

Diplomarbeit

Die Übernahme der Daten von Messarbeitsplätzen als Input für ein zentrales CAQ-System unter Berücksichtigung des installierten PPS-Systems

Vorgelegt am: 17. August 2009

Von: Marcel Wissel
Lungwitzer Straße 71
09356 St. Egidien

Studienrichtung/

Studiengang: Industrielle Produktion / Produktionstechnik

Seminargruppe: PT06

Matrikelnummer: 4060346

Praxispartner: MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG St. Egidien
Am-Gerth-Turm 7
09356 St. Egidien

Gutachter: Herr Dipl.-Ing. Rainer Bruchhof (MBM GmbH)
Herr Prof. Dr.-Ing. Heiko Enge (BA Glauchau)

Studiengang Industrielle Produktion

Themenblatt Diplomarbeit

Student: Wissel, Marcel

SG: PT06

Matr.-Nr.: 4060346

Bildungsstätte:

MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG

Anschrift:

Lungwitzer Straße 81
09356 St. Egidien

Gutachter/Betreuer:

Herr Dipl.-Ing. Rainer Bruchhof

Gutachter (Studienakademie):

Herr Prof. Dr.-Ing. Heiko Enge

Thema der Diplomarbeit

Die Übernahme der Daten von Messarbeitsplätzen als Input für ein zentrales CAQ-System unter Berücksichtigung des installierten PPS-Systems

Bearbeitungsschwerpunkte:

- Auswertung bezüglich Prozessfähigkeit und Messmittelfähigkeit
- Analyse der Ist-Situation
- Soll-Konzept
- Realisierungsvorschlag

Ausgabe des Themas:

18. Mai 2009

Abgabe der Arbeit an den SG am:

17. August 2009



Prof. Dr. Heiko Enge
Leiter des Studienganges
Industrielle Produktion

Berufsakademie Sachsen
Staatl. Studienakademie Glauchau
Kopernikusstr. 51 / Pf 173
08371 Glauchau
Tel. (03763) 173-125
Fax (03763) 173-180

www.ba-glauchau.de



1 Inhaltsverzeichnis

Thema: Die Übernahme der Daten von Messarbeitsplätzen als Input für ein zentrales CAQ-System unter Berücksichtigung des installierten PPS-Systems

| | | |
|---------|---|-----|
| 1 | Inhaltsverzeichnis | I |
| 2 | Abbildungs- und Tabellenverzeichnis | III |
| 3 | Abkürzungsverzeichnis | IV |
| 4 | Vorstellung des Unternehmens | 1 |
| 5 | Analyse der Ist-Situation | 4 |
| 5.1 | Qualitätssicherung | 4 |
| 5.1.1 | Unterteilung der MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG | 4 |
| 5.1.2 | Prüfprozess | 5 |
| 5.1.3 | Messarbeitsplätze | 5 |
| 5.2 | PPS-System | 7 |
| 5.3 | Veränderte Ist-Situation | 7 |
| 6 | Ziel der Arbeit | 9 |
| 7 | Anforderung des Unternehmens | 10 |
| 8 | Statistische Prozesskontrolle | 11 |
| 8.1 | Prozessfähigkeit | 12 |
| 8.2 | Maschinenfähigkeit | 13 |
| 9 | Software | 15 |
| 9.1 | Software für die Datenübertragung | 15 |
| 9.1.1 | Datenübertragung von Koordinatenmessmaschinen | 15 |
| 9.1.2 | Datenübertragung von Messarbeitsplätzen | 16 |
| 9.2 | Auswertungssoftware qs-STAT | 17 |
| 9.2.1 | Bedienung qs-STAT | 20 |
| 9.2.2 | Datenerfassung | 20 |
| 9.2.3 | Visualisierung | 23 |
| 9.2.3.1 | Werteverlauf | 23 |

| | | |
|-----------|---------------------------------------|----|
| 9.2.3.2 | Wertestrahl | 25 |
| 9.2.3.3 | Histogramm | 26 |
| 9.2.3.4 | Wahrscheinlichkeitsnetz | 27 |
| 9.2.3.5 | Summenlinie | 28 |
| 9.2.4 | Numerik | 28 |
| 9.2.4.1 | Auswertungsergebnisse | 29 |
| 9.2.4.2 | Formblätter | 29 |
| 9.2.4.3 | Testverfahren | 31 |
| 9.2.4.3.1 | Test auf Zufälligkeit | 31 |
| 9.2.4.3.2 | Test auf Normalverteilung | 32 |
| 9.2.5 | Qualitätsregelkarten | 33 |
| 9.2.6 | C-Werte | 35 |
| 9.3 | CAQ-System | 37 |
| 9.3.1 | Überblick über die Module | 38 |
| 9.3.1.1 | APQP.Net | 38 |
| 9.3.1.2 | CAQ-Compact.Net | 38 |
| 9.3.1.3 | EMP/PPAP.Net | 39 |
| 9.3.1.4 | QBD.Net | 39 |
| 9.3.1.5 | REM.Net | 40 |
| 9.3.1.6 | PMM.Net | 41 |
| 9.3.1.7 | FMEA.Net | 41 |
| 9.3.1.8 | QAM.Net | 42 |
| 9.3.1.9 | Success.Net | 42 |
| 9.3.1.10 | PMS.Net | 43 |
| 9.3.1.11 | Erweiterungen | 43 |
| 9.3.2 | Vorteile eines CAQ-Systems | 44 |
| 9.3.3 | Moduleinsatz innerhalb der MBM-Gruppe | 44 |
| 10 | Resümee | 47 |
| 11 | Anlagenverzeichnis | V |
| 12 | Literaturverzeichnis | IX |
| 13 | Ehrenwörtliche Erklärung | X |

2 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| | | |
|---------------|--|----|
| Abbildung 1: | Übersicht über den Maschinenpark | 1 |
| Abbildung 2: | Übersicht über das Teilespektrum Schleifen | 2 |
| Abbildung 3: | Übersicht über das Teilespektrum Verzahnung | 2 |
| Abbildung 4: | Übersicht über das Teilespektrum Drehen | 2 |
| Abbildung 5: | Ablaufschema der statistischen Prozessregelung | 12 |
| Abbildung 6: | Formel zur Berechnung der Prozessfähigkeit nach der Streuung | 13 |
| Abbildung 7: | Formel zur Berechnung der Prozessfähigkeit nach der Lage | 13 |
| Abbildung 8: | Formel zur Berechnung der Maschinenfähigkeit nach der Streuung | 14 |
| Abbildung 9: | Formel zur Berechnung der Maschinenfähigkeit nach der Lage | 14 |
| Abbildung 10: | Überblick über die Symbolleisten | 20 |
| Abbildung 11: | Merkmalsmaske | 21 |
| Abbildung 12: | Merkmalsliste | 22 |
| Abbildung 13: | Werteverlauf der aufgenommenen Messwerte | 24 |
| Abbildung 14: | Wertestrahl | 25 |
| Abbildung 15: | Histogramm | 26 |
| Abbildung 16: | Wahrscheinlichkeitsnetz | 27 |
| Abbildung 17: | Summenlinie | 28 |
| Abbildung 18: | Auswertungsergebnisse | 29 |
| Abbildung 19: | Formblatt: Form 1 | 30 |
| Abbildung 20: | Formblatt: Form 2 | 30 |
| Abbildung 21: | Formblatt: Form 3 | 30 |
| Abbildung 22: | Test auf Zufälligkeit | 31 |
| Abbildung 23: | Test auf Asymmetrie | 33 |
| Abbildung 24: | Analyse QRK anzeigen | 34 |
| Abbildung 25: | SPC QRK anzeigen | 34 |
| Abbildung 26: | Fenster Qualitätsregelkarte | 35 |
| Abbildung 27: | C-Werte | 36 |
| Tabelle 1: | Übersicht über alle Messwerte des Beispiels | 18 |

3 Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-----------|--|
| AFPS | Auftragsbezogene Fertigungsplanung und Steuerung |
| APQP | Advanced Product Quality Planning |
| CAD | Computer Aided Design |
| CAQ | Computer Aided Quality |
| CNC | Computerized Numerical Control |
| EFQM | European Foundation for Quality Management |
| EMP | Erstmusterprüfung |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| FMEA | Fehler-Möglichkeiten-Einfluss-Analyse |
| MFU | Maschinenfähigkeitsuntersuchung |
| MS-Access | Microsoft-Access |
| MV | Mischverteilung |
| NV | Normalverteilung |
| PFU | Prozessfähigkeitsuntersuchung |
| PMM | Prüfmittelmanagement |
| PPAP | Production Part Approval Process |
| PPS | Produktionsplanung und Steuerung |
| QBD | Qualitätsbezogenes Dokumentenmanagement |
| QRK | Qualitätsregelkarte |
| REM | Reklamationsmanagement |
| RPZ | Risiko-Prioritätszahl |
| SPC | Statistic Process Control |
| SPR | Statistische Prozessregelung |

4 Vorstellung des Unternehmens

Die MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG St. Egidien ist ein mittelständiges Unternehmen mit einem Jahresumsatz von ca. 11 Millionen Euro. Seit der Übernahme 1993 aus der Treuhand wächst das Unternehmen ständig. Insgesamt wurden seit der Gründung über 15 Millionen Euro in hochmoderne CNC-Dreh-, Fräs- und Schleifmaschinen investiert. In Abbildung 1 sind einige dieser CNC-Drehmaschinen dargestellt. Durch diese Investitionen ist es möglich hochpräzise Drehteile zu produzieren. Aufgrund der ständigen Optimierung im Fertigungsprozess kann die Qualität gesichert und verbessert werden.



Abbildung 1: Übersicht über den Maschinenpark

In der MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG werden die Fertigungsverfahren Drehen, Fräsen, Schleifen, Honen, Finishen und Brünieren durchgeführt. Weitere Arbeitsgänge, wie Härten, Farbgebung oder Verzinken, erfolgen durch Unterlieferanten aus der Region.

Insgesamt umfasst das Teilesortiment etwa 1500 Artikel, welche vorwiegend für Endkunden wie Claas, HAWE Hydraulik, Continental und Stihl (Deutschland und USA) gefertigt werden. Unternehmensziel ist der Aufbau langfristiger Kundenbeziehungen. In den Abbildungen 2, 3 und 4 sind verschiedene Artikel des Teilesortiments dargestellt.



Abbildung 2: Übersicht über das Teilespektrum Schleifen



Abbildung 3: Übersicht über das Teilespektrum Verzahnung



Abbildung 4: Übersicht über das Teilespektrum Drehen

Mit den 2003 neu gegründeten Tochterunternehmen VTAT Variable Transmission – Automotive Technologies GmbH und MBM Technologie GmbH ist die MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG in der Lage, eigene Produkte zu entwickeln.

Diese drei Unternehmen und die Jaschke Metalltechnik GmbH in Sulzbach/Murr, wurden im Jahr 2007 zur MBM-Gruppe zusammengeführt.

Insgesamt stehen der MBM-Gruppe sechs Produktionshallen zur Verfügung; eine Halle in Sulzbach/Murr, in der die Jaschke Metalltechnik GmbH ansässig ist, zwei Hallen in Lichtenstein, in denen die Schleiferei (inklusive Honen) und die neu gegründeten Unternehmen VTAT Variable Transmission – Automotive Technologies GmbH und die MBM Technologie GmbH ansässig sind, und drei Hallen in St. Egidien, in der die Arbeitsschritte Drehen, Fräsen und Brünieren durchgeführt werden. Des Weiteren befindet sich eine Lagerhalle in St. Egidien, in der die Teile für die Auslieferung oder Kooperation bereitgestellt werden.

Es werden 135 Mitarbeiter in der MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG beschäftigt. Die Firmenleitung legt großen Wert auf ausgebildetes Fachpersonal und setzt auch auf junge Mitarbeiter in leitenden Funktionen. Es werden aktuell acht Lehrlinge sowie mehrere Praktikanten ausgebildet.

Die Investitionen und das kontinuierliche Wachstum wurden 2006 mit dem Wachstumspreis der Region Chemnitz gewürdigt.

Zurzeit erfolgt die Integration der am 1. Juli 2009 übernommenen Unternehmen Ritter Zerspanungstechnik GmbH & Co. KG und Reichart GmbH & Co. KG in die MBM-Gruppe.

5 Analyse der Ist-Situation

5.1 Qualitätssicherung

5.1.1 Unterteilung der MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG

Die Fertigung der MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG ist aufgrund der verschiedenen Fertigungsverfahren und der Aufteilung der Maschinen in den verschiedenen Hallen in Maschinengruppen unterteilt.

Es existieren drei Hallen in St. Egidien und eine in Lichtenstein. In St. Egidien werden die Fertigungsverfahren Fräsen und Drehen durchgeführt. Außerdem befindet sich der Maschinenbau in St. Egidien, welcher vorwiegend Kettenräder für die Firma Claas produziert. In Halle 1 und Halle 2 befinden sich die Drehautomaten und das Bearbeitungszentrum mit mehreren Fräsmaschinen.

In Halle 1 sind Drehautomaten von zwei verschiedenen Herstellern untergebracht – zum einen 5 Automaten der Firma Index (ABC 200) und zum anderen 7 Automaten der Firma Emco (420 und 425 Hyperturn). Die Index-Maschinen bilden die Maschinengruppe 2 und die Emco-Maschinen die Maschinengruppe 3.

Die Dreherei in Halle 2 teilt sich in drei weitere Maschinengruppen auf, wobei insgesamt 8 Drehautomaten Emco 665 Hyperturn die Maschinengruppe 5 und weitere 7 Index-Mehrspindler-Drehautomaten die Maschinengruppe 1 bilden. Außerdem stehen noch 4 Maschinen des Herstellers Gildemeister in Maschinengruppe 4 zur Verfügung. In Halle 2 befindet sich zudem das Bearbeitungszentrum mit insgesamt 6 Fräsmaschinen.

In Halle 3 sind vorwiegend konventionelle Dreh- und Verzahnungsmaschinen des Maschinenbaus untergebracht.

In Lichtenstein befindet sich die Schleiferei. Hier werden die Fertigungsverfahren Räumen, Honen, Schleifen und Finishen durchgeführt.

5.1.2 Prüfprozess

An jeder Maschine befinden sich die notwendigen Prüfpläne und die Qualitätsregelkarten. Anhand der Prüfpläne ist ersichtlich welche Maße in welchem Rhythmus gemessen werden müssen. Die Messungen werden an einem zentralen Messplatz innerhalb der Maschinengruppe oder direkt an der Maschine durchgeführt. Beispiele für Messungen an der Maschine sind Messungen mit Bügelfeinzeigern oder Prüflehrdornen.

Auf der Qualitätsregelkarte (QRK) werden die vom Kunden geforderten Maße erfasst. Die Prüfhäufigkeit und Anzahl der zu prüfenden Teile werden durch den Kunden oder durch die interne Qualitätssicherung vorgegeben.

Die Auswertung der Qualitätsregelkarten erfolgt nach Abschluss des Fertigungsauftrages durch die Qualitätssicherung mit Hilfe einer dafür geeigneten Software. Die Dateneingabe in diese Software funktioniert manuell. Dies bedeutet jedoch, dass erst nach Beendigung des Fertigungsauftrages Rückschlüsse auf die Prozessfähigkeit möglich sind.

5.1.3 Messarbeitsplätze

Die Messarbeitsplätze dienen der Vermessung des kompletten Teils mit allen relevanten Maßen. An den Messarbeitsplätzen befinden sich digitale Messmittel. Diese wurden beim Aufbau des Messarbeitsplatzes neu angeschafft. Durch die digitalen Daten soll eine spätere Auswertung mit Hilfe eines CAQ-Systems erleichtert werden.

Zurzeit befinden sich zwei Messarbeitsplätze in der Planungsphase – ein Messarbeitsplatz für die Schleiferei in Lichtenstein und einer für die Maschinengruppen 2 und 3 in St. Egidien. Für die Zukunft sind weitere Messarbeitsplätze für die anderen Maschinengruppen geplant.

Grundlage für den Aufbau der Messarbeitsplätze in der Schleiferei und für die Maschinengruppen 2 und 3 sind die Praxisarbeiten vom April 2008 und April 2009. Innerhalb dieser Praxisarbeiten wurden die Anforderungen an den Messarbeitsplatz ermittelt. Anhand der ermittelten Anforderungen konnte die Messmittelauswahl erfolgen.

Bei der Ermittlung der Anforderungen wurden zunächst die zu messenden Teile betrachtet. Dabei wurden für den Messarbeitsplatz in Halle 1 in St. Egidien nicht alle Maße betrachtet, sondern nur Maße mit einem hohen Genauigkeitsanspruch. Diese Maße stehen repräsentativ für alle Maße, die an den Werkstücken, welche in den Maschinengruppen 2 und 3 gefertigt werden, auftreten. Für den Messarbeitsplatz in der Schleiferei sind alle Maße, die bearbeitet werden in die Betrachtung eingegangen.

Anhand der jeweiligen Maße und Toleranzen konnten mit Hilfe der 10%-Methode die notwendigen Messmittel in Bezug auf Messbereich und Messgenauigkeit ermittelt werden. Die 10%-Methode besagt, dass das Messmittel zehnmal genauer sein muss als die zu messende Toleranz. Dies bedeutet, dass für eine Messung einer Toleranz von $\pm 40\mu\text{m}$ ein Messmittel verwendet werden muss dessen Fehlergrenze bzw. Messgenauigkeit unterhalb von $\pm 4\mu\text{m}$ liegt.

Durch die beiden Praxisarbeiten wurde eine theoretische Grundlage für den Aufbau der beiden Messarbeitsplätze geschaffen. An jedem dieser Messarbeitsplätze kann jedes Werkstück, das in der Maschinengruppe bzw. Werkhalle produziert wird, mit all seinen Maßen vermessen werden.

Des Weiteren wurde durch die Praxisarbeiten die Anzahl der Messmittel reduziert, sodass die Kosten im Falle der Kalibrierung nur minimal sind.

Neben den beiden Messarbeitsplätzen verfügt die MBM Maschinen- und Metallbau GmbH & Co. KG über eine Koordinatenmessmaschine, welche sich ebenfalls in Halle 1 befindet.

5.2 PPS-System

Für die Produktionsplanung wird eine Software des Unternehmens rzm IBees GmbH, welches 1990 gegründet wurde, genutzt. Es handelt sich dabei um das Produktionsplanungs- und Steuerungs-System (PPS-System) XDAFPS. AFPS steht für Auftragsbezogene Fertigungsplanung und Steuerung und ist speziell für kleine und mittelständige Unternehmen entwickelt worden. Innerhalb dieses Systems können alle kaufmännischen und organisatorischen Prozesse gelenkt und überwacht werden.¹

Das System wird schon seit über drei Jahren innerhalb der MBM-Gruppe genutzt. Durch die verschiedenen Standorte ist ein besserer Datentransfer mittels eines einheitlichen Systems möglich, wodurch flexibler auf die Kundenwünsche reagiert werden kann.

5.3 Veränderte Ist-Situation

Aufgrund der aktuellen Wirtschaftskrise stehen zurzeit keine finanziellen Mittel für die Anschaffung des CAQ-Systems zur Verfügung. Durch die Übernahme von Ritter Zerspanungstechnik GmbH & Co. KG in die MBM-Gruppe, einem Unternehmen, das in der Automobilbranche tätig und bereits in der Lage ist, Messwerte digital zu erfassen, zu speichern und auszuwerten, ergibt sich für die gesamte MBM-Gruppe eine neue Unternehmensstrategie. Das Unternehmen Ritter Zerspanungstechnik GmbH & Co. KG arbeitet mit der Messsoftware Calypso und der Auswertungssoftware qs-STAT.

¹ [RZM09]

Die durch die Firmenübernahme existierenden unterschiedlichen PPS-Systeme und Software müssen innerhalb der MBM-Gruppe vereinheitlicht werden. In diesem Zusammenhang gilt es zu klären, inwieweit die Einzelunternehmen voneinander profitieren können. Zum Beispiel wird das PPS-System der MBM-Gruppe in dem neuen Standort eingeführt. Somit ist das ganze System einheitlich und der Datentransfer innerhalb der Gruppe funktioniert besser.

Ähnlich soll es bei der Verarbeitung der Daten von Messarbeitsplätzen funktionieren. Dazu wird zunächst geprüft, ob die Software auch auf die Standorte in St. Egidien und Lichtenstein anwendbar ist. Dies soll als eine Vorstufe für die Installation eines zentralen CAQ-Systems dienen.

6 Ziel der Arbeit

Durch die geänderte Ist-Situation hat sich auch das Ziel dieser Arbeit verändert. Ursprünglich sollte die Verarbeitung der Daten von Messarbeitsplätzen durch ein zentrales CAQ-System erfolgen. Aufgrund der Firmenübernahme soll von dem Know-How des anderen Unternehmens profitiert werden und die Software qs-STAT für die Datenauswertung übernommen werden. Dies soll als Vorstufe zur Einführung eines CAQ-Systems dienen.

Das Ziel der Arbeit ist nun die Beschreibung und Vorstellung der Software qs-STAT. Diese Software soll im Rahmen der Eingliederung von Ritter Zerspanungstechnik GmbH & Co. KG in die MBM-Gruppe übernommen werden. Diese Arbeit soll schon vor der Einführung der Software die Möglichkeiten, die der MBM-Gruppe damit zur Verfügung stehen, aufzeigen.

Des Weiteren soll diese Arbeit die einzelnen Module eines CAQ-Systems erklären und zukünftige Einsatzgebiete dieses Systems aufzeigen. Die Einführung des CAQ-Systems ist über einen mittelfristigen Zeitraum geplant.

7 Anforderungen des Unternehmens

Durch die Software sollen alle qualitätssichernden Maßnahmen und Prozesse übersichtlicher werden. In erster Linie betrifft dies die statistische Prozesskontrolle (SPC). Hierbei sollen die Daten von Messarbeitsplätzen effizienter ausgewertet werden. Des Weiteren soll der Zugriff auf die Daten erleichtert werden.

Durch den Einsatz neuer Software soll vor allem der Kunde profitieren. Durch ständig steigende Kundenanforderungen werden die Ansprüche an qualitätssichernde Prozesse stets größer. Um den Kundenwünschen nach höherer Genauigkeit und höherer Maßlichkeit gerecht zu werden, soll mit Hilfe des qs-STAT eine effizientere Auswertung bezüglich der Prozessfähigkeit und der Maschinenfähigkeit erfolgen.

Vor allem in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit wachsen die Anforderungen der Kunden stetig, denn durch feinere Oberflächen können Reibungskoeffizienten minimiert und somit der Wirkungsgrad deutlich erhöht werden.

Auch in Bezug auf den Umweltschutz stellen nicht nur die Kunden sondern auch der Staat immer höhere Ansprüche. In diesem Zusammenhang gilt es neue Normen, wie die Umweltnorm, und weitere Richtlinien, wie beispielsweise der EU-Richtlinie 2002/95/EC vom Januar 2003, zu erfüllen.

Nicht nur die Ansprüche an das Produkt verändern sich, sondern auch die Anforderungen an die Dokumentation. Hierbei sind Erstmusterberichte, aber auch Prüfberichte aus der Serienproduktion zu nennen, welche in einer Vielzahl vom Kunden verlangt werden.

Vor allem Kunden, die schon langfristig mit der MBM-Gruppe zusammenarbeiten, verlangen höhere Ansprüche, um sich selbst am Markt zu behaupten.

8 Statistische Prozesskontrolle

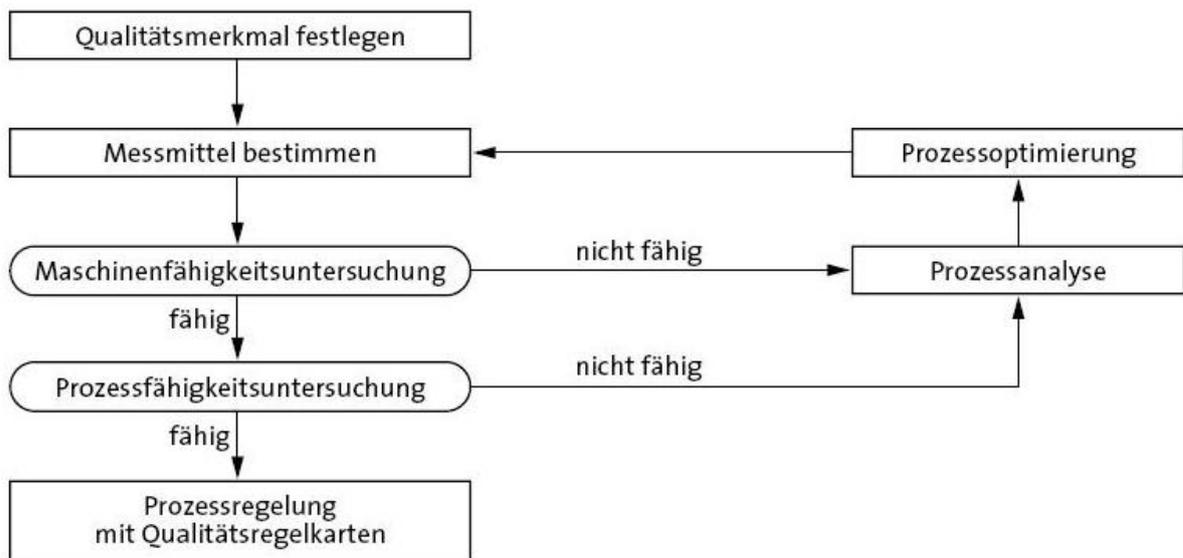
Die statistische Prozesskontrolle oder statistische Prozessregelung (SPR) wird mit Hilfe von Qualitätsregelkarten realisiert. In diesen Qualitätsregelkarten sind Merkmale festgelegt, die für die Prozessüberwachung geprüft werden müssen. Es sind ebenfalls der Prüfumfang und das Prüfintervall vorgegeben.

Vorraussetzungen für die statistische Prozesskontrolle sind der Einsatz fähiger Prüfmittel, eine fähige Maschine und ein fähiger Prozess. Das heißt bevor ein Prozess statistisch kontrolliert werden kann muss nachgewiesen werden, dass die Messmittel für die jeweiligen Merkmale fähig und geeignet sind. Wenn die Messmittel geeignet und fähig sind, muss eine Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) durchgeführt werden. Erst wenn die Maschine fähig ist, kann eine Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU) durchgeführt werden. Wurde ein Prozess als fähig befunden, kann er mit Hilfe der statistischen Prozesskontrolle überprüft werden.

Eine statistische Prozesskontrolle kann erst angewendet werden, wenn der Prozess fähig und beherrscht ist. Die Prozessparameter müssen mess- und regelbar sein. Das vorhandene Prozesswissen muss ausreichend groß sein, damit qualitätskritische Einflüsse ausgeschlossen werden können. Da die statistische Prozesskontrolle eine langfristige Überwachung darstellt, sollten die Jahresstückzahlen der zu überprüfenden Teile ausreichend hoch sein.²

In Abbildung 5 ist das Ablaufschema einer Statistischen Prozessregelung zusammengefasst.

² [BIN03], S. 4



Ablaufschema der SPR

Abbildung 5: Ablaufschema der statistischen Prozessregelung,

Quelle: http://files.hanser.de/hanser/docs-/20080523_28523141246-60_978-3-446-41499-0_Leseprobe.pdf

8.1 Prozessfähigkeit

Die Prozessfähigkeitsuntersuchung (PFU) ist eine Langzeituntersuchung eines Prozesses oder einer Maschine, welche in festgelegten Intervallen erfolgt. Bei der Untersuchung fließen Einflüsse der Maschine, des Materials, der Methode, des Bedieners und der Umgebung des Prozesses in die Betrachtung ein.³

Als Kennwerte werden die Prozessfähigkeitskoeffizienten cp und cpk genutzt. Beide Kennwerte geben die Prozessfähigkeit an – cp gibt die Fähigkeit nach der Streuung und cpk gibt die Fähigkeit nach der Lage an. Der Prozess wird als fähig bezeichnet, wenn beide Koeffizienten >1 sind. In der Regel werden jedoch größere Koeffizienten gefordert, da ein Prozess der bei $cp = 1$ liegt die gesamte Toleranzbreite ausnutzt und bei einer Verschiebung zu Ausschussteilen oder Nacharbeit führt. Schon ein cp -Wert von 1,33 kann die Anzahl an Ausschussteilen drastisch verringern. Die internen Ansprüche der MBM-Gruppe liegen bei einem cp -Wert von 1,66 und einem cpk -Wert von 1,33.

³ [CET09]

In den Abbildungen 6 und 7 sind die Formeln zur Berechnung der Prozessfähigkeitskennwerte dargestellt.

$$c_p = \frac{\text{Toleranz } T}{\text{Prozessstreuung}} = \frac{T}{6\hat{\sigma}}$$

Abbildung 6: Formel zur Berechnung der Prozessfähigkeit nach der Streuung,

Quelle: http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm

$$c_{pk} = \frac{\text{kleinster Abstand von } \bar{\bar{x}} \text{ zur Toleranzgrenze}}{\text{halbe Prozessstreuung}} = \frac{Z_{\text{krit}}}{3\hat{\sigma}}$$

Abbildung 7: Formel zur Berechnung der Prozessfähigkeit nach der Lage,

Quelle: http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm

8.2 Maschinenfähigkeit

Die Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) ist im Gegensatz zur Prozessfähigkeitsuntersuchung eine kurzfristige Untersuchung. Die eingehenden Einflüsse belaufen sich in der Regel lediglich auf die Einflüsse der Maschine und Methode, da die Einflüsse des Bedieners, des Materials und der Umgebung nicht berücksichtigt werden.

Bei der Maschinenfähigkeitsuntersuchung wird die Maschine unter Idealbedingungen untersucht. Das heißt, es wird Material aus einer Charge verwendet, die Maschine hat eine konstante Lauflistung erreicht und wird durch den gleichen Bediener gesteuert. Des Weiteren wird die Untersuchung ohne Umgebungseinflüsse durchgeführt.⁴

Zur genauen Untersuchung werden 50 bis 100 Werkstücke nacheinander von der Maschine entnommen und vermessen. Aufgrund der Streuung dieser Messwerte kann die Maschinenfähigkeit berechnet werden.

⁴ [CET09]

Zur Veranschaulichung werden auch hier Fähigkeitskoeffizienten verwendet. Diese werden mit c_m und c_{mk} bezeichnet, wobei c_m die Fähigkeit nach der Streuung und c_{mk} die Fähigkeit nach der Lage angibt. In den Abbildungen 8 und 9 sind die Formeln zur Berechnung der Maschinenfähigkeitskennwerte dargestellt.

$$c_m = \frac{\text{Toleranz } T}{\text{Maschinenstreuung}} = \frac{T}{6\sigma}$$

Abbildung 8: Formel zur Berechnung der Maschinenfähigkeit nach der Streuung,

Quelle: http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm

$$c_{mk} = \frac{\text{kleinster Abstand von } \bar{x} \text{ zur Toleranzgrenze}}{\text{halbe Maschinenstreuung}} = \frac{Z_{krit}}{3\sigma}$$

Abbildung 9: Formel zur Berechnung der Maschinenfähigkeit nach der Lage,

Quelle: http://quality.kenline.de/seiten_d/spc_faehigkeit.htm

9 Software

9.1 Software für die Datenübertragung

9.1.1 Datenübertragung von Koordinatenmessmaschinen

Für die Datenübertragung von Koordinatenmessmaschinen kann die Software Calypso, einer von dem Unternehmen Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH entwickelten Software, zum Einsatz kommen. Diese Software dient als Messsoftware, das heißt, die Daten werden in voreingestellte Datenbanken übertragen und für die Auswertung bereitgestellt. Diese Datenbanken können ganz einfach im MS-Access hinterlegt sein.

Die von der Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH entwickelte Software ist für alle Koordinatenmessmaschinen einsetzbar. Dies ist insofern von entscheidender Bedeutung, da die MBM-Gruppe über ein Koordinatenmessgerät des Herstellers Mitutoyo verfügt und die Software Calypso dort ebenfalls eingesetzt werden kann.⁵

Dies bedeutet, dass die Datenübertragung von Messdaten, die an Koordinatenmessmaschinen entstehen in hinterlegte Datenbanken kein Problem darstellt.

Die Software Calypso dient nicht nur der Hinterlegung bzw. Speicherung von Daten sondern auch der Vereinfachung der Erstellung des Messprogramms. Mit Hilfe von Calypso ist kein Programmieren notwendig. Das zu messende Teil kann per Joy-Stick angetastet werden. Durch die Speicherung der Messpunkte kann Calypso im Automatikmodus diese der Reihenfolge nach antasten und das Teil dadurch vermessen.

⁵ [ZEI09]

Die Software Calypso macht außerdem Vorschläge was mit Hilfe der bisherigen Information vermessen werden kann. Zum Beispiel schlägt die Software bei der Antastung eines Punktes vor, dass die Position des Punktes gemessen werden kann. Wird ein zweiter Punkt angetastet so schlägt das Programm die Messung einer Gerade vor. Durch verschiedene Tools ist es möglich, durch diese Art und Weise der Antastung ein komplexes Messprogramm zu erstellen.

Als weiteren Vorteil kann Calypso auch anhand einer CAD-Zeichnung die notwendigen Informationen zur Vermessung des Teils generieren und umsetzen.

9.1.2 Datenübertragung von Messarbeitsplätzen

Die Datenübertragung von den Messarbeitsplätzen zum Rechner gestaltet sich umfangreicher als lediglich die Installation einer Software. Für die Datenübertragung müssen zunächst Interfaces angeschafft werden, da die Anzahl der Messmittel an einem Messarbeitsplatz größer ist als die Anzahl der möglichen PC-Eingänge. Je nachdem welches Interface gewählt wird, können bis zu acht Messmittel an einem Interface und somit an einem PC-Eingang angeschlossen werden.

Die digitalen Messmittel besitzen entweder RS-232-C- oder Mitutoyo-Digimatic-Anschlüsse. Da für die Zukunft die Anschaffung eines CAQ-Systems geplant ist, sollten die Anschlüsse auch kompatibel mit der Software sein. Ein Vorschlag für die Anschaffung des Interface ist die Interface-Box S-8, die von der CAQ AG angeboten wird und somit kompatibel zum System ist. An diese Interface-Box können acht Messmittel mit RS-232-C- oder Mitutoyo-Digimatic-Anschlüssen an den Eingang gelegt werden. Des Weiteren sind ein Anschluss an den PC über einen RS-232-C-Anschluss und ein Anschluss eines Fußtasters, der das Signal zur Übernahme des Messwertes in die Datenbank auslöst, möglich.⁶

Als Software für die Speicherung und Lenkung der Daten in einer Datenbank steht eine Vielzahl an Herstellern zur Verfügung. Als Beispiel kann hier die Software "Measure Link" von Mitutoyo eingesetzt werden.⁷

⁶ [CAQ08], S. 99

⁷ [MIT08]

9.2 Auswertungssoftware qs-STAT

Die Software qs-STAT wird von der Q-DAS GmbH angeboten. Die Q-DAS GmbH ist ein international tätiges Unternehmen, welches sich mit Problemlösungen des Qualitätsmanagements beschäftigt.

Die Software qs-STAT dient der Auswertung von Daten von einzelnen Messmaschinen oder Messarbeitsplätzen mit mehreren Messmitteln. Bei der Auswertung von Daten greift qs-STAT auf Datenbanken zurück, welche mit Hilfe von Messsoftware aufgebaut bzw. gefüllt werden. Die Software kann auch unabhängig von solchen Messplätzen oder –maschinen eingesetzt werden. In diesem Falle müssen die Daten von Hand eingegeben werden.

Die Software qs-STAT kann bei der Auswertung bezüglich Maschinen- und Prozessfähigkeit auf viele integrierte Normen und Standards zurückgreifen. Des Weiteren steht eine Vielzahl statistischer Verfahren für eine gezielte Auswertung zur Verfügung.⁸

Zum besseren Verständnis wird die Software anhand eines Beispiels näher erklärt. Dabei handelt es sich um eine Welle, die mit einer hohen Jahresstückzahl gefertigt wird. Es werden hierbei Qualitätsregelkarten der letzten Monate ausgewertet. Es sind insgesamt 200 Messwerte auf der Schleifmaschine Vector aufgenommen worden. Da die Auswertung anhand von Qualitätsregelkarten erfolgt, mussten die Daten manuell eingegeben werden.

In Tabelle 1 sind alle 200 Messwerte des gewählten Beispiels aufgelistet. Hierbei werden zwei Merkmale betrachtet – ein Durchmesser mit dem Nennmaß 15mm und eine Kegelkante mit dem Nennmaß 15,4mm.

⁸ [QDA09]

Tabelle 1: Übersicht über alle Messwerte des Beispiels

| Datum | Durchmesser 15,000 | Kegelkante 15,400 | Datum | Durchmesser 15,000 | Kegelkante 15,400 |
|------------------|-----------------------|-------------------|---|-----------------------|-------------------|
| Oberes Grenzmaß | 15,012 | 15,600 | | 15,012 | 15,600 |
| Unteres Grenzmaß | 15,002 | 15,400 | | 15,002 | 15,400 |
| 02.03.09 | 15,009 | 15,520 | 16.03.09 | 15,007 | 15,510 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,006 | 15,510 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,007 | 15,510 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,007 | 15,510 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,510 |
| 02.03.09 | 15,008 | 15,520 | 17.03.09 | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,009 | 15,520 | | 15,008 | 15,500 |
| 03.03.09 | 15,008 | 15,520 | 17.03.09 | 15,006 | 15,520 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,007 | 15,520 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,006 | 15,520 |
| | 15,007 | 15,500 | | 15,007 | 15,520 |
| | 15,006 | 15,500 | | 15,006 | 15,520 |
| 03.03.09 | 15,008 | 15,520 | 17.03.09 | 15,008 | 15,530 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,530 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,530 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,009 | 15,530 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,009 | 15,530 |
| 03.03.09 | 15,007 | 15,520 | 18.03.09 | 15,009 | 15,520 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,009 | 15,520 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,008 | 15,520 |
| | 15,006 | 15,520 | | 15,008 | 15,520 |
| | 15,006 | 15,520 | | 15,008 | 15,520 |
| 04.03.09 | 15,007 | 15,520 | 27.04.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,009 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,009 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,009 | 15,500 |
| 09.03.09 | 15,007 | 15,480 | 28.04.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,480 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,009 | 15,500 |
| 10.03.09 | 15,007 | 15,480 | 28.04.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,009 | 15,500 |
| | 15,006 | 15,480 | | 15,009 | 15,500 |
| 10.03.09 | 15,007 | 15,490 | 29.04.09 | 15,009 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,009 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| 10.03.09 | 15,007 | 15,490 | Legende: Beginn einer neuen QRK alle Angaben in mm | | |
| | 15,007 | 15,490 | | | |
| | 15,008 | 15,490 | | | |
| | 15,008 | 15,490 | | | |
| | 15,007 | 15,490 | | | |

| Datum | Durchmesser 15,000 | Kegelkante 15,400 | Datum | Durchmesser 15,000 | Kegelkante 15,400 |
|------------------|-----------------------|-------------------|----------|------------------------|-------------------|
| Oberes Grenzmaß | 15,012 | 15,600 | | 15,012 | 15,600 |
| Unteres Grenzmaß | 15,002 | 15,400 | | 15,002 | 15,400 |
| 29.04.09 | 15,008 | 15,500 | 11.05.09 | 15,007 | 15,540 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,007 | 15,540 |
| | 15,007 | 15,500 | | 15,008 | 15,520 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,008 | 15,500 |
| 29.04.09 | 15,007 | 15,510 | 11.05.09 | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,510 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| 30.04.09 | 15,008 | 15,490 | 14.05.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| 04.05.09 | 15,008 | 15,480 | 14.05.09 | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,480 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,480 | | 15,008 | 15,500 |
| 04.05.09 | 15,008 | 15,490 | 15.05.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| 05.05.09 | 15,007 | 15,500 | 15.05.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,500 | | 15,007 | 15,500 |
| 06.05.09 | 15,008 | 15,490 | 15.05.09 | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,490 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,007 | 15,490 | | 15,008 | 15,500 |
| 07.05.09 | 15,008 | 15,520 | 16.05.09 | 15,008 | 15,490 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,490 |
| | 15,008 | 15,520 | | 15,008 | 15,490 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,007 | 15,490 |
| | 15,007 | 15,520 | | 15,007 | 15,490 |
| 07.05.09 | 15,008 | 15,510 | 18.05.09 | 15,007 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| 08.05.09 | 15,008 | 15,510 | 19.05.09 | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,008 | 15,500 |
| | 15,008 | 15,510 | | 15,007 | 15,500 |
| | 15,009 | 15,510 | | 15,007 | 15,500 |
| 08.05.09 | 15,008 | 15,510 | Legende: | Beginn einer neuen QRK | |
| | 15,008 | 15,510 | | alle Angaben in mm | |
| | 15,008 | 15,510 | | | |
| | 15,007 | 15,510 | | | |
| | 15,007 | 15,510 | | | |

9.2.1 Bedienung qs-STAT

Das schnelle Aufrufen und Ausführen von Funktionen wird über Schaltflächen realisiert, die funktionsbezogen in verschiedene Symbolleisten unterteilt werden. Ein Beispiel für eine solche Symbolleiste ist die Symbolleiste "Einstellung", bei der im Untermenü Funktionen wie Farbe, Schrift oder Hintergrund hinterlegt sind. Die Symbolleisten können komplett oder nur teilweise eingeblendet werden. Je nachdem welche Aufgaben erledigt werden, können die Symbolleisten, die nicht für diese Arbeit benötigt werden, ausgeblendet werden.



Abbildung 10: Überblick über die Symbolleisten

Einen Überblick über die Symbolleisten ist in Abbildung 10 zu sehen. Die rot markierte Symbolleiste ist die Symbolleiste für die Datenerfassung und mit Hilfe des grün umrandeten Buttons kann das Menü für die Wertemaske geöffnet werden.

9.2.2 Datenerfassung

Für die Datenerfassung existieren zwei Symbolleisten. Die erste Symbolleiste umfasst die Buttons "Teilemaske", "Wertemaske", "Merkmalsmaske" und "Teile- / Merkmalsliste". Mit Hilfe dieser Schaltflächen können Einstellungen, wie Nennmaß oder Messmittel, an dem jeweiligen Merkmal verändert werden. Durch die hinterlegten Messwerte kann nun konkret nach einem Merkmal ausgewertet werden. Das bedeutet, dass eine Länge oder ein Durchmesser aus den aufgenommenen Messwerten ausgewählt werden kann und zur Auswertung bereit steht.

Bei der manuellen Eingabe von Messwerten wird innerhalb der Merkmalsmaske das gemessene Merkmal erstellt. Hierzu werden das Nennmaß, die Toleranz und Prüfmittel in die Merkmalsmaske eingegeben. In der Abbildung 11 ist die Merkmalsmaske mit der zugehörigen Einstellung bezüglich des Prüfmittels oder des Nennmaßes dargestellt.

Abbildung 11: Merkmalsmaske

Die manuelle Eingabe der Messwerte erfolgt über die Merkmalsliste. Bei der Dateneingabe warnt das Programm automatisch vor Messwerten, die außerhalb der Toleranz liegen. Durch das Hinzufügen einer Spalte, die die Lage des Maßes innerhalb der Toleranz zeigt, ist es möglich sofort zu erkennen ob ein Messwert mittig oder an den Toleranzgrenzen liegt. In Abbildung 12 ist die Werteliste dargestellt.

Befinden sich die Messwerte in der Toleranz so werden sie grün dargestellt. Messwerte die außerhalb der Toleranz liegen werden rot angezeigt, die gelb gezeigten Werte befinden sich in einem Bereich, der 10% von den Toleranzgrenzen entfernt liegt.

In Abbildung 12 wurden, um dies zu verdeutlichen, jeweils 2 Messwerte falsch eingegeben.

| Merkmal | | | | Transformation | |
|---------|-------------------|------------|-------------|----------------|-----------|
| Nummer | Bezeichnung | Ob.Spez.Gr | Unt.Spez.Gr | Faktor | Konstante |
| 1 | Durchmesser_D. 15 | 15,012 | 15,002 | 1,000 | 0,000 |

| | Durchmesser_D. 1 | Lage | Kegelkante | Lage |
|----|------------------|------|------------|------|
| 1 | 15,009 | ■ | 15,520 | ■ |
| 2 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 3 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 4 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 5 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 6 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 7 | 15,001 | ■ | 15,420 | ■ |
| 8 | 15,003 | ■ | 15,390 | ■ |
| 9 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 10 | 15,009 | ■ | 15,520 | ■ |
| 11 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 12 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 13 | 15,007 | ◆ | 15,520 | ■ |
| 14 | 15,007 | ◆ | 15,500 | ◆ |
| 15 | 15,006 | ■ | 15,500 | ◆ |
| 16 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 17 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 18 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |
| 19 | 15,008 | ■ | 15,520 | ■ |

Abbildung 12: Merkmalsliste

Die zweite Symbolleiste umfasst vorwiegend das Einfügen, Löschen oder Verknüpfen von Elementen. Das bedeutet, dass weitere Merkmale hinzugefügt werden können. Beispielsweise ist es möglich einem Teil mit zehn Merkmalen ein elftes hinzuzufügen. Dies ist dann sinnvoll wenn vom Kunden zusätzliche SPC-Maße gefordert werden.

Durch die Verknüpfung von Merkmalen können aus Werten vorhandener Merkmale mit Hilfe von sogenannten Verknüpfungsfunktionen neue Merkmale ermittelt werden. Zu den Verknüpfungsfunktionen zählen beispielsweise die Cosinus-, Sinus-, Exponential- oder Logarithmus-Funktionen.

Außerdem lässt sich über den Button "lineare Transformation" eine schnellere Werteeingabe realisieren. Es kann hierbei ein Wert bzw. eine Additionskonstante festgelegt werden – zum Beispiel "7". Des Weiteren wird ein Multiplikationsfaktor, der als Auflösung bezeichnet wird, festgelegt – zum Beispiel "0,001". Als Formel entsteht dann: "Wert = 7 + 0,001 * Eingabe". Soll ein Wert von "7,003" eingegeben werden, so muss nun nur noch der Wert "3" eingegeben werden. Dadurch kann die Eingabe vieler Messwerte beschleunigt werden.

9.2.3 Visualisierung

Zur Visualisierung bietet die Software eine Vielzahl von grafischen Darstellungen. Hierzu gehören Werteverlauf, Wertestrahle, Histogramm, Wahrscheinlichkeitsnetz und Summenlinie.

9.2.3.1 Werteverlauf

Hier sind Einzelwerte entsprechend ihrer zeitlichen Erfassung, also der chronologischen Reihenfolge, dargestellt. Es gibt zwei vordefinierte Skalenarten für die x-Achse – die "Wertenummer" oder "Zeitachse". In der Regel wird für die x-Achse eine konstante Skalierung, welche mit einer fortlaufenden Wertenummer versehen ist, gewählt. Auch hier ist es möglich die Skale auszublenden. Durch Zusatzfelder besteht die Möglichkeit des Hinzufügens von Zusatzinformation, wie zum Beispiel der Material-Chargennummer.

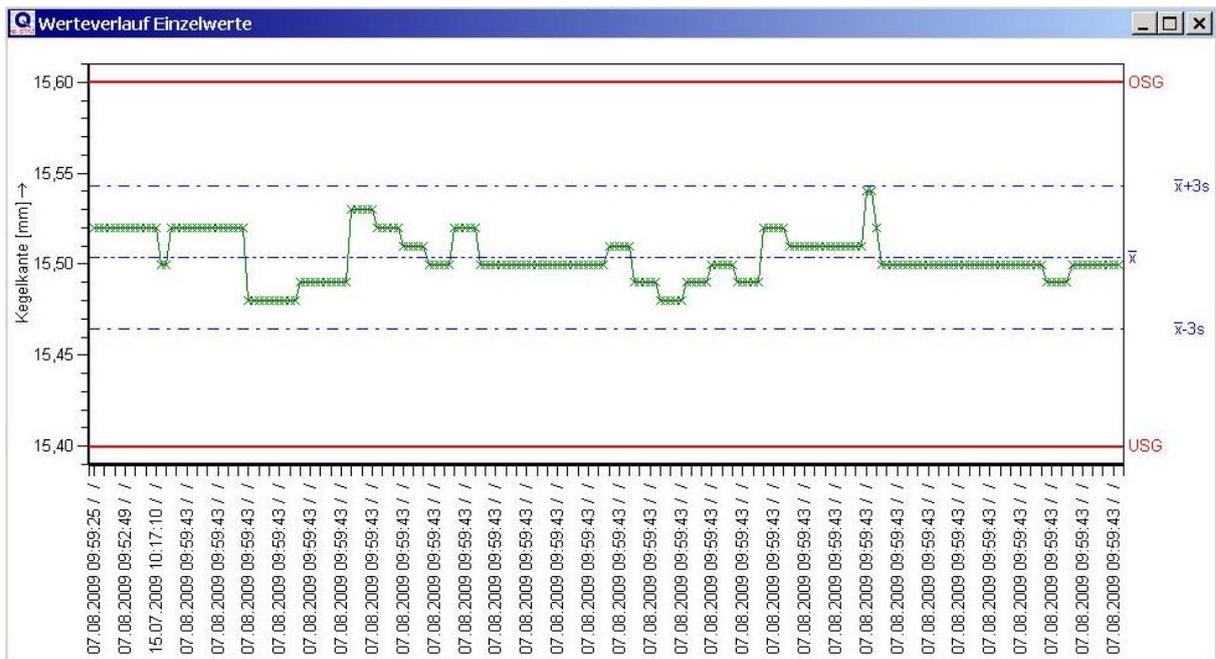


Abbildung 13: Werteverlauf der aufgenommenen Messwerte

Der Werteverlauf für das gewählte Beispiel ist in Abbildung 13 dargestellt. Die x-Achse zeigt in dieser Darstellung die Zeit an dem der Messwert aufgenommen wurde. Da die Messwerte lediglich manuell eingetragen wurden, steht in diesem Fall das Datum an dem die Messwerte in die Datenbank übernommen wurden. Die y-Achse zeigt das Maß nach welchem ausgewertet wird. Im oben genannten Beispiel ist es die Kegelkante der Welle.

Innerhalb dieser Darstellung wird die Symbolleiste "Spezial" angewendet. Mit Hilfe dieser Symbolleiste ist es möglich die Verbindungslinien ein- bzw. auszublenden. Es können des Weiteren ausgewählte Verbindungslinien hervorgehoben und die Anzeige der Wertesymbole, welche standardmäßig als Kreuz dargestellt sind, geändert werden. Gleichzeitig kann auch der gleitende Mittelwert visualisiert werden.

Durch die sogenannte "Selekt-Funktion" können einzelne Bereiche gesondert ausgewertet und aus der Gesamtbetrachtung ausgeschlossen oder in diese integriert werden. Hierbei ist es möglich horizontale oder vertikale Grenzen festzulegen.

9.2.3.2 Wertestrahl

Im Gegensatz zum Werteverlauf entfällt beim Wertestrahl die zeitliche Komponente. In dieser Darstellung wird lediglich die Verteilung der Werte bzw. ihre Häufigkeit je Skalenwert mit Hilfe von Pfeilen gezeigt. Je größer ein Pfeil ist, desto höher ist die Anzahl der Werte die in diesem Bereich liegen.

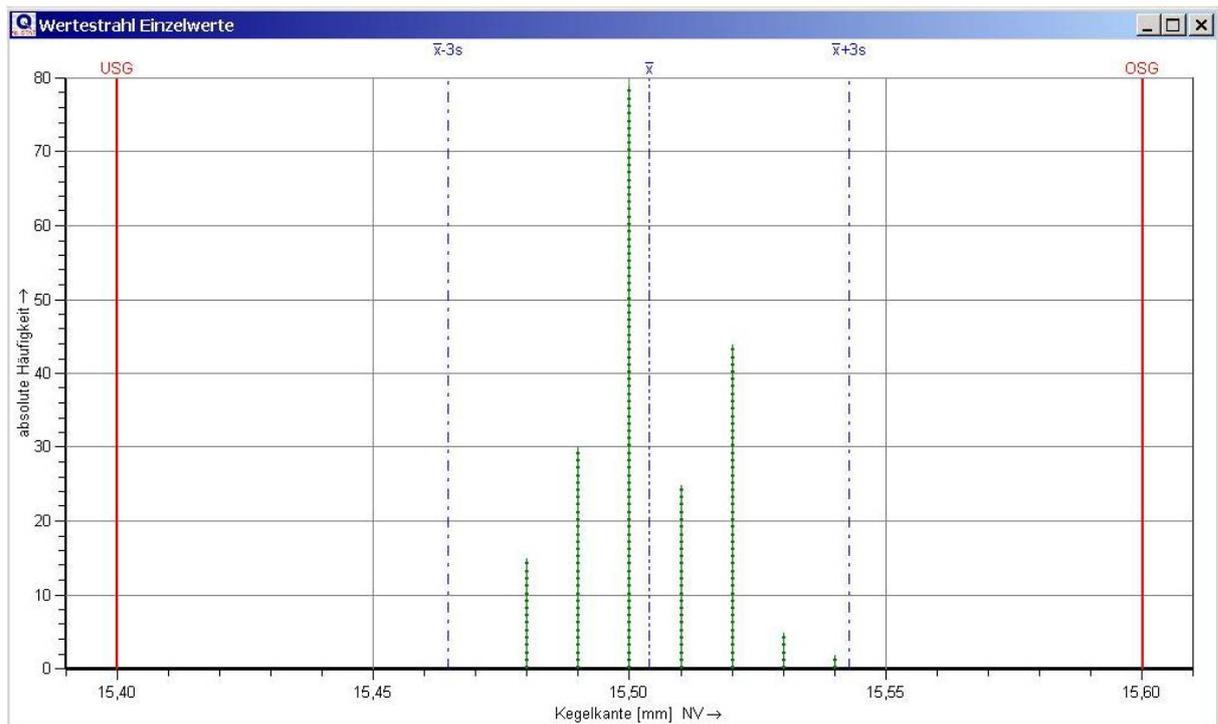


Abbildung 14: Wertestrahl

Der Wertestrahl ähnelt in der Darstellung einem Balkendiagramm. In Abbildung 14 ist der Wertestrahl für die Kegelkante der Welle dargestellt.

Mit Hilfe des Wertestrahls kann beurteilt werden, ob die Auflösung des Messmittels ausreichend ist.

9.2.3.3 Histogramm

Bei der Darstellung des Histogramms werden Klassen gebildet und die Werte in diese Klassen aufgeteilt. Die grafische Darstellung ist ein Balkendiagramm. In der Regel wird auch noch die Theoretische Dichtefunktion, die sich im Falle der Normalverteilung aus dem errechneten Mittelwert und der Standardabweichung ergibt, dargestellt. Dadurch entsteht die Gauß'sche Glockenkurve. Für die Veranschaulichung ist es möglich die Dichtefunktion auszublenden und lediglich die Balken darzustellen.

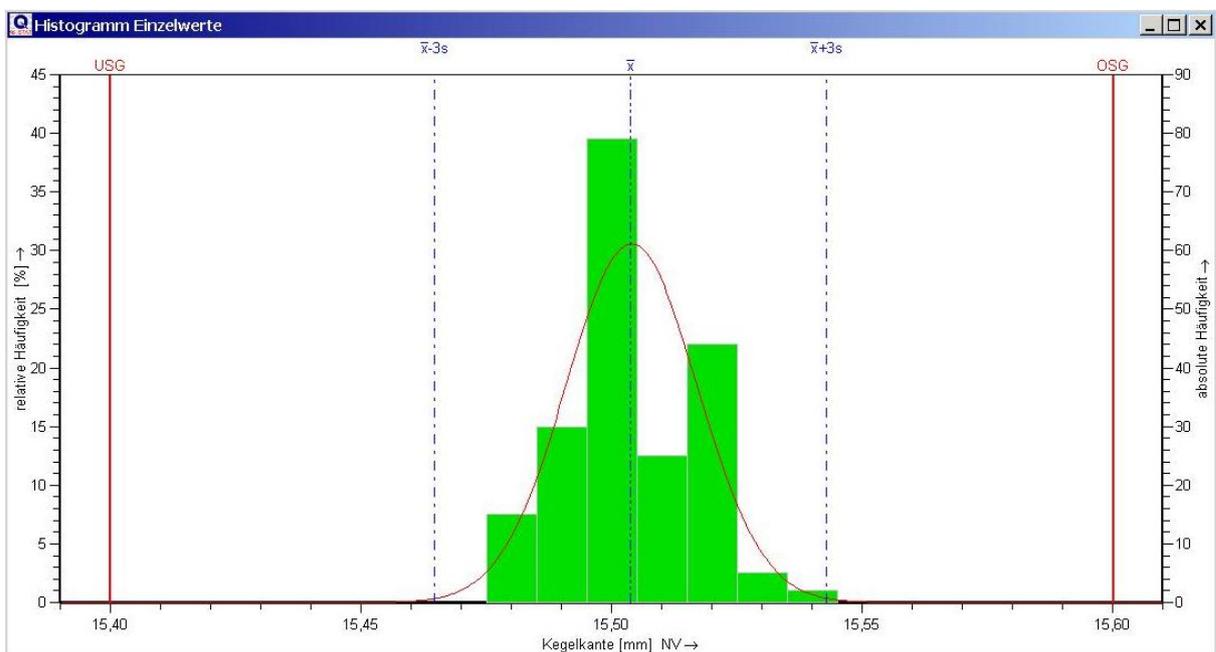


Abbildung 15: Histogramm

Für das gewählte Beispiel stellt das Histogramm in Abbildung 15 keine übliche Normalverteilung dar, da die Kurve ein zweites Maximum besitzt. Hier ist die Berechnung einer Mischverteilung sinnvoller. In der Anlage 3 sind verschiedene Möglichkeiten von Qualitätsregelkarten dargestellt, die zum einen Prozessanalysen und zum anderen Stichprobenanalysen der beiden Merkmale zeigen. Außerdem sind verschiedene Verteilungsformen, Mischverteilung (MV) und Normalverteilung (NV), dargestellt.

Im Histogramm besteht die Möglichkeit die Prozessfähigkeitskennwerte zu berechnen und anzuzeigen. Dies wird über die sogenannte "C-Wert-Funktion" ermöglicht. Nach dem Anklicken dieser Schaltfläche kann die Berechnungsgrundlage bzw. die Berechnungsart gewählt werden. Zur Verfügung stehen unter anderem die Berechnungsarten M1, M2, M3, M4, M5 und M6, die in der DIN 55319 definiert sind.

9.2.3.4 Wahrscheinlichkeitsnetz

Das Wahrscheinlichkeitsnetz wird durch die Transformation der Ordinate gebildet. Hierbei wird aus der Verteilungsfunktion eine Gerade. Anhand dieser Gerade ist es leichter eine Normalverteilung zu erkennen.

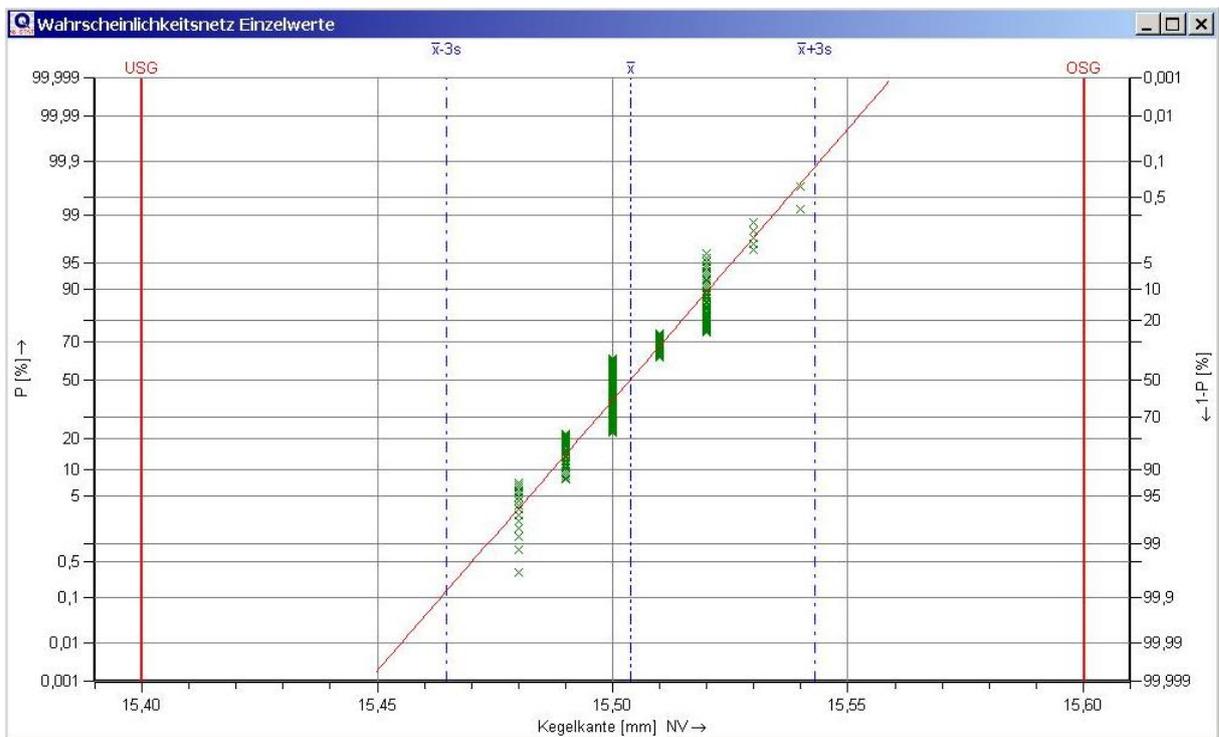


Abbildung 16: Wahrscheinlichkeitsnetz

In Abbildung 16 ist das Wahrscheinlichkeitsnetz für die Verteilung der Messwerte der Kegelkante dargestellt.

9.2.3.5 Summenlinie

Bei der Auswertung der Summenlinie werden die Werte aus dem Histogramm aufsummiert und graphisch dargestellt. Dadurch ist ein treppenähnlicher Verlauf, wie in Abbildung 17, zu erkennen.

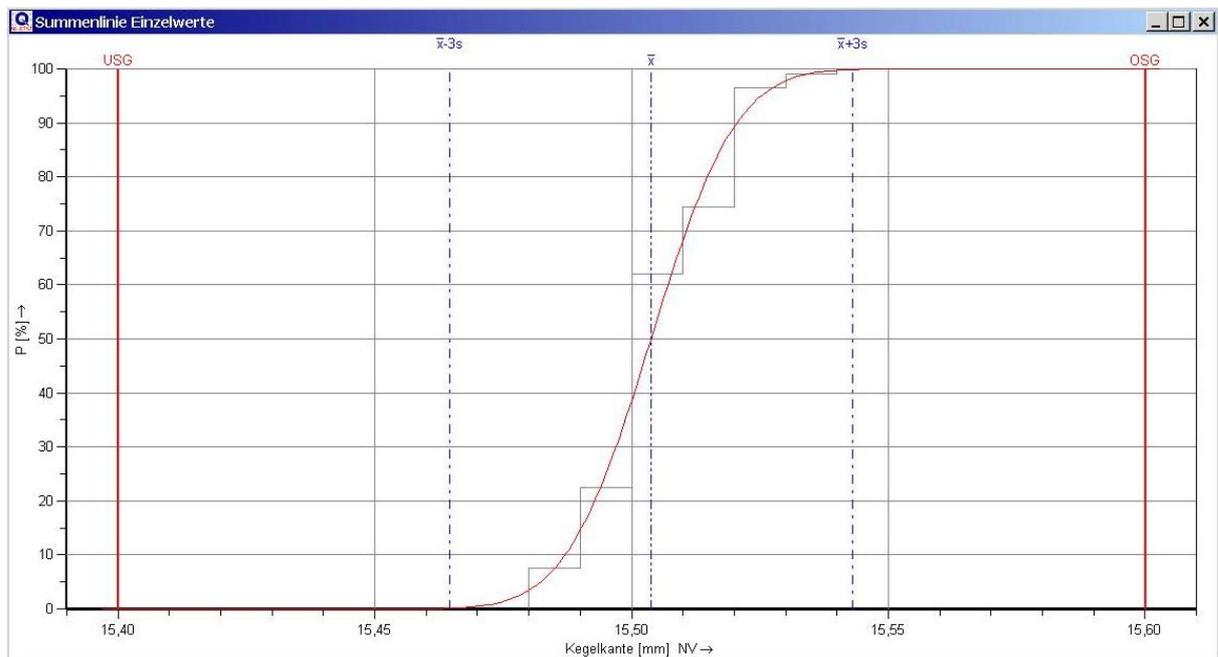


Abbildung 17: Summenlinie

9.2.4 Numerik

Der Punkt Numerik umfasst alle numerischen Auswertungen. Zu den numerischen Auswertungen zählen unter anderem Auswertungsergebnisse, Formblätter und Testverfahren.

9.2.4.1 Auswertungsergebnisse

In diesem Menüpunkt werden die Ergebnisse der Auswertung angezeigt. Es ist eine übersichtliche Darstellung der statistischen Kennwerte und sonstigen Größen. Dieses Blatt mit den kompletten Ergebnissen kann ausgedruckt und an die entsprechenden Verantwortlichen weitergeleitet werden. In Abbildung 18 ist ein solches Auswertungsblatt dargestellt. In dieser Übersicht sind alle möglichen Werte, die für ein Merkmal bestimmbar sind, übersichtlich dargestellt.

| Auswertungsergebnisse | | | |
|--|--------------------|---------------|---------------------------------------|
| Teilnr. | 200 0106 01 | Teilebez. | Welle |
| Merkm.Nr. | 2 | Merkm.Bez. | Kegelkante |
| | Modell-Verteilung | = | Normalverteilung |
| Mittelwert | = \bar{x} | = | 15,50198 ≤ 15,50380 ≤ 15,50562 |
| Medianwert | = \tilde{x} | = | 15,500 |
| Kleinstwert | = x_{\min} | = | 15,480 |
| GrößtWert | = x_{\max} | = | 15,540 |
| Spannweite | = R | = | 0,060 |
| -3s Quantil | = $\bar{x}-3s$ | = | 15,46464 |
| +3s Quantil | = $\bar{x}+3s$ | = | 15,54296 |
| 3s Quantilabstand | = 6s | = | 0,07833 |
| In Toleranz | = $n_{<T>}$ | = | 200 |
| zu erwartender Anteil | = $p_{<T>}$ | = | 100,00000 % |
| Anzahl der Werte > OSG | = $n_{>OSG}$ | = | 0 |
| zu erwartender Anteil >OSG | = $p_{>OSG}$ | = | 0,00000% |
| Anzahl der Werte < USG | = $n_{<USG}$ | = | 0 |
| zu erwartender Anteil <USG | = $p_{<USG}$ | = | 0,00000% |
| Anzahl Werte gesamt | = n_{ges} | = | 200 |
| Anz. Werte ausgewertet | = n_{eff} | = | 200 |
| potentieller Fähigkeitsindex | = C_m | = | 2,30 ≤ 2,55 ≤ 2,80 |
| kritischer Fähigkeitsindex | = C_{mk} | = | 2,21 ≤ 2,46 ≤ 2,70 |
| Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk}) | | | |
| Berechnungsmethode | = | (RITTER 1,66) | |

Abbildung 18: Auswertungsergebnisse

9.2.4.2 Formblätter

Es besteht die Möglichkeit für jedes statistische Merkmal ein Formblatt anzeigen zu lassen und dieses zu bearbeiten, zum Beispiel durch Hinzufügen des Firmenlogos oder anderen Daten bzw. Informationen. Standardmäßig sind drei Formblätter eingestellt, die in den Abbildungen 19, 20 und 21 zu sehen sind. Im Formblatt 1 sind lediglich die errechneten Werte aufgelistet. Im Formblatt 2 kommen die berechneten statistischen Werte und im Formblatt 3 die Zielkennwerte des Unternehmens hinzu.

| Form 1 | | | | | |
|-----------|-----------------|------------|-----------------|--------------|--------------------|
| Teilnr. | 200 0106 01 | | Teilebez. | Welle | |
| Merkm.Nr. | 2 | | Merkm.Bez. | Kegelkante | |
| | Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte |
| T_m | 15,500 | | | \bar{x} | 15,50380 |
| USG | 15,400 | x_{min} | 15,480 | $\bar{x}-3s$ | 15,46464 |
| OSG | 15,600 | x_{max} | 15,540 | $\bar{x}+3s$ | 15,54296 |
| T | 0,200 | R | 0,060 | 6s | 0,07833 |
| | | $n_{<T>}$ | 200 | $p_{<T>}$ | 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | 0 | $p_{>OSG}$ | 0,00000% |
| | | $n_{<USG}$ | 0 | $p_{<USG}$ | 0,00000% |
| | | n_{ges} | 200 | n_{eff} | 200 |

Abbildung 19: Formblatt: Form 1

| Form 2 | | | | | |
|------------------------------|-----------------|------------|--|--------------|--------------------|
| Teilnr. | 200 0106 01 | | Teilebez. | Welle | |
| Merkm.Nr. | 2 | | Merkm.Bez. | Kegelkante | |
| | Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte |
| T_m | 15,500 | | | \bar{x} | 15,50380 |
| USG | 15,400 | x_{min} | 15,480 | $\bar{x}-3s$ | 15,46464 |
| OSG | 15,600 | x_{max} | 15,540 | $\bar{x}+3s$ | 15,54296 |
| T | 0,200 | R | 0,060 | 6s | 0,07833 |
| | | $n_{<T>}$ | 200 | $p_{<T>}$ | 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | 0 | $p_{>OSG}$ | 0,00000% |
| | | $n_{<USG}$ | 0 | $p_{<USG}$ | 0,00000% |
| | | n_{ges} | 200 | n_{eff} | 200 |
| Modell-Verteilung | | | Normalverteilung | | |
| Berechnungsart | | | M4 ₁ Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | = | C_m | 2,30 ≤ 2,55 ≤ 2,80 | | |
| kritischer Fähigkeitsindex | = | C_{mk} | 2,21 ≤ 2,46 ≤ 2,70 | | |

Abbildung 20: Formblatt: Form 2

| Form 3 | | | | | |
|--|-----------------|------------|--|--------------|--------------------|
| Teilnr. | 200 0106 01 | | Teilebez. | Welle | |
| Merkm.Nr. | 2 | | Merkm.Bez. | Kegelkante | |
| | Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte |
| T_m | 15,500 | | | \bar{x} | 15,50380 |
| USG | 15,400 | x_{min} | 15,480 | $\bar{x}-3s$ | 15,46464 |
| OSG | 15,600 | x_{max} | 15,540 | $\bar{x}+3s$ | 15,54296 |
| T | 0,200 | R | 0,060 | 6s | 0,07833 |
| | | $n_{<T>}$ | 200 | $p_{<T>}$ | 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | 0 | $p_{>OSG}$ | 0,00000% |
| | | $n_{<USG}$ | 0 | $p_{<USG}$ | 0,00000% |
| | | n_{ges} | 200 | n_{eff} | 200 |
| Modell-Verteilung | | | Normalverteilung | | |
| Berechnungsart | | | M4 ₁ Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | = | C_m | 2,30 ≤ 2,55 ≤ 2,80 | | |
| kritischer Fähigkeitsindex | = | C_{mk} | 2,21 ≤ 2,46 ≤ 2,70 | | |
| Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk}) | | | | | |
| Berechnungsmethode | | | (RITTER 1,66) | | |

Abbildung 21: Formblatt: Form 3

9.2.4.3 Testverfahren

Mit Hilfe numerischer Testverfahren können Informationen über signifikante Eigenschaften einer Messreihe gewonnen werden. Hierbei stehen mehrere Testverfahren zur Verfügung.

9.2.4.3.1 Test auf Zufälligkeit

Durch diesen Test können nicht zufällige Wertfolgen von den Einzel- und Mittelwerten getrennt werden. Liegt eine zufällige Reihenfolge vor, können die Erkenntnisse, die durch die Stichprobe gewonnen wurden, nicht auf die Serienproduktion übertragen werden. Dies hätte vermutlich eine 100%-Prüfung der Werkstücke zur Folge.

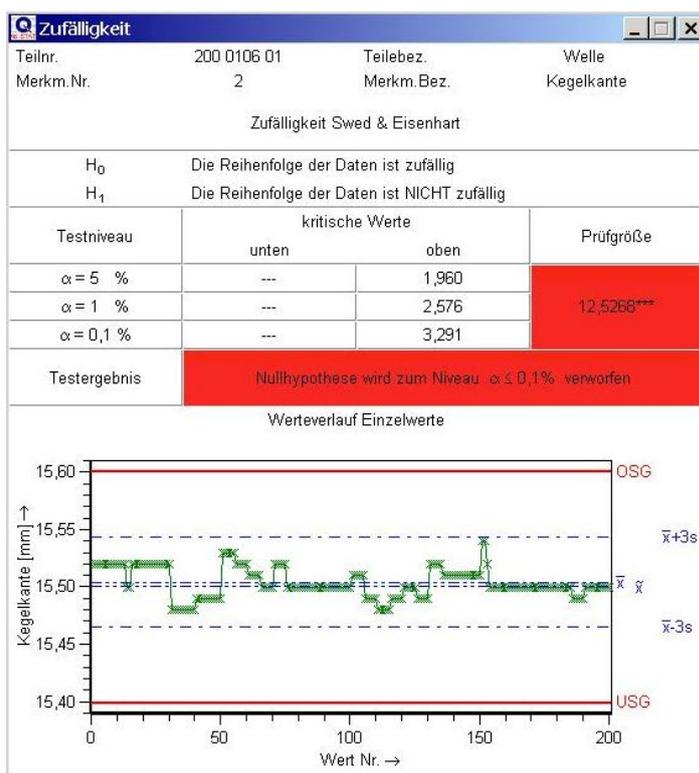


Abbildung 22: Test auf Zufälligkeit

Die Übersicht für den Test auf Zufälligkeit ist in Abbildung 22 dargestellt. Hier ist klar zu erkennen, dass die Messwerte nicht zufällig sondern aussagekräftig sind.

9.2.4.3.2 Test auf Normalverteilung

Da bei den meisten statistischen Verfahren Stichproben geprüft werden, sind nur dann aussagekräftige Ergebnisse vorhanden, wenn eine Normalverteilung vorliegt. Um Rückschlüsse von der Stichprobe auf die Serie zu schließen ist ein Test auf Normalverteilung unumgänglich.

Für den Test auf Normalverteilung steht eine Vielzahl von Verfahren zur Auswahl. Die meisten dieser Verfahren sind nach ihrem Erfinder benannt, wie beispielsweise der D'Agostino-Test, der Shapiro-Wilk-Test oder der Epps-Pulley-Test. Weitere Tests sind der Kurtioses-Test und der χ^2 -Test.

Bei dem χ^2 -Test wird eine Stichprobe klassiert und anhand der Verteilungsfunktion, in diesem Fall die Normalverteilung, werden die theoretischen Wahrscheinlichkeiten für die zu gehörigen Klassen errechnet. Es erfolgt ein Vergleich zwischen den beobachteten Werten und den errechneten Wahrscheinlichkeiten.

Auch der Test auf Asymmetrie ist ein Testverfahren für den Test auf Normalverteilung. Der Test auf Asymmetrie soll ein Ergebnis bezüglich der links- oder rechtsschiefen Verschiebung der Glockenkurve ergeben. In Abbildung 23 wird von einer Normalverteilung ausgegangen und der Test auf Asymmetrie durchgeführt. Das Ergebnis zeigt, dass in diesem Beispiel keine Asymmetrie vorliegt und der Test auf Normalverteilung erfolgreich war. Das heißt, dass die gewonnen Erkenntnisse repräsentativ für die Serienproduktion stehen.

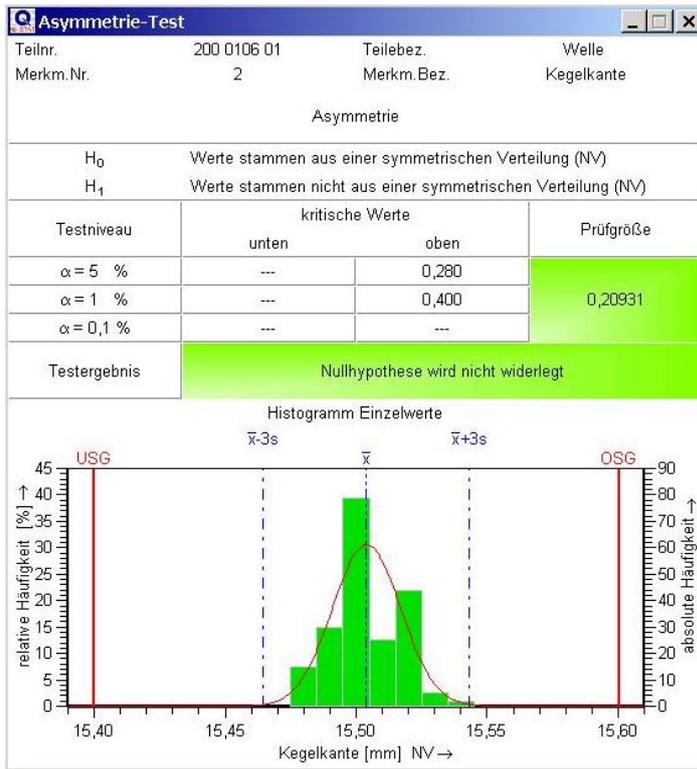


Abbildung 23: Test auf Asymmetrie

9.2.5 Qualitätsregelkarten

Die Qualitätsregelkarten dienen der Visualisierung des Lage- und Streuungsverhaltens eines Prozesses. Mit Hilfe der Qualitätsregelkarten kann ein Prozess überwacht und mit den gewonnenen Daten statistisch ausgewertet werden. In den Qualitätsregelkarten werden Eingriffs-, Warn- und Toleranzgrenzen dargestellt.

Mit Hilfe von Buttons lassen sich die Lagespur und die Streuungsspur einzeln oder zusammen darstellen. Des Weiteren ist es möglich einen Rangelbereich einzustellen und diesen einzublenden oder auszublenden.

Im qs-STAT ist es möglich verschiedene Qualitätsregelkarten zu visualisieren. Als Beispiel können Analyse-Qualitätsregelkarten oder SPC-Qualitätsregelkarten angezeigt werden. Außerdem kann eine zuvor gespeicherte Qualitätsregelkarte abgebildet werden. In Abbildung 24 und 25 sind die Analyse- und die SPC-Qualitätsregelkarten dargestellt.

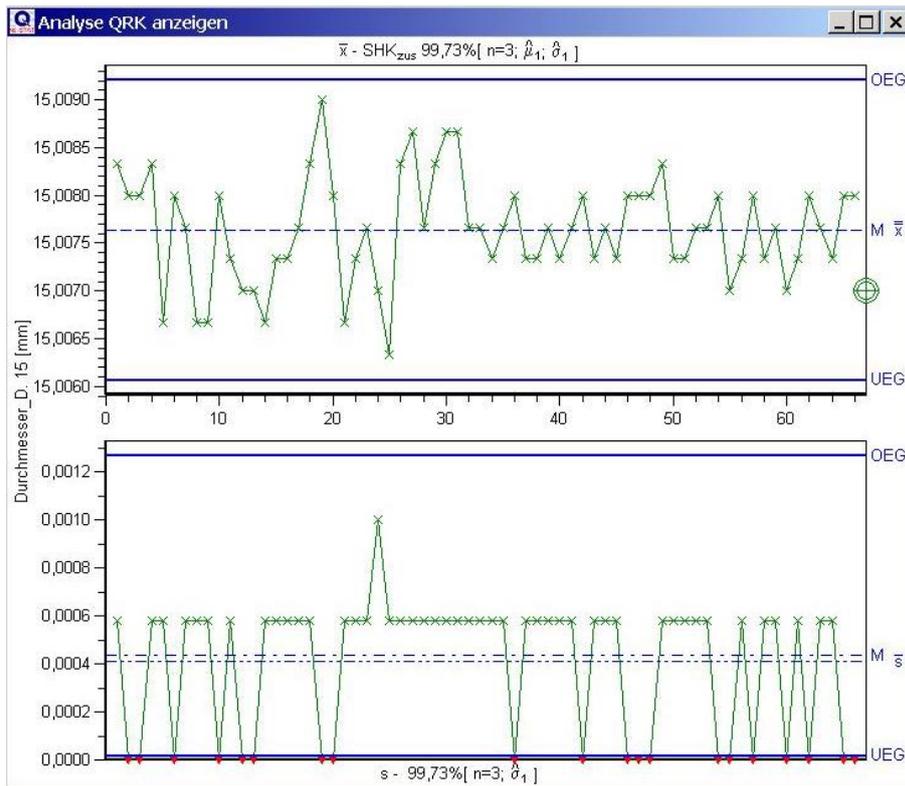


Abbildung 24: Analyse QRK anzeigen

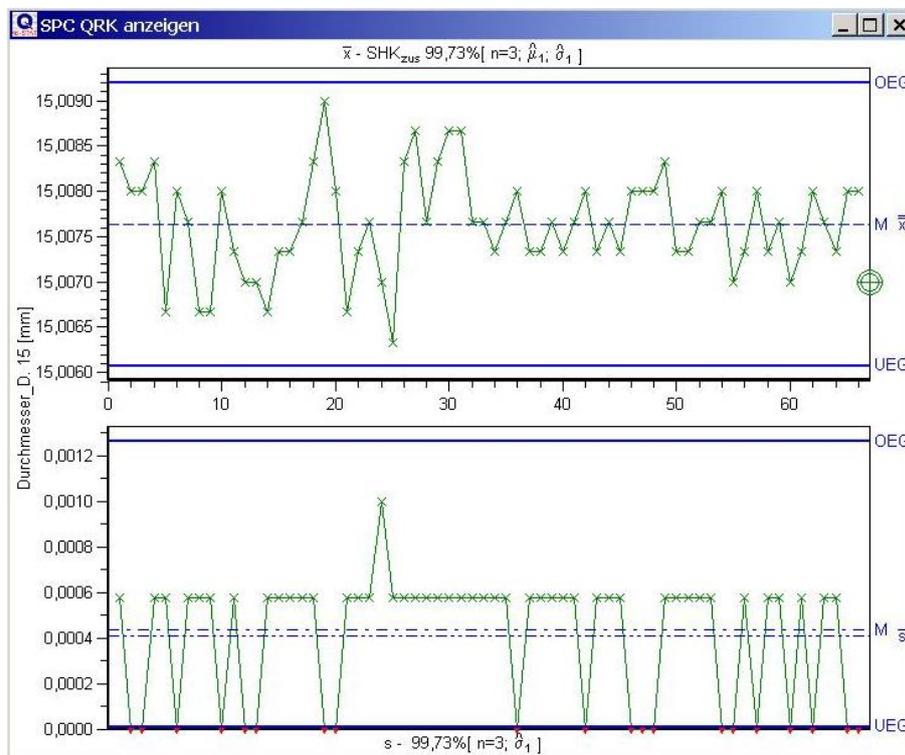


Abbildung 25: SPC QRK anzeigen

Unter dem Menüpunkt "Qualitätsregelkarte berechnen" können die Parameter für die Berechnung der Eingriffsgrenzen individuell eingestellt werden. Für die Berechnung stehen verschiedene Karten zur Verfügung – die Shewhart-Lagekarte, die Annahme-Lagekarte und Streuungskarten. In Abbildung 26 ist das Fenster für die Qualitätsregelkarte bzw. für die Einstellung der Berechnung der QRK dargestellt.

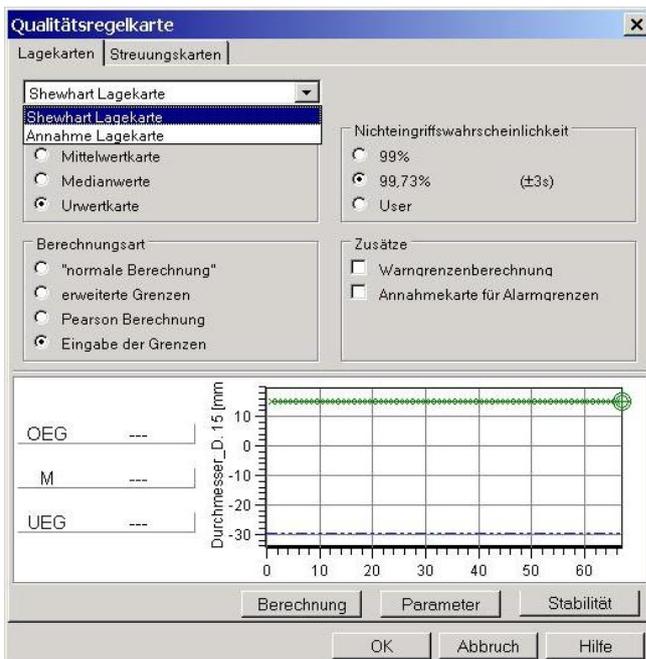


Abbildung 26: Fenster Qualitätsregelkarte

9.2.6 C-Werte

Mit Hilfe dieses Menüpunktes ist es möglich die Fähigkeitsindizes mehrerer Merkmale in einem Balkendiagramm darzustellen. Hierbei werden die Balken farbig abgebildet. Ein grüner Balken bedeutet, dass der Prozess fähig ist. Ein gelber Balken stellt eine bedingte Fähigkeit des Prozesses dar, das heißt, dass der Prozess um maximal 10% vom geforderten Soll-Wert abweicht. Ein roter Balken zeigt einen nicht fähigen Prozess an.

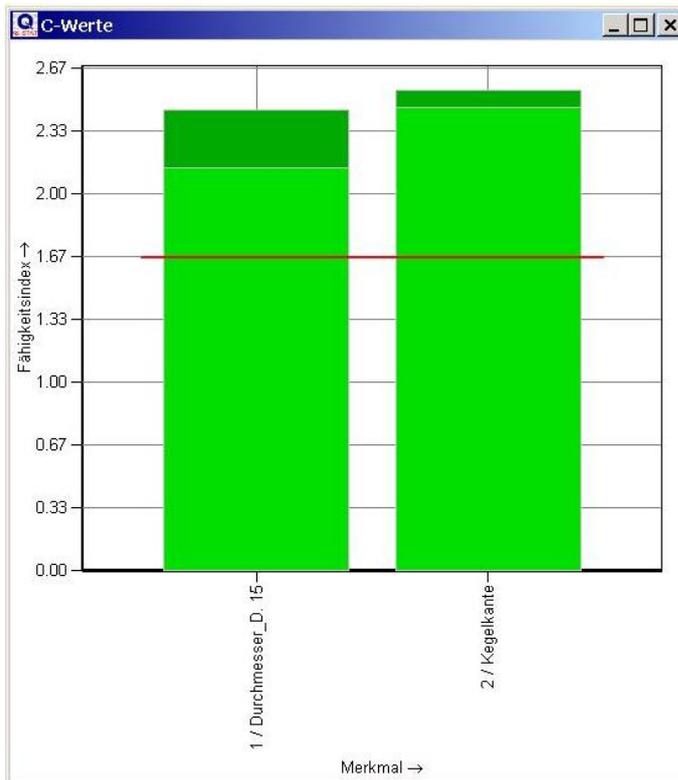


Abbildung 27: C-Werte

In Abbildung 27 sind die Prozessfähigkeitswerte aller Merkmale, in diesem Beispiel zwei, dargestellt. Des Weiteren ist eine Grenze eingezeichnet, die die Kundenanforderungen oder auch die firmeninternen Ansprüche repräsentiert. In diesem Fall wurde der Wert von 1,66 gewählt, der der Anforderung der Automobilindustrie entspricht.

9.3 CAQ-System

CAQ bedeutet Computer Aided Quality und meint damit den Rechnereinsatz bei der Qualitätsplanung bzw. Qualitätssicherung und dem Qualitätsmanagement.

Ein CAQ-System ist modular aufgebaut, das heißt, dass verschiedene Module existieren, die je nach den Ansprüchen und Anforderungen eines Unternehmens ausgewählt werden können. Durch diese Module ist das System flexibel und für viele unterschiedliche Aufgabenbereiche geeignet. Des Weiteren ist es möglich das CAQ-System Schritt für Schritt aufzubauen bzw. es zu erweitern. Außerdem können die Module für jeden Kunden individualisiert werden. Dadurch kann für jede Kundenforderung die richtige Lösung gefunden werden.

Das CAQ-System deckt einen großen Aufgabenbereich ab, der oftmals nur mit dem Einsatz von mehreren verschiedenen Software-Systemen möglich ist. Innerhalb der MBM-Gruppe existieren mehrere Software-Systeme für unterschiedlichste Aufgaben. Zum Beispiel existiert eine Software für die Erstellung von Erstmusterprüfberichten, eine Software für das Reklamations- und Beschwerde-Management und eine Software zur Darstellung und Berechnung der Prozessfähigkeit. Meist sind die Systeme nicht kompatibel oder die Anpassung nur schwer möglich. Ein CAQ-System kann hier Abhilfe schaffen und einen besseren Überblick über die Software eines Unternehmens gewährleisten.

Aus diesem Grund wurde seitens der MBM-Gruppe schon frühzeitig der Kontakt zur CAQ AG hergestellt. Die CAQ AG ist ein weltweit agierendes Unternehmen, welches seit über 25 Jahren Software-Lösungen für das Qualitätsmanagement und die Optimierung qualitätssichernder Prozesse entwickelt.

9.3.1 Überblick über die Module

9.3.1.1 APQP.Net

APQP bedeutet Advanced Product Quality Planning und ist ein Werkzeug mit dem Projektabläufe und Arbeitsprozesse optimiert werden können. Dieses Modul arbeitet normenkonform und unterstützt die Entwicklung von Produkten, Produktionsanlagen, Werkzeugen und Prüfmitteln.⁹

Der Vorteil dieses Moduls besteht in der Handhabung. Durch eine bedienerfreundliche und übersichtliche Oberfläche wird die Eingabe der Daten vereinfacht. Des Weiteren können mehrere Listen mit einander verknüpft werden, sodass ein ständiges Wechseln zwischen den Listen nicht notwendig ist.¹⁰

Das System überwacht automatisch alle Termine, Aufgaben und Maßnahmen und meldet eventuelle Abweichungen den zuständigen Verantwortlichen.¹¹

Durch die Kompatibilität der Module untereinander können weitere Detailinformation, wie Prüfpläne oder Qualitätsregelkarten in das jeweilige Projekt einfließen.

9.3.1.2 CAQ-Compact.Net

Durch das Modul CAQ-Compact.Net ist es möglich Prüfpläne anzulegen, Prüfdaten zu erfassen, sie auszuwerten und zu analysieren. Dies umfasst sowohl die prozessbegleitende Prüfung oder Prozessüberwachung als auch die Wareneingangsprüfung und die Warenausgangsprüfung.¹²

Die Prozessüberwachung beinhaltet skalierbare Testverfahren, welche die Prozesse automatisch nach Ausreißern, Trends oder sonstigen Effekten untersucht. Sollte ein Prozess abweichen, wird automatisch ein definierter Personenkreis über die Prozess- oder Toleranzverletzung informiert.

⁹ [CAQ08], S. 25

¹⁰ [CAQ08], S. 25

¹¹ [CAQ08], S. 26

¹² [CAQ08], S. 31 ff.

Die Dateneingabe kann manuell erfolgen oder direkt durch die Anbindung von Messmitteln mit Hilfe von Interfaces. Dabei ist es möglich das CAQ-System komplett in die Firmensoftware zu integrieren oder eine dezentrale Offline-Prüfstation einzurichten.¹³

Durch eine 100%ige Rückverfolgbarkeit kann jeder Messwert einer Charge und einem Datum zugeordnet werden. Dadurch können im Falle einer Reklamation innerhalb kürzester Zeit die notwendigen Informationen gefunden und an den Kunden weitergegeben werden.¹⁴

9.3.1.3 EMP/PPAP.Net

Dieses Modul unterstützt den standardisierten und normenkonformen Ablauf bei der Erstmusterprüfung (EMP). Die Erstellung der notwendigen Erstmusterprüfpläne, die Prüfung und Auswertung der Daten können durch dieses Modul übernommen werden. Durch eine mögliche CAD-Kopplung können Prüfmerkmale aus der Zeichnung in den Prüfplan übernommen werden.¹⁵

9.3.1.4 QBD.Net

Das Qualitätsbezogene Dokumentenmanagement (QBD) kann die Dokumentation des Qualitätsmanagementhandbuches übernehmen. Dadurch ist ein aufwendiges manuelles Suchen nicht mehr notwendig. Jegliche Dokumente wie Verfahrensanweisung, Prüfanweisungen, Sicherheitsdatenblätter und Formblätter lassen sich mit Hilfe dieses Modul lenken und managen. Dabei kann die Bearbeitung der Dokumente in den bisher genutzten Programmen, zum Beispiel Microsoft Word oder Excel, erfolgen. Auch schon erstellte Word- oder Excel-Dateien können einfach übernommen werden.¹⁶

¹³ [CAQ08], S. 38 ff.

¹⁴ [CAQ08], S. 38 ff.

¹⁵ [CAQ08], S. 43 ff.

¹⁶ [CAQ08], S. 47 ff.

Mit dem sogenannten Workflowsystem können die Dokumente an die jeweiligen Verantwortlichen geleitet werden. Durch das Verschlüsselungssystem ist gewährleistet, dass nur befugte Personen auf bestimmte Informationen Zugriff erhalten.¹⁷

Durch das Einfügen von aktiven Attributen, wie zum Beispiel einer Kostenstelle oder eines Prüfmittels, kann eine Änderung schneller eingefügt werden. Beziehen sich beispielsweise mehrere Dokumente auf dieselbe Kostenstelle und diese wird geändert, so muss nicht in jedem Dokument einzeln die Kostenstelle geändert werden, sondern nur einmal und das System ändert die anderen Dokumente automatisch.¹⁸

9.3.1.5 REM.Net

REM.Net ist ein Modul für das Reklamations-, Beschwerde- und Service-Management. Mit Hilfe der Software ist es möglich Fehler zu finden, zu analysieren und Verbesserungspotenziale aufzuzeigen.

Durch das integrierte Übersetzungsprogramm kann aus dem Deutschen in die Landessprache des jeweiligen Kunden übersetzt werden. Dadurch ist ein gezieltes Eingehen auf die Kundenwünsche möglich.¹⁹

Aus der Fehlerbeschreibung eines Kunden kann als Sofortmaßnahme ein Prüfauftrag erteilt und an die jeweiligen Personen, die zur Durchführung des Prüfauftrages notwendig sind, versendet bzw. weitergeleitet werden.²⁰

¹⁷ [CAQ08], S. 50

¹⁸ [CAQ08], S. 50 ff.

¹⁹ [CAQ08], S. 53 ff.

²⁰ [CAQ08], S. 57

9.3.1.6 PMM.Net

Dieses Modul erlaubt es das Prüfmittelmanagement (PMM) zu überwachen. Hier können die Kalibrierzeiträume festgelegt und überwacht werden. Durch vordefinierte Passungstabellen und Prüfnormen können Tippfehler bei der Übertragung vermieden werden.²¹

Durch die Überwachung ist der Einsatzort bzw. Standort jedes Prüfmittels per Knopfdruck in Erfahrung zu bringen. Dadurch entfällt ein zeitaufwendiges Suchen.

Durch die Prüfmittelhistorie können Trends oder sonstige Entwicklungen eines Messmittels erkannt und darauf reagiert werden.²²

9.3.1.7 FMEA.Net

Die Fehler-Möglichkeits-Einfluss-Analyse (FMEA) stellt ein zentrales Werkzeug im Bereich der Produktentwicklung und der Prozessoptimierung dar. Dieses Modul hilft beim Festlegen von Prioritäten, beim Strukturieren von Aufgaben und somit Geld und Zeit zu sparen.²³

Wird die Risiko-Prioritätszahl (RPZ) für ein Produkt oder einen Prozess, der mit einem anderen Produkt oder Prozess verknüpft ist, gesenkt, so wird auch die RPZ der verknüpften Elemente gesenkt. Dadurch ist es nicht notwendig neue Erkenntnisse aufwendig manuell zu übertragen, sondern dies durch das System erledigen zu lassen.²⁴

²¹ [CAQ08], S. 59 ff.

²² [CAQ08], S. 63

²³ [CAQ08], S. 65 ff.

²⁴ [CAQ08], S. 69

Die RPZ ist ein Produkt, das durch drei Faktoren, die jeweils von 1 bis 10 bewertet werden können, entsteht. In die Bewertung fließt die Beurteilung der Entdeckungswahrscheinlichkeit und die Auftrittswahrscheinlichkeit eines Fehlers sowie die Wichtigkeit des Merkmals für den Kunden. Als Unternehmen können lediglich die ersten beiden Faktoren beeinflusst werden, da die Wichtigkeit für den Kunden immer gleich ist. Bei der Beurteilung der RPZ gilt: je kleiner die RPZ, desto besser. Die größte und damit schlechteste RPZ ist also 1000. Existieren für mehrere Produkte Risiko-Prioritätszahlen so sollte zunächst die größte RPZ versucht werden zu reduzieren und danach die kleineren. Ein Richtwert, ab wann eine RPZ reduziert werden sollte, ist 125.

9.3.1.8 QAM.Net

QAM.Net ist ein Werkzeug zur Auditplanung, Auditerfassung und des Maßnahmen- und Aufgabenmanagement. Dabei kann mit Hilfe von Fragekatalogen jede Produktspezifikation, jedes Systemdetail des Unternehmens oder jeder Aufgabenbereich abgebildet werden.²⁵

9.1.3.9 Success.Net

Dieses Werkzeug beinhaltet die Entstehung und Überwachung von Kennzahlen und Zielvereinbarungen im Rahmen von EFQM (European Foundation for Quality Management). Dabei sind die Kennzahlen jederzeit online abrufbar und somit überprüfbar. Es wird jederzeit der Überblick über die Gesamtheit der Kennzahlen behalten und damit gehen keine Daten bzw. Kennzahlen in der unübersichtlichen Datenflut verloren.²⁶

Je nach Bedarf kann der Zugriff auf die Kennzahlen sporadisch oder regelmäßig erfolgen. Beim zyklischen Zugriff wird nach einem definierten Zeitraum der Report der Kennzahlen automatisch an befugte Personen verteilt. Auch in diesem Werkzeug warnt das System bei auftretenden Abweichungen.²⁷

²⁵ [CAQ08], S. 71 ff.

²⁶ [CAQ08], S. 77 ff.

²⁷ [CAQ08], S. 80

9.3.1.10 PMS.Net

PMS.Net ist ein Modul für die vorbeugende und vorausschauende Instandhaltung. Hierbei werden nicht nur gesetzlich vorgeschriebene Instandhaltungen, wie zum Beispiel Krane und Gabelstapler, betrachtet, sondern auch die Instandhaltung der Maschinen und Vorrichtungen. Dadurch kann statistisch erfasst werden, wann welche Maschinen stillstanden und wie lang die Stillstandszeit war bzw. es kann im Voraus geplant werden wie lang eine Maschine stillstehen wird, um die Wartungsarbeiten durchzuführen.²⁸

Das System überwacht automatisch den Ersatzteilbestand und gibt Bestellvorschläge, sollte ein voreingestellter Meldebestand unterschritten werden. Außerdem können durch dieses Modul die Kosten besser überwacht und rückverfolgt werden.

9.3.1.11 Erweiterungen

Die CAQ AG stellt eine Vielzahl an Erweiterungen zur Verfügung, die das Arbeiten in einzelnen Modulen und im ganzen System erleichtern.

Mit Form.Net steht ein grafischer Formulargenerator zur Verfügung, indem voreingestellte Formulare bearbeitet oder neue Formulare entwickelt werden können. Auch diese Formulare können in mehrere Sprachen übersetzt werden.²⁹

Eine zusätzliche Erweiterung ist das JobControl.Net, das die Einhaltung von Terminen oder Eingriffsgrenzen überwacht. Bei einer Abweichung werden sofort alle betroffenen und notwendigen Personen informiert.³⁰

²⁸ [CAQ08], S. 81 ff.

²⁹ [CAQ08], S. 88

³⁰ [CAQ08], S. 91

Eine der wichtigsten Erweiterungen ist das Connect.Net. Mit Hilfe dieser Erweiterung ist es möglich andere IT- und Datenbanksystem an das CAQ-System anzuknüpfen und somit den Datentransfer zwischen der CAQ-Software und dem installierten PPS- oder ERP-System zu ermöglichen.³¹

9.2 Vorteile eines CAQ-Systems

Die Vorteile des CAQ-Systems liegen in der Vielseitigkeit des Systems. Es existieren verschiedene Module, wodurch eine individuelle Konfiguration für den Kunden möglich ist, das heißt, es müssen nur die Module angeschafft werden, die wirklich benötigt werden.

Ein weiterer Vorteil ist die Kompatibilität der Module untereinander und auch des kompletten Systems bezüglich PPS- oder ERP-Systemen. Somit ist das System vielseitig einsetzbar. Selbst Updates, welche selbstständig durch die Software heruntergeladen werden, behindern das System nicht.

Durch das Profitieren der einzelnen Module voneinander können die Daten effektiver ausgewertet werden. Da der Datentransfer innerhalb des Systems automatisch läuft, gehen keine Informationen verloren.

9.3 Moduleinsatz innerhalb der MBM-Gruppe

Für den Einsatz des CAQ-System innerhalb der MBM-Gruppe werden nicht alle Module sofort benötigt. Wichtige Module bei der Einführung sind: APQP.Net, EMP.Net, PMM.Net, CAQ-Compact.Net, FMEA.Net und REM.Net.

³¹ [CAQ08], S. 94

Die Aufgaben, die die neue Software übernehmen soll, werden zurzeit durch dafür geeignete Software oder lediglich die Microsoft-Anwendungen Excel, Word und Access ausgeführt. Das Problem beim Einsatz der verschiedenen Software ist ein ständiges Kopieren von Daten und Informationen bzw. ein aufwendiges manuelles Eintippen der Daten in das Programm. Aufgrund des ständigen Kopierens werden Dateien oftmals in Ordnern gespeichert, wo diese nur durch aufwendiges Suchen wiedergefunden werden. Durch den Einsatz und das Zusammenspiel der Module können die Aufgaben effizienter gelöst werden. Außerdem ist ein eventueller Datenverlust infolge des Kopierens nicht zu erwarten.

Vor allem FMEA ist ein Werkzeug, welches innerhalb der MBM-Gruppe in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen hat. Seitdem die MBM-Gruppe nicht mehr nur als Zulieferer agiert, sondern ein eigenes Entwicklungsteam besitzt, werden zunehmend FMEA's durchgeführt.

Ein weiteres Modul, das auch aufgrund des Entwicklungsteams zunehmend an Bedeutung gewinnt, ist das APQP.Net. Mit Hilfe dieses Werkzeuges kann eine strukturelle Planung neuer Produkte effizienter erfolgen.

Durch Neuentwicklungen der Kunden, werden auch neue Zuliefer-Teile benötigt. Vor allem Stahl hat in den letzten Jahren viele Erstmusterteile in Auftrag gegeben. An dieser Stelle kann das Modul EMP zum Einsatz kommen. Vor allem Erstmusterberichte, die im Moment aufwendig erarbeitet werden, können schneller erstellt werden. Die Messwerte der Erstmuster werden meist an der Koordinatenmessmaschine ermittelt und danach als Protokoll ausgedruckt. Dieses Protokoll wird in einer Software mit einem vorgefertigten Erstmusterprüfbericht per Hand übertragen und an den Kunden geschickt. Im CAQ-System wäre die Übertragung automatisch zu realisieren. Dadurch lassen sich Tippfehler, die beim Übertragen der Daten in den Computer entstehen können, ausschließen.

Das Prüfmittelmanagement wird im Moment durch MS-Access realisiert. Die Funktionen, die das MS-Access bietet sind für den momentanen Einsatz in der MBM-Gruppe ausreichend. Allerdings erfolgt auch hier kein automatischer Datentransfer, wie er in einem CAQ-System mit Hilfe des Moduls PMM.Net möglich wäre. Außerdem werden die Ansprüche an das Prüfmittelmanagement stetig höher, da die Prüfmittel des neuen Unternehmens Ritter Zerspanungstechnik GmbH & Co. KG in die MBM-Gruppe integriert werden muss.

Die Software qs-STAT hat in etwa dieselben Möglichkeiten der Auswertung von Daten, wie es das Modul CAQ-Compact auch bietet. Dieses Modul kann also die Software qs-STAT langfristig ablösen.

Das Reklamations- und Beschwerde-Management wird durch eine weitere Software ausgeführt. Auch hier ist eine Vereinheitlichung sinnvoll und daher der Einsatz des Moduls REM.Net möglich.

10 Resümee

Mit Hilfe der Software qs-STAT ist schon eine deutlich effizientere Auswertung von Daten aus Messreihen möglich. Die Daten können nach sehr vielen Gesichtspunkten analysiert werden, wodurch die Überwachung von Kennwerten deutlich erleichtert wird. Außerdem sind Rückschlüsse auf die Fähigkeit eines Prozesses schneller zu ziehen und ein Eingreifen bei Abweichungen ist schneller realisierbar.

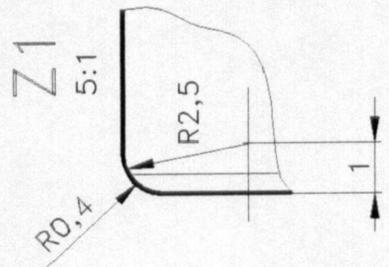
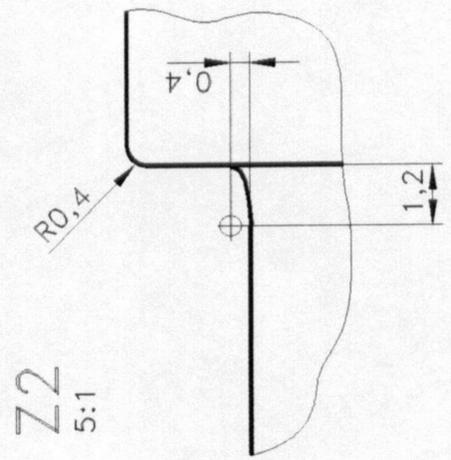
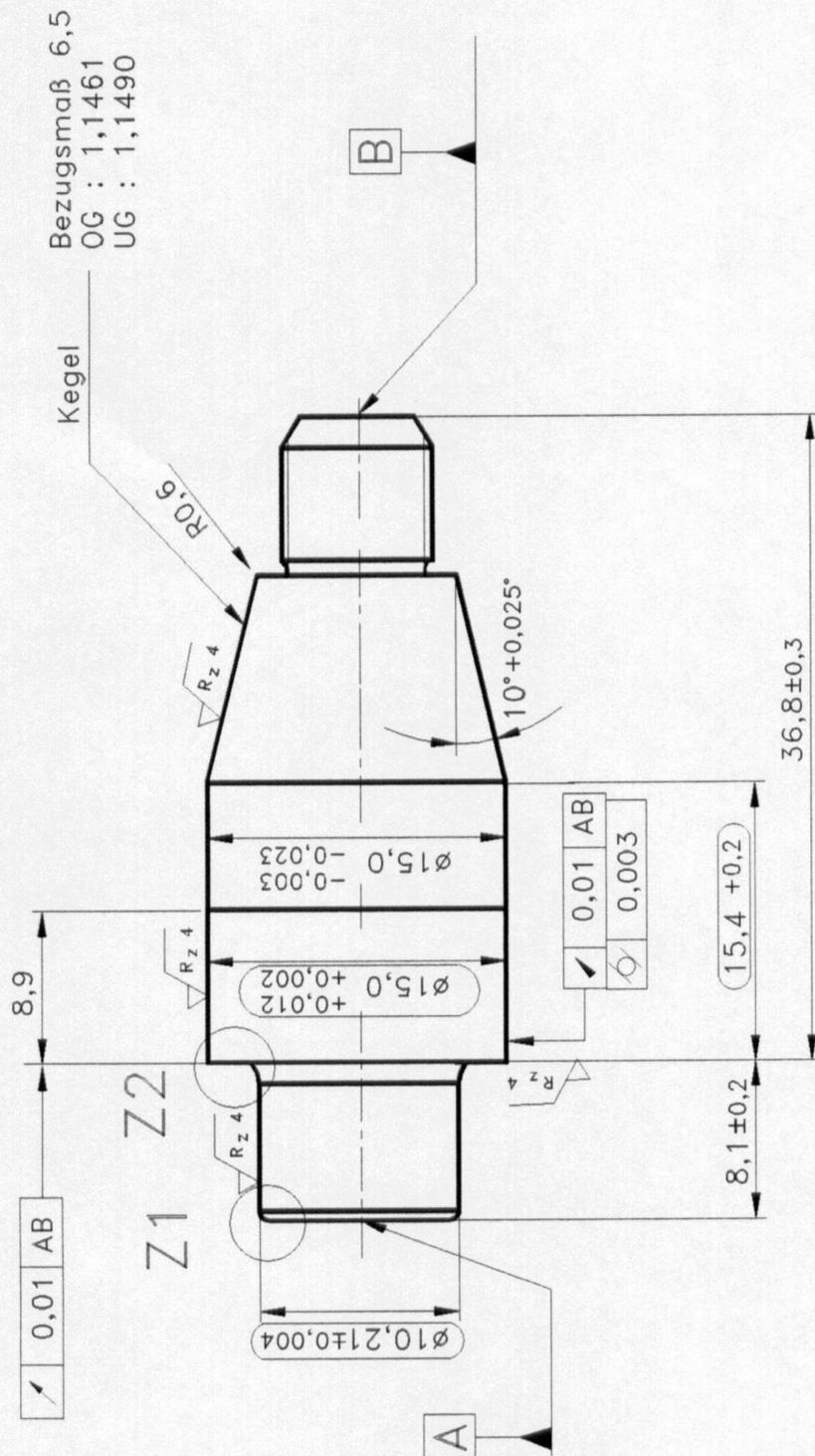
Da die Datenerfassung noch nicht in jeder Maschinengruppe digital erfolgt und demzufolge die Messwerte von Hand in die Software übertragen werden müssen, sind die Rückschlüsse auf den Prozess nur für die Maschinengruppen mit Messarbeitsplatz schneller möglich. Es ist also unumgänglich auch weitere Messarbeitsplätze mit digitaler Datenerfassung zu konzipieren um den gesamten Auswertungsprozess zu beschleunigen.

Allerdings stellt diese Art der Auswertung lediglich einen Meilenstein für die weitere Vorgehensweise dar.

Vor allem in Bezug auf das CAQ-System ist ein enormes Entwicklungspotenzial innerhalb der MBM-Gruppe vorhanden. Aufgrund der momentanen finanziellen Rahmenbedingungen ist die Einführung des Systems zunächst verschoben worden. Es ist wohl frühestens im Jahr 2010, wahrscheinlich erst 2011, mit der Einführung zu rechnen.

11 Anlagenverzeichnis

| | | |
|----------|--|------|
| Anlage 1 | Zeichnung der Welle | VI |
| Anlage 2 | Qualitätsregelkarten für die Auswertung | VII |
| Anlage 3 | Qualitätsregelkarten durch qs-STAT ausgewertet | VIII |



0,01 AB

Z1 Z2

gültig ab
 Datum: 08. MAI 2007
 V-Signum:

$\sqrt{Rz\ 4}$

○ Funktionsmaß nach SWN 13015

| | | | | | |
|----------------------|----------|---|--------|-------------------------------|-------------------|
| Schleifteilzeichnung | | zul. Abw. | | Maßstab (A4) 2:1 (5:1) | Gewicht 0,042 kg |
| | | nach DIN ISO 2768-m Form u. Lage ISO 1101/DIN 7167 Werkstückkanten DIN 6784 | | Werkstoff, Halbzeug | |
| | | Datum | Name | Benennung Welle | |
| | | Bearb. 07.05.07 | Walter | | |
| | | Gepr. | | | |
| | | Norm. | | | |
| | | Techn. | | Bl. Bl. | |
| | | MBM | | Zeichnungsnummer | |
| | | | | Ind. a | |
| Zust. | Änderung | Datum | Name | 200 0106 01 | Ers.f. 321800.skd |
| | | | | 1 Bl. | |

| | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------|-------------|---------------------|------------|-------------|
| Qualitätsregelkarte | | Bez.: Welle | | <i>Vector</i> | | |
| Auftr.-Nr.: 200 01 0601 | | Zeich.-Nr | | Prüfturnus: 5 / 600 | | |
| AG: Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | | | | | | |
| X | Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | 15,012 | | | | |
| | | 15,011 | | | | |
| | | OEG 15,010 | ----- | | | |
| | | 15,009 | | | | |
| | | 15,008 | <i> </i> | <i> </i> | | |
| | | 15,007 | <i> </i> | <i> </i> | | |
| | | 15,006 | | | | |
| | | UEG 15,005 | ----- | | | |
| | | 15,004 | | | | |
| | | 15,003 | | | | |
| | | 15,002 | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | R | | 0,010 | | |
| 0,009 | | | | | | |
| 0,008 | | | | | | |
| 0,007 | | | | | | |
| 0,006 | | | | | | |
| 0,005 | | | | | | |
| 0,004 | | | | | | |
| EG 0,003 | ----- | | | | | |
| 0,002 | | | | | | |
| 0,001 | <i>X</i> | | | <i>X</i> | <i>X</i> | |
| 0,000 | | | | | | |
| Zeit | | | | | | |
| Datum | | | | | | |
| Prüfer | | | | | | |
| Auftr.-Nr.: 200 01 0601 | | Zeich.-Nr | | Prüfturnus: 5 / 600 | | |
| AG: Schleifen Länge 15,4+0,2 | | | | | | |
| X | Schleifen Länge 15,4+0,2 | 15,600 | | | | |
| | | 15,580 | | | | |
| | | 15,560 | | | | |
| | | 15,540 | | | | |
| | | 15,520 | <i> </i> | <i> </i> | <i> </i> | |
| | | 15,500 | <i> </i> | <i> </i> | <i> </i> | |
| | | 15,480 | | | | |
| | | 15,460 | | | | |
| | | 15,440 | | | | |
| | | 15,420 | | | | |
| | | 15,400 | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | R | | 0,020 | | |
| 0,018 | | | | | | |
| 0,016 | | | | | | |
| 0,014 | | | | | | |
| 0,012 | | | | | | |
| 0,010 | | | | | | |
| 0,008 | | | | | | |
| EG 0,006 | ----- | | | | | |
| 0,004 | | | | | | |
| 0,002 | | | | | | |
| 0,000 | <i>X</i> | | | <i>X</i> | <i>X</i> | |
| Zeit | | | | <i>300</i> | <i>900</i> | <i>1700</i> |
| Datum | | | | <i>2.3</i> | <i>2.2</i> | <i>3.2.</i> |
| Prüfer | | | | <i>J</i> | <i>C</i> | <i>hll</i> |

Vector

Qualitätsregelkarte

Bez.: Welle

Fg-Nr.: 09015859

Auftr.-Nr.: 200 01 0601

Zeich.-Nr.

Prüfturnus: 5 / 600

AG: Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002

| | | | | | |
|--------|--------------------------------|------------|--|--------|--|
| - x | Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | 15,012 | | | |
| | | 15,011 | | | |
| | | OEG 15,010 | | | |
| | | 15,009 | | | |
| | | 15,008 | | | |
| | | 15,007 | | | |
| | | 15,006 | | | |
| | | UEG 15,005 | | | |
| | | 15,004 | | | |
| | | 15,003 | | | |
| | | 15,002 | | | |
| | | | | Zeit | |
| | | | | Datum | |
| | | | | Prüfer | |

Auftr.-Nr.: 200 01 0601 Zeich.-Nr. Prüfturnus: 5 / 600
 AG: Schleifen Länge 15,4+0,2

| | | | | | |
|--------|--------------------------|--------|--|--------|-----------|
| - x | Schleifen Länge 15,4+0,2 | 15,600 | | | |
| | | 15,580 | | | |
| | | 15,560 | | | |
| | | 15,540 | | | |
| | | 15,520 | | | |
| | | 15,500 | | | |
| | | 15,480 | | | |
| | | 15,460 | | | |
| | | 15,440 | | | |
| | | 15,420 | | | |
| | | 15,400 | | | |
| | | | | Zeit | 12:00 |
| | | | | Datum | 17.3.2015 |
| | | | | Prüfer | J. Sch... |

Vector

| | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|
| Qualitätsregelkarte | | Bez.: Welle FA 090 16 127 | |
| Auftr.-Nr.: 200 01 0601 | | Zeich.-Nr. | |
| AG: Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | | Prüfturnus: 5 / 600 | |
| - x | Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | 15,012 | |
| | | 15,011 | |
| | | 15,010 | |
| | | OEG 15,009 | |
| | | 15,008 | 7 4 |
| | | 15,007 | |
| | | 15,006 | |
| | | 15,005 | |
| | | UEG 15,004 | |
| | | 15,003 | |
| | | 15,002 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| R | | 0,010 | |
| | | 0,009 | |
| | | 0,008 | |
| | | 0,007 | |
| | | 0,006 | |
| | | 0,005 | |
| | | 0,004 | |
| | | EG 0,003 | |
| | | 0,002 | x x x x |
| | | 0,001 | x x |
| | | 0,000 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | Zeit | | |
| | Datum | | |
| | Prüfer | | |
| Auftr.-Nr.: 200 01 0601 | | Zeich.-Nr. | |
| AG: Schleifen Länge 15,4+0,2 | | Prüfturnus: 5 / 600 | |
| - x | Schleifen Länge 15,4+0,2 | 15,600 | |
| | | 15,580 | |
| | | 15,560 | |
| | | 15,540 | |
| | | 15,520 | |
| | | 15,500 | |
| | | 15,480 | |
| | | 15,460 | |
| | | 15,440 | |
| | | 15,420 | |
| | | 15,400 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | R | |
| | 0,018 | | |
| | 0,016 | | |
| | 0,014 | | |
| | 0,012 | | |
| | 0,010 | | |
| | 0,008 | | |
| | EG 0,006 | | |
| | 0,004 | | |
| | 0,002 | | x x x x |
| | 0,000 | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | Zeit | 300 800 700 2000 | |
| | Datum | 27.4 28.4 28.4 29.4 | |
| | Prüfer | 7 834 7 834 | |

Vector

Qualitätsregelkarte

Bez.: Welle

FA: 09075905

Auftr.-Nr.: 200 01 0601

Zeich.-Nr.

Prüfturnus: 5 / 600

AG: Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002

| | | | | | | |
|--------|--------------------------------|--------|------|-------|-----|--|
| X | Schleifen Ø 15,0 +0,012/+0,002 | 15,012 | | | | |
| | | 15,011 | | | | |
| | | 15,010 | | | | |
| | | 15,009 | | | | |
| | | 15,008 | ll | lll | lll | |
| | | 15,007 | llll | ll | | |
| | | 15,006 | | | | |
| | | 15,005 | | | | |
| | | 15,004 | | | | |
| | | 15,003 | | | | |
| | | 15,002 | | | | |
| | | OEG | | | | |
| | | UEG | | | | |
| | | R | | 0,010 | | |
| 0,009 | | | | | | |
| 0,008 | | | | | | |
| 0,007 | | | | | | |
| 0,006 | | | | | | |
| 0,005 | | | | | | |
| 0,004 | | | | | | |
| 0,003 | | | | | | |
| 0,002 | | | | | | |
| 0,001 | x | | | x | x | |
| 0,000 | | | | | | |
| EG | | | | | | |
| Zeit | | | | | | |
| Datum | | | | | | |
| Prüfer | | | | | | |

Auftr.-Nr.: 200 01 0601

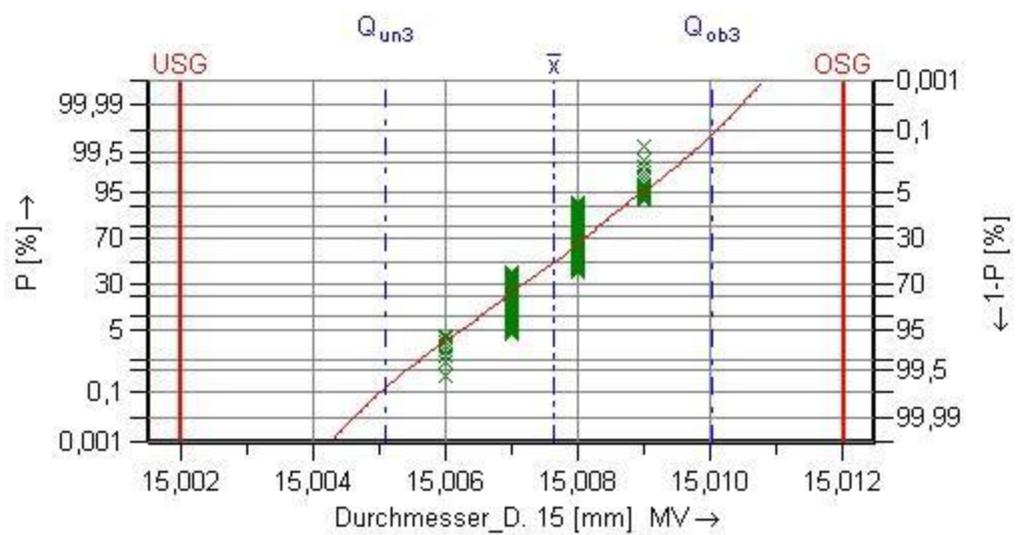
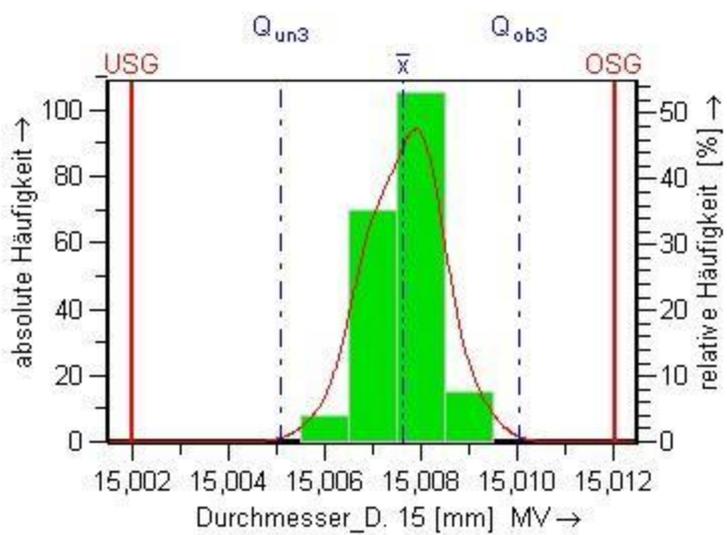
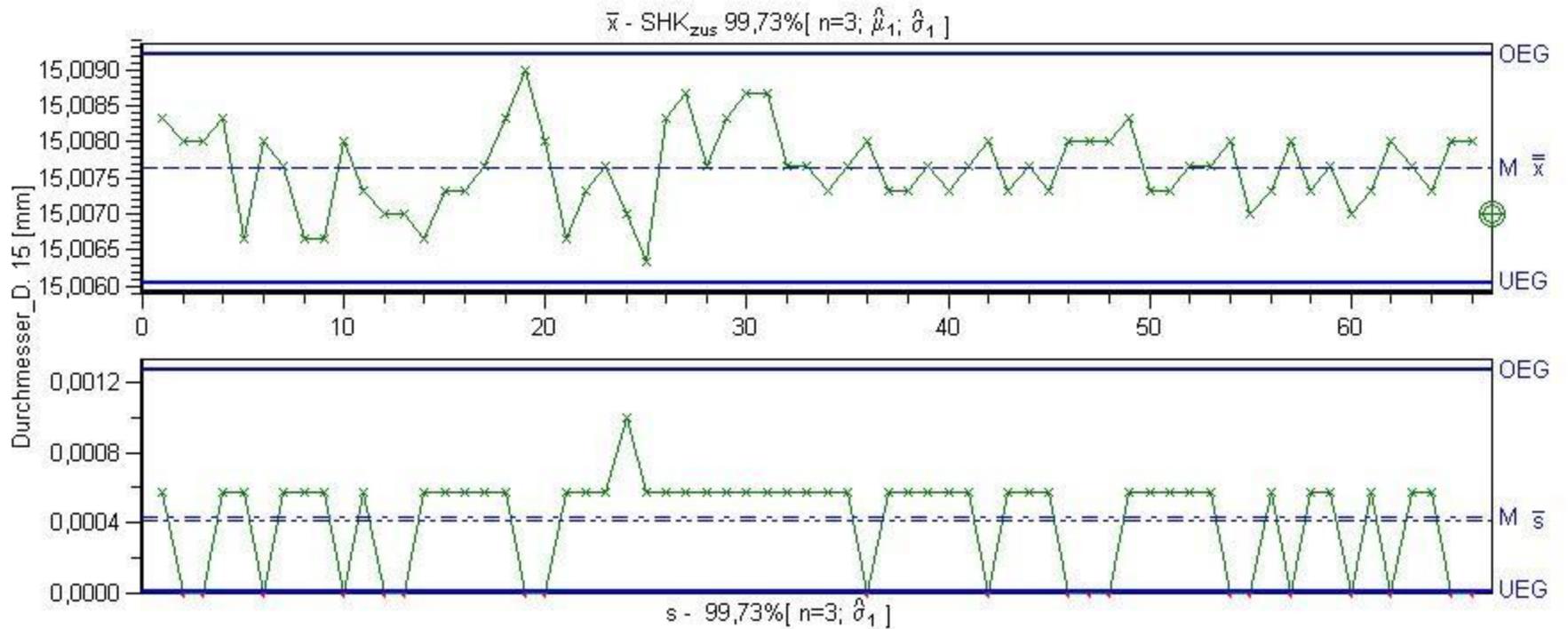
Zeich.-Nr.

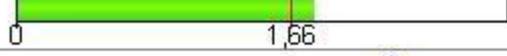
Prüfturnus: 5 / 600

AG: Schleifen Länge 15,4+0,2

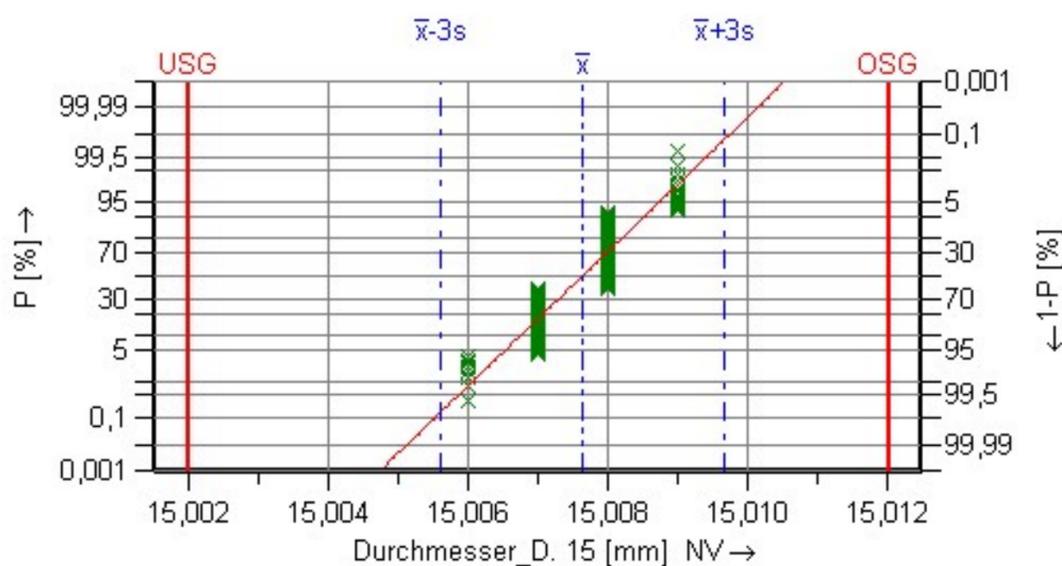
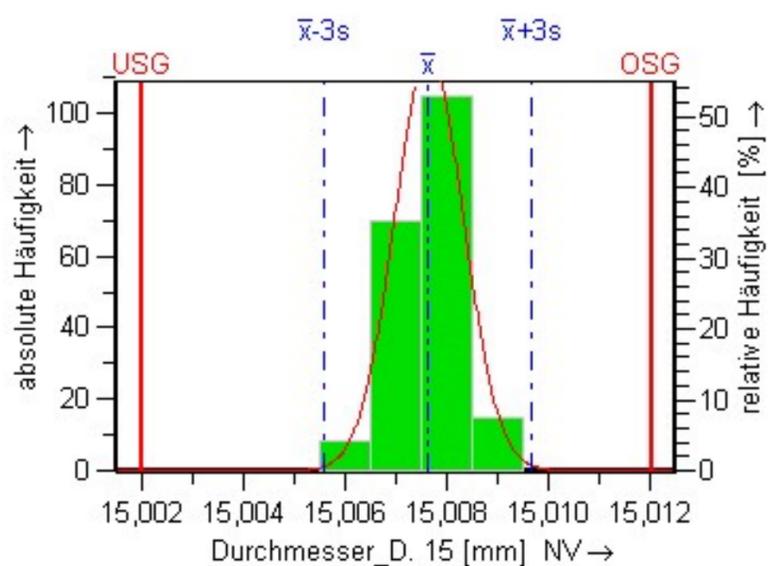
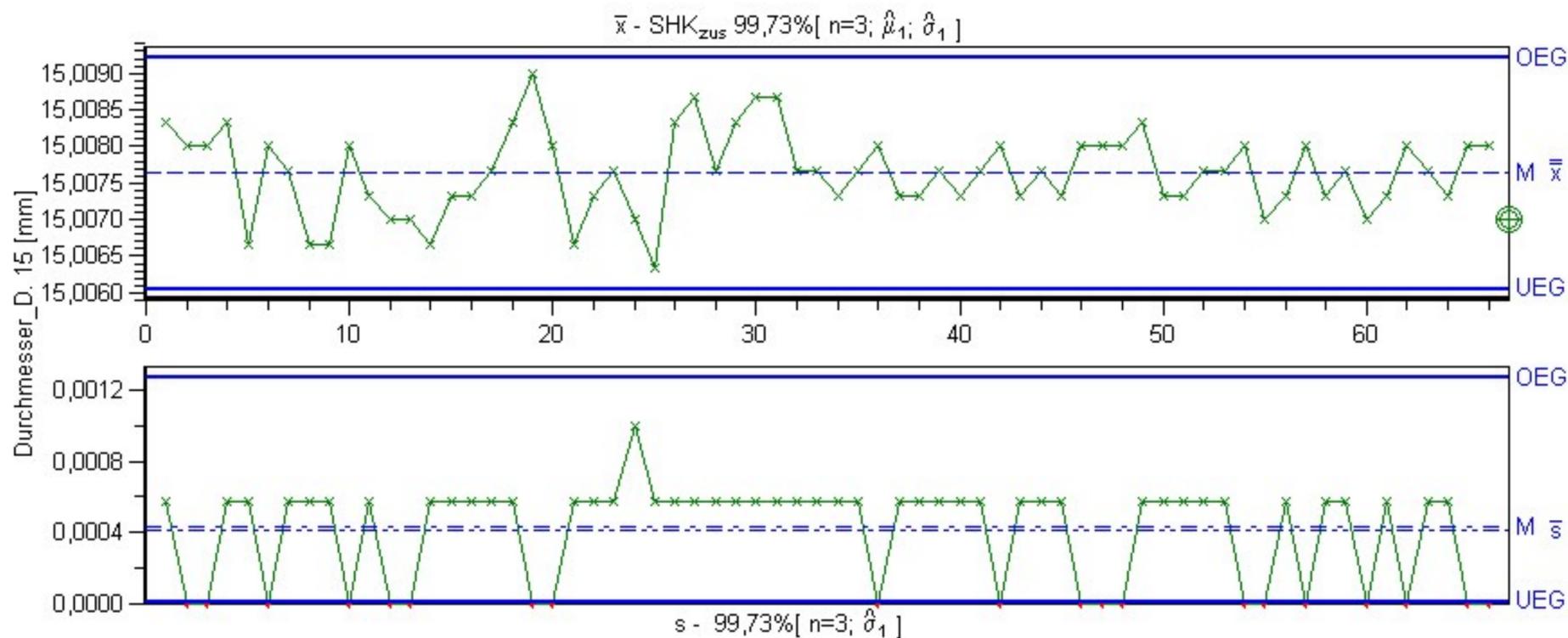
| | | | | | | | |
|--------|--------------------------|--------|------|--------------|------|--|--|
| X | Schleifen Länge 15,4+0,2 | 15,600 | | | | | |
| | | 15,580 | | | | | |
| | | 15,560 | | | | | |
| | | 15,540 | | | | | |
| | | 15,520 | | | | | |
| | | 15,500 | llll | llll | llll | | |
| | | 15,480 | | | | | |
| | | 15,460 | | | | | |
| | | 15,440 | | | | | |
| | | 15,420 | | | | | |
| | | 15,400 | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | R | | 0,020 | | | |
| | | | | 0,018 | | | |
| 0,016 | | | | | | | |
| 0,014 | | | | | | | |
| 0,012 | | | | | | | |
| 0,010 | | | | | | | |
| 0,008 | | | | | | | |
| 0,006 | | | | | | | |
| 0,004 | | | | | | | |
| 0,002 | | | | | | | |
| 0,000 | x | | | x | x | | |
| EG | | | | | | | |
| Zeit | | | | 700 1700 840 | | | |
| Datum | | | | 15. 15. 11 | | | |
| Prüfer | | | | Sepp 15 | | | |

| | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
|  | | <h1>Prozessanalyse</h1> | | Seite 1 / 1 | |
| Werk Aalen | | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | | Akt. Dat. 07.08.2009 | |
| Prf.PI.Name 2009_07_14 Test | | Teilebez. Welle | | Zeichn.Nr. 200 0106 01 | |
| Masch.Bez. VECTOR | | Merkm.Bez. Durchmesser_D. 15 | | Nennm. 15.000 0.012 OSG 15.012 ----- Masch.Nr. Merkm.Nr. 1 Einh. mm 0.002 USG 15.002 | |
| Prüfeinr.Bez. Bügelfeinzeiger | | Prüfeinr.Nr. | | Stpr.Umf. 3 | |
| Nachkommst. 3 | | | | | |
| Bearbeiter Abele Michael | | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | | Telefon 07361 / 9253 - 18 | |
| | | | | Telefax 07361 / 9253 - 30 | |



| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|--|------------|-----------------------------|---|--------------------|---------------|
| T_p | = 15,007 | x_{min} | = 15,006 | \bar{x} | = 15,00764 |
| USG | = 15,002 | x_{max} | = 15,009 | Q_{un3} | = 15,00508 |
| OSG | = 15,012 | R | = 0,003 | Q_{ob3} | = 15,01005 |
| T | = 0,010 | $n_{<T_p}$ | = 198 | $Q_{ob3}-Q_{un3}$ | = 0,00497 |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{<T_p}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{off} | = 200 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | | | n_{eff} | = 198 |
| Modell-Verteilung = | | | Mischverteilung | | |
| Berechnungsart = | | | M4, Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | = P_p | = 1,75 ≤ 2,01 ≤ 2,27 |  | | |
| kritischer Fähigkeitsindex | = P_{pk} | = 1,57 ≤ 1,81 ≤ 2,05 |  | | |
| Die Anforderungen sind erfüllt (P_p, P_{pk}) | | | | | |
| Berechnungsmethode = | | | Q-DAS 1 | | |

| | | |
|--------------------------------|---|---------------------------|
| Werk Aalen | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | Akt. Dat. 07.08.2009 |
| Prf.PI.Name 2009_07_14 Test | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 |
| Masch.Beiz. VECTOR | Merkm.Beiz. Durchmesser_D. 15 | Nennm. 15.000 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 1 | Einh. mm |
| Prüfeinr.Beiz. Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 |
| | | Nachkommst. 3 |
| | | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



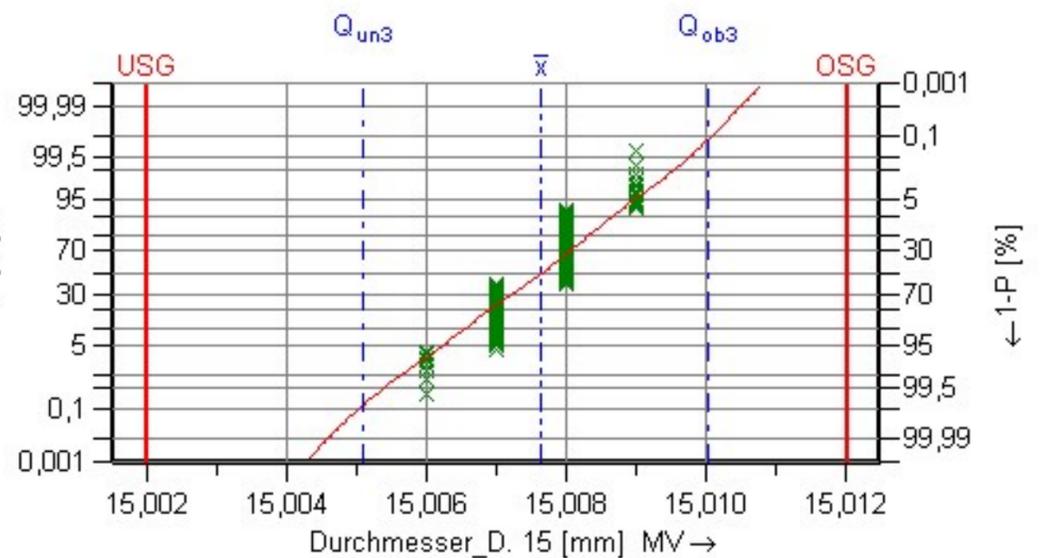
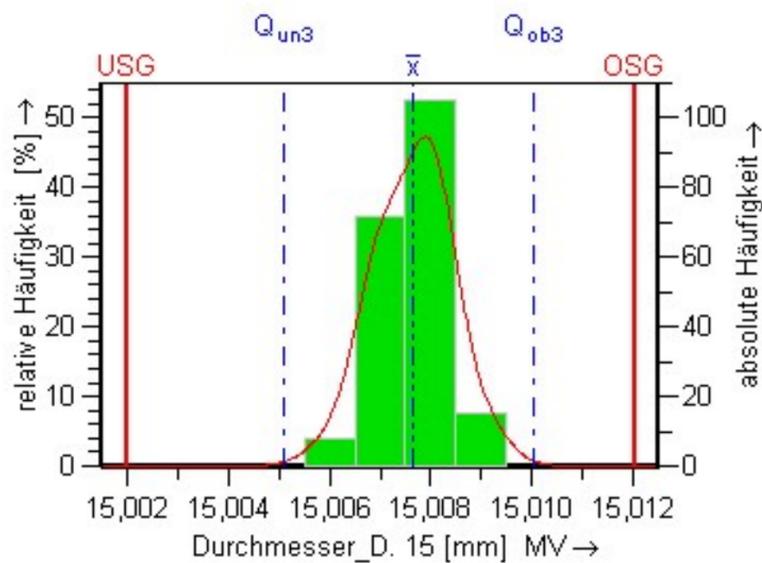
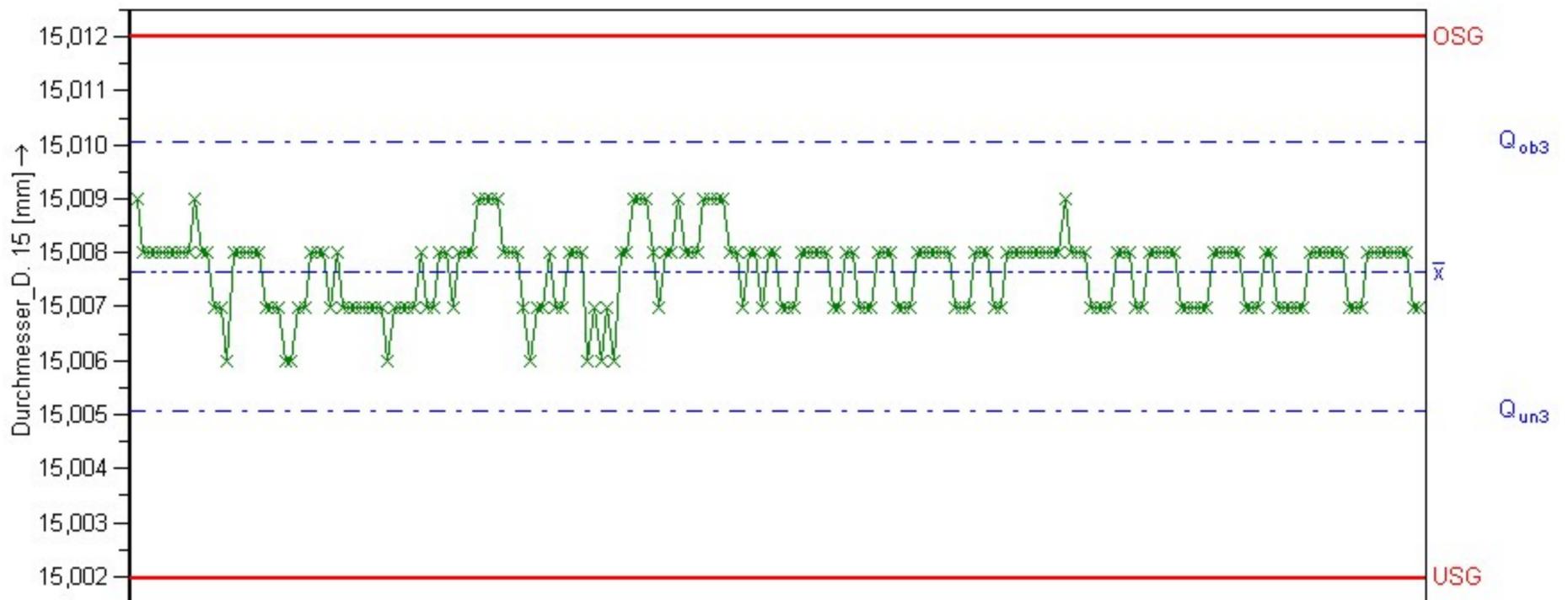
| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|--|------------|-----------------------------|----------|--|---------------|
| T_m | = 15,007 | x_{min} | = 15,006 | \bar{x} | = 15,00764 |
| USG | = 15,002 | x_{max} | = 15,009 | $\bar{x}-3s$ | = 15,00560 |
| OSG | = 15,012 | R | = 0,003 | $\bar{x}+3s$ | = 15,00969 |
| T | = 0,010 | $n_{<T_s}$ | = 198 | 6s | = 0,00409 |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{<T_s}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | | | n_{eff} | = 198 |
| Modell-Verteilung | | = | | Normalverteilung | |
| Berechnungsart | | = | | M4 ₁ Percentil (0.135%- \bar{x} -99.865%) | |
| potentieller Fähigkeitsindex | = P_p | = 2,13 ≤ 2,44 ≤ 2,76 | | 0 | 1,66 |
| kritischer Fähigkeitsindex | = P_{pk} | = 1,85 ≤ 2,13 ≤ 2,41 | | 0 | 1,66 |
| Die Anforderungen sind erfüllt (P_p, P_{pk}) | | | | | |
| Berechnungsmethode | | = | | (Q-DAS 1) | |

Werk Aalen

Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung

Akt. Dat. 07.08.2009

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Prf.PI.Name 200 0106 01 | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 | Zeichn.Änd. --- |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez Durchmesser_D. 15 | Nennm. 15.000 0.012 | OSG 15.012 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 1 | Einh. mm 0.002 | USG 15.002 |
| Prüfeinr.Bez Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 | Nachkommst. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



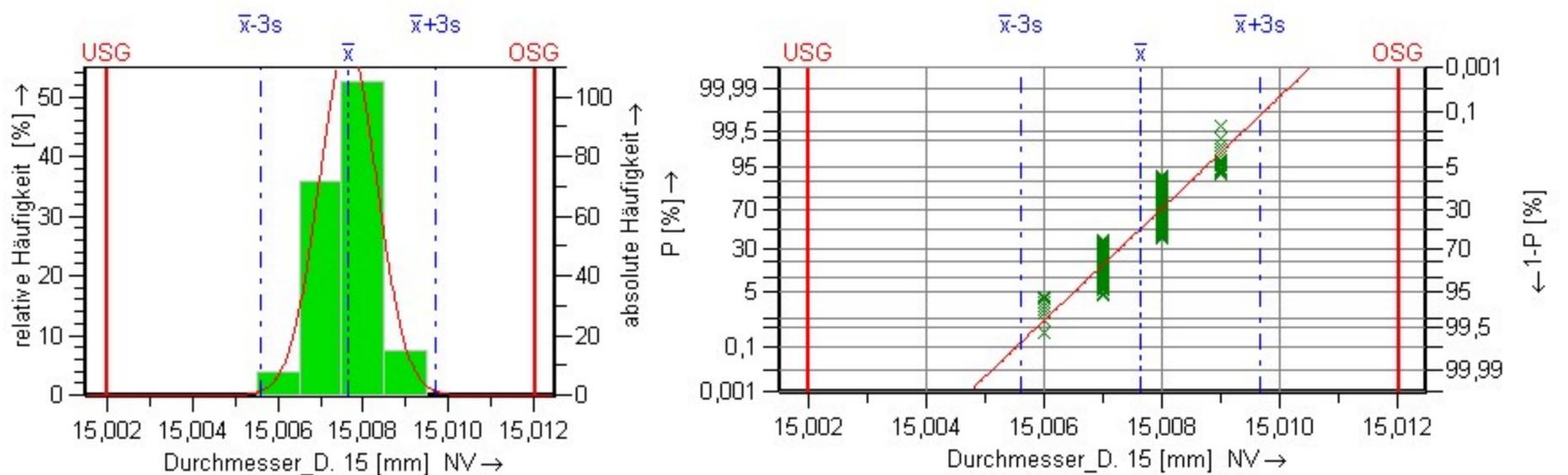
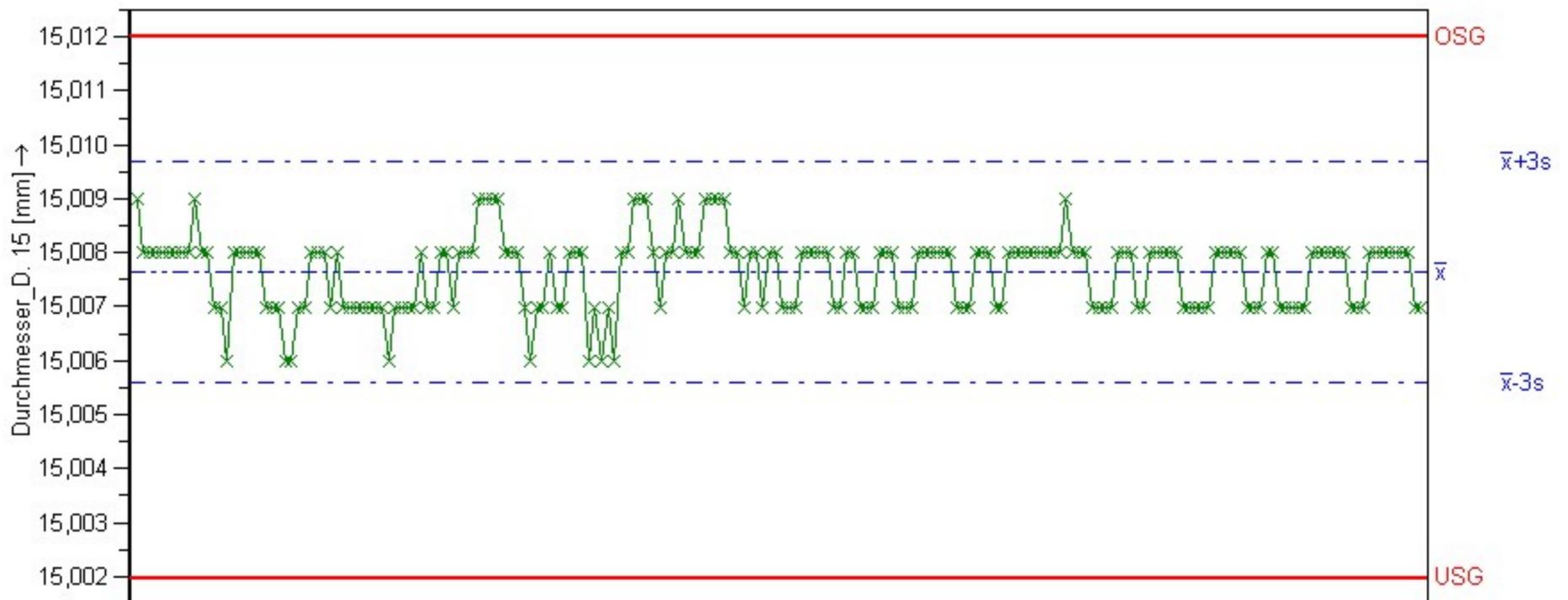
| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|------------------------------|----------|-----------------|--|--------------------|---------------------------|
| T_p | = 15,007 | | | \bar{x} | = 15,00763 |
| USG | = 15,002 | x_{min} | = 15,006 | Q_{un3} | = 15,00508 |
| OSG | = 15,012 | x_{max} | = 15,009 | Q_{ob3} | = 15,01005 |
| T | = 0,010 | R | = 0,003 | $Q_{ob3}-Q_{un3}$ | = 0,00497 |
| | | $n_{<T>}$ | = 200 | $p_{<T>}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | n_{eff} | = 200 |
| Modell-Verteilung | | = | Mischverteilung | | |
| Berechnungsart | | = | M4 ₁ Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | | = | C_m | = | 1,81 ≤ 2,01 ≤ 2,21 |
| kritischer Fähigkeitsindex | | = | C_{mk} | = | 1,62 ≤ 1,81 ≤ 1,99 |
| Berechnungsmethode | | = | Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk}) (RITTER 1,66) | | |

Werk Aalen

Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung

Akt. Dat. 07.08.2009

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Prf.PI.Name 200 0106 01 | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 | Zeichn.Änd. --- |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez Durchmesser_D. 15 | Nennm. 15.000 0.012 | OSG 15.012 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 1 | Einh. mm 0.002 | USG 15.002 |
| Prüfeinr.Bez Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 | Nachkommst. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



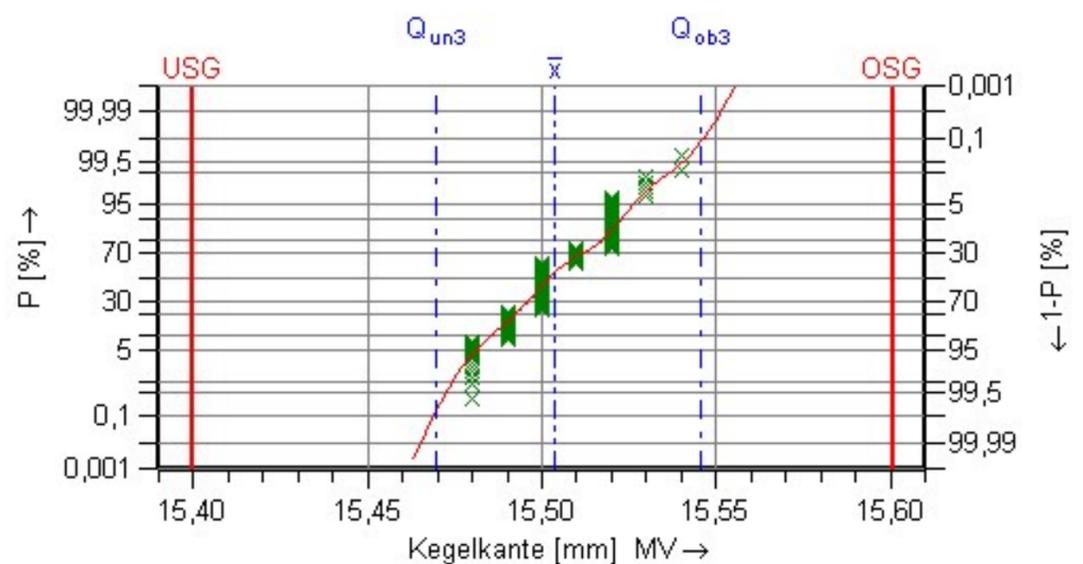
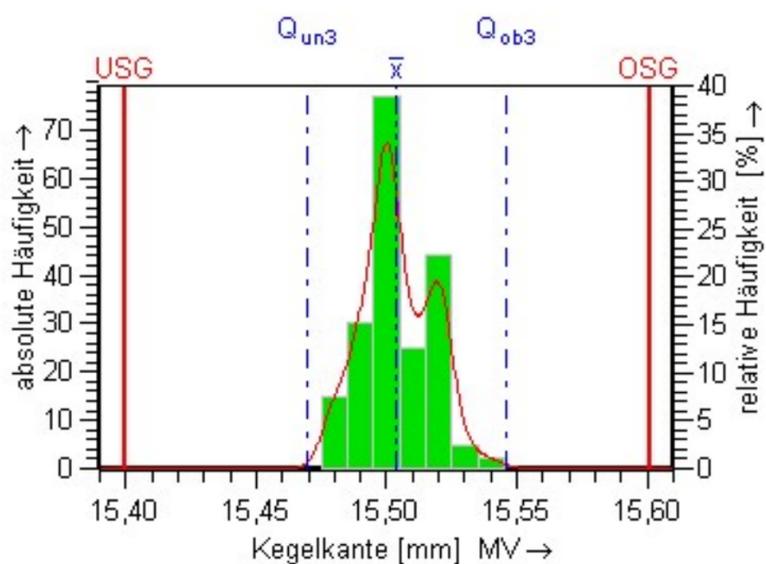
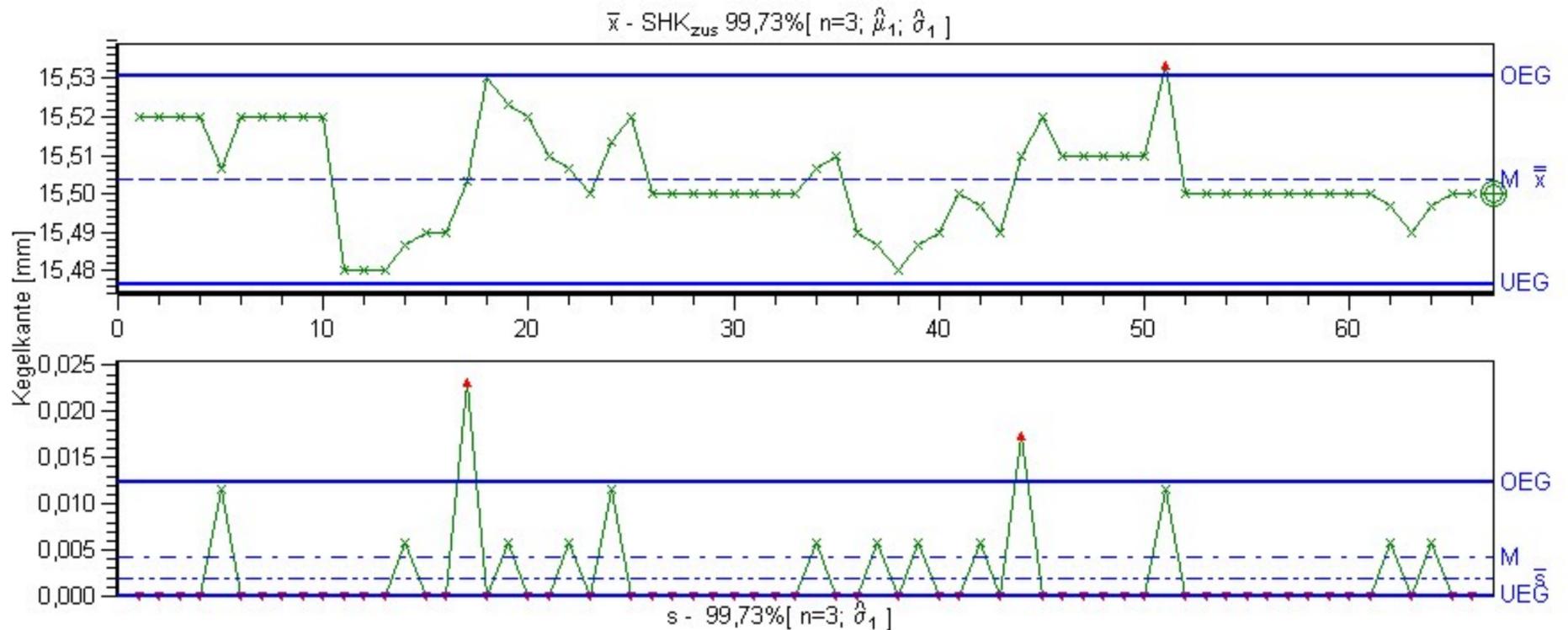
| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|------------------------------|----------|-----------------|---|--------------------|---------------------------|
| T_p | = 15,007 | | | \bar{x} | = 15,00763 |
| USG | = 15,002 | x_{min} | = 15,006 | $\bar{x}-3s$ | = 15,00559 |
| OSG | = 15,012 | x_{max} | = 15,009 | $\bar{x}+3s$ | = 15,00968 |
| T | = 0,010 | R | = 0,003 | 6s | = 0,00409 |
| | | $n_{<T>}$ | = 200 | $p_{<T>}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | n_{eff} | = 200 |
| Modell-Verteilung | | = | Normalverteilung | | |
| Berechnungsart | | = | M4,1 Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | | = | C_m | = | 2,21 ≤ 2,45 ≤ 2,69 |
| kritischer Fähigkeitsindex | | = | C_{mk} | = | 1,92 ≤ 2,14 ≤ 2,35 |
| Berechnungsmethode | | = | RITTER 1,66 | | |



Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk})

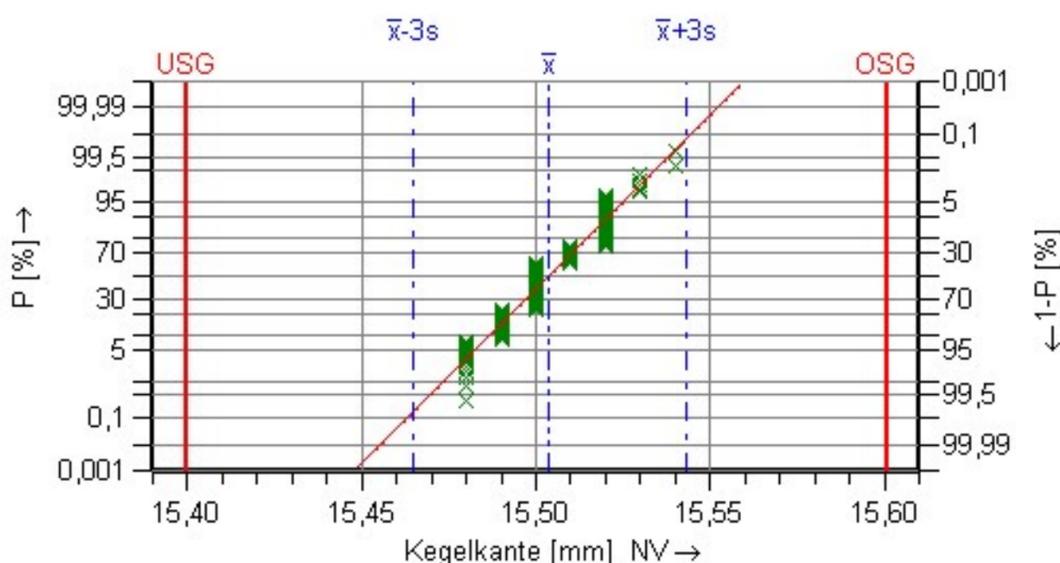
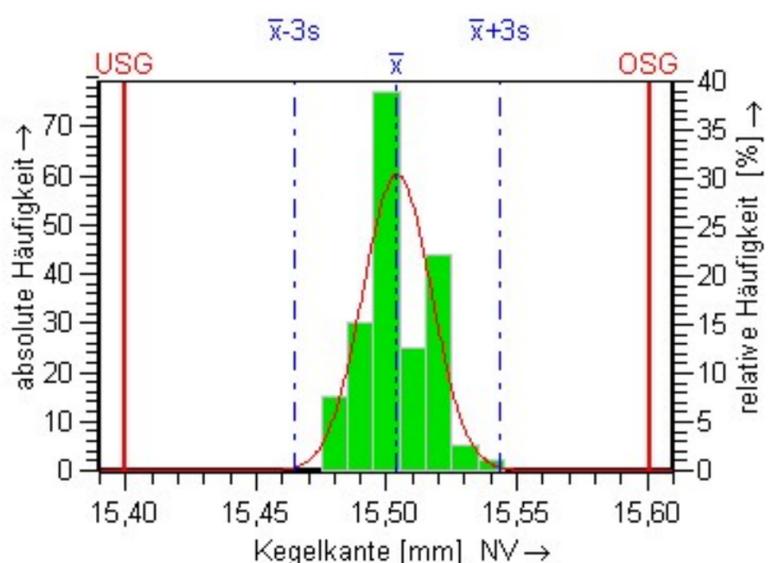
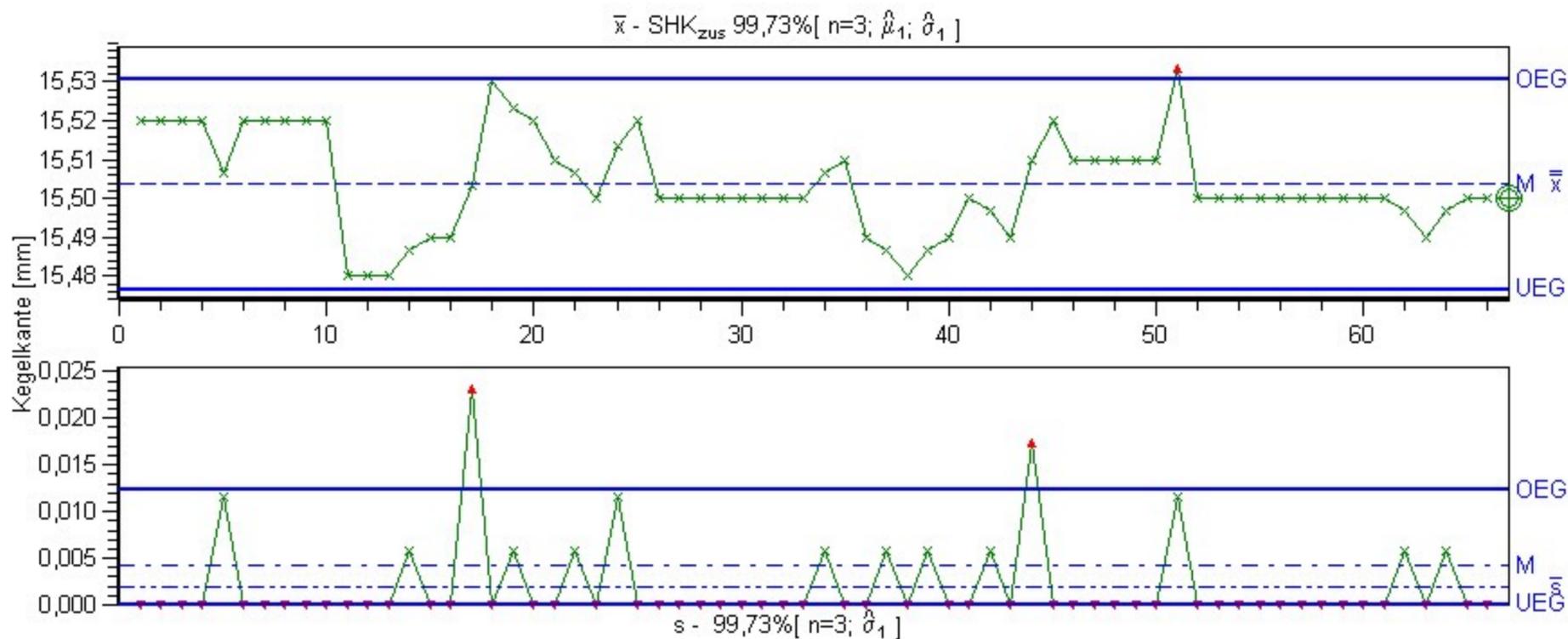


| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Werk Aalen | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | Akt. Dat. 07.08.2009 |
| Prf.PI.Name 2009_07_14 Test | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez. Kegelkante | Nennm. 15.400 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 2 | 0.200 OSG 15.600 |
| Prüfeinr.Bez. Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 |
| | | Nachkommst. 3 |
| | | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|--|------------|-----------------------------|----------|--|---------------|
| T_p | = 15.500 | x_{min} | = 15.480 | \bar{x} | = 15.50384 |
| USG | = 15.400 | x_{max} | = 15.540 | Q_{un3} | = 15.46949 |
| OSG | = 15.600 | R | = 0.060 | Q_{ob3} | = 15.54560 |
| T | = 0.200 | $n_{<T_p}$ | = 198 | $Q_{ob3}-Q_{un3}$ | = 0.07611 |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{<T_p}$ | = 100.00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0.00000 % |
| | | n_{gef} | = 200 | $p_{<USG}$ | = 0.00000 % |
| | | | | n_{eff} | = 198 |
| Modell-Verteilung | | = | | Mischverteilung | |
| Berechnungsart | | = | | M4, Percentil (0.135%- \bar{x} -99.865%) | |
| potentieller Fähigkeitsindex | = T_p | = 2,29 ≤ 2,63 ≤ 2,97 | | 0 | 1,66 |
| kritischer Fähigkeitsindex | = T_{pk} | = 2,00 ≤ 2,30 ≤ 2,61 | | 0 | 1,66 |
| Die Anforderungen sind erfüllt (T_p, T_{pk}) | | | | | |
| Berechnungsmethode | | = | | Q-DAS 1 | |

| | | |
|-------------------------------|---|---------------------------|
| Werk Aalen | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | Akt. Dat. 07.08.2009 |
| Prf.PI.Name 2009_07_14 Test | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez. Kegelkante | Nennm. 15.400 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 2 | 0.200 OSG 15.600 |
| Prüfeinr.Bez. Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 |
| | | Nachkommst. 3 |
| | | Telefax 07361 / 9253 - 30 |

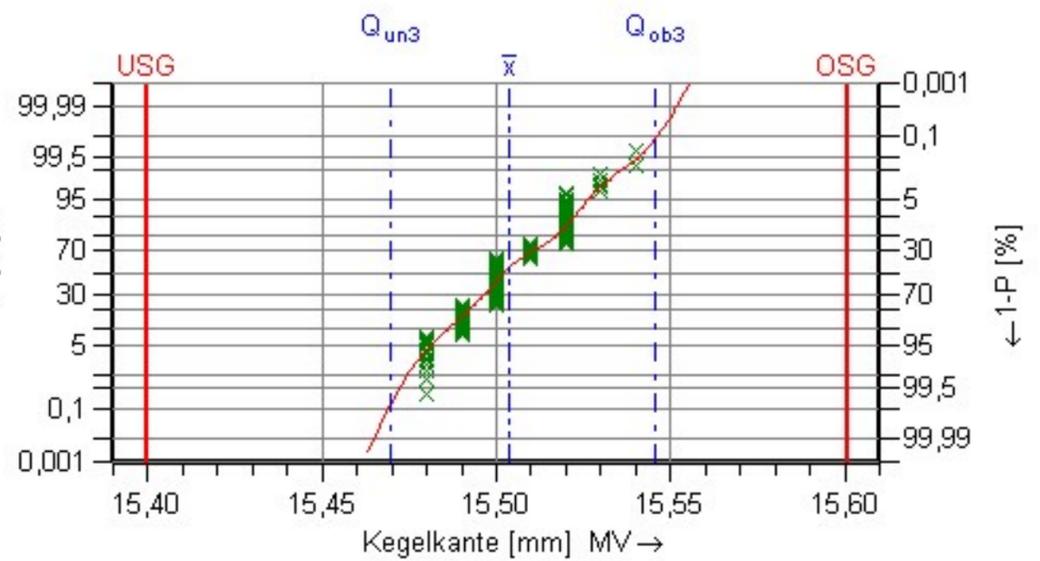
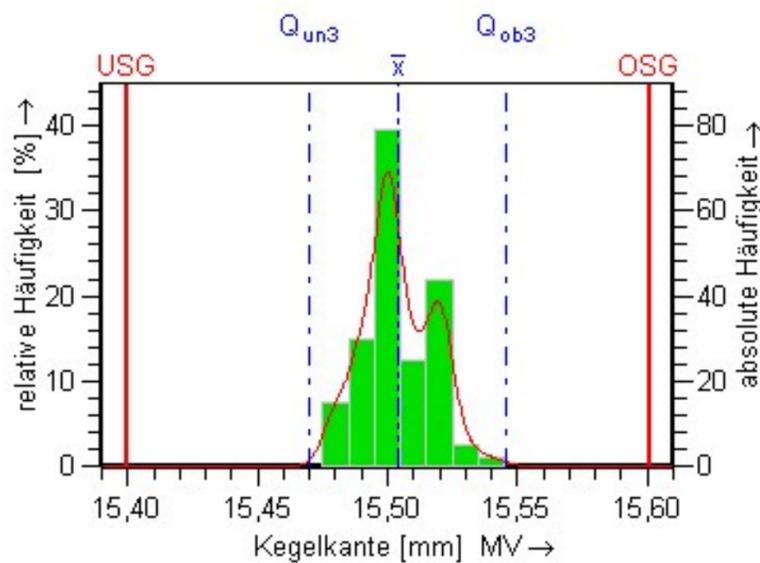
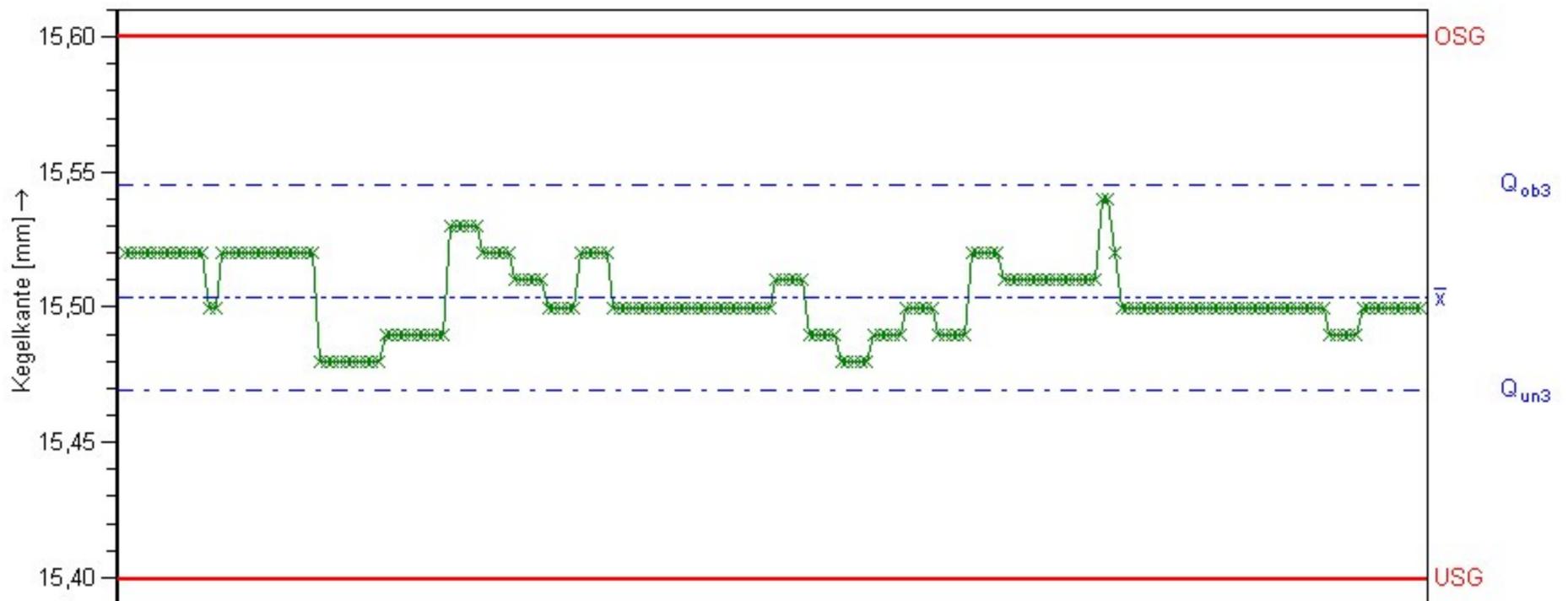


| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|-----------------|----------|-----------------|----------|--------------------|---------------|
| T_p | = 15.500 | x_{min} | = 15.480 | \bar{x} | = 15.50384 |
| USG | = 15.400 | x_{max} | = 15.540 | $\bar{x}-3s$ | = 15.46449 |
| OSG | = 15.600 | R | = 0.060 | $\bar{x}+3s$ | = 15.54318 |
| T | = 0.200 | $n_{<T_p}$ | = 198 | $6s$ | = 0.07869 |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{<T_p}$ | = 100.00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0.00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | $p_{<USG}$ | = 0.00000 % |
| | | | | n_{eff} | = 198 |

| | | |
|--|--|--|
| Modell-Verteilung | = | Normalverteilung |
| Berechnungsart | = | M4 ₁ Percentil (0.135%- \bar{x} -99.865%) |
| potentieller Fähigkeitsindex | = T_p = 2,22 ≤ 2,54 ≤ 2,87 | |
| kritischer Fähigkeitsindex | = T_{pk} = 2,12 ≤ 2,44 ≤ 2,77 | |
| Die Anforderungen sind erfüllt (T_p, T_{pk}) | | |
| Berechnungsmethode | = | (Q-DAS 1) |

| | | |
|------------|------------------------------------|----------------------|
| Werk Aalen | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | Akt. Dat. 07.08.2009 |
|------------|------------------------------------|----------------------|

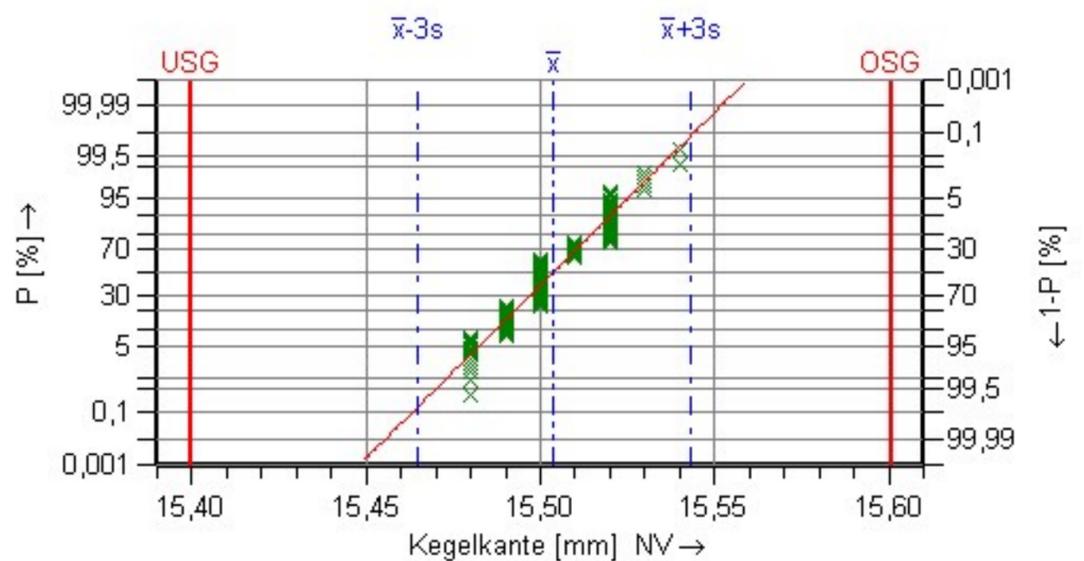
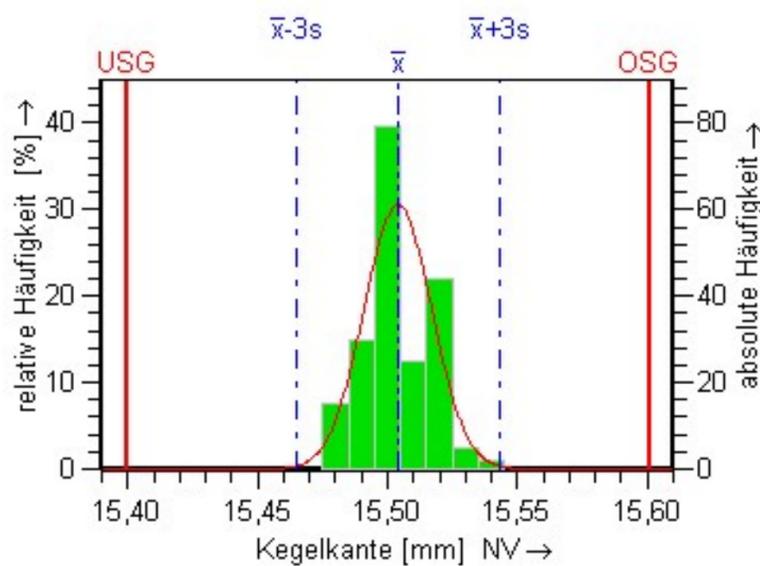
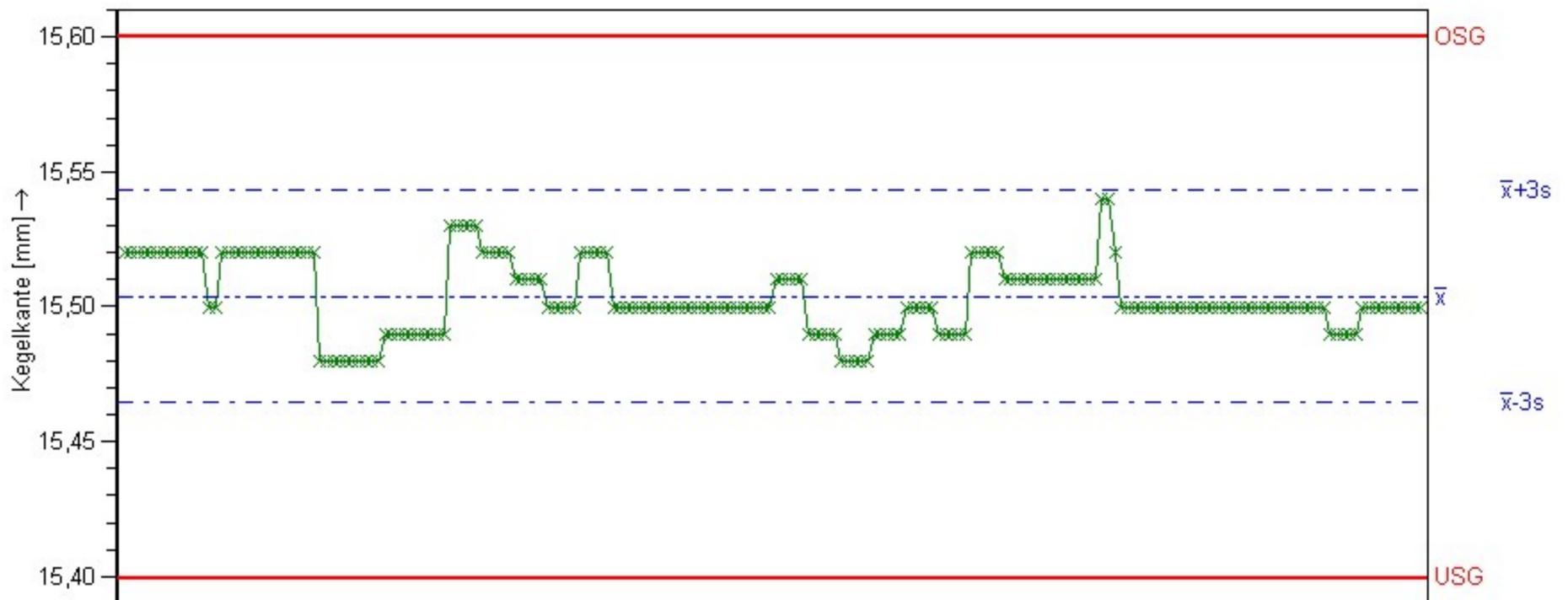
| | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Prf.PI.Name 200 0106 01 | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 | Zeichn.Änd. --- |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez Kegelkante | Nennm. 15.400 0.200 | OSG 15.600 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 2 | Einh. mm 0.000 | USG 15.400 |
| Prüfeinr.Bez Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 | Nachkommst. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|------------------------------|----------|-----------------|--|--------------------|---------------------------|
| T_m | = 15,500 | | | \bar{x} | = 15,50380 |
| USG | = 15,400 | x_{min} | = 15,480 | Q_{un3} | = 15,46951 |
| OSG | = 15,600 | x_{max} | = 15,540 | Q_{ob3} | = 15,54557 |
| T | = 0,200 | R | = 0,060 | $Q_{ob3}-Q_{un3}$ | = 0,07606 |
| | | $n_{<T>}$ | = 200 | $p_{<T>}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | n_{eff} | = 200 |
| Modell-Verteilung | | = | Mischverteilung | | |
| Berechnungsart | | = | M4,1 Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | | = | C_m | = | 2,37 ≤ 2,63 ≤ 2,89 |
| kritischer Fähigkeitsindex | | = | C_{mk} | = | 2,07 ≤ 2,30 ≤ 2,53 |
| Berechnungsmethode | | = | Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk}) (RITTER 1,66) | | |

| | | |
|------------|------------------------------------|----------------------|
| Werk Aalen | Abt./Kst./Prod. Qualitätssicherung | Akt. Dat. 07.08.2009 |
|------------|------------------------------------|----------------------|

| | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|------------------------------|
| Prf.PI.Name 200 0106 01 | Teilebez. Welle | Zeichn.Nr. 200 0106 01 | Zeichn.Änd. --- |
| Masch.Bez. VECTOR | Merkm.Bez Kegelkante | Nennm. 15.400 0.200 | OSG 15.600 |
| Masch.Nr. | Merkm.Nr. 2 | Einh. mm 0.000 | USG 15.400 |
| Prüfeinr.Bez Bügelfeinzeiger | Prüfeinr.Nr. | Stpr.Umf. 3 | Nachkommst. 3 |
| Bearbeiter Abele Michael | E-Mail michael.abele@ritter-zerspanungstechnik.de | Telefon 07361 / 9253 - 18 | Telefax 07361 / 9253 - 30 |



| Zeichnungswerte | | Gemessene Werte | | Statistische Werte | |
|------------------------------|----------|-----------------|---|--------------------|---------------------------|
| T_m | = 15,500 | | | \bar{x} | = 15,50380 |
| USG | = 15,400 | x_{min} | = 15,480 | $\bar{x}-3s$ | = 15,46464 |
| OSG | = 15,600 | x_{max} | = 15,540 | $\bar{x}+3s$ | = 15,54296 |
| T | = 0,200 | R | = 0,060 | 6s | = 0,07833 |
| | | $n_{<T>}$ | = 200 | $p_{<T>}$ | = 100,00000 % |
| | | $n_{>OSG}$ | = 0 | $p_{>OSG}$ | = 0,00000 % |
| | | $n_{<USG}$ | = 0 | $p_{<USG}$ | = 0,00000 % |
| | | n_{ges} | = 200 | n_{eff} | = 200 |
| Modell-Verteilung | | = | Normalverteilung | | |
| Berechnungsart | | = | M4,1 Percentil (0,135%- \bar{x} -99,865%) | | |
| potentieller Fähigkeitsindex | | = | C_m | = | 2,30 ≤ 2,55 ≤ 2,80 |
| kritischer Fähigkeitsindex | | = | C_{mk} | = | 2,21 ≤ 2,46 ≤ 2,70 |
| Berechnungsmethode | | = | RITTER 1,66 | | |

Die Anforderungen sind erfüllt (C_m, C_{mk})

12 Literaturverzeichnis

- [BIN03] BINDER, J. (2003). Qualitätsmanagement - Die Produktion. Wissen Online im Internet: URL: http://www.wissen.fh-aalen.de/pdf-/verantwortung_in_derproduktion/qm_dieproduktion_julia_binder.pdf (Stand 20.07.2009)
- [CAQ08] CAQ AG FACTORY SYSTEMS: Lösungen zum Qualitätsmanagement. Ohne Verlag, Rheinböllen, 2008
- [CET09] HAUPT, H. (Verantwortlicher Redakteur). Definition von Maschinen- und Prozessfähigkeitskoeffizienten. CETAG GMBH Online im Internet: URL: <http://www.cetaq.com/de/theorie-/index.php?id=33> (Stand: 20.07.2009)
- [MIT08] MITUTOYO DEUTSCHLAND. Katalog. Online im Internet: URL: <http://www2.mitutoyo.de/ebooks/german/handmessgeraete-/index.html#/4/>
- [QDA09] Q-DAS GMBH. Prozessqualifikation / qs-STAT. Online im Internet: URL: <http://www.q-das.de/de/anwendungen/qs-stat/> (Stand 08.08.2009)
- [RZM09] RZM IBEES GMBH. XDAFPS: Komplexe Organisation in einem Programm. Online im Internet: URL: <http://www.xdafps.de/> (Stand 05.08.2009)
- [ZEI09] ZEISS INDUSTRIELLE MESSTECHNIK GMBH. Calypso – Einfach programmieren. Online im Internet: URL: <http://www.tbq-lindner.de-/de/dl/kmt/software/calypso.pdf> (Stand 20.07.2009)

13 Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich“,

1. dass ich meine Diplomarbeit mit dem Thema

Die Übernahme der Daten von Messarbeitsplätzen als Input für ein zentrales CAQ-System unter Berücksichtigung des installierten PPS-Systems

ohne fremde Hilfe angefertigt habe,

2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie der Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und

3. dass ich meine Diplomarbeit bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

St. Egidien, 17.08.2009

Ort, Datum



Unterschrift