

Die Innere Referenz

-

Der Quantensprung in der Evolution der Datenauswertung softwaregesteuerter Systeme

Dr. Manfred Fellbaum
Uli Eggermann
Ingobert Schmadel

- 1) Intelligente Datenauswertung - Definition**
- 2) Warum intelligent Daten auswerten?**
- 3) Der Quantensprung:
Kombinative Prozedur, Balancierung, Innere Referenz**
- 4) Anwendungen**
- 5) INORA - Das Produkt**

„Gebt mir einen Hebel, der lang genug, und einen Angelpunkt, der stark genug ist, dann kann ich die Welt mit einer Hand bewegen.“

Archimedes (287-212), griech. Mathematiker u. Physiker

Archimedes, that he might transport the entire globe from the place it occupied to another, demanded only a point that was firm and immovable; so, also, I shall be entitled to entertain the highest expectations, if I am fortunate enough to discover only one thing that is certain and indubitable.

René Descartes (1596 –1650), französischer Philosoph, Mathematiker und Naturwissenschaftler

Aus der Mannigfaltigkeit der Kombinationen diejenigen auszuwählen, welche der Sache am besten dienen, ist unstreitig bei der Anwendung der Mathematik auf die Naturwissenschaften eine der wichtigsten Aufgaben

Carl Friedrich Gauß (1810), deutscher Mathematiker, Astronom, Geodät und Physiker, Erfinder der Methode der kleinsten Quadrate

- Nachhaltige mathematische Entscheidungsfindung (Reproduktion des Naturgesetzes der Balance - Grundforderung von Archimedes, Descartes, Gauss)
- Balancierung der Koeffizientenmatrix ist als Basis absolut notwendig, Vollkommen neuer Weg der Datenauswertung

Think Outside the Box

- Gültig für jede Dimension und Einheit

1. Intelligente Datenauswertung - Definition

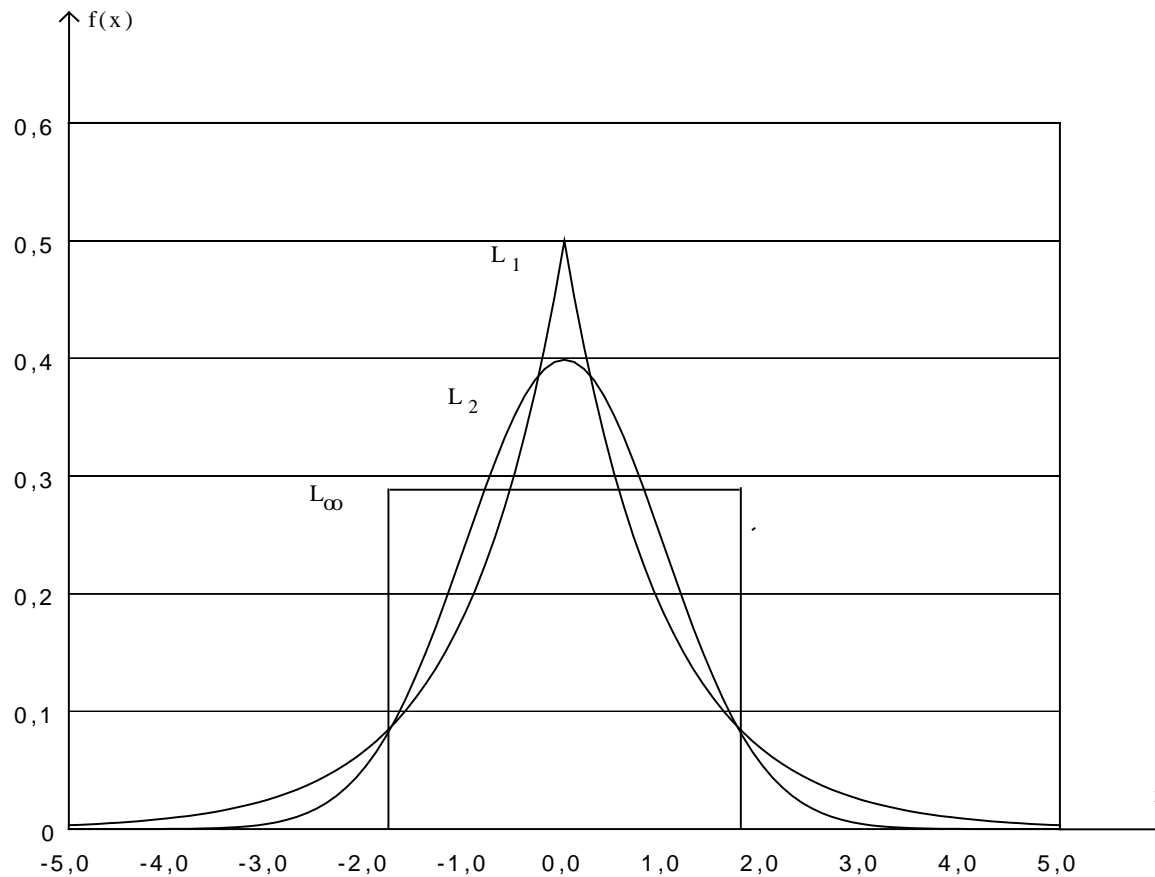


agiplan[□]

- **Mathematische Singularitäten können den Auswertungsprozess nicht mehr beeinträchtigen. Restriktionen (auch versteckte) werden vom Auswertungsprozess selbständig erkannt.**
- **Fehler bzw. fehlende Informationen können den Auswerteprozess nicht mehr zusammenbrechen lassen.**
- **Regelkreis (autonom, vollautomatisch, reproduzierbar)**
- **Universell anwendbar, keine Vorinformationen notwendig**

- **Geld sparen**
- **Zeit sparen**
- **Technisches Alleinstellungsmerkmal => Wettbewerbsvorteil**
- **Absolute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse**
- **Datenauswertung ohne Kenntnis der funktionalen Zusammenhänge**
- **Komplizierte und komplexe Zusammenhänge können besser (oder überhaupt erst) verstanden werden**
- **Möglichkeit zur Entwicklung von Zukunftslösungen für Künstliche Intelligenz (KI) Anwendungen (traditionelle KI + nachhaltige Entscheidungsfindung)**
- **Intelligente Datenauswertung reduziert Hardwareforderungen**

Herausragende Verteilungen (Laplace, Gauss, Rechteck):



Herausragende Auswertemethoden (Maximum Likelihood Schätzer):

- 1. Minimierung der Absolutsumme der Verbesserungen
= Least Absolute Value Estimation (LAVE)= L_1**

$$L_1 = \sum_{i=1}^n |v_i| \rightarrow \min$$

- 2. Minimierung der Quadratsumme der Verbesserungen
= Least Square (LS)= L_2**

$$L_2 = \sum_{i=1}^n v_i^2 \rightarrow \min$$

- 3. Minimierung der maximalen Verbesserung
= Min-Max = L_∞**

$$L_\infty = \lim_{p \rightarrow \infty} \left(\sum_{i=1}^n |v_i|^p \right)^{\frac{1}{p}} \rightarrow m$$

Beispiel: Mittelwerte (1-dimensional):

Beobachtungen: [3 3 3 3 30]

➤ **Median (L_1 , sortiere und finde den mittleren Wert) = 3**

➤ Verbesserungen: [0.0 0.0 0.0 0.0 -27.0]

➤ **Arithmetisches Mittel (L_2) = 8.4**

➤ Verbesserungen: [5.4 5.4 5.4 5.4 -21.6]

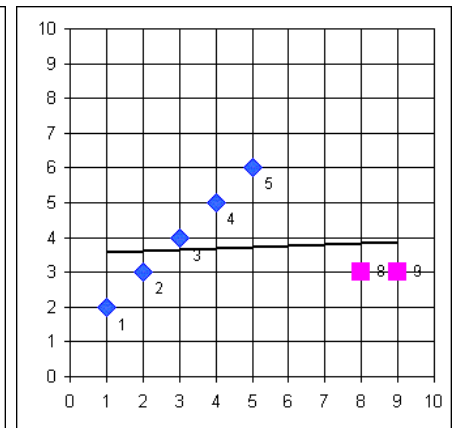
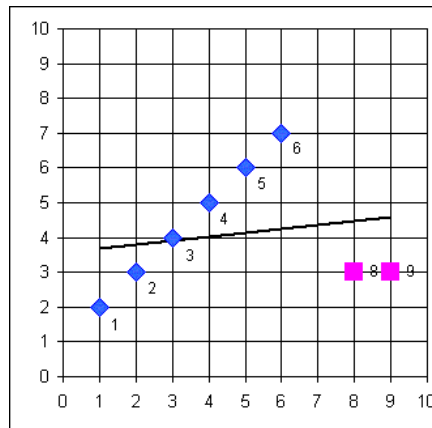
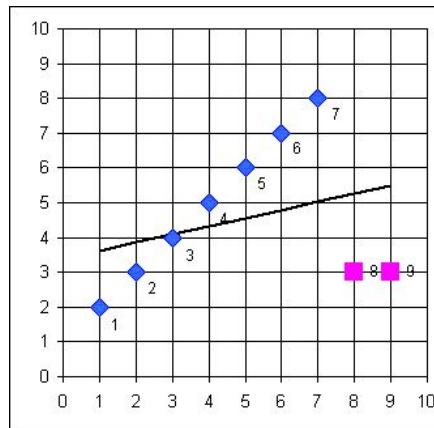
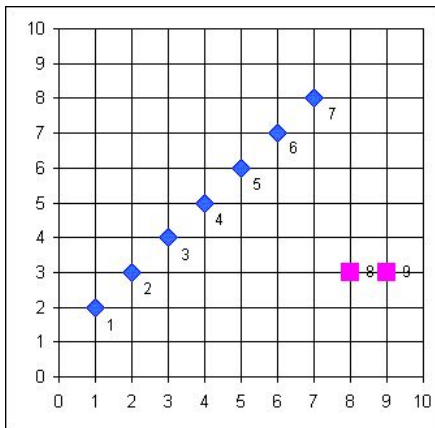
➤ **Min-Max (L_∞ , größter + kleinster Wert / 2) = 16.5**

➤ Verbesserungen: [13.5 13.5 13.5 13.5 -13.5]

HEBELPUNKTE :

Inhärente Gewichte, die in jedem Datensatz vorhanden sind, sorgen dafür, dass die Datenauswertung falsche Ergebnisse liefert.

Eine sichere Fehlererkennung im Datenmaterial ist ohne Eliminierung dieser Effekte nicht möglich.



Berechnung der Balancierungsfaktoren:

$$\underline{A} * \underline{x} = \underline{l} + \underline{v}$$

mit

- \underline{A} : Koeffizientenmatrix [n,u]
- \underline{x} : Unbekanntenvektor [u,1]
- \underline{l} : Beobachtungsvektor [n,1]
- \underline{v} : Verbesserungsvektor [n,1]

$$\text{und } \underline{l}^* = \underline{C} \underline{l} = \underline{A} (\underline{A}^T \underline{A})^{-1} \underline{A}^T \underline{l}$$

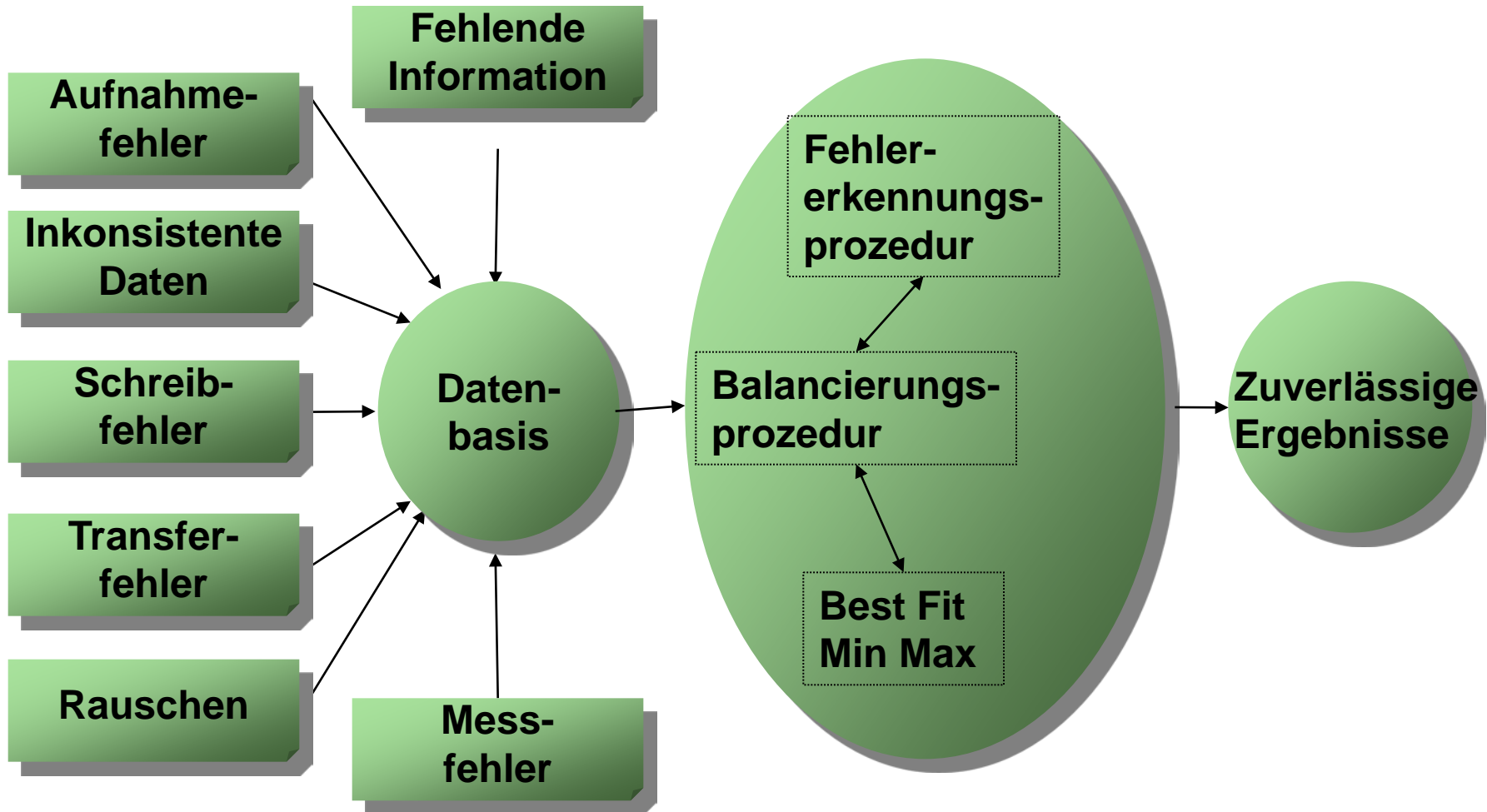
- Ohne Balancierung haben alle C_{ii} beliebige Werte, mit Balancierung sind alle $C_{ii} = u/n$.
- Damit sind erstmalig alle Grundforderungen erfüllt (vgl. Folie 3).

Vorgehen bei der balancierten Datenauswertung:

- **Datenanalyse zur Behandlung von:**
 - Singularitäten (z.B. Ebene durch Gerade, freie Netze)
 - (Latenten) Restriktionen

- **Balancierungsprozedur zur automatischen Berechnung der inhärenten Gewichte in den Daten bzw. Informationen**
 - Elimination von Hebelpunkten
 - Erzeugung von gleichem individuellen Einfluss
 - => Generalisierung der Eigenschaften des Mittelwertes

Balancierung in der kombinatorischen Prozedur:



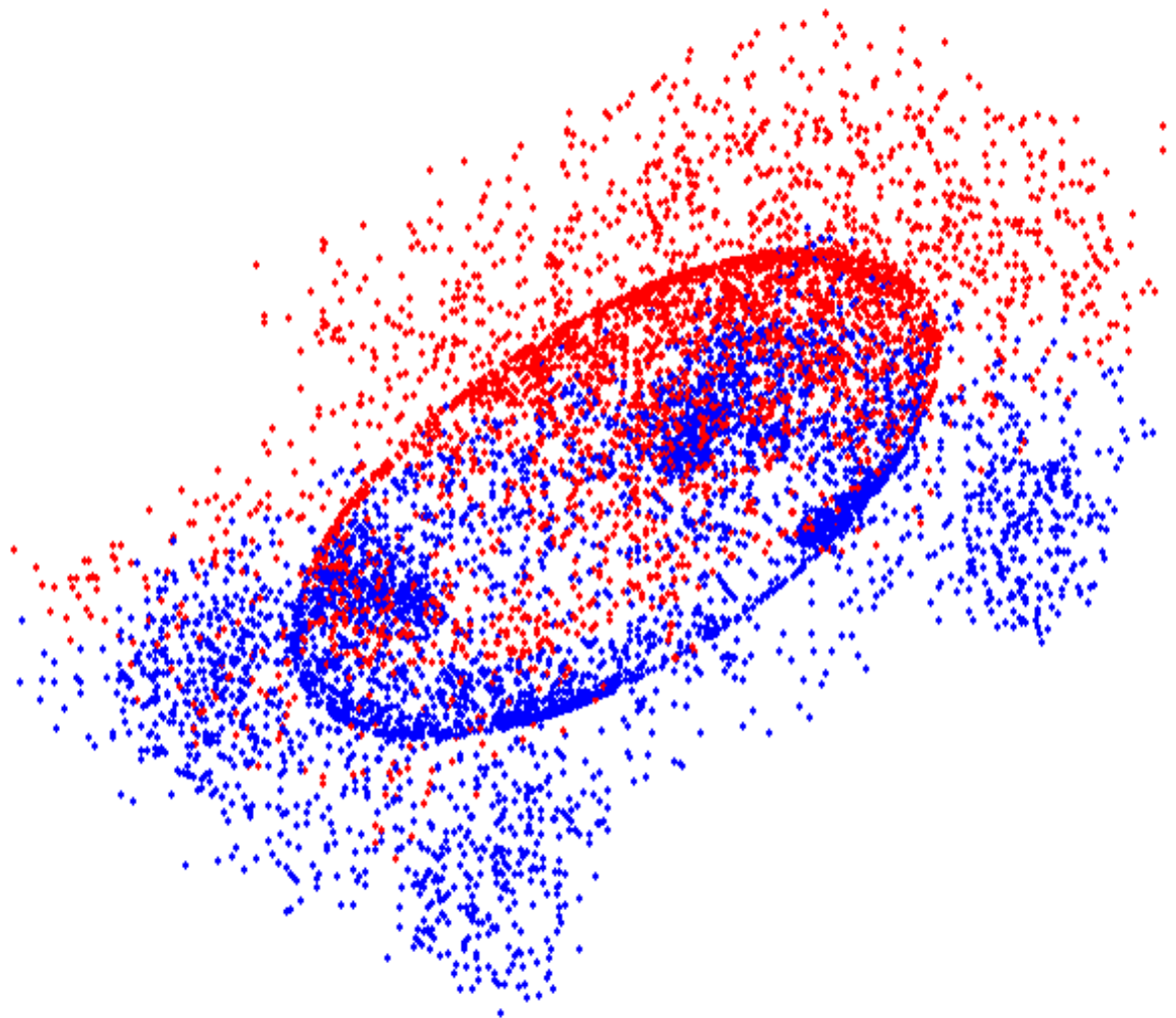
Nutzen (technisch / ökonomisch):

- Die Balancierung liefert die Basis für die Automation von industriellen Prozessen (Regelkreise).
- Tolerant gegenüber unvorhersehbaren Abweichungen (Unexpected Deviation: UD, bis zu 49%).
- Reduzierung von Zeit- und Materialverbrauch (Zustandsorientierte Wartung).
- Reduzierung von Ausfallzeiten bei Maschinen, Steigerung der Produktivität.
- Erhöhte Systemtoleranz gegenüber Bedien- und Maschinenfehlern, Reduzierung der nötigen Expertise des Operators.
-



Existierende Softwaremodule:

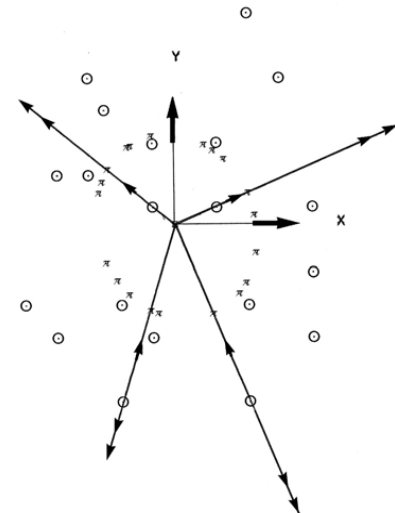
- **Unexpected Deviation Detection (UDD), Min-Max, Least Squares**
- **Geometrische Formerkennung (Ebenen, Geraden, Zylinder, Ellipsoide, Kreise, ...)**
- **Koordinatentransformationen (räumlich, eben, affin, ähnlich)**
- **Positionierung**
- **Netzausgleichung, Deformationsanalyse**
- **Antennenauswertung**
- **...**



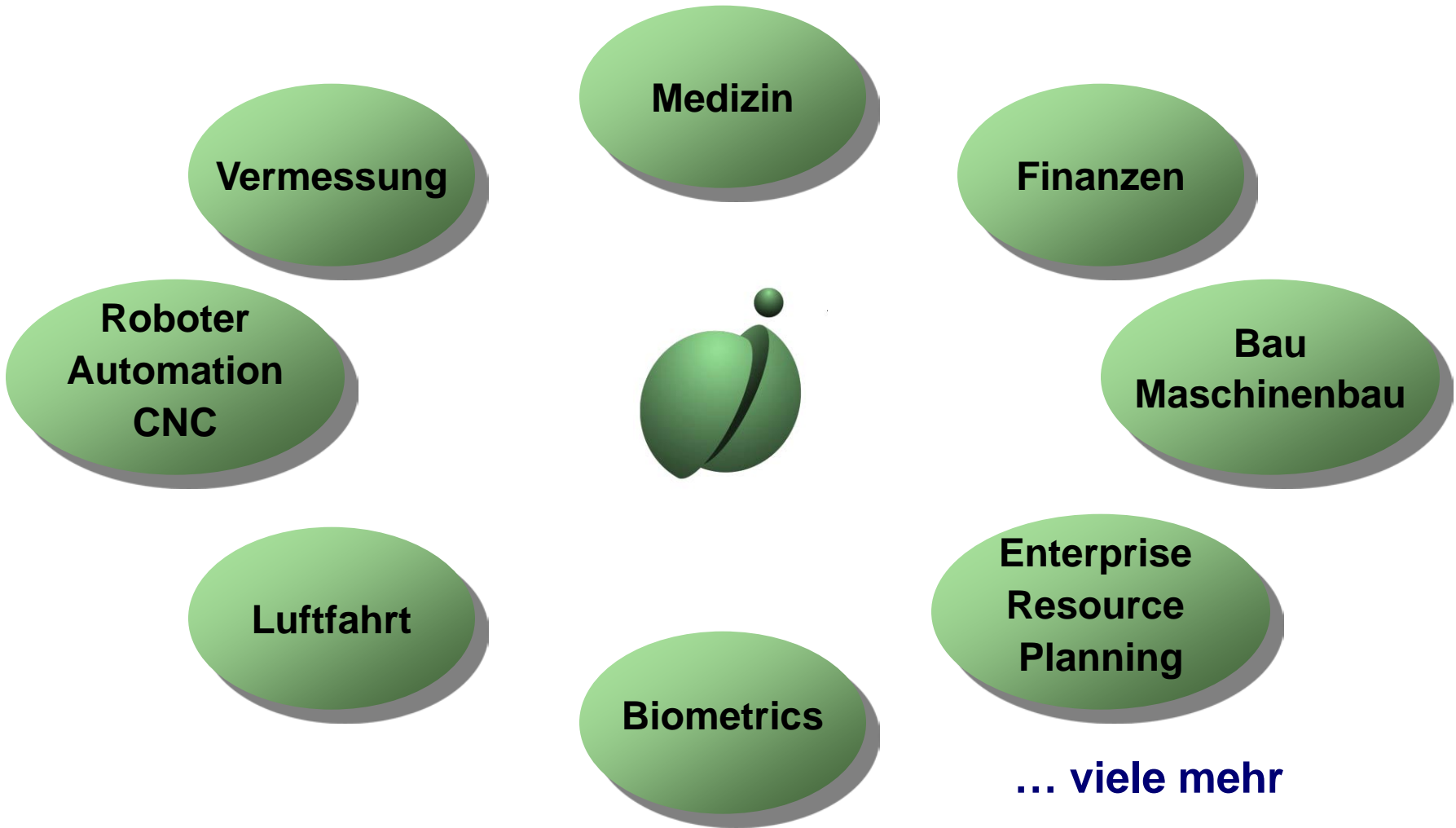
Videobeispiele

Wesentliche Aussagen:

- Die (mechanische) Balance von beliebigen Konfigurationen (z.B. Punkten) wird durch eine mathematische Figur (Ellipsoid) dargestellt.
- Dies gilt für jede Dimension und Einheit.
- Diese Figur kann als Referenz (wie π) bzw. neue Naturkonstante dienen (z.B. Überführung von Phi (goldener Schnitt) nach PI, Beweis des Kepler Gesetzes).
- Sie liefert damit die Basis für Datenanalysen in verschiedensten Anwendungsbereichen ohne Kenntnis von funktionalen Zusammenhängen.

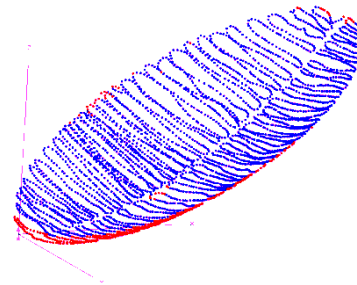
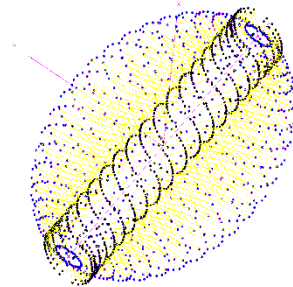
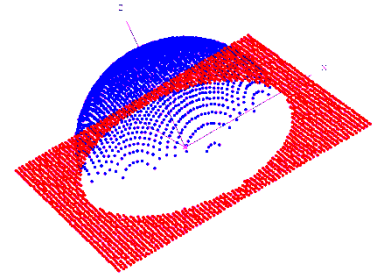


Märkte:



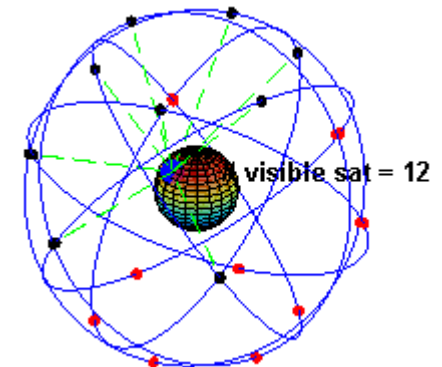
Mögliche Anwendungsgebiete:

- **Formbestimmung (z.B. Laser Scanning)**
- **Positionierung, Navigation**
- **Bildverarbeitung, Objekterkennung**
- **Data Mining**
- **Zeitreihenanalysen**
- **Netzberechnung, Statik**
- **Medizintechnik**
- **Turbinenvermessung**
- **Freiformflächen**
- **...**



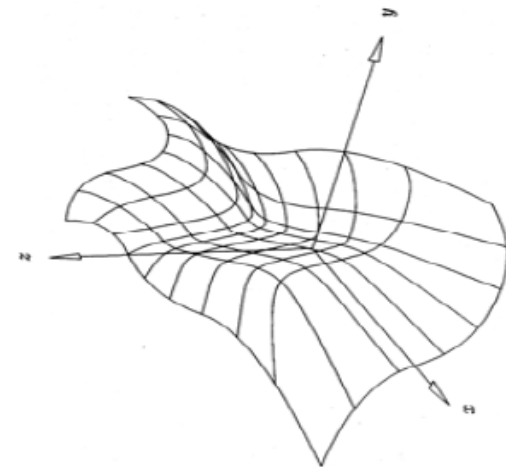
Beispiel: Positionierung, Navigation:

- **Es existiert bereits ein Positionierungsmodul**
- **Es können GPS und Tachymeterbeobachtungen (Strecken, Winkel, Additionskonstanten) verarbeitet werden**
- **Berechnung eines kombinierten Strecken und Richtungsnetzes**
- **Kombinative robuste Berechnung ohne A Priori Informationen (Näherungswerten)**
- **Hinzufügen von Beobachtungen bei z.B. fahrenden Autos ist grundsätzlich möglich**
- **...**



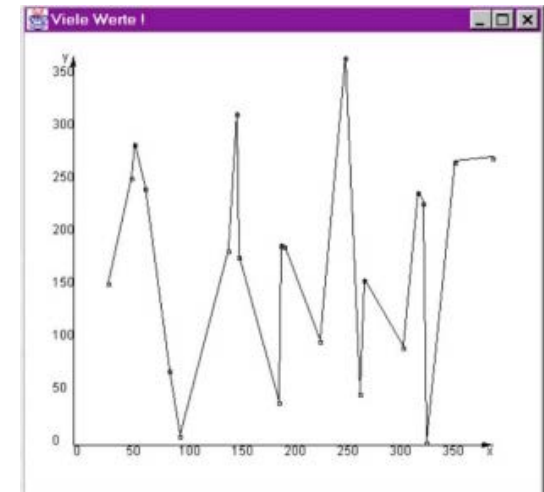
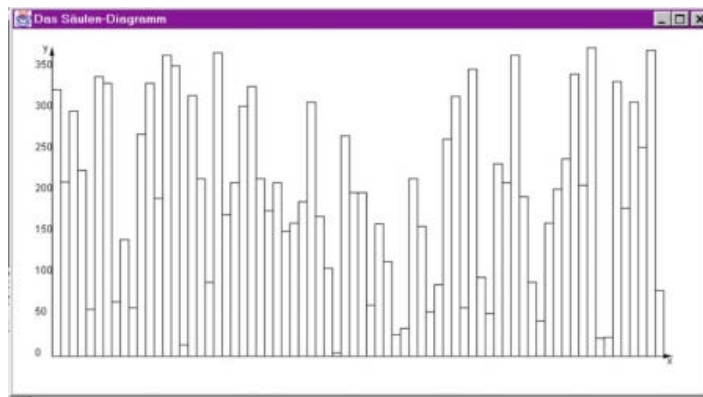
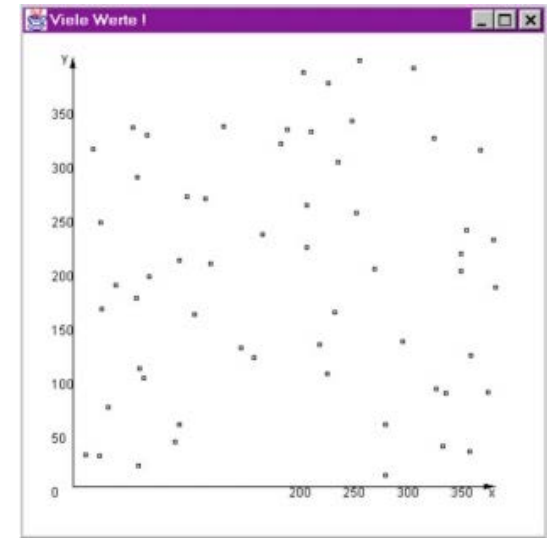
Beispiel: Freiformflächen

- **Überführung von verschiedenen Punktwolken in ein einheitliches Koordinatensystem**
- **Robuste Berechnung der Regelgeometrien oder Freiformflächen ohne Näherungswerte**



Beispiel: Data Mining

- Abweichungs-, Abhängigkeitsanalysen,
- Clusteranalyse, Klassifikationsverfahren
- Prognoseverfahren
- Regressionsanalyse
- Neuronale Netze, Modelloptimierung
- ...



- INORA core engine library = ANSI / ISO C Software (ca. 25 Jahre wissenschaftliche Entwicklung und Programmierung)
- Anwendungsmodule zum Einbau verfügbar
- Kundenspezifische Anwendungen – Entwicklungsrisiko gering, Zeitaufwand wesentlich reduziert
- Basis der Zusammenarbeit: Lizenzierungsvertrag
- Wissenschaftliche Referenz: KTH, Königlich Technische Hochschule, Stockholm, Schweden
<http://www.infra.kth.se/geo/indexeng.html>
(Prof. Dr. Georg Kampmann, Prof. Dr. Lars Sjöberg)

