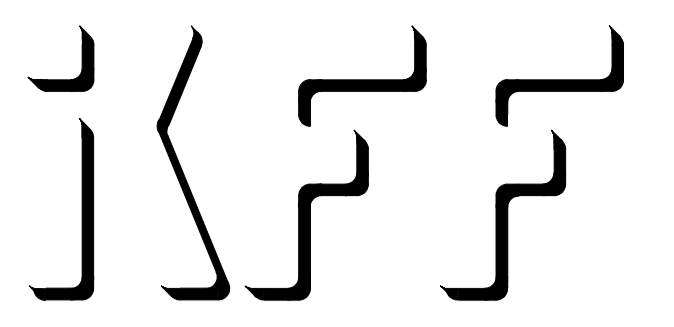


# LEBENSDAUERBESTIMMUNG IN FRÜHEN ENTWICKLUNGSPHASEN



## EINLEITUNG

Möchte man langfristig das Ziel erreichen, bereits im Entwurfsstadium und damit in sehr frühen Produktentwicklungsphasen belastbare Aussagen zur späteren Lebensdauer machen zu können, sind Erkenntnisse über das Ausfallverhalten und zur Einschränkung der vorhandenen Unsicherheiten unabdingbar.

Dazu wurde beispielhaft ein erstes Konzept zur Übertragung und Nutzung der gewonnenen Erkenntnisse in frühen Entwicklungsphasen entwickelt.

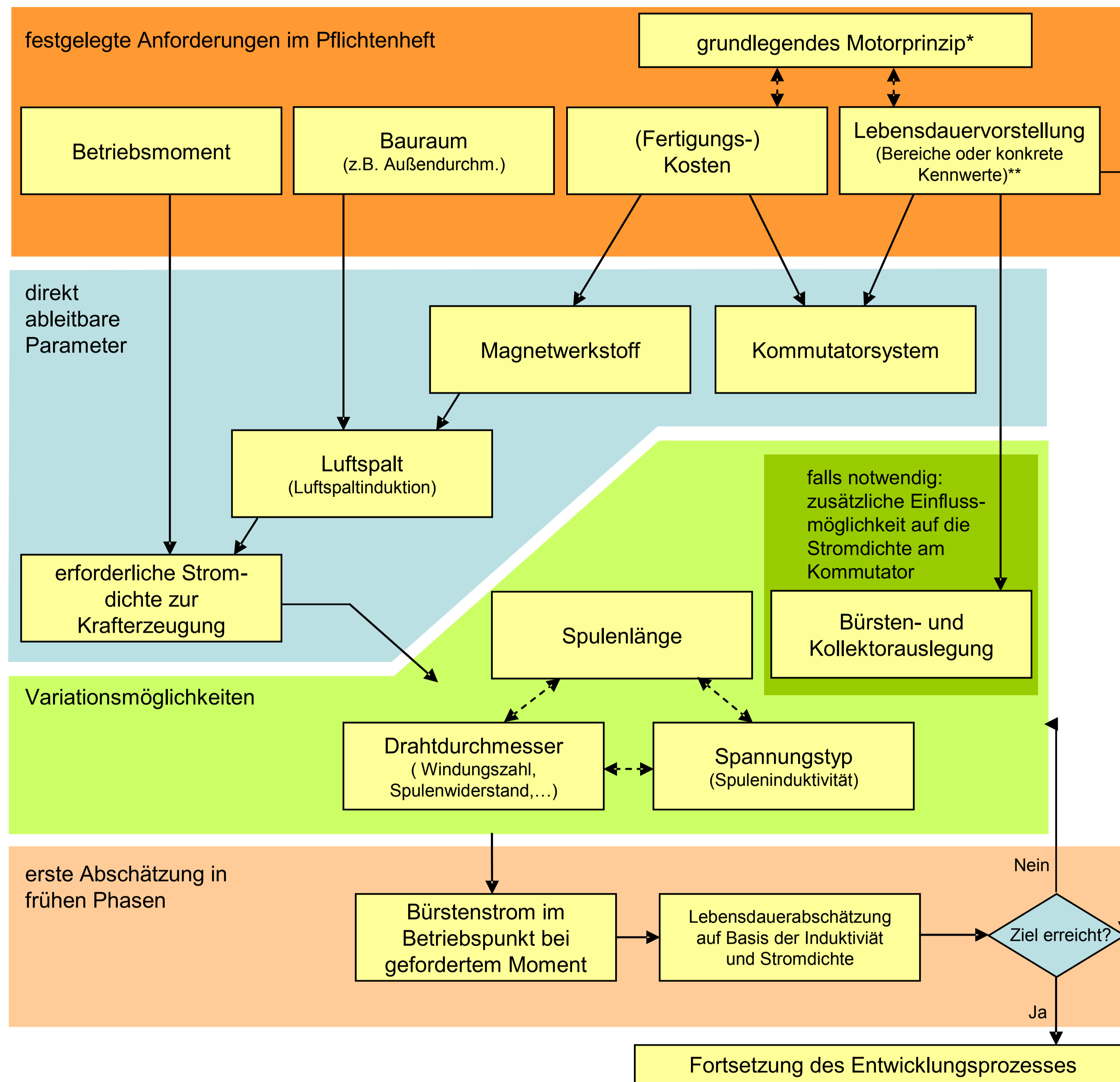
hen Stadium dagegen nahezu unmöglich, es können dann meist nur noch vergleichende Betrachtungen unterschiedlicher Lösungen und Technologien eingesetzt werden.

Den Ausgangspunkt der Betrachtung stellt das Pflichtenheft eines Motors dar, in dem definiert ist, welche Informationen zu Beginn der Entwicklung zur Verfügung stehen. Im Fall der Motorentwicklung sind dabei meistens der Bauraum (Außendurchmesser), die geforderten Motorkennwerte, die Kosten und auch konkrete Lebensdauer-

genden Verteilungsfunktionen und der dazugehörigen Parameter kann sehr schnell abgeschätzt werden, in welchem Bereich die Auslegung erfolgen muss, da nicht beliebige Kombinationen einzelner Kennwerte erreichbar sind. Alternativ dazu kann auch von Beginn an der dominierende Kennwert herausgefiltert und die Auslegung dementsprechend ausgerichtet werden.

Bei den gegebenen Randbedingungen ist einer der ersten Schritte, die theoretische Auslegung des Spulensystems. Die Variationsmöglichkeiten beim Magnetmaterial und dadurch auch die Luftspaltinduktion sind nach Festlegung des Kostenrahmens und der globalen Zielstellung nur noch relativ gering. Somit bleibt lediglich die Spulendimensionierung, die hauptsächlich durch die benötigte Stromdichte bestimmt wird, als Variable. Durch geeignete Wahl der Drahtdicke, der Spulenlänge und des Spannungstyps ergibt sich daraus der tatsächlich auftretende Kommutierungsstrom.

Der Einfluss des Stroms und des Spannungspotentials auf die Lebensdauer werden im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am IKFF ermittelt [2]. So ist zumindest tendenziell eine Aussage über den Zusammenhang von Belastungshöhe (Kommutierungsstrom), Spuleninduktivität und Lebensdauer möglich. Damit kann dann sofort eine Abschätzung der Zuverlässigkeit eines Motors erfolgen, bevor die erste Spule gewickelt wird. Die Idee, die dahinter steht, ist es, die Spulenparameter in einen solchen Bereich zu bewegen (Anpassung der Länge, Spannungstyp, usw.), dass aus Sicht der Zuverlässigkeit und unter Einhaltung der anderen Randbedingungen ein Optimum erreicht wird.



\* durch Vorkenntnisse ist sehr schnell klar, mit welchem Grundprinzip die geforderten Wünsche (Kosten, Lebensdauer,...) überhaupt realisierbar sind. Die Entscheidung für ein Motorprinzip ist als Basisinformation anzusehen und die im Pflichtenheft angegebenen Forderungen sollten bereits darauf abgestimmt sein.

\*\* oftmals werden weite Bereiche oder Kombinationen aus Kennwerten angegeben (z.B. Vorgabe vom Kunden durch Schnittstellensysteme). Durch die im Projekt ermittelten Verteilungsfunktionen kann sehr schnell abgeschätzt werden, mit welchem elektromechanischen System ein solcher Verlauf überhaupt erreicht werden kann, bzw. welche der angegebenen Kennwerte bestimmend für die Entwicklung sind. Dadurch können sehr früh nicht zielführende Ansätze erkannt und ausgeschlossen werden.

Abb. 1: Beispielhaftes Konzept für den Einsatz der gewonnenen Erkenntnisse in frühen Phasen

## KONZEPT FÜR FRÜHE PHASEN

Die Zurückversetzung in frühe Entwicklungsphasen erfolgt anhand des V-Modells, wie es in der VDI-Richtlinie 2206 [1] für die Produktentwicklung mechatronischer Systeme beschrieben wird. Hier ist zunächst die Vorgehensweise zur Übertragung der Erkenntnisse in frühe Phasen anhand des Entwicklungsprozess eines Kleinstmotors beispielhaft erläutert (Abb. 1). In den meisten Fällen handelt es sich um Entwicklungen, bei denen auf Kenntnisse von Vorgängererzeugnissen zurückgegriffen werden kann. Bei kompletten Neuentwicklungen mit überwiegend unbekanntem Technologien ist eine Beurteilung der Zuverlässigkeit im frü-

anforderungen bekannt. Hierbei hat auch die Betrachtung verschiedener Pflichtenhefte die Erkenntnisse der Recherche bestätigt, dass eine sehr große Unsicherheit im Umgang mit den Lebensdauerdaten zu verzeichnen ist. Die festgeschriebenen Anforderungen (auch Kundenforderungen) reichen von sehr weiten Lebensdauerbereichen bis hin zu konkreten mittleren Ausfallzeiten, wobei diese oftmals mit Mindestlebensdauern gekoppelt sind. Da bisher die Verteilungsfunktionen nicht bekannt sind, ist eine Auslegung gezielt auf diese Werte unmöglich. Darin verbirgt sich einer der Ansatzpunkte der durchgeführten Untersuchungen. Durch die Ermittlung der vorlie-

## FAZIT

Inwieweit konkrete Zahlenwerte am Ende der ersten Versuchsserien stehen werden, ist noch ungewiss. Es ist jedoch sicher, dass eine Entscheidung zwischen zwei Auslegungen bezüglich ihrer zu erwartenden Lebensdauer getroffen werden kann.

Ein weiterer denkbarer Ansatzpunkt liegt darin, durch die Wahl des späteren Arbeitspunktes des Motors, basierend auf den gewonnenen Erfahrungen, in gewissem Maße die Ausfallteilheit und damit das Ausfallverhalten maßgeblich beeinflussen zu können.

## LITERATUR

- [1]VDI-Richtlinie 2206: Entwicklungsmethodik für mechatronische Produkte
- [2]Köder, T.; Schinköthe, W.: Untersuchungen zur Zuverlässigkeit von DC-Kleinstmotoren. Workshop „System-Zuverlässigkeit in frühen Entwicklungsphasen“, Freudenstadt, 2004.

## Kontakt:

IKFF Universität Stuttgart  
Tel.: 0711 / 685 66408  
Fax: 0711 / 685 56402  
E-Mail: zuverlaessigkeit@ikff.uni-stuttgart.de

Mit freundlicher Unterstützung der **DFG**