittelverdichter, Verdampfer, Verflüssiger und Aluminium-Heizungswärmetauscher. In diesem Geschäftsfeld werden 11 Millionen Kältemittelverdichter hergestellt, dies entspricht einem weltweiten Umsatzanteil von 31% und als Ziel werden 15 Millionen Produktionseinheiten angestrebt. Der Lebensmittel- und Getränkemaschinensektor verfügt über einen Umsatzanteil von 33%.

Abnehmer von Automobil-Klimatisierungseinrichtungen sind weltweit bekannte Pkw-Hersteller wie die Volkswagen AG, die Peugeot Citroën Automobiles S.A., Renault S.A., Honda Motor Co., Ltd., General Motors Corporation, Fiat Auto S.P.A. und die DaimlerChrysler Corporation. Alle Fertigungsstätten Sandens verfügen über die ISO 14001 Zertifizierung, was dem internationalen Standard eines hochrangigen Umwelt-Managements entspricht.

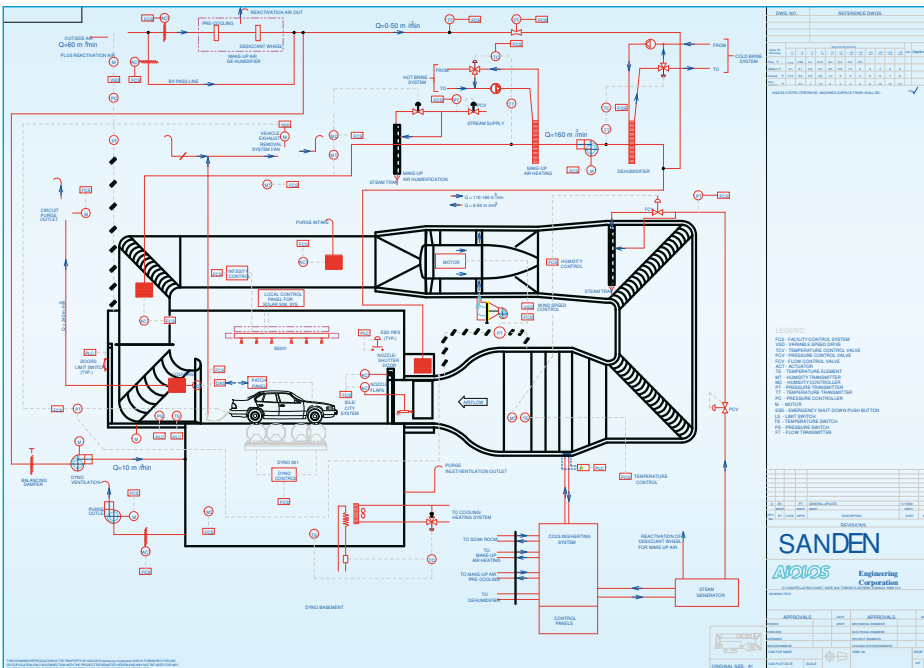
Sanden in Europa

1990 erhielt die Europa-Zentrale von Sanden ihren Sitz in Basingstoke, England, wurde aber im Jahr 2005 nach Bad Nauheim verlegt und damit in den Standort von Sandens Technical Centre für Europa integriert. Von Bad Nauheim aus werden somit alle europäischen Herstellungs- und Vertriebsaktivitäten koordiniert. Für Abnehmer im europäischen Markt werden Kältemittelverdichter für die Automobil-Klimatisierung nach individuellen Vorgaben/Anforderungen der Pkw-Hersteller in Tintenciac, Frankreich, seit 1996, und seit 2005 nun auch in Polkowice, Polen, hergestellt.

Für alle europäischen Kunden wird die Entwicklungsunterstützung in Bad Nauheim durchgeführt. Hier verfügt Sanden über die modernste und für Fahrzeugzwecke umfassendsten Testeinrichtungen mit einem sehr aufwendigen Klimawindkanal.



Graphischer Querschnitt über den Aufbau des Klimawindkanals bei TCE in Bad Nauheim



Funktionsdarstellung des Klimawindkanals bei TCE in Bad Nauheim. Hier werden Automobilklimaanlagen bei Umgebungstemperaturen zwischen $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,25\text{ K}$) und Luftfeuchtebedingungen von 5 bis 95% r. F. (Taupunktgenauigkeit $\pm 0,35\text{ K}$) getestet und gemessen

Aufgaben und Funktionen von TCE in Bad Nauheim

Die Sanden Technical Centre (Europe) GmbH sowie die Sanden of Europe GmbH haben ihren Sitz am Rande des Stadtzentrums von Bad Nauheim, nur etwa 400 Meter vom Kurpark entfernt. Der Geschäftsbetrieb wurde im Mai 2000 zunächst mit einem Bürogebäude gestartet und im Oktober des gleichen Jahres um eine Forschungseinrichtung erweitert, in die dann ein Klimawindkanal integriert wurde und die dadurch die heutige Bedeutung von Sanden in Europa begründet.

Das Sanden-Europa-Grundstück umfasst 11 236 m², darauf eine derzeit bebaute Fläche von mehr als 2500 m². Bei Sanden in Bad Nauheim sind etwa 70 Mitarbeiter beschäftigt.

Im Technical Centre Europe von Sanden wird zum einen eine in die Tiefe gehende Grundlagenforschung bei der Produktentwicklung betrieben, zum anderen dient der in Europa zentrale Standort Bad Nauheim dazu, die europäische Automobilindustrie bei deren eigener Fahrzeugentwicklung zu unterstützen. So lassen sich Aufgabenwahrnehmung und -ausführung mit folgenden Schwerpunkten darstellen:

- Kunden-Unterstützung für die Entwicklung von Klimaanlagen, Komponenten- und Fahrzeugtests und Validierung der Komponenten
- Entwicklung neuer Produkte
- Produktplanung
- Zusammenarbeit mit europäischen Forschungseinrichtungen für die Entwicklung von neuen Technologien
- Qualitätsmanagement zur Optimierung der Produkte

Gliederung der TCE-Einrichtungen

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bei Sanden in Bad Nauheim sind in folgende Schwerpunktbereiche gegliedert:

- 1.) Fahrzeugtests im Klimawindkanal und im Schallmessraum;
- 2.) Kalorimeter für die Leistungsbestimmung von Kältemittelverdichtern sowie Kalorimeter für Klimaanlagen-Systemmessungen. Unterschiedliche Kältemittel, wie R134a, R152a und CO₂, kommen hierbei zur Verwendung.
- 3.) Systemprüfstände für die gesamte Klimaanlage im fahrzeugnahen Aufbau, neben der Leistungsbestimmung aller Komponenten wird der Ölumlauf automatisch mit erfasst.

Funktionselemente des Klimawindkanals

Die Fahrzeugtests können in folgenden Bereichen je nach Aufgabenstellung erfolgen:
 Temperatur: -40 bis $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,25\text{ K}$)
 Feuchtigkeit: 5 bis 95% r. F. (Taupunktgenauigkeit $\pm 0,35\text{ K}$)

Fahrzeuggeschwindigkeit: max. 160 km/h
 Solar-Simulation: 0,3 bis 1,2 kW/m², volles Sonnenlichtspektrum
 Querschnitt Windkanal-Luftaustritt: 6 m²

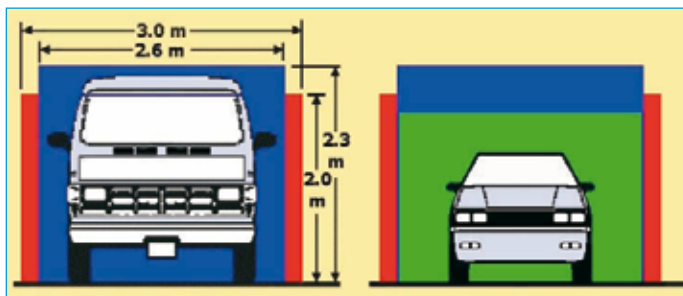
Die Konstruktion der Luftauslassdüse des Windkanals wurde so gestaltet, dass auch größere Transporter getestet werden können. Wie die hierzu veröffentlichte Abbildung zeigt, können neben Pkw's auch größere Mini-Vans im Windkanal gemessen werden.

Das volle Sonnenlichtspektrum lässt sich mit einer Stabilität von $\pm 1\%$ nutzen, die Wirkungsfläche beträgt dabei 3 x 5 m und der Strahlungswinkel lässt sich von 0° bis 45° einstellen.

Um das dynamische Fahrverhalten beim Einsatz der Pkw-Klimaanlage zu messen, lassen sich im Klimawindkanal Fahrgeschwindigkeiten von bis zu 160 km/h mit einer Genauigkeit von $\pm 0,16$

km/h genau simulieren. Der Rollenprüfstand im Windkanal kann den Motor bis zu 112 kW belasten, die maximale Achslast ist auf 5000 kg begrenzt. Zur optimalen Ausnutzung der Gebäudefläche und für die Einbringung der Fahrzeuge in den Kanal ist die Luftumlenkung und Rückführung geteilt und lässt sich nach beiden Seiten verschieben.

Die Konstruktion der Luftauslassdüse ist so gestaltet, dass neben Pkw's auch größere Mini-Vans im Windkanal getestet werden können



Technische Funktionen

Das Kältesystem für den isolierten Klimawindkanal besteht aus einer indirekt wirkenden Ammoniak-Kälteanlage, die über eine Gesamtleistung von 1028 kW verfügt. Der Maschinensatz besteht aus zwei Schraubenverdichtern des Fabrikates Grasso mit einer Antriebsleistung von 2 x 355 kW, die Kältemittelfüllung insgesamt 1500 kg NH₃. Der Sekundärkreislauf wird mit Kühlsole des Fabrikates Typhoxit gefahren, hierbei sind 17 500 kg im Umlauf. Im Klimawindkanal ist in einer Spezialausführung ein lamellierter Wärmeträger des Fabrikates Güntner eingebaut, die Wärme-tauscherfläche beträgt 24 m².

Bei Tests im Kundenauftrag werden nicht nur das direkte Leistungsverhalten der Pkw-Klimaanlage gemessen, sondern auch der von den unterschiedlichen Umgebungstemperaturen beeinflusste Treibstoffverbrauch des Fahrzeugs sowie die daraus resultierende Abgasbelastung mit CO₂. Hierfür stehen zwei Messeinrichtungen zur Verfügung, deren Leistungsspektrum von 0,15 bis 60 l/h Treibstoffverbrauch reicht.



Für die Einbringung der Fahrzeuge in den Windkanal ist die Luftumlenkung und Rückführung geteilt und lässt sich nach beiden Seiten verschieben

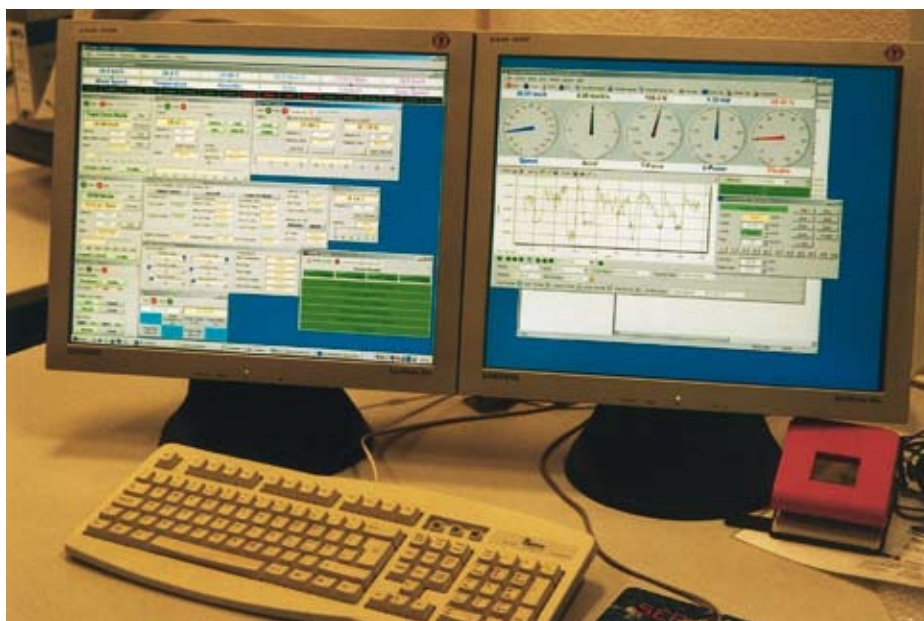
Neben der Simulation von unterschiedlichen Umgebungstemperaturen werden diese auch in Abhängigkeit von unterschiedlichen Feuchten gemessen. Hierfür gibt es drei Kontrollbereiche:

Region 1 – Windgeschwindigkeiten bis 100 km/h und bei hoher Luftfeuchte bis 95% r.F.

Region 2 – Windgeschwindigkeiten bis 100 km/h im Temperaturbereich bis 4°C und maximal 70% r.F. für eine Dauer von maximal 2 Stunden, danach muss durch Warmsole abgetaut werden.

Region 3 – mit Windgeschwindigkeiten bis 160 km/h.

Für die Feuchtigkeitsmessungen werden Taupunktsensoren eingesetzt. Die Feuchteregelung ist 2-stufig ausgeführt. Dampfpflanzen machen eine Grobregelung mit ±3°C Taupunkttemperatur, die Feuchteregelung wird in einer zweiten Anlage durch Abnahme eines Teilluftmassenstroms geregelt. So lassen sich Luftzustände einstellen, bei denen Temperatur und Feuchte in einem sehr engen Toleranzbereich eingehalten werden können. Bei



Für Klimawindkanal- und Abgasmessungen befindet sich hier ein Pkw der Marke Volvo auf dem Rollenprüfstand, oben an der Decke sichtbar die Solaranlage, die ein volles Sonnenlichtspektrum ermöglicht. Im angrenzenden Kontrollraum werden alle Messungen am Bildschirm überwacht und registriert

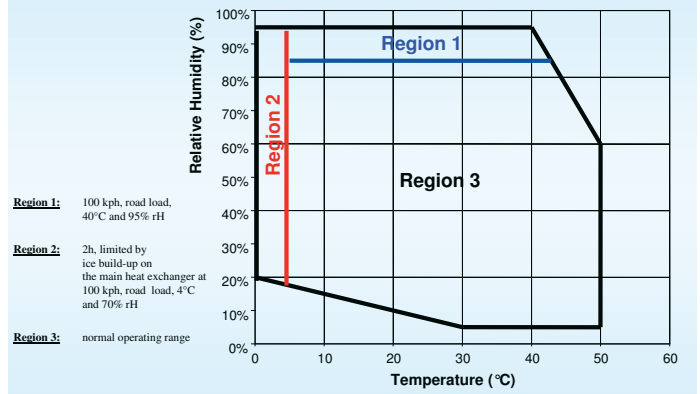


Ein Eindruck aus dem Maschinenraum mit einem der beiden Schraubenverdichter, die zusammen über eine Kälteleistung von 1028kW verfügen. Hier mit einigen Erläuterungen durch Bernd Zeitvogel (l.), als Deputy General Manager für das gesamte Testing Department verantwortlich, und Dr.-Ing. Frank Rinne, in gleicher Position Leiter der Vorentwicklung und Forschung

Abnahmetests beträgt z. B. die Temperaturgenauigkeit bei 4 °C und 40 °C >0,05 K, die Genauigkeit der relativen Feuchte liegt bei 0,1% r. F. Hierbei erfolgen die Feuchtemessungen immer in Abhängigkeit von der Taupunkttemperatur.

Wichtig bei der Entwicklung von Automobilklimaanlagen ist die Überprüfung der jeweiligen Geräuschbelastungen in Abhängigkeit von der jeweiligen Fahrzeugbauart. Hierzu verfügt das Sanden Technical Centre (Europe) in Bad Nau-

Control Envelope



Der Temperatur/Feuchte-Messbereich ist in 3 Regionen aufgeteilt

heim über einen schallfreien Messraum, in dem messtechnische Analysen mit oder ohne Personen im Fahrzeug erfolgen können. Der schallfreie Messraum ist hierbei mit einem flachen Breitband-Kompakt-Absorber im Inneren versehen, der von

der Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt wurde.

Neben der umfangreichen Testeinrichtungen im Klimawindkanal verfügt das Sanden Technical Centre (Europe) über weitere Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, wo u. a. Leistungsmessungen an einzelnen Bauteilen der Pkw-Klimaanlagen erfolgen, aber auch die Ergebnisse von Feldtests im Fahrzeugbetrieb ausgewertet werden. Hierzu gibt es Kalorimeter-Prüfstände, weiterhin werden Grundlagen- und Entwicklungsarbeiten an neuen Pkw-Klimaanlagen durchgeführt, bei denen CO₂ als Kältemittel zum Einsatz gelangt. Die Kälteversorgung für diese Testeinrichtungen, aber auch für weitere Klimatisierungsaufgaben erfolgt über einen Flüssigkeitskühler, der mit dem Kältemittel R 134a betrieben wird und mit einem ölfreien Turbocor-Verdichter ausgestattet ist. Alle beschriebenen Kältesysteme wurden durch das Unternehmen Axima Refrigeration geliefert und installiert.

Welche Verdichter eignen sich für die Pkw-Klimatisierung?

Hier ist zunächst in zwei Technologiebauweisen zu unterscheiden. Zum einen gliedern sich die hierfür möglichen Bauformen in Hubkolbenverdichter, zum anderen in die Familie der Rotationsverdichter.

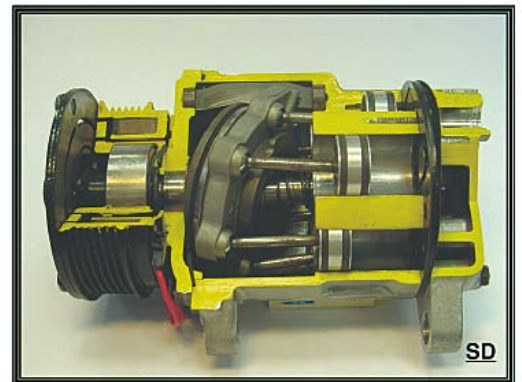
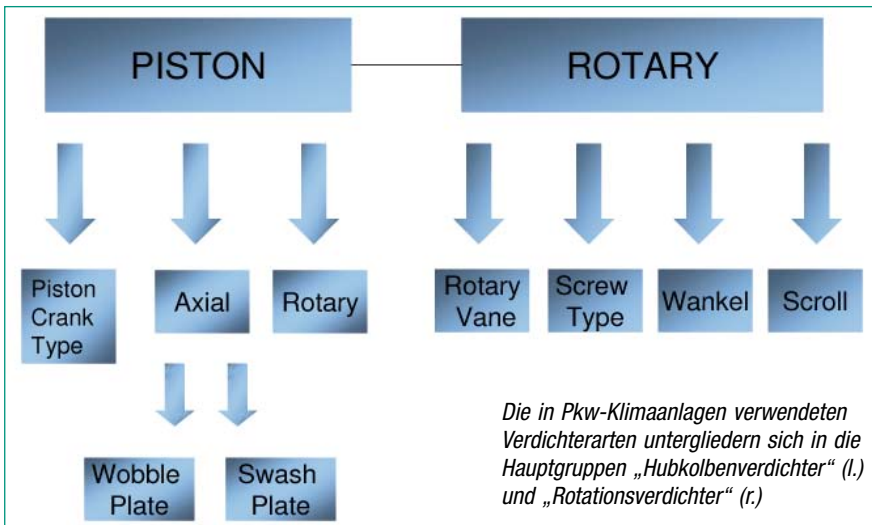
Die Hubkolbenverdichter teilen sich wiederum in die konventionelle Bauform eines Verdichters mit vertikaler Kolbenführung auf, daneben aber in kleinere kompakte Konstruktionen, die für die Verwendung im Motorraum des Pkw's geeignet sind. Diese verfügen dann über eine axiale oder radiale Kolbenführung.

Zu den Rotationsverdichtern zählen kleinere Schraubenverdichter, Wankelkompressoren, aber auch Scrollverdichter kommen zunehmend zum Einsatz. Sanden hat die Scroll-Technologie für die automobilen Anwendung bereits in den 80er Jahren entwickelt und dazu auch Lizenzen an Wettbewerber vergeben. Diese Technologie wird heute in Japan und Amerika ein-

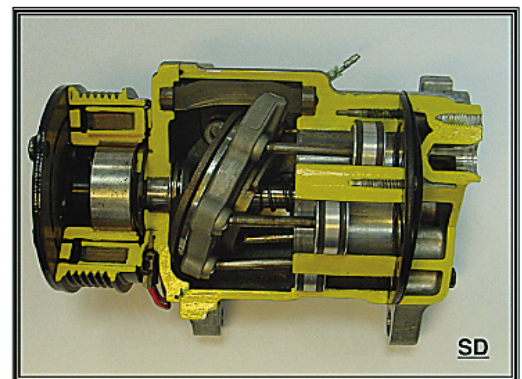
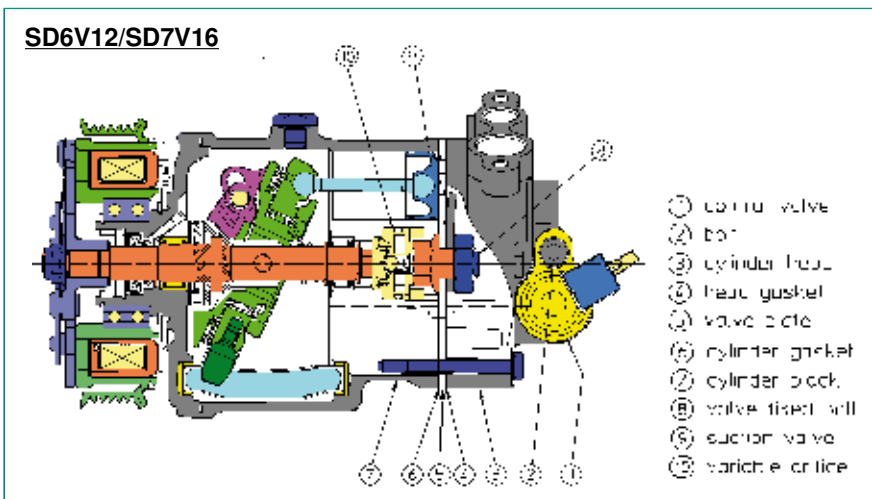
gesetzt und eignet sich besonders für Hybrid-Verdichter und elektrische Verdichter für Hybrid- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge.

Für die Pkw-Klimatisierung in Europa werden vornehmlich Wobbleplate- oder Swashplate-Verdichter zur Verwendung gelangen. Hierbei handelt es sich um Hubkolbenverdichter der Axial-Bauform, die Bezeichnung „Wobbleplate“ kennzeichnet einen Taumelscheibenverdichter, während „Swashplate-Verdichter“ für den Schwenkscheibenverdichter steht.

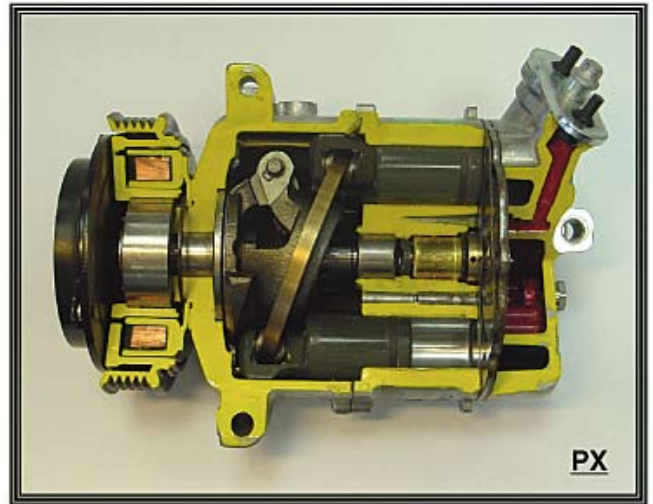
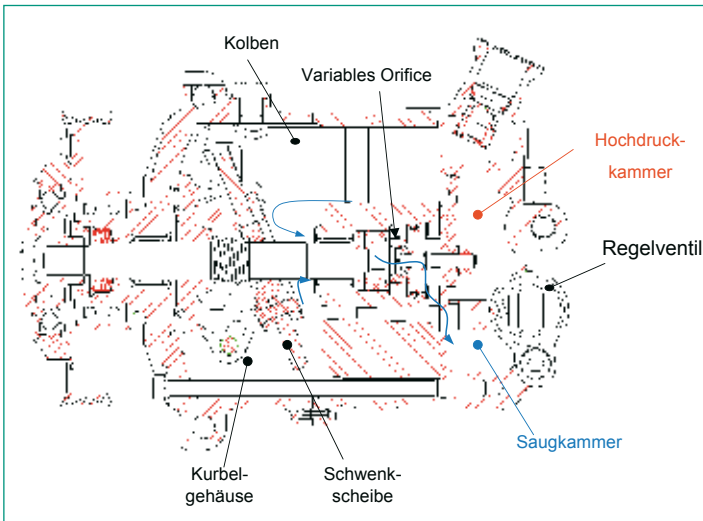
Im Nachfolgenden werden hierzu einige Bilder veröffentlicht, nähere Funktionserläuterungen sollen aber in einem gesonderten Fachaufsatz einen Niederschlag finden. Denn auch ein KK-Leser sollte wissen, welches Kälte-Klima-Herz unter der Motorhaube seines privaten Pkw's schlagen könnte. Es dürfte sich bis dahin auch entscheiden, welches Kältemittel zur Ablösung von R 134a weltweit zum Einsatz kommt. Daran Interesse zeigt als sonst typischer Bahnfahrer auch *P. W.*



Hubkolbenverdichter mit axial wirkenden Kolben



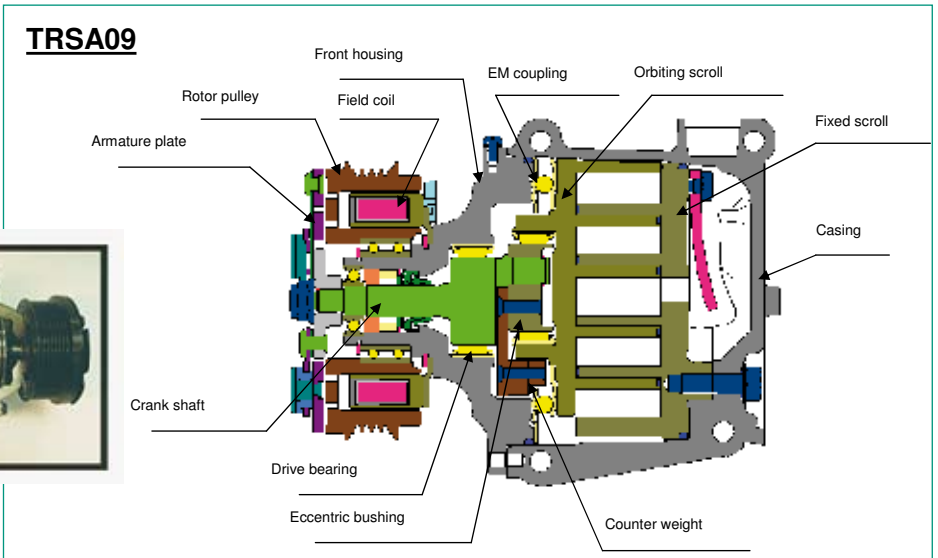
Wobbleplate-Compressor = Taumelscheibenverdichter



Swashplate-Verdichter = Schwenkscheibenverdichter



Scroll-Verdichter, in Japan und in den USA für Hybrid- und Brennstoffzellen-Fahrzeuge im Einsatz



| | | Compressor Type | | | |
|--|--------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Wobble Plate | Swash Plate | Rotary Vane | Scroll |
| Performance | - Low Speed | + | + | - - | - |
| | - High Speed | - | - | + + | + + |
| Maximum speed capability | | 7-8000 | 7-8000 | 9-10,000 | 10-12000 |
| Performance / power ratio (low / high) | | 0 / - | 0 / - | 0 / + | + / + |
| Swept volume for same performance | | 100 | 105 | 100 | 75 |
| Package Size | | Base | Longer/thinner | Longer/thinner | Shorter/fatter |
| Gas pulsation (normal/high load) | | 0 / - | 0 / - | + / 0 | ++ / + |
| NVH (normal/high load) | | 0 / 0 | 0 / + | ++ / ++ | ++ / ++ |
| Discharge gas temp. | | Base | Base/high | High | High |
| Mechanical failure mode (seizure) | | Progressive | Sudden | Sudden | Progressive |

Verwendungs- und Leistungsvergleich der für die Automobil-Klimatisierung geeigneten/verwendeten Verdichterbauarten



Ein Größenvergleich: Dr.-Ing. Frank Rinne hält einen Swashplate-Verdichter (Schwenkscheibenverdichter) in der Hand. Kälteleistung über 8kW bei ca. 9000 1/min