

# Chefsache Kalkulation im Sondermaschinenbau

Wer ungenau kalkuliert riskiert Auftragsverluste und Verlustprojekte

Dr. Gerhard Drunk, xpertgate GmbH & Co. KG

Im Sondermaschinenbau übersteigt die Kalkulationsunsicherheit in vielen Unternehmen den kalkulierten Gewinn eines Projekts. Die Folgen: liegt die Kalkulation zu hoch, ist ein Auftragsverlust sehr wahrscheinlich – Liegt die Kalkulation zu niedrig, drohen Aufträge mit „eingebautem“ Verlust. Als Ergebnis dieser Negativselektion liegt das erzielte Jahresergebnis meist deutlich unter dem durchschnittlichen kalkulierten Projektergebnis.

Die Genauigkeit einer Kalkulation beeinflusst damit als Entscheidungsgrundlage und Steuergröße die Konvertierungsrate bei Angeboten, die Ergebnisqualität von Aufträgen und das Risiko hinsichtlich kalkulatorisch bedingter „Querschläger“. Damit wird eine genaue Kalkulation zur vorrangigen Chefsache. Eine Ergebnisverbesserung durch eine präzise Kalkulation von heute branchenüblichen 2 - 3 % auf 5 % und mehr dürfte realistisch sein.

Der Artikel stellt ein Modell für die Wahrscheinlichkeitsverteilung von Kalkulations-Ergebnissen vor, leitet daraus eine anzustrebende Kalkulationsgenauigkeit ab und beschreibt eine Lösung zur Erzielung einer hohen Kalkulationsgenauigkeit in der Praxis.

## 1. Modell zur Wahrscheinlichkeitsverteilung von Kalkulationsergebnissen

Nach einer Kompensation von systematischen Fehlern ist davon auszugehen, dass die Wahrscheinlichkeit von Kalkulations-Ergebnissen einer Gaußschen Normalverteilung folgt.

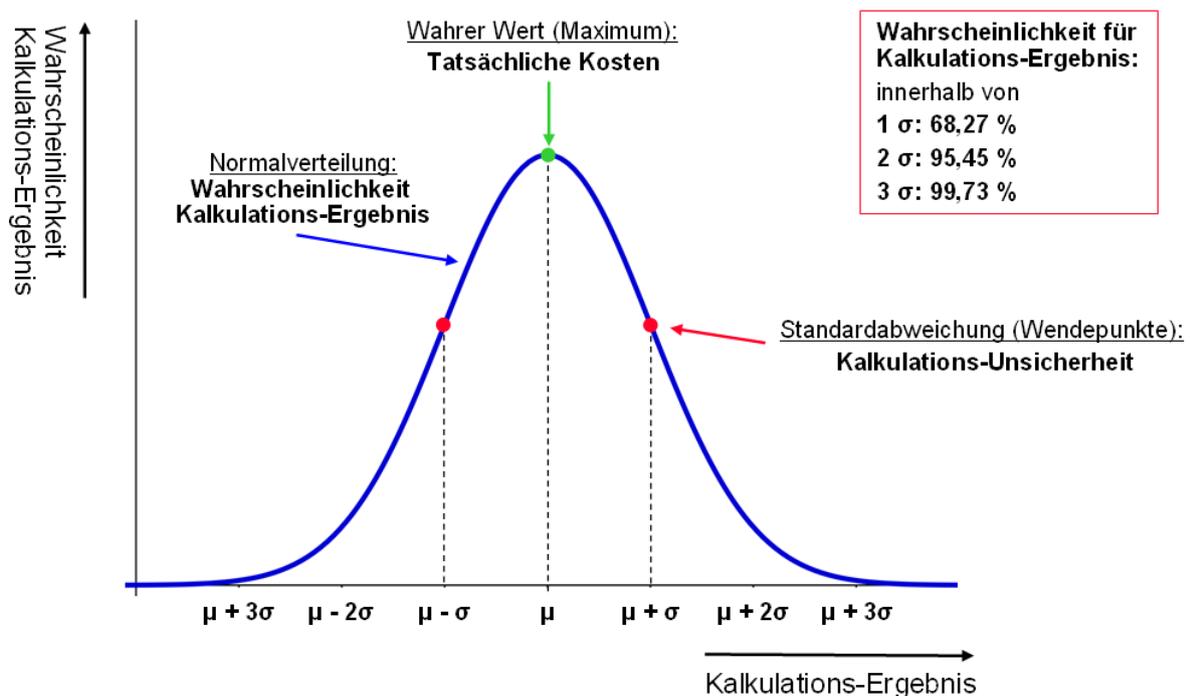


Bild 1: Modellierung zufälliger Kalkulationsabweichungen durch die Gaußsche Normalverteilung

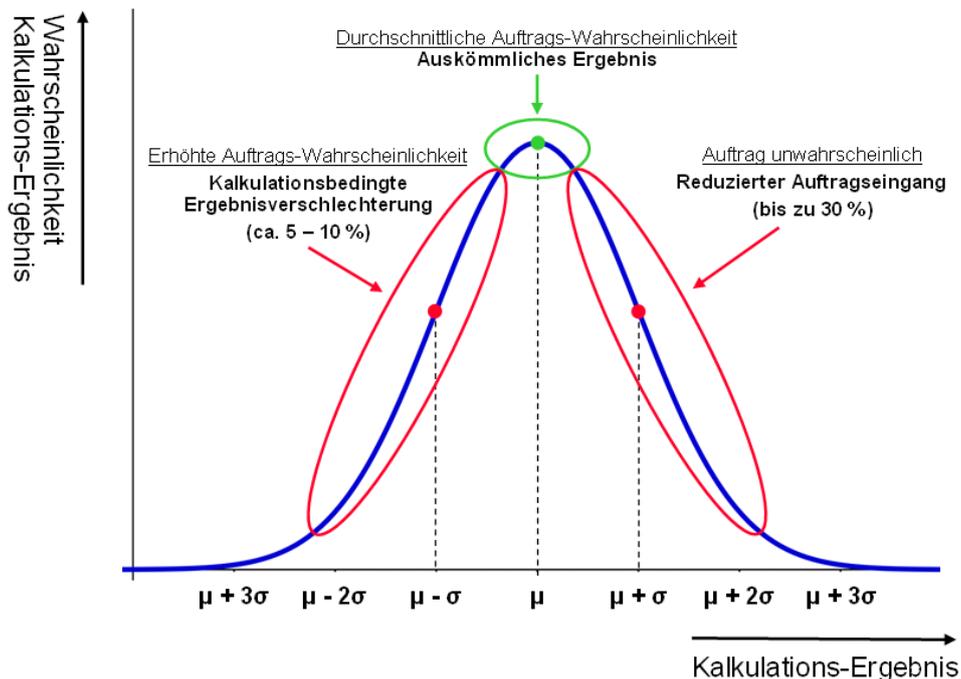
Systematische Fehler sind insbesondere eine personenabhängige regelmäßige Überschätzung oder Unterschätzung der tatsächlichen Kosten, Wunschdenken nach niedrigen Angebotspreisen, im Konzept vergessene Maschinenfunktionen sowie unvollständige oder überhöhte Faktoren der Kostenrechnung.

Geht man ansonsten von zufälligen Kalkulationsabweichungen aus, werden die wahren Kosten vom Maximum  $\mu$  der Glockenkurve markiert. Als Maß für die Kalkulations-Unsicherheit dient die Standardabweichung  $\sigma$ , definiert durch die Wendepunkte der Kurven-Steigung. Innerhalb der Standardabweichung von  $1\sigma$  liegen 68,27 % aller Kalkulationswerte, 95,45 % innerhalb von  $2\sigma$  und 99,73 % innerhalb von  $3\sigma$ . Die Kalkulations-Unsicherheit wird dann angegeben als ein beidseitiger Grenzwert und eine Wahrscheinlichkeit, dass das Kalkulations-Ergebnis innerhalb dieser Grenzwerte liegt.

Als Beispiel angenommen werden wahre Projektkosten von 2 Mio. Euro und eine Standardabweichung von  $\sigma = 10\%$  (200.000 Euro). Dann ergäbe sich eine Kalkulations-Unsicherheit von 400.000 Euro ( $2\sigma$ ) innerhalb derer 95,45 % aller Kalkulations-Ergebnisse liegen. Das ist zwar zu viel, entspricht aber durchaus der Situation in der Praxis.

## 2. Negativselektion durch den Kunden

Kalkulationen folgen einer Normalverteilung – Aufträge nicht. Auch wenn Kalkulationen mal zu hoch und mal zu tief ausfallen und sich die Abweichungen im Mittel aufheben – für die vergebenen Aufträge trifft das nicht zu.



**Bild 2: Wirtschaftlicher Einfluss einer ungenauen Kalkulation**

Liegt die Angebots-Kalkulation deutlich oberhalb der wahren Kosten, ist das Projekt so gut wie verloren. Der Kunde hat praktisch immer mehrere Angebote von qualifizierten Anbietern vorliegen und kann sich für den günstigsten Preis entscheiden. Ohne Not reduziert ein Anbieter damit seinen Auftragseingang.

Im umgekehrten Fall einer zu niedrigen Kalkulation ist eine Auftragserteilung wahrscheinlich, allerdings nicht mit dem kalkulierten Projektgewinn. Hier ist der Kalkulationsfehler oft höher als das kalkulatorische Ergebnis. Irgendein Anbieter verkalkuliert sich meistens – Nutznießer ist der Kunde.

So ergibt sich durch den Kundeneinfluss eine Negativselektion ungünstig kalkulierter Angebote aus der Sicht des Anbieters. Auftragseingang und Projektergebnis werden negativ beeinflusst. Aus strategischen Gründen ist es zwar gelegentlich sinnvoll, sich einen Auftrag durch einen niedrigen Angebotspreis zu „Kaufen“. Dann gilt es aber, die Investition zu kennen und mit dem zukünftigen Potential abzuwägen. Als Entscheidungs-Grundlage für solch eine Geschäftsführungs-Entscheidung ist auch hier eine präzise Kalkulation erforderlich.

Die wirtschaftlichen Folgen einer branchenüblichen Kalkulation lassen sich mit folgenden Annahmen grob abschätzen: Jeweils ein Drittel aller Angebote sind entweder nahe den wahren Kosten, deutlich zu hoch kalkuliert oder deutlich zu niedrig kalkuliert.

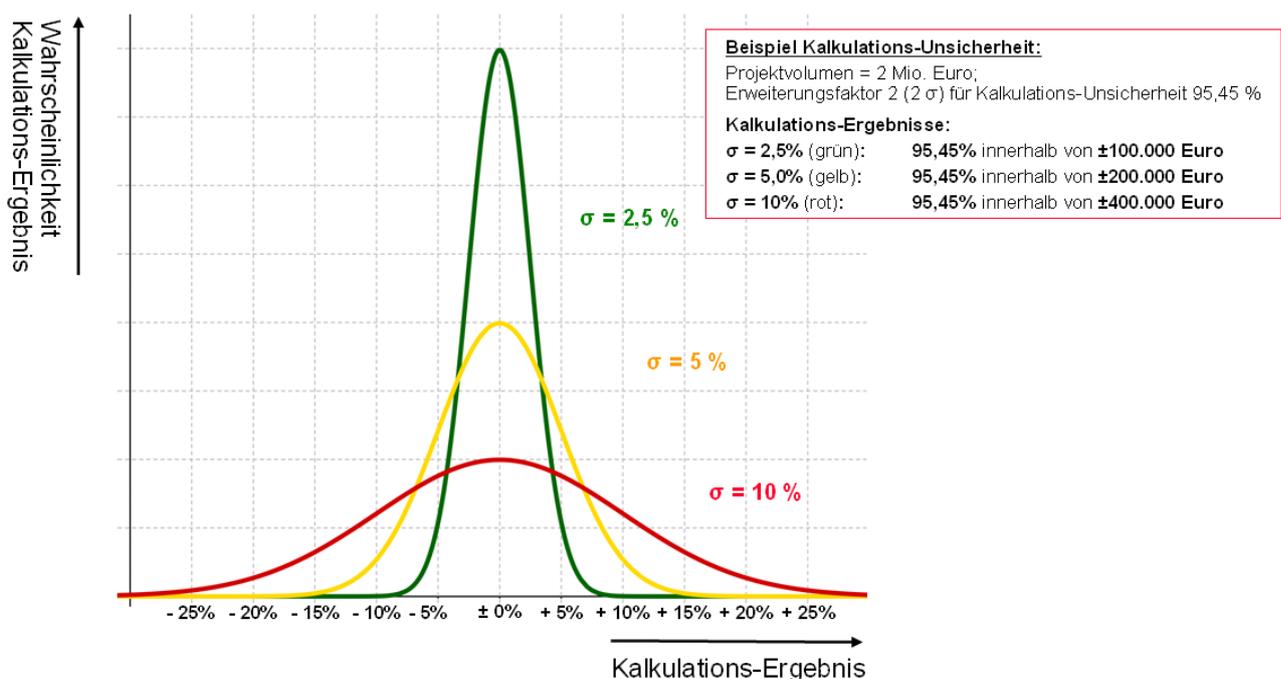
Damit ist der Anbieter bei 30 - 35 % der Angebote aus eigenem Verschulden außen vor und der Auftragseingang um diesen Anteil reduziert.

Umgekehrt ergibt sich bei dem zu niedrig kalkuliertem Drittel eine Ergebnisverschlechterung von realistischen 5 - 10 % zum Zeitpunkt der Auftragserteilung.

Eine möglichst präzise Kalkulation wird damit zum entscheidenden Steuerungsinstrument zur Verbesserung von Konvertierungsrate und Auftragseingang einerseits sowie Projektergebnis und Kalkulationsrisiken andererseits. Eine Erhöhung des Auftragseingangs um bis zu 30 % und eine Ergebnisverbesserung von 2,5 - 5 % erscheinen realistisch.

### 3. Erforderliche Kalkulations-Genauigkeit im Sondermaschinenbau

Angesichts des Einflusses auf Auftragseingang und Rentabilität stellt sich die Frage der erforderlichen Kalkulations-Genauigkeit. Bezogen auf das Einzelprojekt ist das Risiko prinzipiell abhängig von Projektvolumen und Umsatzanteil – daraus ließe sich eine pauschale Grenze für das akzeptierte Risiko ableiten. Um der Negativselektion durch den Kunden zu begegnen ist es jedoch der bessere Weg, bei jeder einzelnen Kalkulation die notwendige Genauigkeit zu erreichen.



**Bild 3: Normalverteilungen mit unterschiedlicher Standardabweichung  $\sigma$  in Prozent des Auftragswerts**

Ein möglicher Ansatz wäre das Prinzip, dass jedes Einzelprojekt die Kalkulationsrisiken selbst beherrschen muss. Dieses kann erfüllt werden, indem die Kalkulations-  
Unsicherheit die kalkulierten Zuschläge für Gewinn und Risiko nicht übersteigt.

Bei typischen Werten für einen kalkulierten Gewinn von 5 % und einen Risikozuschlag von 2,5 % lässt sich daraus eine maximal zulässige Kalkulations-  
Unsicherheit von 7,5 % ableiten. Die Kalkulations-Ergebnisse sollten bei mittelgroßen Projekten mit einer Wahrscheinlichkeit von mindestens 95 % (2  $\sigma$ ) innerhalb dieser kalkulatorischen Zuschläge liegen, bei Großprojekten besser bei 99,5 % (3  $\sigma$ ). Bei Großprojekten ergibt sich im Ergebnis die Forderung nach einer Standardabweichung  $\sigma$  der Kalkulations-Ergebnisse von maximal 2,5 % als Empfehlung. Daraus folgt bei 3  $\sigma$  eine Kalkulations-  
Unsicherheit von 7,5 % innerhalb der 99,5 % aller Kalkulationswerte liegen

#### 4. Costing-xpert: Ein Lösungspaket für eine hohe Kalkulationsgenauigkeit

Die Erzielung einer hohen Kalkulations-Genauigkeit erfordert sowohl eine Minimierung von systematischen Fehlern als auch eine minimale Kalkulations-  
Unsicherheit durch zufällige Fehler.

Die xpertgate GmbH & Co. KG bietet mit dem Costing-xpert eine wissensbasierte Kalkulationslösung an.

The screenshot displays the 'Costing-xpert' software interface. On the left, a tree view shows the project structure under 'Anlagen', with 'TS1 Längstransfersystem' selected. The main area shows the system name and various control buttons. Below this is a table of components with the following data:

Nr	Anzahl	Elementtyp	Benennung	Einzel-HK	HK gesamt	HK Prozentual	Genauigkeit	Status
1	2	Bandstrecke	Längs-Bandstrecken	3.128,20	6.256,40	10,30	4,07	75
2	2	Bandstrecke	Quer-Bandstrecken	2.268,20	4.536,40	7,47	3,77	75
3	8	Hub-Positionier-Einheit	Hub-Positionier-Einheiten	1.691,22	13.529,80	22,27	5,66	75
4	18	Werkstückträger-Vereinzel	Stopper	991,56	17.848,08	29,38	4,11	75
5	28	Initiator	Stopper-Belegt-Erkennung	209,23	5.858,30	9,64	4,04	75
6	20	Werkstückträger	Werkstückträger-Palette	271,00	5.420,00	8,92	7,77	50
7	12	Förderband-Konsole	Konsolen für Bandstrecke	251,00	3.012,00	4,96	6,25	75
8	4	Lichtschranke	Kurven-Überwachung	359,23	1.436,90	2,36	5,88	75
9	2	Lichtschranke	Speicherplatz-Belegung	359,23	718,45	1,18	5,88	75
10	1	Mechanisches Sondererelement	Tunnel vor Zelle	2.142,00	2.142,00	3,53	15,17	75

Summary statistics at the bottom of the table:

HK gesamt	HK Prozentual	Genauigkeit	Status	Selbstkosten	Verkaufspreis
60.758,33 €	100,00 %	0,62 %	72,50 %	60.758,33 €	60.758,33 €

**Bild 4: Mechatronische Kalkulation mit Costing-xpert (Illustratives Beispiel)**

Die Minimierung von systematischen und zufälligen Fehlern basiert bei dieser Lösung auf den folgenden Prinzipien:

- Weitestmögliche Reduzierung persönlicher Einflüsse durch Minimierung individueller Schätzungen
- Modellierung der sich bei Sondermaschinen wiederholenden Elemente
- Mechatronische Element-Struktur ermöglicht eine verursachungsgerechte Zuordnung aller Kostenstellen vom Installationsmaterial bis zur Software-Inbetriebnahme
- Hinterlegung von vorab präzise ermittelten Kostenstrukturen je Element
- Kataloge für wichtige und wiederkehrende Kaufteile
- Vorlagenkatalog für Module, Systeme, Stationen etc. mit nachkalkulierten Kosten

Erfolgsentscheidend ist die richtige Strukturierung und Modellierung der Sondermaschinen. Zur kundenspezifischen Aufwandsminimierung bietet xpertgate hierfür ein Standard-Anlagenmodell mitsamt mechatronischer Element-Bibliothek und Prozesskatalog an. Auf dieser Basis besteht die Möglichkeit einer Anpassung an die kundenspezifischen Anforderungen.

Angeboten wird ein Gesamtpaket aus Sondermaschinen-Anlagenmodell, Software, Systemintegration und Schulung.

#### **Über xpertgate:**

##### **Geschäftstätigkeit:**

- Geschäftsbereich Systeme: Software-Lösungen für Planung und Kalkulation von Sondermaschinen
- Geschäftsbereich Unternehmensberatung: Produktkostensenkung im Sondermaschinenbau
- Geschäftsbereich Online-Medien: Online-Informationskanal für Fabrikautomation [www.xpertgate.de](http://www.xpertgate.de);  
Online-Fachzeitschrift für Fabrikautomation Automation-online

##### **Kontakt:**

- Adresse: xpertgate GmbH & Co. KG | Augustaanlage 18 | D-68165 Mannheim  
Tel.: +49(0)621-17828960 | Fax: +49(0)621-17828967 | E-Mail: [info@xpertgate.de](mailto:info@xpertgate.de)
- Ansprechpartner: Dr. Gerhard Drunk, Geschäftsführer | Tel.: +49 (0)621-17828963