VDI-Innovationspreis
Wertanalyse 2012
1. Platz

QFD als integraler Bestandteil der Wertanalyse

Ein gemeinsames Projekt mit

ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG

Herrmann-Papst-Straße 1
D-78112 St. Georgen

und

Sigel Managementmethoden GmbH

Jesinger Str. 65
D-73230 Kirchheim/Teck
Tel. 07021/42054
Fax 07021/71884
office@sigel-management.de
http://www.sigel-management.de

QFD als integraler Bestandteil der Wertanalyse – Die Kombination der Methoden als Hilfsmittel zur Aufwandsminimierung der WA und Erfolgsfaktor bei der Entwicklung neuer Lüfterbaureihen bei ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG.

Michael Weißer, ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG

Kurzfassung

Mit Hilfe der Wertanalyse Methode ist es uns gelungen, ein Produkt zu entwickeln, dass den Erwartungen unserer Kunden, hinsichtlich Preis und Leistung, entspricht.

Es galt das Prinzip, so gut nötig. Das Prinzip wurde ebenfalls bei der Methodik angewandt. Aus diesem Grund wurde das Vorgehen mit der Darstellung über die neue QFD Matrix erarbeitet und angewandt.

Diese Vorgehensweise hat sich mittlerweile voll bei ebm-papst St. Georgen etabliert und ist fest im Produktentstehungsprozess verankert.

An dieser Stelle nochmals Dank an Herrn Erich Sigel für die schnelle und pragmatische Unterstützung.

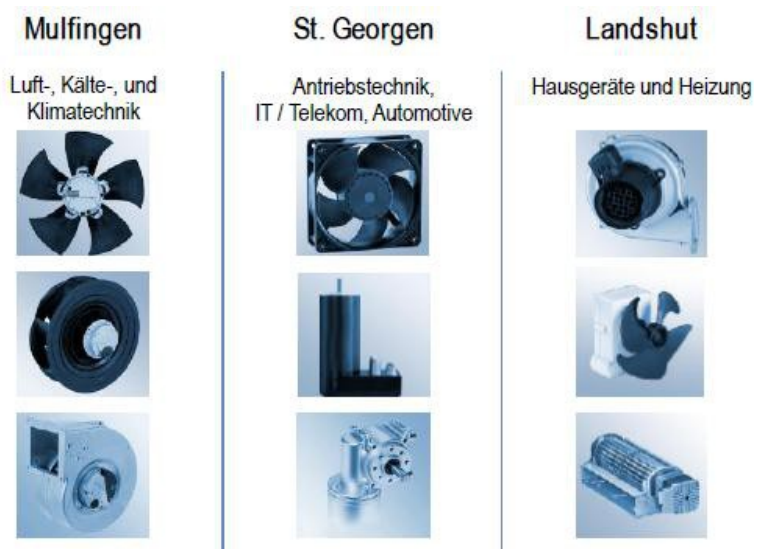
Inhaltsverzeichnis

1. Firmeninfo
2. Einführung
3. Vorbereitung des Pr
4. Aufgabenstellung
5. Planung
6. Umfassende Daten sammeln

kostenanalyse/Detailziele
ung + Bewertung
ng ganzheitlicher Ideen
ion des Vorschläge
11. Realisierung
12. Literaturverzeichnis

1. Firmeninfo

ebm-papst St. Georgen GmbH und Co. KG ist ein mittelständisches Unternehmen mit Firmensitz in St. Georgen im Schwarzwald. ebm-papst St. Georgen (epS) wurde 1942 als Papst-Motoren GmbH & Co. KG durch Hermann Papst gegründet. Seit 1992 gehört ebm-papst St. Georgen der ebm-papst Gruppe an.



Das Produktprogramm von epS umfasst:

- AC und DC Gerätelüfter
- Intelligente Lüftungs- und Kühlsysteme
- Antriebssysteme mit mechanisch und elektronisch kommulierten Elektromotoren
- Automotive Kühlungs- und Antriebssysteme

Mit den Hauptabsatzmärkten:

- Telekom- und Computerindustrie
- Klima-, Medizin- u. Hausgerätetechnik
- Maschinen-, Textil- u. Pumpenindustrie
- Automobilindustrie

Die ebm-papst Gruppe beschäftigt ca. 11.000 Mitarbeiter an weltweit 17 Standorten und erwirtschaftete im GJ 10/11 einen Umsatz von rd. 1,3 Mrd. Euro.
Bei ebm-papst St. Georgen sind an 6 Standorten (2 in Deutschland, 3 in Ungarn und einem in China) ca. 3.500 Mitarbeiter beschäftigt, die im GJ 10/11 einen Umsatz von 295 Mio. Euro erwirtschafteten, der Exportanteil liegt bei ca. 50%.

2. Einführung

Bei Schlagworten wie Energieeffizienz, leisen, leistungsstarken und robusten Lüftern mit hoher Lebensdauer aber auch mit einem etwas höheren Preisgefüge, wird in Fachkreisen grundsätzlich der Name „Papst- Lüfter“ also Lüfter von ebm-papst St. Georgen genannt. Dies hat jedoch dazu geführt, dass epS vorwiegend in Applikationen vertreten ist, bei denen sehr

hohe Anforderungen an die Lüfter gestellt werden und auch zur Folge, dass auf Grund der Kostenstruktur der Eintritt in die sogenannten Massenmärkte sehr häufig verwehrt blieb.

Als letzter verbliebener europäischer Hersteller von Kompaktlüftern musste epS dieser Situation Rechnung tragen und die 2. Generation der leistungsstärksten S-Force Lüfter in den entsprechenden Segmenten, hinsichtlich Kosten und Technik optimieren. Da die Methode Wertanalyse seit Jahren im Hause epS als anerkanntes Instrument eingeführt ist, war es eine Selbstverständlichkeit, bei dieser neuen Herausforderung diese anzuwenden.

Die 1. Generation von Lüftern ist hinsichtlich Luftleistung und Druckstabilität kaum zu überbieten. Jedoch wird diese Kombination in ihrer vorliegenden Form vom Markt nahezu nicht gefordert, da diese hohe Leistung nur mit einer entsprechenden Geräuschentwicklung einhergeht. Durch kundenseitige Optimierung hinsichtlich Arbeitspunkt der Endgeräte konnten nun Lüfter eingesetzt werden, die wesentlich weniger druckstabil sind aber auch akustische Vorteile bieten gegenüber den Kraftpaketen von ebm-papst.

Auf diese Situation wird sich epS nun einstellen und mit der 2. Generation ein weiteres Zeichen aus dem Schwarzwald setzten.

Um den Status quo der Mitbewerber und die Kundenanforderungen (VOC: Voice of Customer) in der Weiterentwicklung gezielt berücksichtigen zu können, kam vom Geschäftsbereichsleiter der industriellen Lufttechnik, Herrn Csermak der Vorschlag, die QFD als mögliches Werkzeug heranzuziehen.

Hierzu unter Punkt 6. Grundschritt 3 später mehr

3. **Vorbereitung des Projektes** (Grundschritt 0)

Durch den ständig wachsenden Wettbewerb- und Kostendruck im Segment industrielle Lufttechnik sahen wir folgende Problemschwerpunkte als gegeben:

- die bisherigen Kostenstruktur muss kontinuierlich optimiert werden,
- auf die geänderte Aufbauten der Kundengeräte ist die 2 Generation der S- Force Lüfter anzupassen,
- die Breite an Varianz, die in den bisherigen Entwicklungen vorgesehen wurden, darf zu keiner Verteuerung der Grundvariante führen.

4. **Projektdefinition** (Grundschritt 1)

Abgeleitet von diesen Fakten und weiteren Anforderungen wurde in der Projektdefinition folgende Aufgabenstellung definiert:

- Reduzierung des Herstellkostenvolumens um mind. 25%,
- Erhöhung des Marktanteils in unseren Lüfter - Kernmärkten auf 15%,
- Synergieeffekte für weitere Baureihenentwicklungen,
- Schaffung eines „lebenden“ Dokuments als Grundlage für die Entwicklung der nachfolgenden Lüftergenerationen.

5. **2 Planung** (Grundschritt 2)

Die Planung des Projektes wurde zwischen dem Leiter des betreffenden Geschäftsfeldes, des Projektleiters und dem internen Wertanalyse - Koordinators durchgeführt. Folgende Eckpunkte wurden vorgesehen

- Interdisziplinäres Team bestehende aus (Projektteam (PL, PIE, Konstruktion, Elektronik, Software, QW, Fertigung, Vertrieb) + Spezialisten aus den Bereichen aerodynamische Auslegung, Motorenentwicklung.
- Aufwand bis Präsentation des Konzeptes ca. 400h
- Aufwand ab Präsentation ca. 3 Mio. Euro für die kpl. Anlagen, Werkzeuge, Entwicklungsaufwand und Validierung.

6. **Umfassende Daten sammeln** (Grundschritt 3)

Marktkenntnisse bzgl. Kundenforderungen sind seitens epS sehr gut vorhanden und somit wurde die QFD in ihrer ursprünglichen Form als zu aufwendig angesehen. Da die Darstellung der QFD- Matrix hinsichtlich Kundenforderungen, Stand der Mitbewerber und Erfüllungsgrad der eigenen Produkte jedoch einige Vorteile bietet, war die Idee, die traditionelle QFD-Matrix umzubauen, mit der Funktions- und Funktionskostenanalyse zu ergänzen und für unsere Darstellung alles „unnötige“ wegzulassen.

Verschiedene Gespräche mit QFD - Schulungsanbietern haben die Möglichkeit auf Optimierung gezeigt und schließlich konnten wir dann Herrn Erich Sigel von Sigel Management für die Anpassung und Optimierung unseres Vorhabens gewinnen. Unsere Idee und sein Know-how waren der Grundstein für die jetzige QFD - Matrix.

Der Wertanalyse Arbeitsplan nach EN 12 973 wurde in der existierenden Form belassen, es wurden nur die methodischen Instrumente, die in den einzelnen Grundschritten ihre Anwendung finden, in geeigneter Form miteinander kombiniert und somit der zeitliche Aufwand für die Wertanalyse, aus Sicht von epS, etwas reduziert.
Um die QFD - Matrix nun mit Informationen zu füllen, mussten zunächst Daten aus den folgenden Bereichen gesammelt und bewertet werden:

- Marktanalyse technisch intern/extern (Stärken- / Schwächenanalyse)
- Marktanalyse kommerziell: HK Situation eigenes Produkt und Mitbewerber
- Unterschiede technisch / kommerziell zu Mitbewerbern
- Marktanalyse technisch intern/extern (Stärken- / Schwächenanalyse)

- **Marktanalyse technisch intern/extern (Stärken- / Schwächenanalyse)**

Zunächst befassten wir uns mit der Analyse der Stärken von Wettbewerbsprodukten und darüber hinaus mit „älteren“ aber auch erfolgreichen Produkten aus dem Hause epS.

Stärkenanalyse

Projekt:	3212 2. Generation			Firma:	32J alt (9293510304)										Datum: 04.02.2011
1 => große Stärke ..... 6 => keine Stärke				Bewertung											
Suchfeld	Probl. kreis	Nr.	Beschreibung	1	2	3	4	5	6	-	Ø	Aufg.	Prämisse	Bemerkung	
		1	Welle- Nabe Verbindung	3	4	1					1,8				
		2	Lagersystem Schiebesitz	1	2	5					2,5				
		3	Kunststofflagerrohr	4	3	1					1,6				
		4	Zylindrische /nicht abgesetzte Welle	6	2						1,3				
		5	einfache Elektronik	3	4	1					1,8				
			< = 2												
			> 2												

Darauf folgend analysierten wir den zu optimierenden Lüfter hinsichtlich Schwachstellen.

Schwachstellenanalyse

Projekt:	3212JX 2. Generation			Firma: 3212JH4											Datum: 30.08.2011
6 => große Schwachstelle ..... 1 => keine Schwachstelle				Bewertung											
Suchfeld	Probl. kreis	Nr.	Beschreibung	6	5	4	3	2	1	-	Ø	Aufg.	Prämisse	Bemerkung	
		1	Motorenkonzept / Auslegung												
		1.1	Aerodynamisches Design: "Druckstelf"	1	1	3	3				4,0				
		1.2	Teures Motorenkonzept		5	1	2				4,4			Baugröße	
		1.3	Auslegung für kleinere Drehzahlen ungeeignet	4	4						5,5			unterfurig, laut	
		1.4	Kühlfächer für Durchströmung/Entwärmung notwendig (teuer und Geräusch)			1	2	5			2,5				
		1.5	Lüfter hält zu viele Möglichkeiten (Spannungsvarianten, Intelligenz) vor	1		3	4				3,8				
		1.6	Zu hohe Drehzahl für Betriebspunkt notwendig => Geräusch Körperschall/ Luftschall		5	3					4,6			hohe Drehzahl notwendig	
		1.7													
		2	Konstruktive Auslegung												
		2.1	Enge Toleranzen (Lagerrohr, Gehäuse)	2	2	4					4,6			Konzept	
		2.2	Enge Toleranzen (Welle)	2	3	3					4,9			Konzept	
		2.3	Komplexes Werkzeug (Lüftergehäuse)	1		3	3	1			3,8				
		2.4	Lagerrohr Geometrie/ Toleranzen											siehe 2.1	
		2.5	Wuchtbaschen notwenig (Werkzeug teurer, weniger Luftdurchsatz)	1		4	1	1	1		3,5				
		2.6	Rotor für Umweltbenarte vorgesehen, realiche Bauteile nicht.	1		2	4	1			3,5				
		2.7	Standard Kunststoffmaterial (ggf. günstigere Varianten)			5	3				3,8				
		2.8	Zugentlastung aufwendig (extra Teil)	1	1	1	2	3			3,4				
		4.4	keine serifl.An-/Auslauf enthalten (Geräusch)	1		1			8		2,0				
		5	Verbindungstechnik												
		5.1	Welle-Nabe-Verbindung	4	3	1					5,4			teuer	
		5.2	Abgesetzte Welle	3	4	1					5,3			teuer	
			< = 2												
			> 2 bis 4												
			> 4,1												

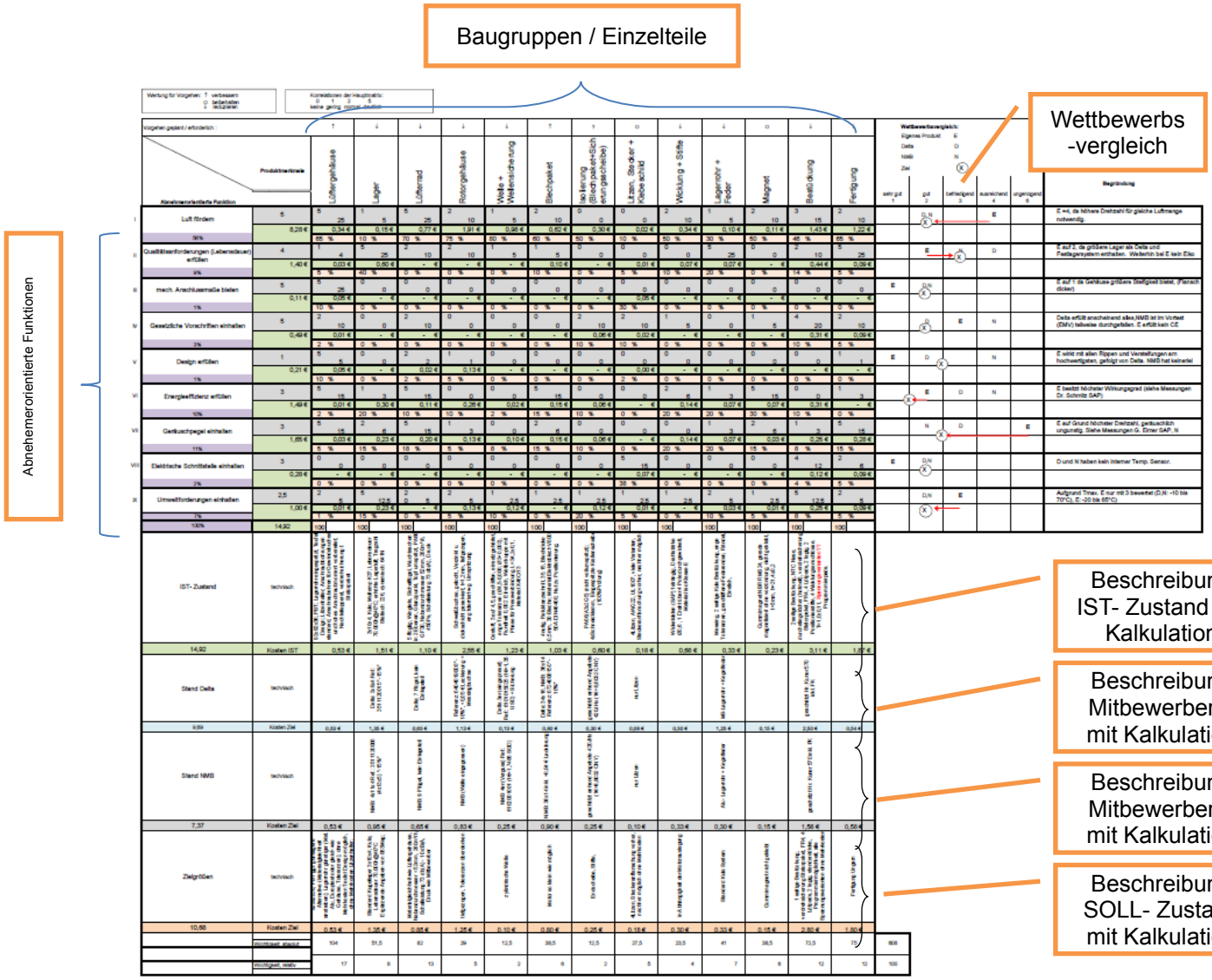
- **Marktanalyse kommerziell HK Situation eigenes Produkt und Mitbewerber**

Weiterhin wurden die Mitbewerber aber auch die eigenen Produkte auf die unter Grundschritt 1 festgelegte Zielstückzahl kalkuliert.

Auf Basis der unter diesem Grundschritt gesammelten Daten, konnte die QFD- Matrix gefüllt und somit zum Leben erweckt werden.

7. **Funktionskostenanalyse / Detailziele** (Grundschritt 4)

Darstellung der Ergebnisse aus Grundschritt 3 und 4 in der neu kreierten „QFD- Matrix“



Nach Auswertung der Matrix haben sich zum einen, aus dem Wettbewerbsvergleich, zum anderen aus der Funktionskostenanalyse, dieselben Handlungsfelder ergeben.

8. **Ideenfindung + Bewertung** (Grundschritt 5 und 6)

Nachdem durch die Grundschritte 3 und 4 die Handlungsfelder identifiziert worden sind, ging es in die Kreativphase.
Mittels Brainstorming und –writing sind wir nun unseren verborgenen Ideen und Gedanken zu Leibe gerückt. Die entstandenen Ideen mussten dann zunächst gruppiert und einer Grob- und Feinbewertung nach folgenden Kriterien unterzogen werden:

GROBBEWERTUNG

0 = nicht realisierbar ✞

1 = realisierbar mit wesentlichen Änderungen

2 = realisierbar mit geringfügigen Änderungen

FEINBEWERTUNG:

KOSTENSENKUNGSPOTENTIAL „K“:

- teurer > xx Euro K = 0 ✞
- gleich/ geringfügig teurer K = 1
- hohes K = 5
- sehr hohes K = 10

RISIKO „R“:

- nicht tragbar R = 0 ✞
- hohes Risiko R = 1
- kleines Risiko R = 5
- kein Risiko R = 10

Ideen- und Bewertungsliste

Bezeichnung	Aufgabe Nr.	Firma: Datum Projekt: 32xx, S-Force 2. Generation Nutzfeld E. Geräusch einleiten	grob	Prio Faktor Kosten	Prio Faktor Risiko	Prio Faktor Zeit	Summe Punkte	Verantwortlicher	Umsetzungsdatum	erledigt am	Bemerkung	Alternative Bezeichnung (z.B. KRL, neuer Prozess, neuer Lieferant, Ideenkorb)
				ct	ct	ct						
E / 1	1	Drehzahl reduzieren durch Optimierung der Aerodynamischen Auslegung	1	9,3	10,0		19,3	STOCD	16.12.2011		siehe IV.4	
E / 2	2	Elektrische Ansteuerung optimieren	KRL				0,0				siehe V.2	
E / 3	3	Softstart einsetzen => An-/Auslauf Geräusche reduzieren	2	1,0	9,0		10,0	STOMAU	08.11.2011			
E / 4	4	Optimierung der Kommutierungsgeräusche => Software anpassen	2	1,0	8,3		9,3					
E / 5	5	Optimierung Nachheizapparat	2				0,0				siehe I.8	
E / 6	6	Stirnqualität vermeiden (NTC-Nase, Löcher in Rotor)	1	2,7	8,4		11,4	STOCD	16.12.2011			
E / 7	7	Wuchtsitz optimieren (Anpassung an Maschinenbearbeitung)	2	3,7	7,1		10,8	STOAN	08.11.2011			
E / 8	8	nicht wuchten	3	8,3	3,1		11,4	STOAN	16.12.2011		Gesamtbetrachtung mit Versuch (siehe II.7)	
E / 9	9	Schräge Magnetisierung vorsehen	1	0,0	8,3		8,3					
E / 10	10	Sensitiv gegenüber Stromspitzen	2				0,0					
E / 11	11	Vollautomatisierte Fertigung => Vorbeugung Kugellagerschaden	1	5,0	8,0		13,0	STOKD	16.12.2011			
E / 12	12	Rastdrehmoment reduzieren	1	1,0	5,4		6,4					
E / 13	13	3-phasen Motor	1	0,6	7,7		8,3					
E / 14	14	Störende Resonanzen reduzieren	1	1,0	7,0		8,0					
E / 15	15	Optimierung der Ansteuerung (Frequenzumrichter) => Kosten	2				0,0					
E / 16	16	Lagerrohr angespritzt kein Messing	1	9,4	7,9		17,3	STOAN	16.12.2011		Auch Alu möglich	
E / 17	17	Lüfter auf magnetische Mitte konstruieren	1	0,7	7,1		7,8					
							0,0					
							0,0					
		wert0					0,0					
		wert5-10					0,0					
		wt1					0,0					
							0,0					
		KRL					0,0					
							0,0					

Mit dieser Vorgehensweise wurden insgesamt:

- 65 Ideen,
- 26 Prio 1 Ideen,
- 15 Prio 2 Ideen,
- 13 KRL's (Konstruktionsrichtlinien) und
- 11 Ideen, die im ersten Moment nicht zur Lösung des Problem beigetragen haben, erarbeitet

9. **Entwicklung ganzheitlicher Vorschläge** (Grundschritt 7)

Auf Grund der Qualität und Aussagekraft der Vorschläge wurde in diesem Projekt auf eine nachgeschaltete 2. Kreativphase z.B. mit einem morphologischen Kasten, verzichtet.
Es wurden u.a. 2 Schwerpunkte herausgearbeitet.

- **Änderungen der Verbindungstechnik (Welle zu Rotorgehäuse)**
  - Welle in Kunststoff. Beim Spritzvorgang des Lüfterrades wird die Welle direkt ins Werkzeug eingelegt und umspritzt.
  - Welle mit „Zamak“ umgossen

Diese zur Diskussion stehenden Verbindungstechniken sind im Hause ebm-papst bereits Standard, haben aber technische Grenzen, die u. a in Form einer max. zulässigen Drehzahl definiert sind.

Zur Erinnerung, im Punkt 2. Einführung des Berichtes wurde von der Druckstabilität der 1. Generation der S-Force Baureihe gesprochen. Dieser Druckstabilität erreicht man durch eine entsprechende Drehzahl, die es technisch notwendig machte, die jetzige Verbindung Welle zu Rotorgehäuse mittels Schweißbuchse zu verwenden. Durch die Ergebnisse, die die QFD-Matrix bietet, konnte wir nun die Auslegung des Lüfters so gestalten, dass die günstigere und auch technisch ausreichende Verbindungstechnik wieder zum Einsatz kam.

- **Optimierung des Wuchtprozesses**
  - Unwucht Ausgleich mit alternative Wuchtprozessen z.B. Abtragen von Material
  - Nicht Wuchten, wenn dies die Kundenapplikation zulässt.

<u>Vorteile Wuchttaschen:</u>

- Automatisiertes Wuchtkonzept,
- Kostengünstiges Wuchtkonzept

<u>Vorteile keine Wuchttaschen:</u>

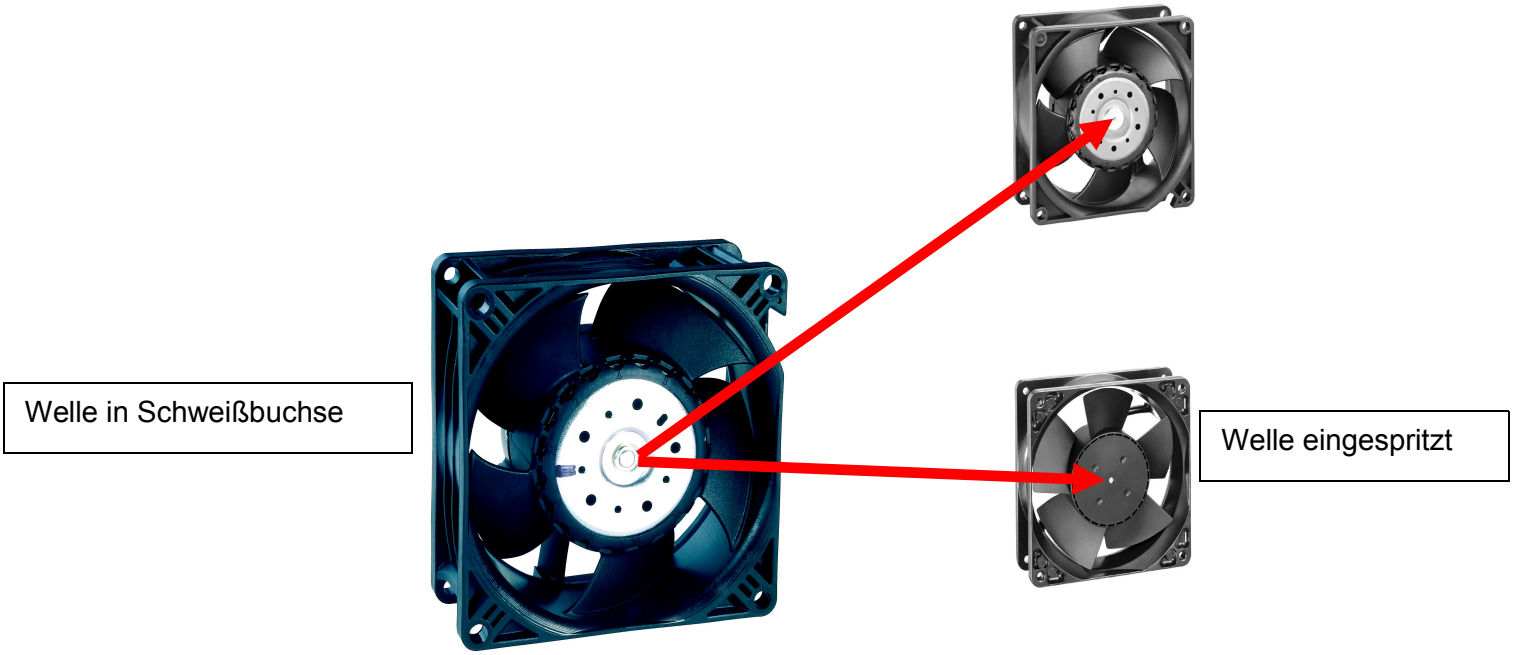
- einfacheres/kostengünstigeres Spritzgusswerkzeug zur Lüfterrad Herstellung,
- Vorteile in gewissen Frequenzen bzgl. Geräuschentwicklung,

- geringere Leistungsaufnahme durch kleineren Nabendurchmesser

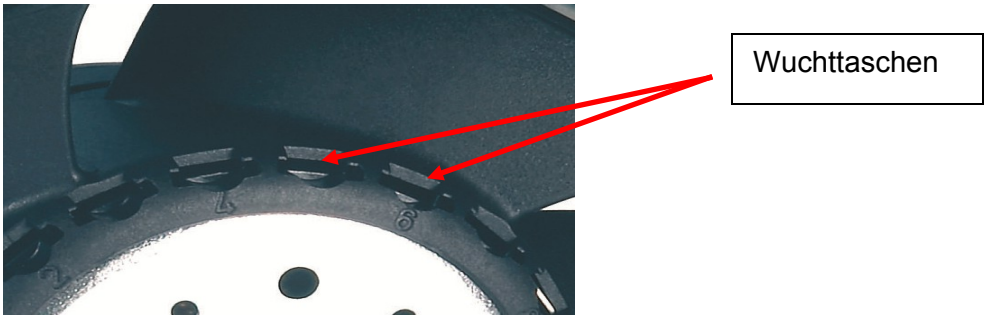
10. **Präsentation der Vorschläge** (Grundschritt 8)

Aus der Vielzahl von Ideen und Lösungsansätzen sind nachfolgend 2 exemplarisch aufgezeigt, die zu einem erheblichen Teil zum Gesamterfolg beigetragen haben.

Änderung der Verbindungstechnik



Verzicht auf Wuchttaschen



11. **Realisierung** (Grundschritt 9)

Für das Wertanalyseprojekt sind nunmehr die Machbarkeit mit Bestandteil der Wertanalyse und die Designphase 1 abgeschlossen, sodass wir uns in mitten der Designphase 2 befinden. Alle produkt- und prozesstechnischen Punkte sind bereits mit Angeboten und Kalkulationen belegt, sodass wir vom heutigen Tag an von einem Erfolg auf ganzer Linie sprechen können.

Weiterhin konnte der PL Herr Rath bei der Präsentation des Konzeptes, das mit Hilfe der „neuen“ WA Methode entstanden ist, Beifall unserer Geschäftsführung, Herrn Schallock ernten. Das war zwar nicht bei Projektbeginn als Ziel definiert, hilft aber ungemein bei der Ausbreitung der Methode im Hause ebm-papst St. Georgen.

12. **Literaturverzeichnis**

- Wertanalyse – das Tool im Value Management, ISBN 975-3-540-78516-2
- Wertanalyse Handbuch Sigel Managementmethoden GmbH März 2012
- QFD Vortrag vom 10.10.2011 von Prof. Dip.-Ing. (FH) Erich Sigel,
  Sigel Managementmethoden GmbH