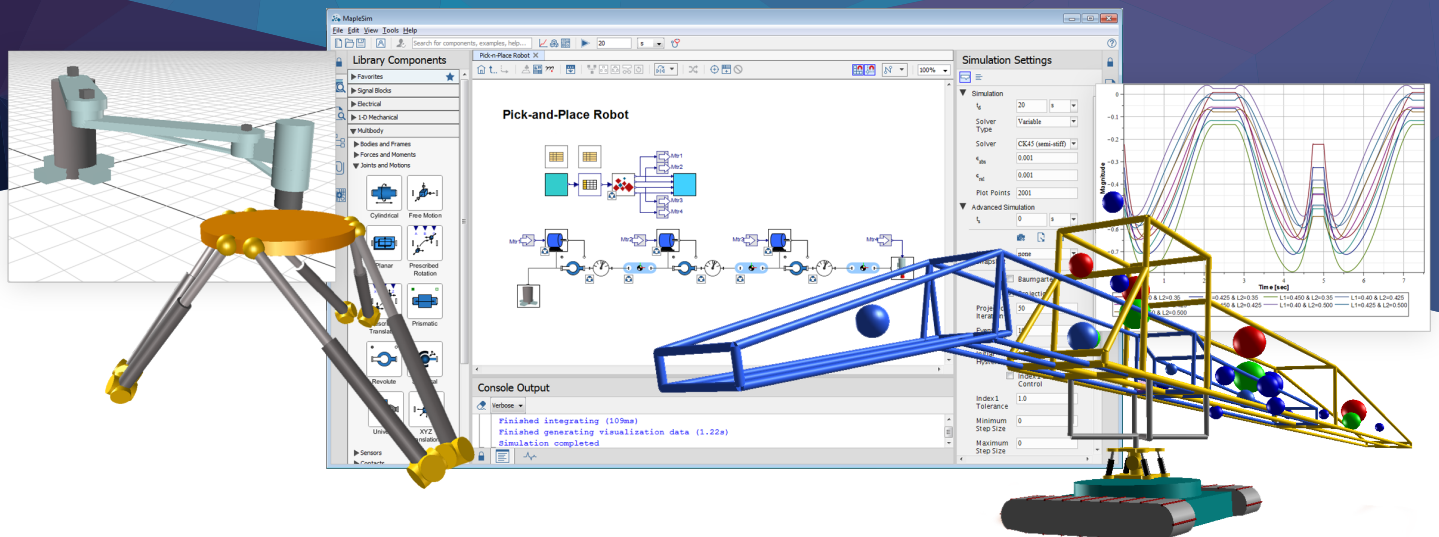


# Fortschrittliche Modellierung auf Systemebene



# MapleSim

MapleSim™ ist ein fortschrittliches Werkzeug zur Modellierung auf Systemebene, das Innovation fördert und Entwicklungsrisiken reduziert, damit Sie bessere Produkte schneller entwerfen können.

- **Schnelles Umsetzen und Testen erster Konzepte**

Durch das schnelle Erstellen von Prototypen und das Testen von Entwicklungskonzepten können Sie mit MapleSim mehr Ideen in kürzerer Zeit ausprobieren. Das bringt Sie schnell auf den richtigen Weg und beflügelt den kreativen Entwicklungsprozess.

- **Natürliche Umgebung zur Modellierung von Multidomain-Systemen**

Mit MapleSim modellieren Sie Ihr gesamtes System in einer gemeinsamen Umgebung. So lassen sich leichter Konstruktionsfehler durch unerwartete Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Domänen aufdecken und sogar von Anfang an verhindern.

- **Recheneffiziente Modelle**

MapleSim liefert hochpräzise, recheneffiziente Modelle für In-the-Loop-Simulationen, Entwicklung von Steuerungen und Aktivitäten wie die Optimierung, Empfindlichkeitsanalyse und Parameter-Sweeps, bei denen viele Simulationen durchgeführt werden müssen, um das Ergebnis zu berechnen.

## Warum Sie MapleSim für Ihre Projekte zur Modellierung auf Systemebene einsetzen sollten

Die Modellierung auf Systemebene ist ein äußerst effizienter Ansatz, der bei technischen Entwicklungsprojekten dazu beitragen kann, die Entwicklungszeit zu verkürzen, Probleme schon früh im Entwicklungszyklus zu erkennen und insgesamt bessere Entwürfe zu schaffen. Doch nicht jedes Unternehmen, das sich für diesen Ansatz entscheidet, erreicht auch den gewünschten Erfolg, denn viele finden es zu schwierig, ihr technisches Wissen in ihr Werkzeug zur Modellierung auf Systemebene zu überführen. **Mit MapleSim erhalten Sie eine Umgebung, die Ihnen dabei hilft, das Wissen Ihrer Ingenieure zu erfassen, zu vertiefen, zu bewahren und gezielt einzusetzen, damit Sie wirklich alle Vorteile der Modellierung und Simulation auf Systemebene nutzen und bessere Produkte in kürzerer Zeit erschaffen können.**

# Wissen erfassen

## ► Die Herausforderung:

**Es ist nicht immer einfach, Ihrer Modellierungssoftware das beizubringen, was Sie bereits über Ihr System wissen.**

Bauteilebibliotheken enthalten selten die perfekten Annahmen für Ihr Projekt. Bisweilen sind sie nicht präzise genug oder es fehlt die Dynamik, die Sie erfassen müssen. Manchmal bieten sie auch zu viel und zwingen Sie, Parameterwerte auszuwählen, die Sie nicht zur Verfügung haben oder nicht verstehen. So entstehen falsche Ergebnisse wegen Parametern, die Sie nicht interessieren.

## Die MapleSim-Lösung:

**Mit MapleSim können Sie Ihr technisches Wissen sehr einfach in Ihre Komponenten und Modelle einbringen.**

- Benutzerdefinierte Komponenten lassen sich durch Eingabe oder Ableitung der zugrunde liegenden mathematischen Gleichungen, die ihr Verhalten bestimmen, leicht erstellen.
- Die einer Komponente zugrunde liegenden Gleichungen sind zugänglich, sodass Sie genau bestimmen können, wie ein unbekannter Parameter verwendet wird.
- MapleSim zwingt Sie nicht, für alle Parameter Anfangsbedingungen vorzugeben, sondern es zeigt Ihnen deutlich, was passiert, wenn Werte nicht spezifiziert sind, und hilft Ihnen, geeignete Anfangswerte auszuwählen.





# Wissen vertiefen

## ► Die Herausforderung:

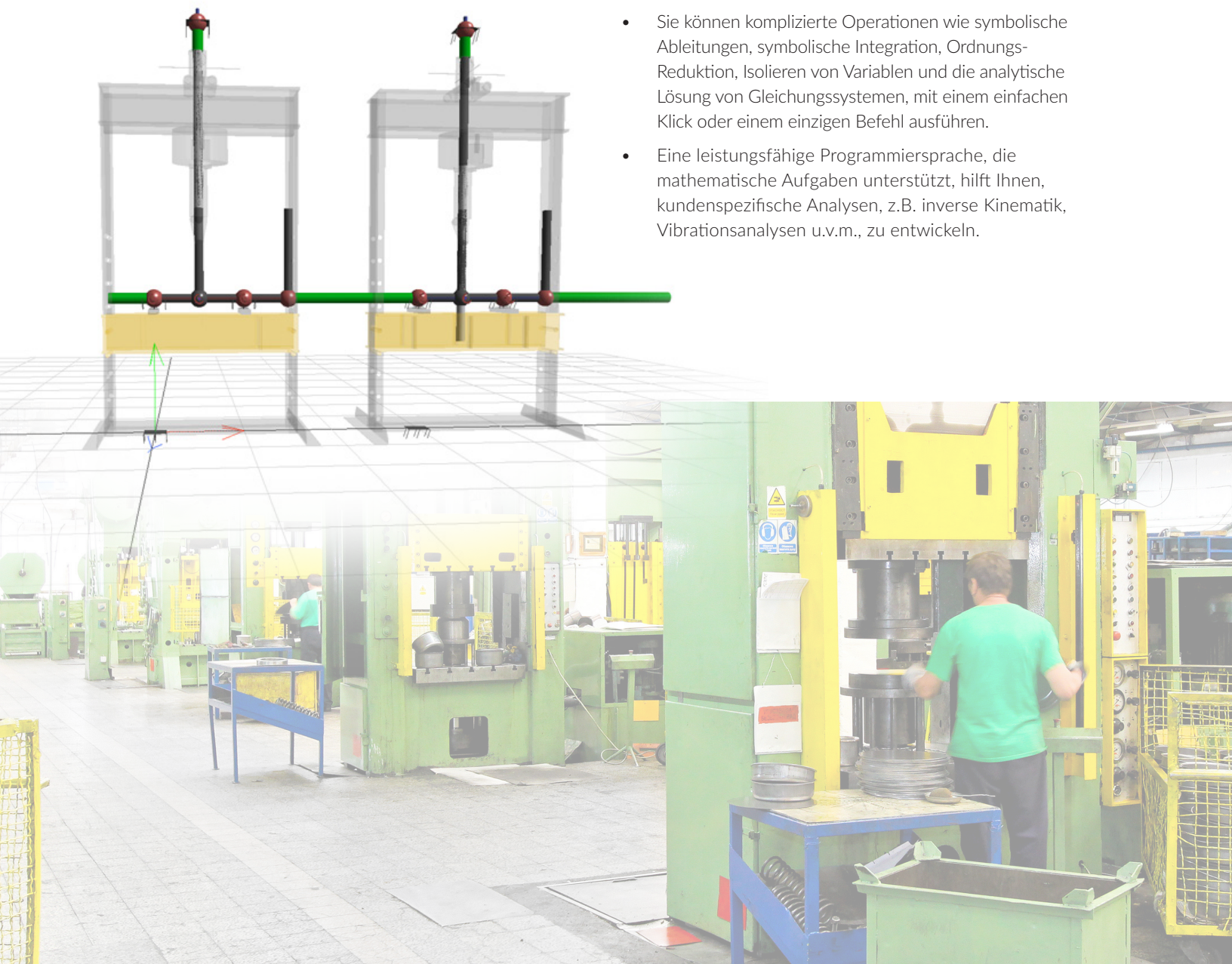
### Es kann schwierig oder sogar unmöglich sein, die gewünschte Analyse durchzuführen

Modellierungswerkzeuge werden gewöhnlich mit Standard-Analysewerkzeugen geliefert. Wenn Sie über die Standardtechniken hinaus wollen oder einfach Standardwerkzeuge automatisiert kombinieren wollen, werden Sie häufig feststellen, dass Ihre Möglichkeiten, Ihr System besser zu verstehen, nicht durch Ihre Fähigkeiten, sondern durch Ihr Werkzeug eingeschränkt werden.

## Die MapleSim-Lösung:

MapleSim enthält sowohl Standard-Analysewerkzeuge als auch eine flexible Umgebung, um Ihre Analysen an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Sie können Ihre Entwicklung mit der gewünschten Ausführlichkeit untersuchen, um mehr Einblicke in das Systemverhalten zu erreichen und Ihre Entwicklung zu verbessern.

- Eingebaute Werkzeuge machen es einfach, Standard-Analysetechniken wie die Empfindlichkeitsanalyse, Monte-Carlo-Simulation, Parameter-Sweeps und Optimierung einzusetzen.
- Sie können komplizierte Operationen wie symbolische Ableitungen, symbolische Integration, Ordnungs-Reduktion, Isolieren von Variablen und die analytische Lösung von Gleichungssystemen, mit einem einfachen Klick oder einem einzigen Befehl ausführen.
- Eine leistungsfähige Programmiersprache, die mathematische Aufgaben unterstützt, hilft Ihnen, kundenspezifische Analysen, z.B. inverse Kinematik, Vibrationsanalysen u.v.m., zu entwickeln.



# Wissen bewahren

## ► Die Herausforderung:

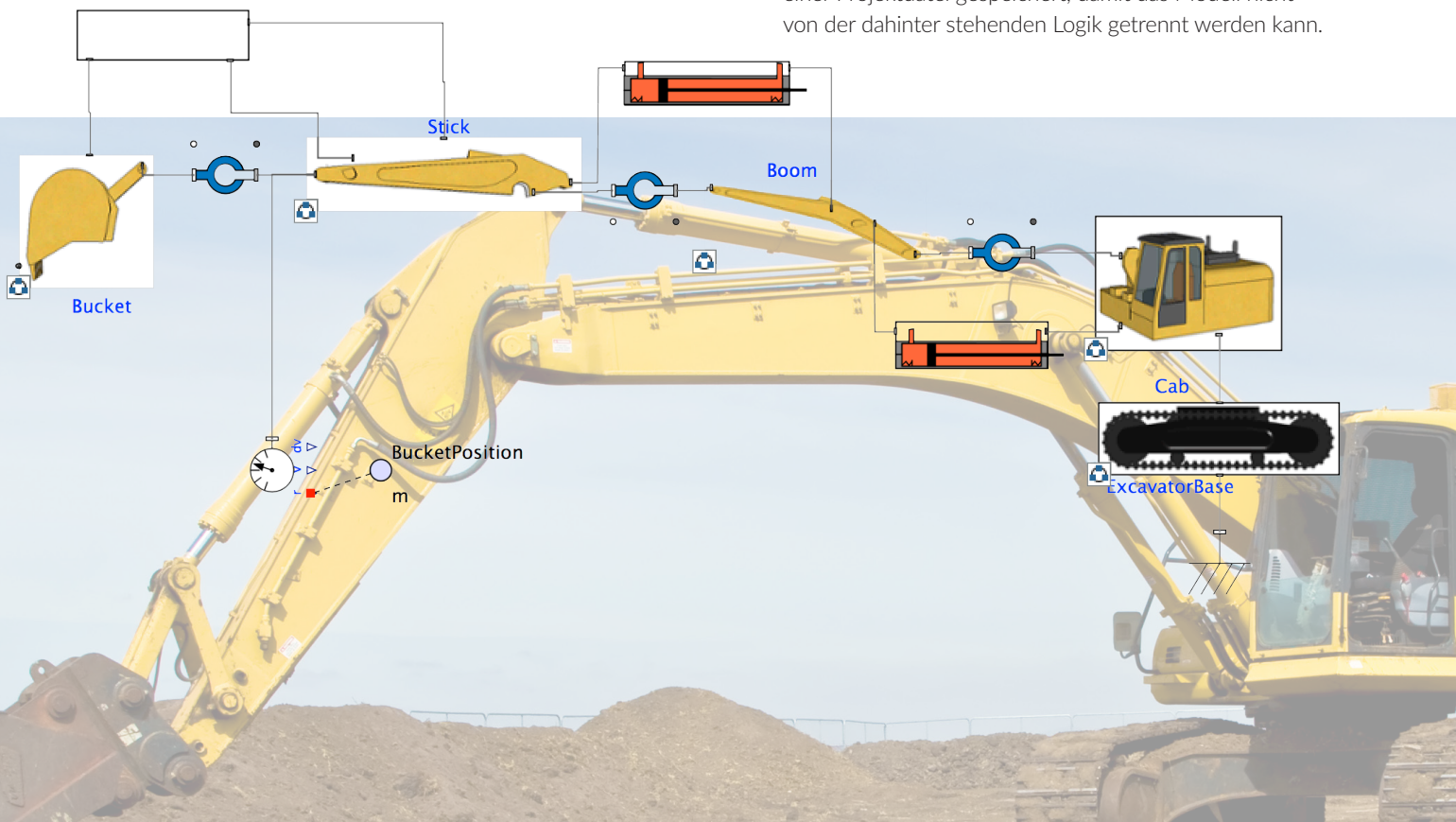
**Sie brauchen nicht nur das fertige Modell, sondern die Annahmen, die dem Modell zugrunde liegen.**

In einer technischen Entwicklung steckt sehr viel Denkleistung, z.B. die Gründe für eine bestimmte Entscheidung und die Annahmen, auf denen die Entwicklung aufbaut. Bisweilen wird dieses Wissen in einem Aktenordner abgelegt, und manchmal existiert es nur im Kopf des Ingenieurs. Wenn der Ordner verlegt wird oder der Ingenieur das Projekt verlässt, hat sein Nachfolger ein Modell, von dem er nicht weiß, warum es gerade so erstellt worden ist. Ohne diese Information sind Änderungen am Modell nur mit großen Schwierigkeiten möglich. Schlimmer noch: sie sind mit Gefahren verbunden, denn die Änderungen könnten einer der zugrunde liegenden Annahmen widersprechen, ohne dass jemand es bemerkt. Das Ergebnis wäre eine fehlerhafte Entwicklung oder ein falsches Ergebnis.

## Die MapleSim-Lösung:

Das in Ihren MapleSim-Komponenten und Modellen enthaltene Wissen ist für andere Ingenieure jederzeit zugänglich und verständlich, und das auch nach Wochen oder gar Jahren.

- Alle Komponentendefinitionen und Modellgleichungen sind zugänglich, und zwar für eingebaute ebenso wie für kundenspezifische Elemente.
- Wenn der einer Komponente zugrunde liegenden Code eingesehen werden soll, sorgen intelligente Werkzeuge für eine umfassende Darstellung der Elemente, die die Komponente definieren.
- Analysen, Untersuchungen zur Optimierung und Definitionen kundenspezifischer Komponenten können mit Erklärungen, Bildern, Dateien und mathematischen Ableitungen versehen werden. So bleibt das Denken hinter der Komponente oder dem Modell und nicht nur der endgültige Parameterwert oder Plot, jederzeit verfügbar.
- Modelle, Simulationsergebnisse, Analysen, Berichte, Beschreibungen kundenspezifischer Komponenten, Animationen, Dateien und mehr werden zusammen in einer Projektdatei gespeichert, damit das Modell nicht von der dahinter stehenden Logik getrennt werden kann.





# Wissen anwenden

## ► Die Herausforderung:

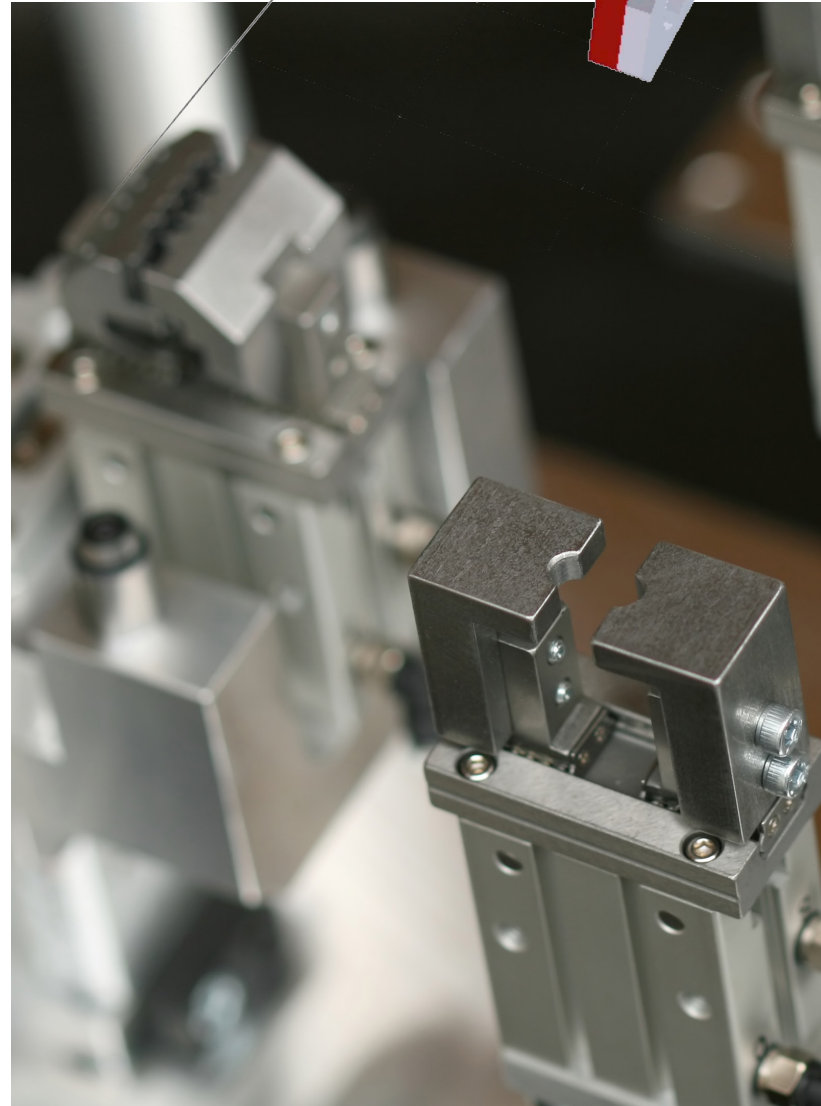
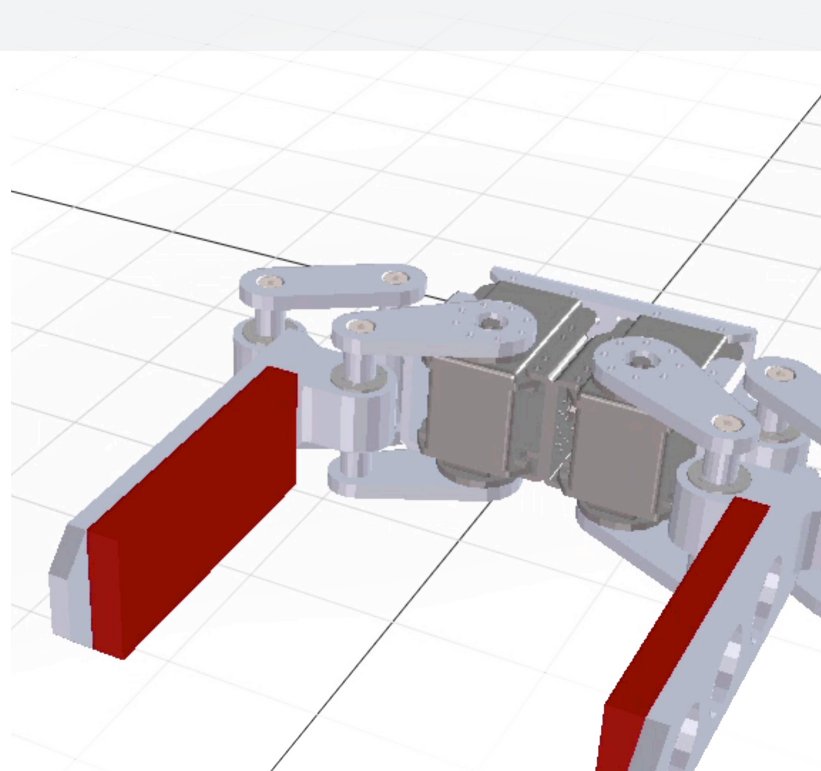
**Ihr Modell kann Antworten auf viele Fragen liefern, aber diese Antworten sind häufig nicht zugänglich.**

Gewöhnlich wird ein Experte für Modellierungswerkzeuge benötigt, um die Fragen zu stellen. So können nur wenige Leute Fragen stellen, und der Rest muss ohne die Antworten leben, die das Modell hätte liefern können. Oder hochbezahlte Ingenieure verbringen weniger Zeit mit der Modellierung, weil sie damit beschäftigt sind, nach den Antworten auf die Fragen Anderer zu suchen. Häufig müssen die im Modell eingebetteten Antworten an ein anderes Werkzeug in Ihrer Werkzeugkette übergeben werden. Dabei kann zusätzliche Arbeit anfallen, um das Wissen von einem in das andere Werkzeug zu übertragen.

## Die MapleSim-Lösung:

Ob Sie einen einfachen Zugang zu den aus Ihrem MapleSim-Modell abgeleiteten Lösungen für Ihre ganze Organisation schaffen wollen oder Ihr Modell in Ihre übrige Werkzeugkette integrieren wollen, MapleSim sorgt dafür, dass die Ergebnisse Ihrer harten Arbeit jederzeit verfügbar sind.

- Sie können einfach zu bedienende Webanwendungen mit vereinfachten Schnittstellen zu Ihrem MapleSim-Modell erstellen, damit die Mitarbeiter in Ihrer Organisation mit einem Webbrowser immer und überall auf die benötigten Antworten zugreifen können.
- MapleSim lässt sich einfach mit Simulink®, FMI-kompatiblen Modellierungswerkzeugen, CAD-Werkzeugen u.v.m. verbinden.
- Mit dem erzeugten Code, der ohne Lizenzgebühren und ohne Callbacks nutzbar ist, können Sie Ihr Modell einfach und kosteneffizient in andere Werkzeuge exportieren.



# Merkmale

## Block-Bibliothek

MapleSim enthält sowohl Blöcke mit physikalischen Komponenten als auch Blöcke für Signalfluss. Die Blöcke mit physikalischen Komponenten enthalten Funktionen für viele verschiedene Domänen:

- Elektrik, mit passiven und aktiven Bauteilen, Halbleitern und elektromechanischen Maschinen
- Thermik, mit Wärmespeichern, Leitern, Konvektion und Strahlung
- Rotatorische und translatorische Mechanik, mit Feder-Masse-Dämpfern, Getrieben, Kupplungen und Lagern
- Multibody-Dynamik, mit flexiblen Stäben, starren Körpern und Nebenbedingungen
- Magnetik, mit Daten magnetischer Werkstoffe, elektromagnetischen Feldern, Permanentmagneten, Feldgeometrien, Sensoren, Streufeldern sowie Quellen für Flüsse und Potenziale
- Thermoflüssigkeiten, mit Randbedingungen, Nebenbedingungen, Wärmefluss, Wärmeübertragung und Wärmesensoren
- Hydraulik, mit Hydraulikzylindern und -motoren, Blenden und Rohrleitungen mit nicht kreisförmigem Querschnitt

Die Signalfluss-Blöcke umfassen z.B.:

- kontinuierliche und diskrete Blöcke, z.B. Filter, Verzögerungsglieder und getriggerte Messwerterfassung
- Logik- und Strukturblöcke, z.B. boolesche Operatoren, Schalter und Multiplexer/Demultiplexer
- arithmetische Blöcke, z.B. Integriertoren, Verstärkung, Vektoren und Rückkopplung

Die Block-Bibliothek kann mit selbst erstellten und geteilten Anwenderbibliotheken, mit speziellen Zusatzprodukten und durch den Import von Drittherstellern gelieferter Modelica-Bibliotheken erweitert werden.

## Schnittstelle und Modellierung

- Drag-and-Drop-Umgebung zur Modellierung mit Hilfe von Blockschaltbildern
- Modelldiagramm entspricht direkt dem physikalischen System
- Systemgleichungen werden automatisch aus dem Diagramm erzeugt und mit verlustfreien symbolischen Techniken vereinfacht
- Komponenten aus verschiedenen Domänen lassen sich in einem Diagramm nahtlos zusammenfügen
- Anwender-Block-Bibliotheken können mit anderen Nutzern geteilt werden
- Import von Modelica-Bibliotheken und Modellen, die auf der Modelica 3.x Standardbibliothek basieren
- Import von in anderer FMI-kompatibler Software erstellten Modellen mit Hilfe von FMI 2.0 Model Exchange
- Maskierte Subsysteme und beobachtete Variablen
- Kontrolle über Parameter und Anfangsbedingungen einer einzelnen Instanz einer gemeinsam genutzten Komponente oder eines Subsystems
- Hierarchische Modelldiagramme mit besonders einfacher Navigation
- Vom Anwender definierbare Variablen für die Parameter der Komponenten
- Blockschaltbild und 3D-Modell-Konstruktion bei Multibody-Systemen
- Gleichungsbasierte kundenspezifische Komponenten ohne Skripting
- Von/Nach-Blöcke für ein übersichtliches Routing
- Daten-Import und -Export und Lookup-Tabellen

- Bei allen Komponenten und Untersystemen Zugang zum zugrunde liegenden Modelica-Code
- Vom Anwender zusammengestellte Favoriten-Palette für häufig verwendete Blöcke
- Verarbeitet Einheiten, einschließlich SI, US und Imperial
- Bibliothek vorgefertigter Modelle für viele verschiedene Themenbereiche
- Werkzeuge zur Versionskontrolle

## Simulation

- Steife/nichtsteife/halbsteife sowie feste und adaptive numerische Solver (Rosenbrock, Cash-Karp, Runge-Kutta-Fehlberg, Impliziter Euler)
- Lineare, nichtlineare, kontinuierliche und diskrete Zeit, SISO, MIMO und Hybridsysteme
- Verlustfreie symbolische Vereinfachung der Systemgleichungen liefert effiziente, hochpräzise Modelle
- Index-Reduktion für differential-algebraische Gleichungen von höherem Index
- Analytische Lösung algebraischer Schleifen ohne Zutun des Anwenders
- Detaillierte Fehleranalyse für die Modellkonstruktion und Diagnose der Simulation
- Unterbrechbare Live-Simulationen, bei denen Ergebnisse entsprechend dem Fortschritt der Simulation angezeigt werden
- Kompilierter Laufzeitmodus für eine schnelle Ausführung
- Batchbetrieb mit der Möglichkeit, Simulationsreihen und Optimierungen parallel auszuführen
- Werkzeuge zur Verwaltung von Parametersätzen
- Aufruf externen Codes im Rahmen einer Simulation
- Snapshots zum Starten von Experimenten an beliebigen Zeitpunkten, selbst wenn das Modell nach der Aufnahme des Snapshots verändert worden ist
- Weitergabe von Simulationsmodellen an andere Ingenieure mit dem MapleSim Explorer

## MapleSim Add-ons

- MapleSim Control Design Toolbox
- MapleSim CAD Toolbox
- MapleSim-Batterie-Bibliothek
- MapleSim-Antriebsstrang-Bibliothek
- MapleSim-Reifen-Bibliothek
- MapleSim Bibliothek zur Wärmeübertragung von CYBERNET
- MapleSim Hydraulics Library® von Modelon
- MapleSim Pneumatics Library® von Modelon
- MapleSim Server
- MapleSim Explorer
- Connectivity-Add-ons für Simulink, FMI und andere

- Effiziente Modelle und optimierter C-Code für eine schnelle Echtzeitausführung, einschließlich HIL-Anwendungen (Hardware-in-the-Loop)
- Direkte Übergabe an verbreitete Plattformen von MathWorks®, National Instruments™, B&R, dSPACE® und andere über Connectivity-Add-ons

## Analyse und Dokumentation

- Extrahieren, Anzeigen und Verändern der Systemgleichungen eines Modells
- Parameter-Optimierung und Parameter-Sweeps
- Werkzeuge für Frequenzbereich und Regelungsanalyse, einschließlich Untersuchung linearer Systeme, Sensitivitätsanalyse und Monte-Carlo-Simulation
- Werkzeuge zur Daten- und Signalerzeugung
- Leistungsfähige Analyse- und Utility-Werkzeuge, zum Extrahieren der kinematischen und dynamischen Gleichungen eines Multibody-Systems, Initialisierungsdiagnose, Vibrationsanalyse, FMU-Erzeugung und mehr – alles mit einem einfachen Mausklick
- Voller Zugriff auf Maple zur Simulationsanalyse, Visualisierung und Entwurfsdokumentation
- Skriptsprache für den programmgesteuerten Zugriff auf mathematische Solver, Strukturen und Visualisierungswerkzeuge für kundenspezifische Analysen
- API zwischen MapleSim und Maple für programmgesteuerte Analysen und Tests
- Parameter-Managementsystem zur einfachen Speicherung von Parametersätzen, zum Austausch von Parameterwertgruppen in Modellen und zum Vergleich von Ergebnissen
- Werkzeuge zum Ergebnis-Management, einschließlich Vergleich von Simulationsläufen auf denselben Achsen, sofortige grafische

Darstellung überwachter und nicht-überwachter Variablen und zur einfachen Erstellung kundenspezifischer Plots

- Mit dem Modell verknüpfte Live-Dokumentation der Entwicklung
- Übernahme aller zugehörigen Dateien in ein MapleSim-Modell zur einfachen Verwaltung und Weitergabe der Dokumente
- Natürliche mathematische Notation in Analyse- und Entwicklungsunterlagen durch Maple
- Unterstützt Entwicklung und Weitergabe einfach zu bedienender kundenspezifischer Anwendungen auf der Grundlage des Modells, einschließlich Bereitstellung über das Web mit dem MapleSim Server

## Visualisierung

- 3D Visualisierung und Animationen von Multibody-Systemen
- Automatisches Rendering im Stäbchenmodell – kundenspezifische Geometrien (einschließlich Federn, Zylindern, Kästen, Pfeilen für Kräfte und Drehmomente und Pfade) sowie importierte STL-Formen können für eine realistischere Darstellung hinzugefügt werden
- Volle Wiedergabe- und Kamerasteuerung bei 3D Visualisierungen und Animationen
- Export von 3D-Visualisierungen zum Abspielen außerhalb von MapleSim
- Kundenspezifische 2D-Plots
- Mehrere y-Achsen und Phasen-Plots
- Logarithmische, halblogarithmische und lineare Skalierung der Achsen
- Schwenken, Zoomen und Skalieren, interaktive Werteausgabe und Exportieren von Plots
- Fenster mit mehreren Plots
- Spuren per Drag-and-Drop zwischen Plots verschieben
- Volle Auswahl aller Maple-Plots verfügbar

MapleSim hilft Ihnen, **das Wissen Ihrer Ingenieure zu erfassen, zu vertiefen, zu bewahren und gezielt einzusetzen**, um Ihre Projekte zur Modellierung auf Systemebene zum Erfolg zu führen.



Visit [www.maplesim.com](http://www.maplesim.com) for product information, application stories, demo videos, a demo gallery, and more.

[www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com) | [info@maplesoft.com](mailto:info@maplesoft.com) • Toll-free: (US & Canada) 1-800-267-6583 | Direct:1-519-747-2373

© Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc., 2017. Maplesoft, Maple, and MapleSim are trademarks of Waterloo Maple Inc. Modelica is a registered trademark of the Modelica Association. Simulink and MathWorks are registered trademarks of The MathWorks, Inc. Hydraulics Library and Pneumatics Library are registered trademarks of Modelon AB. National Instruments is a trademark of National Instruments. dSPACE is a registered trademark of dSPACE GmbH. All other trademarks are the property of their respective owners.