

# Einleitung

## Situation Wirtschaft/Baubranche

Nach zahlreichen mageren Jahren in Deutschland übertraf der Konjunkturverlauf für Bauunternehmen im Jahr 2006, die positiven Voraussagen und Erwartungen deutlich. Das Bruttoinlandsprodukt stieg um 2,7% verglichen zum Vorjahr, und darüber hinaus konnte ein Anstieg der Beschäftigungsverhältnisse verzeichnet werden. Das Baugewerbe hat bei der Bruttowertschöpfung 2006 –das Bruttoinlandsprodukt ohne Gütersteuern oder Gütersubventionen- mit +4,6 % die zweithöchste Rate nach der Industrie die +5,5 % betrug. Also war die zuvor stark gebeutelte Baubranche, die in Deutschland den bedeutendsten Industriezweig und ca. 8% aller Arbeitsplätze schafft, eine entscheidende Triebkraft für den Aufwärtstrend. Der Zuwachs von Bauinvestitionen von 4,2% war überraschend hoch und nährt die Hoffnung auf ähnlich erfolgreiche Jahre in der Zukunft. In einem Branchen-Betriebsvergleich für Fassaden- und Fensterbauer, durchgeführt von dem Geschäftsführer des VFF<sup>1</sup> Herrn U. Tschorn, ergab sich bereits ein deutlicher Zuwachs an positiven Betriebsergebnissen von dem Jahr 2005 auf das Betriebsjahr 2006.

Spürbar war diese unerwartet gute Auftragslage beispielsweise bei den Systemherstellern von Aluminium Fassadenprofilen, die eine verstärkte Nachfrage zu bewältigen hatten, was sich teilweise in längeren Lieferzeiten niederschlug. Aluminium Strangpresswerke stellten sogar teilweise zusätzliche Schichten mit neuen Mitarbeitern zusammen, um der erhöhten Nachfrage produktionstechnisch gerecht zu werden.

In der Branche allgemein gilt es sich im Preiskampf hauptsächlich über Sparkurse, Lean Management und Steigerung der Produktivität gegenüber der Konkurrenz zu behaupten. Weiter sind die Reduzierung von Personalkosten, Rationalisierung und Optimierung und jede mögliche Kosteneinsparung auf allen erdenklichen betrieblichen Sektoren, wie z.B. über das Just in time Prinzip -um die Lagerhaltung

---

<sup>1</sup> VFF: Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e.V., Frankfurt

zu minimieren- unabdingbar und somit wesentliche Faktoren. Der bisher hohe technische Standard im Ingenieurbau muss sich mehr und mehr kaufmännischem Gedankengut unterordnen. Wenn Rendite das alleinige Ziel aller Bestrebungen bleiben sollte, ist das ein Grund warum bei kritischer Betrachtung kaum bedeutende technische Entwicklungen im Hochbau zu erwarten sind.

Zusätzlicher Druck auf die am Bau beteiligten entstand im vergangenen Jahr 2006 aus verschiedenen Faktoren: Rapider Preisanstieg für diverse Bauprodukte, stetig steigenden Erdölpreise, Wegfall der Eigenheimzulage ab 2007 und nicht zuletzt die Mehrwertsteuererhöhung, welche für 2007 angekündigt war. Die Entwicklung zeigt jedoch, dass die Anforderungen von der Baubranche erfolgreich angenommen wurden, und sich in gesteigertem Umsatz und neuer Beschäftigung niedergeschlagen haben. Es gilt diese erfreuliche Entwicklung auch für das Segment Fenster und Fassade, in den verschiedenen Varianten, Konstruktionen und Werkstoffen weiter voranzutreiben und zu fördern, indem man die inhärenten Merkmale der jeweiligen Ausführung und Werkstoffe betont, ausnutzt und richtig vermarktet. Innerhalb der Fenster- und Fassadenbaubetriebe spielt die Verarbeitung der Rahmenwerkstoffe, je nach Ausrichtung, Strukturierung und Größe des Betriebes, oft eine entscheidende Rolle. Bei den Metallbauern gibt es beispielsweise Betriebe, die traditionell einen relativ großen Teil Ihres Umsatzes mit der Verarbeitung von Stahl Profilen erzielen. Andere Unternehmen wiederum verarbeiten fast ausschließlich Aluminium und sind dabei nicht selten an ein Systemhaus eng gebunden.

Allgemein betrachtet ist die Erstellung der Fenster und Fassaden bei modernen Bauprojekten ein entscheidender Faktor und kann je nach Objekt und Funktion 25% der Gesamtkosten betragen. Die Fassade bestimmt nicht nur das Erscheinungsbild und bildet den Raumabschluss mit allen notwendigen technischen, bauphysikalischen, statischen und konstruktiven Anforderungen, sondern übernimmt zunehmend energietechnische Zusatzfunktionen für das Gebäude. Neben Wirtschaftlichkeit ist der Begriff „Nachhaltigkeit“ unlängst mehr als ein Schlagwort und gewinnt innerhalb der Gesellschaft mehr und mehr an Bedeutung, stellt er doch die Schnittmenge von Ökologie, Ökonomie und sozialen Aspekten dar. In Zeiten der CO<sub>2</sub> Reduzierung und der ganzheitlichen Betrachtung von Objekten, kommt der Planung von Fenstern und Fassaden eine immer wichtigere Rolle zu. Will man den Wert von Bauwerken -also auch Fenster und Fassaden als ein grundlegenden Teil

davon- richtig einordnen muss man sich den Fakt vor Augen halten, dass Menschen in Deutschland ca. 90% Ihres Lebens in Gebäuden verbringen. Gebäude zählen in Deutschland zu den langlebigsten und wichtigsten Wirtschaftsgütern. Für den Menschen selbst ist sein Leben und seine Gesundheit das höchste Gut, was die enge Verknüpfung der verschiedenen Aspekte –Bau und Mensch- wieder spiegelt. Ökologisch betrachtet ist die Baubranche nicht nur der größte Industriezweig hierzulande, sondern auch der größte Abfallproduzent. Die Forderung nach bewusstem Umgang mit Ressourcen und Schonung bzw. Schutz der Umwelt muss also schon in der Planungsphase neuer Projekte Rechnung getragen werden (siehe folgende Abbildung).

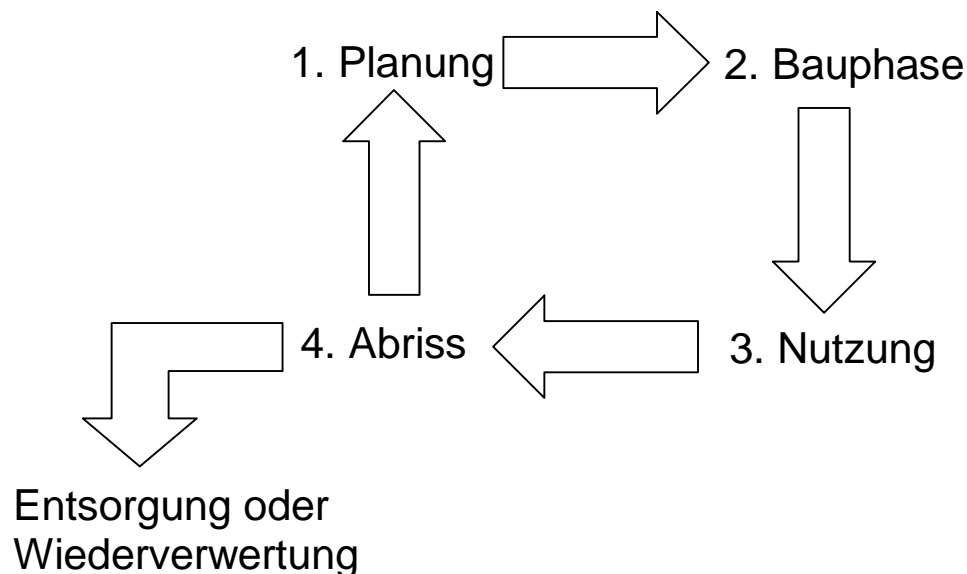


Abbildung: Lebenszyklus von Bauwerken

Diese Forderung hat nicht nur bei der Wahl der Bauprodukte ihre Gültigkeit. Vielmehr sollte schon die Herstellung der Produkte und der damit verbundene Energieverbrauch und die Umweltbelastung hinterfragt werden. Für diese Vielschichtigen Anforderungen stehen verschiedene Analysen, wie beispielsweise die Ökobilanz (LCA<sup>2</sup>), die Lebenszyklusanalyse (LCCA<sup>3</sup>) oder das Konzept der

---

<sup>2</sup>LCA: life cycle analysis

<sup>3</sup>LCCA: life cycle cost analysis

sozialen Verantwortung (CSR<sup>4</sup>) zur Verfügung. Ebenso sollte eine ständige Optimierung der Bauwerke durch Untersuchungen während der kompletten Lebensdauer stattfinden. Konstruktionen aus Glas und Stahl bieten unter den aufgeführten Gesichtspunkten vielfältige Lösungen an. Im Folgenden gilt es den momentanen Stand dazu zu erfragen, und bestenfalls neue Anregungen für die Zukunft zu geben, um den Aufschwung mit Stahl/Glas Konstruktionen weiter voranzutreiben.

## **Erklärung der Diplomarbeit mit Zielsetzung**

Ursprüngliches Ziel der Diplomarbeit war durch tiefgehende, detaillierte Befragung der Verarbeiter nachhaltig Aussagen über die Wertschöpfung, Rationalisierungs- und Differenzierungspotentiale zu Stahl/Glas Konstruktionen treffen zu können. Dies sollte durch eine Deckungsbeitragsrechnung jeweils für verschiedene Auftragssummen und unterschiedliche Glas-Stahl Konstruktionen durchgeführt werden. Hierfür wurden 4 Fragebögen in Form von Exceltabellen zu Fenster, zu Türen, zur klassischen Pfosten Riegel und zur Aufsatzkonstruktion entworfen. Ferner war ein Fragebogen mit allgemeinen Textfragen, ein Erklärungsschreiben für die Exceltabellen, sowie ein Anschreiben für die Metallbauer Bestandteil der Befragung. Exemplarisch für die entwickelten Exceltabellen, mit den hinterlegten Formeln für die Teilergebnisse und den letztendlichen Erfolg, ist im Folgenden die Version für klassische Pfosten-Riegel Konstruktionen abgebildet. Die kompletten Fragebögen befinden sich im Anhang am Ende der Diplomarbeit.

---

<sup>4</sup> CSR: corporate social responsibility

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	<b>Nr.: 01 - Pfosten-Riegel (klassisch), Fragebogen Metallbauer</b>								
2									
3	<b>Kennzahlen</b>		Total Quadratmeter Fassade						qm
4			Total Laufmeter Fassadentrag- respektive Grundprofil						m
5									
6			Lfd. Nr.					Betrag in €	
7	<b>Erlös</b>		<b>Auftragszahlen allgemein</b>						
8		1	Auftragsvolumen Netto					0	Euro
9									
10									
11	<b>Variable Kosten</b>	2	<b>Zugekauftes Material gesamt</b>				<b>Summe</b>	0	Euro
12		3	Systemprofile						Euro
13		4	Systemzubehör						Euro
14		5	Glas						Euro
15		6	Zusatzprofile (T-, I-Profile, Hohlprofile, Winkel, etc.)						Euro
16		7	Bleche						Euro
17		8	Paneele						Euro
18		9	Befestigungstechnik (Schrauben, Dübel, Anker etc.), falls nicht Systemzubehör						Euro
19		10	Dämmung						Euro
20		11	Folien						Euro
21		12	Abdichtungsmaterial, Silikon, etc.						Euro
22		13	Sonstiges:						Euro
23									
24		14	<b>Zugekaufte Dienstleistungen/Vorleistungen gesamt</b>				<b>Summe</b>	0	Euro
25		15	Ausführungsplanung (Zeichnungen, Pläne, Statik, etc.)						Euro
26		16	Oberfläche Korrosionsschutz (verzinken, beschichten, etc.)						Euro
27		17	Fertigung						Euro
28		18	Transport, Kran, etc.						Euro
29		19	Montage						Euro
30		20	Sonstiges:						Euro
31									
32									
33	<b>DB1</b>		<b>Deckungsbeitrag 1</b>						
34			= Erlös minus variable Kosten					0	Euro
35									

Abbildung: Bis hier errechnet sich Deckungsbeitrag 1 = Erlös – Variable Kosten

35									
36									
37		21	<b>Kosten für Kalkulation gesamt</b>						Euro
38									
39		22	<b>Zeit- und Kosten für die AV gesamt</b>	<b>Stunden</b>	<b>Durchschnittliche Lohnvollkosten</b>	<b>Summe</b>		0	Euro
40		23	Planung von Fertigung und Montage, Organisation	0	0			0	Euro
41		24	Ausführungsplanung, Fertigungs- und Montagezeichnungen	0	0			0	Euro
42		25	Stücklisten/Materialzusammenstellung	0	0			0	Euro
43		26	Einkauf und Koordination des Materialfluss	0	0			0	Euro
44		27	Montagebetreuung vor Ort	0	0			0	Euro
45		28	Sonstiges:	0	0			0	Euro
46									
47		29	<b>Zeit- und Kostenaufwand für die Fertigung der Rahmen gesamt</b>			<b>Summe</b>		0	Euro
48		30	Zuschnitt (Rahmen & Flügel bzw. Pfosten & Riegel)	0	0			0	Euro
49		31	Zuschnitt der Abdeckprofile	0	0			0	Euro
50		32	Riegelbearbeitung (Entgraten, Wandstärke brechen)	0	0			0	Euro
51		33	Verbindungstechniken	0	0			0	Euro
52		34	Nacharbeiten der Profilflächen im Schweißbereich	0	0			0	Euro
53		35	Zuschnitt und Ausklinkung der Innendichtung	0	0			0	Euro
54		36	Ausklinkung der Pfostendichtung	0	0			0	Euro
55		37	Zuschnitt der Innendichtung eventuell Schräganschlüsse	0	0			0	Euro
56		38	Einbau von Pfosten- und Riegel Innendichtungen, Überlappung	0	0			0	Euro
57		39	Dämmstege und Glasauflagen einbauen	0	0			0	Euro
58		40	Kennzeichnen	0	0			0	Euro
59		41	Verpacken	0	0			0	Euro
60		42	Sonstiges:	0	0			0	Euro
61									

Abbildung: Teil 1 der Erzeugnisfixkosten

61								
62		43	<b>Zeit und Kostenaufwand für die Fertigung der Unterkonstruktion</b>			<b>Summe</b>	<b>0</b> Euro	
63		44	Zuschnitt (Einschieblinge, Winkel, Flachmaterial, etc.)	0	0		0 Euro	
64		45	Spanende Bearbeitung	0	0		0 Euro	
65		46	Fügen (Schrauben, Schweißen, etc.)	0	0		0 Euro	
66		47	Korrosionsschutz (Nasslack, etc.)	0	0		0 Euro	
67		48	Sonstiges:	0	0		0 Euro	
68								
69		49	<b>Zeit- und Kosten für die Montage gesamt</b>			<b>Summe</b>	<b>0</b> Euro	
70		50	Vertragezeiten, Transport auf der Baustelle	0	0		0 Euro	
71		51	Unterkonstruktion, Montagehilfen	0	0		0 Euro	
72		52	Setzen und Ausrichten der Elemente	0	0		0 Euro	
73		53	Montage/Befestigung der Elemente	0	0		0 Euro	
74		54	Verglasen und andere Füllungen einsetzen	0	0		0 Euro	
75		55	Anschlüsse zum Baukörper, Folien innen & aussen, Wärmedämmung	0	0		0 Euro	
76	Erzeugnisfixkosten	56	Andruckprofil einbauen	0	0		0 Euro	
77		57	Abdeckschalen	0	0		0 Euro	
78		58	Sonstiges:	0	0		0 Euro	
79								
80			59	<b>Restlicher Zeit- und Kostenaufwand gesamt</b>			<b>Summe</b>	<b>0</b> Euro
81			60	Transport	0	0		0 Euro
82		61	Leerzeiten	0	0		0 Euro	
83		62	Handling	0	0		0 Euro	
84		63	Fehlerkorrektur	0	0		0 Euro	
85		67	Sonstiges:	0	0		0 Euro	
86								
87								

Abbildung: Teil 2 der Erzeugnisfixkosten

87							
88	DB2		<b>Deckungsbeitrag 2</b>				
89			= DB1 minus Erzeugnisfixkosten				<b>0</b> Euro
90							
91							
92	Allg. Fixkosten		<b>Allgemeine Fixkosten (Miete, Fuhrpark, Verwaltungskosten etc.)</b>		<b>Prozentsatz</b>		
93			Die allgemeinen Fixkosten werden nicht von allen Unternehmen ermittelt, aus diesem Grund sollen sie hier als prozentualer Anteil des Erlöses ausgedrückt werden. Als Ansatz wurde hier 20% gewählt		20,00%		<b>0</b> Euro
94							
95							
96	ERFOLG		<b>Erfolg der Fassadenaufträge</b>				
97			= DB2 minus Allg. Fixkosten				<b>0</b> Euro

Abbildung: Errechnung des Deckungsbeitrag 2 = DB 1 – Erzeugnisfixkosten

Errechnung der Allgemeinen Fixkosten = 20%\*Erlös

Errechnung des Erfolges = DB2 – Allg. Fixkosten

Die persönliche Befragung, ob direkt über den Diplomanten oder über Rundmails des VFF, gestaltete sich überaus schwierig. Zum einen ist für die Beantwortung Arbeitszeit und Arbeitskraft bei den Verarbeitern notwendig, darüber hinaus werden Zahlen nur sehr ungern oder gar nicht an Dritte weitergegeben. Zum anderen existieren in den meisten Betrieben die nachgefragten Zahlen überhaupt nicht. Das heißt eine Vielzahl an Betriebe führt keine oder eine nur sehr oberflächliche Nachkalkulation bzw. Kosten- und Zeitkontrolle durch. Die Verarbeiter haben auch nicht die Chance genutzt, ihre abgeschlossenen Projekte über die versandten Fragebögen zahlenmäßig zu überprüfen. Die entwickelten Exceltabellen sind als Nachkalkulationstool einsetzbar, um etwaige Stärken und Schwächen zu lokalisieren

und, um aus den gewonnenen Erkenntnissen für die Zukunft nutzen zu schlagen. Ein weiteres Problem war die Zeitspanne für die Diplomarbeit, die genau in die Urlaubszeit fiel.

Die Befragung musste dementsprechend geändert werden und konnte damit nicht so tiefgehend sein, wie in der Themenstellung und Beschreibung der Diplomarbeit des Arbeitskreises Stahl und Herrn Koos vom VFF beschrieben. Das Ziel blieb jedoch soviel wie möglich über Stahl/Glas Konstruktionen von den Betrieben zu erfragen ohne nur den direkten Vergleich mit dem Konkurrenzwerkstoff Aluminium zu führen. Das heißt es wird am Ende der Diplomarbeit auch nicht festgestellt werden, ob Stahl oder Aluminium der bessere Werkstoff für Fenster, Türen und Fassaden darstellt, sondern es soll vielmehr die aktuelle Situation und die Chancen und Möglichkeiten für Stahl/Glas Konstruktionen in der Zukunft beschrieben werden. Es sollen weiterhin Potentiale zur Optimierung, Differenzierung und Aussagen zur Langlebigkeit und Wertschöpfung erarbeitet werden. Der Fragenkatalog musste auf 24 Textfragen gekürzt werden um wenigstens eine geringe Beteiligung zu erzielen die im Folgenden genannt und erläutert werden:

## Fragebogen für Metallbauer: Alle Fragen beziehen sich auf **Stahl/Glaskonstruktionen**

Nr.	Fragen	Ziel
1	<b>Allgemein</b>  In welchem Bereich haben Sie mit dem Werkstoff Stahl in Ihrem Betrieb die meisten Probleme und warum?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsfrage um direkt die Probleme der Verarbeiter zu erfahren und um zur weiteren Beantwortung zu motivieren</li> <li>• Wie ist die Stimmung in dem jeweiligen Betrieb gegenüber Stahl bzw. Stahl/Glas Konstruktionen.</li> </ul>

2	<p>Wie hoch ist der prozentuelle Anteil von: 1. Pfosten Riegel Konstr. / 2. Fenster / 3. Türen jeweils aus Stahl, verglichen mit Aluminium in Ihrem Unternehmen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um den Betrieb einschätzen zu können, ob er beispielsweise traditionell viel oder wenig Stahl verarbeitet</li> <li>• Volumen Vergleich mit Aluminium</li> <li>• Um zu erfahren wie die Verteilung innerhalb der Konstruktionen aus Stahl in dem jeweiligen Betrieb ist</li> </ul>
3	<p>Wie bewerten Sie die Langlebigkeit der von Ihnen realisierten Projekte in Stahl? Und wie ist das Feedback der Kunden diesbezüglich?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Langlebigkeit gibt Auskunft über Konstruktion, Verarbeitung, etc.</li> <li>• Kundenzufriedenheit ist entscheidend und direktes Feedback vom Laien kann sehr hilfreich sein</li> </ul>
4	<p>Wo sehen Sie die größten Chancen oder Vorteile von Stahlprodukten und warum (z.B. Einbruchhemmende Türen aus Gründen der Langlebigkeit und Sicherheit)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um Differenzierungspotential zu erfragen und Chancen für die Zukunft zu erschließen</li> <li>• Um die Einschätzung der Fachleute der Verarbeiter zu haben und mit denen der Systemhersteller zu vergleichen</li> </ul>
5	<p>Wo schätzen sie den Erlös/Gewinn für Ihre Firma höher ein, bei Aufträgen in Stahl oder Aluminium? An was liegt das Ihrer Meinung nach?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich der Gewinnsummen nach Werkstoff gibt Auskunft über Betrieb, Planung, Kalkulation, etc.</li> <li>• Persönliche Einschätzung dazu um Antwort zu hinterfragen</li> </ul>
6	<p>War Korrosion schon einmal ein Thema bei einem Ihrer Bauwerke und weshalb?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gibt Hinweise auf eventuelle Fehler denn richtige Planung, Verarbeitung nach allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien und Korrosionsschutz sollten Korrosion ausschließen</li> <li>• Sind die Fehler bekannt</li> </ul>



7		Mit welchen Argumenten gegen den Werkstoff Stahl ist der Metallbauer am meisten konfrontiert?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gibt Einschätzung über die Allgemeine Stimmung von Bauherren, Architekten, Planern, etc. gegenüber Stahl/Glas Konstruktionen mit denen die Verarbeiter konfrontiert sind</li> <li>Lässt eventuell auch Rückschlüsse über die Haltung der Verarbeiter selbst zu</li> </ul>
8		Frage: Gewährleistungsansprüche, Reklamationen, Besondere Wartungskosten, Verschleißerscheinungen, Erfahrungen bei Reparaturen, sonstiges?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besondere Aufwendungen im Vergleich zu anderen Projekten die auf Stahl positiv oder negativ zurückzuführen sind</li> <li>Differenzierung</li> <li>Hinterfragt Wertschöpfung für den Metallbauer</li> </ul>
9		Prüfzeichen: Wie wichtig sind dem Kunden geprüfte Leistungseigenschaften (z.B. Schlagregendicht nach neuen EN-Normen oder WK3 Zulassungen etc.)? Ist die CE-Kennzeichnung ein Thema?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ist Differenzierungspotential beim Kunden über Leistungseigenschaften vorhanden</li> <li>Wieweit ist der Wissenstand und die Stimmung zu Prüfungen, Normen, CE-Kennzeichnung, etc</li> </ul>

10	<b>AV</b>	Wo liegen die Vor- und Nachteile bei der AV von Objekten in Stahl verglichen mit Aluminium?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeigt auf ob es in der AV Unterscheidung zu anderen Werkstoffen gibt, wenn ja ist zu untersuchen warum</li> <li>Direkte Nennung von Vor- und Nachteilen gibt Einblick in Arbeitsweise und zur Verfügung stehender Mittel</li> </ul>
----	-----------	---	--

11		Benutzen Sie die vom Profilverarbeiter angebotene Software? Sind sie mit der angebotenen Software zufrieden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gibt Auskunft über den Verarbeiter selbst, hat er eigene Software, etc. um die Antworten richtig zu werten</li> <li>Gibt es Verbesserungspotential bei der Software der Hersteller</li> </ul>
12		Wo liegen Ihrer Meinung nach die größten Optimierungspotentiale in der AV? Was sollten die Profilverarbeiter verbessern?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suche nach Optimierungspotential</li> <li>Auffinden von derzeitigen Schwächen bei Verarbeitern und Profilverarbeitern</li> <li>Verbesserungsvorschläge der Metallbauer</li> <li>Anregungen für die Systemhäuser</li> </ul>

13	<b>Fertigung</b>	Wie ist die Fertigung organisiert? Ist beispielsweise eine Fließfertigung eingerichtet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Um Informationen über den Fertigungsprozess der Betriebe zu erlangen</li> <li>Wie fortschrittlich sind die Verarbeiter</li> </ul>
14		Benutzen Sie einen Schweißstisch für die Fertigung der Rahmenelemente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wie sind die Verarbeiter ausgerüstet</li> <li>Nehmen Sie die angebotenen Hilfsmittel an</li> </ul>
15		Benutzen Sie ein Profilverarbeitungszentrum für die Stahlkonstruktionen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>Informationen über Größe bzw. Umsatz der Betriebe</li> <li>Einrichtung der Verarbeiter</li> </ul>

<b>16</b>		<p>Wo liegen die größten Verbesserungspotentiale der Stahlkonstruktionen in der Fertigung, oder welche Arbeiten sind enorm zeitintensiv?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen wo Verbesserungspotentiale auch für die Systemhäuser liegen</li> <li>• Prozesse und Arbeitsschritte die in der Fertigung noch Rationalisierungs- und Optimierungspotentiale bergen offen legen</li> </ul>
<b>17</b>		<p>Sind die Verarbeitungs- und Montageanleitungen der Systemgeber ausreichend und genügend informativ, oder würden Sie sich hier mehr wünschen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sollten Systemhersteller Ihre Fertigungsunterlagen überarbeiten bzw. verbessern</li> <li>• Welche Art von Betrieben fordert Verbesserungen</li> </ul>
<b>18</b>		<p>Wo liegen die größten Fehlerquellen in der Fertigung von Stahlelementen (z.B. Verzug durch Schweißen oder zu große Toleranzen bei Ausnehmungen)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehler erkennen</li> <li>• Wie kann man Abhilfe schaffen</li> </ul>

<b>19</b>	<b>Montage</b>	<p>Wie groß ist der Aufwand für Nacharbeiten auf der Baustelle im Verhältnis zum gesamten Auftragsvolumen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie arbeitet der Betrieb</li> <li>• Informationen über Verarbeitbarkeit der Systeme</li> </ul>
<b>20</b>		<p>Arbeiten Sie bei der Montage mit Subunternehmern zusammen?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montageausrichtung der Betriebe</li> </ul>
<b>21</b>		<p>Wie setzen Sie bei Fassadenkonstruktionen die Gläser ein (Kran, Montagelift, etc.)?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie arbeitet Betrieb</li> <li>• Wie hoch ist der Vorfertigungsgrad</li> </ul>

<b>22</b>		Benutzen Sie Spezialtransporte um beispielsweise große Elemente fertig auf die Baustellen zu transportieren?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen über Elementgrößen, Vorfertigungsgrad der Elemente, Größe der Aufträge und Arbeitsweise</li> <li>• Kann man Transporte optimieren, auch durch Profile/Hilfsprofile</li> </ul>
<b>23</b>		Ist die Fehleranfälligkeit durch unsachgemäße Montage aus Ihrer Sicht hoch respektive höher als jene in der Fertigung?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen wo der Verarbeiter Fehlerherde sieht</li> <li>• Wie kann man dort die Fehler vermeiden</li> </ul>
<b>24</b>		Wo liegen Ihrer Meinung nach die größten Optimierungspotentiale in der Montage?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suche nach Optimierungspotential</li> <li>• Auffinden von derzeitigen Schwächen bei Verarbeitern und eventuell Profilverstellern</li> <li>• Verbesserungsvorschläge der Metallbauer</li> <li>• Anregungen für die Systemhäuser</li> </ul>

Die 24 Fragen wurden grundsätzlich danach entwickelt, dass sie verständlich und somit einfach bzw. zügig zu beantworten sind. Weiter musste auf eine Befragung nach konkreten Zahlen leider verzichtet werden, da die erste Umfrage gezeigt hat, dass dies wenig erfolgreich sein würde. Es gilt nun Erkenntnisse und Informationen zu sammeln, um für Verarbeiter und Systemhäuser neue Ideen, Verbesserungen und Anregungen für ein erfolgsorientiertes, optimiertes und rationalisiertes Arbeiten zu finden. Zum allgemeinen Verständnis sind eine Kurzeinführung in die Konstruktionen, Sonderfunktionen, Fertigung, den Werkstoff Stahl sowie Begriffserklärungen und Definitionen notwendig. Insbesondere werden auch die allgemeinen Bearbeitungsrichtlinien beschrieben da hier viele der Fehlerquellen im Umgang mit Stahlprofilen liegen. Auf die detaillierte Beschreibung von Montagerichtlinien wird verzichtet, da dies den Umfang der Diplomarbeit sprengen würde.

## Definitionen

### Wertschöpfung

Die Wertschöpfung in einem Unternehmen allgemein, ist das Ziel aus der Gesamtheit produktiver Tätigkeiten und beschreibt den Wertzuwachs pro Produktionsstufe. Vorleistungen zum Beispiel: Materialien und Güter, werden durch Ver- und Bearbeitung in Güter mit höherem Nutzen und gesteigertem Geldwert umgewandelt. Die erzielte Wertsteigerung wird als Einkommen bezeichnet. Will man Wertschöpfung in einer einfachen mathematischen Gleichung darstellen kann das wie folgt aussehen:

$$\text{Wertschöpfung} = \text{Produktionswert} - \text{Vorleistungen}$$

Die gesamte innerbetriebliche Bruttowertschöpfung erfolgt nach der Entstehungsrechnung, daraus wiederum kann man vereinfacht den Betriebsüberschuss eines Unternehmens errechnen:

$$\begin{aligned} & \text{Bruttowertschöpfung} \\ & - \text{Abschreibungen} \\ & = \text{Nettowertschöpfung} \\ & - \text{Arbeitnehmerlohn} \\ & = \text{Betriebsüberschuss/Selbständigeneinkommen} \end{aligned}$$

Bei den Objekten aus Stahl-Glas Konstruktionen gilt es erst zu ermitteln ob ein positives wirtschaftliches Resultat für die bereits ausgeführten Projekte erzielt wurde. Der Vergleich und die Analyse nach Volumen, Auftragsart z.B. Türen, Fenster oder Pfosten Riegel Konstruktionen könnte bereits Trends erkennen lassen, wo Gewinne erzielt werden und wo eventuell Probleme liegen könnten. Die teilweise sehr unterschiedlichen Anforderungen und Eigenheiten einzelner Aufträge, ebenso wie wirtschaftsbedingte Faktoren, die sich in den Ausführungskosten und

Aufwandsansätzen niederschlagen, können eine vergleichende Betrachtung erschweren.

*Anmerkung:* Aus der Summe der Bruttowertschöpfungen aller Unternehmen in einer Volkswirtschaft/Wirtschaftsraum errechnet sich das Bruttoinlandprodukt.

## **Rationalisierungspotential**

Hier werden Aufbau und Abläufe eines Unternehmens hinterfragt, um eine möglichst wirtschaftliche Gestaltung zu realisieren und stetig voranzutreiben. Im arbeitstechnischen Sinn ist eine Rationalisierung eine Kosteneinsparung bzw. Arbeitserleichterung ohne Qualitätsverlust an dem hergestellten Produkt. Das Potential zur Rationalisierung liegt in allen Funktionsbereichen eines Unternehmens. Rationalisierung kann sich zum Beispiel Unternehmensintern auf Materialwirtschaft, Fertigungsabläufe, Montage und Beschäftigte auswirken. Kostendruck und Konkurrenzfähigkeit fordern stets ein Maß an Rationalisierung, welches aber nicht gleichbedeutend mit Entlassungen ist, sondern vielmehr die Chance zu höherer Produktivität aufzeigen soll. Wobei die Produktivität als Maß der Leistungsfähigkeit der entscheidenden Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital zu sehen ist.

Die Rationalisierung bei der Verarbeitung von Stahl Profilen für den Fenster- und Fassadenbau kann man grundsätzlich unter zwei Aspekten betrachten:

- Was kann der Metallverarbeiter betriebsintern für Verbesserungspotentiale erschließen?
- Was können die Profilverhersteller Ihrerseits verbessern?

Innerhalb der Betriebe sind beispielsweise Zeitaufnahmen, in der Fertigung oder am Bau durchaus möglich um Schwachstellen zu finden. Es können aber auch schlechte oder nicht vorhandene Betriebsstrukturen oder fehlender Informationsfluss grundsätzliche Fehlerquellen sein. Will man Rationalisierungspotentiale für den Werkstoff Stahl im Fassaden- und Fensterbau finden ist es nicht ausreichend einen simplen Werkstoff Vergleich mit Aluminium durchzuführen. Ferner gilt es projektbezogen, immer den Kosten- und Aufwandfaktor im Auge behaltend zu

denken. Das Ziel ist ein möglichst gutes wirtschaftliches Ergebnis für das Unternehmen zu erreichen.

### **Differenzierungspotential**

Differenzierung an sich bezeichnet grundsätzlich den Prozess der Unterscheidung, und kann zur Untersuchung eines Sachverhaltes, durch dessen Zerlegung in seine Bestandteile herangezogen werden. Das Differenzierungspotential, für ein Produkt oder eine Marke, beschreibt die Möglichkeit durch spezifische Eigenschaften und Betonung der inhärenten Merkmale, Vorteile oder Unterschiede, sich von der Konkurrenz bzw. konkurrierenden Produkten zu unterscheiden. Oft ist der tatsächliche Unterschied weit weniger wichtig als der wahrgenommene Unterschied. Im Unternehmens Sektor beispielsweise kennt man die so genannte Differenzierungsstrategie, welche die positive Hervorhebung eines Unternehmens gegenüber der Konkurrenz in der Öffentlichen Meinung beschreibt.

*Anmerkung:* Als sechs Mögliche Methoden der Differenzierung für ein Unternehmen nennt Henry Mintzberg<sup>5</sup> folgende Punkte:

- Preis
- Image
- Support/Unterstützung
- Design
- Qualität
- undifferenziert

Die Differenzierung die für den Bereich von Konstruktionen aus Glas und Stahl in Betracht kommen, sind die dem Werkstoff Stahl innewohnenden Materialeigenschaften wie z.B. das E-Modul<sup>6</sup> positiv hervorzuheben und weiter bekannt zu machen. Darüber hinaus wird Stahl im Allgemeinen mit Festigkeit,

---

<sup>5</sup> Henry Mintzberg: geb. 1939 in Kanada, Prof. der Betriebswirtschaft und Management, Autor von *The Rise and Fall of Strategic Planning* Standardwerk der Strategielehre

<sup>6</sup> E-Modul: Elastizitätsmodul

Beständigkeit und Sicherheit assoziiert. Diese Assoziationen könnte man beispielsweise über Imagekampagnen und Qualitätsargumentationen weiter ausbauen und den Werkstoff aufwerten. Geeignet hierfür wären Objekte mit Brandschutz- und/oder Sicherheitsanforderungen. Weitere ökologische Argumente sind beispielsweise die Langlebigkeit, die 100%-ige Wiederverwertbarkeit und das Herstellverfahren von dem Werkstoff Stahl.



## Vertiefung Umfragebögen

Um repräsentative Aussagen aus einer Umfrage ableiten zu können, müssten laut Marktforschung mindestens 3% aller Metallbauer in Deutschland befragt werden. Dies ist im Rahmen einer dreimonatigen Diplomarbeit im Rahmen eines BA<sup>7</sup>-Studiums nicht realisierbar. Die Befragung musste, aus schon erläuterten Gründen, sogar stark eingeschränkt und verkürzt werden. Die letztendliche Teilnehmerzahl belief sich auf 9 zurück versandte Fragebögen, und 4 persönlichen Befragungen von Fachleuten. Die Ergebnisse sind also nach Gesichtspunkten der Marktforschung nicht repräsentativ jedoch ermöglichen sie eine Einschätzung und Auswertung zu dem thematisierten Sachverhalt von Stahl/Glaskonstruktionen.

### Allgemein (Frage 1 - Frage 9)

**Frage 1:** In welchem Bereich haben Sie mit dem Werkstoff Stahl in Ihrem Betrieb die meisten Probleme und warum?

Ein Drittel der Betriebe sieht überhaupt keine Probleme bei der Durchführung von Stahl/Glas Konstruktionen. Bei entsprechender Betriebseinrichtung sind Handling und Bearbeitung der Systemprofile aus Stahl völlig problemlos und störungsfrei.

Für zwei Betriebe stellt zum einen die Oberflächenbeschichtung zeitlich nach der Elementfertigung und zum anderen die Oberflächenbearbeitung selbst (Verzinken/Pulverbeschichten) ein Problem dar. Zusätzlich wird die Gefahr von Korrosion bei Beschädigung der veredelten Oberflächen genannt.

Das Schweißen und die dadurch entstehenden Verzüge bergen für ein weiteres Drittel die Größte Problematik. Die dadurch entstehenden Ungenauigkeiten und Toleranzen wirken sich negativ auf den Fertigungsprozess aus. Darüber hinaus wird über die zeitaufwendige Nach- und Feinbearbeitung der Schweißungen geklagt, die vor der Oberflächenbeschichtung zwingend notwendig ist. Ein Betrieb klagt zusätzlich über fehlende Routine bei der Verarbeitung von Stahl, was man eventuell

---

<sup>7</sup> BA: Berufsakademie

über Schulungen kompensieren könnte. Weiter wird über Probleme mit der Wärmeverträglichkeit der Isolatoren während der Schweißprozesse geklagt.

Ein Unternehmen hat verstärkt bei großen Abmessungen Probleme, da der Betrieb eventuell nicht auf die Fertigung sehr großer und damit schwerer Elemente ausgelegt ist. Ferner wird über zu wenig Fachpersonal geklagt.

**Frage 2:** Wie hoch ist der prozentuelle Anteil von Pfosten Riegel Konstruktionen, Fenstern und Türen jeweils aus Stahl, verglichen mit Aluminium in den Unternehmen?

Die prozentuellen Angaben verglichen mit Aluminium Konstruktionen als Maß von 100% waren wie erwartet nach Art und Betrieb sehr unterschiedlich.

Vier der neun Betriebe beispielsweise produzieren bei Türen aus Stahl prozentual mehr als bei Fenstern und Pfosten Riegel Konstruktionen (Pfosten Riegel klassisch und Aufatzkonstruktionen), was natürlich nichts über die Erlöse bzw. Auftragsvolumen aussagt. Einer der vier Betriebe verarbeitet Stahlprofile sogar ausschließlich für Türen d.h. er stellt keine Pfosten Riegel und Fenster aus Stahl her. Ein weiterer gibt an die Hälfte aller seiner Türen aus Stahl zu fertigen.

Demgegenüber stehen drei Betriebe die mehr Pfosten Riegel Konstruktionen realisieren als Fenster oder Türen. Fenster spielen wie erwartet, bei bis auf einer Ausnahme, eine eher untergeordnete Rolle. Die folgenden Angaben sind in %, jeweils im Vergleich zu Aluminium Konstruktionen als Maß von 100% zu betrachten:

<i>Betriebe</i>	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)
<i>Konstruktion</i>									
<b>Pfosten Riegel</b>	10	10	20-25	0	Zwischen 0-80	20	20	5	2
<b>Fenster</b>	30	10	0	0		0	1	0-5	2
<b>Türen</b>	50	Keine Angabe	0	20		5	10	5-10	35

Abbildung: Prozentuale Angaben von Stahlkonstruktionen verglichen mit Aluminium

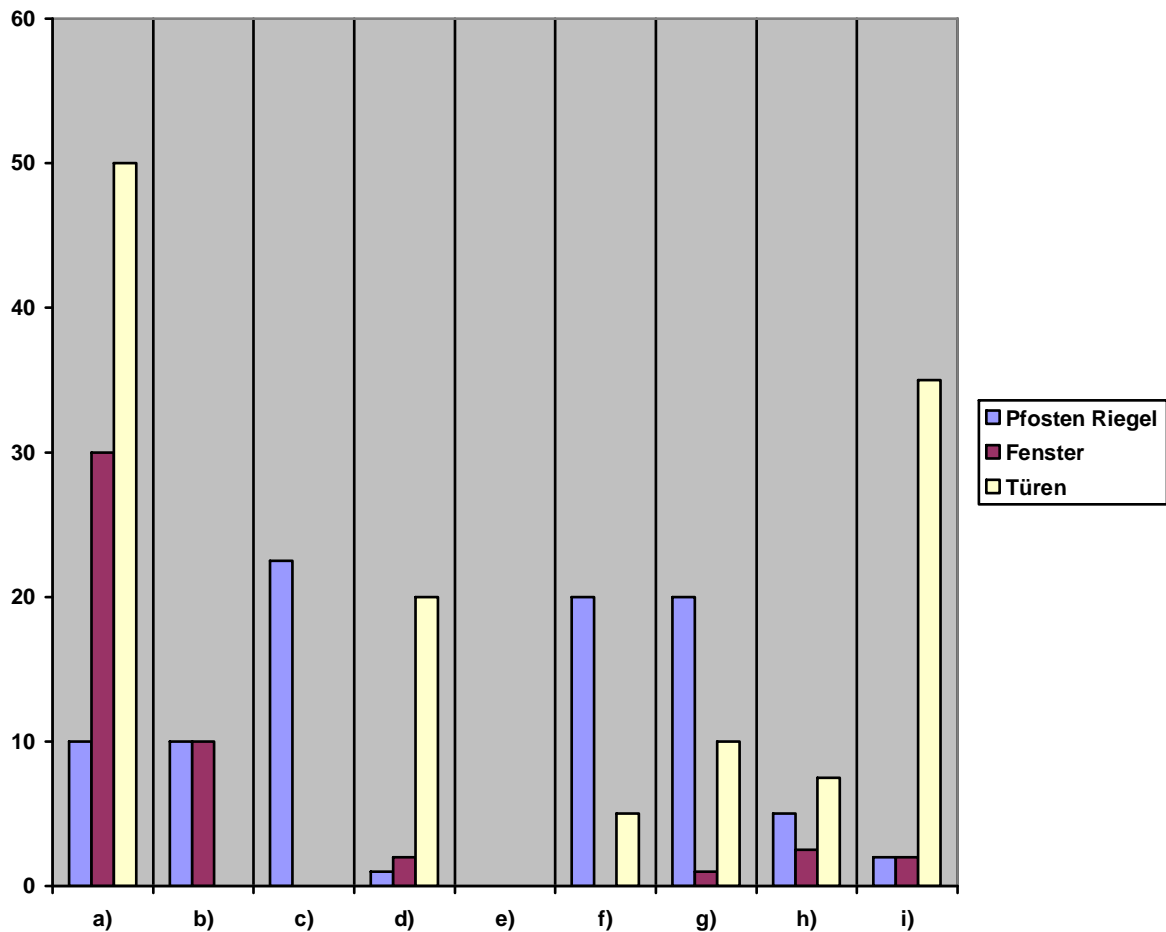


Abbildung: Grafische Darstellung der Angaben der Verarbeiter aus der voran stehenden Tabelle

Aus dem Diagramm kann man deutlich ablesen, dass es Unternehmen gibt die traditionell mehr Pfosten Riegel Konstruktionen fertigen, und wiederum gibt es Betriebe die mehr Türen aus Stahl fertigen. Es muss nicht unbedingt mit der Größe eines Betriebs zu tun haben, sondern kann auch daran liegen wie der Betrieb ausgerichtet ist und wo man die eigenen Stärken sieht.

Fasst man die Daten zusammen, kann man den Gesamtüberblick über die prozentuale Verteilung aller Unternehmen gemittelt betrachten. Für die folgende Grafik wurden nur sieben Betriebe betrachtet, da bei Unternehmen b) und e) die Angaben unvollständig waren:

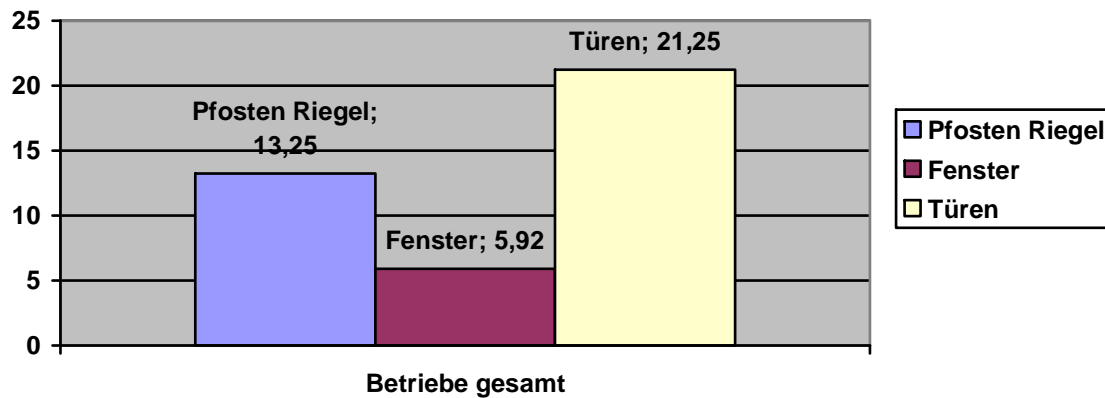


Abbildung: Angaben in Prozent

**Frage 3:** Wie bewerten Sie die Langlebigkeit der von Ihnen realisierten Projekte in Stahl? Und wie ist das Feedback der Kunden diesbezüglich?

Nur zwei (22,22%) der neun Unternehmen berichten von negativen Erfahrungen. Zum einen wird die Wartungsintensität hoch eingeschätzt, zum anderen wird von einem Betrieb die Langlebigkeit geringer als bei Aluminium Konstruktionen bewertet. Die Langlebigkeit wird von den sieben weiteren Betrieben (77,78%) eigentlich sehr positiv bewertet und es wird von hoher Kundenzufriedenheit berichtet. Ein Unternehmen schätzt die Langlebigkeit von Stahl/Glas Konstruktionen sogar um 20% höher ein, als vergleichbare Projekte in Aluminium. Ein weiteres Unternehmen kann seit über 10 Jahren von keinen negativen Erfahrungen berichten. Probleme werden wenn, dann nur bei falscher Verarbeitung gesehen. Ebenso wichtig wird die korrekte Oberflächenbehandlung bewertet die für die Langlebigkeit mit ausschlaggebend ist.

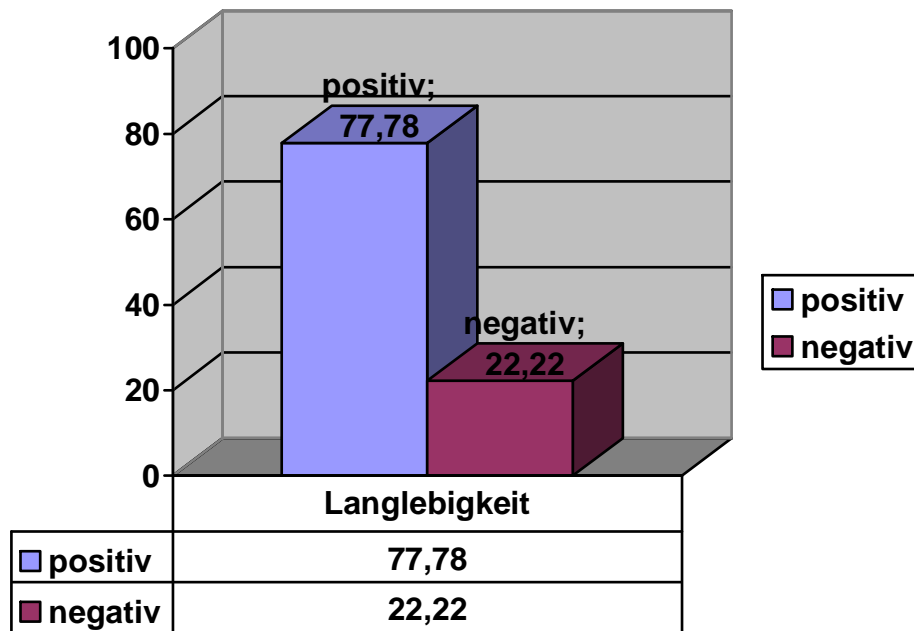


Abbildung: 77,78% positive Bewertungen sprechen für die Langlebigkeit von Stahl/Glas Konstruktionen.

**Frage 4:** Wo sehen Sie die größten Chancen oder Vorteile von Stahlprodukten und warum (z.B. Einbruchhemmende Türen aus Gründen der Langlebigkeit und Sicherheit)?

Die Antworten zeichnen ab, dass die Vorteile und Chancen von Stahl ganz klar aus statischen Gründen erwachsen. Stahl hat Verglichen mit dem Leichtmetall Werkstoff Aluminium, wie schon mehrfach erwähnt, ein dreimal so großes E-Modul und somit bessere statische Werte. Die Betriebe beschreiben die Vorteile in Stabilität, Festigkeit und damit verbunden auch mit der Langlebigkeit. Zum einen sind größere Abmessungen bzw. große Spannweiten mit schweren Verglasungen möglich. Zum anderen ist das mit relativ schlanken und filigranen Profilen mit geringer Bautiefe und schmalen Ansichten leicht realisierbar.

Durch die schon beschriebenen Eigenschaften werden Stahl auch weiterhin im Bereich Sicherheit und Brandschutz Vorteile eingeräumt.

Weiter werden explizit Stahltüren und Eingangselemente wegen Stabilität und Dauerhaftigkeit genannt. Auch in Objekten mit extremer Beanspruchung wie zum Beispiel Schulen und Hochhäusern, wo man auch mit Vandalismus rechnen muss,

liegen Vorteile von Konstruktionen aus Stahl/Glas verglichen mit anderen Werkstoffen.

Auch im Bereich Sanierung, Bauen im Bestand und speziell im Denkmalschutz werden Stahl erhöhte Chancen zugesprochen.

**Frage 5** Wo schätzen sie den Gewinn für Ihre Firma höher ein, bei Aufträgen in Stahl oder Aluminium? An was liegt das Ihrer Meinung nach?

Vier der befragten Betriebe (44,4%) schätzen die Lage so ein, dass sie bei der Verarbeitung größere Gewinne als bei Objekten in Aluminium erzielen.

Zwei Betriebe (22,2%) sehen bei Aluminium die größeren Gewinne für den Metallbauer.

Weitere zwei Betriebe (22,2%) sehen keinen Unterschied und bewerten die Gewinnchancen gleich.

Ein Betrieb machte keine Angabe zu der Frage.

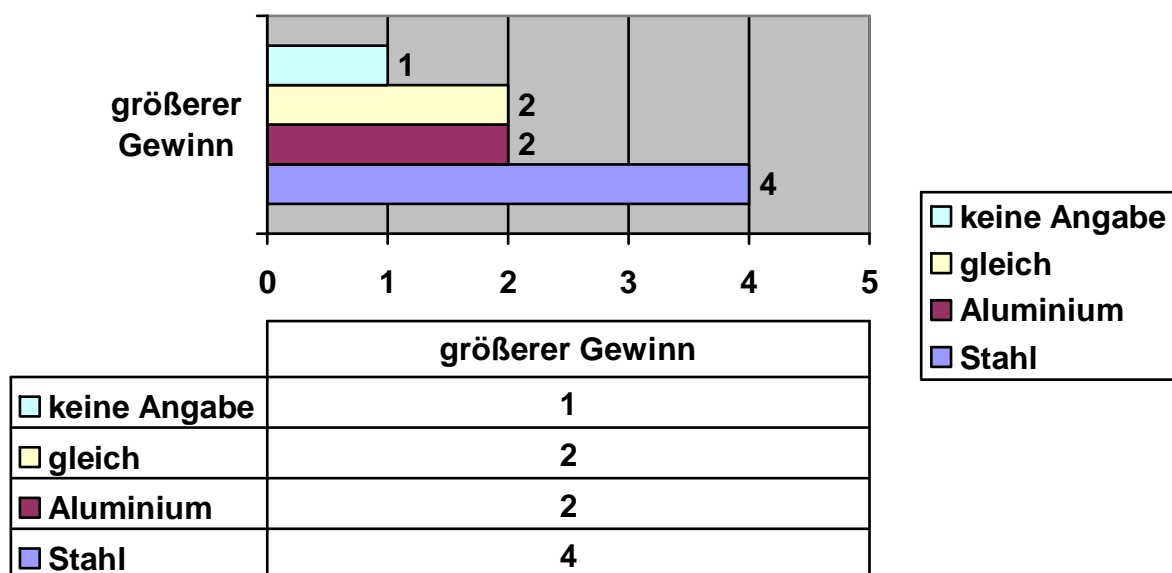


Abbildung: Zahlenmäßige Abstimmung wo die Betriebe den größeren Gewinn für Ihr Unternehmen sehen.

Zum einen ist die lohnintensivere Fertigung für eine höhere Wertschöpfung bei der Verarbeitung von Stahl anzuführen. Der Lohnanteil ist höher und das eingekaufte Material ist günstiger. Des Weiteren ist der Konkurrenzkampf im Aluminium Bereich

größer. Auch der Verarbeitungsdruck wird bei Aluminium höher eingeschätzt, was wiederum für Stahl spricht.

Ebenso hat sich hier gezeigt, dass Betriebe dir eher kleine Stückzahlen in Stahl fertigen, Aluminium wegen der leichteren Verarbeitung und weniger Schweißarbeiten Vorne sehen. Daraus kann man schließen das eventuell die Fertigung (Maschinen, Transport innerbetrieblich, etc) einfach nicht auf die Verarbeitung von Stahl ausgelegt ist wie sie eigentlich sein sollte. Ebenso könnte es dementsprechend an Erfahrung bzw. Know How fehlen.

**Frage 6:** War Korrosion schon einmal ein Thema bei einem Ihrer Bauwerke und weshalb?

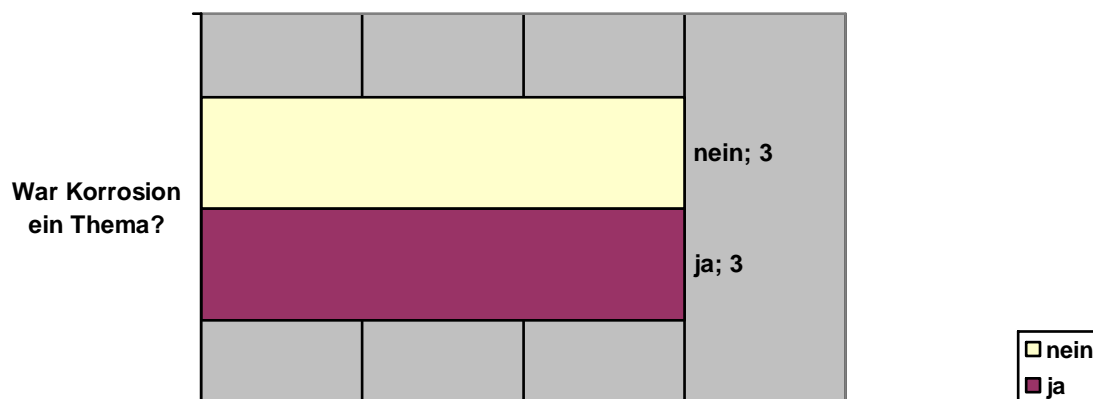


Abbildung: Sechs Antworten (zweidrittel) der neun Betriebe kann man als klares ja bzw. nein werten. Die abgegeben Stimmen halten sich die Waage; jeweils drei Antworten mit ja und drei mit nein.

Als Gründe für Korrosion werden bekannte innerbetriebliche Fehlerquellen angegeben, die direkt auf unsachgemäße Verarbeitung bzw. unsachgemäßen Transport zurückzuführen sind und nicht grundlegend mit den verbauten Systemen zu tun haben. Zum einen wird die ungenügende Nachbehandlung von den geschweißten Verbindungen genannt, zum anderen kleinere Bearbeitungen und Beschädigungen die den Korrosionsschutz bzw. die Schutzschicht negativ beeinträchtigen.

Ein Betrieb klagte über Korrosion beweglicher Teile, im Speziellen Bänder, die direkt der Bewitterung ausgesetzt sind.

**Frage 7:** Mit welchen Argumenten gegen den Werkstoff Stahl ist der Metallbauer am meisten konfrontiert?

- **Korrosion:** Sieben der neun Betriebe sehen sich mitunter dem Argument der angeblichen Korrosionsanfälligkeit bzw. Korrosionsgefahr ausgesetzt. Umso mehr muss man die Menschen wieder und wieder über die heutigen Korrosionsschutz Maßnahmen aufklären, um diese Thematik aus den Köpfen zu bekommen. Weiter ist die Verarbeitung gemäß den Richtlinien der Hersteller anzustreben und höchste Sorgfalt und erhöhtes Qualitätsbewusstsein bei den Metallbauern gefordert.
- **Optische Gründe:** Zum einen wird die fehlende Scharfkantigkeit der Profile sowie die eingeschränkte Profilstaltung bemängelt. Ebenso scheint die Meinung zu bestehen bei Stahl Profilen keine saubere Oberfläche erzielen zu können, was mit einer Pulverbeschichtung jedoch problemlos möglich ist.
- **Verarbeitungstechnische Gründe:** Das Hohe Eigengewicht von Stahl wird als negativ im Bezug auf Handling bei Montage und Fertigung angeführt. Dies scheint vor allem für Betriebe ein Problem zu sein, die sowieso eher wenig von dem Werkstoff verarbeiten und deshalb nicht adäquat auf die Verarbeitung ausgelegt sind. Hilfsmittel stehen jedoch reichlich zur Verfügung es gilt sie nur richtig zu planen und ein zusetzen. Da die Abmessungen von Fenstern und Fassaden-Feldern sowieso eher größer werden, zudem nimmt der Vorfertigungsgrad der Elemente immer weiter zu, wird auch das Gewicht immer schwerer. Das heißt man wird in Zukunft verstärkt technische Hilfsmittel wie z.B.: Kräne, etc. einsetzen müssen. Ferner wird oft zum Verglasen bereits ein Kran benötigt. Das Gewicht sollte also in Zukunft kein entscheidender Faktor gegen Stahl darstellen.

Im Vergleich zu Aluminium Konstruktionen werden die Beschläge als schlechter eingestuft. Fakt ist, dass zahlreiche Beschläge und Werkstoffvarianten für Stahlkonstruktionen zur Verfügung stehen, die aber nicht das Sortiment von Aluminium erreichen.



- Wirtschaftliche Gründe: Höhere Kosten als bei Konstruktionen aus Aluminium oder Kunststoff wurden als Argumente gegen Stahl genannt. Der Vergleich mit Konstruktionen aus Kunststoff ist im Bereich der Fenster bestimmt richtig, da Kunststofffenster unbestritten ein sehr gutes PreisLeistungsverhältnis haben. Die Entscheidung sollte jedoch immer projektbezogen und nach den bereits beschriebenen Anforderungen erfolgen. Stahl ist im Vergleich mit Aluminium oft lohnintensiver bei der Verarbeitung, das Material ist jedoch günstiger.

**Frage 8:** Gewährleistungsansprüche, Reklamationen, besondere Wartungskosten, Verschleißerscheinungen, Erfahrungen bei Reparaturen, sonstiges?

Zwei Betriebe sehen keinen Unterschied zu anderen Werkstoffen. Weitere zwei Unternehmen haben überhaupt keine negativen Erfahrungen, Gewährleistungsansprüche und Reklamationen zu den angeführten Punkten im Bezug auf Konstruktionen aus Stahl gemacht. Dies lässt auf ein Hohes Maß an Erfahrung und Professionalität in Planung, Fertigung und Montage beim Metallbauer, sowie auf sehr gute Stahlprofile und Systemkomponenten schließen.

Zwei Betriebe wiederum klagen über erhöhte Kosten bei der Oberflächenthematik auch im Bezug auf die Gewährleistung. Dies könnte abermals für nicht optimalen Korrosionsschutz und nicht sachgemäßes Handling sprechen. Dem entgegen sieht ein Betrieb dort geringere Kosten, weil Fehler bei einer Feuererzinkung leichter auszubessern sind als bei pulverbeschichtetem Aluminium.

Als positiv wird auch hier die Steifigkeit von Stahl Elementen angeführt was sich in geringer Wartung wieder spiegelt. Bei Glasbruch und Nassverglasung können jedoch höhere Kosten entstehen.

Ein Betrieb hat zu der Frage keine Angaben gemacht.

**Frage 9:** Zu Prüfzeichen: Wie wichtig sind dem Kunden geprüfte Leistungseigenschaften (z.B. Schlaggedicht nach neuen EN-Normen oder WK3 Zulassungen etc.)? Ist die CE Kennzeichnung ein Thema?

Die CE-Kennzeichnung ist trotz deren Einführung im Dezember 2005 noch kein wirkliches Thema bei vielen Kunden. Viele Metallbauer, vor allem kleinere Betriebe, tun sich immer noch schwer damit. Die geprüften Eigenschaften wie Schlagregendichtheit, etc. werden vorausgesetzt und auf deren Erfüllung wird geachtet.

Bei erhöhten Anforderungen sind selbstverständlich Prüfzeugnisse vorzulegen. Sobald also Brandschutz, Rauchschutz, Einbruchhemmung, etc gefordert ist, gilt es die erforderliche Kennzeichnung bzw. Nachweise zu erbringen. Die Kunden werden in diese Richtung immer mehr sensibilisiert. Ein Trend zu erhöhtem Schutzbedürfnis und immer mehr beispielsweise WK3 Konstruktionen scheint erkennbar zu sein.

Bei modernen Sonderbauformen wie beheizten Stahlfassaden sind die Nachweise sehr wichtig.

## 10.2 Arbeitsvorbereitung (AV) (Frage 10 - Frage 12)

**Frage 10:** Wo liegen die Vor- und Nachteile bei der AV von Objekten in Stahl verglichen mit Aluminium?

Als Vorteil für Aluminium werden mehrfach die besseren Softwarelösungen genannt, da muss Stahl noch nachbessern. Wobei die Metallbauer sonst in der AV wenig Unterschiede zwischen den Werkstoffen machen. Bei dem Einsatz eines PBZ ist die Unterschied sowieso nicht gegeben, da die Daten direkt zum PBZ laufen egal ob Aluminium oder Stahl. Als Nachteil wird auch genannt, dass es für handelsübliche Stahl Profile wie z.B.: Rohre, etc weniger EDV-Programme gibt wie bei Leichtmetall. Als Vorteil für Stahl wird die geringere Anzahl von Profil Querschnitten gewertet, da das die AV vereinfacht. Weiter wird die schnelle Materialanlieferung von Stahl Profilen, was mit einem schnelleren Auftragsbeginn und weniger Vorlaufzeit gleich zusetzen ist, positiv erwähnt.

Ein Betrieb machte zu dieser Frage keine Angaben

**Frage 11:** Benutzen Sie die vom Profilhersteller angebotene Software? Sind sie mit der angebotenen Software zufrieden?

Fünf der befragten Unternehmen arbeiten nicht mit der angebotenen Software der Profilhersteller. Zum Einsatz kommt entweder eigene Software oder System bzw. Hersteller unabhängige Software teils auch Freeware. Sonst wird die von den Herstellern angebotene Software nur zum Teil eingesetzt. Die Zufriedenheit ist nicht sehr hoch. Vielmehr ist der Wunsch nach Überarbeitung bzw. Erneuerung der aktuellen Versionen ablesbar. Die Software der Aluminiumprofilhersteller wird als deutlich besser und leistungsfähiger bewertet. Dieser Missstand sollte von den Profilherstellern ernst genommen und bereinigt werden. Zu einem qualitativ hochwertigen Produkt sollte man ein dementsprechendes Planungstool voraussetzen.

**Frage 12:** Wo liegen Ihrer Meinung nach die größten Optimierungspotentiale in der AV? Was sollten die Profilhersteller verbessern?

Die dominierende Forderung ist die nach besserer Software ähnlich der von den Aluminiumhäusern. Die Vorstellungen gehen in Richtung Datenpflege der Systemhersteller zur Verwendung in den offenen Systemen wie Orgdata/Logikal. Weiter wird mehr Freeware von den Systemgebern gefordert. Darüber hinaus wird ein direkter Vertrieb und Support von den Profilherstellern erwartet ohne Dienstleistungsunternehmen dazwischen.

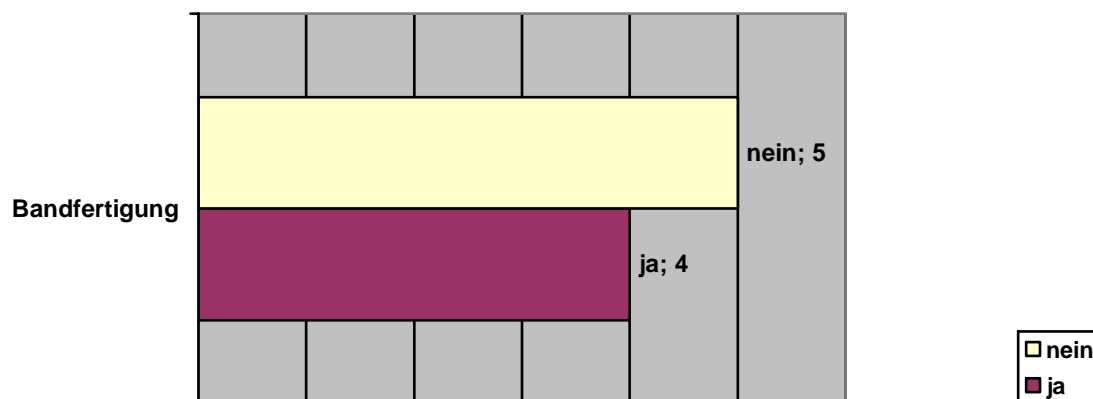
Des Weiteren werden Forderungen nach mehr Schulungen laut.

Vier der Verarbeiter haben keine Angaben zu der Frage gemacht.

### 10.3 Fertigung (Frage 13 - Frage 18)

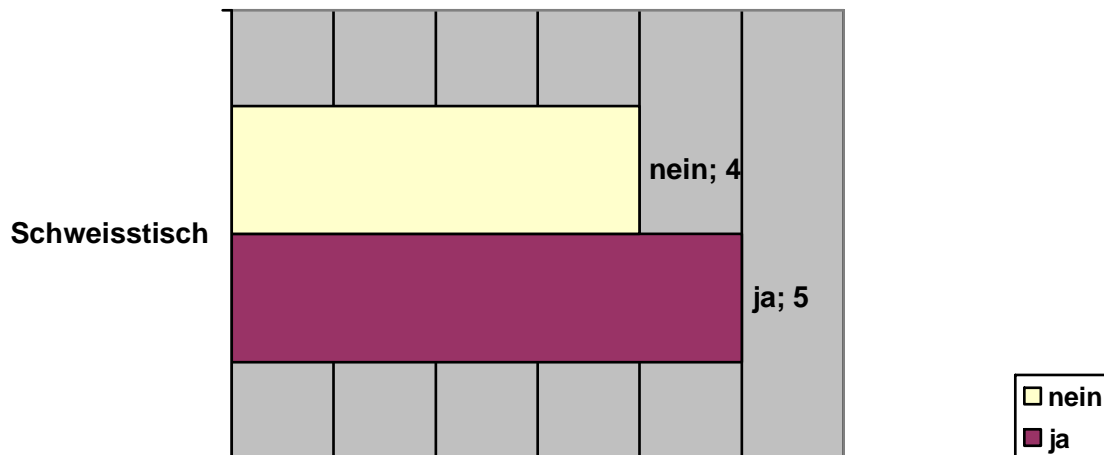
**Frage 13:** Wie ist die Fertigung organisiert? Ist beispielsweise eine Fließfertigung eingerichtet?

Bei den Unternehmen die auch ein PBZ einsetzen ist bei entsprechenden Auftragsgrößen auch eine Fertigung mit Band Charakter eingerichtet. Die fortschrittliche Fertigung an Stationen für verschiedene Arbeitsschritte zeichnen moderne Betriebe aus und sprechen für das jeweilige Unternehmen. Eines der Unternehmen schränkt das jedoch im Stahl Bereich teilweise ein. Sowieso scheint die Fließfertigung im Aluminium Bereich selbstverständlicher zu sein.



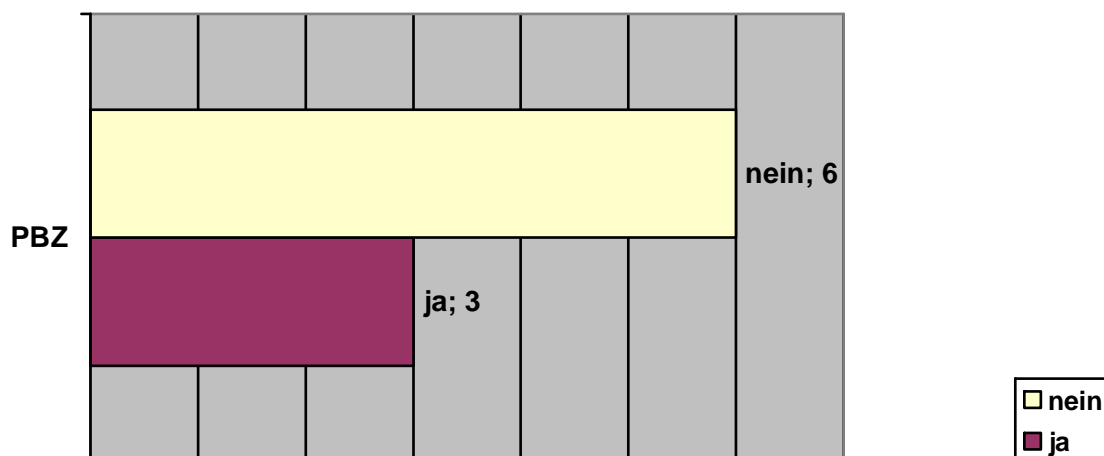
Bei entsprechender Auftragsgröße setzen vier der neun befragten Unternehmen eine Fließfertigung ein. Die anderen fünf haben eine Einzelfertigung eingerichtet. Die Fließfertigung fordert perfekte Planung und Materialwirtschaft für ökonomisches und wirtschaftliches Arbeiten. Auch in vermeintlich kleinen Betrieben, könnte durch richtige Organisation entsprechenden Vorrichtungen für Transport und Bearbeitung innerhalb des Betriebes sehr viel an Vertragezeiten und Leerzeiten, und den damit verbundenen Kosten eingespart werden. Die Entwicklungen am Markt und die notwendige Konkurrenzfähigkeit fordern einfach derartige Rationalisierungen die in Bereichen der Industrie längst Standart sind.

**Frage 14:** Benutzen Sie einen Schweißstisch für die Fertigung der Rahmenelemente?



Wenn kein Schweißstisch zum Einsatz kommt ist das mitunter auf die geringen Stückzahlen der Elemente bzw. auf die Größe des Betriebs zurückzuführen. Bei 5 (55,56%) der befragten Betriebe kommt ein Schweißstisch zum Einsatz bei vier (44,44%) nicht. Je nach Einrichtung der Betriebe sind die von den Systemhäusern angebotenen Schweißstische sehr nützliche Fertigungshilfen. Im Zuge der möglichst wirtschaftlichen Fertigung sind alle lohnenden Optimierungspotentiale zu erschließen.

**Frage 15:** Benutzen Sie ein Profilbearbeitungszentrum (PBZ) für die Stahlkonstruktionen?



Sechs der Betriebe benutzen kein PBZ drei der Befragten schon. Der Erwerb und Einsatz eines PBZ hängt wiederum enorm von der Größe, Ausrichtung und dem

Umsatz eines Unternehmens ab. Für kleine Metallbauer ist die Investition meistens zu hoch und wäre auch nicht rentabel, bei relativ großen Betrieben kommen mehrere PBZ nebeneinander zum Einsatz. Die rationelle Stabbearbeitung (Zuschneiden, Fräsen, Bohren, etc.) mit der direkten Eingabe digitaler Auftragsdaten aus der AV geschieht äußerst schnell und ökonomisch.

**Frage 16:** Wo liegen die größten Verbesserungspotentiale der Stahlkonstruktionen in der Fertigung, oder welche Arbeiten sind enorm zeitintensiv?

Als zeitintensiv und verbesserungswürdig wird das Schweißen und damit verbundene Arbeiten wie z.B. verputzen, schleifen und richten angesehen. Diese Nacharbeiten an den sichtbaren Schweißnähten sind zwingend notwendig bevor es zum Beschichten geht. Überhaupt wird es als teilweise als Nachteil empfunden, dass nach der Bearbeitung pulverbeschichtet wird. Der Einbau von Systemdichtungen und Beschlägen wird ebenfalls als in der Summe zu zeitintensiv gewertet. Beim Zuschnitt bzw. Sägen und Klinken ebenso wie beim Fräsen sehen einige Betriebe noch Verbesserungspotential. Allgemein wird eine rationelle Stabbearbeitung gewünscht, genau wie vorgefertigte Profile wo z.B. bereits die Ausnehmung für das Schloss bereitgestellt wird.

**Frage 17:** Sind die Verarbeitungs- und Montageanleitungen der Systemgeber ausreichend und genügend informativ, oder würden Sie sich hier mehr wünschen?

Zweidrittel der neun Betriebe halten die Unterlagen für verbesserungswürdig und ausbaufähig. Der Wunsch nach einfachen Unterlagen wird geäußert. Ferner werden die Unterlagen als schlechter empfunden, vergleicht man sie mit denen der Aluminium Systemhäuser. Ein Betrieb bewertet die Unterlagen eines Systemherstellers als sehr gut, aber nur wenn man sich darin wirklich auskennt. Zwei Verarbeiter halten die Unterlagen für ausreichend und bewerten sie mit einem „ok“. Vielleicht ist es manchmal auch so, dass sie Verarbeiter sich zu wenig mit dem zur Verfügung gestellten Material beschäftigen oder es einfach nicht aktualisieren und

genug pflegen. Verbesserungen kann man dann nur über direkte Besuche und Schulungen die von den Profilverstellern anzubieten sind erreichen.

**Frage 18:** Wo liegen die größten Fehlerquellen in der Fertigung von Stahlelementen (z.B. Verzug durch Schweißen oder zu große Toleranzen bei Ausnehmungen)?

Acht der neun Betriebe (88,89%) geben als größte Fehlerquelle unter anderen Schweißverzüge an. Der Verzug durch Schweißen und die Schweißnahtplanung sind trotz Schweißtischen und allgemeinen Verarbeitungsrichtlinien problembehaftet. Ungenauigkeiten, Bauchen der Flügel und Probleme mit der Anschlagluft sind als Beispiele zu nennen.

Weiter sind auch Toleranzen bei Ausnehmungen, wenn ohne PBZ gearbeitet wird, Fehlerquellen. Außerdem muss auf die Genauigkeit beim Zuschnitt der Profile besonders geachtet werden.

Des Weiteren werden Oberflächenfehler genannt die erst nach der Endlackierung negativ hervortreten. Überhaupt stellt auch die Oberflächenbearbeitung insgesamt noch eine Fehlerquelle dar.



## 10.4 Montage (Frage 19 - Frage 24)

**Frage 19:** Wie groß ist der Aufwand für Nacharbeiten auf der Baustelle im Verhältnis zum gesamten Auftragsvolumen?

Fünf der Unternehmen beschreiben den Aufwand als gering bis minimal was man mit 1-2% der Auftragssumme gleichsetzen kann. Ein Unternehmen gibt für den zusätzlichen Aufwand 5% an, was durchaus schon einen erheblichen oder besser zu großen Teil darstellt. Ein weiterer Betrieb bewertet den Aufwand verglichen mit Aluminium Konstruktionen als sehr viel höher und gibt ihn für Stahl mit 10% an. Bei Aluminium zum Vergleich gibt er den Wert mit 2% an. Dies könnte eventuell an der wenigen Routine im Umgang mit Stahl Konstruktionen liegen, wobei nach eigener Angabe 10% der Konstruktionen in Stahl ausgeführt werden.

Probleme können bei Nacharbeiten mit Schweißen und damit verbundenen Verfärbungen auftreten. Weiter können sich hohe Flügelgewichte im Stahlbereich bei nacharbeiten negativ auswirken.

**Frage 20:** Arbeiten Sie bei der Montage mit Subunternehmern zusammen?

Zwei der befragten Betriebe arbeiten nicht mit Subunternehmern zusammen. Einer der Verarbeiter gibt an sehr selten Subunternehmer einzusetzen. Fünf der Befragten Unternehmen arbeiten mit Subunternehmern und eigenen Monteuren. Ein Betrieb setzt ausschließlich externe Monteure ein.

Die Thematik Subunternehmer für die Montage einzusetzen ist bei den heutigen Kosten auf den Baustellen immer aktuell und zu prüfen. Wichtig ist es einen, bestenfalls mehrere, verlässliche Montagepartner zu finden, die auch die gewünschte Qualität zu einem annehmbaren Preis realisieren. Durch Subunternehmer kann man in den Betrieben Lohnkosten bzw. Lohnnebenkosten, Zeit- und Personenaufwendungen einsparen. Gute Kalkulatoren können dies schon bei der Angebotsabgabe berücksichtigen und somit eventuell Vorteile für ihr Unternehmen erzielen.

**Frage 21:** Wie setzen Sie bei Fassadenkonstruktionen die Gläser ein (Kran, Montagelift, etc.)?

Kleine Verglasungen an Türen etc. werden natürlich von Hand eingesetzt. Bei hohen Gewichten setzen die Metallbauer durchweg einen Kran ein. Zum Einsatz kommen wenn möglich mobile Kräne mit Saugbatterien. Als alternativen werden noch Hubbühnen und Manitu genannt.

Wenn sowieso Kräne zum Verglasen eingesetzt werden kann man sie ebenso beispielsweise zum Montieren der Pfosten Riegeelemente verwenden. Dann spielt auch das Gewicht von Stahl keine negative Rolle mehr. Dies gilt es nur richtig zu planen und zu organisieren.

**Frage 22:** Benutzen Sie Spezialtransporte um beispielsweise große Elemente fertig auf die Baustellen zu transportieren?

Zwei der Betriebe die keine Fließfertigung und auch kein PBZ haben benutzen auch keine Spezialtransporte. Sie fertigen also keine großen Elemente oder machen die Elemente nur so groß, dass sie noch mit regulären LKWs transportiert werden können. Die anderen setzten Spezialtransporte ein, wenn auch teilweise nur im Notfall. Andere vergleichen kostenmäßig die Transportkosten und den Montageaufwand um die günstigste Möglichkeit für das Unternehmen zu finden. Oft ist wie schon mehrfach erwähnt ein erhöhter Vorfertigungsgrad mit deutlich weniger Kosten auf der Baustelle vorzuziehen, so dass sich auch die erhöhten Transportaufwendungen für beispielsweise Tieflader oder Spezialtransporte lohnen. Wenn die Elemente immer größer und schwerer werden, muss man auch in Zukunft verstärkt mit Sondertransporten planen.

**Frage 23:** Ist die Fehleranfälligkeit durch unsachgemäße Montage aus Ihrer Sicht hoch respektive höher als jene in der Fertigung?

Fünf bewerten die Gefahr auf dem Bau höher als bei der Fertigung. Ein Betrieb sieht die erhöhte Gefahr nur wenn die Kolonnen das erste Mal Stahl montieren. Drei Unternehmen schätzen überraschenderweise die Fehleranfälligkeit wegen unsachgemäßer Montage nicht höher ein als die Fehlerquellen in der Fertigung, was eigentlich für die Erfahrung und das Qualitätsbewusstsein der dortigen Monteure spricht.

Fakt ist, dass die betriebsinterne Kontrolle innerhalb der eigenen Hallen einfacher zu realisieren ist. Ferner hat man in der Fertigung immer gleiche Bedingungen und ist nicht von äußeren projektbezogenen Faktoren oder Umwelteinflüssen abhängig. Des Weiteren ist die Beschädigungsgefahr vor Ort höher als auf dem Betriebsgelände, welches für die Verarbeitung ausgelegt ist. Ein weiteres Problem sind die zum Teil zahlreichen Einzelteile und Systemkomponenten, die im Werk leichter überschaut werden können. Dies spricht einerseits wieder auf die möglichst weit reichende Vorfertigung. Man könnte daraus aber auch die Forderung bzw. den Wunsch ablesen Teile der Systeme zu vereinfachen und wenn möglich die Systemkomponenten für unterschiedliche Anforderungen gering zu halten.

**Frage 24:** Wo liegen Ihrer Meinung nach die größten Optimierungspotentiale in der Montage?

Sechs der neun Betriebe sehen das größte Optimierungspotential mit vorgefertigten Elementen auf die Baustelle zu kommen und dort durch vereinfachte Montage die Module Bausteinartig zu befestigen und mit dem Baukörper zu verbinden. Ferner werden Steck, Schraub bzw. Durchsteckmontage erwähnt. Der Trend geht sowieso dazu hin, Pfosten Riegel Profile zur Erstellung von Elementfassaden auszubilden. Diese Chance sollte man auch im Stahlbereich weiter vorantreiben und mit entsprechend überzeugenden Systemkomponenten forcieren und mittels geeigneter Kataloge und Software unterstützen.

Ferner wird gefordert die Profile so zu dimensionieren, so dass leichter Normstahl Profile eingesetzt werden können, z.B. als Befestigungsfuß. Man sollte die Metallbauer nicht von einem Systemhaus abhängig machen sondern die Systeme so einfach wie möglich halten und sich über den Wettbewerb behaupten. Was könnte

besser sei wenn sich ein funktionierendes System durch Einfachheit und Kompatibilität auszeichnet.

Ebenso wird der Wunsch nach mehr Fachpersonal für die Baustelle laut.

## Wertschöpfung

Natürlich gibt es Unternehmen die mit der Verarbeitung von Stahlprofilen nicht so leicht zu recht kommen, da sie mehr auf den Werkstoff Aluminium ausgelegt sind, und deshalb dort auch Vorteile in der Wertschöpfung sehen. Es ist auch schwer grundsätzlich eine materialabhängige Aussage über die Wertschöpfung abzugeben, da bei guten Kalkulatoren und entsprechender Auftragsabwicklung die Materialwahl letztendlich auch nicht über die Höhe des Gewinn bzw. Verlust entscheiden sollte. Dennoch ist in der Auswertung der Umfrage eine deutliche Tendenz die für Stahl/Glas Konstruktionen spricht abzulesen. Die Wertschöpfung von Stahl/Glas Konstruktionen fällt im direkten Vergleich mit Aluminium sehr positiv aus, wenn die Verarbeiter eine entsprechende Betriebsaustattung haben. Zum einen mag es daran liegen, dass der Verarbeitungsdruck und die Konkurrenzsituation in Teilen des Landes für den Werkstoff Stahl nicht so drastisch ausgeprägt sind. Zum anderen sind die Grundprofile günstig im Einkauf und die Fertigung ist lohnintensiv. Aus diesem Grund ist die gut durchorganisierte Fertigung mit störungsfreien Prozessen auch so wichtig. Das Wissen eine solche Fertigung im Betrieb zu haben, bringt schon bei der Kalkulation zur Angebotsabgabe den vielleicht entscheidenden Vorteil und legt somit den Grundstein für einen erfolgreichen Projektabschluss.

Betriebe die Stahl in der Langlebigkeit vor Aluminium, oder zumindest gleich sehen, bewerten auch die Wertschöpfung bei Projekten mit Stahl als besser. Auch Reklamationen oder Gewährleistungsansprüche, was immer mit Aufwand und Kosten einhergeht, gibt es nur bei falscher Verarbeitung und besonders bei Zerstörung des Korrosionsschutz zu verzeichnen. Auch die Nacharbeiten werden als sehr gering eingestuft, was durchaus auf sachgemäße Verarbeitung und Montage schließen lässt, was für ein gutes Endergebnis unabdingbar bleibt. Als ein Nachteil der sich während der Arbeitsvorbereitung auf die Planung auswirken kann, ist wie schon mehrfach angesprochen die zu verbessernde Software zu nennen. Einfache kürzere Planung bedeutet weniger Kosten.

## Rationalisierungspotential

Innerhalb der Betriebe sollte es für alle Arbeiten und Prozesse in der AV, Fertigung und am Bau für jeden klare und verständliche Richtlinien geben, wie man für welchen Fall zu verfahren hat. Natürlich gibt es immer neue Situationen und Sonderfälle, aber eine klare Linie für die Normfälle im Tagesgeschäft ist für die Zusammenarbeit, Kommunikation und Sicherheit der Mitarbeiter entscheidend. Dies ist umso wichtiger, wenn man vielleicht weniger Erfahrung mit der Verarbeitung von Stahlprofilen hat. Nur durch für alle bekannt gemachten Grundsätze, die man beispielsweise über check- oder to do Listen im Gedächtnis behält, ist ein reibungsloser Ablauf möglich. Wichtig dabei ist Kommunikation und ausreichend Informationsfluss. Die Zeiten für Planung, Fertigung und am Bau sind nach Möglichkeit zu verkürzen. Für eventuelle Ausfälle, Eventualitäten und Störungen sollten gute Metallbaubetriebe interne Ausweichstrategien zur Hand haben.

Grosses Verbesserungspotential liegt bei den Metallbaubetrieben oft in dem Umgang mit digitalen Daten und Software. Hier muss eine ständige Datenpflege, Weiterentwicklung und Fortbildung betrieben werden. Die Hersteller von Stahlssystemen müssen Ihrerseits an eigener Software und bereitgestellten Daten für Systemübergreifende Freeware Verbesserungen vornehmen. Der heutige Stand wird von der großen Mehrzahl der befragten Metallbauer als nicht ausreichend bewertet. Der stetig steigende Druck zur Rationalisierung bei den Metallbauern muss sich auch weiter in den Systemkomponenten niederschlagen. Zum einen muss der Metallbauer selbst mögliche unternehmensinterne Prozesse rationalisieren und optimieren, zum anderen sind wie angesprochen die Systemhersteller gefordert. Die wachsenden Anforderungen an die Konstruktion und deren Qualität, sowie die zunehmende Integration elektronischer Teile und Funktionen treiben dies noch voran.

Ein logischer Schritt ist die Verlagerung der Wertschöpfung von der Baustelle in den Betrieb. Das heißt der Vorfertigungsgrad im Werk nimmt unabhängig von der Witterung zu. Ferner bleiben die vorgefertigten Elemente vor Beschädigungen auf dem Bau geschützt. Geschossweise Montage an vormontierten Unterkonstruktionen an denen die verglasten Fassadenelemente nur einzuhängen und zu befestigen sind, beschleunigen einerseits die Montage und andererseits insgesamt die Fertigstellung

bzw. den Innenausbau des jeweiligen Projektes. Ferner kann bei dieser Art der Montage auch auf ein Gerüst verzichtet werden und stattdessen wir mit einem Kran gearbeitet. Diese Arbeitsweise erfordert zwar ein höheres Maß an Planung macht sich aber letztendlich in Qualität und gesunkenen Gesamtkosten bemerkbar. Die Art und Weise wie diese Fertigung im Werk umgesetzt wird ist ein weiterer entscheidender und zu planender Punkt. Je nach Art und Auftragsgröße gilt es die Fertigung und Materialfluss zu organisieren. Die Ausbildung von unterschiedlichen Stationen die gemeinsam eine Band bzw. Fließfertigung darstellen ist die wirtschaftlichste Art der Fertigung. Die optimierte Planung muss sicherstellen, dass alle Materialien zu Beginn der Fertigung im Werk sind. Klarer Informationsfluss über die Fertigungsprozesse der unterschiedlichen Fertigungsstufen ist, um Engpässe zu vermeiden und Stillstand zu verhindern, bei der Stückweisen Fertigung immens wichtig. Bei der Fließfertigung sind die einzelnen Stationen schon im vornherein so geplant, dass es nicht zum Stillstand oder Engpässen kommt. Das heißt die ausgebildeten Systeme sind vom Materialfluss perfekt ausgelastet. Die Stationsweise Fertigung verkürzt die Bearbeitungszeit der Aufträge, fördert die Qualität, Kontrollierbarkeit und Termintreue. Auch eventuelle Engpassmaschinen wie z.B. das PBZ sind optimiert zu nutzen und in die Planung mit einzubeziehen. Es muss verhindert werden Aufträge stückweise zu bearbeiten, das Material wieder zwischen zulagern, und erneut zu beginnen. Das kostet Zeit, Arbeitskraft und somit Geld. Betriebsintern ist dafür auch entsprechend für richte Vorrichtungen zur Fertigung und Montage zu sorgen. Für die vielfältigen Zwischen- und Endprodukte müssen effektive Transporteinrichtungen vorhanden sein. Eine angemessene Ausstattung des Betriebes ist für eine störungsfreie und optimierte Fertigung ein absolutes Muss und darf nicht unterschätzt werden. Wird auf der einen Seite der Bearbeitung rationalisiert und auf der anderen Seite nicht, ist dies wenig effizient; das Gesamtkonzept muss stimmig sein. Da die Elemente sowieso immer größer und schwerer werden sind in Zukunft Hilfsmittel wie Kranbahnen noch mehr von Bedeutung. Das ist ein weiterer Punkt, der auch für die Konstruktionen aus Stahl spricht, da die Elemente sowieso zu schwer für bloße „Handarbeit“ sind ist der Gewichtsunterschied zum Leichtmetall in Sachen Handling unbedeutend und zu vernachlässigen.

Das Thema Schweißen birgt trotz Hilfsmittel wie Schweißtische etc. immer noch Schwächen in sich. Insgesamt muss die Prozessqualität und Produktqualität bei der

Verarbeitung erhöht werden. Das Lichtbogenhandschweißen (MIG/MAG/WIG) wird bei entsprechenden Stückzahlen und Ausstattung der Betriebe durch Abbrennstumpfschweißen und Laserstrahlschweißen ersetzt. Innerhalb der Betriebe wird teils über mangelnde Routine geklagt, was verdeutlicht das wenig Stahl verarbeitet wird oder zu wenig geeignetes Personal im Betrieb ist. Der weit aus größere Teil klagt über die Zeitintensität des Schweißens und den damit verbundenen Nacharbeiten (verputzen/schleifen/richten). Hier steckt ein riesiges Rationalisierungspotential. Über Software betriebene, automatisierte, präzise moderne Schweißtechniken könnte Abhilfe schaffen, wenn sie zu einem angemessenen Preis zur Verfügung stehen würden. Verzüge könnten vorher berechnet und mehr und mehr ausgeschlossen werden. Es reicht nicht ein Produkt ständig zu optimieren, es müssen auch die Werkzeuge und die Unterstützung für die Metallbauer verbessert werden. Weiter sollten die Unterlagen und Software, auch zur Schweißnaht Planung, überarbeitet werden. Ein weitere Möglichkeit wären Schulungen, auch direkt in den Betrieben, um den Metallbauern zu zeigen, wie sie mit Ihren Mitteln am besten arbeiten können und sie auf eventuell vermeidbare Fehlerquellen aufmerksam zu machen. Die Nacharbeiten der Schweißnähte müssen innerbetrieblich gut organisiert sein, um den Zeitaufwand in Grenzen zu halten. Außerdem ist die ungenügende Nachbehandlung von Schweißnähten, mit späterem Korrosionsschutz, in der Schutzeigenschaft eingeschränkt und somit eine erhöhte Fehlerquelle was zusätzliche Kosten durch Reklamationen verursachen könnte. Überhaupt scheinen der Korrosionsschutz und der Umgang damit, für manche Betriebe problematisch zu sein. Bei der rationalisierten Verarbeitung der Profile ist stets auf die Einhaltung der Verarbeitungsrichtlinien zu achten. Die Maschinen und Werkbänke müssen entsprechend sauber und geeignet für die Verarbeitung von Stahlprofilen sein. Kontakt zu andern Metallen oder eventuell schädlichen Stoffen ist tunlichst zu vermeiden. Ferner sollte nie eine Endkontrolle vor dem Beschichten fehlen, um Fehler von vornherein auszuschließen. Ebenso ist auf den richtigen Umgang beim Transport zum Beschichter zu achten. Ist wie zuvor beschrieben eine moderne Fließfertigung ausgebildet, sind diese Punkte normalerweise berücksichtigt. Der folgende Beschlageinbau ist ebenso ein Punkt der von den Verarbeitern als zeitaufwendig und zu verbessern beschrieben wird. Dies gilt für die Fertigung von Fenstern und insbesondere für Türen aus Stahl. Vorgefertigte Profile mit Ausnehmungen für das Schloss, sind da beispielsweise schon teilweise existierende



angemessene Hilfen, was einige Verarbeiter gar nicht wissen. Dies ist auch auf mangelnde Aufklärungsarbeit und zu geringe oder schlecht geschaltete PR zurückzuführen. Noch höher Vorfertigungsgrad der Profile würde auch die Problematik von zu großen Toleranzen bei Ausnehmungen entschärfen. Weiter ist in der Fertigung der Zuschnitt, Klinkungen und Fräsen zu verbessern. Einerseits muss das betriebsintern erfolgen andererseits müssen Profilhersteller hier auch mit Rat und Tat zur Seite stehen, will man den Umgang optimieren.

Für die Metallbauer werden Montageerleichterungen immer wichtiger. Die Verarbeiter versuchen schon durch Unterkonstruktionen Ihrerseits die Montage zu rationalisieren. Für neue Lösungen zur Montage aus der Hand der Systemhersteller wären, die Metallbauer sehr aufgeschlossen. Das Thema Bolzenschweißen ist sehr schnell und effizient und hat gegenüber Verschraubungen durchaus Vorteile. Auch hier steckt noch einiges an Potential. Beispielsweise eine Vereinfachung und Anpassung der Systeme, so dass auch die Verwendung von Stahlnormprofilen möglich ist, wäre für die Verarbeiter angenehm und hilfreich. Weiter werden bessere Montageanleitungen und Pläne der Systemgeber gefordert. Die Nacharbeiten werden von der Mehrzahl als relativ gering eingeschätzt. Bei Nacharbeiten wird über den relativ hohen Aufwand, wegen zum Beispiel großer Flügelgewichte, geklagt. Die personelle Rationalisierung durch Subunternehmer zur Montage wird nur teilweise genutzt. Viele traditionelle, kleinere Handwerksbetriebe tun sich damit heute teilweise noch schwer und nutzen die Möglichkeit nur zur Not. Andere Betriebe planen von vornherein damit oder setzen ausschließlich Subunternehmen ein. Auch hier bestehen noch Möglichkeiten zur Einsparung. Bei der Montage und dem Transport ist es wie bei der Fertigung im Betrieb, d.h. die richtige Ausstattung ist für den Erfolg entscheidend. Gute Organisation und Durchführung mit z.B. Kränen und Sondertransporten können von Vorteil sein. Die Elemente sind so am besten vor Beschädigungen geschützt und werden zeitnah montiert. Planung und Organisation mit Montagekonzept macht Lagerplatz auf der Baustelle hinfällig, und ist die rationellste Art der Montage im Hinblick auf Personal, Zeit und Fehleroptimierung. Daraus folgt dementsprechend auch eine Absenkung der Kosten. Da am Bau sowieso alle selbst und fremd verschuldeten Fehler aufeinander treffen, ist dort auch die Fehleranfälligkeit sehr hoch. Die zu Anfang des Abschnitts beschriebene hohe Vorfertigung der Elemente im Betrieb, ist hier der beste Lösungsansatz. Elementfassaden und Pfosten Riegel Profile als Elementfassade sind gerade für den

Werkstoff Stahl wegen des hohen Eigengewichts eine große Chance, da wie schon beschrieben die Elemente sowieso nicht von Hand transportiert und montiert werden. Bei allen anderen Konstruktionen muss ebenso ein hoher Vorfertigungsgrad angestrebt werden, will man dem Kosten- und Rationalisierungsdruck standhalten. Auch hier sind Profilageher und Verarbeiter gleichermaßen gefordert.

Ein weiteres Potential birgt die Forderung der Metallbauer nach bedarfsgerechter Anlieferung, um die Lagerhaltung zu minimieren. Dies erhöht die logistischen Ansprüche an die Systemhersteller mit denen sie sich auseinandersetzen sollten.

Des Weiteren sollten Verarbeiter und Systemhäuser gemeinsam an der Vermeidung von Fehlern und Fehlentwicklungen arbeiten. Eine gemeinsame und systemübergreifende Plattform im Internet wäre ein Anfang dazu. Die Probleme der Verarbeiter müssen gehört werden, will man den Stahl/Glasbau vorantreiben. Ferner sollte die Bindung der Metallbauer an ein Systemhaus nicht in ein Abhängigkeitsverhältnis ausarten, will man auf Dauer erfolgreich am Markt agieren. Vielmehr ist eine unterstützende Partnerschaft zum erfolgreichen Abschluss der einzelnen „gemeinsamen“ Projekte wünschenswert.

## Differenzierungspotential

Selbstredend sind Stahlprofile für den Außenbereich mit modernsten hitzebeständigen Isolatoren versehen, die den Wärmeschutz gewährleisten. Somit sind die thermisch getrennten Profile, mit äußerer und innerer Kammer sehr gut schweißbar. Die geprüften Systeme erfüllen darüber hinaus alle bereits zuvor beschriebenen Anforderungen und Normen, und halten ein großes Beschlag- und Zubehörprogramm bereit.

Durch die hervorragende Festigkeit und das Elastizitätsmodul von  $210000 \text{ N/mm}^2$  des Werkstoffs Stahl, sind die Hohlprofile mit kleinen Kantenradien extrem Knick-, Torsions- und Biegesteif. Bei schmalen Ansichten und geringen Bautiefen sind große Spannweiten realisierbar. Da die Entwicklung in den letzten Jahren sowieso zu einer offenen, transparenten und lichtdurchfluteten Bauweise geht, kann das in der Profilverwahl eine entscheidende Rolle spielen. Architekten, Planer und Bauherren wünschen meistens schlanke, schmale Profile, die einen kleinen Rahmenanteil und eine großflächige Verglasung ermöglichen. Einerseits als gestalterisches Mittel für eine filigrane Anmutung, andererseits um die Versorgung mit natürlichem Tageslicht –das für den Mensch physisch und psychisch unbestritten wichtig ist- bereitzustellen. Selbst bei hohen Windlasten in exponierten Lagen garantieren die Profile dank ihrer hervorragenden statischen Eigenschaften Funktion und Raumabschluss. Das gilt für Vertikalkonstruktionen ebenso wie für Glasdächer, Atrien und Wintergärten. Glaslasten können bis ca. 300 kg mit üblichen Riegelprofilen ohne statische Verstärkungen abgetragen werden. Wobei bei Stahl Konstruktionen zum größten Teil mechanische Verstärkungen sehr leicht zu fertigen und zu integrieren sind. Von Vorteil ist wenn man Normstahlprofile verwenden kann. Stahl bietet darüber hinaus optische Merkmale die für den Werkstoff sprechen. Entweder kann die „Stahl-Optik“ betonen oder alle Vorteile in Farbwahl und Oberfläche durch eine entsprechende Pulverbeschichtung nutzen. Überhaupt ist an Oberfläche und Farbwahl die Gestaltung durch die angesprochene Pulverbeschichtung, Einbrennlackierung oder Nasslack variantenreich und darüber hinaus wartungsarm. Ein spezieller Vorteil von Nasslack ist, dass man optische Mängel und Beschädigungen sehr leicht ausbessern kann. Dazu kommt, vor allem bei Aufsatzkonstruktionen, die gestalterische Freiheit

aller zur Verfügung stehender Querschnittsprofile nutzen zu können. Individuallösungen und Integration modernster Technik je nach Anforderung und Anspruch kennzeichnen moderne Stahlsysteme. Weiter bieten Systemhäuser die Fertigung beliebiger Sonderprofile an. Da die Profile durch modernste Laserschweißtechnik gefertigt werden sind kaum Schweißnähte sichtbar. Der architektonischen Freiheit sind in diesem Bereich kaum Grenzen gesetzt. Ferner entstehen keine Werkzeugkosten, wie bei Stranggepressten Sonderprofilen aus Aluminium.

Die inhärenten Eigenschaften von Stahl garantieren ein hohes Maß an Widerstandsfähigkeit und die Konstruktionen zeichnen sich durch Robustheit aus. Weiter sind Glas/Stahl Konstruktionen von Langlebigkeit geprägt da der Werkstoff selbst nicht altert. Diese Vorteile machen sich auch bei erhöhten Anforderungen positiv bemerkbar. In Gebäuden mit erhöhtem Publikumsverkehr wie zum Beispiel Schulen, Krankenhäuser, öffentliche Stellen und Einrichtungen ist die Stabilität von Stahl gefordert. Die Systeme zeichnen sich hier durch Dauerhaftigkeit und Funktionstüchtigkeit aus. Ferner muss leider verstärkt mit Vandalismus gerechnet werden, wo sich die Verschleißfestigkeit und Widerstandsfähigkeit von Stahlprofilen und Zubehör wie z.B. Beschläge ebenso bezahlt machen. Besonders bei Türen und Eingangsanlagen aus Stahl -auch in Verbindung mit geprüfter Antipanikfunktion oder Fluchtsystemen- spielt die erhöhte Belastbarkeit eine elementare Rolle. Auch im Industriebau, bei Sanierungskonzepten, im Denkmalschutz aber auch im Wohnungsbau kann der Einsatz von Stahl/Glas Konstruktionen sehr vorteilhaft gegenüber den Konkurrenzwerkstoffen sein. Durch vergleichbare thermische Ausdehnung mit Glas und Beton ist Stahl ein idealer, formstabiler und flexibel einsetzbarer Werkstoff. Dadurch sind auch leicht schmale, elegant anmutende Fugen realisierbar. Ferner bietet Stahl durch seine guten Schweißeigenschaften und einfache Schweißbarkeit, flexiblere Verbindungsmöglichkeiten verglichen mit beispielsweise Aluminium. Nicht zuletzt ist Stahl nicht brennbar und erreicht wesentlich später seinen kritischen Zustand als das Leichtmetall. Hier liegt ein weiterer Vorteil von Stahl für Brandschutzkonstruktionen aller Art, vor allem wenn man die verschärften Brandschutzbedingungen berücksichtigt. Durch die Festigkeit von Stahl kann die Grundkonstruktion die Last der schweren Brandschutzverglasung besonders gut abtragen. Leicht sind die Konstruktionen durch spezielle Beschichtung und Verkleidungen bis über 180 min feuerresistent. Dem Sektor Brandschutz wird ein

immer größerer Wert beigemessen, was eine wirkliche Chance für Stahlprofile sein kann, wenn man neue Entwicklungen vorantreibt und bekannt macht. Ebenso macht sich die Beständigkeit und Tragfähigkeit von Stahl bei schweren Scheiben von Sicherheitskonstruktionen wie Einbruchs- oder Durchschusshemmung positiv bemerkbar. Problemlos sind WK3 und höhere Anforderungen realisierbar. Des Weiteren macht sich ein erhöhtes Schutzbedürfnis der Menschen bemerkbar. Stahl steht im Volksmund sowieso als Synonym für Sicherheit. Dieses begründete Gefühl gilt es bewusst zu verstärken und für Glas/Stahl Konstruktionen für die Zukunft zu nutzen. Durch die große Dichte von Stahl hat der Werkstoff sehr gute Eigenschaften im Bereich des Schallschutzes. Auch dieser Bereich spielt mehr und mehr eine tragende Rolle wenn man die Entwicklungen in den Ballungszentren beobachtet.

Weiter sollte bei der Planung und Ausführung bereits die eventuelle Zweit- und Drittnutzung beachtet werden, auch im Sinne der Nachhaltigkeit von Bauwerken. Das ist ein entscheidender weiterer Vorteil für Stahl, da die hervorragenden Eigenschaften von Stahl wie hohe Festigkeit und das größte E-Modul unter den metallischen Baustoffen, die Konstruktion robust und demnach flexibel in der Folgenutzung machen. Die Zweit- und Drittnutzung kann vor allem bei öffentlichen Einrichtungen, Investorprojekten aber auch bei privaten Büro- bzw. Firmenkomplexen ein entscheidender Faktor sein. Durch richtige Planung und Ausführung kann man dank der Langlebigkeit von Stahl/Glas Konstruktionen die Betreiberkosten und den Wartungsaufwand senken. Der Herstellungsaufwand und der Primärenergiebedarf ist gering und somit umweltfreundlich, und das nicht nur wegen der 100%-igen Recycling Fähigkeit des Werkstoffes. Auch zur angesprochenen Wiederverwertung ist nur eine geringe Energiemenge notwendig, was sich umweltschonend auswirkt.

## Langlebigkeit

Die Langlebigkeit wird danach bewertet wie sich die Konstruktion über die Nutzungsdauer entwickelt. Optimale Bedingungen sind natürliche nur bei richtiger Planung, Verarbeitung und Montage gegeben. Da die Konstruktionen nicht tragende Elemente darstellen, erfahren sie nur Belastung aus dem Eigengewicht, Witterungseinflüssen (Winddruck/Sog, Schlagregen), Funktion und eventuell aus Anpralllasten. Diese Faktoren entscheiden somit hauptsächlich über die Langlebigkeit der Konstruktionen. Neben der optischen Erscheinung gilt es auch die Dauerhaftigkeit aller Funktionen unter Beweis zu stellen. Obwohl Stahl besonders auch bei erhöhten Anforderungen wie starker Nutzung, Einbruchshemmung etc. verbaut wird, werden die Konstruktionen in Ihrer Langlebigkeit in der Mehrzahl als hervorragend bewertet. Stahlkonstruktionen werden in der Langlebigkeit vereinzelt sogar um 20% besser bzw. dauerhafter, als vergleichbare Konstruktionen aus Aluminium bewertet. Andere können seit über 10 Jahren von keinen negativen Erfahrungen Berichten. Die positiven Stimmen der Metallbauer gründen in zunehmender Kundenzufriedenheit und erfolgreichen Projektabschlüssen, ohne Beanstandungen bzw. Gewährleistungsansprüchen, und sind somit mehr als nicht belegbares Bauchgefühl. Ebenso wird die Verschleißfestigkeit und der Sitz der beweglichen Teile, wie zum Beispiel Beschläge, als positiv beschrieben. Einer der wesentlichen Faktoren für die Dauerhaftigkeit von Stahl/Glas Konstruktionen spielt der Korrosionsschutz. Der Vorteil der Beständigkeit durch Stabilität, Festigkeit und Robustheit des Werkstoffes, kann sich nur bei auf Dauer sauber ausgeführten Schutzschichten positiv bemerkbar machen. Die Konstruktionen zeichnen sich dadurch aus, dass sie extrem wartungsarm und damit günstig für den Betreiber sind. Die Langlebigkeit macht sich auch für die bereits beschriebene Zweit- und Drittnutzung vorteilhaft bemerkbar. Auch hier sind die Anforderungen an nachhaltiges Bauen mit Stahl/Glas Konstruktionen als erfüllt und beispielhaft zu werten. Die Dauerhaftigkeit der Konstruktion macht sich demnach auch in der Wertbeständigkeit des gesamten Objektes über die gesamte Nutzungsdauer bezahlt.

## Fazit

Die geprüften Stahl-Systeme der Profilgeber bieten den Metallbauern ein hohes Maß an Planungssicherheit. Der Umfang und die Weiterentwicklung werden stetig vorangetrieben. Aspekte der Rationalisierung für die Verarbeitung, Einfachheit und Flexibilität müssen dabei beachtet werden. In dem Maß wie die Systeme und das Zubehör weiterentwickelt werden, sollten auch die Standards der Werkzeuge und Software angepasst werden. Systemübergreifende Lösungen sind hier beispielsweise Sondermaschinen vorzuziehen. Störungen egal ob systemunabhängig, systemabhängig oder prozessbedingt gilt es zu minimieren bzw. bestenfalls ganz zu vermeiden. Hieran sollten Systemgeber und Verarbeiter gemeinsam arbeiten, wobei die Fehlerquellen zum größten Teil innerbetrieblicher Natur sind. Der Werkstoff Stahl hat für bestimmte Bereiche von Fenster, Türen und Fassaden Konstruktionen, wie nicht zuletzt in den Kapiteln 11 – 14 ausgiebig beschrieben, entscheidende Vorteile. Diese Vorteile gilt es projektbezogen zu bewerten. Erst dann sollte die Entscheidung getroffen werden ob beispielsweise eine Fassade in Aluminium oder Stahl gefertigt werden soll. Da der Kostenfaktor heute die entscheidende Rolle spielt kann eine frühere Einbeziehung der Metallbauer von den beauftragten Planern/Architekten, oder die Mitarbeit eines unabhängigen Fassadenberaters, eine kostengünstige Lösung darstellen. Die Metallbauer müssen selbst von der Verarbeitung der Stahlssysteme überzeugt sein, will man die Ängste bzw. Vorurteile der Kunden (Architekten und Bauherren) nehmen. Beide Seiten können nur mehr Sicherheit gewinnen, je mehr Projekte sie erfolgreich in Stahl abschließen. Das Hauptproblem scheint immer noch mehr ein Image Problem oder der falsche Umgang mit Stahl zu sein. Denn bei richtiger Betriebsausstattung, Verarbeitung, Korrosionsschutz und Montageplanung überzeugen Stahl/Glas Konstruktionen auf voller Linie. Die Tendenz zur Verlagerung der Wertschöpfung in die Fertigung und der damit verbundene hohe Vorfertigungsgrad der Elemente kann insbesondere für den Werkstoff Stahl genutzt werden. Auch ist es wichtig die Stahl-Systeme für neue Themen zu erschließen und Trends rechtzeitig zu erkennen.

Neben den Ursachen sind die Entstehungsorte von Störungen zu untersuchen und zu eliminieren. Bei einer Umfrage der TU München bei 20 deutschen

Industrieunternehmen lagen 75% der Entstehungsorte von Störungen innerhalb der Unternehmen selbst, deshalb gilt es dort Schwerpunktmäßig den Störquellen entgegenzuwirken.