

**Konstruktion
ist unsere Leidenschaft.**

The logo for ibb, consisting of the lowercase letters 'ibb' in a bold, sans-serif font. The letters are white with a dark red outline and are positioned within a dark red triangular shape that points downwards and to the right.A decorative graphic element consisting of a grid of dark red and white squares. The grid is curved and appears to be receding into the distance, creating a sense of depth and perspective. It is located in the lower right quadrant of the slide.

Saxsim 2014

Mirko Krimmel

Top-Down-Design eines Schubkurbelgetriebes

www.ibb-konstruktion.de

Mirko Krimmel

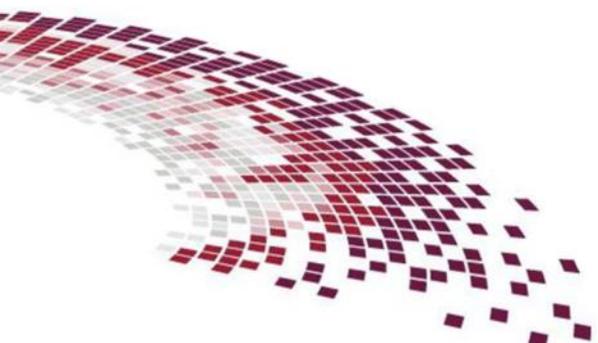
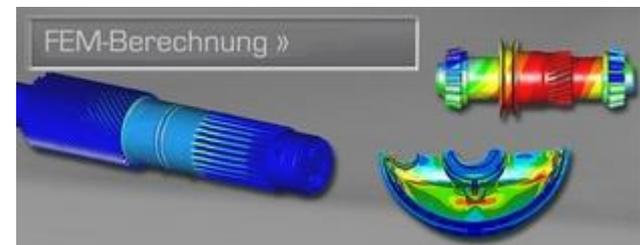
Bachelor of Engineering

Projektleitung & FEM-Berechnung

ibb Konstruktionsdienstleistungs GmbH
Landwehr 18
36100 Petersberg

Telefon: 0661 6993-16
Telefax: 0661 9663-66

E-Mail: m.krimmel@ibb-konstruktion.de



Gliederung

1. **Einleitung**
2. **Top-Down-Design**
3. **Mathcad als übergreifendes Steuerelement**
4. **Skelettmodellierung**
5. **Dimensionierung und FKM-Nachweise mit Mathcad - LIVE Präsentation**
6. **FEM-Berechnung mit Creo Simulate 2.0**
7. **Bewegungssimulation mit MDX**
8. **Zusammenfassung**



1. Einleitung

Die ibb-Zentrale in Petersberg / Fulda

Landwehr 18
36100 Petersberg

Tel.: 0661 / 9663-0
Fax.: 0661 / 9663-23

kontakt@ibb-konstruktion.de
www.ibb-konstruktion.de



Weitere Niederlassungen in...



Düsseldorf



Hamburg



Jena



Ulm



Gotha

www.ibb-konstruktion.de

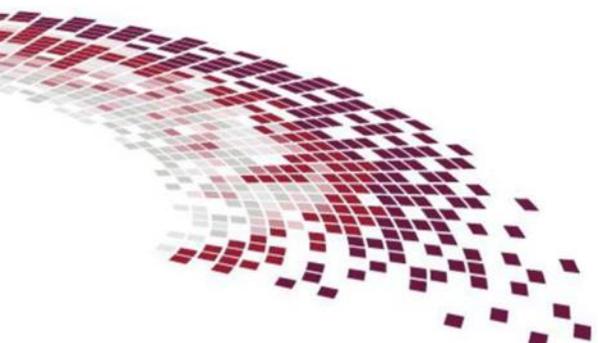
Wer wir sind

ibb, ein klassisches Ingenieurbüro – und mehr!

Als eines der führenden Unternehmen im Bereich der Konstruktionsdienstleistungen unterstützen wir unsere Kunden in allen Konstruktionsfragen – branchenübergreifend, mit hoher Fachkompetenz und auf höchstem Qualitätsniveau.

Von der CAD-Softwarebereitstellung über die Schulung der CAD-Systeme Creo Parametric [Pro/ENGINEER], CATIA V5 und NX bis hin zur Konzeption, Projektierung, Entwicklung, Konstruktion sowie FEM-Berechnung der Konstruktionsprojekte können wir für unsere Kunden alle Prozessabläufe abbilden und optimieren.

**Wir sind Ihr kompetenter Ansprechpartner,
wenn es um mechanische Konstruktionen geht.**



Schubkurbelgetriebe

Entwicklung einer Getriebebaureihe

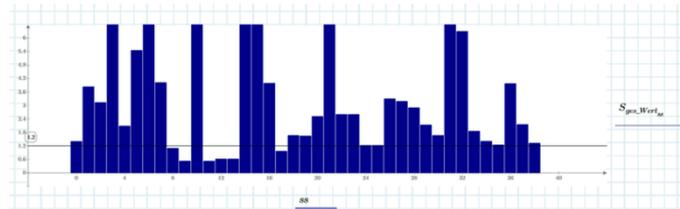
$M_{Ab} = 16000 \text{ Nm bis } 250000 \text{ Nm (DIN EN ISO 5211)}$



- Minimierung der Zeit für Berechnung, Modellierung und Zeichnungsableitung
- Qualitätssicherung während des Konstruktionsprozesses
- parallel laufende Berechnungen und Simulationen zur Optimierung des Gesamtsystems
- Verwendung aktueller Normen, FKM Richtlinie 2012

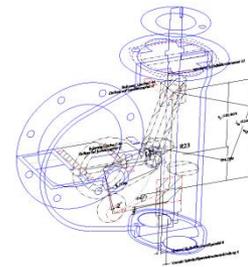
2. Top-Down-Design

Auslegung
Mathcad



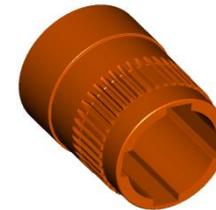
vom
Übergeordneten

Skelettmodell
CAD



Abstrakten

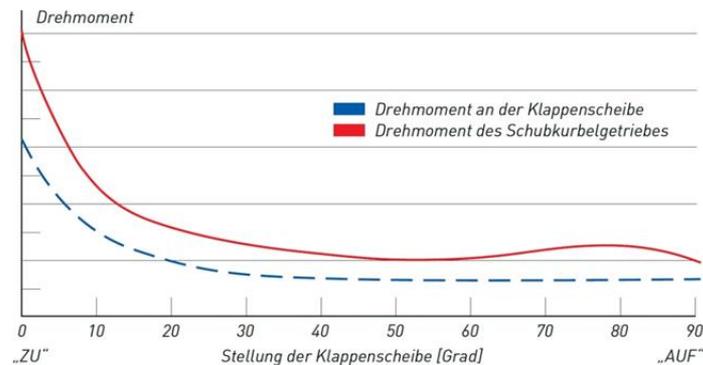
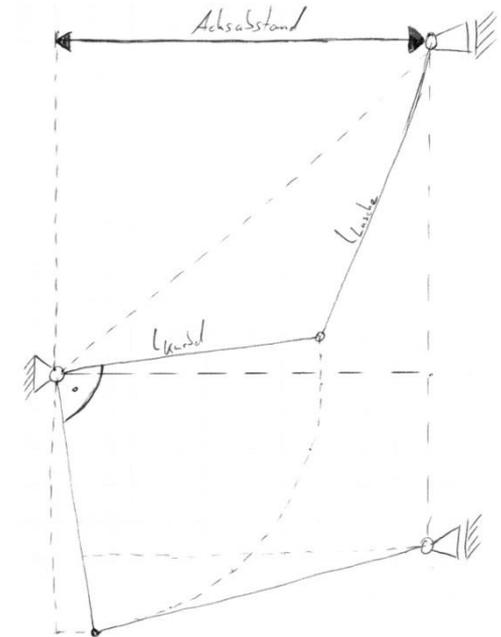
Einzelteil
CAD



zum
Konkreten

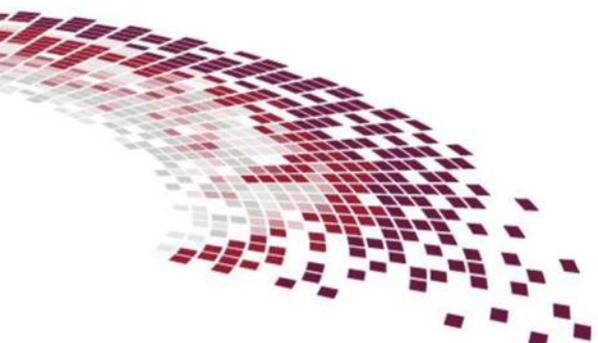
3. Mathcad als übergreifendes Steuerelement

- Vorgaben (als steuernde Elemente)
- Mechanismus (geometrische Beziehungen)
- Festlegung und Berücksichtigung von genormten Größen (z.B. der Spindel)
- Anpassung des Momentenverlaufs an die anzutreibende Komponente

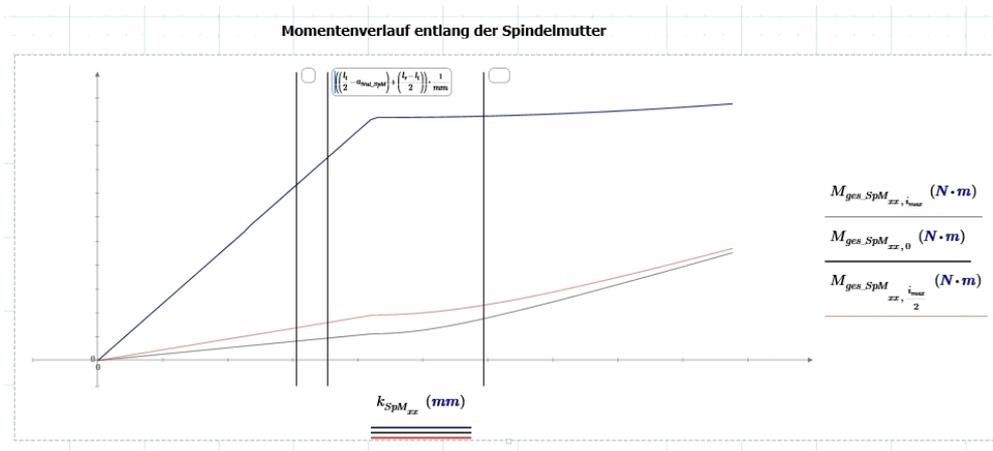


Übersicht der wichtigsten Einflussfaktoren

result. Werte		Kurbellänge	Laschenlänge			Abtriebsmoment
Vorgabewerte						
Eingangsmoment	→	→	→	→	→	↑
Achsabstand	→	↑	↑	↑	↑	↑
	↗	↘	↗	↘	↘	↘
Spindel	↗	↘	↗	↗	↓	↓
	↗	↘	↗	↘	↘	↘
	→	→	→	→	↗	↗
	→	→	→	→	↘	↘
	→	→	→	→	→	→
bei Erhöhung der Vorgabewerte ->	→	↗	↑	↘	↓	
	keine Änderung	geringer Anstieg	starker Anstieg	geringe Verringerung	starke Verringerung	



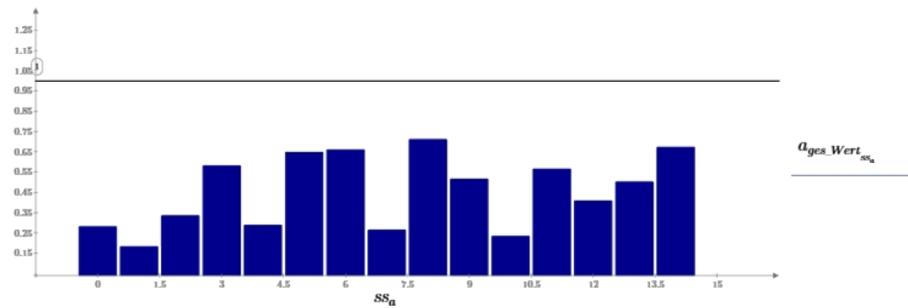
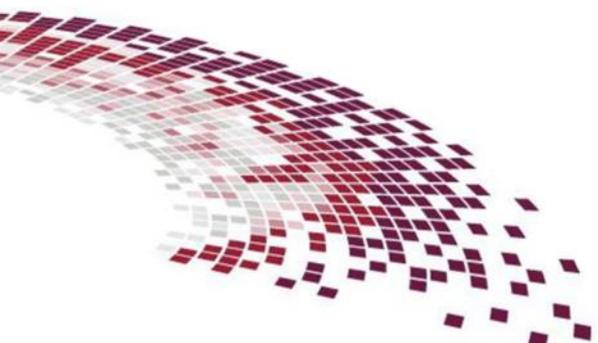
5. Mathcad Dimensionierung und FKM-Nachweise



$$M_{SpM_FKM} := \begin{bmatrix} M_{ges_SpM_dr_dl} \\ M_{ges_Nutm} \\ M_{ges_SpM_dl_SpM} \end{bmatrix} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

$$K_{t_b_SpM_FKM} := \begin{bmatrix} K_{t_b_SpM_FKM_0} \\ K_{t_b_SpM_FKM_1} \\ K_{t_b_SpM_FKM_2} \end{bmatrix} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$

$$a_{SK_Sv_SpM_FKM} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$$



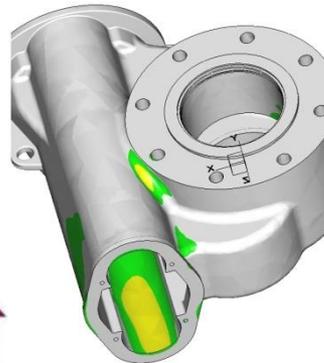
6. FEM-Berechnung mit Creo Simulate 2.0

Getriebekasten – Zugspannungen

Max Hauptspannung (GKS)
(N / mm²)
Ort: Komponenten und Folien
Lastsatz:LoadSet1 : FEM_GETRIEBEKASTEN



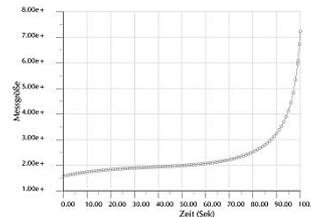
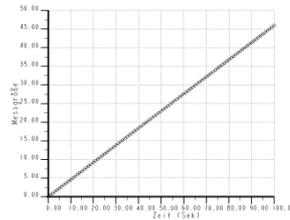
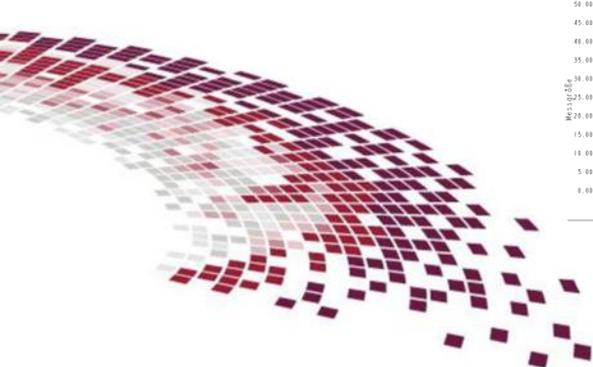
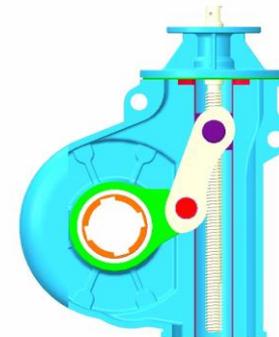
Max Hauptspannung (GKS)
(N / mm²)
Ort: Komponenten und Folien
Lastsatz:LoadSet1 : FEM_GETRIEBEKASTEN



- Berechnung von Einzelteilen
- Simulation des Verdrehwinkels an der Abtriebswelle aufgrund elastischer Verformung des Gesamtmodells
- Verifizierung der Festigkeitsberechnungen aus Mathcad an kritischer Bauteilgeometrie

7. Bewegungssimulation mit MDX

- Überprüfung der Montagefähigkeit als Einbausimulation
- Validierung der analytisch berechneten Öffnungs- und Schließzeiten durch Simulation mit 3D Daten
- Kollisionsprüfungen beim Betrieb



8. Zusammenfassung

- Reduzierung des Gesamtgewichts der Getriebe auf 65 % der Gewichtsvorgabe für die kleinste und auf 53 % für die größte Variante
- Zeit von Entwicklung bis Fertigungszeichnung ≤ 160 Stunden
- Verifizierung der Ergebnisse aus analytischer Berechnung durch MDX und ergänzend dazu FEM-Berechnungen mit Creo Simulate
- direkte Auslegung in Verbindung mit der FKM-Richtlinie 2012 \rightarrow nahezu keine Änderungsschleifen in CAD notwendig



SAXIM 2014

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

