planlauf

Statisches und dynamisches Verhalten eines fünfachsigen Bearbeitungszentrums

- Wandstärkenoptimierung des Y-Schlittens / 4. Entwurf -

Dr.-Ing. Rouven Meidlinger

planlauf GmbH

Einleitung, Aufgabenstellung und Zusammenfassung

Einleitung

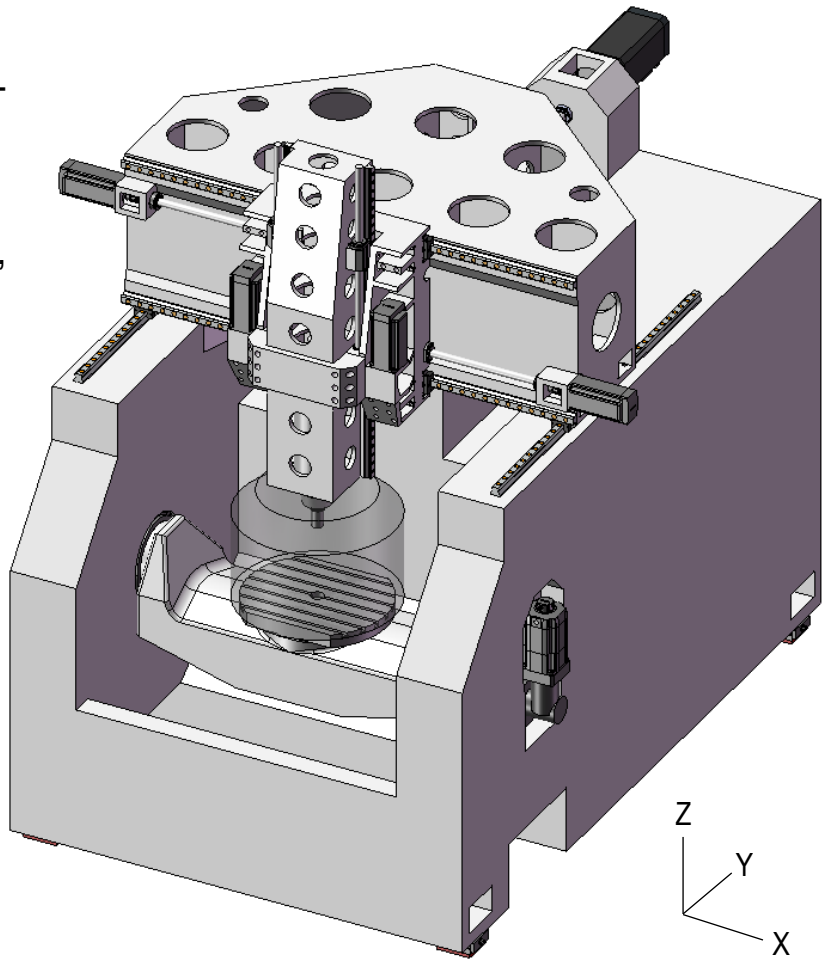
- Der Auftraggeber entwickelt derzeit ein 5-achsiges Bearbeitungszentrum mit einem Arbeitsraum von X/Y/Z = 1000/1000/700 mm³ für die Bearbeitung von Stahl, Guss und Titan.
- Die bereits durchgeführten Variantenrechnungen haben ergeben, dass der vierte Entwurf den Anforderungen in Bezug auf die statischen und dynamischen Steifigkeiten entspricht.
- Die bewegte Masse in der Y-Achse ist allerdings für den vorgesehenen Antrieb und die gewünschte Beschleunigung zu hoch. Das Gewicht des Y-Schlittens muss um mindestens 300 kg reduziert werden.

Aufgabenstellung

- Durchführung einer Wandstärkenoptimierung für den Y-Schlitten mit dem Ziel, das Gewicht bei minimalen Steifigkeitsverlusten um mindestens 300 kg zu reduzieren.

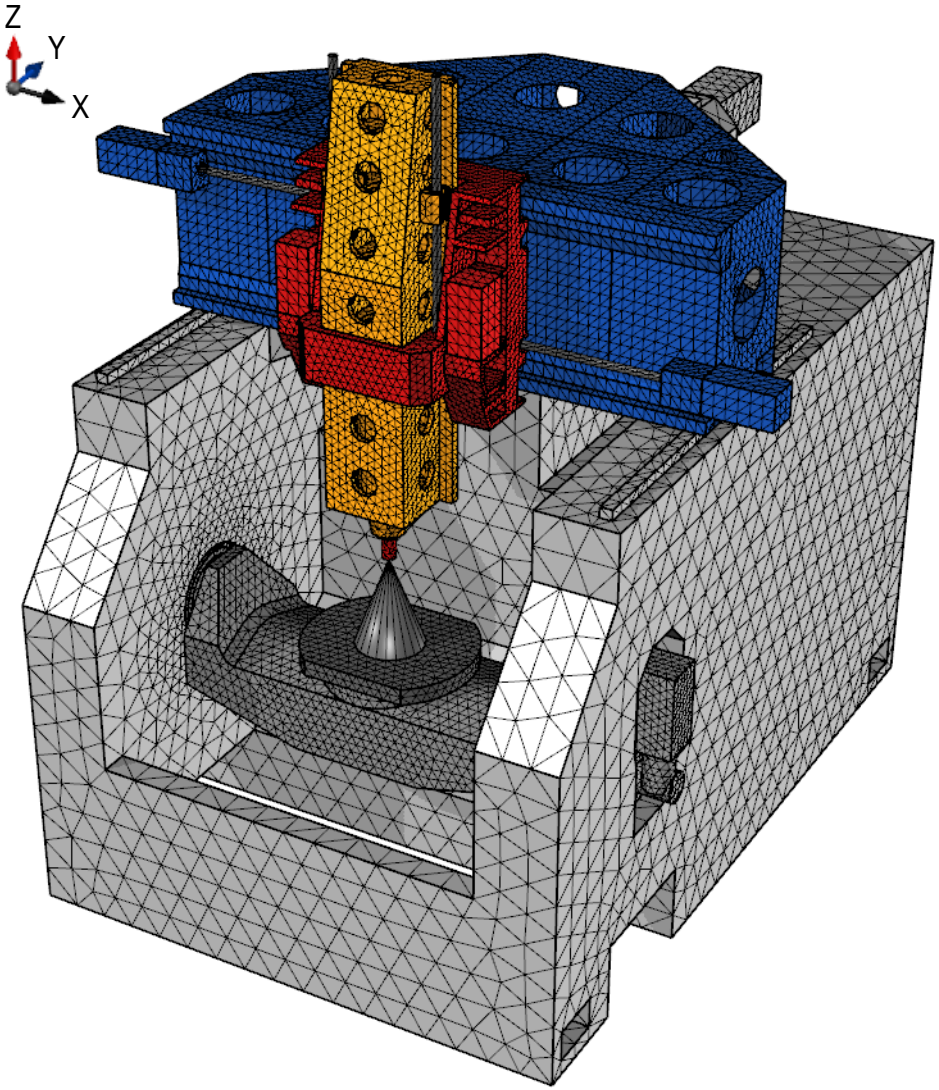
Zusammenfassung

- Das Gewicht des Y-Schlittens kann bei einem minimalen Steifigkeitsverlust in Y- und Z-Richtung (-1%) um 370 kg (-20%) reduziert werden.
- Die Gewichtsreduzierung hat keinen negativen Einfluss auf das dynamische Nachgiebigkeitsverhalten.



© planlauf GmbH

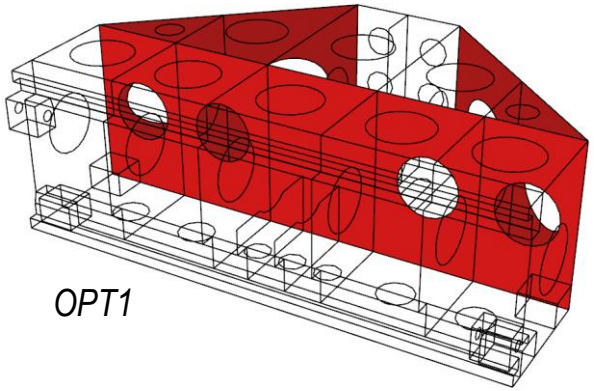
Aufbau des Finite-Elemente-Modells

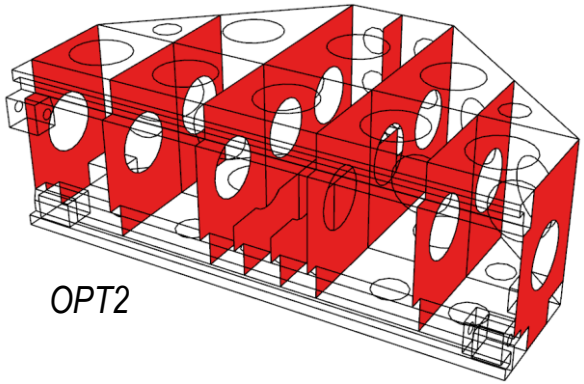


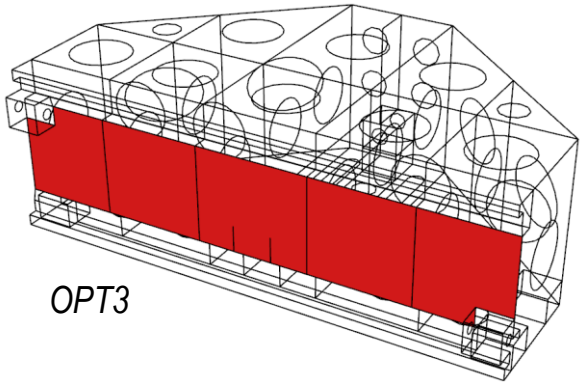
- Führungen
  - X-Achse: INA RUE 45 E (4 Wagen / 2 Schienen)
  - Y-Achse: INA RUE 45 E (5 Wagen / 3 Schienen)
  - Z-Achse: INA RUE 35 E (4 Wagen / 2 Schienen)
- Kugelgewindespindeln:
  - X-Achse: 2x ∅32x20 mit INA ZKLF 2068
  - Y-Achse: ∅50x20 mit INA ZKLF 3080
  - Z-Achse: 2x ∅32x20 mit INA ZKLN 2052
- Hauptspindel (/\ M w/\)
  - Vorne und hinten: jeweils 2x B7014E.UL
  - Werkzeug: ∅50x80
- A-Achse: 2x INA YRT 260 mit Klemmung, elektrisch verspannter Ritzelantrieb
- C-Achse: INA YRT 260 mit Klemmung, Torquemotor
- Werkstoffe
  - Bett: Mineralguss
  - X-/Y-Schlitten: EN-GJL-300
  - Z-Schlitten, Brücke: EN-GJS-400
  - Tisch, Z-KGT-Festlagerkonsole: EN-GJL-250
  - alle anderen Bauteile: Stahl
- Verankerte 4-Punkt-Aufstellung

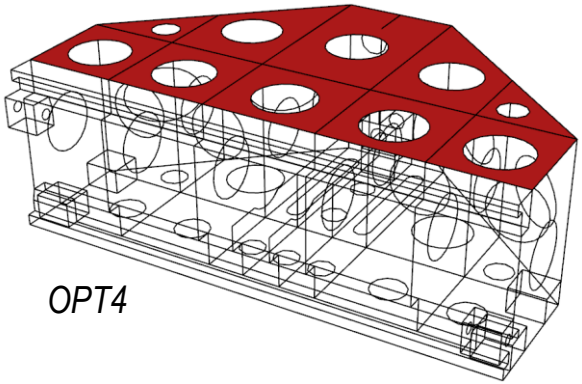
© planlauf GmbH

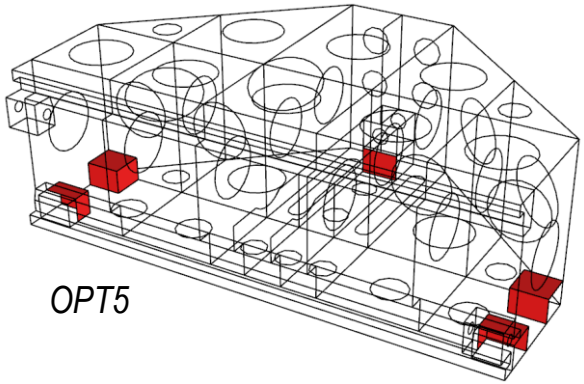
Optimierungsparameter / Wandstärkengruppen

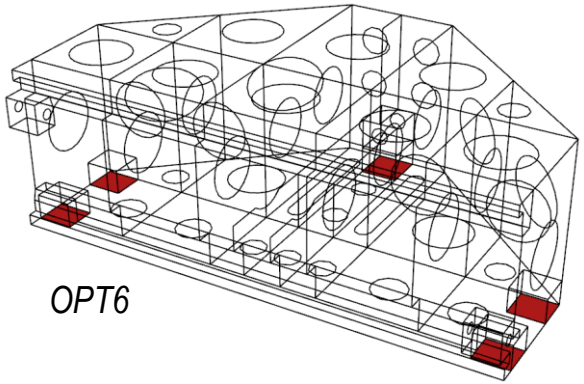


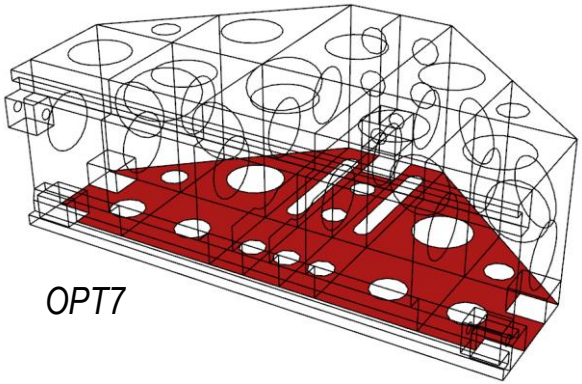


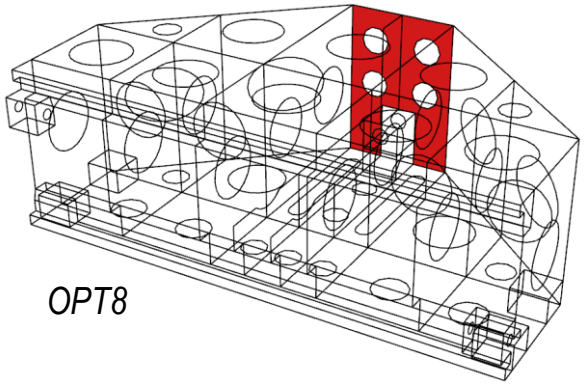






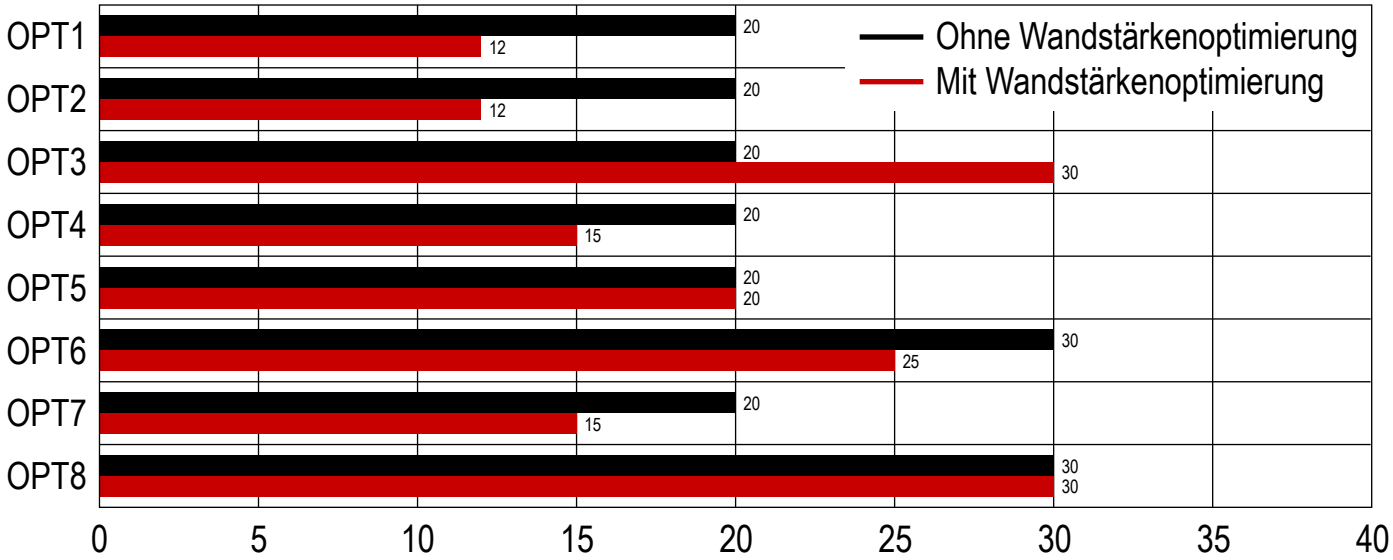


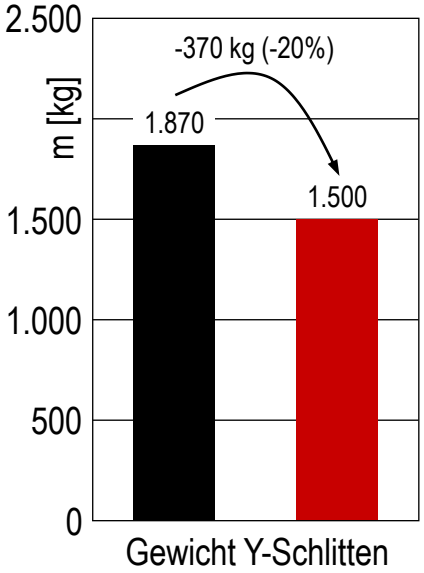




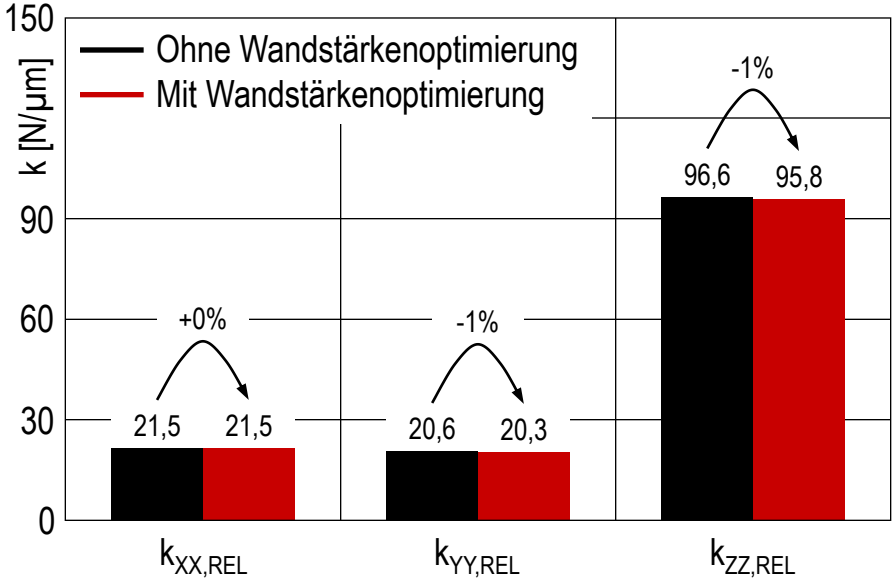
© planlauf GmbH

Statische Steifigkeiten, Wandstärken und Gewicht des Y-Schlittens mit und ohne Wandstärkenoptimierung



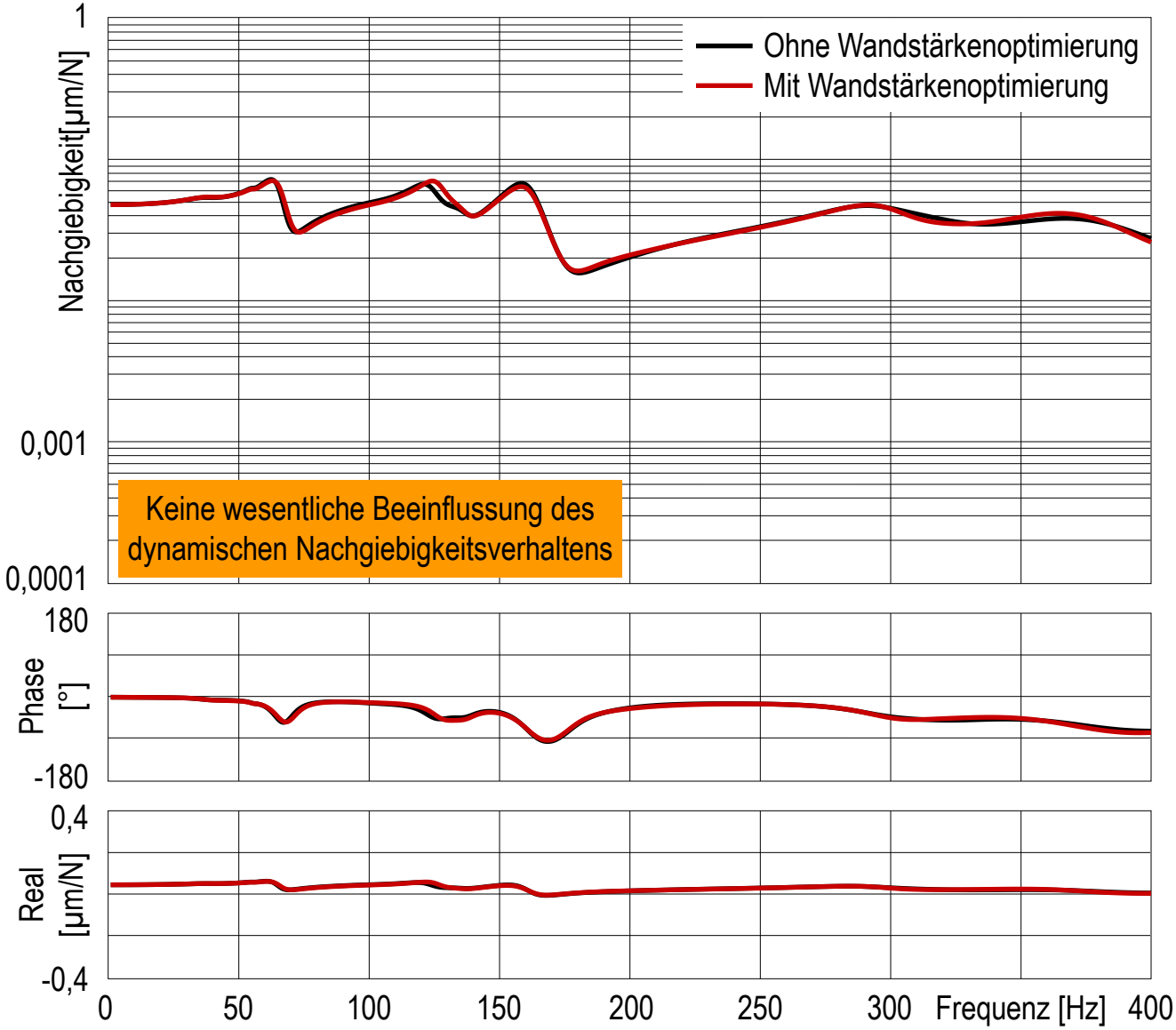


- Die Wandstärken der Rippen (OPT1, OPT2) und der Ober-/ Unterseite (OPT4, OPT7) können reduziert werden.
- Die Vorderwand (OPT3) sollte hingegen deutlich stärker ausgeführt werden.
- Die Gewichtseinsparung beträgt ca. 370 kg bei einem minimalen Steifigkeitsverlust in Y- und Z-Richtung von ca. 1%.



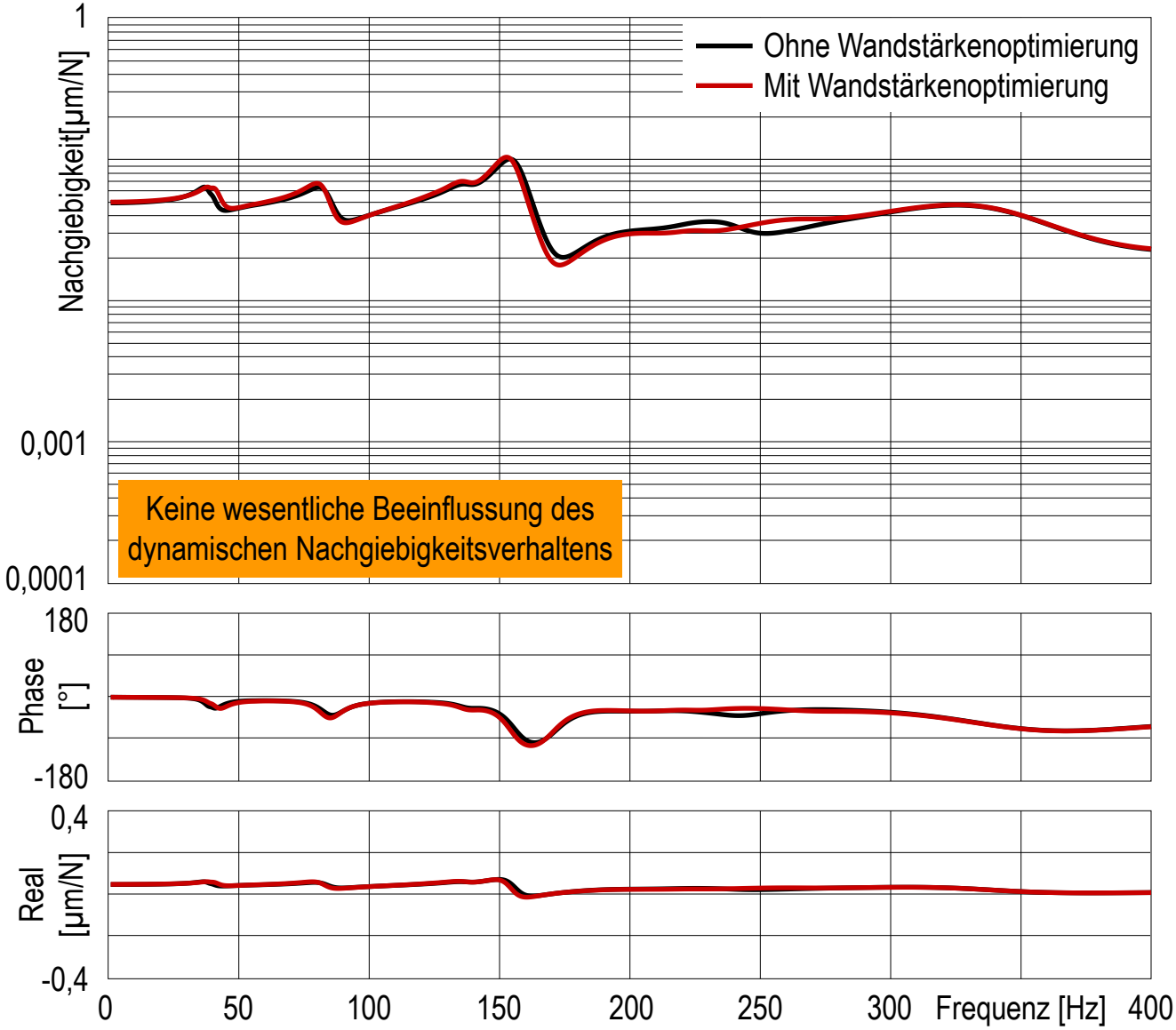
© planlauf GmbH

Relative Nachgiebigkeitsfrequenzgänge in X-Richtung mit und ohne Wandstärkenoptimierung



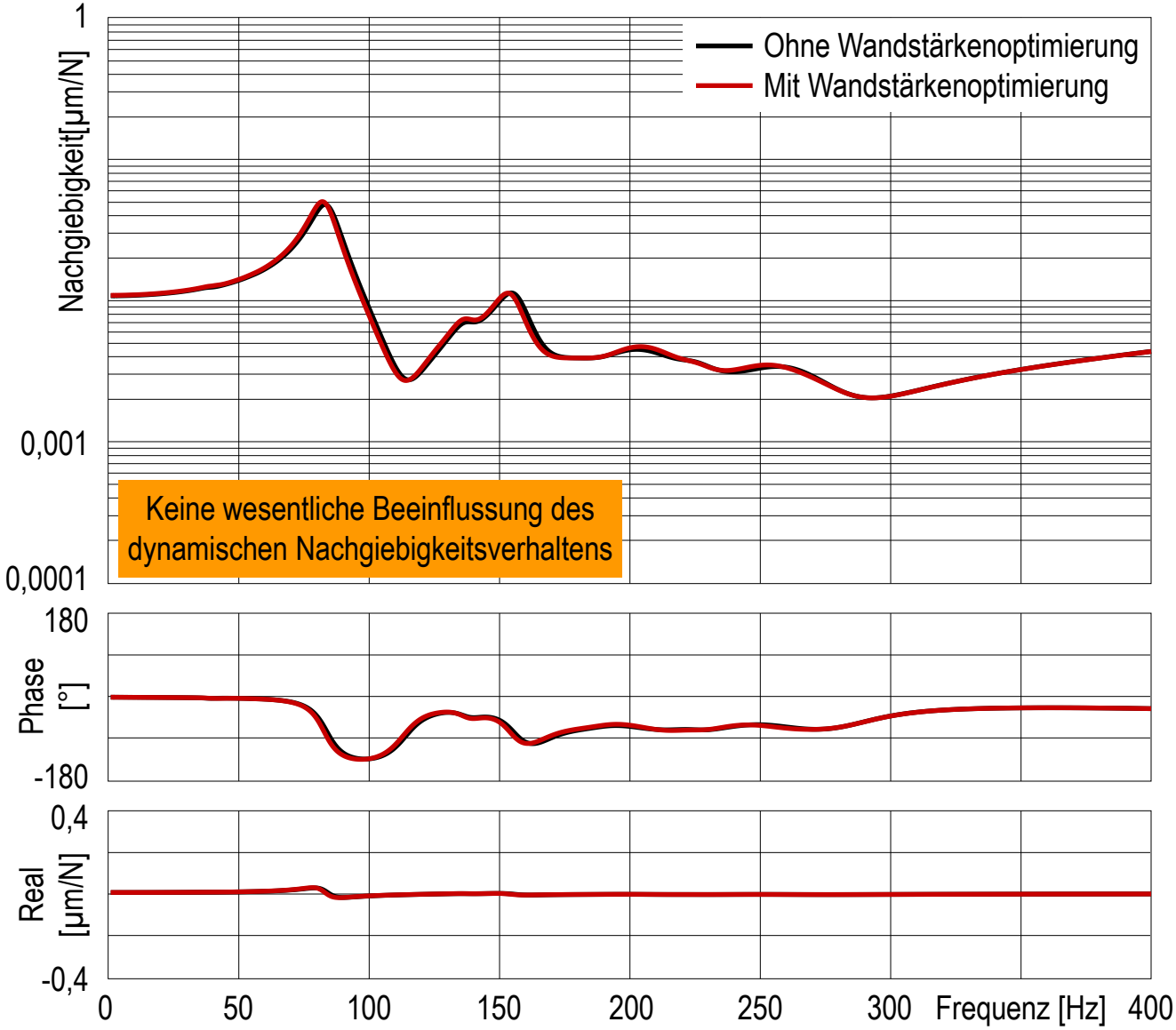
© planlauf GmbH

Relative Nachgiebigkeitsfrequenzgänge in Y-Richtung mit und ohne Wandstärkenoptimierung



© planlauf GmbH

Relative Nachgiebigkeitsfrequenzgänge in Z-Richtung mit und ohne Wandstärkenoptimierung



© planlauf GmbH