

# Biomechanische Wirbelsäulenforschung

## Automatische Datenauswertung

Johann Jakob Preuß   Michael Steffes

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Abschlusspräsentation, 08.07.2008

# Gliederung

- 1 Einleitung
  - Aktueller Forschungsstand
  - Benötigte Daten

# Gliederung

- 1 **Einleitung**
  - Aktueller Forschungsstand
  - Benötigte Daten
- 2 **MATLAB-Programm**
  - Allgemeine Informationen
  - Numerische Auswertung
  - Geometrische Auswertung
  - Vergleich der Auswertungsarten

# Gliederung

- 1 Einleitung
  - Aktueller Forschungsstand
  - Benötigte Daten
- 2 MATLAB-Programm
  - Allgemeine Informationen
  - Numerische Auswertung
  - Geometrische Auswertung
  - Vergleich der Auswertungsarten
- 3 Benutzeroberfläche

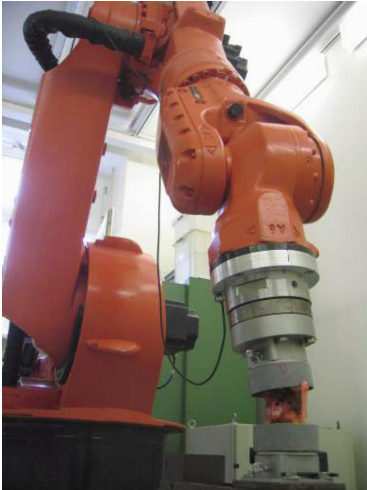
# Gliederung

- 1 Einleitung
  - Aktueller Forschungsstand
  - Benötigte Daten
- 2 MATLAB-Programm
  - Allgemeine Informationen
  - Numerische Auswertung
  - Geometrische Auswertung
  - Vergleich der Auswertungsarten
- 3 Benutzeroberfläche
- 4 Programmvorführung

# Versuchsaufbau . . .



## ... Versuchsaufbau



# Vorgaben zum Versuchsaufbau

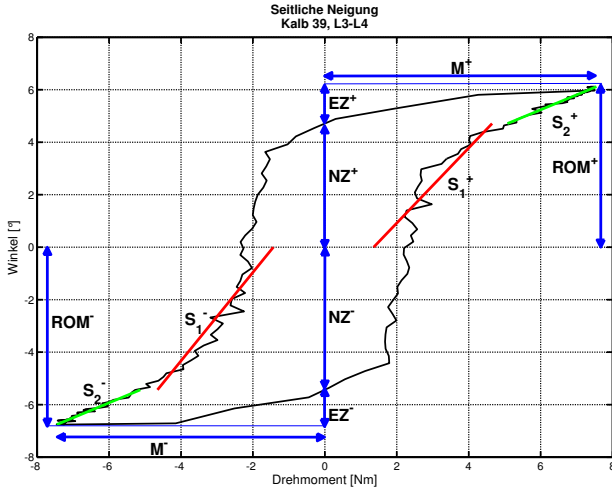
- Unidirektional (Reine Drehmomente)
  - Flexion/Extension
  - Seitliche Neigung
  - Axiale Rotation
- Multidirektional
  - Überlagerte Bewegungen
  - Axiale Vorlast



## Benötigte Daten ...

- Maximale Drehmomente  $M^+$  und  $M^-$
- Maximale Winkel  $ROM^+$  und  $ROM^-$  (Range of Motion)
- Neutrale Zone  $NZ^+$  und  $NZ^-$  und Mittelwert  $NZ$
- Elastische Zone  $EZ^+$  und  $EZ^-$
- Steifigkeit  $S1 =$  Mittelwert aus  $S1^+$  und  $S1^-$ , sowie Steifigkeit  $S2 =$  Mittelwert aus  $S2^+$  und  $S2^-$
- Sigmoidität  $S1/S2$
- Energieabsorption (Fläche innerhalb der Kurve)
- Beim Sonderfall „Flexion/Extension“ keine Berechnung der Mittelwerte  $NZ$  und  $S1$  bzw.  $S2$

# ... Benötigte Daten



# Programmaufbau

Die automatische Datenauswertung umfasst folgende Berechnungsschritte:

- Numerische Auswertung
  - ohne Datenglättung
  - mit Datenglättung
- Geometrische Auswertung
  - ohne Datenglättung
  - mit Datenglättung

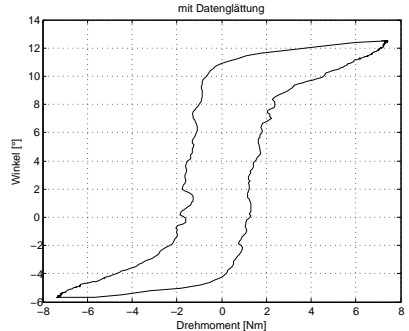
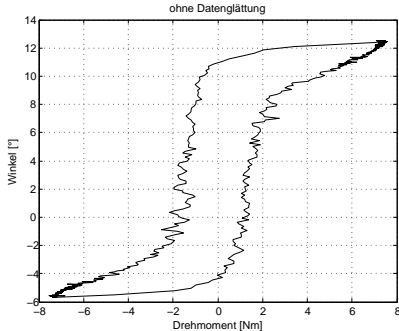
Einziger Unterschied: Bestimmung der neutralen Zone

# Allgemeiner Aufbau eines Berechnungsschrittes

Ein Berechnungsschritt ist folgendermaßen aufgebaut:

- 1 Gegebene Daten plotten, eventuell Datenglättung vornehmen
- 2 Maximale Drehmomente und Range of Motion bestimmen
- 3 Steifigkeiten berechnen (für positiven und negativen Bereich)
  - 1 **Neutrale Zone ermitteln**
  - 2 Datenpunkte für  $S_1$  bestimmen
  - 3  $S_1$  berechnen und dem Plot hinzufügen
  - 4 Datenpunkte für  $S_2$  bestimmen
  - 5  $S_2$  berechnen und dem Plot hinzufügen
- 4 Flächeninhalt ermitteln

# Datenglättung



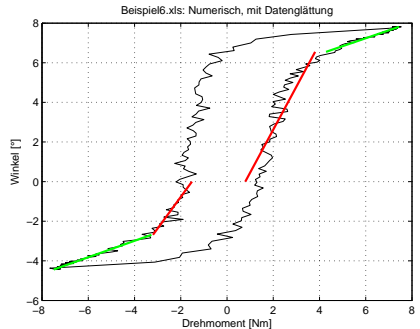
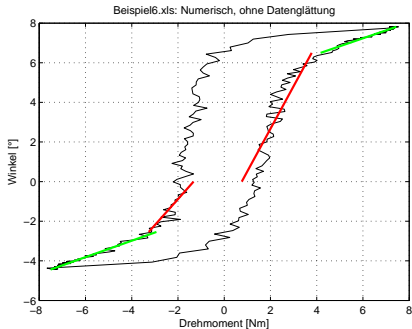
- Einfacher gleitender Mittelwert der Ordnung  $n$ ,  $n \in \{3, 5, 7, 9\}$
- Nur x-Koordinate (Drehmoment) wird geglättet

## Berechnung der Steifigkeiten

Betrachte die Berechnung von  $S_1^+$ , alle anderen Fälle sind analog.

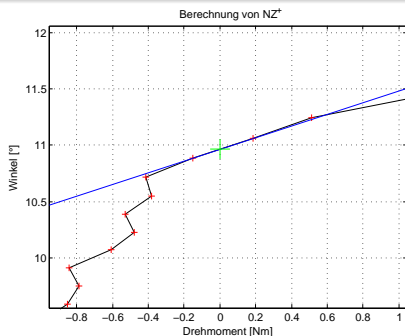
- 1 Datenpunkte auswählen, deren y-Koordinate zwischen 0 und  $NZ^+$  liegt
- 2 Lineare Regressionsgerade für die ausgewählten Punkte berechnen
- 3 Berechnete Regressionsgerade plotten
- 4 Steigung invertieren und dem Ergebnis hinzufügen

# Ergebnis der numerischen Auswertung



- Bei diesem Beispiel fast kein Unterschied zu erkennen

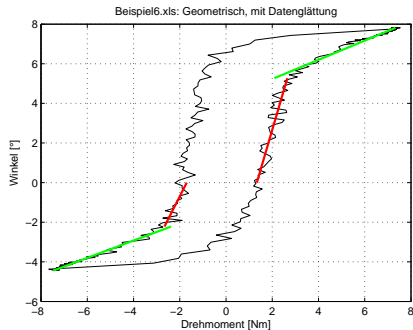
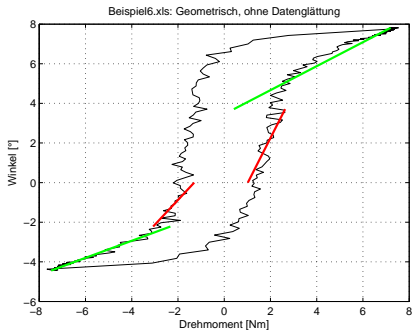
# Ermittlung der neutralen Zone



- 1 Ausreichend großes Intervall um 0 in x-Richtung wählen, das mindestens zwei Punkte enthält
- 2 Lineare Ausgleichsgerade für diese Punkte bestimmen
- 3 y-Achsenabschnitt dieser Geraden ist dann die gesuchte Begrenzung der neutralen Zone



# Ergebnis der geometrischen Auswertung



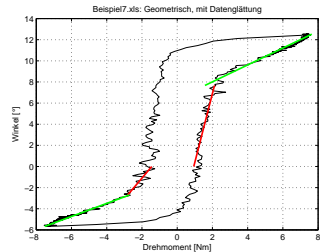
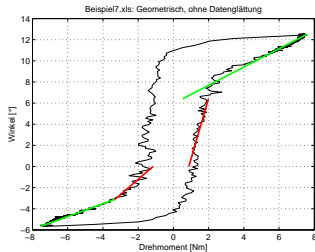
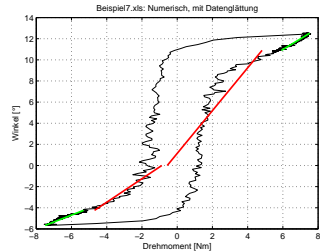
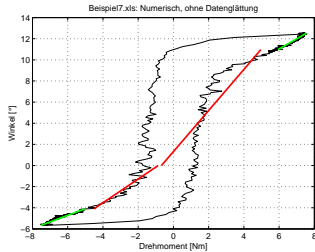
- Offensichtlicher Unterschied durch Datenglättung

# Ermittlung der neutralen Zone

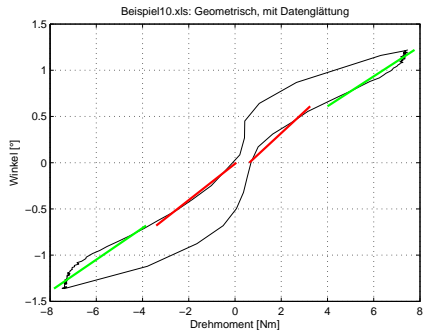
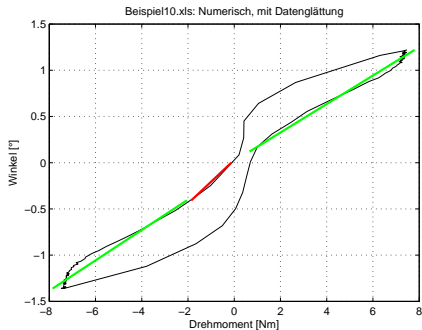
Die neutrale Zone bei der geometrischen Auswertung wird nach diesem Prinzip berechnet:

- Minimierung der Summe der Fehlerquadratsummen von  $S_1$  und  $S_2$  durch Variation der neutralen Zone
- jeweils mindestens zwei Datenpunkte für  $S_1$  und  $S_2$  nötig
- Startwert für  $NZ$ :  $0.5 \cdot ROM$

# Vergleich ...



## ... Vergleich



- Problem: Neutrale Zone bei numerischer Auswertung zu klein
- Fazit: Geometrische Auswertung robuster als numerische Auswertung

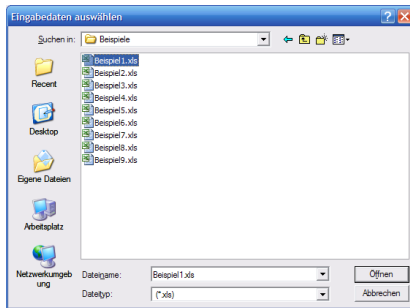
# Bedienung des Programms

Die Bedienung des Programms gliedert sich in diese Abschnitte:

- 1 Datensatz laden
- 2 Optionen anpassen
- 3 Daten auswerten
- 4 Ergebnisse exportieren

Auf den folgenden Folien wird jeder dieser Schritte kurz dargestellt.

# Daten laden



- Die .xls-Datei muss die beiden Spalten für Drehmoment und Winkel enthalten
- leere Zellen sind zu vermeiden

# Optionen

Optionen anpassen

Flexion/Extension

Welche Graphen sollen exportiert werden?  
Mit welcher Überschrift?

Numerisch, ohne Glättung Beispiel1.xls: Numerisch, ohne

Numerisch, mit Glättung Beispiel1.xls: Numerisch, mit D

Geometrisch, ohne Glättung Beispiel1.xls: Geometrisch, oh

Geometrisch, mit Glättung Beispiel1.xls: Geometrisch, mit

Wie sollen die Achsen beschriftet werden?

x-Achse Drehmoment [Nm]

y-Achse Winkel [\*]

Ordnung der Datenglättung

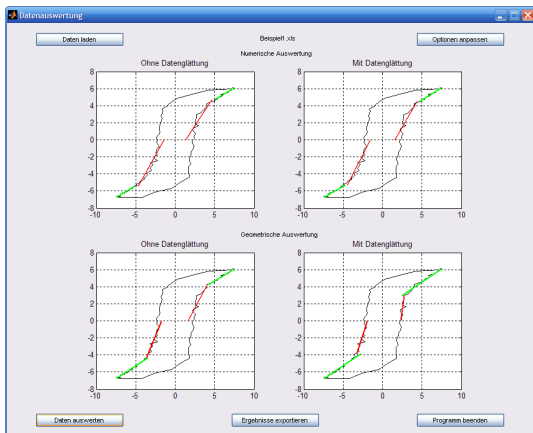
3  5  7  9

Suffix beim Export Ergebnis

Änderungen übernehmen Abbrechen

- Handelt es sich um eine Flexion/Extension?
- Welche Auswertungsarten sollen exportiert werden?
- Überschrift der exportierten Graphen
- Achsenbeschriftung
- Ordnung der Datenglättung (3, 5, 7 oder 9)
- Suffix beim Export

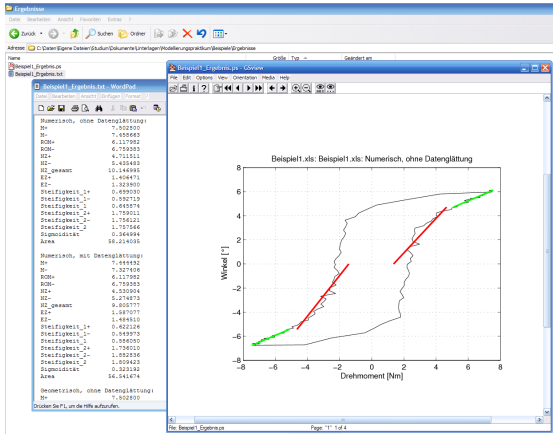
# Auswertung



- Plots liefern erste Hinweise, ob die Auswertung erfolgreich war



# Export



- Export der ausgewählten Graphen als .ps-Datei
- Export der entsprechenden Ergebnisse als .txt-Datei

# Kurze Vorführung des fertigen Programms

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Fragen?