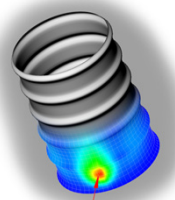
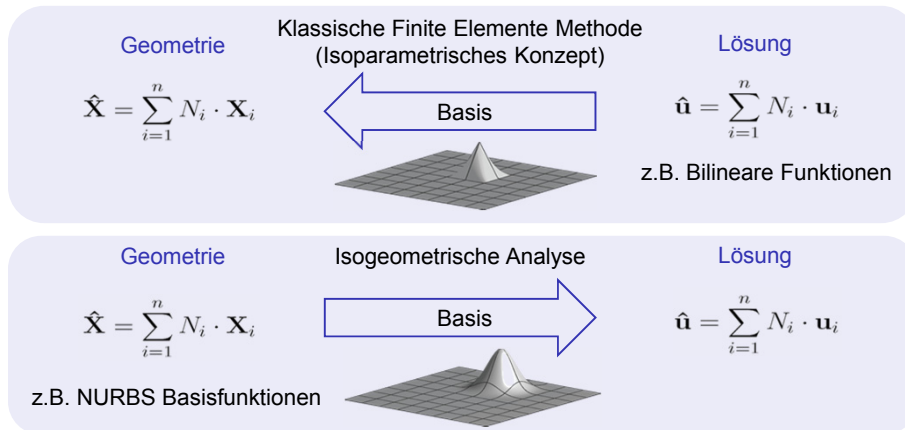


# Zusammenführung von Entwurf und Berechnung von Freiformschalen unter Verwendung des isogeometrischen Konzepts

Ziel eines jeden Unternehmens ist es die Kosten für die Entwicklung seiner Produkte gering zu halten. Dafür müssen zum einen die einzelnen Entwicklungsschritte (Design, Simulation, Testen,...) und zum anderen die Übergänge zwischen den einzelnen Phasen effizient durchgeführt werden. In diesem Projekt geht es um die effiziente Gestaltung des Übergangs von dem Design zur Simulation und umgekehrt im Fall von Designoptimierung. Bisweilen muss für die Durchführung einer Finite Elemente Berechnung die Design-Geometrie in ihrer Form verändert werden. Diese Transformation, auch Vernetzung genannt, ist ein Engpass in der Produktentwicklung. Mit der Isogeometrischen Analyse, einem neuen Finite-Elemente Ansatz, kann auf die Vernetzung verzichtet werden und somit erleichtert die Isogeometrische Analyse die Überführung des Produktmodells zwischen Design und Simulation. Ziel dieses Projektes ist es eine Softwareumgebung zu schaffen, in welcher der Benutzer das Design und die Simulation seiner Produkte effizient durchführen kann.

## Isogeometric Analysis

Die Isogeometrische Analyse ist eine neue Finite-Elemente (FE) Methode. Sie verfolgt wie die klassische FE-Methode den isoparametrischen Ansatz. Zum Unterschied zur klassischen Finite-Elemente Methode verwendet die Isogeometrische Analyse zur Approximation der Lösung (z.B. Verschiebungen) die Basisfunktionen der Geometrie während die klassische FE-Methode die Basisfunktionen verwendet, welche für die Approximation der Lösung vorgesehen sind (siehe Abbildung).



## Zusammenführung von Entwurf und Berechnung

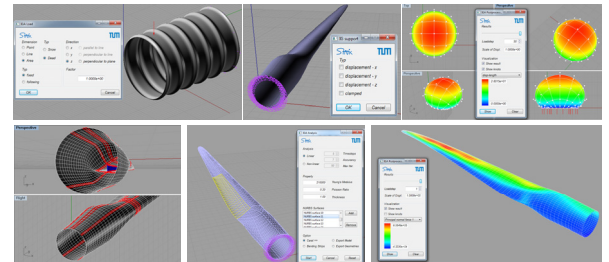
Am Lehrstuhl für Statik wurde ein Softwarepaket entwickelt, das die Durchführung von isogeometrischen Analysen in einer Computer Aided Design (CAD) Umgebung erlaubt. Das Softwarepaket besteht aus dem CAD Programm Rhinoceros, der Finite Elemente Software Carat++ und einem Rhino Plug-in das als Interface Programm fungiert.



CAD Software Rhinoceros



FE Software Carat++



## Interaktiver Entwurf von Schalenträgwerken

Die nebenstehende Abbildung zeigt am Beispiel eines Schalenbauwerkes („Raststätte Deitingen Süd“ von Heinz Isler) die einzelnen Entwicklungsschritte von der Skizze bis zum fertig optimierten Tragwerksmodell, welches direkt an die Produktion weitergegeben werden kann. Bei dem Beispiel wird angenommen, dass das Bauwerk mit Betonfertigteilen aus Ultra-High Performance Concrete (UHPC) hergestellt werden soll.

Alle Schritte, von der Modellierung bis zur Optimierung der Aufteilung der Segmentstücke wurden mit dem oben vorgestellten Softwarepaket durchgeführt. Einzelne Schritte wie beispielsweise der direkte Übergang von der Modellierung zur Simulation und die Layout Optimierung mit einer CAD-Geometriebeschreibung wären ohne den Isogeometrischen Ansatz nicht möglich.

