

Neue Zukunftsmärkte

Elektrische Technologie in der Luftfahrt





Bild: Rolls-Royce

Gemeinsam mit Flugzeughersteller Tecnam und Airline Widerøe arbeitet Rolls-Royce an dem elektrischen Commuter-Flugzeug P-Volt

Im Oktober 2019 übernahm der Triebwerkshersteller **Rolls-Royce** das interne Start-up **eAircraft** des Technologiekonzerns **Siemens**. Die Experten aus Budapest und Bayern verstärken seitdem die Electrical-Einheit von Rolls-Royce mit bestehenden weiteren Standorten in Deutschland, England, den USA, Singapur und Norwegen. Die Akquisition ist im Einklang mit der **Net-Zero-Strategie**, die Rolls-Royce im Sommer 2021 verkündete: Ziel ist es, als Unternehmen bis 2030 CO₂-neutral zu werden und die Märkte mit der Entwicklung neuer Produkte und Technologien maßgeblich dabei zu unterstützen, bis 2050 dasselbe Ziel zu erreichen. Lösungen zur Elektrifizierung der Luftfahrt sind dabei eine wichtige Säule.

Auch in der Luftfahrt hat das Geschäft mit elektrischen Produkten mittlerweile Fahrt aufgenommen: Nach Technologieerprobungen und Demonstratorflügen werden derzeit erstmals **elektrische Antriebsprodukte** zertifiziert und kommerziell eingeführt. In dieser entscheidenden Phase möchte Rolls-Royce innovative Technologien mit langjährigen Erfahrungen und bewährten Fähigkeiten im Bereich der Luftfahrtzertifizierung effektiv verknüpfen. Das umfasst auch die Entwicklung und Qualifizierung einer globalen und stabilen Lieferkette mit Zertifizierung für die Lieferung luftfahrtkonformer Komponenten sowie den Aufbau einer Produktion, mit der elektrische Komponenten in industriellem Maßstab gefertigt werden können.

Ein neuer Fokus – bestärkt durch die Pandemie

Während die Luftfahrtbranche weiterhin mit den enormen Herausforderungen der Coronakrise kämpft, eröffnet sich für einige Marktsegmente zusätzliches Wachstumspotenzial. In zunehmendem Maße sind **Mobilitätslösungen** gefragt, die neben Effizienz und Wirtschaftlichkeit auch das gestiegene **Umweltbewusstsein** der Reisenden berücksichtigen und so die Marktanforderungen in Zeiten nach der Pandemie erfüllen.

Im Hinblick auf die Luftfahrt liegt für **Rolls-Royce Electrical** der Fokus auf zwei Zukunftsmärkten: **Urban Air Mobility (UAM)** und

elektrische Zubringer-Flugzeuge, sogenannte **Commuter**. Für jedes dieser Marktsegmente werden passende Antriebssysteme entwickelt, die in den nächsten drei bis fünf Jahren als zertifizierte Produkte verfügbar sein sollen. Die Entwicklung beschränkt sich nicht nur auf elektrische Motoren, sondern umfasst auch die Leistungselektronik, Kühlung, Verkabelung, Stromerzeugung sowie Steuerungs- und Batteriesysteme.

Durch den Fokus auf diese neuen Märkte für Antriebe im Leistungsbereich bis ein Megawatt erweitert Rolls-Royce die Wertschöpfung über die aktuellen Kernmärkte und Angebote hinaus und eröffnet den bestehenden Geschäftsbereichen des Konzerns gleichzeitig Zugang zu neuen und verbesserten Technologien, Kompetenzen und Lieferketten für elektrische Systeme. Bis heute hat Rolls-Royce rund **1.500 elektrische Flugmissionen** erfolgreich absolviert und mehr als 170.000 Kilowattstunden elektrischer Energie genutzt.

Elektrische Commuter – neue Einsätze auf bewährten Wegen

Commuter, die mit bis zu 19 Passagieren Regionalstrecken abdecken und in der CS-23-Klasse zertifizierbar sind, haben die Reise hin zum elektrischen Betrieb bereits angetreten. So haben in den letzten Jahren mehrere Unternehmen verschiedene hybrid- und vollelektrische Konzepte sowohl für Neuentwicklungen als auch zur Nachrüstung vorgestellt.

Der aufstrebende Markt elektrisch angetriebener Commuter reagiert dabei auf zwei Entwicklungen: den Wunsch nach **kürzeren Reisezeiten** von Tür zu Tür einerseits und nach kleineren, maßgeschneiderten **Thin-Haul-Frachtlösungen** andererseits. Damit dürften elektrische Commuter bei größerer Umweltverträglichkeit bessere Anbindungen der bestehenden Flughafeninfrastruktur ermöglichen. Die häufig kritisierte Kurzstrecke muss damit nicht der Vergangenheit angehören, sondern kann auf effiziente und umweltverträgliche Art bestehende Transportnetzwerke ergänzen – und gleichzeitig die Auslastung wenig genutzter Regionalflughäfen verbessern.

Gemeinsam mit Partnern aus der Luftfahrt erarbeitet Rolls-Royce die Anforderungen an die elektrischen Antriebs- und Batteriesysteme für diese Flugzeugklasse und wird sie gezielt in Richtung Produkt entwickeln. So soll beispielsweise das elektrische Commuter-Flugzeug *P-Volt* des italienischen Herstellers *Tecnam* mit einem Rolls-Royce-Antriebssystem im Jahr 2026 in Betrieb gehen können. Die zweimotorige P-Volt baut auf der erfolgreichen elfsitziigen P2012-Traveller-Plattform von Tecnam auf. Gemeinsam mit der norwegischen Airline *Widerøe* haben die Unternehmen ein Entwicklungsprogramm aufgesetzt, das sicherstellt, dass auch die Anforderungen eines Airline-Betreibers in die Entwicklung einfließen und somit auch die erforderlichen Kompetenzen für elektrisches Fliegen einer Airline aufgebaut werden. Norwegen nutzt den Luftverkehr für regionale Verbindungen aufgrund seiner Topografie in hohem Maße und will diesen bis 2040 **emissionsfrei** gestalten. Auch die amerikanische Airline *Cape Air* hat bereits Interesse an dem Elektroflieger angemeldet. Neben der Passagierbeförderung sind für die P-Volt aber auch Frachtflüge sowie medizinische Anwendungsfälle denkbar.

Weitere Projekte, in denen Rolls-Royce gemeinsam mit Partnern die Zukunft elektrischer Commuter-Flugzeuge weiterdenkt, sind beispielsweise das Projekt *ELICA (Electric Innovative Commuter Aircraft)* in Zusammenarbeit mit der *Universität Neapel*, *SmartUp Engineering*, *Siemens Industry Software NV* und der *Air s.Pace GmbH*, oder das Projekt *2Zero* mit dem Unternehmen *Ampaire* und weiteren Partnern im Rahmen der britischen Initiative *Future Flight Challenge*.

Bei der Entwicklung des elektrischen Antriebssystems für die Commuter-Flugzeugklasse kann Rolls-Royce auf bestehende Technologie aufbauen: Bereits im vergangenen Jahr hat der Konzern zwei **Prototypen** in der erforderlichen Leistungsklasse gebaut und getestet. Auf Grundlage einer Konzeptstudie für eine hybrid-elektrische *Dornier 228* entwickelte und untersuchte Rolls-Royce Electrical einen elektrischen Motor sowie einen 500-Kilowatt-Generator. Die nun in der Entwicklung befindliche Antriebseinheit für die Commuter-Flugzeugklasse wird weniger Leistung erzeugen, um ein breiteres Marktsegment abdecken zu können. Dafür wird Wert darauf gelegt, dass sie modular erweiterbar und die zugehörige Leistungselektronik entsprechend skalierbar wird.

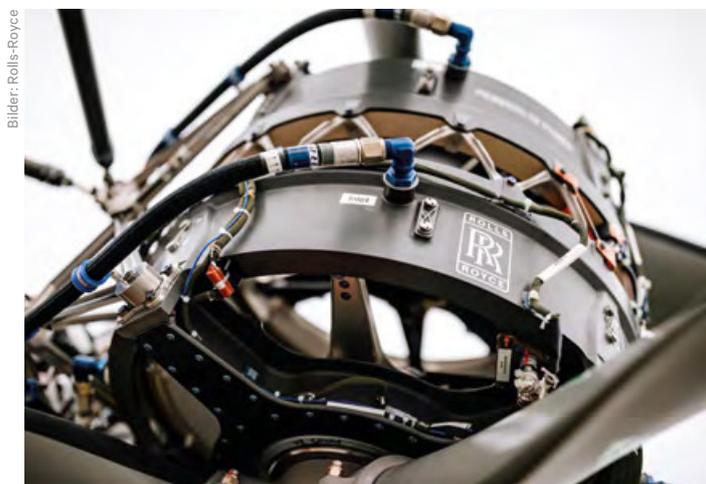
Urban Air Mobility – ein neuer Zukunftsmarkt für elektrische Antriebe

Im wachsenden Markt für **eVTOL-Flugzeuge** (*electric Vertical Take-Off and Landing*), die senkrecht starten und landen können, konkurrieren viele Start-ups und etablierte Unternehmen darum, als erster Anbieter das Lufttaxi der Zukunft auf den Markt zu bringen. Die ersten *Urban-Air-Mobility-Märkte (UAM)* für eVTOL-Flugzeuge werden sich in **Megacities** auf Basis fester Verbindungen und Routen entwickeln, die heute beispielsweise bereits von Hubschraubern bedient werden, aber auch Lücken in der effizienten Anbindung von Regionen im Umland schließen. Auch wenn eVTOL-Flugzeuge erst ab 2030 in großer Zahl unterwegs sein dürften, rechnet Rolls-Royce bereits ab Mitte der 2020er-Jahre mit dem Beginn des kommerziellen Betriebs.

Rolls-Royce will dafür ein elektrisches eVTOL-Antriebssystem, inklusive der benötigten Batterien, auf dem Markt einführen und sich damit langfristig als ein führender Tier-1-Anbieter für komplette elektrische UAM-Antriebssysteme positionieren. Auf dem Weg dorthin wurden im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts zur Entwicklung des Antriebssystems für den Flugtaxi-Demonstrator **CityAirbus** von *Airbus* bereits wichtige Meilensteine in der Technologie erreicht. Der CityAirbus mit seinen elektrischen Rolls-Royce-Prototypenantrieben aus acht 200-Kilowatt-starken Motoren mit zugehörigen Invertern und einem Energieverteilungssystem absolviert ein umfassendes Testprogramm. Erst vor kurzem hob der CityAirbus mit 2,3 Tonnen Gesamtgewicht ab und bewies damit erneut die Leistungsfähigkeit des Antriebssystems.

eVTOL-Flugzeuge stellen spezielle Anforderungen an das elektrische Antriebssystem. Zur Steuerung und Reduzierung der **Lärmemission** rotieren die Propeller beispielsweise beim CityAirbus sehr langsam mit weniger als 1.000 Umdrehungen pro Minute und verlangen dem elektrischen Antrieb so ein besonders hohes Drehmoment ab.

Rolls-Royce untersucht bei der Entwicklung solcher Maschinen verschiedene **Topologien** und **Materialien**. Im Gegensatz zu den im CityAirbus eingesetzten Prototypen enthält das für die Markteinführung vorgesehene System sogenannte Lift-and-Push-



Acht 200-Kilowatt-Motoren von Rolls-Royce treiben den CityAirbus-Demonstrator an



Bei der Entwicklung des Antriebssystems für die Commuter-Flugzeugklasse kann Rolls-Royce auf Erfahrungen mit Prototypen im ½-Megawatt-Bereich aufbauen



Bild: Rolls-Royce

Der VA-X4 des Start-ups Vertical Aerospace mit Rolls-Royce-Antriebssystem soll 2024 zertifiziert werden

Motoren im Leistungsbereich von 100 Kilowatt, die von Beginn des Designs an auf das Ziel der Zertifizierung ausgelegt sind. Bei der Entwicklung kann sich Rolls-Royce an den kürzlich von der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA) veröffentlichten Zertifizierungskriterien für eVTOL-Flugzeuge und deren elektrische Antriebssysteme orientieren.

Im UAM-Markt arbeitet Rolls-Royce mit dem britischen Start-up *Vertical Aerospace* zusammen. Weltweit arbeiten 150 Ingenieure von *Rolls-Royce Electrical* an der Entwicklung der elektrischen Motoren mit zugehörigen Invertern sowie dem Energieverteilungs- und Monitoringsystem des vollelektrischen Flugzeugs *VA-X4* von *Vertical Aerospace*. Der erste Prototyp des Senkrechtstarters, der Geschwindigkeiten bis zu 320 Kilometer pro Stunde erreichen soll, wird noch 2021 abheben, dann aber noch ohne das Rolls-Royce-Antriebssystem. Nachdem 2022 dann ein Rolls-Royce-System in den VA-X4 integriert wird, soll 2024 die Zertifizierung erfolgen.

Für mehr Reichweite – von vollelektrisch zu hybrid-elektrisch

Während der P-Volt und der VA-X4 zunächst mit vollelektrischen Antrieben ausgerüstet werden, arbeitet Rolls-Royce mit Blick auf verbesserte Reichweiten für längere Flugmissionen auch an hybrid-elektrischen Systemen. Zusammen mit *Tecnam* und *Rotax* plant Rolls-Royce eine modifizierte viersitzige *Tecnam P2010* mit dem „H3PS“-Antrieb, dem ersten parallel-hybrid-elektrischen Antriebssystem für die allgemeine Luftfahrt. Dafür gelang dem Electrical-Team in Ungarn bereits die komplexe Aufgabe, einen Verbrennungsmotor so mit einer elektrischen Maschine zu verbinden, dass er das Antriebssystem unterstützt und sowohl als Motor als auch als Generator fungiert. Damit reicht für den Antrieb ein kleinerer Verbrennungsmotor aus und der Treibstoffverbrauch sinkt. Zum Abschluss des im Rahmen des *H2020-Programms* von der Europäischen Union geförderten Projekts soll das H3PS-Flugzeug Ende 2021 erste Flugtests absolvieren.

In einer etwas höheren Leistungsklasse wurde das Design eines seriell-hybrid-elektrischen Systems mit der bewährten M250-Hubschraubergasturbine von Rolls-Royce 2021 weiterentwickelt. Das sogenannte *M250H-System* umfasst einen elektrischen 500-Kilowatt-Generator und vier verteilte elektrische 150-Kilowatt-Elektromotoren mit zugehöriger Leistungselektronik sowie einen modular aufgebauten Energiespeicher, Einheiten für Stromverteilung, eine moderne Steuerung für das Leistungsmanagement und ein System für die Kühlung des Antriebs.

Im Rahmen dieses Projekts hat Rolls-Royce Electrical detailliert überprüft, wie flugtaugliche Designs auf Basis disruptiver Technologie möglich sein können. Die Untersuchungen anhand des Architekturdesigns haben ergeben, dass die Entwicklung einer neuen, speziell für die Anforderungen hybrid-elektrischer Flugzeuge dimensionierten Gasturbine, weitere Potenziale freilegen könnte. Der neue *Turbogenerator* könnte am Standort Dahlewitz bei Berlin entwickelt werden und würde das modulare, skalierbare Portfolio von Rolls-Royce für hybrid- und vollelektrische „Advanced Air Mobility“-Flugzeuge vervollständigen.



Bild: Rolls-Royce

Im H3PS-Projekt erforscht Rolls-Royce gemeinsam mit Tecnam und Rotax parallel-hybrid-elektrische Antriebstechnologie für die allgemeine Luftfahrt

Bild: Rolls-Royce



Die im ACCEL-Projekt entwickelte „Spirit of Innovation“ verhilft Rolls-Royce zu weiterer Kompetenz im Batteriedesign

Zu den Anwendungen für elektrische Systeme, die derzeit noch weiter in der Zukunft liegen, zählt ein 2,5 Megawatt starker Generator-Prototyp, der im Rahmen des *E-Fan-X-Projekts* durch das norwegische Team von Rolls-Royce Electrical entwickelt wurde und sich derzeit auf dem Prüfstand befindet. Er wird Teil des sogenannten *PGS1-Systems*, das Energie für Anwendungen in der Größenordnung von Regionalflugzeugen bereitstellen kann. Gerade einmal so groß wie ein Fass Bier, erzeugt der Generator Strom, mit dem etwa 2.500 Haushalte versorgt werden könnten und legt damit eine wichtige technische Grundlage für zukünftige Systeme im Megawattbereich.

Ausbau der Batteriekompetenz

Bei der Weiterentwicklung von **Energiespeichern** ist es das Ziel von Rolls-Royce, mit einem einzigen Ladevorgang Reichweiten von bis zu 160 Kilometern zu ermöglichen. Dafür will das Unternehmen 80 Millionen britische Pfund in die Hand nehmen und etwa 300 neue Stellen schaffen. Bis 2035 sollen jährlich mehr als fünf Millionen Batteriezellen mit marktführender Energiedichte in modularen elektrischen und hybrid-elektrischen Systemen verbaut werden.

Bild: Rolls-Royce



Der 2,5 Megawatt starke Generator-Prototyp auf dem Prüfstand

Bei diesem Vorhaben kann Rolls-Royce unter anderem auf dem Batterie-Design aufbauen, das im Rahmen des *ACCEL-Projekts (Accelerating the Electrification of Flight)* gemeinsam mit dem Partner Electroflight entwickelt wurde. Die Batterien werden das Elektroflugzeug „Spirit of Innovation“ bei dem Versuch, den Geschwindigkeitsrekord für E-Flugzeuge zu brechen, mit Energie versorgen.

Transformation des Flugverkehrs

Bei der Elektrifizierung von Luftfahrtanwendungen hat Rolls-Royce also volle Fahrt aufgenommen. Die **Vision** sind sauberere und effizientere Antriebs- und Speicherlösungen, die das Potenzial haben, einen Paradigmenwechsel einzuleiten und den Flugverkehr zu transformieren. Die Herausforderungen, die die Entwicklung der dafür erforderlichen bahnbrechenden Technologien mit sich bringen, können nur durch Zusammenarbeit und Partnerschaften gelöst werden – sie stellen aber auch neue Erfordernisse an den Arbeitsmarkt. Neue Stellen entstehen in der Branche, bei denen Experten innovative Technologie mit gleichzeitig höchsten Sicherheitsanforderungen zusammenbringen müssen. Dabei werden nicht nur Luftfahrtspezialisten, sondern beispielsweise auch Entwickler aus der Automobilindustrie ihre speziellen Kompetenzen auf einem neuen Niveau unter Beweis stellen können. Eine hoch spannende Zukunft für die Luftfahrtbranche! ●

DIE AUTORIN

Julia Hetz ist Marketingkommunikatorin für das globale Electrical-Team bei Rolls-Royce und fasst ihre Rolle folgendermaßen zusammen: „*My colleagues make history – and I am telling their story.*“ An dem vorliegenden Artikel hat eine Vielzahl von Kollegen mitgewirkt.