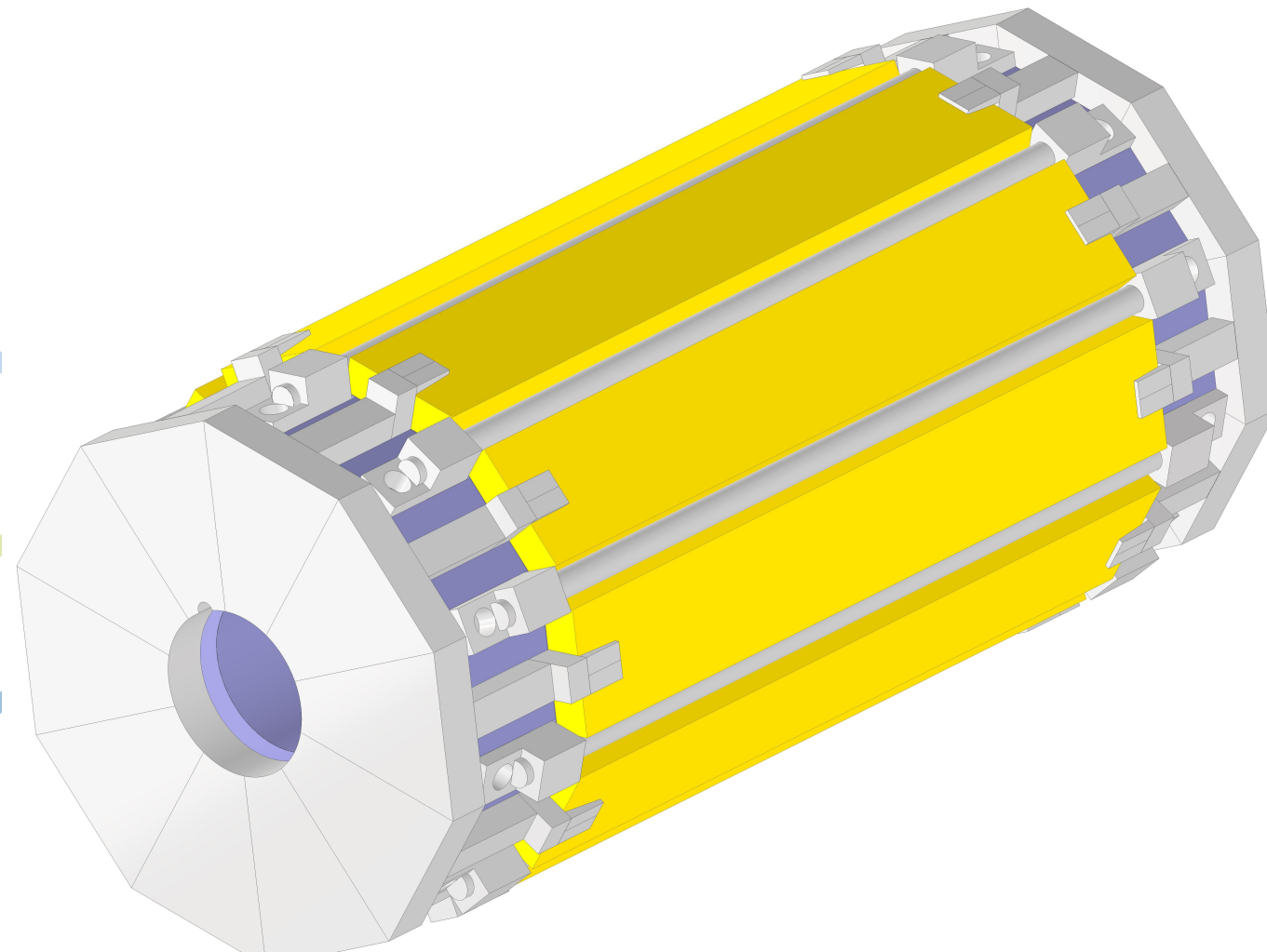


Von der Idee zur Maschine

Entwicklung elektrischer Motoren

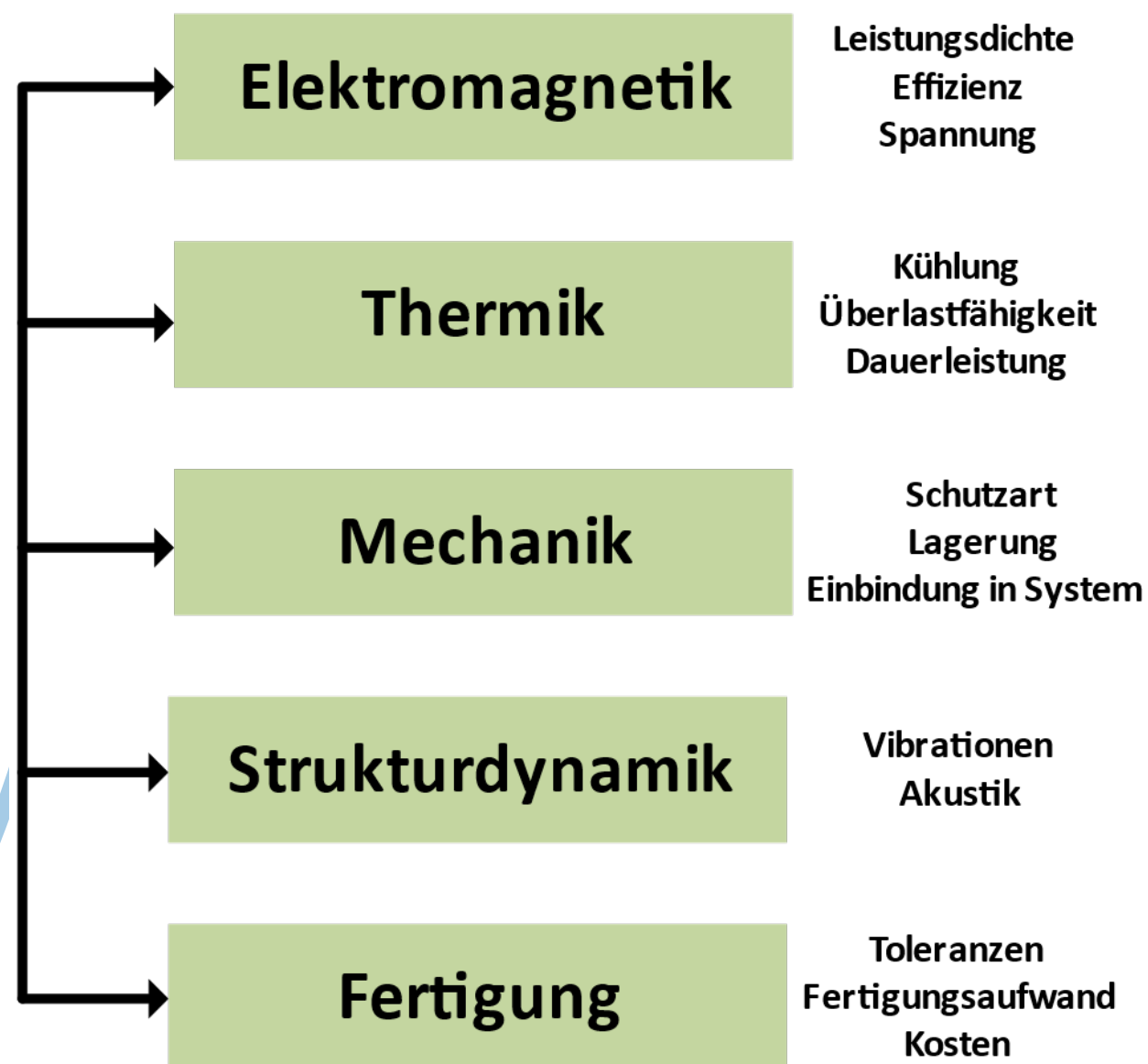


Was steckt dahinter?

Zu Beginn des Entwicklungsprozesses elektrischer Maschinen, beispielsweise eines Motors, stehen die zu erfüllenden Anforderungen: die Auslegung der Maschine.

Für den Motor ist ein sogenanntes Lastmoment vorgegeben, eine bestimmte „minimale Kraft“, die er erzeugen muss. Bei der Planung ist nicht nur das gewünschte Drehmoment einzubeziehen, sondern auch Drehzahl, Bauraum und Kühlung.

Was fordern elektrische Maschinen von ihren Komponenten?

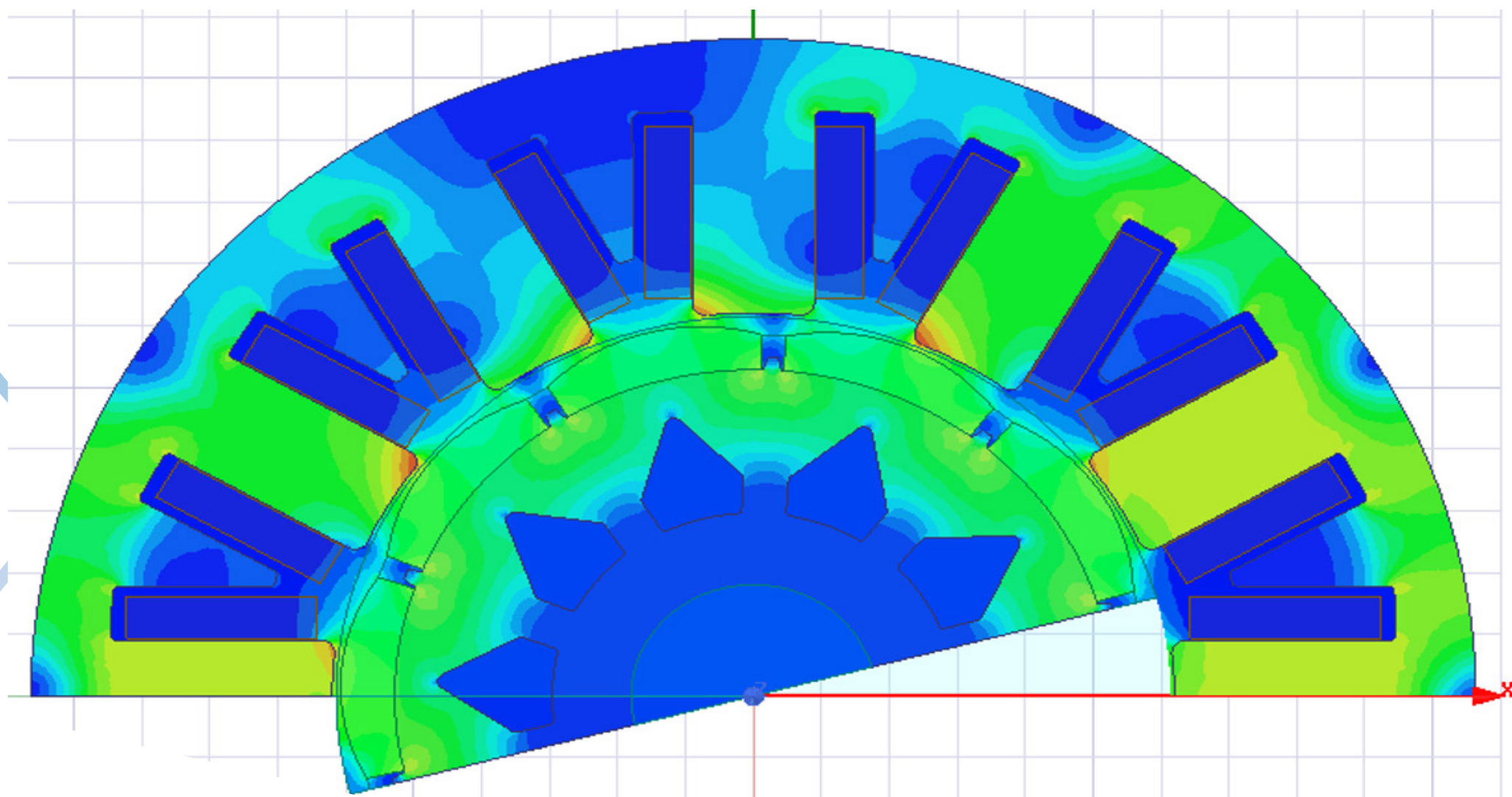


Elektrische Maschinen wie beispielsweise Elektromotoren und Generatoren müssen vielfältige Anforderungen erfüllen.



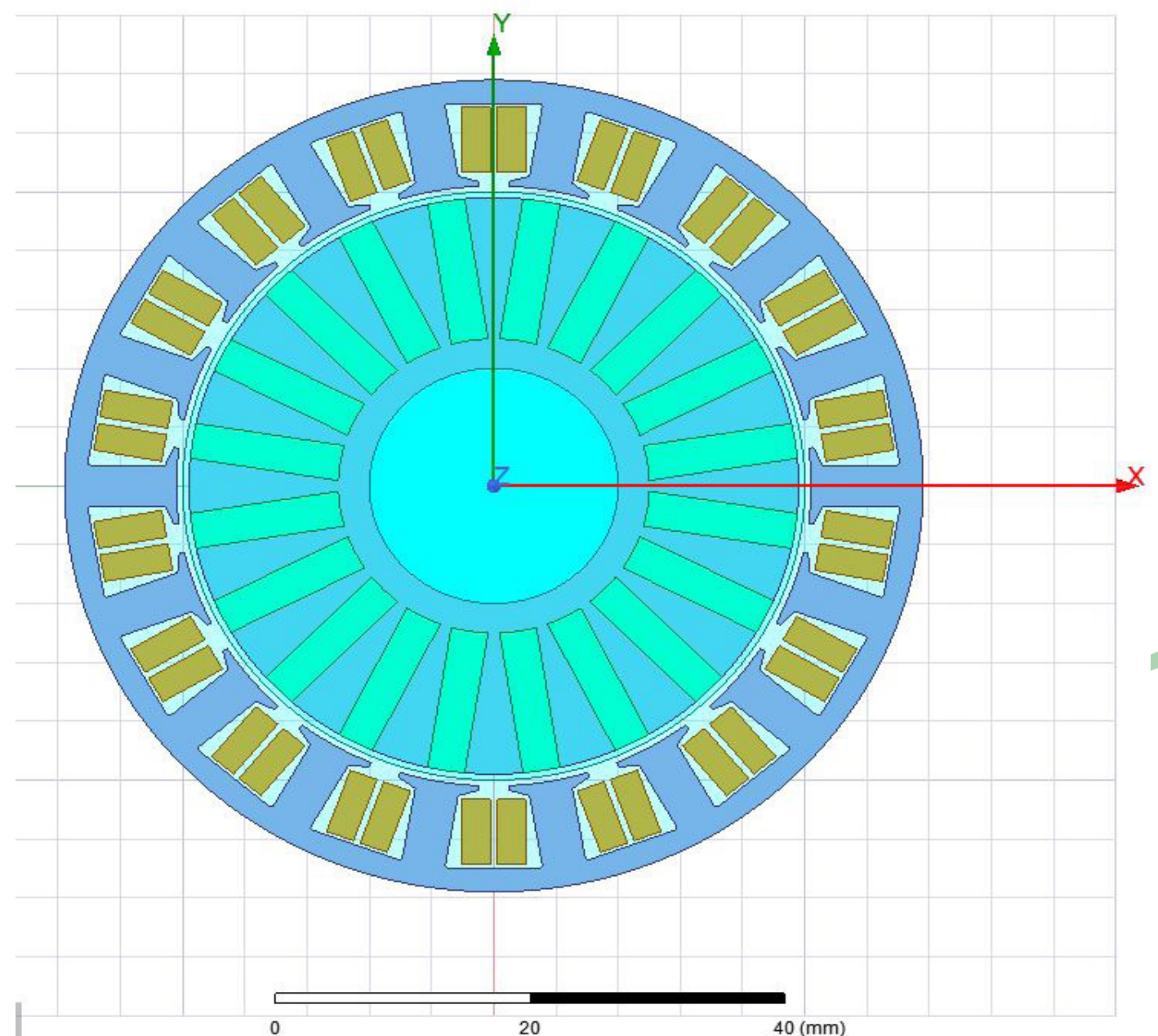
Elektromagnetische Felder

» Für das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen sind elektromagnetische Felder von hoher Relevanz. Sie erzeugen das gewünschte Drehmoment. Gleichzeitig beeinflussen sie den Wirkungsgrad und die Leistungsdichte der Maschine. Die Berechnung der Felder erfolgt mittels Finite-Elemente-Methode (FEM) und ist zentral für den Entwurf der Maschine und ihre Optimierung.



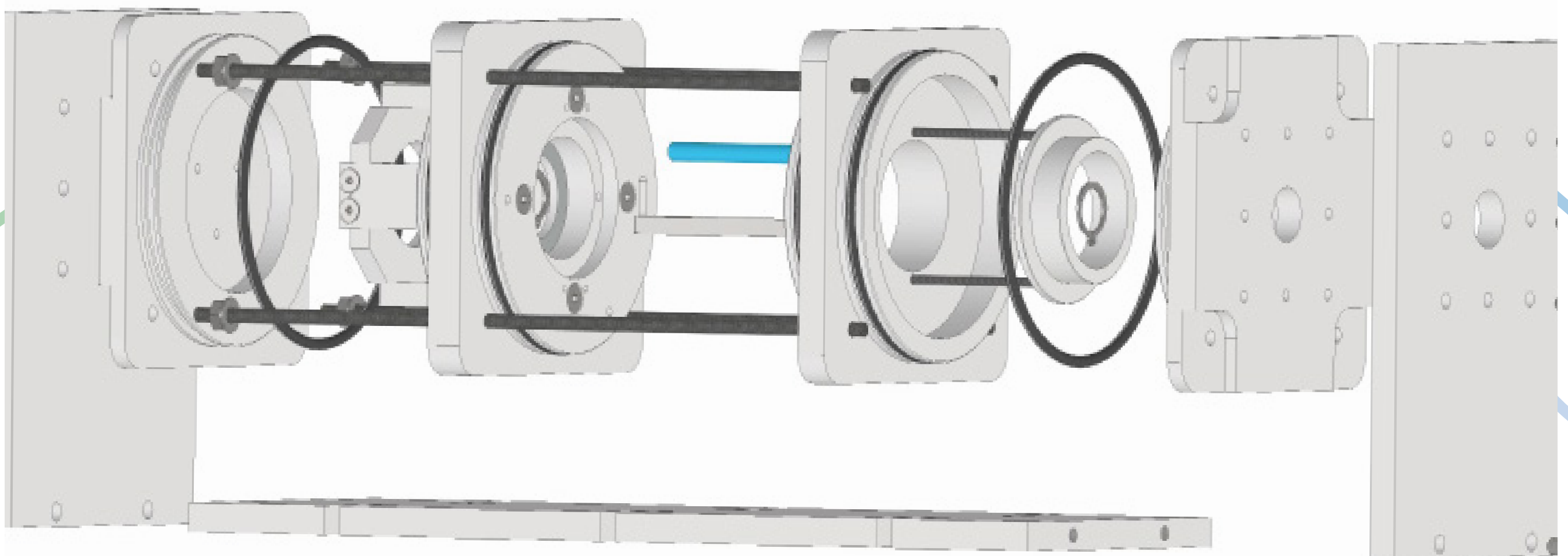
Elektromagnetische Simulation

» Um möglichst effiziente und fehlerunanfällige elektrische Maschinen zu entwickeln, müssen die elektromagnetischen Felder berechnet werden, die während des Betriebs entstehen. Mittels einer FEM-Simulation können sie bereits vor der Fertigung des Motors vorhergesagt werden. An der Optimierung der Maschinen forscht das Team um Professor Dr. Heinrich Steinhart, Leiter des Labors für Leistungselektronik und elektrische Antriebe an der Hochschule Aalen.



3D-Konstruktion

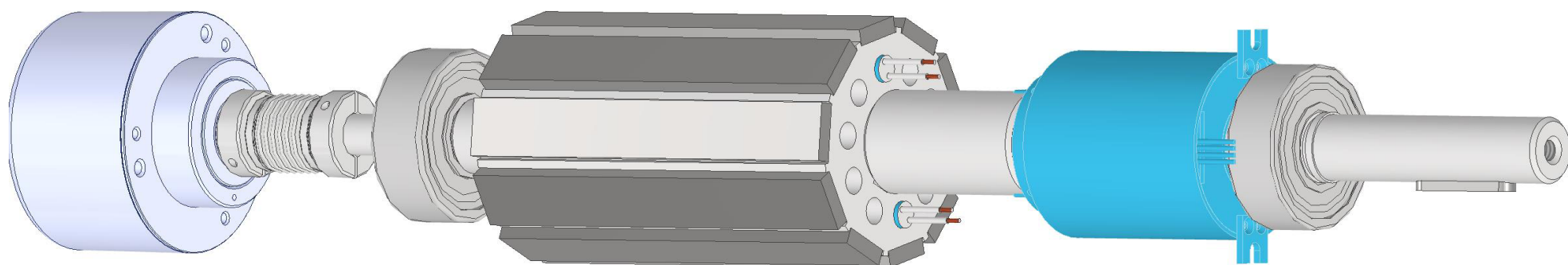
» Erfüllt die elektromagnetische Simulation die gewünschten Kenndaten, wird ein 3D-Modell der Motor-Bauteile Stator und Rotor abgeleitet. Um diese Kernelemente der elektrischen Maschine herum werden anschließend weitere mechanische Bestandteile wie das Gehäuse, die Welle, die Lagerung und die Befestigungen konstruiert.



Anwendungsspezifische Komponenten



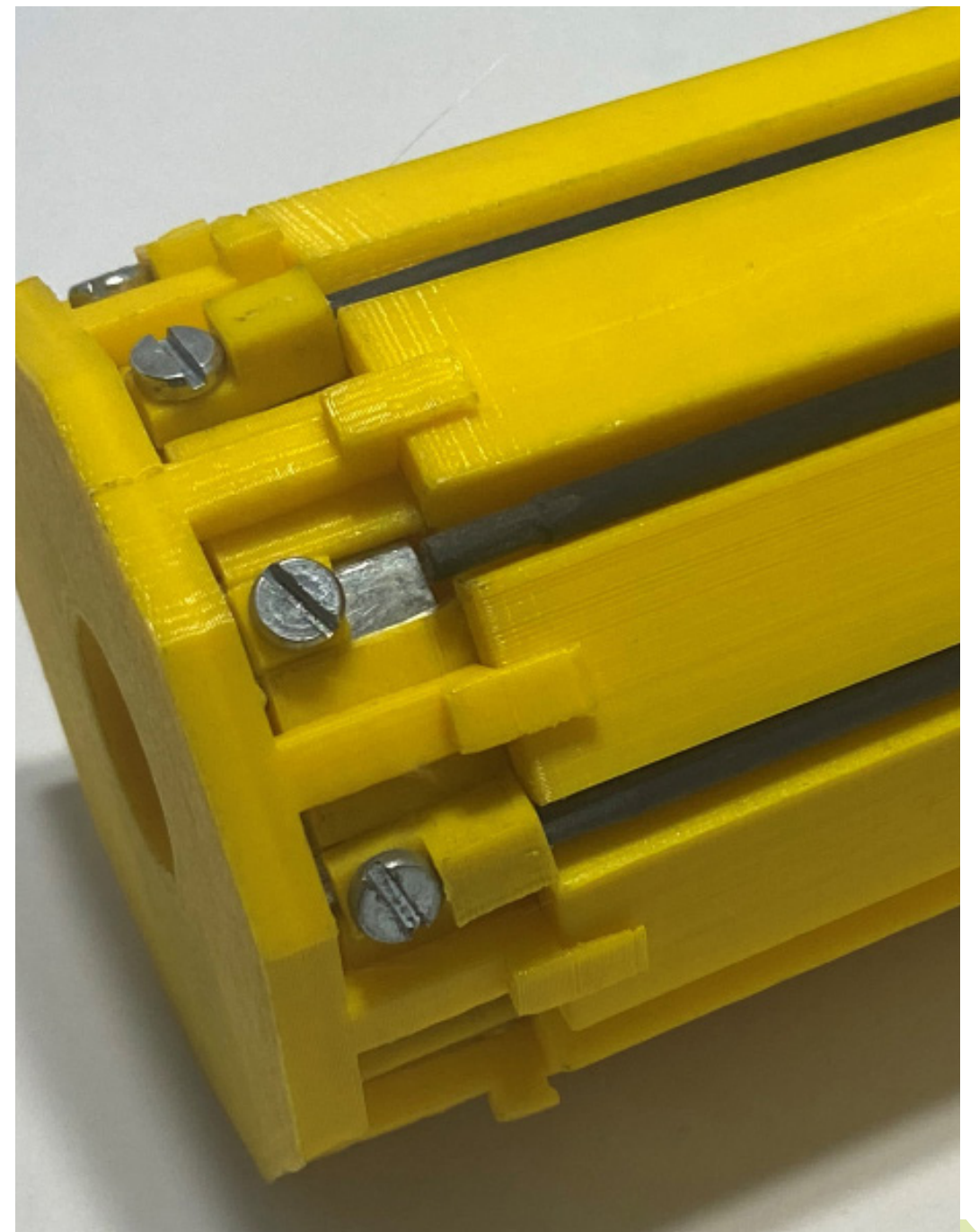
Je nach Einsatzbereich und Regelung der Maschine sind noch weitere Komponenten nötig, zum Beispiel ein Drehwinkelgeber (Encoder) zur Erfassung der Rotorlage.



3D-Druck des ersten Rotors

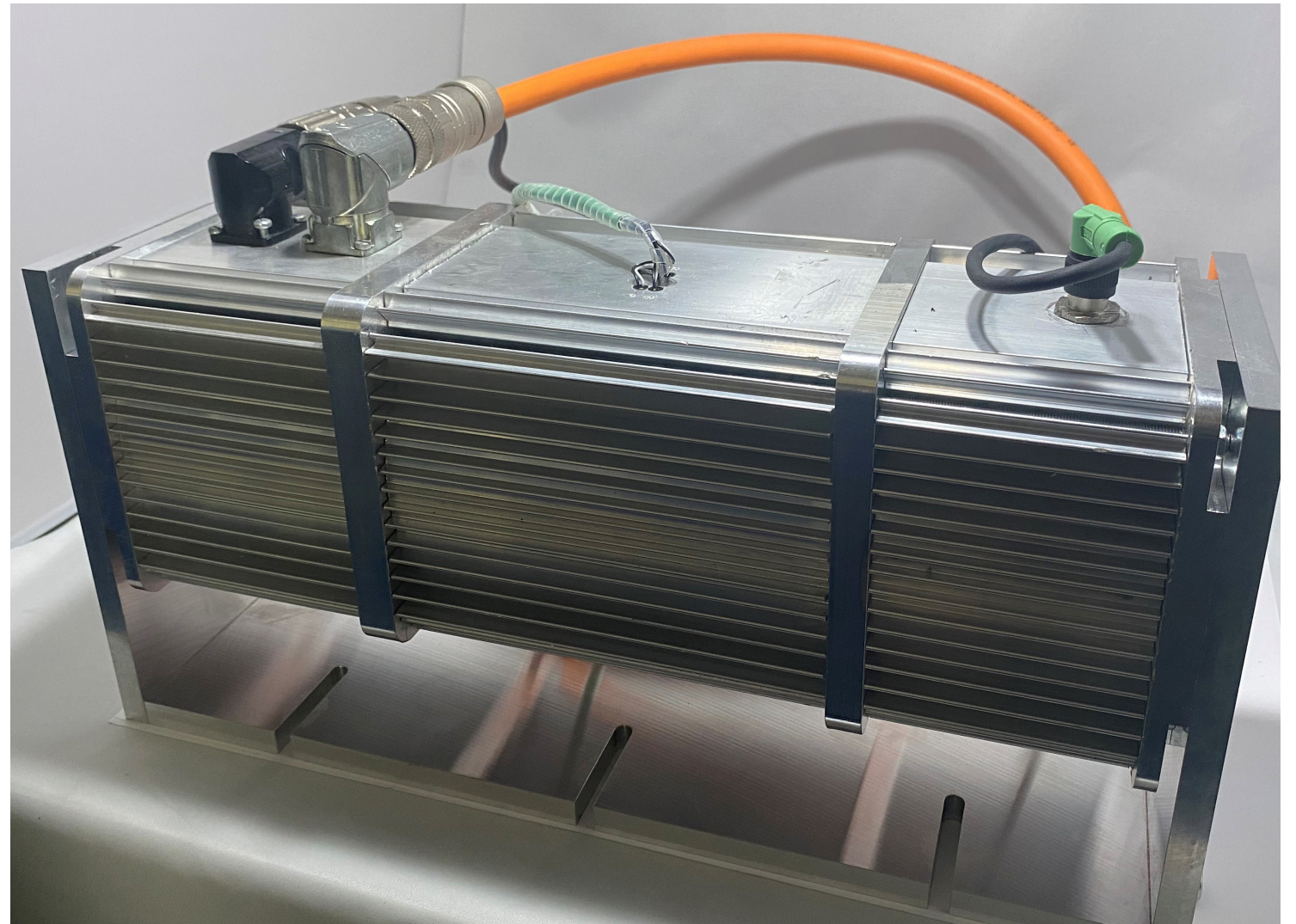
» Um frühzeitig im Entwicklungsprozess Schwachstellen der Konstruktion festzustellen, wird der Rotor mittels 3D-Druck hergestellt. Dadurch können schnell, einfach und kostengünstig die Maße und grundsätzliche Funktion überprüft werden. Wird im Testdruck festgestellt, dass etwas nicht passt oder funktioniert, kann das Design vor der teureren Fertigung angepasst werden.

Bei der dargestellten permanent-erregten Synchronmaschine (einem E-Motor) wurde eine alternative Befestigungsmöglichkeit für Oberflächenmagnete getestet, die einen einfachen Austausch der Magnete ermöglicht.



Fertigung der elektrischen Maschine

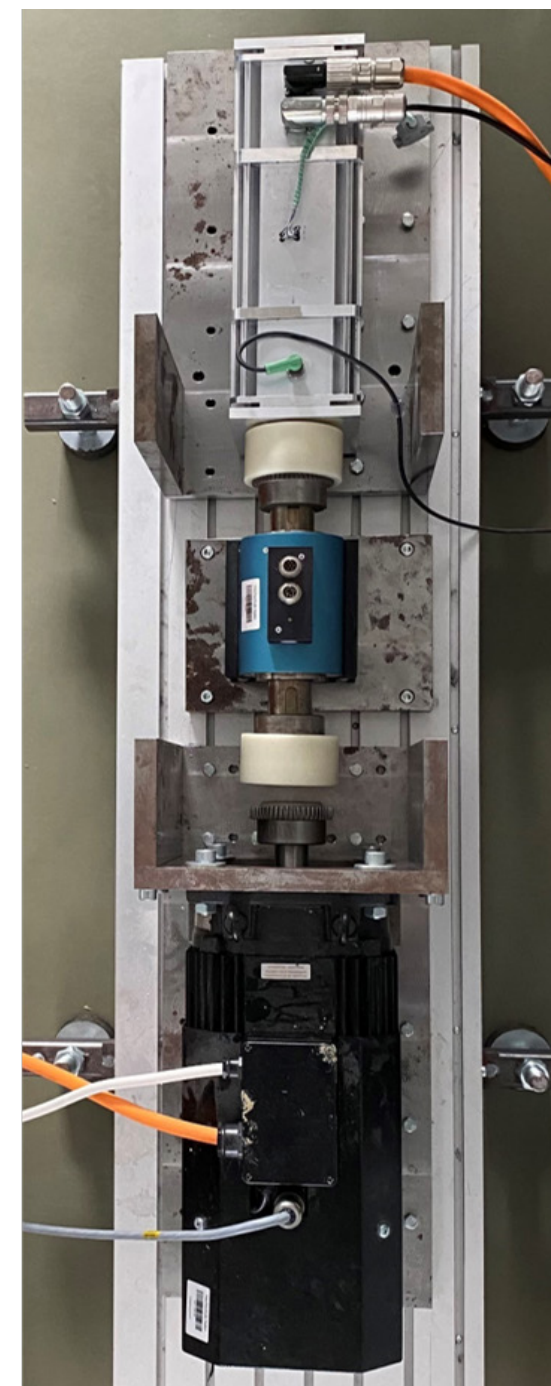
» Nach erfolgreichem Test der innovativen mechanischen Konstruktion kann ein Prototyp der elektrischen Maschine konventionell gefertigt werden. Zunächst werden die Elektrobleche für Stator und Rotor hergestellt. Für kleine Stückzahlen können die Teile mit einem Laser geschnitten werden, bei höheren Stückzahlen ist es effizienter, sie zu stanzen. Nach der Paketierung der Bleche werden die Spulen in den Stator eingezogen und die Oberflächenmagnete auf den Rotor geklebt und bandagiert. Weitere Anbauteile wie Welle und Lagerschilder werden zerspanend gefertigt.



Vermessung der elektrischen Maschine

» Wenn die elektrische Maschine fertig ist, wird sie gründlichst auf ihre Funktionsweise getestet. Jetzt beginnt das stärkste Forschungsinteresse der Arbeitsgruppe.

Die Maschine wird nun genauestens gemessen. Zum Beispiel wird der Betrieb unter verschiedenen Betriebsparametern wie Drehmoment und Drehzahl untersucht. Ein Vergleich der Ergebnisse mit den Daten der Simulation erlaubt Rückschlüsse auf die Eignung der Konstruktion und eine iterative Optimierung der Maschine.



Testmaschine

Drehmomentmesswelle

Lastmaschine