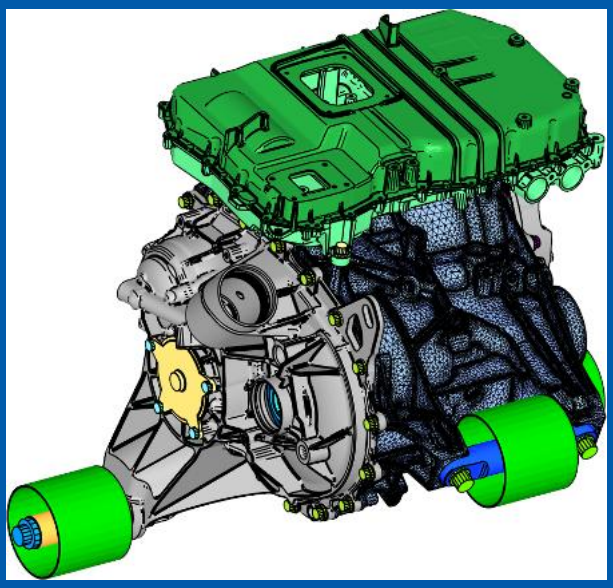


PERMAS

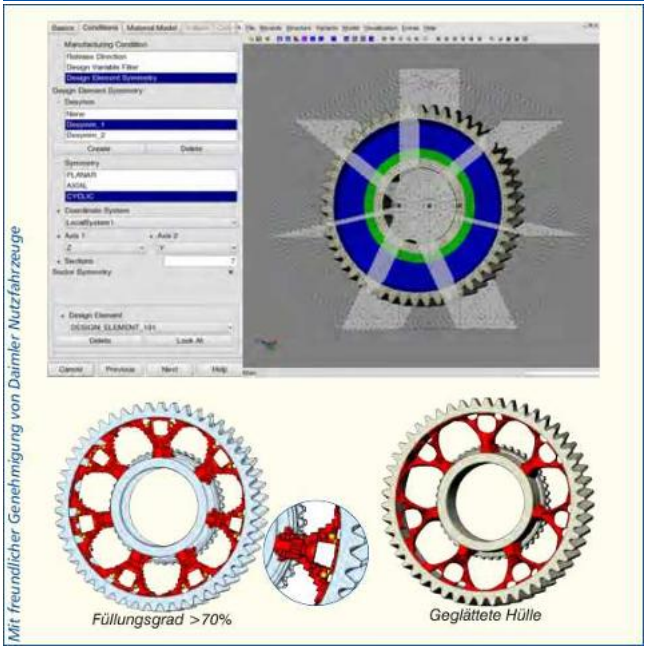
D

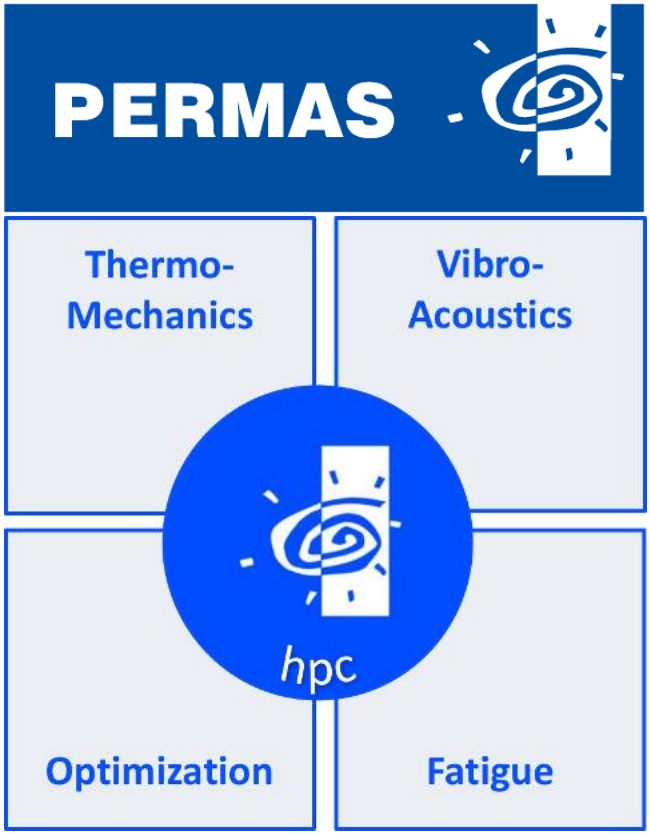
Version 21

INTES ist ein privates und unabhängiges Unternehmen für Finite-Elemente-Technologie (FE-Technologie) seit 1984 mit Sitz in Stuttgart, Paris und Tokio.

INTES ist für seine Kunden ein kompetenter Partner in allen Belangen der FE-Simulation. Die Zufriedenheit der Kunden mit Software und Service ist dabei oberstes Firmenziel.

Das Angebot umfasst die FE-Software PERMAS (mit VisPER als graphische Benutzeroberfläche), (spezifische) Softwareentwicklung, Schulung, Beratung und Berechnungsdienstleistungen.





PERMAS macht realistische Simulationen einsetzbar.

PERMAS ermöglicht fristgerechte realistische Simulationen mit sehr schnellen und genauen Berechnungen für große und komplexe Modelle.

PERMAS unterstützt in effektiver Weise leistungsbasierte Entwurfsentscheidungen ohne Einschränkung der Genauigkeit.

Kundennutzen mit PERMAS:

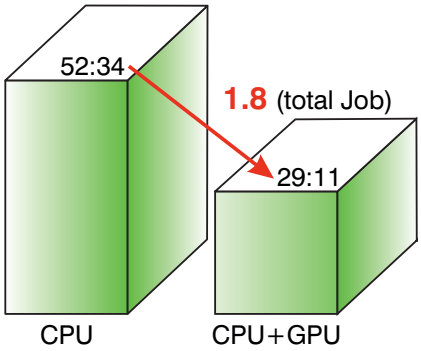
- Sie erreichen ein erweitertes Verständnis der Produktleistung und damit ein besseres Design.
- Sie können mehr Iterationen in der Entwicklung durchführen mit besserer Genauigkeit bei gleichen Rechenkosten.
- Sie bekommen ein besseres Design ihrer Produkte durch effektive und schnelle Optimierung komplexer Modelle.
- Sie reduzieren Aufwand, Kosten und Zeit für ein zuverlässiges leistungsbasiertes Produktdesign.
- Sie reduzieren Risiken und Unsicherheiten durch Zuverlässigkeitsanalyse und Optimierung für ein robustes Design.

Profil/ Stärken

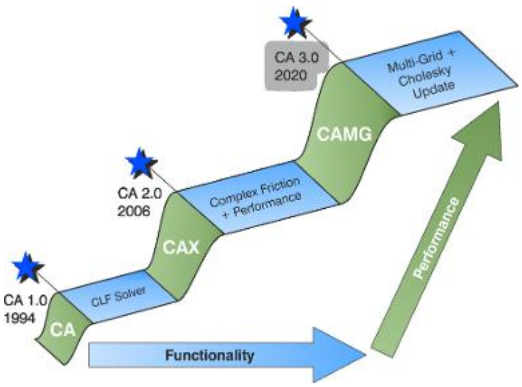
INTES

High performance computing
für (sehr) große Modelle, mit parallelem (direktem) I/O, mit schnellen Lösern und Parallelisierung.

In Kombination mit GPU Beschleunigung.



2*Intel 6146(40core)
Nvidia Tesla V100
GPU Beschleunigung für Kontaktmodell

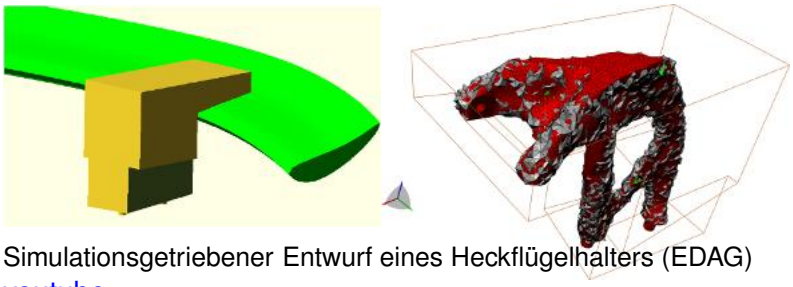


Entwicklung der Kontaktlöser

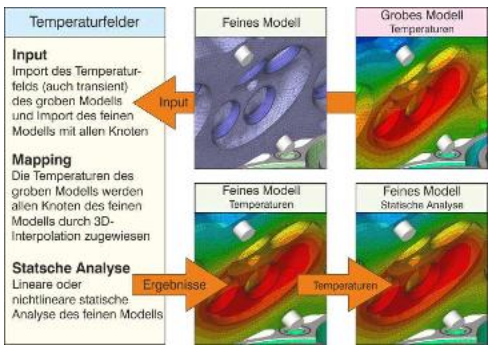
Spezifische Hochgeschwindigkeitsalgorithmen
für Kontaktanalyse, für Eigenwerte (MLDR Methode), für Fluid-Struktur-Kopplung, die Methode der harmonischen Balance.

Integrierte Optimierung
für Topologie, Sickenfindung, (parameterfreie) Formoptimierung, Dimensionierung, Laminate, robuster Entwurf, Sampling . . .

Automatisierte Arbeitsabläufe für generatives Design



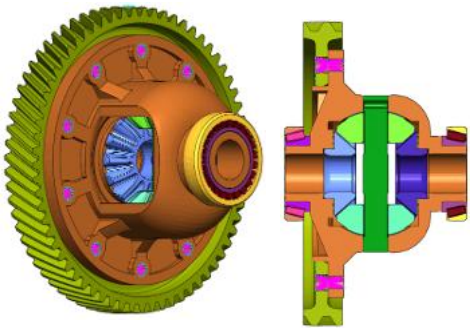
Simulationsgetriebener Entwurf eines Heckflügelhalters (EDAG)
youtube



Mapping von Temperaturfeldern

Produktivität
zur automatisierten Bauteilkopplung, inkompatible Netze, Unterstrukturtechnik und Submodelltechnik.

Innovationen V21



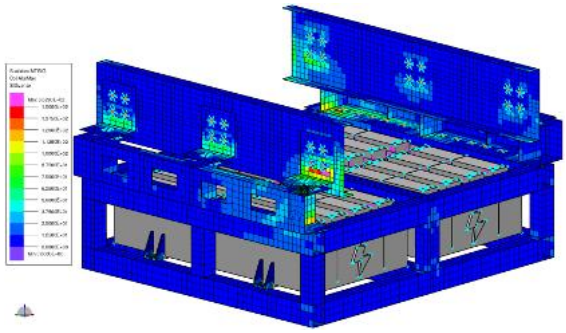
Differentialmodell mit vielen Kontaktpartnern

CONTACT AUTOSEARCH

- Automatische Kontaktpartnersuche und Definition
- Handhanbing von Kontaktnormalen, Knickwinkeln und MPCs
- Automatisches Handling der Schalennormalen für Kontakt, sowie der Schalendicke
- Manuelle Kontaktdefinitionen haben immer Vorrang

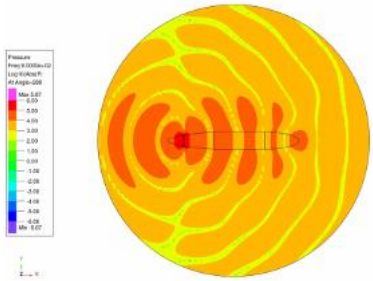
Kontakt in Dynamik

- Gleiche Kontaktmodellierung wie für Statik
- Für modale/direkte Zeitintegration und HBM
- Auch für Fluid-Struktur (FS) gekoppelte Systeme und Bremsenquietschen

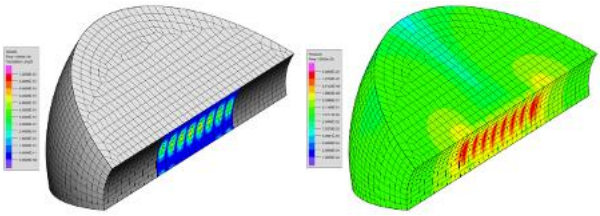


Spannungen, Batteriepack mit Kontakt in der Dynamik

Direkte Methoden für FS-Akustik



Direkte, gekoppelte Freq. analyse, Druckverteilung bei $900\,Hz$

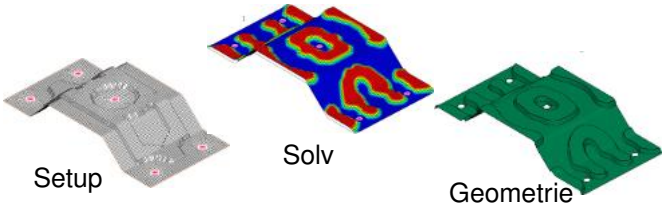


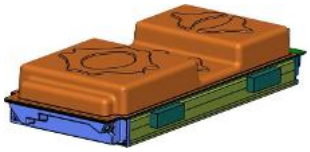
FS Random Response, Geschwindigkeit (links) und Druckverteilung (rechts) bei $1800.0\,Hz$

Sickenfindung in PERMAS/VisPER

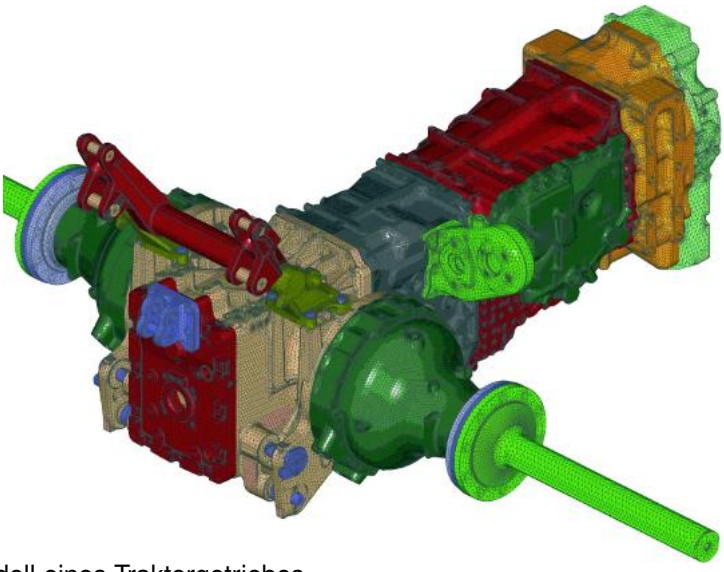
- Bead Wizard zur Definition der Sicken-optimierung
- Spezieller Optimierungslöser
- Spezielles Sicken-Postprocessing durch Bead Design Wizard

Kompletter Analyseworkflow verfügbar





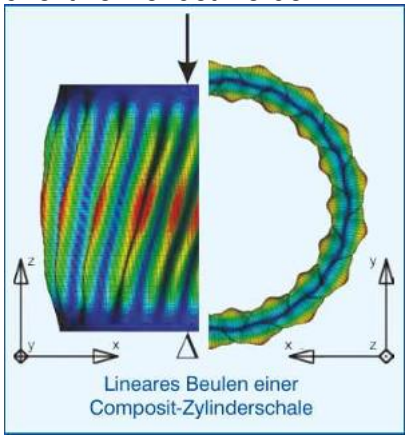
Sicken, Batteriegehäuse



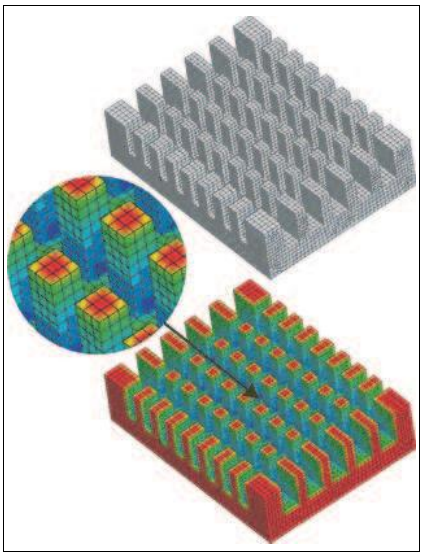
Modell eines Traktorgetriebes
ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen.

Die **Thermomechanik** umfasst Funktionalitäten zur Ermittlung von Temperaturfeldern, der Kontaktanalyse, der linearen und nichtlinearen Statik sowie das Beulen.

Die Berechnung von linearer und nichtlinearer, stationärer und transienter **Wärmeleitung** ist verfügbar. Wärmeleitung, Wärmekapazität und Wärmeübergang mit Strahlung können entsprechend eingesetzt werden. Berechnete Temperaturfelder können in einer nachfolgenden Statik direkt verwendet werden.



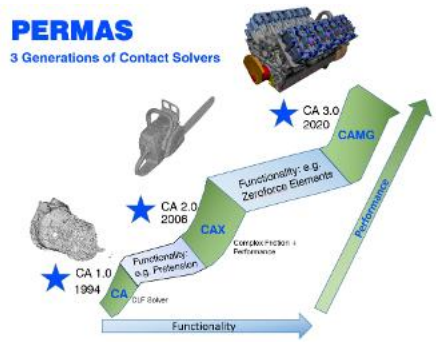
Das lineare **Beulen** ist eine klassische Methode um Schalen- und Balkenstrukturen zu untersuchen. Sie kann auch im Nachgang einer nichtlinearen Beulanalyse stattfinden, um weitere Verzweigungspunkte zu entdecken.



Berechnung eines Kühlkörpers mit Strahlung

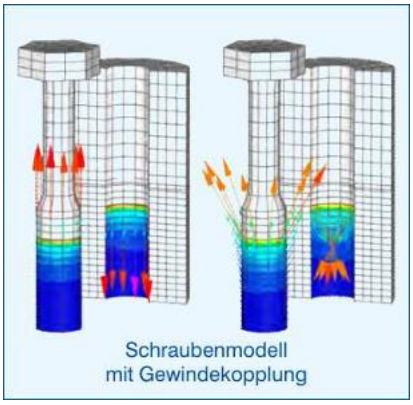
Kontakt ist eine nichtlineare Randbedingung, die sowohl mit sonst linearen Bedingungen oder mit weiteren Nichtlinearitäten gekoppelt werden kann. Dabei kann der Kontaktzustand zwischen verschiedenen Körpern, zwischen einem Körper und Grund, aber auch bei Selbstkontakt ermittelt werden.

Die Kontaktanalyse kann ohne und mit Reibung durchgeführt werden, wobei isotrope und anisotrope Haft- und Gleitreibung nach dem Coulombschen Reibgesetz verwendet werden kann.

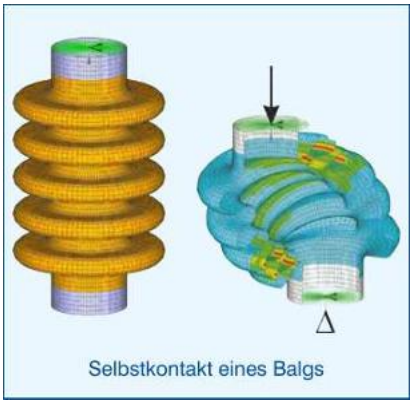


Die CLF (Condensed Lagrange Flexibility) Methode sorgt für Hochleistung in der Kontaktanalyse. Der integrierte Contact-Analysis-Multi-Grid (CAMG) Löser reduziert drastisch die Laufzeiten für große Kontaktmodelle (>10,000 Kontakte).

Der Kontakt kann zwischen kompatibel und inkompatibel vernetzten Teilen berechnet werden. In beiden Fällen kann direkt der resultierende Kontaktdruck ermittelt werden.

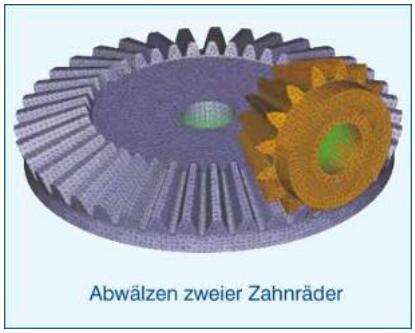

Schraubenmodell
mit Gewindekopplung

Auch die **Schraubenvorspannung** wird über einen Kontakt hergestellt. Darüber hinaus erfolgt die Kopplung von Schraube und Gegengewinde direkt über den Gewindebereich bei durchgängig zylindrischem Schraubenmodell. Damit kann auch die radiale Bohrungsaufweitung und axiale Verdrillung durch Flankenwinkel und Gewindesteigung berücksichtigt werden, ohne dass das Gewinde selbst abgebildet werden müsste.



Selbstkontakt eines Balgs

Durch **Update der Kontaktgeometrie** können auch größere Gleitwege im Kontaktbereich berechnet werden. Bei Kombination mit geometrisch nichtlinearen Effekten können dadurch große Rotationen durchgeführt werden.


Abwälzen zweier Zahnräder

Nichtlineare Dichtungen werden über spezielle Elemente abgebildet und durch die Kontaktanalyse korrekt berücksichtigt.

Rein **kraftgeführte Kontakte** sind auch bei vorhandenem Anfangsspalt möglich.

Ein **erreichter Kontaktzustand** kann für eine nachfolgende Variantenberechnung **wiederverwendet** werden. Dadurch kann sich die Rechenzeit erheblich verringern.

Für eine **nachfolgende Dynamik- oder Wärmeleitungsberechnung** können die Kontakte eingefroren werden, wobei eine druckabhängige Kopplung unterstützt wird.

Nichtlineares Materialverhalten kann auf verschiedene Modelle zurückgreifen: nichtlinear elastisches Material, Elastoplastizität (von Mises, Tresca, Drucker-Prager, Mohr-Coulomb, Gussmaterial), einfaches viskoplastisches Material, Kriechen. Dabei kann das Material temperaturabhängig sein. Bei der Plastizität kann eine isotrope oder kinematische Verfestigung (auch nichtlinear) berücksichtigt werden. Benutzerdefiniertes Materialverhalten ist möglich.

Neben isotroper Plastizität wird auch transvers-isotrope Plastizität für kurzfaserverstärkte Kunststoffe unterstützt.

Für große Modelle und lokale Effekte lassen sich auch Substrukturtechnik und Submodelltechnik mit nichtlinearen Analysen kombinieren.

Geometrische Nichtlinearitäten können mit den anderen linearen und nichtlinearen Effekten kombiniert werden. Auch nichtlineares Beulen von Schalenstrukturen mit linearem oder nichtlinearem Material ist verfügbar und kann in jedem Schritt mit einer linearen Beulanalyse ergänzt werden, um Verzweigungen zu untersuchen.

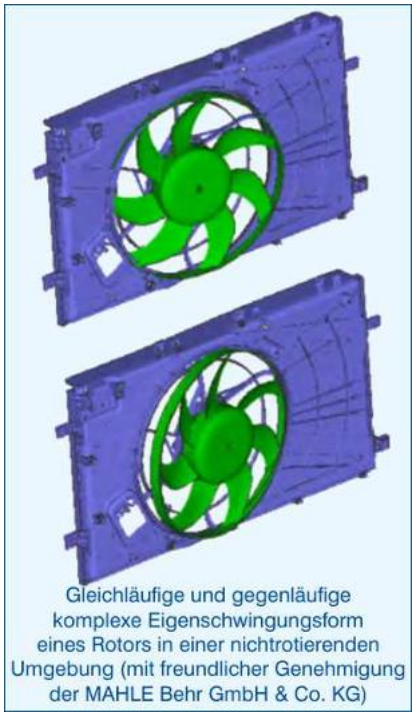
Große Dehnungen bei hyperelastischem Material wird unterstützt, mit den gleichen Elementen wie für andere lineare oder nichtlineare Analysen.

Körperschall und Luftschall mit Schalldurchgang an einem Fahrzeug

Bei der reellen **Eigenwertanalyse** für die Struktur kann die elastische Steifigkeit durch eine geometrische Steifigkeit und eine Drucksteifigkeit erweitert werden. In der Rotordynamik kann zusätzlich die Zentrifugalfeldsteifigkeit oder eine konvektive Steifigkeit ergänzt werden, je nachdem ob im mitdrehenden oder raumfesten Koordinatensystem gerechnet werden soll.

Für die **Strukturdynamik** werden Funktionalitäten im Modalraum mit reeller und komplexer Eigenwertanalyse, dynamischer Kondensation, und Antwort im Frequenz- und Zeitbereich (auch stationär) bereitgestellt. Dazu kommen spektrales Antwortverhalten und zufallserregte Schwingungen. Daneben sind auch direkte Lösungen für die Antwort im Frequenz- und Zeitbereich vorhanden.

Für das **Fluid** und die gekoppelte **Fluid-Struktur-Akustik** stehen im Modalraum reelle Eigenwertanalyse, dynamische Kondensation und Antwort im Frequenz- und Zeitbereich sowie zufallserregte Schwingungen zur Verfügung. Auch direkte Lösungen für die Antwort im Zeit- und Frequenzbereich sind vorhanden.



Gleichläufige und gegenläufige komplexe Eigenschwingungsform eines Rotors in einer nichtrotierenden Umgebung (mit freundlicher Genehmigung der MAHLE Behr GmbH & Co. KG)

Die Modellierung des Fluids erfolgt mit Volumenelementen und die Verbindung zur Struktur über Kopplungselemente. Für umgebende Fluide stehen Abstrahl-Randbedingungen zur Verfügung und auch halb-unendliche Elemente.

Die reelle Eigenwertanalyse bei der gekoppelten Fluid-Struktur Akustik liefert Eigenformen, die aus Verschiebungsform der Struktur und zugehöriger Druckverteilung im Fluid bestehen.

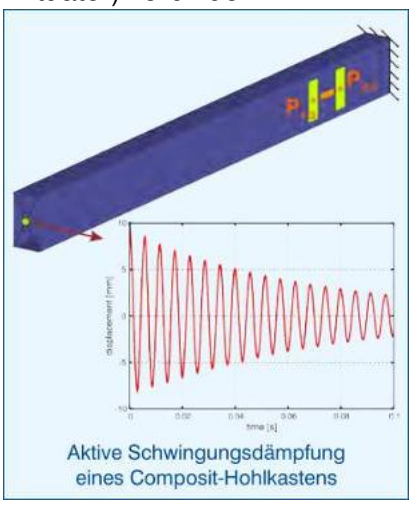
Für sehr große Modelle mit einer hohen Anzahl von zu berechnenden Eigenwerten steht mit dem **MLDR**-Verfahren (Multi-Level Dynamic Reduction) ein besonders effizientes Verfahren zur Verfügung.

Die **komplexe Eigenwertanalyse** basiert auf den reellen Eigenwerten und Eigenformen. Bei rotierenden Strukturen kann ein Campbell-Diagramm für viele Drehgeschwindigkeiten in einer Berechnung ermittelt werden.

Für die Modellierung der **Dämpfung** stehen umfangreiche Möglichkeiten wie Materialdämpfung, proportionale Dämpfung, viskose Dämpfungselemente, modale viskose Dämpfung, modale Strukturdämpfung und auch die Eingabe von Dämpfungsmatrizen (auch modal) zur Verfügung.

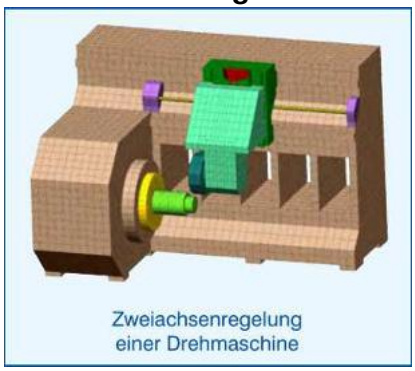
Im Frequenzbereich können Strukturdämpfungen auch frequenzabhängig beschrieben werden. Eine frequenzabhängige viskose Dämpfung ist über ein spezielles Element möglich.

Für eine **aktive Dämpfung** sind Regelelemente vorhanden, die einen dynamischen Schwingungszustand (abgegriffen am Sensor) über klassische lineare oder nichtlineare Regelparameter mit einer Antriebskraft (am Aktuator) verbinden.



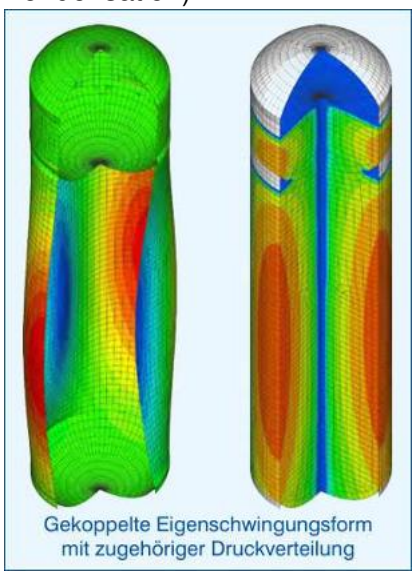
Aktive Schwingungsdämpfung eines Composit-Hohlkastens

Für die komplexe Lage- und Geschwindigkeitsregelung z.B. von Werkzeugmaschinen gibt es zusätzliche **Regelelemente**.



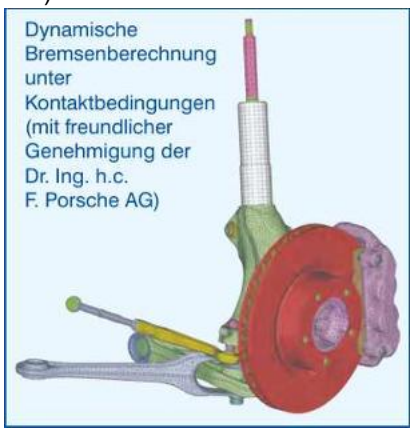
Zweiachsenregelung einer Drehmaschine

Bei der gekoppelten **Fluid-Struktur-Akustik** kann für eine Struktur mit eingeschlossenem Fluid die Kondensation so erfolgen, dass im kondensierten System keine Druckfreiheitsgrade mehr präsent sind (sog. trockene Kondensation).



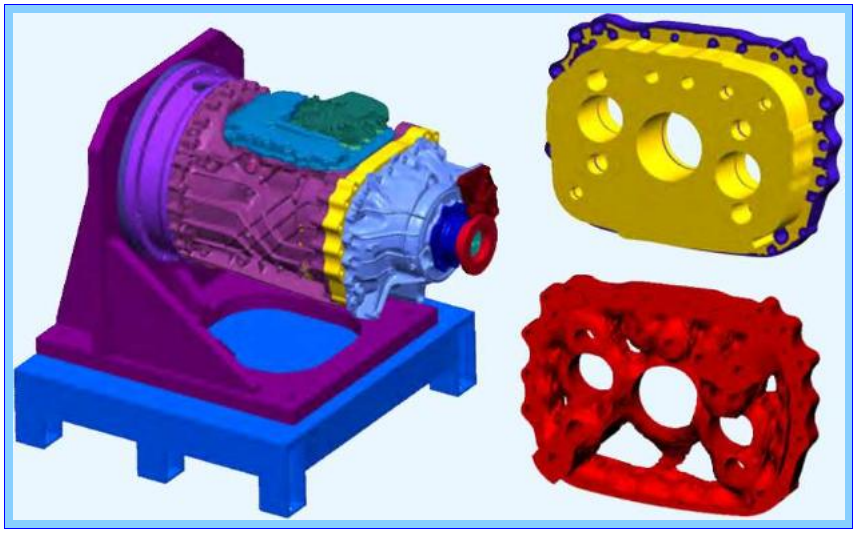
Gekoppelte Eigenschwingungsform mit zugehöriger Druckverteilung

Für die **dynamische Kondensation** steht eine erweiterte Craig-Bampton-Methode zur Verfügung (MBCB Mixed Boundary Craig-Bampton), die Schwingungsformen unter verschiedenen Randbedingungen (auch frei-frei) verwenden kann.



Bei der **dynamischen Bremsenberechnung** kann der Kontaktzustand zwischen Bremsbelag und Bremsscheibe eingefroren und für eine nachfolgende reelle und komplexe Eigenwertanalyse verwendet werden, um Instabilitäten zu identifizieren, die ein Quietschen anzeigen. Eine Parameteruntersuchung mit Hilfe des integrierten **Samplings** ergibt wichtige Hinweise auf Verbesserungspotential für die Bremse.

Optimales Design



Topologie-Optimierung eines Lagerträgers (mit freundlicher Genehmigung der ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen)

Die parametrische **Formoptimierung** hat mehrere Ausprägungen, als Positionsoptimierung, Sickengenerierung oder Formoptimierung mit Formfunktionen (sog. Shape-Basis-Vektoren).

Die **Positionsoptimierung** ist dadurch charakterisiert, dass die Lage zweier oder mehrerer Bauteile zueinander oder die Lage der Randbedingungen so geändert wird, dass bestimmte Bedingungen wie die minimale Verformung erreicht werden.

Die in PERMAS realisierten Methoden zur Optimierung sind **voll integriert**. Neben der Dimensionsoptimierung (auch Sizing genannt) stehen Topologieoptimierung, Formoptimierung, sowie die Zuverlässigkeitsanalyse zur Behandlung unsicherer Parameter zur Verfügung. Die Optimierung unter Zuverlässigkeits-Randbedingungen wird als robuste Entwurfsoptimierung unterstützt.

Sicken-generierung zur Optimierung der ersten Eigenfrequenzen eines Tanks

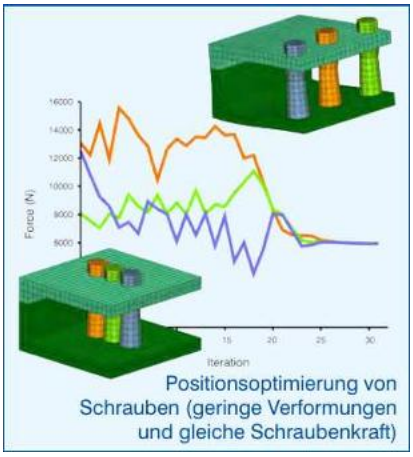
Als Einstieg in die Optimierung kann das **Sampling** eingesetzt werden. Es erlaubt die Berechnung einer Struktur unter verschiedenen Werten mehrerer Parameter. Damit erhält man Informationen zum Einfluss der Parameter und der Sensitivität verschiedener Ergebnisgrößen auf Parameteränderungen.

Abhängig von der Optimierungsart können verschiedene Analysen zur Optimierung verwendet werden, wie Statik, Kontaktanalyse, lineares Beulen, nichtlineares Materialverhalten, reelle und komplexe Eigenwertanalyse, modale Frequenzganganalyse, stationäre Wärmeleitung. Als Ziel oder Nebenbedingung einer Optimierung kommen Grenzen für die Werte der Entwurfsvariablen und zahlreiche Antwortgrößen in Frage.

Die **Sickengenerierung** wird bei Schalenstrukturen eingesetzt, um durch ein geeignetes Sickenbild bestimmte statische oder dynamische Eigenschaften zu erreichen.

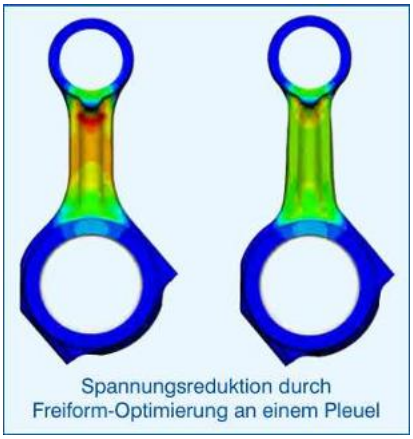
Optimierung der Form der Kolbenbohrung zur Reduzierung der Kantenpressung auf dem Kolbenbolzen (mit freundlicher Genehmigung der Mahle GmbH, Stuttgart)

Optimales Design



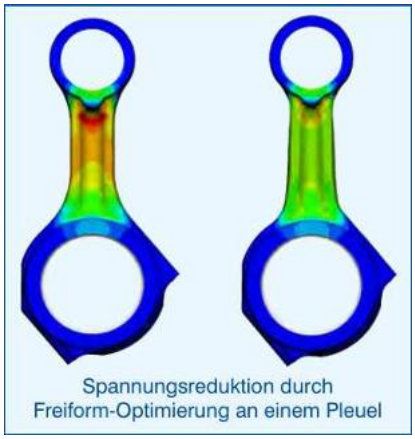
Positionsoptimierung von Schrauben (geringe Verformungen und gleiche Schraubenkraft)

Die nicht-parametrische **Freiform-Optimierung** wird hauptsächlich zur Spannungshomogenisierung oder zur Spannungsbegrenzung für eine Gewichtsoptimierung eingesetzt. Dabei können komplexe Oberflächen in Normalenrichtung Material zu- oder abgeben. Zusätzliche Nebenbedingungen wie Verschiebungen oder Auszugsrichtungen sind möglich.

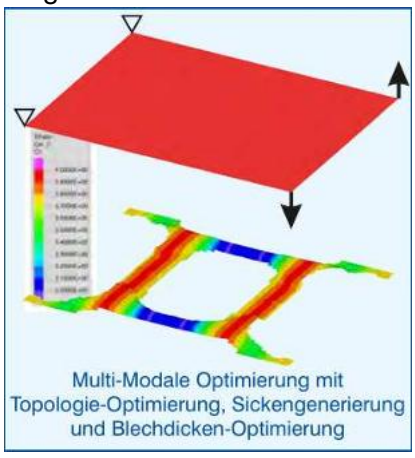

Spannungsreduktion durch Freiform-Optimierung an einem Pleuel

Die **Zuverlässigkeitsanalyse** behandelt unsichere Parameter und ihren Einfluss auf das Strukturverhalten. Dabei kann auch ein vorgegebenes Versagen durch seine Eintrittswahrscheinlichkeit charakterisiert werden.

Bei der **Dimensionsoptimierung** sind die Entwurfsvariablen alle anderen Parameter als Knotenkoordinaten, also Dicken, Querschnittsflächen, Materialparameter, Werte von Federn, Massen- und Dämpferelementen, oder auch Parameter von Regelelementen.


Spannungsreduktion durch Freiform-Optimierung an einem Pleuel

Durch Vereinheitlichung der Optimierungsmethoden von parametrischer Formoptimierung, Dimensionsoptimierung und Topologie-Optimierung können alle diese Methoden gleichzeitig für eine **Multi-Modale Optimierung** eingesetzt werden.

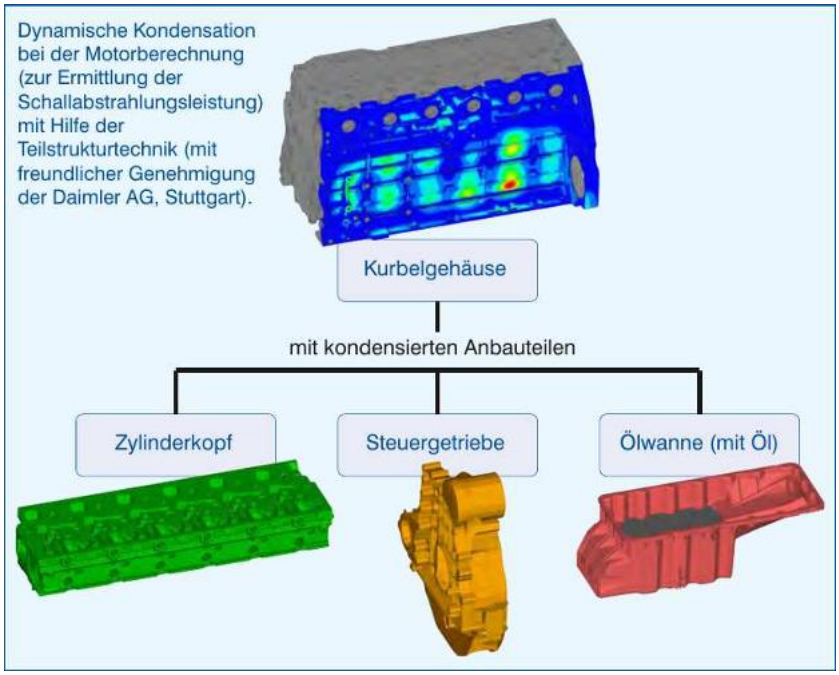

Multi-Modale Optimierung mit Topologie-Optimierung, Sickengenerierung und Blechdicken-Optimierung

Die **Topologie-Optimierung** geht von einem Entwurfsraum aus, um die beste Materialverteilung in diesem Entwurfsraum für ein gegebenes Entwurfsziel zu finden. Ziel und Nebenbedingungen sind dabei für den Entwurfsraum oder für Strukturteile außerhalb des Entwurfsraums angebbar. Außerdem können Fertigungs-Randbedingungen definiert werden, die auf Symmetrien, Ausformrichtungen, minimale und maximale Wandstärken sowie Überhangwinkel für 3D-Printing abzielen. Als Entwurfsvariable wird ein Elementfüllungsgrad verwendet, der einen direkten Einfluss auf Steifigkeit und Masse jedes Elements hat. Im auskonvergierten Zustand teilen sich die Elemente in solche mit Füllungsgrad Eins, welche die gewünschten Struktureigenschaften repräsentieren, und in solche mit Füllungsgrad Null, die nicht mehr gebraucht werden. Nach einer automatischen Glättung der Oberfläche der verbleibenden Struktur kann die Oberfläche als Netz oder Geometrie (STL) exportiert werden.

Die Topologie-Optimierung kann auch auf andere Größen, z.B. Blechdicken, angewendet werden (sog. **Free Sizing**).

Laminate können mit der Topologie-Optimierung auf neue Entwurfskonzepte untersucht und mit einer Dimensionsoptimierung auf Dicke und Lagenwinkel jeder Schicht ausgelegt werden, auch mit Versagenskriterien als Nebenbedingung.

Weitere Funktionen



Bei der **Teilstrukturtechnik** kann ein FE-Modell in beliebige Teilstrukturen (sog. Komponenten) zerlegt werden. Diese Komponenten lassen sich, ähnlich wie einzelne Elemente, zu einer übergeordneten Struktur (der sog. Konfiguration) zusammenfügen.

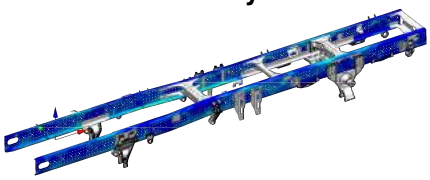
Eine Konfiguration kann über beliebig viele Stufen bis zur Top-Komponente zusammengebaut werden. Jede Stufe kann eigene Elemente, Lasten, Randbedingungen enthalten.

Weitere Berechnungsfunktionen für die Elektromagnetik, die Laminatanalyse, ein innovatives Schweißpunktkonzept sowie in PERMAS integrierte Schnittstellen zur Kopplung zu anderen Software-Produkten.

Elektro-thermische Analyse von Leiterbahnen eines Steuergerätes

Lineare statische und dynamische Aufgaben aus der **Elektrodynamik** können mit den entsprechenden Modulen bearbeitet werden. Die dabei entstehenden Wärmen nach dem Joule-Effekt oder die induzierten Kräfte können unmittelbar für eine nachfolgende Strukturberechnung verwendet werden.

Integrierte Lebensdaueranalyse



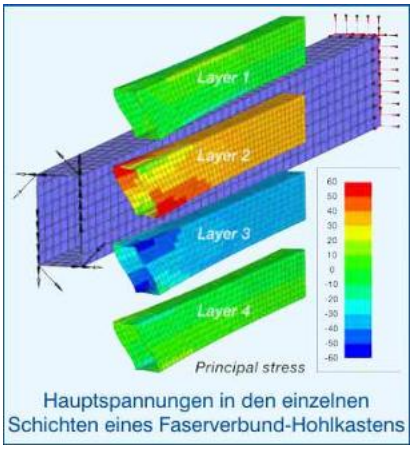
Mit freundl. Genehmigung von Daimler Truck, Stuttgart

PERMAS ermöglicht eine eine voll integrierte Lebensdauerberechnung mit einfacher Anwendbarkeit. Dadurch können enorme externe Datentransfers entfallen und durch HPC Technologie sehr schnelle Rechenzeiten realisiert werden. Die Analyse kann entweder auf eine (nichtlineare) Statik oder auf eine Zeitsimulation (modal oder direkt) folgen. Parameterstudion können durch mehrere Lebensdaueranalysen in einem Lauf gemacht werden.

Statische und dynamische Kondensation stehen zur Reduktion der Komponenten zur Verfügung. Daraus können auch Matrixmodelle erstellt werden, welche die FE-Modelle der Komponenten repräsentieren und zum Austausch mit Kooperationspartnern geeignet sind, ohne die Details der Modelle mitzuteilen.

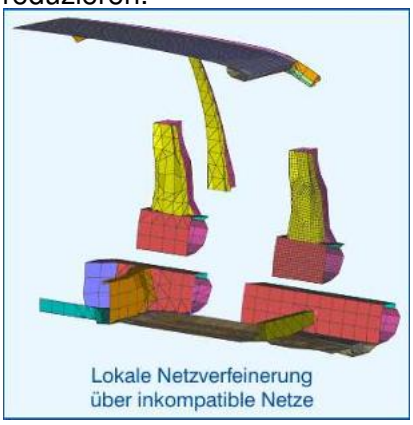
Weitere Funk-tionen

Zur Modellierung und Berechnung von Faserverbunden (**Composites**) stehen dreieckige und viereckige Schalenelemente zur Verfügung. Die Eigenschaften können über den Schichtaufbau oder direkt über ABD-Matrizen beschrieben werden. Für jede Schicht können Versagens-kriterien ausgewertet werden.

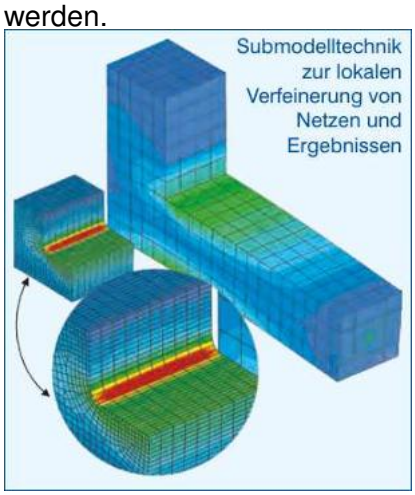


Hauptspannungen in den einzelnen Schichten eines Faserverbund-Hohlkastens

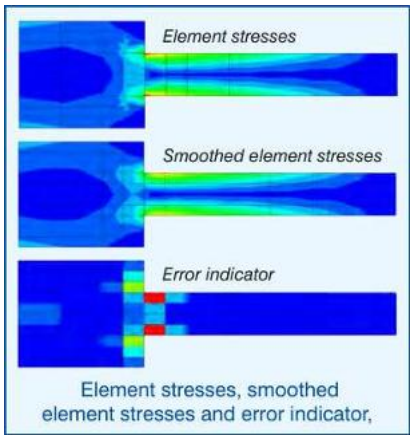
Ein spezielles **Schweißpunktelement** steht zur Verfügung, um die Abhängigkeit der Spannungen in den Flanschen von der Netzfeinheit entscheidend zu reduzieren.


Lokale Netzverfeinerung über inkompatible Netze

Ergebnisse, die auf einem groben Netz berechnet wurden, können als Randbedingungen für einen feiner vernetzten Teil des Modells herangezogen werden (z.B. zur genaueren Nachrechnung von Spannungen). Mit dieser **Submodelltechnik** können auch lokale nichtlineare Analysen auf der Basis linearer Gesamtanalysen durchgeführt werden.



Durch **automatisierte Bauteilverbindungen** über inkompatible Netze lassen sich flexiblere und schnellere Modellbildungen bewerkstelligen, da Netze nicht über aufwändige Netzanpassungen kompatibel gemacht werden müssen und der Austausch von Teilen dadurch viel einfacher wird.



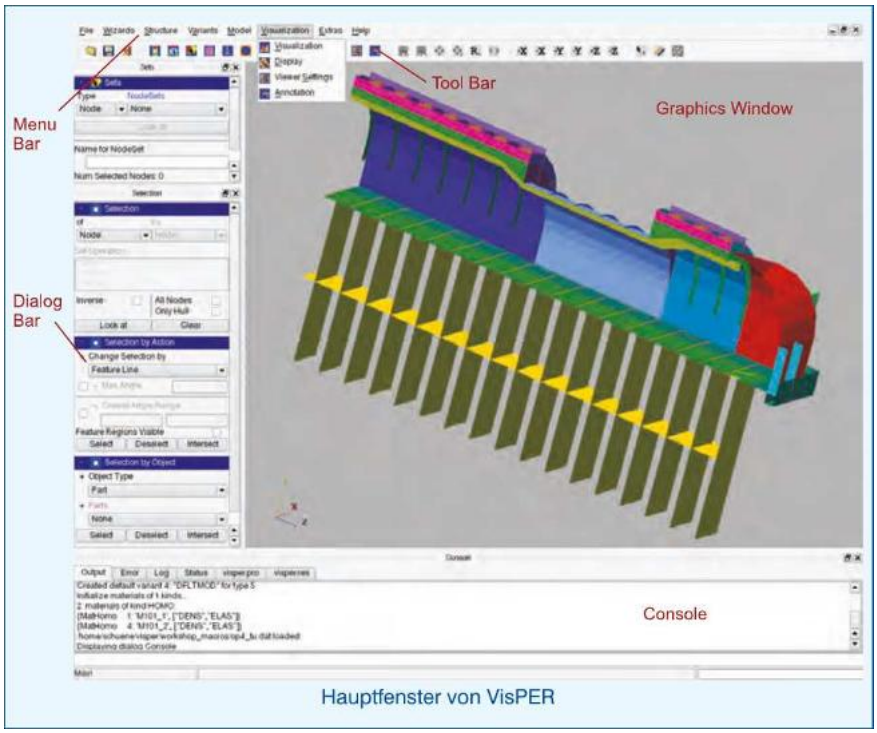
Element stresses, smoothed element stresses and error indicator,

Mit der SPR-Methode (Smooth Patch Recovery) können neben den üblichen Spannungen auch **SPR-Spannungen** berechnet werden. Die Differenz dieser Spannungen definiert einen (Absoluten) **Fehlerindikator**, der für die Prüfung der Netzqualität und für eine zusätzliche Netzverfeinerung verwendet weren kann. Außerdem wird aus den SPR-Spannungen der Spannungs-gradient normal zur Oberfläche ermittelt.

VisPER	Adams MNF
MEDINA	AVL Excite
Patran	Altair MotionSolve
I-deas	VLAB Motion, Durability
Hypermesh, Hyperview	Simpack
Ansa	Simdrive 3D
Nastran BDF+OP2	MeshWorks
Simlab	VAO
NX	Femfat
Abaqus INP	Ensight
ADSTEFAN	modeFrontier
Magmasoft	Novus Nexus

Schnittstellen: blau: integriert, schwarz: extern

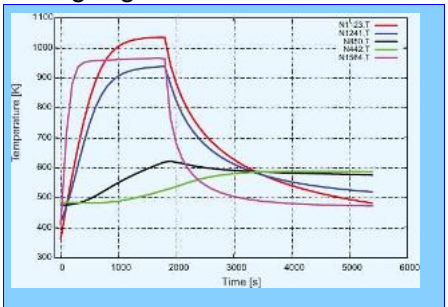
PERMAS ist ein offenes System und pflegt zahlreiche **Schnittstellen** zu anderen Softwaresystemen.



Hauptfenster von VisPER

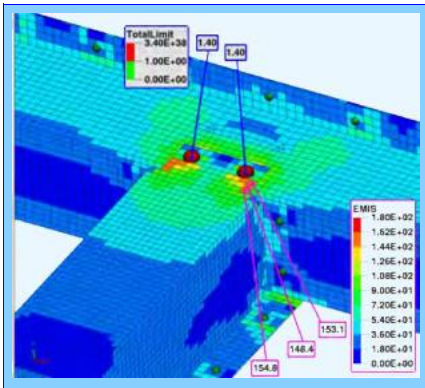
VisPER ist der graphische Pre- und Post-Prozessor zu PERMAS. Er umfasst das Preprozessing von PERMAS-Modellen (im wesentlichen auf der Basis bereits erstellter Netze) und das Postprozessing zur Auswertung von Ergebnissen, die mit PERMAS berechnet wurden.

Für das Postprozessing von XY-Graphen steht mit „PERMASgraph“ neben VisPER auch ein separates Auswerteprogramm zur Verfügung.



Temperaturverlauf über der Zeit mit PERMASgraph

Für die Auswertung von Schweißpunktkräften steht eine spezielle Methode zur Verfügung, die über Ampelfarben die kritischen und unkritischen Werte für Normal- und Schubkraft sichtbar macht. Für eine Gesamtbewertung sind zusätzlich die Spannungen im Flansch darstellbar.


Auswertung von Schweißpunktkräften

Neben der Beschreibung von Elementeigenschaften, MPC-Bedingungen, Randbedingungen und Lasten umfasst VisPER spezielle Assistenten (sog. **Wizards**), welche die Anwender durch die jeweiligen Modellierungsschritte führen:

Allgemein:

- Assemblierung/Teiletausch
- Bremsenberechnung
- Entwurf durch Simulation
- Pressverbindungen
- Sampling

Kontakt:

- Kontaktmodellierung
- Schraubenvorspannung

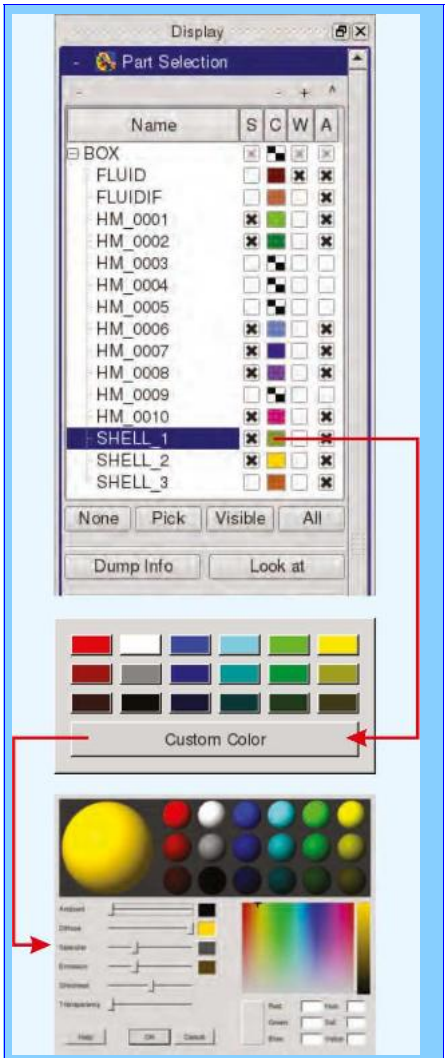
Optimierung:

- Topologie-Optimierung
- Dimensionsoptimierung
- Formoptimierung (mit Sickengenerierung und Positionsoptimierung)
- Freiform-Optimierung

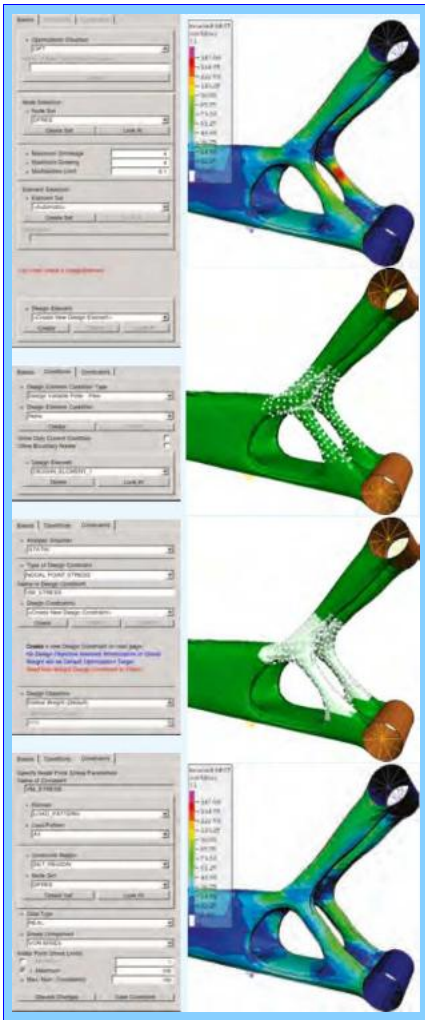
Weiteres:

- Fluid-Struktur-Kopplung
- Teilstrukturtechnik
- Starrkörperentkopplung (RBM-Assistent)

VisPER erfüllt auch die wichtige Aufgabe der Modellverifikation, indem zahlreiche Verifikationsergebnisse aus PERMAS visualisiert und überprüft werden können, z.B. Projektionsrichtungen und ungekoppelte Knoten in Fläche-zu-Fläche-Verbindungen mittels MPC. Darüber hinaus werden die Diagnosemeldungen aus PERMAS ausgewertet und die betroffenen Modellteile direkt angezeigt.



Grapikeigenschaften von Parts und Elementgruppen (S=Sichtbar,C=Farbe,W=Gitter,A=Aktiv)

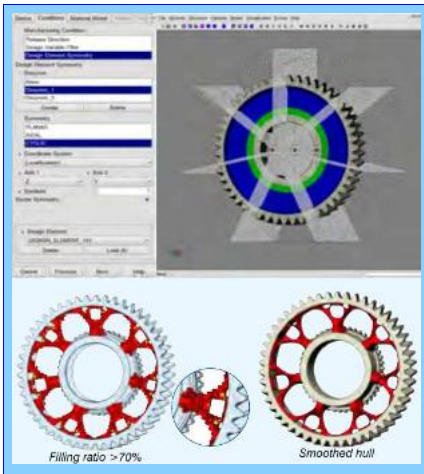


Pre-und Postprocessing für eine Freiformoptimierung

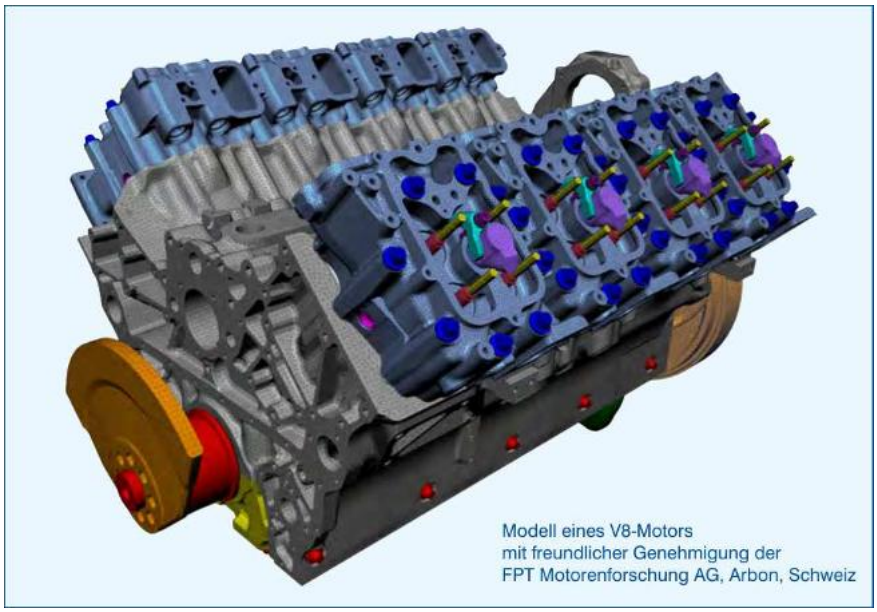
VisPER basiert auf der Infrastruktur von PERMAS, so dass alle Schnittstellen von PERMAS auch in VisPER zur Verfügung stehen, allerdings mit direkter visueller Kontrolle des eingelesenen Modells. Zusätzlich können auch Ergebnisse von PERMAS in anderen Formaten ausgegeben werden.

VisPER verfügt über eine moderne interaktive Graphik zur einfachen und intuitiven Anwendung. Die leichte Auswahl der dargestellten Modellteile, Arbeiten mit Transparenz und Schnittebenen, die einfache Erzeugung von Animationen und viele andere nützliche Interaktionen unterstützen die Arbeit mit diesem Werkzeug in effektiver und effizienter Weise.

Umfangreiche Einstellungsmöglichkeiten bieten dem Anwender eine leichte Anpassung an die gewünschte Arbeitsweise. Eigene Kürzel für Standardfunktionen beschleunigen viele Operationen. Makros auf der Basis von Python können einfach erstellt und wiederverwendet werden.



Topologie-Optimierung eines Zahnrads mit zyklischer Symmetrie und Auszugsrichtungen



PERMAS-Module:

Thermo-Mechanik:
MQA Basismodul
LS Lineare Statik
CA+CAX Kontaktanalyse
CAU Kontaktupdate
CAMG Kontakt-Multigrid-Löser
NLS Nichtlineare Statik
NLSMAT Weitere Materialien
NLSA Hyperelast. Material
BA Lineare Beulanalyse
HT Wärmeleitung
NLHT Nichtlineare Wärmel.
LIFE Basis Lebensdaueranalyse

Vibro-Akustik:
DEV Dynamik (Eigenwerte)
DEVXErweiterte Eigenwerte
MLDR Eigenwerte mit MLDR
DRA Dynamik (Response)
DRX Erweiterte Dynamik
FS Fluid-Struktur Akustik
NLD Nichtlineare Dynamik
HBM Methode der harm. Balance

Optimaler Entwurf:
OPT Entwurfsoptimierung
TOPO Layoutoptimierung
AOS Weitere Optimierer
RA Zuverlässigkeitsanalyse

Weitere Funktionen:
EMS Elektro-/Magnetostatik
EMD Elektrodynamik
LA Laminatanalyse
WLDS Schweißpunktmodell
AERO Aeroelastik/Allg. interia relief
XPU GPU-Beschleuniger

Schnittstellen:
MEDI MEDINA-Door
PAT PATRAN-Door
ID I-DEAS-Door
AD ADAMS-Interface
EXCI EXCITE-Interface
SIM SimPack-Interface
SIM3D Simdrive 3D-Interface
HMS MotionSolve-Interface
H3D HYPERVIEW-Interface
VLAB Virtual.Lab-Interface
ADS ADSTEFAN-Interface
MAT MATLAB-Interface
NAS NASTRAN-Door
ABA ABAQUS-Door

VisPER-Module:

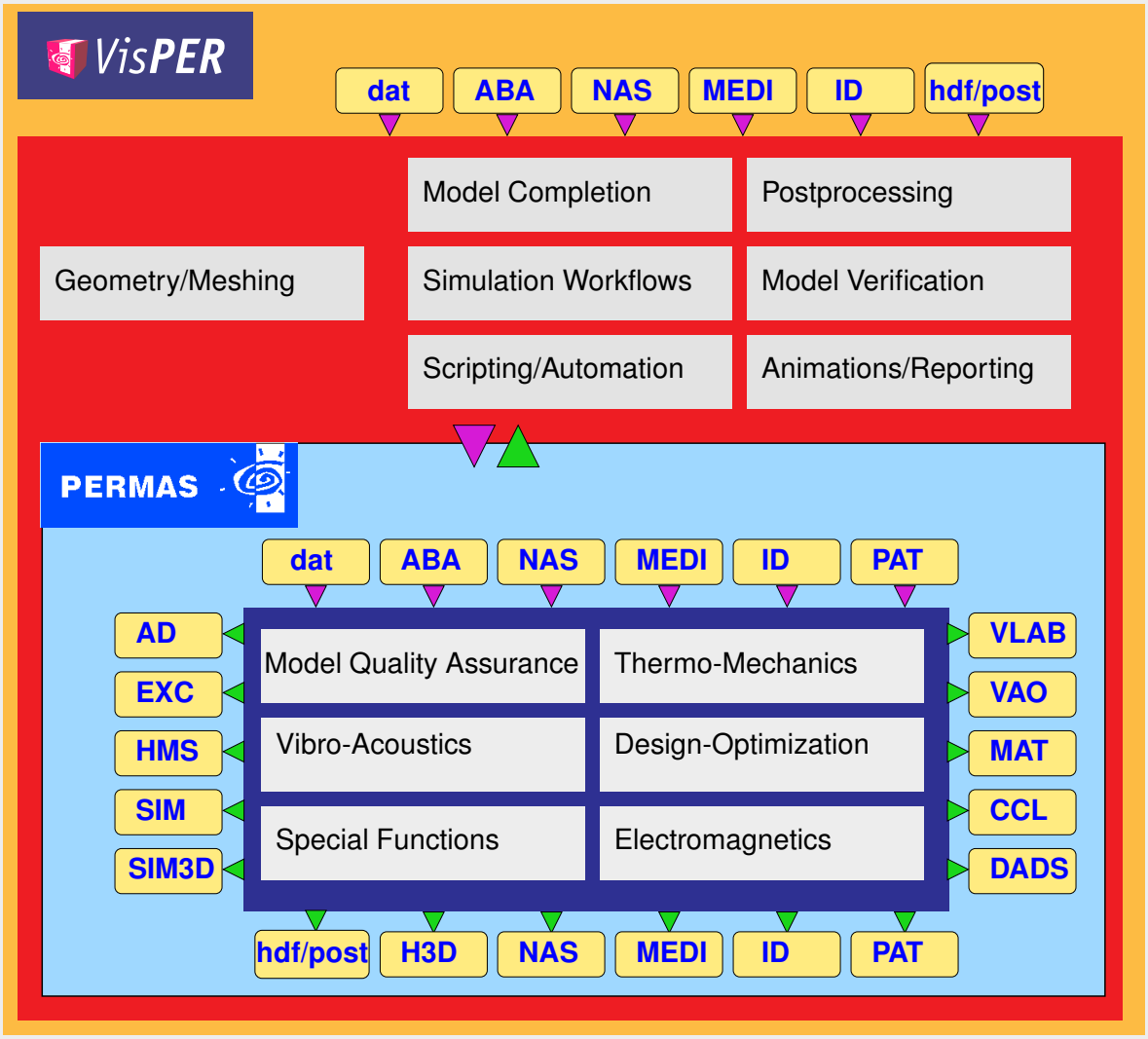
VBAS Basismodul
VCA Kontaktmodellierung
VOPT Optimierungsmodelle
VTOP Layoutoptimierung
VFS Fluidmodellierung

INTES

3rd Party

ANSA Digimat HyperMesh Jupiter Magmalink MARLIS MeshWorks MESHPARTS

Novus Nexus NX SimLab



Animator4 EnSight Evaluator FE-Fatigue FEMFAT MAMBA modeFRONTIER

VisPER enthält PERMAS und verwendet dieselbe Datenbasis. Damit besteht eine perfekte Datenkompatibilität zwischen Preprozessing, Berechnung und Postprozessing.

HPC (High Performance Computing) durch Parallelisierung (multi-threading), die zusätzliche Nutzung einer GPU (wie Nvidia Tesla Kepler GPU) und Spezialalgorithmen (wie Kontakt, MLDR, Fluid-Struktur-Kopplung).

Detaillierte Informationen zu den einzelnen Modulen findet man in der PERMAS Produktbeschreibung auf www.intes.de → Unternehmen → Publikationen.

INTES GmbH
Breitwiesenstr. 28
D-70565 Stuttgart
Tel.: +49-711-784990
Fax: +49-711-7849910
E-Mail: info@intes.de
Web: www.intes.de
Copyright 2026 INTES GmbH, Stuttgart, alle Rechte vorbehalten.

Das auf Volumenelementen basierende Finite-Elemente-Modell (34 Millionen Freiheitsgrade, 11,6 Millionen Knoten und 90.000 CA-Freiheitsgrade) einer elektrischen Antriebseinheit für die quasilineare Strukturanalyse erscheint mit freundlicher Genehmigung der ZF Friedrichshafen AG, Deutschland.

Wo nicht anders angegeben, sind alle genannten Handelsmarken gesetzlich geschützte Warenzeichen von INTES oder anderen Organisationen. Die Handelsmarken von INTES sind insbesondere PERMAS und VisPER. Die Verwendung weiterer Produktnamen erlaubt nicht den Schluss, dass diese nicht geschützt seien. Sie werden hier lediglich zur Information des Lesers verwendet.