

Das Unmögliche erreichen



Dr. Bertrand Piccard,
Initiator und Direktor von
Solar Impulse

Erstmals in der Geschichte ist ein Flugzeug Tag und Nacht ohne Treibstoff geflogen, während 26 Stunden ausschliesslich durch Sonnenenergie angetrieben. Dieser Flug vom 8. Juli 2010 bildete den krönenden Abschluss der ersten Etappe des von Bertrand Piccard und André Borschberg initiierten Abenteuers Solar Impulse. Und er bestätigte das hoch gesteckte Ziel: Es gibt noch ein immenses Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.

Für seine Suche nach der ultimativen Technologie und Symbolkraft, hat sich Solar Impulse auf den schwierigen und riskanten Weg aller Pioniere begeben. Seit 2003 haben Ingenieure, Physiker, Informatiker, Verbundwerkstoffspezialisten und Elektriker all ihre Kreativität für den Bau eines revolutionären Solarflugzeugs eingesetzt: Solar Impulse ist fähig, sich dem immerwährenden Flug anzunähern.

Die Abhängigkeit von fossilen Energien ist nicht länger unser Schicksal

Solar Impulse glaubt an die Kraft der Symbole. Mit der Weltumrundung ohne Treibstoff und ohne Schadstoffausstoss schreibt Solar Impulse ein neues Kapitel der Luftfahrtgeschichte und stellt so das immense Potenzial der neuen Technologien zur Einsparung von Energie und zur Nutzung der erneuerbaren

Energien unter Beweis. Sein Weg ist wissenschaftlich und innovativ, aber auch philosophisch. Solar Impulse will die Gesellschaft sensibilisieren und jeden Einzelnen dazu motivieren, die Energieressourcen unseres Planeten zu schonen.

Neue Technologien machen das Unmögliche möglich

Ein Flugzeug ausschliesslich mit Solarenergie zu starten und Tag und Nacht fliegen zu lassen, ist eine grosse Herausforderung, die nur mit neuen Technologien und einer drastischen Reduktion des Energieverbrauchs bewältigt werden konnte. Die 70 Ingenieure und Techniker von Solar Impulse, die von rund hundert Experten und Beratern unterstützt werden, mussten dafür völlig neue Lösungen im Bereich der Luftfahrt entwickeln. Solar Impulse ist nicht das erste Solarflugzeugpro-



jekt, aber sicher das ehrgeizigste. Der Prototyp HB-SIA kann Tag und Nacht fliegen und ist damit das erste Solarflugzeug, das sich dem immerwährenden Flug annähert.

Mehr als ein Flugzeug

Mit der Spannweite eines Airbus A340 und einem geringen Gewicht, zeichnet sich der Prototyp HB-SIA durch bisher unerreichte Eigenschaften in Konstruktion und Aerodynamik aus. Seine Karbonfaserstruktur, die Antriebskette, die Flugleistung, die Bordinstrumente: Alles wurde neu konzipiert, um erstens Energie einzusparen, zweitens den für Material und Piloten rauen Bedingungen in grosser Höhe standzuhalten und drittens gleichzeitig den hohen Anforderungen an Gewicht und Widerstandsfähigkeit zu genügen.

Erstes Ziel erreicht: der Nachtflug

Mit seinem Tag- und Nachtflug ohne Treibstoff hat der von André Borschberg gesteuerte Prototyp HB-SIA die numerischen Simulationen, die technologische Wahl

und insbesondere auch die Botschaft von Bertrand Piccard bestätigt: «Mit den heutigen Technologien können wir die Abhängigkeit von fossilen Energien stark vermindern, wenn die Regierungen den Mut haben, sie massiv zu fördern. Von dieser faszinierenden Entwicklung profitieren alle dank neuer Arbeitsplätze, einer gestärkten Kaufkraft und einer sauberen Umwelt.» Zahlreiche politische Behörden und parlamentarische Ausschüsse haben nach dem erfolgreichen Nachtflug ihr Interesse bekundet, Solar Impulse als motivierendes Beispiel für eine ehrgeizigere Energie- und Umweltpolitik zu nutzen. Zur Unterstützung dieser Aktionen hat die Stiftung Solar Impulse ein Lernprogramm gestartet, um Jugendliche zu ermutigen, ihren Pioniergeist zu entwickeln.

Die Zukunft mit Innovationskraft und Pioniergeist gestalten

Solar Impulse reiht sich direkt in eine Tradition von Forschung, Abenteuer und wissenschaftlicher Entwicklung ein. Bertrand



Der erste solare Nachtflug der Geschichte

- Spannweite eines Airbus A340, um den induzierten Widerstand zu minimieren und die Fläche für die Solarzellen zu maximieren
- Jedes überflüssige Gramm wurde eingespart, um dieses hyperleichte Flugzeug mit dem Gewicht eines Mittelklassewagens zu schaffen
- Motorleistung eines Motorrads, dank einer vollständig optimierten Antriebskette
- Sieben Jahre Berechnungen, Simulationen, Bau und Tests
- Ein multidisziplinäres Team aus 70 Spezialisten, 80 Partnern und rund 100 Beratern

Piccard setzt damit die Familiengeschichte der Piccards fort, die von der Erforschung der Stratosphäre und der Tiefseegräben bis zur Weltumrundung im Ballon reicht. Durch solche Abenteuer will Bertrand Piccard die Gesellschaft für die Nutzung sauberer Technologien motivieren. Das Echo, das die Botschaft von Solar Impulse bisher in Wirtschaft und Politik ausgelöst hat, scheint sein Ziel zu bestätigen.

Heutige Abenteuer drehen sich um Lebensqualität, Nachhaltigkeit und Respekt

Ein Jahr Studien, vier Jahre Planung, zwei Jahre Konstruktion und ein Jahr Tests waren notwendig, um den Prototyp HB-SIA zu realisieren und den ersten solaren Nachtflug zu schaffen: 26 Stunden, 10 Minuten und 19 Sekunden. Drei Weltrekorde waren geschafft. Bei der Landung enthielten die Batterien noch genug Energie für vier Stunden Flug. Die Lehren aus dem ersten Prototyp fließen nun in die Entwicklung des zweiten

Flugzeugs HB-SIB ein, das 2014 die Weltumrundung wagen soll. Es soll die grossen Premieren der Luftfahrtgeschichte wie die Überquerung der Vereinigten Staaten und des Atlantiks neu schreiben. Doch diesmal ohne Treibstoff.

Das Flugzeug, das ohne Treibstoff fliegt

Berechnungen, Tests und Simulationen sind wesentliche Bestandteile jeder Konstruktionsetappe. Während der Konstruktion wurden mit Lasten- und Schwingungstests die von den Ingenieuren entwickelten Modelle verfeinert und so schrittweise in vorher unbekannte Bereiche vorgerückt. Für die Vorbereitung der Testflüge wurde ein spezieller Simulator für die Piloten entwickelt. Im 1,3 Kubikmeter engen Cockpit müssen sie ein Flugzeug steuern, das wegen seiner grossen Spannweite und der geringen Flächenbelastung ein schwieriges Flugverhalten aufweist. Ein multidisziplinäres Team hat zahlreiche Flüge simuliert, um günstige Wet-



Zwei unterschiedliche Visionäre – ein gemeinsames Ziel

Zwei Männer, beide Piloten, Pioniere und Innovatoren, steuern mit vereinten Kräften die Entwicklung von Solar Impulse. Bertrand Piccard, Psychiater, Luftfahrer und Pilot der ersten Nonstop-Weltumrundung im Ballon, als Initiator und Präsident. André Borschberg, Ingenieur mit Masterabschluss in Managementwissenschaften, ausgebildeter Militärpilot und professioneller Flugzeug- und Helikopterpilot, als CEO. Die avantgardistischen Visionen und die Kommunikationskompetenz des Ersten ergänzen sich mit der Unternehmens- und Managementenerfahrung des anderen.



terkonfigurationen zu finden, dem Solarflugzeug den Weg in den Luftraum zu öffnen und die Landungen auf internationalen Flughäfen vorzubereiten.

Energieeinstrahlung und -speicherung

Der Erfolg des Projekts hängt von der Maximierung des aerodynamischen Wirkungsgrads und der Optimierung der Antriebskette ab. Die auf Flügel und Höhenruder angebrachten 11 628 Zellen aus monokristallinem Silizium von 150 Mikrometer Stärke wurden aufgrund ihres Gewichts, ihrer Flexibilität und ihres Wirkungsgrads (22 %) ausgewählt. Ein

noch besserer Wirkungsgrad wäre nur bei gleichzeitig höherem Gewicht und entsprechenden Nachteilen für den Nachtflug möglich gewesen. Die grösste Herausforderung in dieser kritischsten Flugphase ist die Energiespeicherung, die in Lithium-Polymer-Batterien mit einer Energiedichte von 240 Wh/kg erfolgt. Sie befinden sich in den vier Motorengondeln und ihr Gewicht beträgt 400 kg oder ein Viertel der gesamten Flugzeugmasse.

Struktur und Werkstoffe

Eine Spannweite von mehr als 63 Metern bei einem Gewicht von 1600 kg ist eine grosse Premiere in der Welt der Luftfahrt in Bezug auf Widerstandsfähigkeit, Leichtigkeit und Beherrschbarkeit im Flug. Ein extrem leichtes Karbonfasergerüst mit wabenartiger Sandwichstruktur bildet den Kern von Solar Impulse. Die Flügeloberseite ist mit einer Haut aus eingekapselten Solarzellen, die Flügelunterseite mit einem flexiblen, extrem widerstandsfähigen Film überzogen. Diese zwei Schichten werden alle 50 cm durch insgesamt 120 Karbonfaserrippen zu einer aerodynamischen und widerstandsfähigen Flügelform verbunden.





Energieressourcen

Zur Mittagszeit fällt auf jeden Quadratmeter der Erdoberfläche ein Energieäquivalent von 1000 Watt oder 1,3 PS Lichtstärke. Über 24 Stunden liefert die Sonne aber durchschnittlich nur 250 W/m^2 . Mit 200 m^2 Photovoltaikzellen und einem Gesamtwirkungsgrad der Antriebskette von 12 %, liegt die Durchschnittsleistung der vier Motoren der HB-SIA damit lediglich bei 6000 Watt oder 8 PS. Gerade so viel Energie stand den Brüdern Wright bei ihrem ersten motorisierten Flug im Jahr 1903 zur Verfügung. Und nur mit dieser vom Solarpanel bis zum Propeller optimierten Energie ist Solar Impulse Tag und Nacht ohne Treibstoff geflogen!

Antriebssystem

Unter dem Flügel der HB-SIA befinden sich vier Gondeln mit je einem 10-PS-Motor, einer Lithium-Polymer-Batterie-Einheit und einem System zur Überwachung des Ladezustands und der Temperatur. Die thermische Isolation hält die durch die Batterien erzeugte Wärme zurück, so dass diese auch bei -40°C auf 8500 Metern funktionieren. Jeder Motor verfügt über ein Getriebe, das die Umdrehung des Zweiblatt-Propellers mit einem Durchmesser von 3,5 Metern auf 200–400 Umdrehungen/Minute begrenzt.

Technische Daten

- Spannweite: 63,40 m
- Länge: 21,85 m
- Höhe: 6,40 m
- Motorisierung: 4 elektrische 10-PS-Motoren
- Solarzellen: 11 628 (10 748 auf dem Flügel, 880 auf dem Höhenruder)
- Gewicht: 1600 kg
- Durchschnittsgeschwindigkeit: 70 km/Std
- Startgeschwindigkeit: 44 km/h
- Abrissgeschwindigkeit: 35 km/h
- Maximale Reiseflughöhe: 8500 m

Reproduktion mit
freundlicher Genehmigung
von Solar Impulse