

# Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Bauwesen

*Dipl.-Ing. Jürgen Schweitzer*

Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen,  
Universität Stuttgart



**INTERGEO®**

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,  
Geoinformation und Landmanagement  
Köln, 5.–7. Oktober 2010

Geodätische Woche 2010  
Session 4

# Gliederung

1. Motivation
2. Allgemeine Grundlagen: Qualitätsmodell
3. Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse
4. Beispiel
5. Zusammenfassung und Ausblick

## Entwicklung eines Qualitätsmodells für ingenieurgeodätische Prozesse im Bauwesen

- Im DFG Forschungsprojekt **EQuiP** (Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Bauwesen)
- Befasst sich mit einer effizienzorientierten Integration ingenieurgeodätischer Prozesse in Bauabläufe unter Berücksichtigung qualitätssichernder Maßnahmen



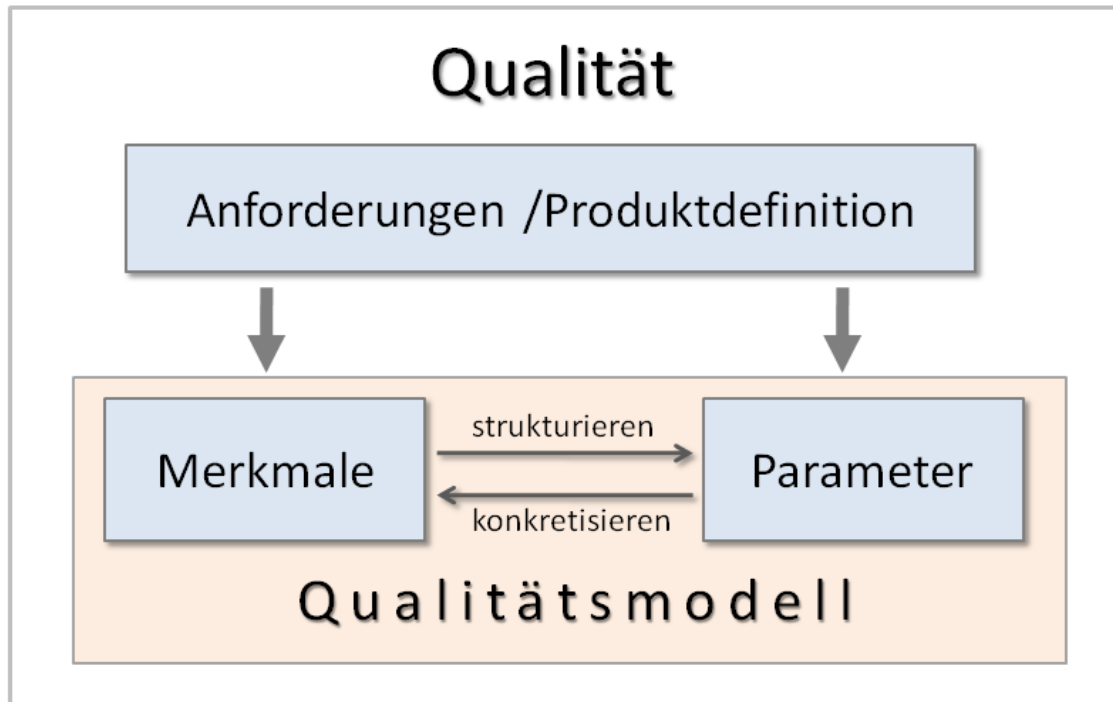
# Was ist ein Qualitätsmodell?

Ein Qualitätsmodell ist ein Begriffsrahmen, in dem der abstrakte Begriff Qualität stufenweise in Einzelaspekte aufgelöst und so konkretisiert wird.

Verschiedene Qualitätsmodelle:

Softwareentwicklung (ISO 9126)	Datenmanagement (ISO 19113)	Verkehrstelematik/ IAGB
Merkmale ( <i>engl. Factors</i> )	Elemente ( <i>engl. elements</i> )	<b>Merkmale</b>
Teilmerkmale ( <i>engl. Criteria</i> )	Subelemente ( <i>engl. subelements</i> )	---
Indikatoren ( <i>engl. metrics</i> )	Qualitätsmaße ( <i>engl. quality measure</i> )	<b>Parameter</b>

# Qualitätsmodell



## Ingenieurgeodätische Prozesse im Bauwesen (Hochbau):

- Einrichtung eines Grundlagennetzes
- Laufendhaltung des Lage- und Höhennetzes
- **Absteckung**
- Abnahme (Kontrolle)
- Erfassung von Bauwerksdeformationen

Absteckung →

Betonierung →

Abnahme



## Anforderungen an das Produkt (Gebäudegeometrie) sowie die Messprozesse

Anforderungen	
Primäre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Einhaltung der <u>Toleranzen</u></li><li>- Einhaltung der absoluten Lage und Höhe im Raum</li></ul>
Sekundäre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vollständigkeit der Elemente eines Bauwerkes</li><li>- Vollständigkeit der Messprozesse</li><li>- Einhaltung der Lagebeziehung der Elemente zueinander</li><li>- Zuverlässigkeit der Messprozesse sowie Messmittel gegeben</li><li>- Einhaltung der zeitlichen Vorgaben</li></ul>

### 3. Qualitätssicherung ingenierugeodätischer Prozesse

Anforderungen	Parameter	Merkmale
Einhaltung der Toleranzen und absoluten Lage und Höhe im Raum	- Standardabweichung	<b>Genauigkeit</b>
	- Toleranzkorrektheit	
Einhaltung der Lagebeziehung der Elemente zueinander	- Topologiekorrektheit	<b>Korrektheit</b>
Vollständigkeit der Elemente im Rohbau	- Anzahl fehlende Elemente	<b>Vollständigkeit</b>
	- Anzahl überschüssiger Elemente	
Vollständigkeit der Prozessschritte für ein Messprozess	- Grad der Übereinstimmung mit dem Plan	
Zuverlässigkeit der Messprozesse sowie Messmittel	- Bedingungsichte	<b>Zuverlässigkeit</b>
	- Kleinster aufdeckbarer Fehler	
	- Störanfälligkeit	
Einhaltung zeitlicher Vorgaben	- Zeitverzug	<b>Pünktlichkeit</b>



## Parameter (1)

- **Standardabweichung (Genauigkeit):** Die Standardabweichung  $\sigma$  ist eine statistische Kennzahl, und kennzeichnet das zufällige Streuen der Messwerte  $x_i$  einer als Zufallsvariablen definierten Messgröße  $X$  um deren Erwartungswert  $E(X)$ . Die Standardabweichung kann aus Wiederholungsmessungen berechnet werden oder aus Genauigkeitsangaben von Geräten abgeleitet werden
- **Toleranzkorrektheit (Korrektheit):** Die Toleranzkorrektheit  $T_k$  ist ein aus Messungen zusammengesetzter Wert, der eine Aussage über die Einhaltung der Toleranzen trifft. Ist die Toleranzkorrektheit  $T_k$  größer oder gleich Null, ist die Toleranz eingehalten. Ist  $T_k$  negativ, ist die Toleranz nicht eingehalten.

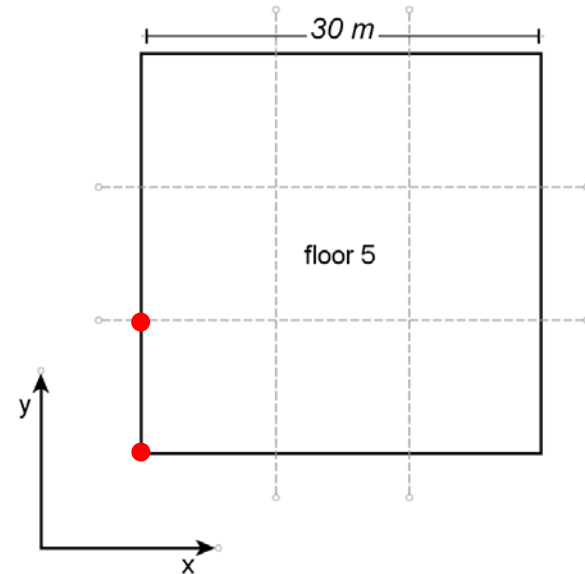
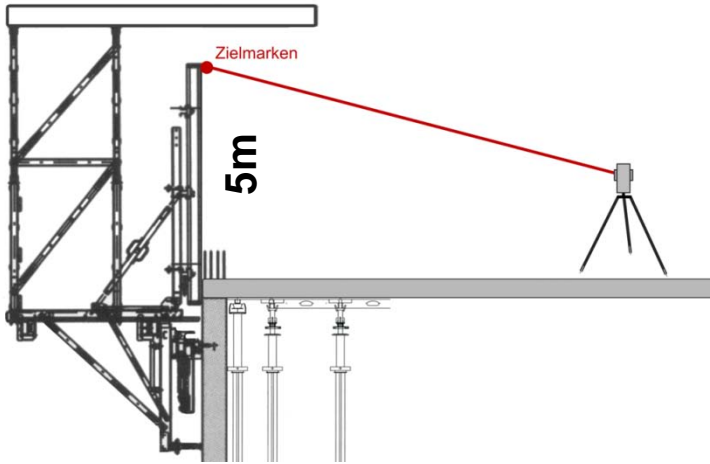
$$T_k = (T - T_b) - |s_{ist} - s_{soll}|$$

- **Bedingungsichte (Zuverlässigkeit):** Die Bedingungsichte  $B$  gibt an, zu welchem Prozentsatz ein gemessenes (geometrisches) Element (z.B. Punkt) überbestimmt ist:

$$B = \frac{n - u + d}{n}$$

# 4. Beispiel

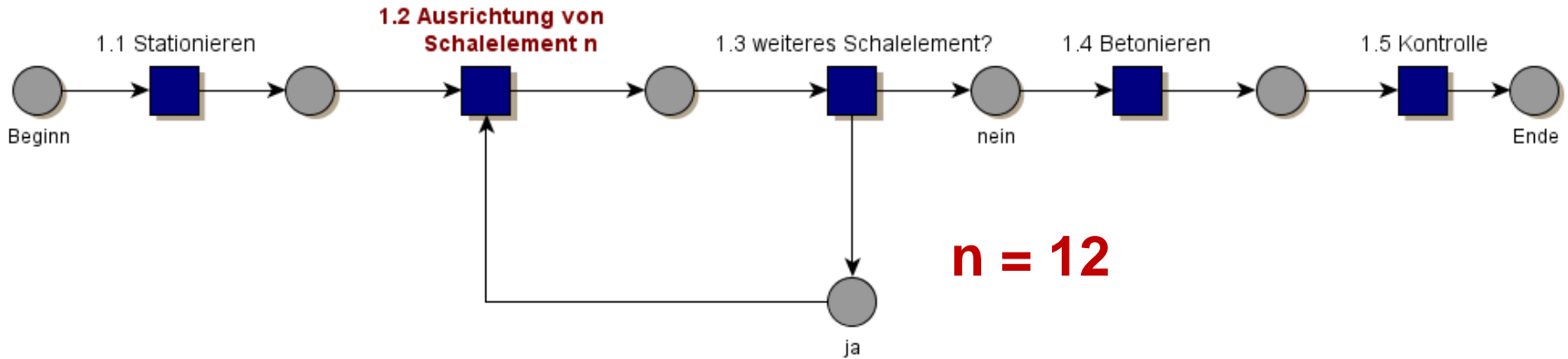
## Ausrichtung (Absteckung) aller Schalungselemente eines Geschosses



Ausrichtung der Schalung, indem **Neigung** und **Höhe** angepasst werden!

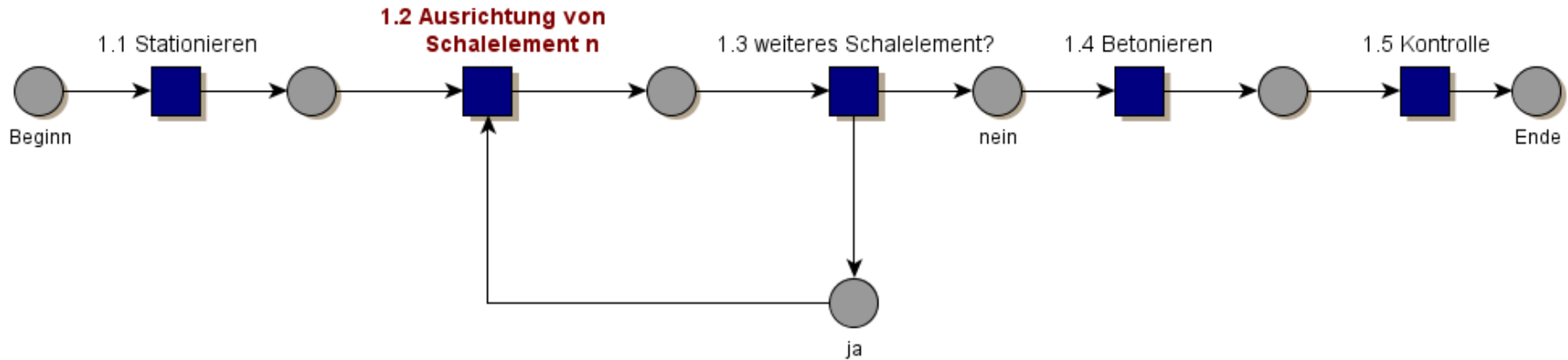
## Prozessablauf für die Erstellung der Geschosswände:

### Herstellung der Geschosswände (Gesamtprozess)



## Prozessablauf für die Erstellung der Geschosswände:

### Herstellung der Geschosswände (Gesamtprozess)

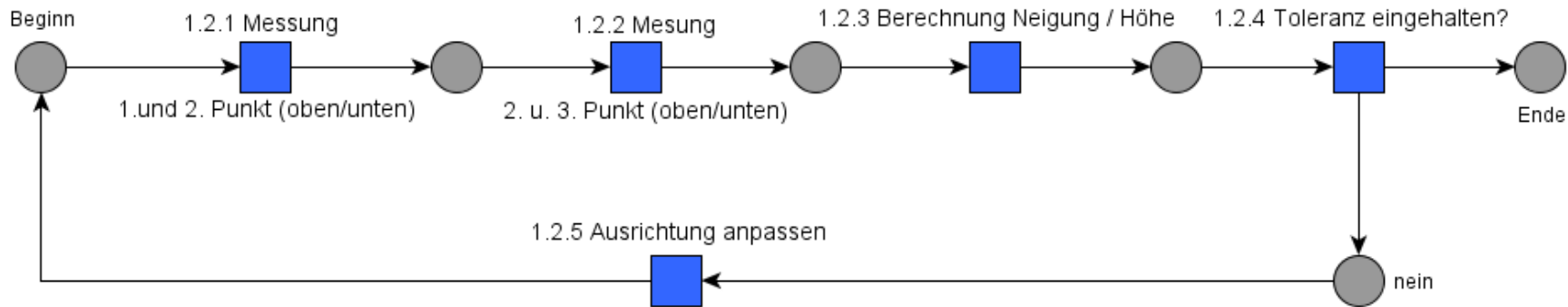


1.1 → **Standardabweichung** der Stationierung z.B. aus Kovarianzmatrix

$$\Sigma_{xx} = \begin{pmatrix} \sigma_x & \cdot & \cdot \\ \cdot & \sigma_y & \cdot \\ \cdot & \cdot & \sigma_z \end{pmatrix}$$

## Prozessablauf für die Erstellung der Geschosswände:

### Ausrichtung von Schalelement n (Teilprozess)



1.2.1 → **Standardabweichung** des 1. u. 2.Punktes aus  $\Sigma_{xx}$  (mittels *FFG* berechnet)

1.2.2 → **Standardabweichung** des 2. u. 3. Punktes aus “

1.2.3 → **Standardabweichung** der Höhendifferenz **dh** und der **Neigung**

→ **Bedingungsichte** bezogen auf **dh** sowie **Neigung**  $B = \frac{n - u + d}{n}$

1.2.4 → **Toleranzkorrektheit** bezogen auf **dh** sowie **Neigung**

- **Qualitätsmodell dient der Beschreibung der Qualität von ingenieurgeodätischen Prozessen im Hochbau**
- **Prozess- und Produktparameter**

## Nächste Schritte:

- **Simulation von ausgewählten Prozessen**
- **QM in Echtzeit**