



  
**BAUMÜLLER**

# Antriebssimulation als Wunderwaffe

Fünf Anwendungsfälle – Fünf Probleme – Ein Tool:  
ProSimulation

be in motion

# Antriebssimulation als Wunderwaffe



Bild: Cyclone Project

## Fünf Anwendungsfälle – Fünf Probleme – Ein Tool: ProSimulation

Moderne Simulationsmethoden eröffnen neue Möglichkeiten und das in zahlreichen Anwendungen. In der Antriebstechnik wird Modellbildung und Simulation eingesetzt, um komplexe Maschinenteile abzubilden. Durch Aufbau eines Simulationsmodells kann das Maschinenverhalten virtuell getestet werden. Dieser digitale Zwilling ermöglicht verkürzte Entwicklungszeiten, kosteneffiziente Maschinenauslegungen und reduzierte Stillstandszeiten.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung
2.	Simulationsarten im Vergleich
3.	Fünf Hürden bei der Auswahl des richtigen Softwareanbieters
4.	Die Simulationssoftware ProSimulation
5.	Fünf Anwendungsfälle
	1. Walzenantrieb
	2. Probenentnahmehammer
	3. Schleifmaschine
	4. Wasserstoffverdichter
	5. Auslegung eines Drehtellers
6.	Fünf Probleme in der Übersicht
7.	Weitere Anwendungsfälle im Engineering-Prozess
8.	Fazit

# 1. Einleitung

Maschinen entwickeln, ist das eine. Diese effizient auszulegen und hochpräzise zu regeln, das andere. Erfahrene Ingenieure stehen hier vor großen Herausforderungen: Wie wird die Maschine kompakter? Welche Antriebslösung ist die effizienteste? Wie wird die Maschine besonders präzise? Lassen sich durch eine optimale Auslegung Kosten sparen? Wie kann die Inbetriebnahme schneller durchgeführt werden? Wie wird die Maschine wirtschaftlicher? Kann die Maschine trotz Einsatz minderwertiger Materialien immer noch funktionieren?

Das sind nur ein paar Fragen, die sich Ingenieure bei der Entwicklung und Inbetriebnahme einer Maschine stellen. Besonders die Auslegung des Antriebs und die optimale Reglereinstellung sind hierbei als Hürde anzusehen. Ist der Antrieb zu klein, wird beispielsweise die geforderte Zykluszeit nicht erreicht oder das gewünschte Produkt kann nicht produziert werden. Ist der Antrieb zu groß dimensioniert, sorgt das für unnötige Kosten und einen großen Footprint der Maschine.

Seit einigen Jahren gibt es auf dem Markt zahlreiche Softwarelösungen für die Simulation genau solcher Anwendungsfälle. Damit lassen sich verschiedene Varianten eruiert und getestet bis das optimale Ergebnis gefunden wurde. Der Maschinenbauer stellt mithilfe der Antriebssimulation die optimale Funktionalität und Betriebssicherheit der Maschine sicher, ohne das Risiko einer Überdimensionierung einzugehen. Die Simulation eröffnet neue Möglichkeiten zur Entwicklung und Optimierung von Maschinen. Diese Potentiale können Ingenieure mithilfe von Simulationstools ausschöpfen.

## 2. Simulationsarten im Vergleich

Aus Anwendungssicht gibt es eine Vielzahl von Simulationsarten. Ein Blick in die technische Simulation zeigt, was alles möglich ist: Die Finite-Elemente-Methode (FEM) ist ein numerisches Verfahren, mit dem Festigkeits- und Verformungsberechnungen durchgeführt werden. Damit lässt sich beispielsweise berechnen, wie sich ein Auto bei einem Frontalaufprall verformt. Auch thermische Simulationen sind heutzutage gängige Praxis. Sie sind ein wichtiger Bestandteil, um das Temperaturverhalten verschiedener Bauteile zu bewerten. Durch ein effizientes Wärmemanagement kann die Leistungsdichte der Bauteile erhöht werden. Des Weiteren gibt es für komplexe Fluide, wie polymerbasierte Flüssigkeiten, Partikel- und Fasersuspensionen, Schäume, Beton, etc. die Möglichkeit mithilfe von Simulation ein Abbild der Realität zu schaffen, um je nach Anwendungsfall robuste und effiziente Lösungen zu finden. Die Strömungssimulation bietet eine kostengünstige Alternative zu Versuchen im Wind- oder Wasserkanal und ermöglicht die Berech-

nung von Widerstandswerten. Zum Einsatz kommt die Strömungssimulation v.a. bei Flugzeugen, da diese immer wieder mit Turbulenzen zu kämpfen haben. Von der Hardware-in-the-loop-Simulation (Echtzeitsimulation) wird im Maschinen- und Anlagenbau gesprochen, wenn eine speicherprogrammierbare Steuerung über einen Feldbus an ein Modell einer Maschine angeschlossen wird. Ziel der Hardware-in-the-loop, kurz HiL-Simulation, ist es, Fehler frühzeitig aufzudecken und die Inbetriebnahmephase zu verkürzen. Die Prozesssimulation wird beispielsweise für die Simulation von Produktionsanlagen verwendet, um alternative Fertigungsabläufe und Optimierungspotentiale der Produktionslinien auszutesten. Im Whitepaper wird der Fokus auf die Antriebssimulation gelegt. Im Fokus stehen also virtuelle Inbetriebnahmen, Antriebsauslegungen, Optimierung der Reglerparameter und Themen wie das Energiemanagement, die anhand konkreter Anwendungsfälle erläutert werden.

### 3. Fünf Hürden bei der Auswahl des richtigen Softwareanbieters

Die Entscheidung für eine Simulationssoftware ist alles andere als einfach. Der Markt bietet unzählbar viele Simulationstools an. Doch welche Software ist geeignet? Wer die Wahl hat, hat die Qual. Um den passenden Anbieter zu finden, gibt es fünf Punkte zu beachten:



**1. Viele Softwarelösungen sind komplex und nur nach viel Einarbeitungszeit nutzbar.**

Daher empfiehlt es sich bei der Wahl auf ein benutzerfreundliches und leicht zu bedienendes Tool zu setzen, das schnell und ohne große Vorkenntnisse verwendet werden kann.

**2. Die Visualisierungs- und Auswertemöglichkeiten unterscheiden sich stark voneinander.**

Daher sollte Wert auf eine gute Darstellungsform und auf übersichtliche Auswertungsoptionen gelegt werden.

**3. Die Lizenz einer Simulationssoftware kann schnell teuer werden.**

Häufig werden High-End-Lösungen überhaupt nicht benötigt. Daher sollte vor dem Kauf genau festgelegt werden, welche Features notwendig sind. Somit lässt sich bares Geld sparen.

**4. Die Software sollte flexibel nutzbar sein.** D.h. die Kompatibilität mit offenen Schnittstellen, wie FMI/FMU (Functional Mockup Interface) ist eine wichtige Voraussetzung. Diese ermöglicht den Import von Simulationsmodellen aus anderen Softwaretools.

**5. Zudem sollte die Software regelmäßig upgedatet werden und einen Support anbieten,** damit Fragen schnell und einfach von Experten beantwortet werden können.

### 4. Die Simulationssoftware ProSimulation

Geschwindigkeit ist entscheidend – mit dem Simulations-Tool ProSimulation verkürzen Kunden ihre Entwicklungs- und Inbetriebnahme-Zeiten von Maschinen und Anlagen nochmals deutlich. ProSimulation enthält eine umfangreiche Bibliothek mit Baumüller Antriebskomponenten und fertige Bausteine für unterschiedliche Antriebsmechaniken. Darüber hinaus kann ProSimulation durch eine sehr einfache Bedienung punkten. Die Software ist direkt in die Inbetriebnahmesoftware ProDrive integriert. Die graphischen Bedienoberflächen zur Einstellung der b maXX-Regler gelten für die Simulation in gleicher Weise wie für den realen Antrieb. Damit finden sich auch Simulationsnovizen schnell

zurecht und auch Elektrokonstrukteure, Inbetriebnehmer oder Service-Techniker können die Vorteile der Simulation nutzen.

Einsetzbar ist das Tool für vielfältige Branchen und Maschinenarten, sowohl für Standard- als auch Sonderanlagen. Hersteller von z. B. Servopressen, Walzanlagen, Abfüllanlagen oder Robotern sparen mit der Simulations-Software bereits heute Zeit und Kosten. Denn der Einsatz von ProSimulation führt zur Optimierung bis hin zum kompletten Ersatz eines Prototyps. Der finanzielle und zeitliche Aufwand für den gesamten Engineering-Prozess wird somit deutlich reduziert.



## Die Vorteile der Software ProSimulation

### Zeit- und Kostenersparnis bei Entwicklung und Inbetriebnahme

- Virtuelle Inbetriebnahme
- Erstellung eines realen Prototypen kann optimiert oder komplett ersetzt werden
- Offener Standard zum Import kundenspezifischer Modelle
- Einfache Benutzeroberfläche und Bedienung (Erweiterung ProDrive)
- Lizenz für weitere Modellbildungs-Software kann eingespart werden
- Realisierbarkeit der Applikation bereits während mechanischer Konstruktion sicherstellen
- Kosteneffiziente Antriebsauslegung
- Energieeffiziente Auslegung von Komponenten und dem Bewegungsprofil

### Optimierung und Serviceunterstützung bestehender Maschinen und Anlagen

- Virtuelle Fehlersuche und Optimierung möglich
- Test kundenspezifischer Anforderungen

### Aufbau von Simulations-Know-how im Unternehmen

- Einfacher Einstieg in das Thema „Digitaler Zwilling“
- Schneller Aufbau eigener Simulationen
- Aufbau von Systemverständnis durch Anwenderschulung am Digitalen Zwilling (risikoloses Testen eigener Einstellungen)



### Simulations-Plattform in ProDrive

- Baumüller Antriebstechnik als verifizierte Regler-Modelle
  - Umfangreiche Bibliothek gängiger Mechaniken
- » Verknüpfung verschiedener vorhandener Simulationsmodelle zur Simulation von Maschinenbewegungen

### Darstellung der Simulationsergebnisse im Oszilloskop mit Referenzmessung

- » Direkte Auswertung und Vergleich zur Realität

### Einstellen von Parametern über virtuellen Regler

- » Virtuelle Inbetriebnahme
- » Regler-Optimierung und Parametersatz-Erstellung für realen Antrieb



### CAD-Import mit 3D-Animation und Bewegungen der Maschine

- » Import von bestehenden Modellen aus anderen Simulations-Tools z.B. Matlab® Simulink®, Modelica®



Antrieboptimierung mit Simulation vereinfachen



## Basis-Bibliothek nutzen oder eigene Modelle importieren

ProSimulation beinhaltet standardmäßig Modelle für die Baumüller Antriebe, Motoren und eine Auswahl an verschiedenen Antriebsmechaniken. Für Simulations-Neulinge ohne eigene Modelle ermöglicht ProSimulation dank dieser Basis-Bibliothek den unkomplizierten Aufbau und Test erster Simulationen. Es spart somit Ressourcen und ermöglicht gleichzeitig den Aufbau von eigenem Simulations-Know-how im Unternehmen. Kunden, die bereits ausgereifte eigene Simulations-Modelle haben, können dank offener Standards wie FMI/FMU (Functional Mockup Interface) schnell und einfach ihre Modelle in ProSimulation importieren. Als optionale Dienstleistung bietet Baumüller die komplette Neuerstellung von kunden-spezifischen Modellen, Unterstützung bei der Modellierung, der virtuellen Inbetriebnahme bis hin zum Digitalen Zwilling als Dienstleistung an.

## Einfache Benutzeroberfläche und schnelle Parametrierung

ProSimulation ermöglicht, Einstellungen am Antrieb realitätsnah, aber ohne Risiko zu testen und Ergebnisse komfortabel darzustellen. Kunden können nach Aufbau des Maschinenmodells verschiedene Antriebskomponenten und Einstellungen testen und über das integrierte Oszilloskop die Simulationsergebnisse darstellen. Die grafische Darstellung der Ergebnisse unterstützt den Anwender bei der Regleroptimierung. Anwender können dank des neuen Simulations-Tools frühzeitig mit der Parametrierung beginnen und diese schnell und leicht ändern.

## Fehlersuche und Optimierung

ProSimulation ist nicht nur ein Werkzeug für Produktentwicklung. Nach erfolgter Inbetriebnahme der Maschine oder bei bereits bestehenden Maschinen und Anlagen bietet die Simulations-Software außerdem die Möglichkeit für Fehlersuche und Optimierung. Anwender können Parameter-Einstellungen schnell und direkt am digitalen Zwilling in ProSimulation testen, ohne die Anlage direkt vor Ort bedienen zu müssen.

Die Software verwendet die identische Datenschnittstelle wie die b maXX-Servoantriebe. Damit kann ein realer Datensatz schnell und einfach in die Simulation geladen werden. Natürlich kann ein in der Simulation optimierter Datensatz auch direkt auf den realen Servoantrieb geladen werden.

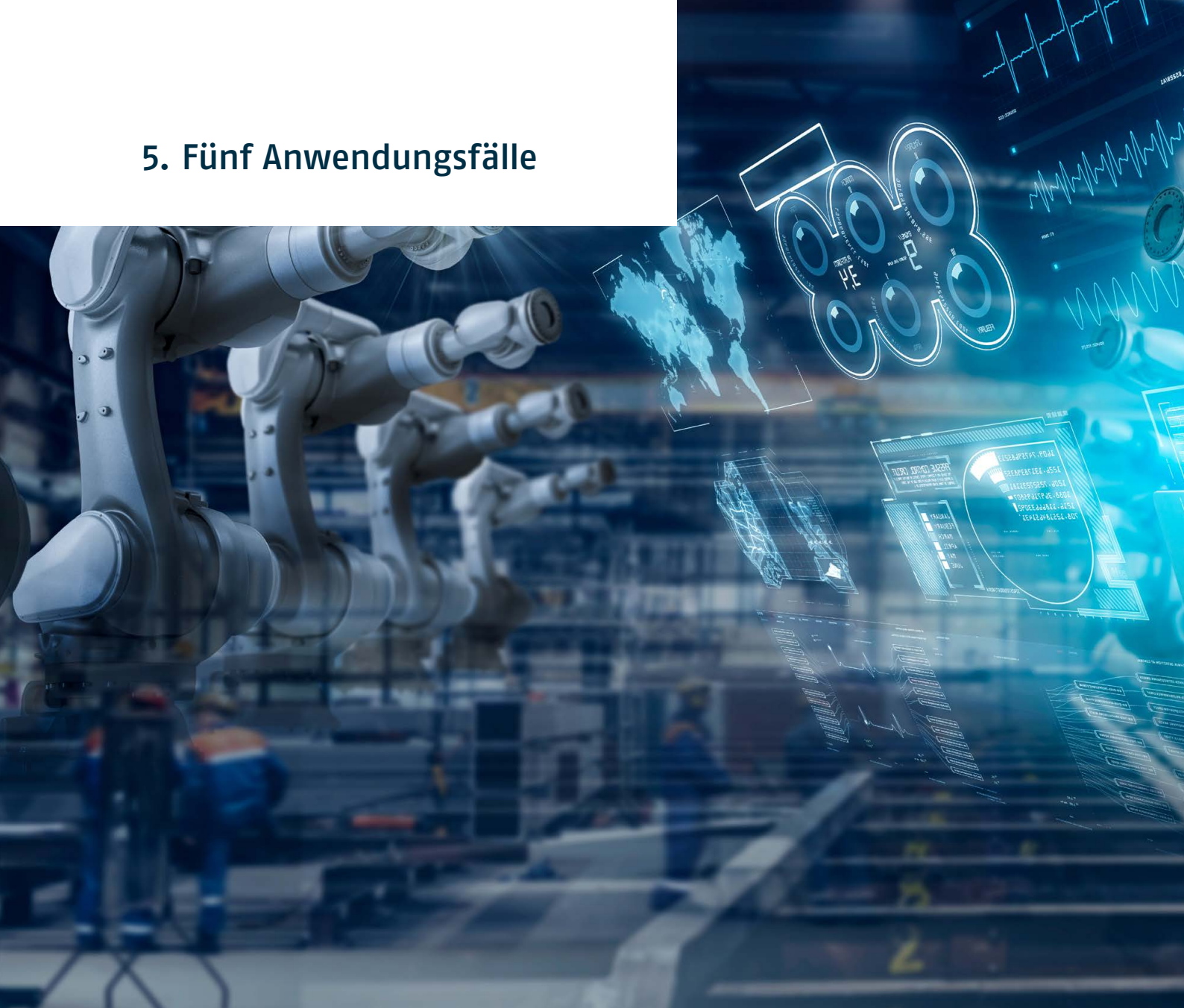
Außerdem bietet die Software die Möglichkeit, reale Oszilloskop-Messungen einzulesen und direkt mit Realität und Simulation in einem Diagramm zu vergleichen. Damit kann die reale Messung schnell in Relation zur den Simulationsergebnissen gesetzt werden.

### ProSimulation: Wie funktioniert die Software?



<https://www.youtube.com/watch?v=Cg6ZLZo1sDo>

## 5. Fünf Anwendungsfälle



### 5.1 Walzenantrieb

Ein Kunde berichtete dem Baumüller-Ingenieur am Telefon, dass seine Glue-Roll-Anlage Probleme macht. Ein kleiner Motor treibt ein großes Walzwerk an, um den Kleber für die Fertigung von Wellpappe aufzubringen und diese zum nächsten Verarbeitungsschritt zu befördern. Der Knackpunkt liegt hier bei dem hohen Last-Trägheitsverhältnis von 1:218, das die Parametrierung der Regler erschwert.

Die Anlage hat sich aufgeschwungen und Kupplung sowie Getriebe in Mitleidenschaft gezogen. Daher soll ein Simulationsmodell erstellt werden, um die Parametereinstellungen sicher vom Schreibtisch aus zu testen.

Simulationsspezialist Michael Stiegler entwarf mithilfe vom Kunden zur Verfügung gestellten Datensätzen und Messwerten, die Auskunft über z.B. den Drehzahl- und Stromverlauf geben, ein virtuelles Simulationsmodell. „Nachdem ich die Daten in die Simulation eingelesen habe, konnte ich im ersten Schritt das Simulationsmodell mit der Realität abgleichen. Im zweiten Schritt ermittelte ich die optimale Reglereinstellung gefahrlos an dem Simulationsmodell, um so das Regelungsverhalten der Glue-Roll zu optimieren“, resümiert Michael Stiegler.



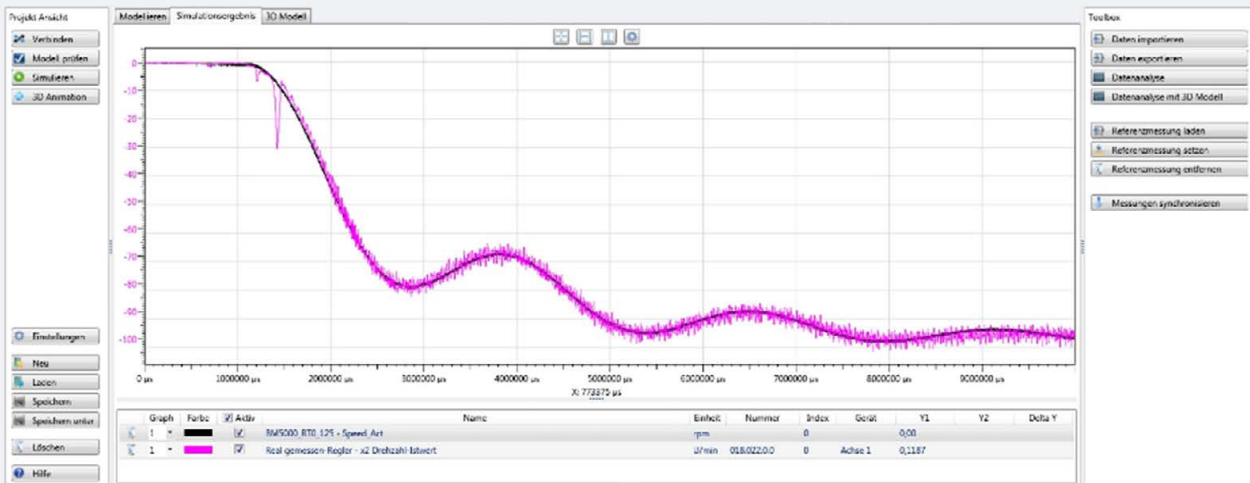


Abb.: Realer Antriebsdatensatz und reale Messung wurden direkt in ProSimulation eingelesen. Das Drehzahlverhalten der realen Maschine (pink) wird durch das Simulationsmodell (schwarz) detailliert abgebildet. In beiden Messungen ist die Schwingung zu erkennen.

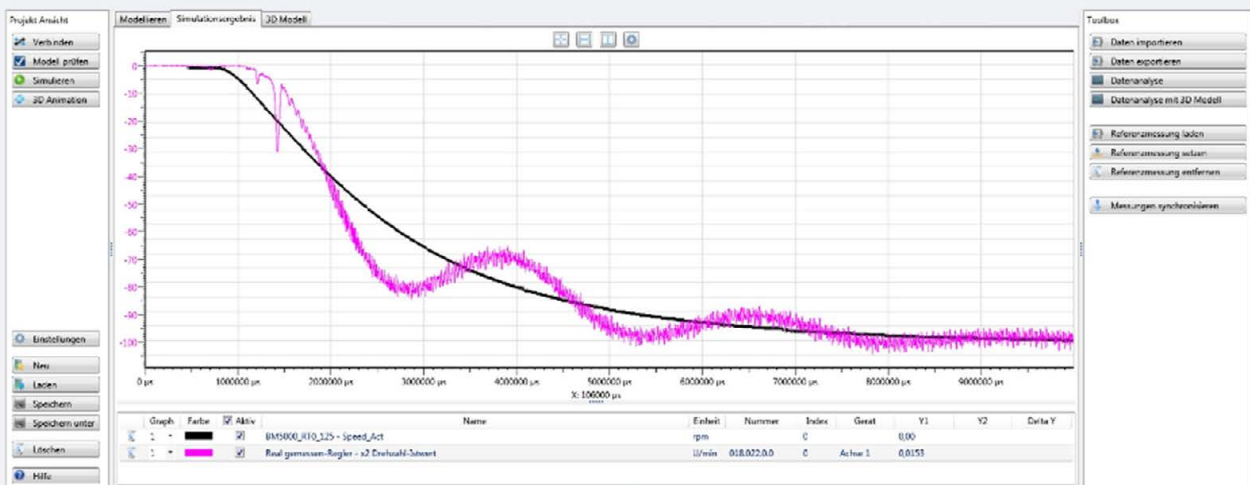


Abb.: Mit den in ProSimulation gefundenen Reglereinstellungen verläuft der Drehzahlwert (schwarz) ohne Schwingungen und ermöglicht ein optimales Betriebsverhalten der Maschine. Dieser Datensatz kann exportiert und direkt auf den Antrieb geladen werden. Somit wurde mit ProSimulation die optimale Parametereinstellung gefunden.

## 5.2 Probenentnahmehammer

Afrika ist reich an zahlreichen Bodenschätzen. Der Kontinent hat auch ein hohes Bauxitaufkommen. Bauxit ist ein Aluminiumerz und wird im Tagebau gefördert. Um das Erz zu untersuchen, werden im regelmäßigen Abstand Proben des gewonnenen Bauxits entnommen. Dies geschieht mithilfe eines Probenentnahmehammers, der automatisiert in weniger als zwei Sekunden bis zu 300 Kilogramm Bauxit von einem Förderband mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s entnimmt.

Um dies technisch umzusetzen, wurde auf einen High-Torque-Motor der DST2-Serie gesetzt. Dieser erfüllt die hohen Anforderungen bezüglich Drehzahl und Drehmoment. Zudem konnte auf ein Getriebe verzichtet werden. D.h. die Hammerwelle ist direkt mit dem Motor verbunden. Für eine präzise Steuerung kommt ein b maXX 5662 Umrichter zum Einsatz. Dieser ermöglicht Spitzendrehmoment von bis zu 18.000 Nm.

## Inbetriebnahme am laufenden Band

Die Inbetriebnahme und Optimierung des Hammers war eine sehr herausfordernde Aufgabe, da diese im laufenden Produktionsprozess stattfand. Bei falscher Parametrierung könnte der Hammer auf dem Förderband stecken bleiben, das geförderte Material blockieren und die gesamte Produktion stoppen. Dies wäre mit hohen Produktionsausfallkosten verbunden gewesen. Außerdem gab es immer nur sehr kurze Zeitfenster zum Test des Hammers. „Mittels ProSimulation konnten wir das Bewegungsprofil und die Regelung des Hammers in der Simulation optimieren. Damit konnte das Antriebsverhalten in der Simulation ausgiebig getestet und bewertet werden. Das Risiko des Bandstillstands an der realen Maschine wurde damit minimiert bzw. sogar eliminiert.“, erklärt Francois Potgieter von Motion Tronic.

Das Nürnberger Simulationsteam hat ein Modell der Maschine erstellt, das die eingesetzten Antriebskomponenten enthält. Die Simulationsparameter konnten größtenteils direkt aus den realen Maschinendaten entnommen werden. Das Modell konnte rein aus Standard-Bibliothekskomponenten aufgebaut werden.

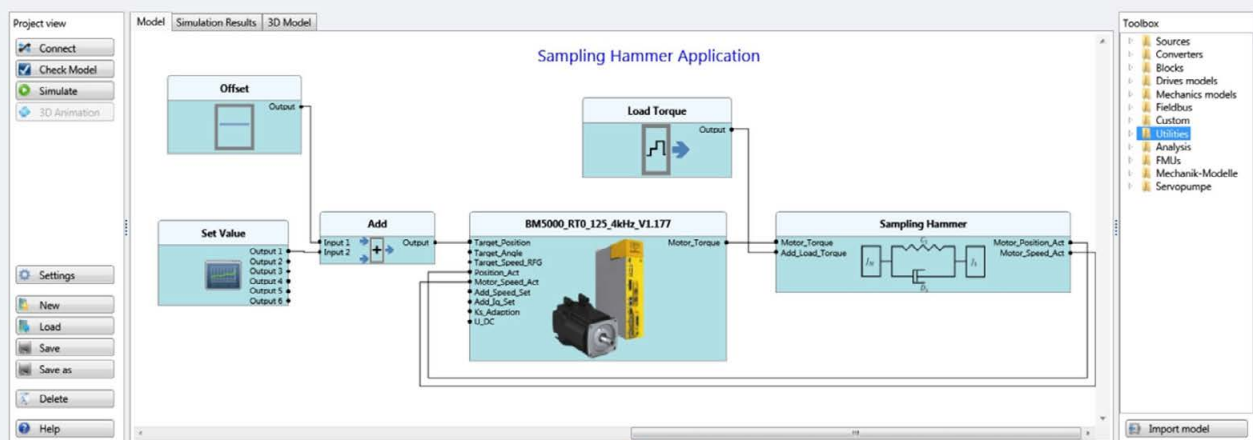


Abb.: Simulationsmodell des Sampling Hammers in ProSimulation.

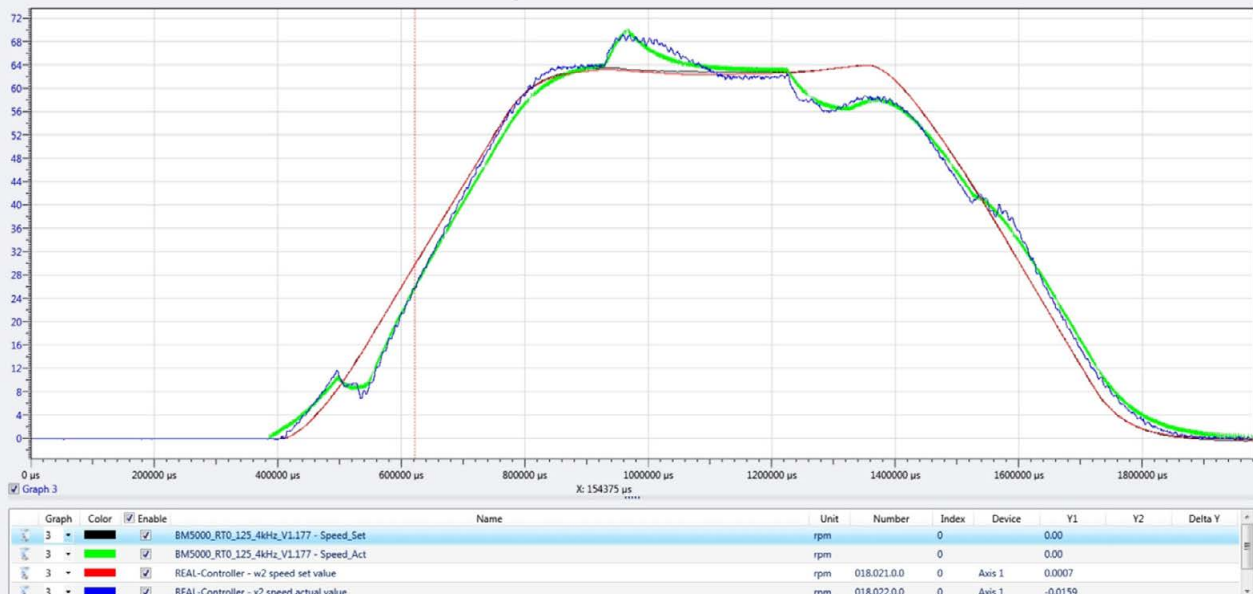


Abb.: Ein Vergleich zwischen realem (blau) und simuliertem (grün) Drehzahlwert zeigt eine gute Übereinstimmung.

Motion Tronic lobt zudem die einfache und nutzerfreundliche Bedienung von ProSimulation: „Durch die vollständige Integration in ProDrive konnte ich auch ohne Vorkenntnisse die Simulation nutzen und so das Antriebsverhalten des Hammers virtuell testen“, so Potgieter.

## 5.3 Schleifmaschine

Ein entscheidendes Kriterium bei Schleifmaschinen ist die Drehzahlgenauigkeit. Nur bei einer geringeren Abweichung im Schleifprozess kann das Werkstück optimal bearbeitet werden. Aufgrund von großen Schleifwalzen und schwingungsfähigen Kupplungselementen ist die Reglereinstellung an der Maschine oft schwierig. In der Vergangenheit haben sich bei der Inbetriebnahme immer wieder Situationen ergeben, in denen die Drehzahlgenauigkeit nur unter hohem Arbeitsaufwand erreicht werden konnte und Schäden an der Maschine entstanden sind.

Durch ProSimulation kann dieses Problem gelöst werden. Warum? Weil die Software es ermöglicht, das Antriebsverhalten virtuell zu testen. „Das ist super! Zum einen können wir schnell und einfach neue Einstellungen testen, zum anderen besteht keine Gefahr der Beschädigung der Maschine“, erklärt Applikationsingenieur Timotheus Eidher.

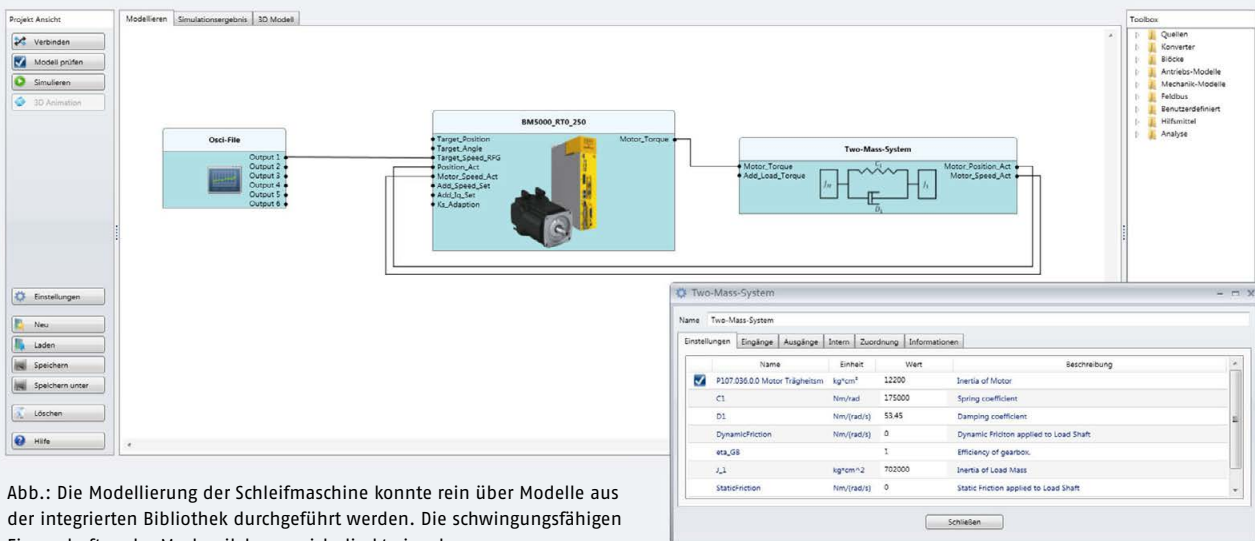


Abb.: Die Modellierung der Schleifmaschine konnte rein über Modelle aus der integrierten Bibliothek durchgeführt werden. Die schwingungsfähigen Eigenschaften der Mechanik lassen sich direkt eingeben.

Die in ProSimulation gefundenen Einstellungen konnten die Drehzahlgenauigkeit im Produktionsprozess um den Faktor 7 erhöhen. Damit konnte das Schleifergebnis deutlich verbessert werden. Die virtuelle Datensatzoptimierung hat die Inbetriebnahmezeit stark verkürzt, da die Einstellungen schnell und einfach in ProSimulation auch ohne reale Maschine getestet werden konnten. Weiter konnten die Systemgrenzen bis hin zum Übersteuern und Aufschwingen ausgelotet werden, ohne Gefahr zu laufen, die Mechanik in Mitleidenschaft zu ziehen.

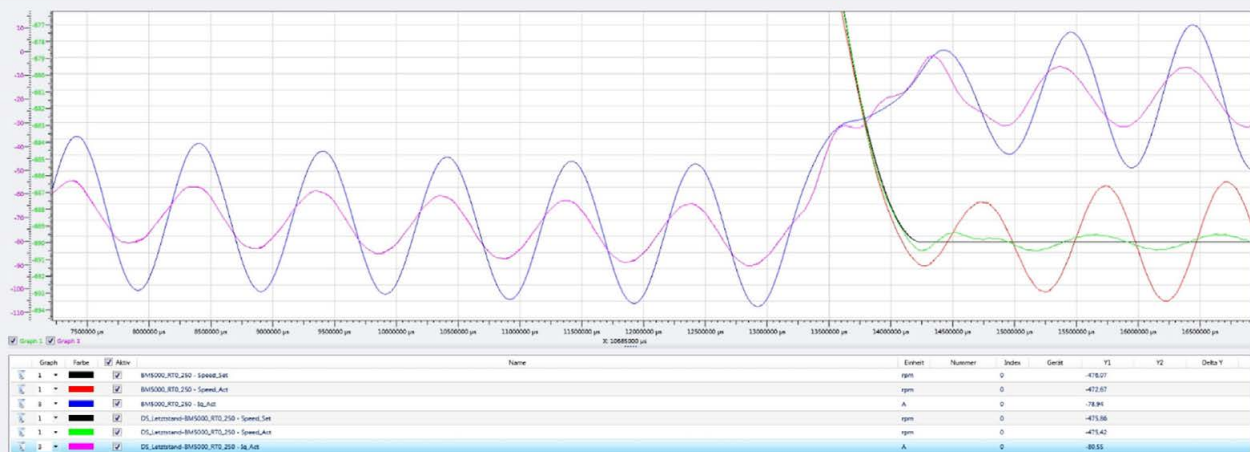


Abb.: Vergleich Drehzahlverhalten vor (rot) und nach der Optimierung (grün)

## 5.4 Wasserstoffverdichter

Eine hohe Anschlussleistung kostet viel Geld und wird meist nur kurzzeitig benötigt. Mit der Simulation kann ein Energiemanagement-Modell erstellt werden, um die Netzanschlussleistung der Maschine zu reduzieren. Für einen Kunden aus Süddeutschland wurde dies umgesetzt. Die hohe Leistung wurde durch einen elektrischen Energiespeicher gepuffert. Der Knackpunkt liegt hier in der Dimensionierung der Kondensatoren. Diese ist komplex und zeitaufwändig.

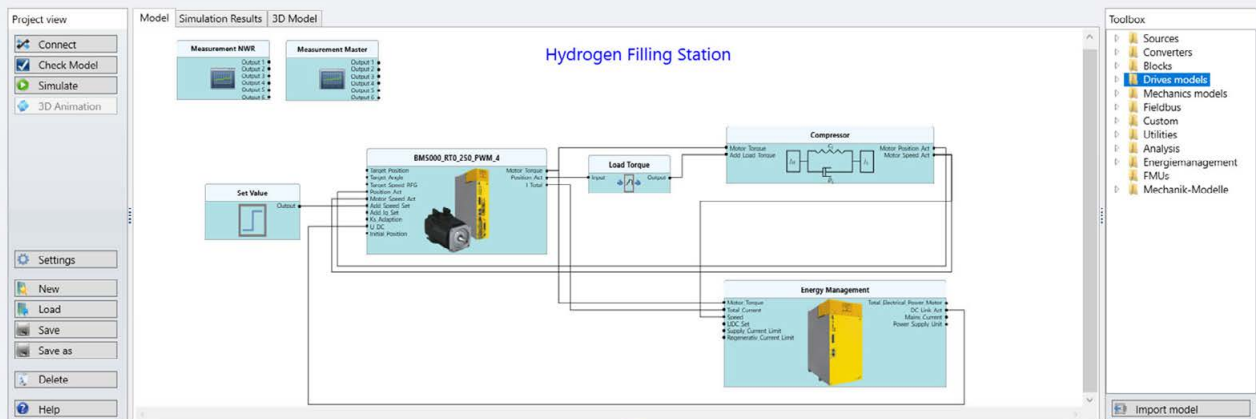


Abb.: Die umfangreiche Bibliothek enthält auch ein Modell des Energiemanagements. Damit kann die Modellierung des Wasserstoffverdichters schnell umgesetzt werden.

Bei der Anwendung handelt es sich um einen Wasserstoffverdichter. Das Funktionsprinzip gleicht vereinfacht gesprochen dem eines Kolbenverdichters: Umso höher der Druck wird, desto mehr Leistung wird benötigt.

Michael Stiegler bekam vom Kunden das geforderte Bewegungs- und Lastprofil und berechnete damit das benötigte Leistungsprofil. „Die Zielsetzung ist es, die Anschlussleistung der Maschine zu reduzieren, um die Kosten für den Maschinenbetreiber möglichst gering zu halten. Mit der Simulation konnte ich einfach und schnell die wirtschaftlichste Lösung für den Kunden finden. Ich habe Lastfälle simuliert, um herauszufinden, welches Verhältnis von Zwischenkreiskondensatoren und installierter Anschlussleistung am effizientesten ist. Die Simulation zeigt, dass durch Einbau von lediglich 50 mF Zwischenkreiskapazität die Anschlussleistung von 106 auf 50 kW mehr als halbiert wird“, resümiert Michael Stiegler.

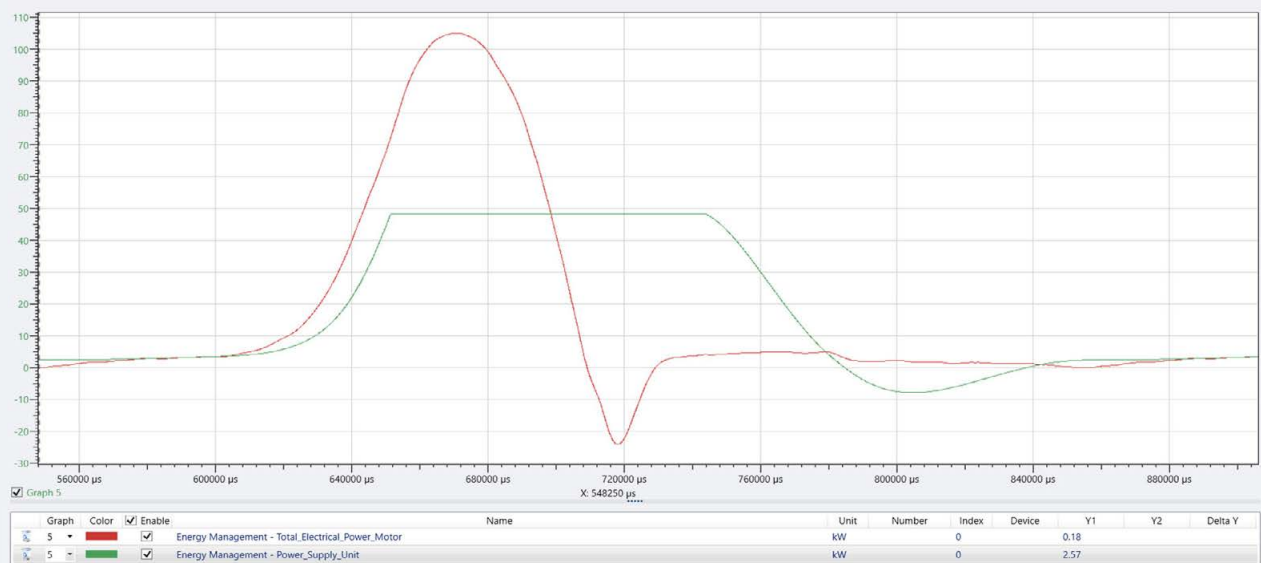


Abb.: Vergleich der elektrischen Leistung des Motors und der Netzleistung. Mit intelligentem Energiemanagement kann die Netzspitzenleistung halbiert werden.



## 5.5 Auslegung eines Drehtellers

„Achtung Lastträgheitsverhältnis überschritten!“ – So lautete die Fehlermeldung im konventionellen Auslegungstool, als der Baumüller Ingenieur gemeinsam mit dem Kunden die Auslegung eines Drehtellers, der durch einen High-Torque-Motor DST2 angetrieben werden soll, durchführte. Das empfohlene Lastträgheitsverhältnis liegt bei 1:10, d.h. das Trägheitsmoment der Last sollte typischerweise maximal zehnmal so groß sein wie das des Motors. Das Trägheitsmoment des Drehtellers ist jedoch 500 Mal größer als das des Motors!

„In der Vergangenheit haben wir in solchen Fällen oftmals einen größeren Motor mit höherem Trägheitsmoment verwendet, obwohl diese höhere Leistung gar nicht benötigt wurde. Ein solcher Sicherheitspuffer war aber nötig, um bei der Inbetriebnahme keine unliebsame Überraschung zu erleben“, erklärt Baumüller-Ingenieur Stefan Hecht.

ProSimulation bietet die Möglichkeit das Antriebsverhalten schon in der Konstruktionsphase realitätsnah zu testen. Der Kunde stellte hierfür das geforderte Bewegungsprofil und die mechanischen Daten der Mechanik zur Verfügung. Auf Basis dieser Daten konnte ein Simulationsmodell erstellt werden.

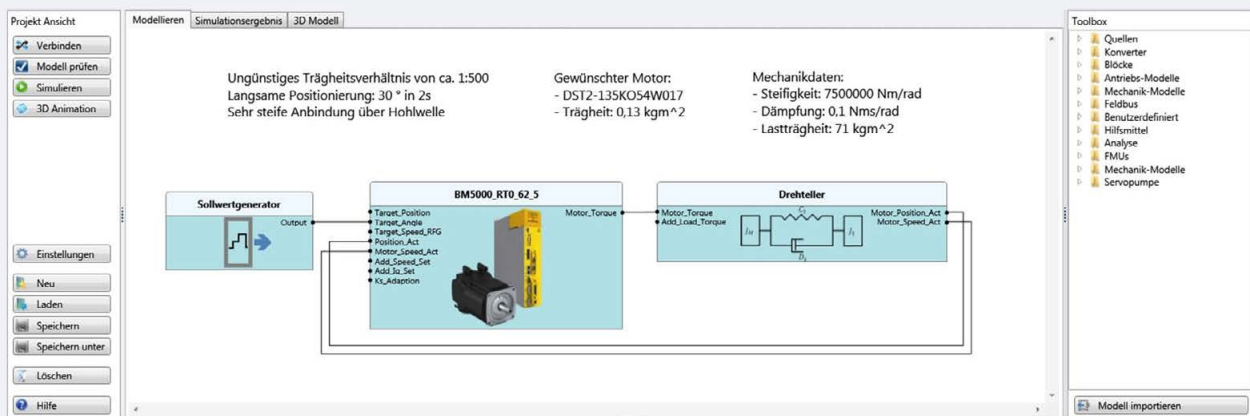


Abb.: Simulationsmodell des Drehtellers

Damit konnte das Antriebsverhalten bewertet werden – obwohl die Maschine gar noch nicht existiert.

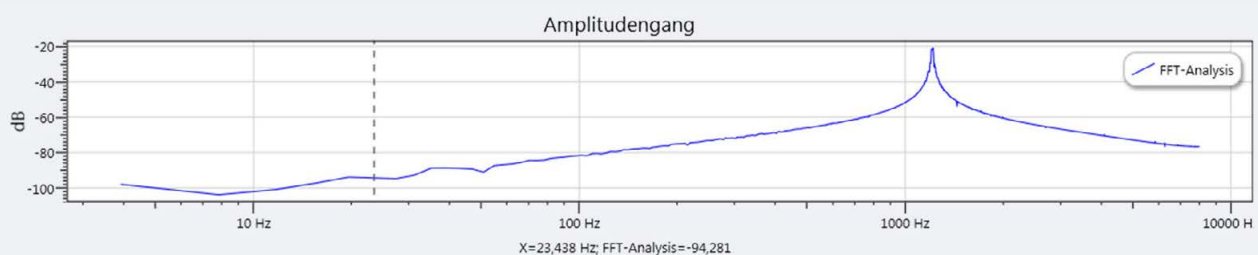


Abb.: FFT-Analyse des Drehtellermodells

Mithilfe der integrierten FFT-Analysefunktion wurde die Mechanik bewertet, die charakteristische Eigenfrequenz erkannt und die entsprechenden Filtereinstellungen im Datensatz vorgenommen.

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass aufgrund der mechanisch sehr steifen Anbindung des Drehtellers an den Motor und der damit verbundenen hohen Eigenfrequenz, die geforderte Dynamik und Genauigkeit trotz des hohen Lastträgheitsverhältnisses erreicht wird.

Die Simulation hat eine präzise Motordimensionierung ermöglicht. Der Kunde profitiert also von einem kosten- und bauraumoptimierten Antriebssystem. Und ganz nebenbei wurde die Optimierung des Antriebs bereits virtuell durchgeführt, was wertvolle Inbetriebnahmezeit an der realen Anlage spart.

## 6. Fünf Probleme in der Übersicht

Die eben vorgestellten Anwendungsfälle unterscheiden sich stark voneinander. Beim Walzenantrieb schwang die Anlage auf und es kam zu Schäden an Getriebe und Kupplung. Um keine weiteren Maschinenteile in Gefahr zu bringen, wurde mithilfe von ProSimulation ein virtuelles Modell geschaffen. Die Ursache für das Aufschwingen war ein ungünstiges Last-Trägheitsverhältnis von 1:218, das sich sehr schlecht regeln lässt. Durch die virtuelle Parametrierung konnte die optimale Reglereinstellung gefunden werden. Und das, ohne Gefahr zu laufen einen mechanischen Schaden an der Maschine zu riskieren.

Beim Probenentnahmehammer wurde die Inbetriebnahme im laufenden Betrieb durchgeführt. Um die extrem begrenzte Zeit an der Maschine auszuweiten, wurde die Inbetriebnahme virtuell über ProSimulation durchgeführt. Dies hatte den großen Vorteil, dass die Produktion einfach weiterlaufen konnte.

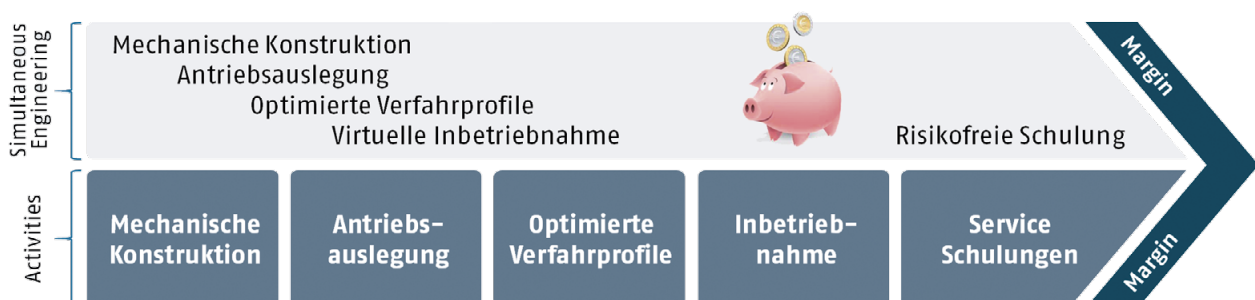
Die Schleifmaschine lässt sich nur schwer einstellen. Doch gerade beim Schleifprozess wird großen Wert auf Präzision gelegt. Mithilfe von ProSimulation kann eine gleichmäßige, präzise Drehzahl realisiert werden. Der Kunde profitiert von einem exakteren Schleifergebnis und somit von einer besseren Qualität.

Beim Wasserstoffverdichter spielt das Thema Reduzierung der Netzleistung eine entscheidende Rolle. Durch Einbau eines Energiespeichers konnte die Anschlussleistung halbiert werden. Die Dimensionierung war einfach und machte sich bezahlt, denn durch die schlanke Auslegung konnte der Kunde von einer minimalen Netzspitzenleistung profitieren, die ihm viel Geld spart.

Die Auslegung eines Drehtellers konnte durch ProSimulation optimiert werden, obwohl die Maschine noch gar nicht existiert. Möglich macht das die Erstellung eines Simulationsmodells. Mithilfe der integrierten FFT-Analysefunktion wurde die Mechanik bewertet, die charakteristische Eigenfrequenz erkannt und die entsprechenden Filtereinstellungen im Datensatz vorgenommen. Der Kunde profitiert von einem kosten- und bauraumoptimierten Antriebssystem und spart sich durch die virtuelle Antriebsdimensionierung wertvolle Inbetriebnahmezeit an der realen Maschine.

## 7. Weitere Anwendungsfälle im Engineering-Prozess

Der Engineering-Prozess startet mit der mechanischen Konstruktion, d.h. aus einem eventuell vorhandenen Baukasten werden mechanische Komponenten der Maschine zusammengestellt, aufeinander abgestimmt und bewertet. Aufgrund der mechanischen Gegebenheiten, wie beispielsweise Massenträgheit und Bewegungsprofil, erfolgt dann die eigentliche Antriebsauslegung des Antriebsstrangs. Es werden Getriebe, Motor und Umrichter bezüglich der notwendigen Leistung dimensioniert. Danach erfolgt die eigentliche Programmierung und es werden die Prozesse im Maschinenprogramm festgelegt. Im Anschluss erfolgt die Inbetriebnahme direkt an der Maschine bzw. an der Anlage. Zu guter Letzt wird die eigentliche Funktion der Maschine in der Realität getestet. Die Abnahme und damit auch die Schulung des Kunden schließt den Engineering-Prozess ab.



Ein Anwendungsfall für die erste Phase, die mechanische Konstruktion, ist die Applikation eines Cutters, also einer hochdynamischen Schneideeinheit, die beispielsweise in Verpackungsmaschinen zum Einsatz kommt. Mithilfe der Simulation kann frühzeitig abgeschätzt werden, ob die geforderten Zykluszeiten realisierbar sind. Pick-and-Place-Applikationen, wie ein Dualpod, also ein System mit nichtlinearen Massenträgheitsmomenten, können mithilfe der Simulation effizient ausgelegt werden. Optimierte Verfahrprofile kommen bei Pressen zum Einsatz, um die Maschine mit höchster Effizienz und minimalem Verschleiß zu betreiben. Das Bewegungsprofil wird so optimiert, dass die Anlage energieeffizienter arbeitet und die Verlustleistung durch eine exakte Auslegung reduziert wird. Beispielsweise bei Walzanlagen mit hohen Trägheitsmomenten kann durch die virtuelle Inbetriebnahme die Antriebsparametrierung bereits gefahrlos am Modell getestet werden, was das Risiko eines Maschinenschadens deutlich reduziert und gleichzeitig wertvolle Inbetriebnahmezeit spart. Die letzte Phase, also der Prozessschritt Service/Schulungen findet beispielsweise bei der Servopumpe Anwendung. Hier kann die Parametrierung regelmäßig angesehen und geprüft werden. Dies sind nur einige Beispiele für Anwendungsfälle im Engineering-Prozess. Natürlich gibt es noch zahlreiche weitere Anwendungen, in denen die Simulation zum Einsatz kommen kann.

## 8. Fazit

ProSimulation hilft die Effizienz und Präzision von Maschinen zu erhöhen. Die Software ermöglicht es, Einstellungen am Antrieb ohne Risiko zu testen und Ergebnisse realitätsnah darzustellen. In ProSimulation kann der Antrieb virtuell eingestellt und mit der Realität verglichen werden. Die grafische Darstellung erleichtert die Interpretation der Ergebnisse.

ProSimulation ist vollständig in ProDrive integriert und benutzt die identischen Bedienseiten. Anwender können dank des neuen Simulations-Tools frühzeitig mit der Parametrierung beginnen und diese schnell und leicht ändern. Nach erfolgter Inbetriebnahme der Maschine oder bei bereits bestehenden Maschinen und Anlagen bietet die Simulations-Software außerdem die Möglichkeit für Fehlersuche und Optimierung. Nutzer können Parameter-Einstellungen schnell und direkt am digitalen Zwilling in ProSimulation testen, ohne die Anlage direkt vor Ort bedienen zu müssen.

Die Simulationssoftware ProSimulation bietet dem Maschinenbauer eine kürzere Entwicklungs- und Inbetriebnahmezeit, unterstützt im Engineering-Prozess, verbessert das Energiemanagement, senkt Kosten und ermöglicht eine sichere Reglerparametrierung für präzise Ergebnisse. Ein Tool, das Ingenieure zum Staunen bringt.



*„Die Antriebssimulation ist das fehlende Bindeglied zur Optimierung von Maschinen und Anlagen. ProSimulation ist vielseitig im Entwicklungsprozess einsetzbar und ermöglicht Ihnen gezielt und mit wenig Aufwand für Ihre Problemstellung die passende Lösung zu finden.“* Markus Jaksch, Leiter Systeme

Weiterführende Informationen finden Sie hier:

[www.baumueller.com/de/insights/antriebstechnik/antrieboptimierung-simulation](http://www.baumueller.com/de/insights/antriebstechnik/antrieboptimierung-simulation)

[www.baumueller.com/de/software-tools/prosimulation](http://www.baumueller.com/de/software-tools/prosimulation)

**Jetzt Expertengespräch vereinbaren!**

**Melden Sie sich bei unserem Simulationsteam:**



Michael Stiegler



Stefan Hecht

[simulation@baumueller.de](mailto:simulation@baumueller.de)

# House of Automation



**Baumüller Nürnberg GmbH**, Ostendstraße 80–90, 90482 Nürnberg, Tel.: +49 (0) 911 5432–0, Fax: +49 (0) 911 5432–130 [www.baumueller.com](http://www.baumueller.com)  
**Baumüller Anlagen-Systemtechnik GmbH & Co. KG**, Ostendstr. 84, 90482 Nürnberg, Tel.: +49 (0) 911 54408–0, Fax: +49 (0) 911 54408–769  
**Baumüller Reparaturwerk GmbH & Co. KG**, Andernacher Straße 19, 90411 Nürnberg, Tel.: +49 (0) 911 9552–0, Fax: +49 (0) 911 9552–999  
**Baumüller DirectMotion GmbH**, Flugplatzweg 2, 37581 Bad Gandersheim, Tel.: +49 (0) 5382 9805–0, Fax: +49 (0) 5382 9805–55

Alle Angaben in diesem Prospekt sind unverbindliche Kundeninformationen, unterliegen einer ständigen Weiterentwicklung und werden fortlaufend durch unseren permanenten Änderungsdienst aktualisiert. Bitte beachten Sie, dass Angaben/Zahlen/Informationen aktuelle Werte zum Druckdatum sind. Zur Ausmessung, Berechnung und Kalkulationen sind diese Angaben nicht rechtlich verbindlich. Bevor Sie in diesem Prospekt aufgeführte Informationen zur Grundlage eigener Berechnungen und/oder Verwendungen machen, informieren Sie sich bitte, ob Sie den aktuellsten Stand der Information besitzen. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen wird daher nicht übernommen.

Alle Informationen zur Baumüller Gruppe finden Sie auch im Internet und in Social Media:



[Baumueller.com](http://Baumueller.com)



[Youtube.com](https://www.youtube.com/Baumüller)



[Linkedin.com](https://www.linkedin.com/company/Baumüller)



[Xing.com](https://www.xing.com/profile/Baumüller)

[www.baumueller.com](http://www.baumueller.com)