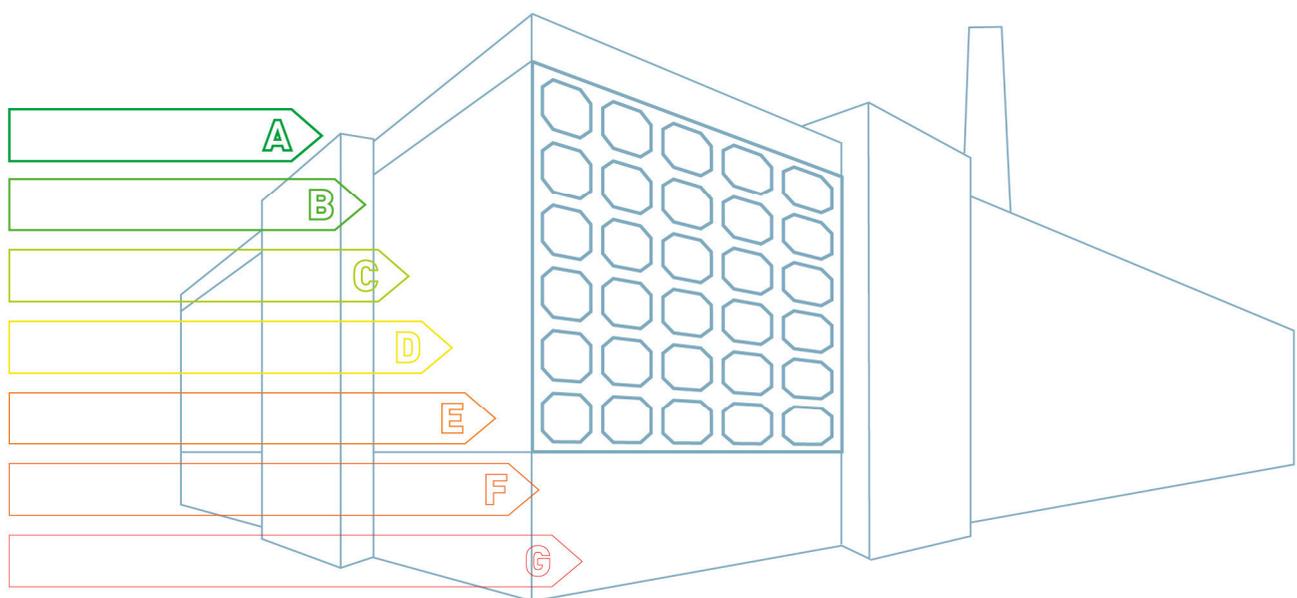




Energieeffizienter Kältekompressor



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

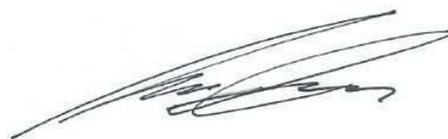
Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!



Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds



Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	3
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
1.1 AUFGABENSTELLUNG	5
1.2 SCHWERPUNKTE DES PROJEKTES.....	6
1.3 EINORDNUNG IN DAS PROGRAMM.....	7
1.4 VERWENDETE METHODEN	7
1.5 AUFBAU DER ARBEIT	8
2 INHALTLICHE DARSTELLUNG	9
2.1 KINEMATISCHE KOMPONENTEN	9
2.2 GASLINIE	10
2.3 MOTOR	11
2.4 MATERIALEINSPARUNG.....	12
2.5 GERÄUSCHVERHALTEN.....	13
3 ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	14
4 AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN	16

Kurzfassung

Gegenstand dieses Projektes war die Weiterentwicklung zur deutlichen Effizienzsteigerung (12%) eines bestehenden Kältemittelkompressors, der in Haushaltskühlschränken Einsatz findet. Aus technologischer und kostenmäßiger Sicht befand sich das bestehende Produkt in der Sättigungsphase des Produktlebenszyklus. Besonders hinsichtlich seiner Kostenstruktur konnte das Produkt mit Konkurrenzprodukten aus Low Cost Countries nur noch schwer Schritt halten, wohingegen es diese hinsichtlich seiner Energieeffizienz noch immer übertraf. Es war abzusehen, dass der Effizienzvorteil den Kostennachteil allerdings nicht mehr lange kompensieren hätte können. Diese Entwicklung konnte nur durch ein nachhaltiges Produktreengineering mittels entsprechenden technischen Maßnahmen verhindert werden. Die konkreten Differenzierungen ergaben sich naturgemäß aus den Entwicklungstendenzen bzw. den Anforderungen des Marktes. Als Haupttreiber für eine Produktverbesserung waren folgende technische und wirtschaftliche Faktoren zu sehen:

- Niedriger Energieverbrauch durch hohe Energieeffizienz (Ziel: Steigerung um 12%)
- Substitution des Kältemittels R134a durch das umwelt- und klimafreundliche R600a
- Senkung der Geräuschemission
- Ressourcen- und Kostenschonender Materialeinsatz

Um diese Zielsetzungen entsprechend zu erfüllen, analysierte man im gegenständlichen Projekt das Energieeinsparungspotential in den einzelnen thematischen Entwicklungsbereichen bzw. Bauteilen des Kompressors. Ein besonderer Schwerpunkt wurde in diesem Zusammenhang auf die Bauteilgruppen kinematische Teile, Gaslinie und Motor gelegt.

Durch die erfolgreiche Realisierung des Projektes mit dem Ergebnis einer 13%igen Performancesteigerung (Stromverbrauchsreduktion von rund 35 kWh pro Kompressor p.a.) und Übertragung der Ergebnisse auf die Serienproduktion der gegenständlichen Produktplattform (Produktion von 2,1 Mio. Stk. p.a.) ergibt sich eine Reduktion von 73.500 MWh p.a. = 44.000 t CO₂. Darüber hinaus gelangen durch die Substitution des Kältemittels R134a jährlich rund 150 t des treibhauschädlichen Kältemittels weniger in Umlauf. Eine Verlängerung der Produktlebensdauer (v.a. durch die erzielte Performancesteigerung) bedeutet gleichzeitig auch die Absicherung von rund 300 Arbeitsplätzen am österreichischen Standort der ACC.

Abstract

The project aimed to significantly improve the energy efficiency of existing refrigeration compressors used in household refrigerators. The product had reached the saturation phase of its product lifecycle with regards to technology and costs. When compared with products from low-cost countries, the product's cost structure was barely competitive. However, in terms of energy efficiency, it still outperformed competing products. It was anticipated that the advantages in efficiency would not have been able to compensate for the cost disadvantage much longer. This development could only be avoided by taking appropriate technical measures to achieve long-term improvements to the product. The precise changes arose naturally out of observation of development trends and market demand. The following technical and economic factors were the main drivers for the product improvement:

- low energy consumption through high energy efficiency
(target: 12% increase in energy efficiency)
- replacing refrigerant R134a with environmentally friendly refrigerant R600a
- reduction in noise emissions
- cost-efficiency and efficient use of resources

To achieve these objectives, the energy improvement potential of the individual thematic development areas and compressor components was analysed in the research and development project. Special emphasis was placed on the kinematic components, the gas line and the motor, which needed to be fundamentally redesigned.

Through the successful implementation of the project a 13% increase in performance and efficiency (reduction of electricity consumption of 35kWh per compressor per year) was achieved and incorporated into the serial production (production of 2.1 mio. compressors per year) resulting in energy reductions totalling 73,500 MWh (= 44,000 t CO₂) per year. Furthermore, by substituting the refrigerant R134a with R600a, the amount of the environmentally harmful refrigerant in circulation has been reduced by around 150 t. A substantial extension of the product lifespan (principally on account of the increase in efficiency) also means that approx. 300 jobs at the ACC manufacturing site in Fuerstenfeld, Austria, remain secure.

1 Einleitung

Der Unternehmensgegenstand der ACC Austria GmbH liegt im Bereich der Kältetechnik, im Konkreten in der Entwicklung und Herstellung von Kompressoren für Haushaltskühlgeräte. Im Mittelpunkt des gegenständlichen Projektes steht die Energieeffizienzsteigerung eines bestehenden Produktes / Kältemittelkompressors eines Haushaltskühlschranks im Rahmen einer innovativen Produktentwicklung. Das bestehende Produkt befindet sich prinzipiell in technologischer und kostenmäßiger Hinsicht im hinteren Abschnitt des Produktlebenszyklus. Besonders hinsichtlich seiner Kostenstruktur kann das Produkt mit Konkurrenzprodukten aus Low Cost Countries (LCC) nur noch schwer Schritt halten, wogegen es diese hinsichtlich seiner Energieeffizienz nach wie vor übertrifft. Es war aber auch klar, dass diese höhere Effizienz den Kostennachteil nicht mehr lange kompensieren können würde.

1.1 Aufgabenstellung

Das Aufrechterhalten der Konkurrenzfähigkeit kann nur durch eine nachhaltige Produktverbesserung (Nach- und Aufrüstung des bestehenden Produktes), d.h. durch inkrementelle Innovationen mittels entsprechenden technischen Maßnahmen und somit einer Verlängerung des Lebenszyklus des Produktes erzielt werden.

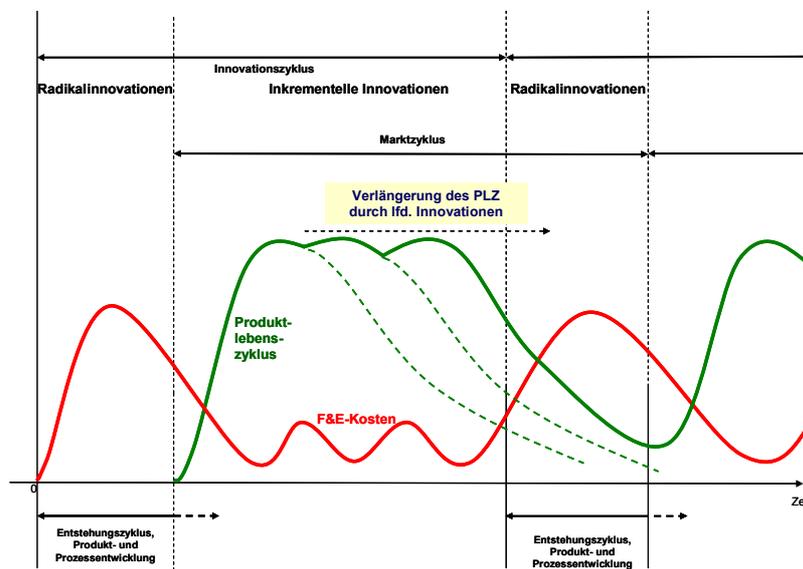


Abbildung 1: Klassischer Produktlebenszyklus eines ACC Kompressors

Die obige Grafik zeigt exemplarisch den Produktlebenszyklus eines Kompressors der ACC Austria GmbH (grüne Linie). Das jeweilige Produkt durchläuft nach Abschluss der Entwicklungsphase den „normalen“ Produktlebenszyklus, welcher mit einer Phase der Markteinführung beginnt und nach der Wachstums- in die Reifephase und dann in die Sättigungsphase übergeht. Durch laufende, inkrementelle Innovationen (sichtbar an den

Anstiegen der F&E-Kosten – rote Linie) kann bei Kompressoren die Degenerationsphase hinausgezögert und die Reifephase dadurch verlängert werden. Das gegenständliche Projekt stellt ein ebensolches inkrementelles Innovationsprojekt dar, mit dem wie beschrieben, durch die Erreichung der gesteckten Ziele hinsichtlich der Energieeffizienz der Produktlebenszyklus verlängert werden soll.

1.2 Schwerpunkte des Projektes

Auf Grund des steigenden Effizienz- und Kostendruckes sollte im Rahmen des gegenständlichen Entwicklungsprojektes eine signifikante Produktverbesserung im Bereich der Energieeffizienz unter Berücksichtigung der Kostenkomponente erreicht werden. Das Energieverbesserungspotential wurde in den drei thematischen Stoßrichtungen Kinematische Teile, Gaslinie und Motor betrachtet. Die dabei verfolgten konkreten übergeordneten technischen Ziele des Projektes waren:

Ziel: Steigerung der Energieeffizienz um 12%

Die Kennzahl für die Energieeffizienz eines Kompressors, die sogenannte kältetechnische Leistungszahl (COP, Coefficient of Performance), ist durch das Verhältnis der Kälteleistung Q_0 zu der elektrischen Antriebsleistung P_{el} definiert. Die wichtigsten Konkurrenzprodukte aus Low Cost Countries erreichen meist maximal einen COP von 1,2. Die Leistungszahl sollte von rund 1,45 auf annähernd 1,55 erhöht werden.

Ziel: Substitution Kältemittel

Ziel war es, die Produktion des gegenständlichen Kompressors auf das umweltfreundlichere Kältemittel R600a umzustellen, mit der technischen Herausforderung den bisherigen Kälteleistungsbereich von 40 – 120 Watt der mit R134a betriebenen Kompressoren dieser Produktfamilie beizubehalten.

Ziel: Materialkosten

Hier galt es prinzipiell eine möglichst geringe Menge kostengünstiger Werkstoffe, die so einfach wie möglich verarbeitet werden können, einzusetzen. Weiters musste versucht werden die Teilezahl möglichst gering zu halten, was man durch intelligentes Design und einen modularen Aufbau erreichen wollte.

Ziel: Senkung Geräuschemission

Neben dem Ziel der Gesamtperformancesteigerung um 12 % sollten die Geräuschemissionen annähernd gleich bleiben, obwohl mit einer Performancesteigerung normalerweise immer auch eine Erhöhung des Geräuschpegels einhergeht.

1.3 Einordnung in das Programm

Die Einordnung dieses Projektes in den Programmumfang von Neue Energien 2020 erfolgt über die grundlegende Ausrichtung des Programmes an effizientem Energieeinsatz. Anhand technologischer Forschungs- und Entwicklungsarbeit wurde das bestehende Produkt hinsichtlich der energetischen Effizienz weiterentwickelt und optimiert. Der übergeordnete Schwerpunkt des Projektes, die Effizienzsteigerung um 12%, wurde über drei verschiedene Optimierungs- und Verbesserungsansätze zu realisieren versucht: die kinematischen Komponenten, die Gasstrecke und den Motor. Dieses Vorgehen sollte für eine ganzheitliche Betrachtung und somit auch im Sinne des Programmes Neue Energien 2020 für ein nachhaltiges Ergebnis sorgen.

Der gesellschaftlichen Fragestellungen wurde insofern Rechnung getragen, als im Zuge der Erweiterung der Lebensdauer des Kompressors auch aktive Standortsicherung betrieben wurde und wird. Dies betrifft am steirischen Standort der ACC etwa 300 Mitarbeiter. Ein weiterer Aspekt ist der Klimaschutz, der in Form der Kältemittelsubstitution, sowie auch im Rahmen der CO₂-Einsparung betrieben und gefördert wird.

1.4 Verwendete Methoden

Im Zuge des Forschungsprojekts wurden die technischen Herausforderungen bzw. Aufgabenstellungen gemäß der oben erwähnten Aufgliederung (kinematische Komponenten, Gaslinie und Motor) in einzelne Konzeptentscheidungen unterteilt. Das Projekt wurde hierzu in folgende Arbeitspakete unterteilt:

- Grobkonzeptphase
- Detailkonzeptphase
- Designphase
- Product Engineering
- Projektmanagement (begleitend, übergreifend)

Dabei wurde auf nachfolgende Methoden und Ansätze zur Projektzielerreichung zurückgegriffen:

- SWOT Analysen
- Benchmarkanalysen
- Analytische Berechnungen und Simulationen (FEM, CFD, etc.)
- Tests zur Validierung der Simulationen
- Materialtests
- Versuchsaufbauten inkl. Messungen (COP, Geräusch, Vibration, Temperaturen, Drücke, Thermographie, Dichtheit, Belastbarkeit, Verschleiß, Lebensdauer, etc.)
- Entwicklung von Prototypen
- Tests von Prototypen

1.5 Aufbau der Arbeit

Der Projektplan wurde in 5 Arbeitspakete gegliedert. Neben dem durchgängigen Projektmanagement wurden, ausgehend von der Grobkonzeptphase, die Detailkonzeptphase, die Designphase und das Produkt Engineering abgearbeitet.

Die Tätigkeiten im Rahmen des Projektes konnten im Zeitraum Juni 2008 bis Ende Dezember 2009 durchgeführt werden. Das ehrgeizige inhaltliche Programm des Projektes konnte gegenüber dem ursprünglichen Projektplan sogar etwas früher (1 Monat) erfolgreich abgeschlossen werden. Der unten dargestellte Zeitplan stellt den Projektverlauf dar.

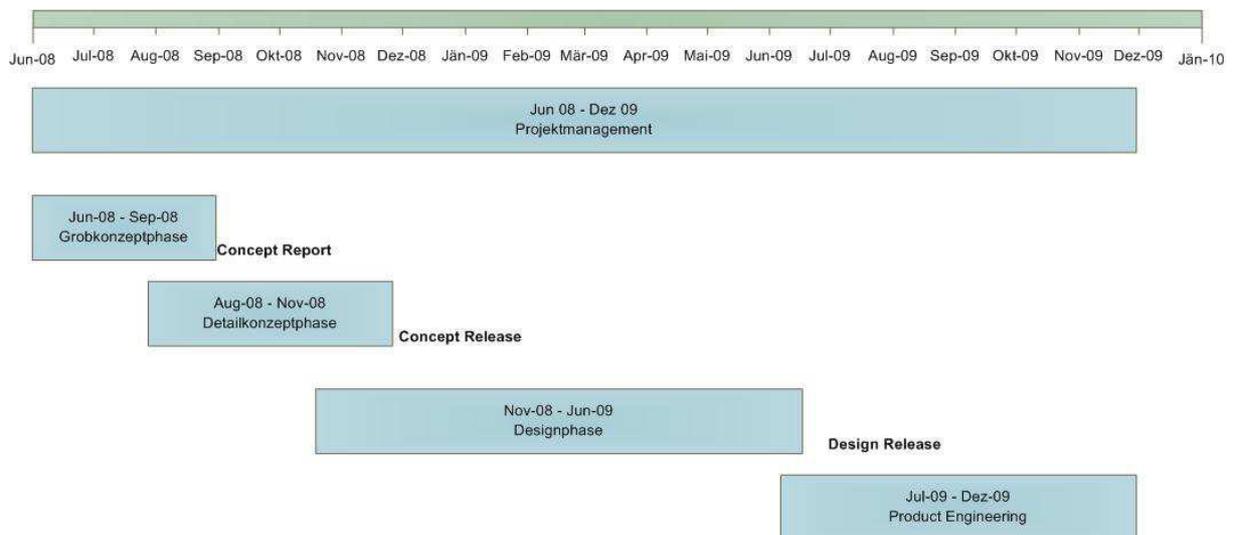


Abbildung 2: Arbeits- und Zeitplan

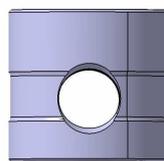
2 Inhaltliche Darstellung

Eine inhaltliche Gliederung wird an dieser Stelle hinsichtlich der funktionalen Trennung nach kinematische Komponenten, Gaslinie, Motor, Materialeinsparungen und Geräuschverhalten vorgenommen.

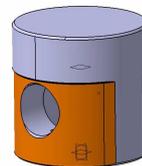
2.1 Kinematische Komponenten

Im Bereich der kinematischen Teile war geplant, die Kälteleistung zu steigern und in diesem Zusammenhang den gesamten Kurbeltrieb zu verändern. Dies beinhaltete: die Lager neu zu berechnen, niederviskoses Öl einzusetzen um die Reibung zu reduzieren, Teilgewichte zu reduzieren, ein Neuberechnung des gesamten Massenausgleichs sowie am Kolben die Reduzierung der Reibflächen am alten Design, und die versuchsweise Anwendung des Belly Band Designs.

Anhand von detaillierten FEM-Berechnungen konnten für die Kompressorkomponenten Kolben, Kurbelwelle, Pleuel, Flanschlager und Zylindergehäuse detaillierte Erkenntnisse und Ergebnisse für die weitere Entwicklung erzielt werden. Dabei wurde das Konzept „Belly Band Design“ detaillierter untersucht.



Altes Design



Neues Belly Band Design

Abbildung 3: Konzept „Belly Band Design“

Im Bereich Pleuel und Kolben zeigte sich, dass die Entwicklung und Optimierung des Designs noch Potentiale in sich barg. Anhand erster funktioneller Prototypen konnte der Nachweis erbracht werden, dass die gesteckten Zielwerte weitgehend erreicht werden konnten. Anschließend wurden die einzelnen Komponenten in diversen Reliability-Tests auf ihre Dauerfestigkeit geprüft, wobei hierfür verschiedene intern definierte Tests zur Anwendung kamen (z. B. Hochtemperaturtest, Dauerschalttest, etc.).



Abbildung 4: Reliability Tests

Aus den Einzelergebnissen konnte die erste Generation an Prototypen direkt in der Linie unter Serienbedingungen produziert werden, und nach leichten Modifikationen auch für die Serienfertigung freigegeben werden. Somit wurde neben dem Kolben (Belly Band Design) auch der Pleuel für die Serienfertigung freigegeben.



Pleuel final



Pleuel und Kolben final – Belly Band Design

Abbildung 5: Pleuel und Kolben

In der oben beschriebenen Prototypenfertigung wurde das neue niederviskose Öl bereits verwendet und es wurden auch hier sehr positive Ergebnisse erzielt. Aus diesem Grund wurde auch das neue Öl für den Einsatz in der anschließenden Serienfertigung freigegeben.

2.2 Gaslinie

Auch hier wurden Stellgrößen evaluiert, an denen konstruktiv-technische Änderungen für Effizienzsteigerungen sinnvoll erschienen. Im Rahmen dieses ersten Schrittes kam man zum Ergebnis, dass die gesamte Kopfgruppe (inkl. Ventilgruppe und Zylindergehäuse bzw. -deckel), der Saugmuffler und der Kolben mögliche Handlungsfelder wären.

Kopfgruppe

Um einerseits Kosten zu sparen und andererseits eine Reduktion des Schadraums zu erzielen, wurde die Ventilplatte in einer dünneren Ausführung entwickelt und gleichzeitig die Ein- und Ausströmquerschnitte erhöht, um schon im Vorhinein Performanceverluste zu minimieren.

Saugmuffler

Im Bereich des Saugschalldämpfers (= Saugmuffler) wurde das System der „direct suction“ evaluiert. Dieses System bedeutet, dass ein neu zu entwickelnder Muffler mittels eines Gummibalges (siehe Abbildung unten) die Verbindung des Saugrohres herstellen soll und das angesaugte kalte Kältemittel direkt in den Zylinder transportieren soll. Der Vorteil dieses Systems wäre eine Absenkung der angesaugten Gastemperatur von ca. 10° C.



Abbildung 6: Neuentwicklung Muffler mit Gummibalg

Der interne Ablauf (Fertigung von Prototypen, Erkenntnisse, Tests, Entscheidung Freigabe Serie) deckt sich auch im Bereich der Gaslinie mit dem oben beschriebenen Ablauf im Bereich kinematische Komponenten. Als Ergebnis im Bereich Gaslinie ist anzuführen, dass die im Projekt erlangten Erkenntnisse betreffend Änderungen am Saugschalldämpfer/-muffler wie auch eine Reduktion der Dichtungsstärke aufgrund der positiven Ergebnisse und Auswirkungen auf die Ziele im Projekt für die Serienfertigung freigegeben wurden.

2.3 Motor

Es zeigte sich durch Berechnungen und Simulationen, dass die anfangs überlegte Reduzierung des Luftspaltes nicht effizient realisierbar ist. Im Bereich des alternativen Drahtmaterials für den Stator wurde die Verwendung von Aluminium als Drahtmaterial angedacht, musste aber schließlich wieder verworfen werden, da die notwendige Performancesssteigerung mit dem alternativen Material nicht erreichbar war. Es wurde entschieden, das Drahtmaterial unverändert zu lassen, den Stator jedoch weiter zu entwickeln. Weitere Überlegungen gab es auch im Bereich elektronischer Starter, da auch mit dieser Änderung eine Energieeffizienzsteigerung erzielt werden sollte.

Die technischen Herausforderungen im Bereich Stator (gleichmäßige Befüllung der Statorlamellen; Gesamtfüllgrad Stator) konnten in der Product-Engineering-Phase erfolgreich gelöst und die Anforderungen für die spätere Serienproduktion erfüllt werden. Im Bereich des Stators wurde die Neuauslegung nach erfolgreichen Tests intern freigegeben und in einem Pilotlos bereits erfolgreich umgesetzt bzw. produziert. Die Umstellung auf das neue Statordesign erforderte keine einschneidenden Änderungen im Produktionsprozess und wurde ebenfalls erfolgreich umgesetzt sowie auch für die Serienproduktion freigegeben.

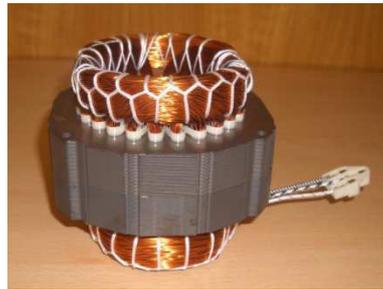
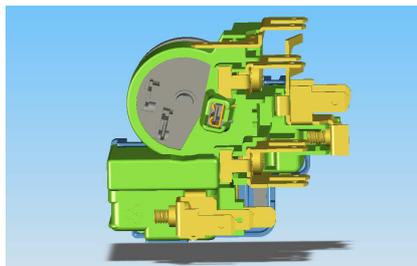


Abbildung 7: *Neu ausgelegter, fertig entwickelter Stator*

Im alten Kompressor-Design war für das Starten des Motors ein PTC (Kaltleiter, engl. für Positive Temperature Coefficient) erforderlich, der beim Einschalten des Kompressors das Hilfsfeld unter Spannung setzt, jedoch auch nach dem Abschalten des Hilfsfeldes kontinuierlich eine Leistungsaufnahme von ca. 2 W aufweist.



E-Starter mit Gehäuse



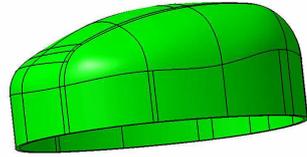
E-Starter am Kompressor montiert

Ein E-Starter, der für den elektrischen Anschluss des neuen Kompressors verwendet wurde, weist ein einfaches Schaltbild auf und wird in Verbindung mit einem herkömmlichen PTC verwendet, welcher nach der Motorstartphase vom E-Starter abgeschaltet wird. Der Restleistungsverbrauch des E-Starters beträgt 0,03 W und liegt somit deutlich unter dem eines Standard-PTC. Es konnte gezeigt werden, dass diese um ein Vielfaches geringere Leistungsaufnahme und der damit verbundene geringere Leistungsverlust, jedoch auch abhängig von den restlichen Parametern, zu einer erheblichen Performancesteigerung führte.

2.4 Materialeinsparung

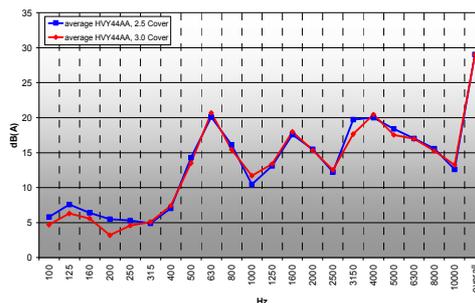
Es wurde nach Möglichkeiten gesucht, um Material und somit in weiterer Folge direkte Materialkosten einsparen zu können. Hier wurde untersucht, die Materialstärke des Kompressorgehäusedeckels von 3.0 mm auf 2.5 mm zu reduzieren. Ein entsprechender Gehäusedeckel wurde konstruiert und gefertigt sowie für anstehende erste Prinzip-Geräushtests verwendet. Diese ersten Tests ergaben wie erwartet einen geringfügigen Geräuschanstieg, jedoch wurde dieser nur bei niedrigen Frequenzen tragend, wohingegen

der anfangs befürchtete generelle Anstieg des Gesamtgeräuschpegels nicht nachgewiesen werden konnte.



Konzept Kompressorgehäusedeckel und fertige Entwicklung

Nach einer weiteren Entwicklung und Optimierung wurden detaillierte Geräushtests vorgenommen. Eine Geräuscherhöhung war nur in einem geringen Ausmaß der Fall, da sich das Geräusch nur in den für den allgemeinen Geräuschpegel eher unwichtigen unteren Frequenzen erhöhte und bei den kritischen Frequenzen wie z. B. 630Hz bzw. 4000Hz kaum Veränderungen wahr genommen werden konnten. Dies führte zu einer positiven internen Entscheidung für die Umsetzung dieser Entwicklung.



Detaillierte Geräushtests (rot: altes Design/Konzept; blau: neues EEKK-Konzept)

2.5 Geräuschverhalten

Im Bereich Motor beim Einsatz von Kupfer als Drahtwerkstoff ist es gelungen, durch Optimierung der Füllgrade in den unterschiedlichen Nuten das Geräuschverhalten dahingehend zu optimieren, dass das Geräuschniveau der in vielen Bereichen modifizierten Kompressoren auf dem Level „normaler“ Kompressoren liegt. Die kann als sehr positiv erachtet werden, da dies parallel zu einer Gesamtperformancesteigerung von 13 % erreicht wurde, zumal das Geräuschverhalten generell mit der Steigerung der Performance einhergeht, d.h. ansteigt. Diese Optimierung der Füllgrade konnte in ersten Pilotlosen bzw. Prototypentests erfolgreich gezeigt werden. Der Produktionsprozess konnte im Hinblick auf die Serienfertigung entsprechend adaptiert werden und somit wurde auch diese Entwicklung für die Serie freigegeben.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Projekt konnte für die drei inhaltlichen Bereiche kinematische Komponenten, Gaslinie und Motor und den neu entwickelten Teilen gezeigt werden, dass die Komponenten einzeln und im Zusammenspiel als Prototypen, aber auch unter Serienbedingungen funktionieren. Dazu wurden verschiedene Kombinationen und Varianten von Komponenten (neu/alt) in Kreuzversuchen getestet, auch um die Auswirkungen der Entwicklungen auf die Energieeffizienz isoliert betrachten zu können. Durch diese Versuche konnten diejenigen Entwicklungen/Verbesserungen identifiziert werden, die am meisten zu den anfangs gesetzten Zielen beitragen und somit in die weiteren Überlegungen und dann im Endeffekt in die Serienproduktion übernommen werden sollen. Die anfangs festgelegten Ziele waren:

1. Energieeffizienzsteigerung um 12%
2. Substitution des klimaschädlichen Kältemittels R134a durch das umweltfreundliche Kältemittel R600a
3. Senkung der Geräuschemission
4. Ressourcen- und kostenschonender Materialeinsatz

In der Folge werden die jeweiligen Ergebnisse der vier Zielkategorien dargestellt:

1. Durch die vielfältigen Maßnahmen und Entwicklungen konnte als Projektergebnis sogar eine Steigerung der Energieeffizienz um 13 % erreicht werden. Dieses sehr positive Ergebnis ergibt sich aus dem Zusammenspiel vieler verschiedener Verbesserungen und wird in untenstehender Tabelle übersichtlich aufgliedert:

Modifikation	Performance Steigerung
Kolben	2,0%
Pleuel	1,5%
Öl	1,1%
Saugschalldämpfer	0,6%
Reduktion Schadraum	0,8%
Motor & Elektronik	7,0%
Gesamt	13,0%

Tabelle 1: *Performancesteigerung/Energieeffizienzsteigerung in Kategorien*

Durch die erreichte Verbesserung konnte auch die elektrische Stromaufnahme um rund 12 - 14 % gesenkt werden, was einer Stromverbrauchsreduktion von rund 35 kWh pro Kompressor und Jahr gleichzusetzen ist. Bei einer Jahresproduktion von 2,1 Mio. Stück und einer damit verbundenen Reduktion um 73.500 MWh entspricht die jährliche Einsparung an elektrischem Strom hier einer Senkung der CO₂-Emission von rund 44.000 t. Weltweit gibt es noch 4 weitere Produktionslinien für die gegenständliche Produktplattform mit einer jährlichen Gesamtproduktionskapazität von rund 10 Mio. Stück, auf welche die Entwicklung mit sehr geringem Aufwand

übertragen werden könnte, wodurch weitere 300 – 400 kt an CO₂-Emission eingespart werden könnten.

2. Alle beschriebenen Entwicklungen wurden auf Basis der Substitution des klimaschädlichen Kältemittels R134a durch das klimafreundliche Kältemittel R600a durchgeführt, d.h. das dieses konkrete Ziel in allen Entwicklungsschritten berücksichtigt und somit auch erfüllt wurde. Die Energieeffizienzsteigerung um 13 % konnte demnach bereits mit dem klimafreundlichen Kältemittel R600a erreicht werden.
3. In Betrachtung des Ziels der Senkung der Geräuschemission kann abschließend gesagt werden, dass durch die durchgeführte Optimierung in den Bereichen Motor (Optimierung Füllgrade) und Gehäusedeckel (Materialeinsparung) trotz der Gesamtperformancesteigerung von 13 % die Geräuschemissionen annähernd konstant geblieben ist.
4. Bei den vielen durchgeführten Veränderungen und Modifikationen war immer auch die Erreichung einer möglichst ressourcenschonenden Lösung ein zentraler Fokus. So konnten durch verschiedene Maßnahmen (z. B. Verringerung der Stärke des Gehäusedeckels, Entwicklungen im Bereich der kinematischen Komponenten (Verringerung der Reibungsverluste, Senkung der benötigten Motorleistung, Minderverbrauch an Kupferdraht)) Materialeinsparungen und Kostensenkungen in Summe von rund € 0,40 pro Kompressor erzielt werden.

Die Abbildung unten zeigt den verbesserten, neu entwickelten Kompressor (Vorserie), der anschließend in einem weiteren Schritt bei ACC Austria GmbH in Serie gehen wird, gegenüber dem Vorläufermodell eine Energieeffizienzsteigerung von 13 % aufweist und mit dem umwelt- und klimafreundlichen Kältegas R600a betrieben wird (siehe auch Aufkleber R600a auf dem Kompressor).



Abbildung 8: Fertig entwickelter Kompressor (exkl. E-Starter)

4 Ausblick und Empfehlungen

Durch die Beschäftigung des Projektteams im Rahmen des Projektes kam es in der ACC Austria GmbH zu einem umfassenden und nachhaltigen Wissensaufbau. Der erfolgreiche Abschluss des gegenständlichen Projektes war ein weiterer, wesentlicher Schritt zur Festigung des F&E-Headquarter-Standorts in Fürstenfeld und ermöglicht, die Verantwortungen im Konzern im Bereich F&E weiter auszubauen. Darüber hinaus können durch eine markante Verlängerung des Produktlebenszyklus des betrachteten Kompressors rund 300 qualifizierte Arbeitsplätze am österreichischen Standort für einen entsprechenden Zeitraum gesichert werden.

Die erzielten Projektergebnisse sind in Zukunft vor allem für zwei Zielgruppen relevant: Kühlschrankhersteller und Haushalte.

Kühlschrankhersteller

Die neu erzielte Energieeffizienz des Kompressors, die großen Einfluss auf den Energieverbrauch des Kühlschranks hat, kann seitens der Kühlschrankhersteller direkt an den Endkunden weitergegeben werden. Somit erhalten die Produzenten von Kühlschränken ein wesentliches Instrument, um den steigenden Anforderung der normativen Regelungen (EU-Richtlinien, etc.) betreffend Energie Labelling gerecht werden zu können.

Die aktuell gültige Klassifizierung von Kühlgeräten wird in naher Zukunft durch eine neue in der Effizienz nach oben offene Klassifizierung ersetzt werden. In folgender Grafik ist die Entscheidung der CECED für das neue Energieklassenlabelling vom 30.03.2009 abgebildet.

Today	1.1.2011 Obligation	1.1.2011 allowed, so far top class is achieved		1.1.2012 Obligation	2014			
		Class	Count		Class	Count		
A++ 30	A-40% 33	A-60%	22	A	55	A-80%	11	-50%
A+ 42	A-20% 44	A-40%	33	A	55	A-60%	22	-33%
A 55	A 55	A-20%	44*	A	55	A-40%	33	-25%
B 75	B 75	A	44*	A	55	A-20%	44*	-24%
C 90	C 95	B	75	B	75	A	55	phase-out 1.7.2012
D 100	D 110	C	95	C	95	B	75	phase-out 1.7.2010
E 110	E 125	D	110	D	110	C	95	
F 125	F 150	E	125	E	125	D	110	
G >125	G >150	F	150	F	150	E	125	
		G	>150	G	>150	F	150	
						G	>150	

Abbildung 9: Energy Label Committee Decision from 09/30/03

Einige Premiumhersteller (z. B. Liebherr, Bosch) wollen bereits Mitte 2010 mit der Umstellung auf das neue Labelling, welches grundsätzlich erst ab 01.01.2011 verpflichtend gilt, beginnen. Aus diesem Grund und der Tatsache, dass bis 2014 die Effizienz der High-end Produkte auf A-80% gesteigert werden soll, was in der Branche als große

Herausforderung gesehen wird, streben diese Unternehmen strategische Partnerschaften mit Kompressorenherstellern an.

Haushalte

Ein energieeffizienter Kompressor stellt ein starkes Einsparungspotenzial für jeden Haushalt dar und bildet somit ein starkes Verkaufsargument für die Kunden der ACC im direkten Wettbewerb mit seinen Kunden (siehe auch Abbildung unten). Eine noch stärkere Bedeutung erhält dieses Argument in Zusammenhang mit der immer stärker werdenden Diskussion um den Energieverbrauch von Haushaltsgeräten bzw. dem immer größer werdenden Bewusstsein in Bezug auf Energieverbrauch und Energiekosten.

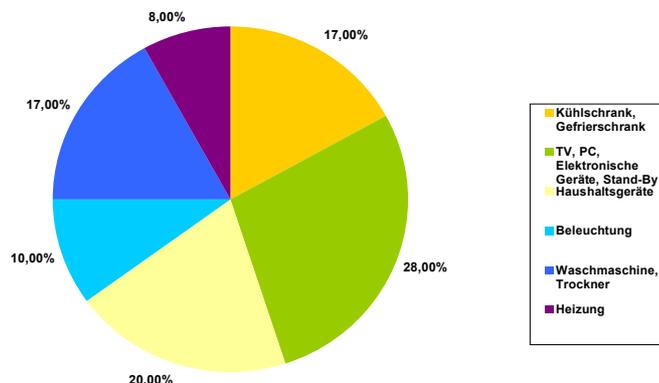


Abbildung 10: Energieverbrauch eines Privathaushalts 2006 (OÖ Energiesparverband)

Die ACC Austria GmbH konnte sich bereits in der Vergangenheit durch die Fokussierung auf Innovation differenzieren, damit Wettbewerbsvorteile erzielen, einen in Bezug auf Westeuropa gegenläufigen Trend einleiten und so nicht nur seine Produktionsmengen halten, sondern sogar ausbauen. Die F&E Kompetenz des Antragstellers (Grundlagen → Idee → Konzeption → Umsetzung) unterstreicht die Innovationsfähigkeit des Unternehmens und hat im Rahmen dieses Projektes eine weitere Vertiefung erfahren.

Als F&E-Headquarter eines internationalen Konzerns verfügt das Unternehmen über eine übergeordnete F&E-Strategie, mit der sicher gestellt werden soll, dass der österreichische Standort sowohl in technologischer Hinsicht als auch kostenseitig die Marktführerschaft festigt und ausbaut. Es sollen in den kommenden Jahren spezifische Grundlagenentwicklungen mit Partnern, die Erarbeitung neuer Technologiethemen bzw. -plattformen, die Lancierung von neuen Produktgenerationen bzw. -plattformen am Markt, sowie vor allem Produktverbesserungen erfolgen. Die ACC Austria GmbH ist in ihrer gesamten F&E-Tätigkeit in ein interdisziplinäres Netzwerk von universitären und außeruniversitären Partnern eingebunden und kann ihr spezifisches Fachwissen durch gezielten Wissens- und Technologietransfer im Rahmen von Kooperationsprojekten ergänzen und erweitern.

Abgeleitet aus vorherrschenden Marktveränderungen ergeben sich für die Entwicklung von Kompressoren folgende strategische Stoßrichtungen, Forschungsgebiete und Herausforderungen:

- Thermodynamische bzw. gasdynamische Optimierungen
- Einsatz neuer Materialien / Komponenten
- Verbesserung der elektrischen Komponenten/Prozesse
- Optimierung der Fertigungstechnik/Komponenten
- Interface zum Kunden

Ausgehend von Technologie- und Markttreibern plant die ACC Austria GmbH als F&E-Headquarter für Household Compressors des ACC Konzerns in den kommenden Jahren F&E-Tätigkeiten rund um das Produkt Kompressor in folgenden Schwerpunktbereichen:

- Spezifische Grundlagenentwicklungen (auch mit Partnern)
- Erarbeitung neuer Technologiethemata bzw. -plattformen
- Lancierung von neuen Produktgenerationen bzw. -plattformen am Markt
- Laufende Verbesserungsinnovationen an den Produkten, Übertragung technologischer Erkenntnisse von einem Modell auf andere Modelle, Kundenentwicklungen
- Entwicklung neuer Fertigungsprozesse

Im Rahmen der F&E-Strategie stellte das gegenständliche Projekt ein wichtiges Schlüsselprojekt für die nächsten Jahre dar, da mit den erreichten Ergebnissen ein Produkt für einige weitere Jahre konkurrenzfähig bleibt und Produktionsauslastung am Standort sichert. Des Weiteren war es auch durch die Betrachtung und Verbindung von mehreren Forschungsgebieten und Stoßrichtungen ein sehr wichtiges Projekt für die ACC Austria GmbH.

IMPRESSUM

Verfasser

ACC Austria GmbH

Arnold Rengo

Jahnstraße 30, 8280 Fürstenfeld

Tel: +43 3382 5010-0

Fax: +43 3382 5010-322

E-Mail: acc-austria@accomp.at

Web: www.acc-austria.at

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22

1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH