

Dokumentation ASCII-Ausgabe

Die ASCII-Ausgabe ermöglicht dem Anwender die gezielte Auswertung interessierender Ergebnisgrößen der durchgeführten dynamischen Wälzlagersimulationen.

Struktur und Installation

Die Ausgabe und Verarbeitung relevanter Ergebnisdateien ist automatisiert und vollständig in dem zur Verfügung gestellten Modell implementiert. Die Ablaufstruktur ist in Abbildung 1 dargestellt. Nach der Aktivierung durch den Nutzer in der grafischen Programmoberfläche wird bei Simulationsstart automatisch die Ergebnisordnerstruktur erzeugt. Mittels dem beigefügten MatLab-Auswerteskript können die Ergebnisse exemplarisch ausgewertet werden. Weiterhin stellt dieses Skript eine mögliche Grundstruktur für eine individuelle und an die spezifische Problemstellung angepasste Auswertung dar. Die Ergebnisdateien sind ASCII-Textdokumente und können damit mit unterschiedlichster Software weiterverarbeitet werden. Umfang und Inhalt dieser Textdokumente werden im zugehörigen Kapitel dieser Dokumentation erläutert.

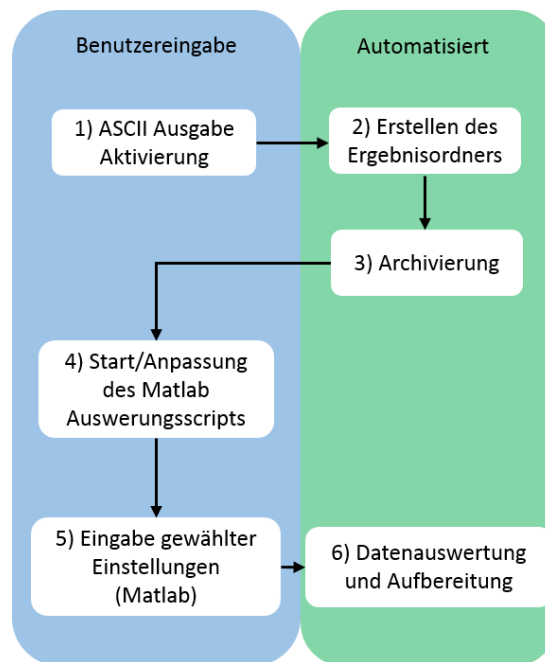


Abbildung 1: Ablaufstruktur der autom. ASCII-Ausgabe

Zur Aktivierung der Ausgabe muss vom Nutzer die in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellte Checkbox der grafischen Toolboxoberfläche aktiviert werden. Ist die automatische Ausgabe für das spezifische Wälzlagermodell gewählt, wird automatisch für jede nachfolgende Simulation des Modells ein zugehöriger Ergebnisordner erstellt.

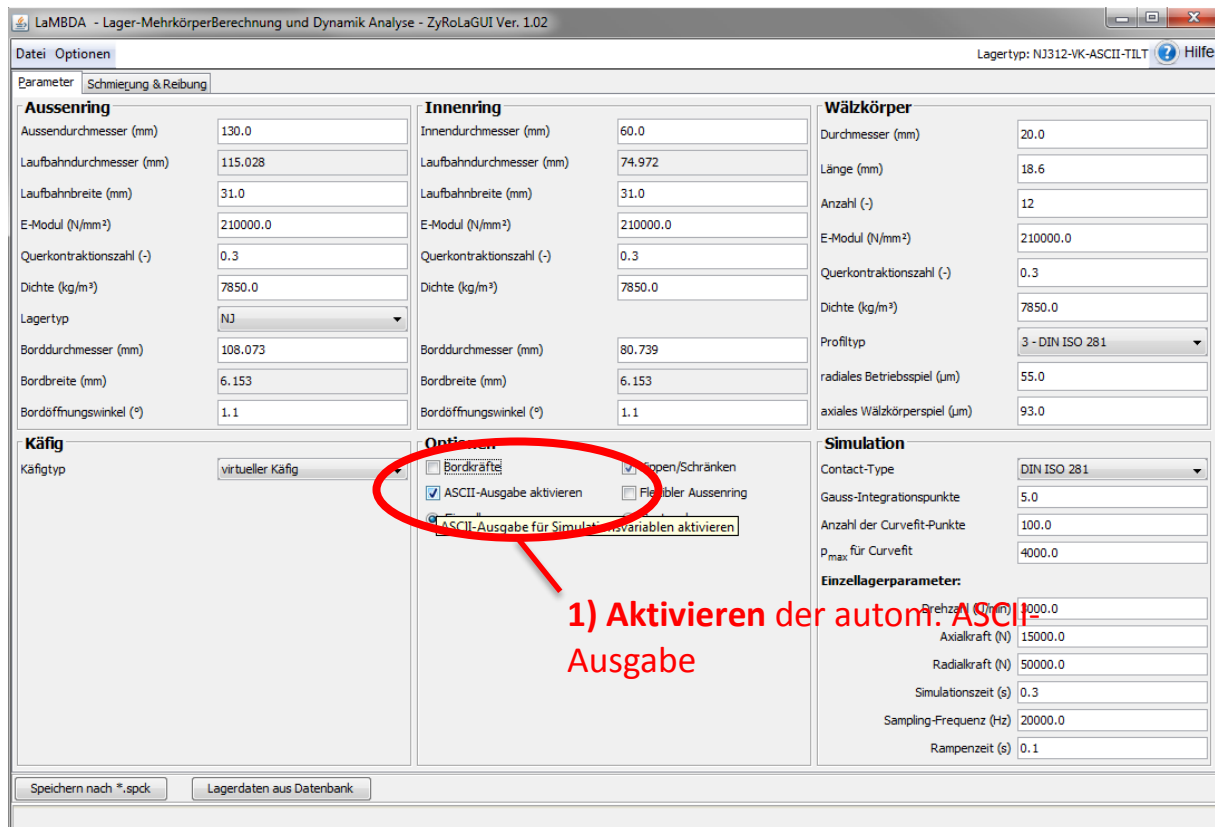


Abbildung 2 : Aktivieren der autom. ASCII-Ausgabe

Die Ergebnisausgabe erfolgt innerhalb des output-Ordners, welchen Simpack standardisiert im Modellordner anlegt (vgl. Abbildung 3).

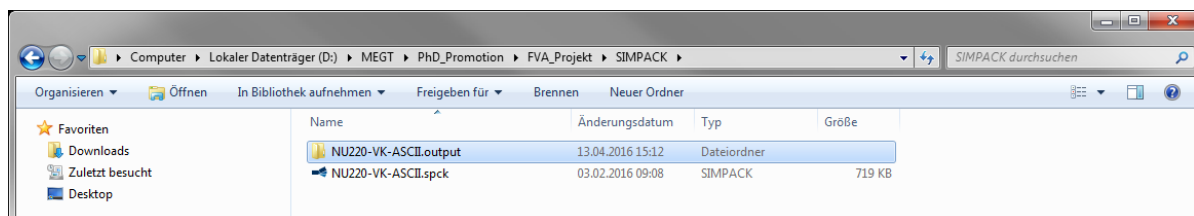


Abbildung 3: Exemplarische Darstellung des Simpack output-Ordners

Für jede durchgeführte Simulation des gewählten Modells wird abhängig vom Startzeitpunkt der Berechnung ein spezifischer Ausgabeordner erstellt (Abbildung 4). Der Ordnername ergibt sich nach DIN 8601 aus dem zugehörigen Datum sowie der Uhrzeit des Simulationsstarts. Das gewählte Format ist „YYYYMMDD_hhmm“. Die Ergebnisse einer Simulation, welche beispielsweise am 22. April 2013 um 12:49 Uhr gestartet wurde, werden somit in einem Ordner mit dem Namen „20130422_1249“ gespeichert. Um die Ausgabe von mehreren simultan durchgeführten Simulationen des gleichen Modells zu gewährleisten, werden die Ergebnisdateien chronologisch nummeriert („_Sim1_...“, „_Sim2_...“, usw.).

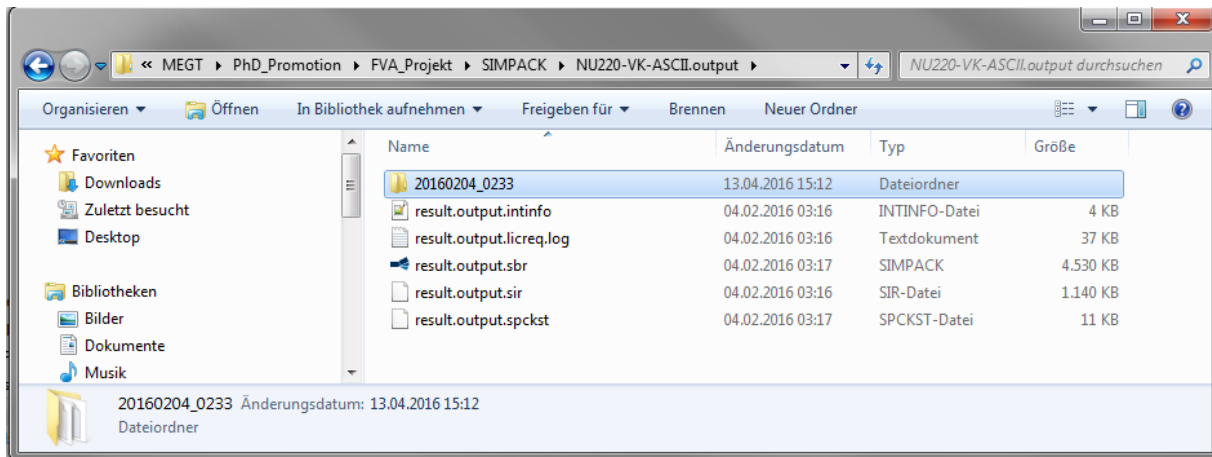


Abbildung 4: Erstellung spezifischer Ausgabeordner

Innerhalb des Ausgabeordners werden die einzelnen Ergebnisgrößen in Textdokumenten gespeichert (Abbildung 5). Die Struktur der Dateinamen ist in Abbildung 6 dargestellt. Im nachfolgenden Kapitel werden die ausgegebenen Ergebnisgrößen sowie ihr Ausgabeformat erläutert.

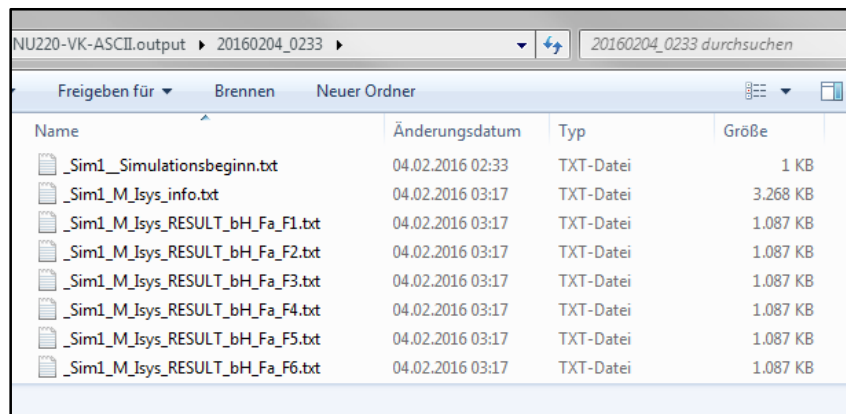


Abbildung 5: Exemplarischer Ausschnitt der gespeicherten Ergebnisdateien

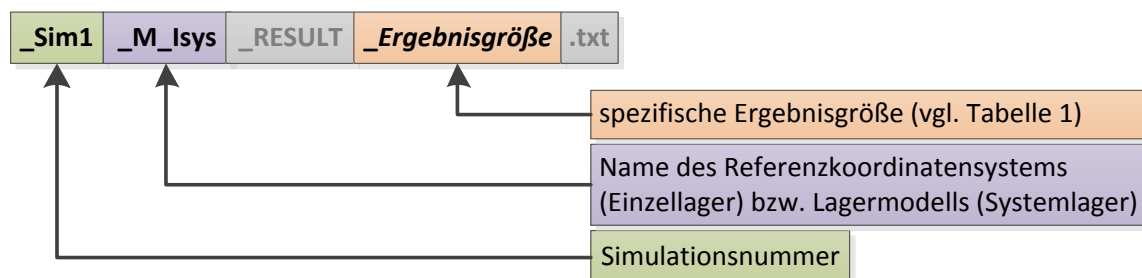


Abbildung 6: Struktur des Ergebnisdateinamens

Erläuterung der Ausgabevariablen

Tabelle 1 stellt die in den einzelnen Ergebnisdateien abgespeicherten Inhalte zusammenfassend dar. Änderungen und individuelle Erweiterungen der Ausgabevariablen können in der uforce-Datei im Abschnitt „automatisierte Ausgabe“ selbstständig durchgeführt werden. Eine Vielzahl der

ausgegebenen Daten sind innerhalb der Textdokumente in Spalten aufgeführt. Eine Spalte stellt hierbei eine Komponente (Beispielsweise x-Komponente eines Kraftvektors) dar.

Tabelle 1: Übersicht der Ausgabevariablen

| Ergebnisgröße (Dateiname) | Beschreibung | Einheit |
|------------------------------|---|---------|
| Simulationsbeginn | Angabe des exakten Simulationsbeginns | - |
| time | Simulationszeit | s |
| info | <i>Informationen (Zeit, Namen) ausschließlich zur MatLab-Auswertung</i> | - |
| CFJointAR | Constraint Forces des Außenring Joints 8-Komponenten: (1) Kraftmagnitude, (2-4) Kraft in x-, y-, und z-Richtung; (5) Momentenmagnitude, (6-8) Moment um x-, y-, z-Achse | N; Nm |
| CFJointIR | Constraint Forces des Innenring Joints 8-Komponenten: (1) Kraftmagnitude, (2-4) Kraft in x-, y-, und z-Richtung; (5) Momentenmagnitude, (6-8) Moment um x-, y-, z-Achse | N; Nm |
| displ_AR_GR_GR | Verschiebung des Außenringmarkers bezogen auf das Ground-KOS im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | m |
| displ_IR_AR_AR | Verschiebung des Innenringmarkers bezogen auf den Außenringmarker im Außenringmarker-KOS (3 Raumkomponenten) | m |
| displ_IR_GR_GR | Verschiebung des Innenringmarkers bezogen auf das Ground-KOS im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | m |
| displ_KF_GR_GR | Verschiebung des Käfigmarkers bezogen auf das Ground-KOS im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | m |
| Force_AR | Kraft zwischen Außenring- und Groundmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | N |
| Force_IR | Kraft zwischen Innenring- und Groundmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | N |
| Force_KF | Kraft zwischen Käfig- und Groundmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | N |
| kipp_IR_AR_AR | Verkipfung des Innenringmarkers bezogen auf den Außenringmarker im Außenringmarker-KOS (3 Raumkomponenten) | rad |
| nKF_ideal | kinematische Käfigdrehzahl | rad/s |
| nWK_ideal | kinematische Wälzkörperdrehzahl | rad/s |
| rotgeschw_IR_GR_GR | Rotationsgeschwindigkeit des Innenrings bezogen auf das Ground-KOS im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | rad/s |
| rotgeschw_KF_GR_GR | Rotationsgeschwindigkeit des Käfigs bezogen auf das Ground-KOS im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) (wird <u>nicht</u> für den virtuellen Käfig ausgegeben) | rad/s |
| Torque_AR | Moment zwischen Außenring- und Groundmarker im | Nm |

| | | |
|----------------------|---|---|
| | Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | |
| Torque_IR | Moment zwischen Innenring- und Groundmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | Nm |
| Torque_KF | Moment zwischen Käfig- und Groundmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) | Nm |
| wälzkörperspezifisch | | |
| | pm | Mittlere Flächenpressung MPa |
| | h0 | Schmierfilmdicke des betrachteten Streifens im Streifenmodell (Komponentenanzahl abhängig von Streifenanzahl, Standard: 31) mm |
| | h0m | Minimale Schmierfilmdicke mm |
| | displ_WK_AR_AR | Verschiebung des Wälzkörpermarkers bezogen auf den Außenringmarker im Außenringmarker-KOS (3 Raumkomponenten) m |
| | displ_WK-Ta-Ta | Verschiebung des Wälzkörpermarkers bezogen auf den zugehörigen Käfigtaschenmarker im Taschenmarker-KOS (3 Raumkomponenten) m |
| | rotgeschw_WK_KF_GR | Rotationsgeschwindigkeit des Wälzkörpers bezogen auf den Käfigmarker im Ground-KOS (3 Raumkomponenten) rad/s |
| | FN_abs | Normalkraftmagnitude auf den Wälzkörper N |

Die Dateinamen der wälzkörperspezifischen Ausgabegrößen enden mit dem Namen der zugehörigen uforce-Kraftelemente („F_j“ bzw. „Fi_j“). Die nachgestellte Ziffer j gibt den zugehörigen nummerierten Wälzkörper an, der Kraftname indiziert den Kontakt zwischen Wälzkörper und Außenring („F_j“) oder den Kontakt zwischen Wälzkörper und Innenring („Fi_j“).

Bei der Weiterverarbeitung der Ergebnisdateien ist unbedingt darauf zu achten, dass diese abhängig vom zugehörigen Ausgabeaufruf innerhalb der uforce unterschiedliche Dimensionen besitzen können. Beispielsweise wird die Simulationszeit für jeden uforce-Aufruf und damit für die unterschiedlichen Kontaktsituationen (Wälzkörper-Außenring, Wälzkörper-Innenring und Wälzkörper-Käfig) für jeden im Modell vorhandenen Wälzkörper beschrieben. Innerhalb des Auswerteskripts wird deshalb die Wälzkörperanzahl bestimmt und der Ergebnisvektor entsprechend gekürzt.

Bei der Auswertung von Kräften und Momenten ist darauf zu achten, dass ausschließlich direkt aufgeprägte Kräfte zwischen zwei Markern wie beispielsweise die gewählte Belastung des Innenrings bei einem Einzellager über die Ausgabedateien „Force“ bzw. „Torque“ adressiert werden können. Werden Kräfte hingegen über Joints abgestützt, sind diese in den Ausgaben der Constraint Forces „CFJoint“ abgespeichert. So wird beispielsweise das Reibmoment am Außenring eines Einzellagers mit angetriebenem Innenring über die Momentkomponenten von „CFJointAR.txt“ ausgelesen.

Die implementierte Ausgabe umfasst alle wesentlichen Parameter, die zur Erstellung von Lastkollektiven sowie als Eingabeparameter für eine nachfolgende Lebensdauerberechnung innerhalb der FVA Workbench (LAGER2) gefordert werden.

Auswertung der Ergebnisdateien

Die Auswertung der Ergebnisse kann beispielsweise mittels MatLab erfolgen. Hierzu wird ein Beispielskript zur Verfügung gestellt, welches einige exemplarische Plots erzeugt. Nach der Ausführung des Skripts wird der Benutzer aufgefordert, den Pfad des auszuwertenden Ergebnisordners anzugeben (vgl. Abbildung 7).

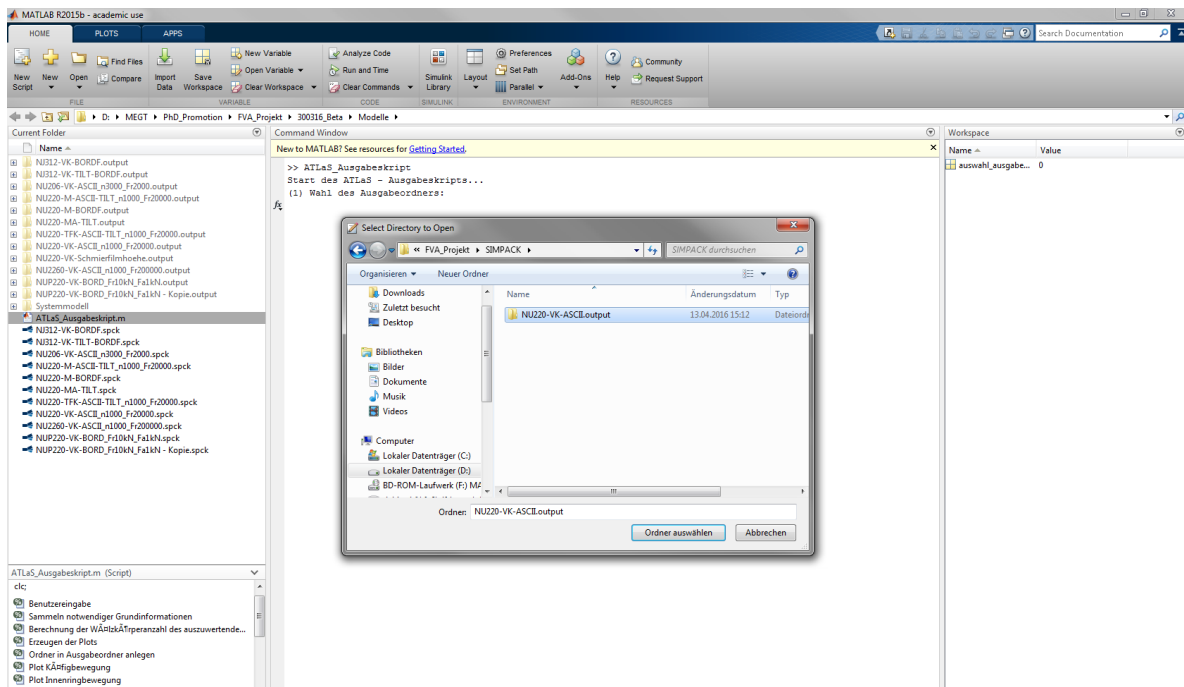


Abbildung 7: Angabe des auszuwertenden Ergebnisordners in MatLab

Anschließend wird die Nummer der gewünschten Simulation gefordert. Der Nutzer kann die wälzkörperspezifischen Darstellungen für alle Wälzkörper aktivieren oder auf einen einzelnen beschränken (Abbildung 8).

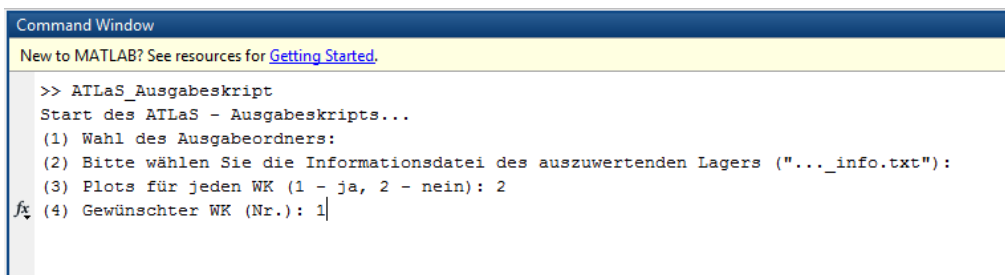


Abbildung 8: Wahl der auszuwertenden Ergebnisse in MatLab

Nach der korrekten Eingabe aller geforderten Randbedingungen wird eine Vielzahl unterschiedlicher Ergebnisse ausgewertet und in einem Unterordner („plots“) des Ergebnisordners grafisch dargestellt.

Die Strukturierung des beigefügten MatLab-Auswerteskripts ermöglicht dem Nutzer eine individuelle Anpassung und Erweiterung nach den gewünschten Auswertekriterien.

Die nachfolgenden Abbildungen 9 bis 11 zeigen eine Auswahl exemplarisch erzeugter Ergebnisplots. Das mitgelieferte Auswerteskript für MatLab bildet lediglich eine mögliche Auswertungsstrategie und erleichtert durch seine Grundstruktur eine individuell gestaltete Simulationsauswertung. Der Vorteil dieser Auswertungsmethode im Vergleich zum Simpack-PostProcessor ist, dass wesentliche dynamische Berechnungsgrößen wie beispielsweise die Schmierfilmdicke ausgewertet werden können, da diese nicht in Variablen innerhalb der Simpack-Umgebung gespeichert werden.

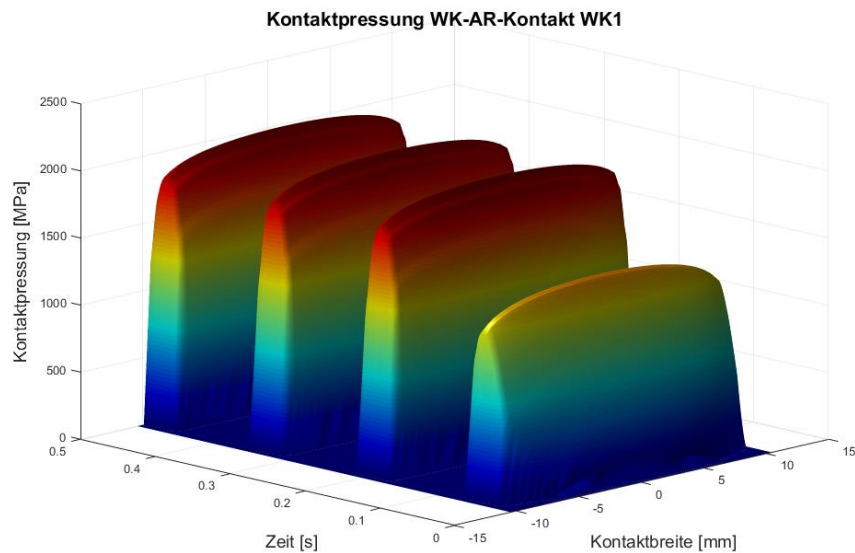


Abbildung 9: Exemplarischer Ergebnisplot der Pressung über der Kontaktbreite sowie der Zeit

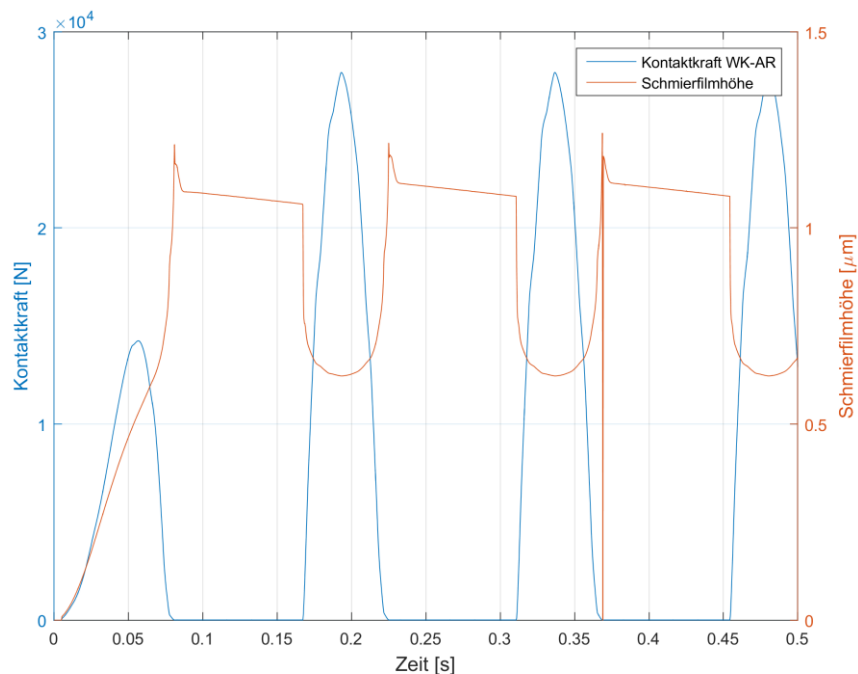


Abbildung 10: Exemplarischer Ergebnisplot der Kontaktkraft sowie der Schmierfilmdicke über der Zeit

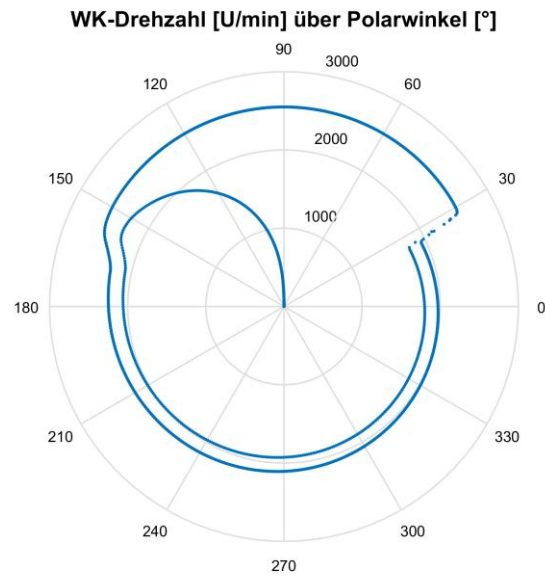


Abbildung 11: Exemplarischer Ergebnisplot Wälzkörpergeschwindigkeit über dem Polarwinkel (Position des Wälzkörpers)