



**Unbemannte Luftfahrzeuge (UAV) spielen eine immer wichtigere Rolle in den Bereichen Militär, Sicherheit und Polizei sowie bei humanitären und gewerblichen Tätigkeiten.**

UAVs ermöglichen die schnelle und flexible Überbrückung großer Distanzen bei minimaler Belastung und Gefährdung von Menschen in einer wachsenden Zahl von Anwendungsfällen. Beispiel

- In militärischen Einsätzen können UAVs als Ablenkungsmanöver, Signalstörer, zur Abwehr gegnerischer UAVs, als strategische Bomber, als Lenkwaffenträger sowie als Aufklärungs-, Überwachungs- und Aufklärungsplattformen eingesetzt werden, die es Soldaten ermöglichen, über die eigene Sichtweite hinaus zu blicken, ohne sich einer Gefahr auszusetzen.
- In den Bereichen Grenzsicherung und Überwachung dienen UAVs als Augen am Himmel. Sie unterstützen Grenzbeamte bei der Überwachung von Grenzübergängen und tragen zur Erhöhung der Grenzsicherheit bei.
- Im polizeilichen Bereich können UAVs zur Überwachung von Menschenmengen, zur Einschätzung von Katastrophengebieten, zur Überwachung von Verkehrsmustern sowie zur Lageerkennung im Vorfeld taktischer Operationen oder Ersthelfereinsätze eingesetzt werden.
- Bei Such- und Rettungseinsätzen können UAVs schnell große Gebiete abdecken, die von Suchmannschaften am Boden nur langsam, mühsam und unter Gefahren durchquert werden können. UAVs können mit Hilfe von Wärme-/Infrarotbildgebung Opfer aufspüren, die sonst unentdeckt blieben.
- UAVs werden im Rahmen humanitärer Einsätze zur schnellen Lieferung von Wasser, Medikamenten, Blutprodukten und anderen Versorgungsgütern in entlegene Gebiete eingesetzt.
- Im Handel spielen UAVs bereits eine revolutionäre Rolle bei der Steigerung der Effizienz von Lieferketten und der Auslieferung von Handelsgütern. Es wird erwartet, dass diese Anwendungen in den kommenden Jahren exponentiell wachsen werden.

## Minimierung von Größe und Gewicht bei gleichzeitiger Maximierung der Leistung

Technologie, die es dem Flugzeug ermöglicht, länger in der Luft zu bleiben und größere Entfernungen zurückzulegen, bietet erhebliche Vorteile für die oben genannten und eine Vielzahl weiterer Anwendungen. Bei der Suche nach einem vermissten Wanderer oder einem Kriminellen auf der Flucht kann ein UAV zum Zielort fliegen. Je länger es dort in der Luft bleiben und das Suchgebiet absuchen kann, desto höher ist die Erfolgswahrscheinlichkeit.

Bei diesen Einsätzen bewegen sich die UAVs in der Regel in relativ geringer Höhe. Andere Einsätze, wie z.B. Grenzüberwachung und Drogenfahndung, erfordern jedoch wesentlich größere Flughöhen, um von Menschen am Boden nicht bemerkt zu werden. Da das Erreichen dieser Flughöhen mit einem hohen Energieverbrauch verbunden ist, sind Subsystemkonzepte erforderlich, die Leistung und Effizienz maximieren und gleichzeitig Gewicht und Größe minimieren, um möglichst lange in dieser Höhe am Einsatzort verbleiben zu können.

Um diese Ziele zu erreichen, müssen die leichtesten Komponenten mit der höchsten Energiedichte auf dem Markt verwendet werden. Das größte Potenzial für Gewichtseinsparungen und Kraftsteigerungen liegt in den Komponenten, die den meisten Strom verbrauchen: den Motoren, die die Flug-, Sensoren und Visualisierungssysteme des Flugzeugs, entbehrliche und aktive Nutzlasten sowie weitere antriebsabhängige Subsysteme steuern.

Die Motoren, die diese Teilsysteme antreiben, müssen hochspezialisierte Aufgaben erfüllen und sind häufig zu groß, zu klein oder anderweitig nicht optimal für die jeweilige Aufgabe ausgelegt. Bei Kraftfahrzeugen kann die Überlastung einer ineffizienten Lichtmaschine die Leistung und den Kraftstoffverbrauch erheblich beeinträchtigen. Ebenso können Flugzeugtriebwerke mit falschen Spezifikationen das Handling negativ beeinflussen und die maximale Flugzeit verkürzen.

Beim Spezifizieren von Motoren können folgende Probleme auftreten:

- Der Motor ist zu groß. Dadurch verbraucht der Motor ständig mehr Energie als für die Anwendung notwendig.
- Der Motor zu klein. Dies führt zu einem ineffizienten Motorbetrieb; der Motor neigt zu Überhitzung und vorzeitigem Ausfall.
- Spezifikation von Motoren mit suboptimalem Drehmoment und suboptimaler Leistungsdichte: Das Luftfahrzeug wird unnötig schwer und es wird mehr Platz für den Einbau benötigt, was die Aerodynamik der gesamten Konstruktion beeinträchtigen kann.
- Spezifikation von Motoren, die nicht für die anspruchsvollen und sich ständig ändernden Umgebungsbedingungen des Flugbetriebs geeignet sind.



## Wissenswertes zum Thema Motoranforderungen

Alle anderen Bedingungen ausgeklammert erreicht ein UAV die längste Flugzeit ohne Auftanken, wenn alle Motoren speziell für die jeweilige Anwendung konstruiert und gebaut sind. Obwohl die Anforderungen für verschiedene Anwendungsfälle für ein und dasselbe Flugzeug sehr unterschiedlich sein können, müssen alle Triebwerke folgende Anforderungen erfüllen:

- Richtige Größe und Erzielen des maximalen Drehmoments sowie Betrieb innerhalb des optimalen Drehzahlbereich für den Anwendungsfall
- Möglichst kompakte Bauweise bei gleichzeitiger Erfüllung der Leistungsanforderungen des jeweiligen Anwendungsfalles
- Niedrige Betriebstemperatur und ausreichende maximale Wicklungstemperatur, um auch bei den höchsten auftretenden Umgebungstemperaturen die volle Leistung zu erbringen
- Robuste und zuverlässige Konstruktion, die allen Bedingungen standhält, denen das UAV ausgesetzt sein kann.
- Zuverlässige Lieferung und weltweiter Support während der gesamten Lebensdauer des UAV-Programms

Nur wenige Antriebshersteller können alle diese Anforderungen erfüllen. Alle Motoren benötigen eine bestimmte Last, ein bestimmtes Drehmoment und eine bestimmte Geschwindigkeit, um effizient zu laufen. Die meisten Anbieter passen ihre Motoren jedoch an eine Vielzahl von Anwendungen an, anstatt mit hochspezialisierten Konzepten auf die spezifischen Anforderungen von UAVs in bestimmten Klassen einzugehen.

Für solche Anwendungsfälle sollten UAV-Ingenieure eigene konkrete Leistungskriterien erfüllen, um den Anforderungen des jeweiligen Subsystems gerecht zu werden. Wenn die verfügbaren Motoren und die technischen Vorgaben nicht übereinstimmen, sind Kompromisse unvermeidbar. Die begrenzte Motorauswahl und die eingeschränkten Motoroptionen im Angebot der meisten Antriebszulieferer zwingen zu solchen Kompromissen.

**Kollmorgen ist anders.** Kollmorgen verfügt über mehr als 70 Jahre Erfahrung in der Entwicklung von Motoren speziell für Luftfahrt- und Verteidigungsanwendungen sowie über ein Team aus Ingenieuren, die mit den einzigartigen Anforderungen dieser Branche bestens vertraut sind. Kollmorgen arbeitet direkt mit UAV-Ingenieuren zusammen, um deren strenge Anforderungen zu verstehen und zu erfüllen.

Die Kunden von Kollmorgen müssen sich nicht auf eine begrenzte Auswahl an Drehmoment-Geschwindigkeitskurven beschränken. Stattdessen verfügt Kollmorgen über die einzigartige Fähigkeit,



die Wickelmerkmale von gehäuselosen Motoren so abzustimmen, dass die höchste Effizienz in Bezug auf Last, Drehmoment und Geschwindigkeit im kompaktesten Formfaktor für jedes Subsystem erreicht wird.

Ein konkurrierender Anbieter kann z.B. seinen effizientesten Motor für eine bestimmte Anwendung anbieten, muss den Motor dann aber mit 2500 U/min betreiben, um das erforderliche Drehmoment bei optimalem Wirkungsgrad zu erreichen. Wenn für die Anwendung dann das gleiche Drehmoment bei 400 U/min erforderlich ist, muss der Motor weit hinter seiner Spitzeneffizienz zurückbleiben. Alternativ kann ein anderer Motor erforderlich sein, was Kompromisse bei anderen Konstruktionsmerkmalen wie Größe und Gewicht bedeutet.

Kollmorgen hingegen verfügt über das Engineering-Know-how, die Prototyping-Prozesse und die Fertigungskapazitäten, um gehäuselose Motoren zu bauen, die die genauen Leistungsanforderungen bei maximaler Effizienz im kompaktesten und leichtesten Formfaktor erfüllen. Und Kollmorgen ist in der Lage, diese hochspezialisierten Motoren für jedes UAV-Programm zuverlässig in der benötigten Stückzahl zu liefern.



## Erfüllen von Umgebungsanforderungen

UAV-Steuerflächen müssen auch unter besonders widrigen Flugbedingungen zuverlässig präzise arbeiten. Aktuatormotoren müssen in der Lage sein, eine gleichförmige, präzise Bewegung zu erzeugen - auch dann, wenn sie Sand, Wasser, Korrosionsstoffen, hohen und niedrigen Umgebungstemperaturen und anderen Faktoren ausgesetzt sind. Sie müssen auch den Vibrationen und Stößen standhalten, die während des Fluges regelmäßig auftreten.

Eine neue Generation von Über- und Hyperschalldrohnen wird noch strengere Anforderungen an diese Triebwerke stellen. Im Hyperschallflug steigt das zur Bewegung der Steuerflächen erforderliche Drehmoment exponentiell an - auch wenn extreme Umgebungstemperaturen den maximalen Wärmeanstieg eines konventionellen Triebwerks begrenzen. Eine unzureichende maximale Betriebstemperatur kann die Leistung der Triebwerke, die die Steuerflächen bewegen, ernsthaft beeinträchtigen, und die enormen aerodynamischen Kräfte können die Stabilität des Flugzeugs gefährden.

Nur wenige Anbieter von Antriebssystemen verfügen über das nötige Know-how, um die Komplexität der Auslegung und Dimensionierung von Motoren zu beherrschen, die diesen vielfältigen widrigen Bedingungen gerecht werden und gleichzeitig unter allen Bedingungen eine optimale Leistung gewährleisten.

**Kollmorgen ist die Ausnahme.** Kollmorgens fundiertes Know-how in der Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie sowie seine umfassende,

auf Zusammenarbeit ausgerichtete Engineering-Kompetenz stellen sicher, dass gehäuselose Motoren in der Umgebung, für die sie bestimmt sind, einwandfrei funktionieren - von den Tiefen des Ozeans bis zu den Weiten des Weltraums. Für Unterschall-, Überschall- und Hyperschall-UAV bedeutet dies, dass die Motoren folgende Anforderungen erfüllen müssen:

- Spezielle elektromagnetische Konstruktionen, die die maximale Betriebstemperatur drastisch erhöhen und das volle Drehmoment auch bei Hyperschallflügen gewährleisten, bei denen die Umgebungstemperatur 150°C überschreiten kann
- Spezialmagnete, Verkapselung, Isolierung und andere Materialien, die eine zuverlässige Leistung auch in besonders rauen Umgebungen gewährleisten
- Spezialisierte Leistungsmerkmale, um das optimale Drehmoment und die optimale Geschwindigkeit für die jeweilige Anwendung im kompaktesten und leichtesten Formfaktor zu bieten

Kollmorgen bietet eine besonders breite Palette an Standardmotoren, Standardmodifikationen und vollständig kundenspezifischen Lösungen an und kann daher nahezu jede UAV-Anwendung mit einem ideal geeigneten Motor mit optimierter Leistung unterstützen.

Kollmorgen versteht auch die komplexen Faktoren bei der Auswahl des richtigen Motors und der richtigen Motorgröße für die jeweilige Anwendung und bietet Beratung von Ingenieur zu Ingenieur, um zum Erfolg von UAV-Antriebskonstruktionen beizutragen.



## Arbeiten Sie mit einem Antriebsexperten zusammen

Die Auswahl des richtigen Partners ist ebenso wichtig wie die der richtigen Antriebstechnologie. Kollmorgen arbeitet mit Ihnen zusammen, um Ihre genauen Anforderungen in der ersten Designphase zu ermitteln. Anschließend erhalten Sie die technische Unterstützung, die Sie benötigen, um Produktauswahl, Dimensionierung, Konfiguration und Optimierung zu erleichtern. Eine schnelle Prototypenerstellung, Lieferung und iterative Weiterentwicklung Ihrer Lösung kann potenziell Monate in Ihrem Entwicklungsprozess einsparen.

Sobald die endgültige Konstruktion fertiggestellt ist, ermöglicht Kollmorgens AS9100-zertifiziertes Werk durch Lean Manufacturing, wiederholbare Prozesse und Qualitätskontrollen einen schnellen Übergang vom Prototypen zur vollen Produktion. So können Sie sich darauf verlassen, dass Ihre Antriebslösungen immer pünktlich geliefert werden. Die lange Tradition von Kollmorgen in der Luftfahrt und die weltweite Präsenz garantieren Ihnen zudem einen langfristigen regionalen Support während des gesamten Lebenszyklus Ihres UAV. Kostenkontrolle und bedarfsgerechte Skalierung stehen dabei immer im Fokus.

## Möchten Sie weiter fliegen?

[Kontaktieren Sie uns](#), um Ihre Anforderungen und Ziele mit einem Kollmorgen-Experten für UAVs und andere Luftfahrt- und Verteidigungsanwendungen zu besprechen.

Änderungen vorbehalten. Es obliegt dem Anwender, die Eignung des Produkts für den vorgesehenen Verwendungszweck festzustellen. Alle Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

## Wissenswertes über Kollmorgen

Kollmorgen, eine Marke von Regal Rexnord, verfügt über mehr als 100 Jahre Erfahrung in der Antriebstechnik, die sich in den leistungsstärksten und zuverlässigsten Motoren, Antrieben, Linearantrieben, FTS-Steuerungslösungen und Automatisierungsplattformen der Branche bewährt hat. Wir liefern bahnbrechende Lösungen, die in puncto Leistung, Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit unübertroffen sind und Maschinenbauern einen unbestreitbaren Marktvorteil verschaffen.