

## Wirtschaftlicher Zuschnitt von Profilstäben<sup>1</sup>(1)

Dr. Margarete Werner

Was haben die Produktion von Fensterrahmen, Tischen und Geländern gemeinsam?

Für alle diese Gegenstände wird als Rohstoff Stangenware aus Holz oder Metall verwendet. Die Rohware wird in Standardlängen geliefert und muss auf die passende Länge zurecht gesägt werden. Damit z.B. ein Fensterrahmen gefertigt werden kann, ist es notwendig, Schnitte in beliebigen Winkeln durchführen zu können. Dazu lassen sich die Sägeblätter an der Maschine in verschiedene Positionen drehen. Weiterhin ist zu beachten, dass beim Sägen je nach Dicke des Sägeblattes ein kleiner Teil des Materials verloren geht.

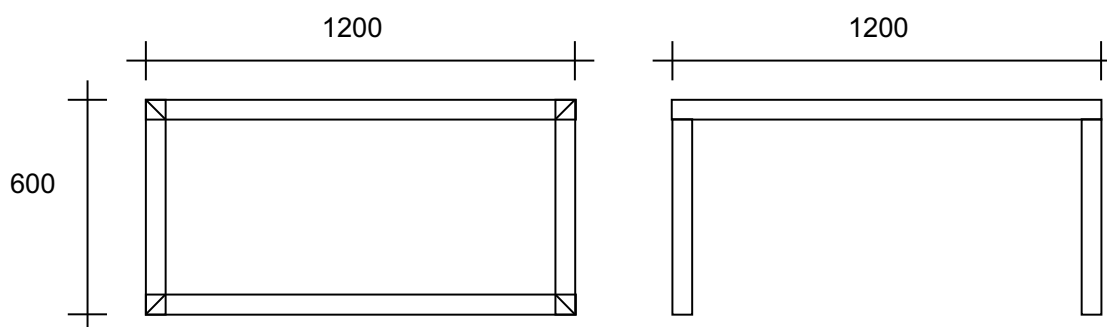


Abbildung 1: Zuschnittsskizze für das Stahlrohrgestell eines Tisches

Für die verschiedenen Produkte, wie Tisch, Geländer, usw. gibt es jeweils eine Rohstoffanforderung, die die Teile beschreibt, aus denen das Produkt zusammengesetzt ist. Eine Anforderung enthält folgende Daten, die durch ein Beispiel illustriert werden:

Stückzahl	Materialbezeichnung	Länge [mm]	Winkel links	Winkel rechts
10	Stahlrohr 40/40/2	1670	90°	45°

Ausgehend von der geplanten Produktion benötigt der Hersteller einen Plan, der den Zuschnitt der Rohmaterialstangen beschreibt. Neben einem möglichst geringen Verschnitt wünscht sich der Hersteller, dass die Sägeblätter an der Maschine möglichst selten verstellt werden müssen.

<sup>1</sup>©FB Mathematik, Universität Kaiserslautern; K.-P. Denzer, BBS Edenkoben

## Verbesserte Chancen beim Lotto 6 aus 49?<sup>1</sup>(2)

Dr. Giovanni Mahlknecht

„Sechs Richtige“ beim Lotto 6 aus 49 zu tippen – dafür braucht man schon ein bisschen Glück. Die Stochastik lehrt uns, dass es dabei völlig egal ist, welche sechs Zahlen man getippt hat (vorausgesetzt die Lottomaschine arbeitet einwandfrei und ist nicht manipuliert, wovon wir ausgehen). Jeder Tipp hat die gleiche Gewinnwahrscheinlichkeit.

**Aber:** Die Vergangenheit zeigt, dass es immer wieder zu erheblichen Unterschieden bei den Gewinnquoten kommt. Die Vermutung liegt nahe, dass es zwischen den gezogenen Zahlen und den Gewinnquoten Abhängigkeiten gibt. Also müsste es Zahlenkombinationen geben, mit denen man im Falle eines Gewinnes höhere Gewinne erzielt als mit anderen Zahlenkombinationen. Das hieße dann aber auch, dass es eine oder mehrere „optimale“ Zahlenkombinationen gibt.

Die Frage ist, ob die vermuteten Abhängigkeiten tatsächlich bestehen, und falls dem so sein sollte, welche Zahlenkombination(en) einen maximalen Gewinn erwarten lassen.

---

<sup>1</sup>©FB Mathematik, Universität Kaiserslautern; Lotterie-Treuhand mbH Hessen

## Automatisierte Planung von Gebäudegrundrissen<sup>1</sup>(3)

Dr. Ingrid Mittelberger

Auf einer vorgegebenen Fläche soll ein Gebäude mit einer vorgegebenen Anzahl von Räumen errichtet werden. Zusätzlich wird meist eine ganze Reihe von Bedingungen formuliert: So müssen die Räume auf bestimmte Art und Weise benachbart sein, z.B. soll das Sekretariat neben dem Büro des Managers liegen. Weiter ist ihre gewünschte Fläche vorgegeben, die Raumtiefe sowie die Anzahl und gegebenenfalls Orientierung der Fenster.

Ziel ist es anschließend, einen Gebäudegrundriss zu entwerfen, der alle Vorgaben erfüllt. In der Regel gibt es hierfür eine Vielzahl von Möglichkeiten, aus denen es eine möglichst gute herauszufinden gilt. Unten stehende Abbildung zeigt eine Möglichkeit für ein konkretes Gebäude.

Da eine Auswertung aller Varianten per Hand ziemlich aussichtslos erscheint, soll ein Computerprogramm entwickelt werden, das nach Eingabe der gewünschten Beziehungen und Eigenschaften der Räume automatisch eine optimale Lösung ermittelt und ausgibt.

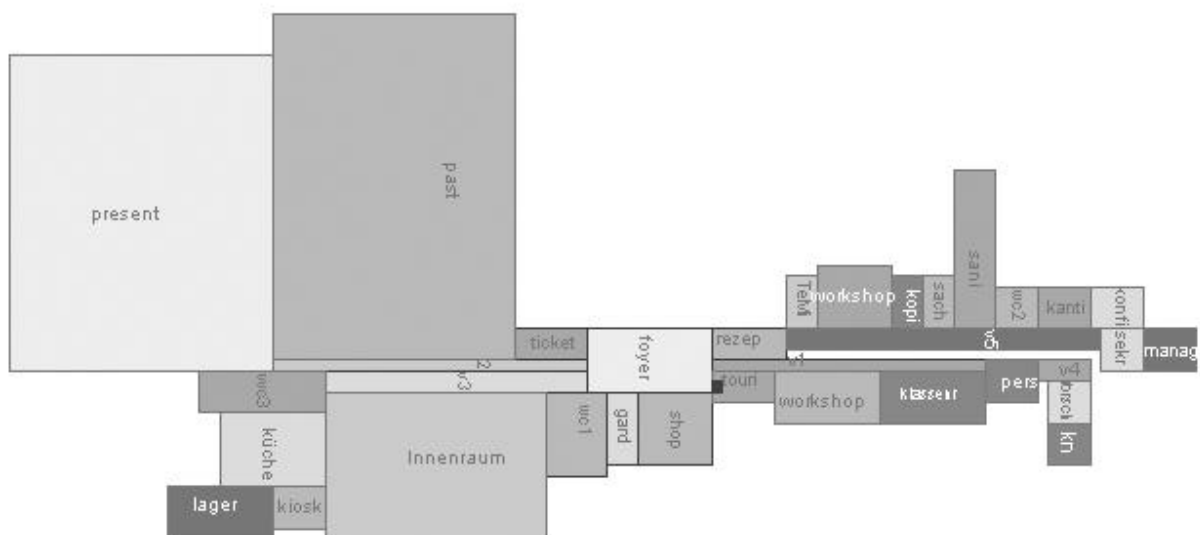


Abbildung 1: Beispiel für einen zulässigen Grundriss

<sup>1</sup>©FB Mathematik, Universität Kaiserslautern

## Automatische Werkstückvermessung zur Qualitätskontrolle und -sicherung<sup>1</sup>(4)

Dr. Martin Bracke

In vielen Bereichen der Industrie kommt es heute bei Fertigungsprozessen darauf an, eine möglichst geringe Abweichung von den Konstruktionsvorgaben zu erreichen. Dabei ist eine geringere Abweichung gleichbedeutend mit höherer Qualität, und es gilt zusätzlich noch, ebenfalls vorgeschriebene Toleranzwerte nicht zu überschreiten. Um eine Garantie für die Einhaltung dieser Qualitätsvorgaben abgeben zu können ist es unerlässlich, dass eine Qualitätskontrolle der produzierten Bauteile statt findet, so dass Ausschussware sofort aussortiert werden kann und somit den Kunden nicht erreicht. Neben dieser Kontrolle wird immer häufiger versucht, durch gezielte Korrekturen des Produktionsprozesses die Abweichung von den idealen Parametern zu minimieren. Dieser Vorgang soll den zu erwartenden Ausschuss reduzieren und wird oft als Qualitätssicherung bezeichnet.

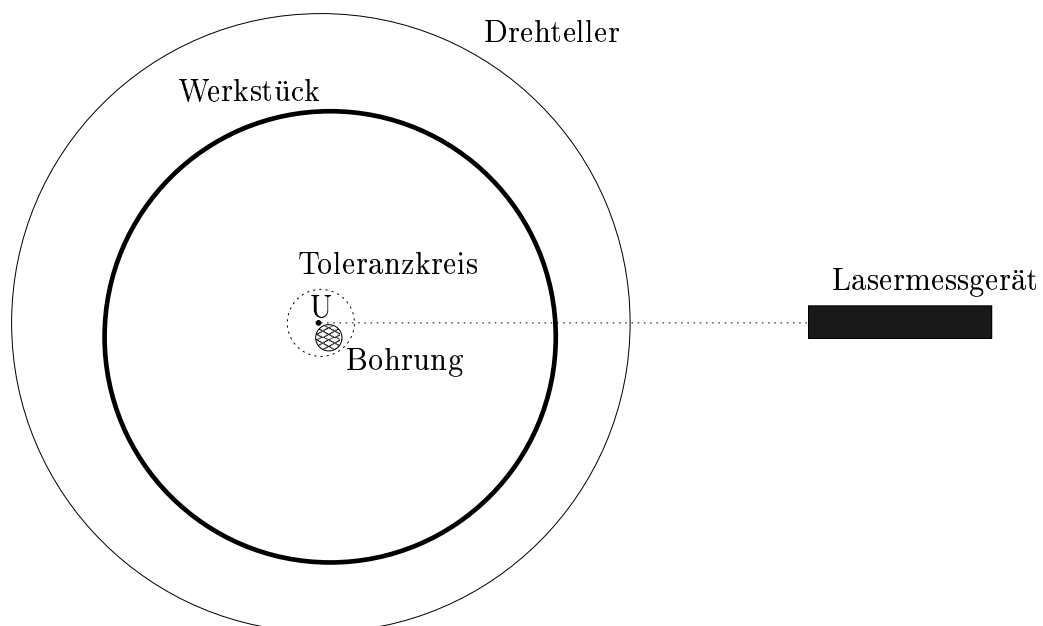


Abbildung 1: Draufsicht des Messplatzes

Im vorliegenden Problem geht es zunächst darum, mittels eines vorhandenen Messplatzes eine automatische Qualitätskontrolle bei der Produktion runder Stahlwerkstücke zu entwickeln. Bei diesen Werkstücken, die auf einem Fräsaufmaschinen gefertigt werden, handelt es sich

<sup>1</sup>©FB Mathematik, Universität Kaiserslautern

um runde Stahlscheiben mit einem Durchmesser von 200-400 Millimetern und einer Dicke von 5-60 Millimetern, die im Mittelpunkt eine Bohrung besitzen (zur späteren Aufnahme einer Drehachse).

Im Zentrum des Messplatzes (siehe Abbildung 1) besteht aus einem Drehteller, auf dem mittels eines Greifers das Werkstück so positioniert wird, dass sein Mittelpunkt innerhalb eines Toleranzkreises um den Drehtellermittelpunkt  $U$  liegt. Dieser Teller wird nun in Drehung versetzt und eine Lasermesseinrichtung ermittelt berührungslos während der Drehungen den Abstand zwischen Laserkopf und Randfläche des Werkstücks. Der Laserstrahl verläuft dabei senkrecht zur Drehachse des Drehtellers und liefert Messdaten mit einer Datenrate von 5000 Messungen pro Sekunde an einen angeschlossenen Rechner. Unter dem Drehteller befindet sich ein digitaler Inkrementalgeber, der die jeweils aktuelle Winkelposition des Drehtellers an den Rechner weiter gibt (mit einer Auflösung von  $2^{14}$  Schritten pro Umdrehung). Weiter ist der Abstand zwischen Laserkopf und Mittelpunkt des Drehtellers bekannt. Durch eine zusätzliche Messung können auch Informationen über die Position und den Durchmesser der Bohrung gewonnen werden.

Die Frage ist nun, ob – und wenn ja, wie – innerhalb von 2-3 kompletten Umdrehungen des Drehtellers mittels der vorhandenen Messdaten auf die Daten des Werkstücks geschlossen werden kann. Daraus könnte anschließend die Abweichung des Werkstücks vom sogenannten Nennmaß mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Wenn die bei der Fertigung entstehende Abweichung des Istmaßes vom Nennmaß nicht innerhalb des vorgegebenen Toleranzfeldes liegt, ist das Werkstück Ausschuss.

Eine weiter führende Fragestellung wäre, aus den Messdaten einer Reihe nacheinander auf demselben Fräsautomaten produzierten Stahlscheiben einen Trend in den Abweichungen zu bestimmen. Aus diesem sollten dann Korrekturdaten für die Fräse ermittelt werden, so dass in der Folge Werkstücke besserer Qualität erzeugt werden können und somit die Standzeit der Werkzeuge verlängert – und damit die Ausfallzeit durch Werkzeugwechsel verringert – wird.

## Abstandsmessung in 360° Panoramabildern<sup>1</sup>(5)

Dr. Klaus Überbacher

Mit einer speziellen, digitalen Panoramakamera ist es möglich, an einem gegebenen Ort (innerhalb eines Gebäudes oder in freier Natur) Aufnahmen zu erstellen, die nahezu eine 360° Rundumsicht ermöglichen. Dies geschieht dadurch, dass die Kamera, die mit einem 180° Fisheye-Objektiv ausgerüstet ist, sich auf einem Stativ einmal um die eigene Achse dreht und dabei das endgültige Vollpanoramabild erzeugt. Die Bilder, die eine sehr hohe Auflösung haben (bei einer Größe von über 200 MB), werden anschließend korrigiert, so dass Abbildungsfehler des verwendeten Objektivs sich nur noch minimal im Bild widerspiegeln. In solch einem Bild (vgl. Abbildung 1) entspricht jeder Bildpunkt zwei Winkeln, die bezüglich der optischen Achse des Objektivs angegeben werden können.



Abbildung 1: Rundumpanorama eines Raumes

Eine Anwendung dieser Spezialkameras ist beispielsweise die Erstellung von Panoramas für Präsentationen von Immobilien oder Urlaubsdomizilen im Internet, in denen der Benutzer interaktiv von einem festen Standpunkt aus eine beliebige Blickrichtung auswählen kann.

Eine weitere interessante Perspektive ist die folgende: An einem Ort werden mit der beschriebenen Panoramakamera von mehreren verschiedenen Positionen aus Vollpanoramas aufgenommen. Später möchte man die Entfernung zwischen zwei vorgegebenen Punkten der fotografierten Szene messen, dafür aber nicht an den Ort zurück kehren, sondern dies alleine

<sup>1</sup>©FB Mathematik, Universität Kaiserslautern; Fa. SpheronVR AG, Kaiserslautern

anhand der aufgenommenen Bilder bewerkstelligen. Dazu sollen zuerst die beiden Punkte vom Benutzer in mehreren der Panoramas ausgewählt werden (sofern sie dort zu sehen sind). Anschließend soll eine entsprechende Software automatisch den Abstand der Punkte im Raum bestimmen und ausgeben.

Die Frage ist, ob und wenn möglich wie diese Idee umzusetzen ist. Interessant wäre dabei auch zu wissen, ob es eine optimale Vorgehensweise bei der Aufnahme der einzelnen Bilder gibt und wie groß die maximal erreichbare Genauigkeit der Messungen ist.