

KUNDENBERICHT LUFT- UND RAUMFAHRT  
**SOLAR IMPULSE**



© Solar Impulse | Revillard | Rezo.ch

AROUND THE WORLD  
IN A SOLAR AIRPLANE



**SOLARIMPULSE**

## Herausforderung

Ein durch Solarenergie angetriebenes Flugzeug zu konstruieren und zu bauen, das die Erde umrundet und zeigt was mit erneuerbaren Energien möglich ist.

## Lösung

Das Unternehmen nutzt die **3DEXPERIENCE®** Plattform von Dassault Systèmes für die Konstruktion und die Simulation der Montage.

## Vorteile

Die Applikationen der **3DEXPERIENCE** Plattform ermöglichten den Ingenieuren von Solar Impulse, die optimale Konfiguration von Gewicht und Größe für das Flugzeug sowie das bestmögliche Design für das Cockpit zu bestimmen und zugleich Probleme mit der Montage noch vor dem eigentlichen Bau zu vermeiden.

## DIE WELT VERÄNDERN – MIT SOLARENERGIE

Es kann frustrierend sein, wenn einem der Treibstoff ausgeht. Manchmal führt es aber auch zu neuen Erfahrungen. Als Bertrand Piccard 1999 die erste Erdumrundung in einem Heißluftballon absolvierte, startete er mit 3,7 Tonnen Flüssiggas an Bord; bei der Landung 20 Tage später waren nur noch 40 Kilogramm übrig. „Das war knapp“, sagte Piccard dazu. „Während der ganzen Fahrt war ich besorgt, dass mir das Gas ausgehen könnte. Darum entschloss ich mich, bei meiner nächsten Erdumrundung ganz ohne Treibstoff auszukommen.“ Damit begann das Abenteuer von Solar Impulse.

Der Pioniergeist liegt bei Piccard in der Familie. Sein Großvater Auguste Piccard konstruierte einen Ballon mit einer luftdichten Überdruckkabine und war der erste Mensch, der bis in die Stratosphäre vorstieß. Sein Vater Jacques Piccard stellte einen Rekord auf, als er bis auf den Grund des Mariannengrabens im Pazifischen Ozean hinabtauchte, dem tiefsten Ort der Weltmeere. Durch sie kam Bertrand Piccard mit vielen Entdeckern, Pionieren und Astronauten in Kontakt, darunter Neil Armstrong oder Flugpionier Charles Lindbergh. Sie wurden zu seinen Vorbildern und erweckten den Entdeckerdrang in ihm. „Als Kind war ich von ihren Abenteuern fasziniert“, so Piccard. „Sie waren in unserer Familie häufig Gesprächsthema beim Abendessen.“

2015 werden Bertrand Piccard und André Borschberg, enger Freund und Mitbegründer von Solar Impulse, als Piloten versuchen, die Erde mit Solar Impulse 2, einem vollständig durch Solarenergie angetriebenen Flugzeug, zu umrunden. Warum Solar Impulse 2? „Weil Solar Impulse 1, das erste von uns gebaute Solarflugzeug, mehr eine Art Prototyp darstellte – ein fliegendes Labor, das wir für Tests in verschiedenen Situationen eines Fluges und bei unterschiedlichen Wetterbedingungen verwendet haben“, erklärt Borschberg, CEO von Solar Impulse. „Das zweite Flugzeug ist auf Langstreckenflüge, geringeren Energieverbrauch und verbesserte Flugeigenschaften ausgelegt. Deshalb Solar Impulse 2.“

Als ihm Piccard seine Idee eines Fluges rund um die Erde nur mit Solarenergie vorstellte, „sagte ich ihm, ich bräuchte einen Tag Bedenkzeit, aber im Grunde wusste ich da schon,



„ Ohne Dassault Systèmes hätten wir niemals ein solch revolutionäres Flugzeug konstruieren können.“

– Bertrand Piccard  
Initiator, Vorsitzender und Pilot

dass ich ‚Ja‘ sagen würde“, so Borschberg. Als ehemaliger Pilot der Schweizer Luftwaffe, Ingenieur und Absolvent der prestigeträchtigen Sloan School of Management am MIT hat Borschberg Lizenzen als Flugzeug- und Helikopterpilot. Er bringt zudem mehr als 20 Jahre Erfahrung als Geschäftsmann und Unternehmer in das Projekt ein. Als CEO leitet er das mehr als 50-köpfige technische Team, das am Flugzeug arbeitet, und beaufsichtigt mit seinen konstruktionstechnischen und geschäftlichen Fertigkeiten die Entwicklung sowie die Flugvorbereitung.

## NICHT VERRÜCKT, SONDERN ÜBERZEUGT

Die Projektgründer haben für die Entwicklung ihres Flugzeugs die **3DEXPERIENCE** Plattform von Dassault Systèmes gewählt, „denn wir glauben, dass dies die besten Technologien auf dem Markt sind“, sagt Borschberg. „Alles an diesem Flugzeug ist neu. Es ist ein komplexes Projekt. Normalerweise nutzt man vorhandene Motoren, wenn man ein neues Flugzeug bauen möchte, und wenn man neue Motoren testen will, tut man dies in vorhandenen Flugzeugen. Hier allerdings ist der Antrieb neu. Der Motortyp ist neu. Die Struktur ist neu. Das Vorhaben ist folglich äußerst komplex. Unser technischer Berater hat uns für verrückt erklärt, weil wir ausschließlich auf ein digitales 3D-Modell zurückgreifen wollten, anstatt ein physisches Modell zu bauen. Doch wir hatten Vertrauen in diese Technologien.“

## KONSTRUKTION UND SIMULATION DIGITAL

Neben der Entwicklung des Flugzeugs mit den **3DEXPERIENCE** Applikationen konnten die Ingenieure von Solar Impulse ihre Konstruktionen auch mit verschiedenen Konfigurationen testen. „Die Entwicklungs- und Simulationsanwendungen der **3DEXPERIENCE** Plattform waren extrem hilfreich für uns; mit ihnen konnten wir unser Flugzeug ohne physische Prototypen entwickeln, deren Bau sehr teuer und langwierig gewesen



„ Wir haben uns für die **3DEXPERIENCE®** Plattform von Dassault Systèmes entschieden, denn wir glauben, dass dies die besten Technologien auf dem Markt sind.“

– André Borschberg  
Mitbegründer, CEO und Pilot

wäre“, so Borschberg. „Wir fingen mit dem Entwurf der einzelnen Teile an, die wir dann mit den Montagefunktionen der **3DEXPERIENCE** Plattform zusammensetzten, bevor es schließlich mit der tatsächlichen Herstellung weiterging. Wir haben immer gesagt: Wenn es bereits in der digitalen Simulation am Bildschirm nicht funktioniert, dann bekommen wir mit Sicherheit während der Montage echte Probleme. Dank CATIA funktionierte alles schon beim ersten Versuch so, wie es sollte“, erläutert Jonas Schär, Konstruktionsleiter bei Solar Impulse.

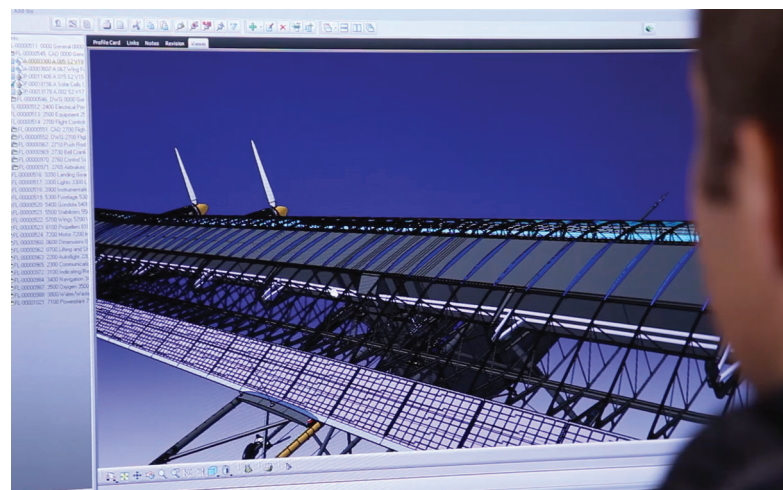
Die Ingenieure nutzten auch die Verbundwerkstoff- und Fertigungsanwendungen der **3DEXPERIENCE** Plattform für die Definition und Optimierung der einzelnen Lagen der Karbonfaserstruktur des Flugzeugs als auch für die Bearbeitung der Werkzeuge, die verwendet wurden, um viele der Karbonteile intern herzustellen.

Solar Impulse verfügt dank der Konstruktion des Flugzeugs mit den Anwendungen von Dassault Systèmes über ein vollständiges und genaues Bild des Flugzeugs – bis ins kleinste Detail. „Damit erreichten wir die komplette Nachverfolgbarkeit und Kontrolle über unser Flugzeug, vom ersten Entwurf bis zur Werkshalle, in der es gebaut wurde“, so Schär. „So konnten wir sicher sein, dass jede Schraube, jede Platte und Unterlegscheibe im Entwurf und 3D-Modell auch im eigentlichen, physischen Flugzeug zu finden ist. Diese Nachverfolgbarkeit ist zudem ein wichtiger Teil des Zulassungsverfahrens. Gegenüber Behörden können wir nun lückenlos nachweisen, dass der Entwurf auch dem entspricht, was tatsächlich gebaut und getestet wurde. Das 3D-Modell ist unser Nachweis. Alle Konstruktions- und Herstellungsdaten werden im System hinterlegt, sind leicht zugänglich und können bei Bedarf den Inspektoren der Prüfstellen vorgelegt werden.“

Der Weg zum Ziel hatte für das Team viele technische Herausforderungen. Die Sicherheit und der Komfort der Piloten hatten dabei natürlich oberste Priorität, schließlich werden sie fünf Tage und Nächte ununterbrochen in einem Flugzeug sitzen, das auf bis zu 8.000 Meter steigen kann – eine Flughöhe, in der Sauerstoffmangel im Gewebe potenziell tödliche Folgen hat. „Für das optimale Layout und die Ergonomie beim Cockpit-Design haben wir auf **3DEXPERIENCE** Applikationen zurückgegriffen“, sagt Schär. „Die Piloten haben viele Stunden im Cockpit trainiert: sitzen, sich bewegen, einfache Übungen ausführen, essen und schlafen. Dadurch haben wir das Cockpit Stück für Stück optimiert, damit André und Bertrand so sicher und bequem wie möglich fliegen können.“

Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, das Flugzeug ununterbrochen für fünf Tage und Nächte in der Luft zu halten. „Seine einzige Energiequelle ist die Sonne; damit es also in der Luft bleibt, muss das Flugzeug mit sehr wenig Energie auskommen und über eine große Spannweite verfügen“, erläutert Borschberg. „Solar Impulse 2 wiegt gerade mal 2.300 Kilogramm und ist damit so leicht wie ein PKW, hat aber eine Spannweite von 72 Metern – länger als eine Boeing 747. Mithilfe digitaler Simulation konnten wir das richtige Verhältnis zwischen Spannweite und Gewicht für einen solchen Langstreckenflug bestimmen.“

Schließlich musste das Team von Solar Impulse noch die richtigen Komponenten finden. Diese mussten leichter und



Oben: Die Ingenieure von Solar Impulse bauen die 72m langen Flügel exakt nach dem CATIA Modell. CATIA ist eine Anwendung der 3DEXPERIENCE Plattform.

Unten: Auf Antrieb richtig. Die Konstrukteure von Solar Impulse nutzen die 3DEXPERIENCE Plattform, um die einzelnen Lagen der Karbonfaserstruktur des Flugzeugs zu definieren und zu optimieren.

## Solar Impulse im Überblick

Das Unternehmen wurde vom Schweizer Piloten, Psychiater und Dozenten Bertrand Piccard und dem Ingenieur, Unternehmer und CEO von Solar Impulse André Borschberg, mit dem Ziel gegründet, ein Flugzeug zu bauen, das allein durch die Kraft der Sonne fliegt.

**Produkte:** Solar Impulse 1 und Solar Impulse 2

**Team:** 50 Ingenieure und Techniker, 80 Technologie-Partner, mehr als 100 Berater und Zulieferer.

**Weitere Informationen:**  
[www.solarimpulse.com](http://www.solarimpulse.com)

widerstandsfähiger sein als alles, was üblicherweise auf dem Markt verfügbar war. „Zu Beginn des Projekts haben wir bei Flugzeugherstellern angefragt, ob sie dieses Flugzeug für uns bauen könnten. Die Antwort war schlicht: „Nein, unmöglich“, so Borschberg. „Wir mussten also nach neuen Technologien und Lösungen suchen, die außerhalb der Luftfahrttechnik zu finden waren, und sie zum ersten Mal überhaupt in ein Flugzeug integrieren. Wir mussten ein absolut revolutionäres Solarflugzeug von Grund auf neu bauen. Das wäre ohne **3DEXPERIENCE** schlicht nicht machbar gewesen“, sagt Borschberg.

Dank des 3D-Modells konnten die Ingenieure auch den Raumbedarf im Transportflugzeug bestimmen, mit dem das zerlegte Flugzeug zu seinem Startflughafen transportiert werden sollte. „Mit CATIA konnten wir sicher sein, dass ausreichend Raum vorhanden war“, so Schär. „Der Platz in einem Transportflugzeug ist begrenzt, also haben wir mit **3DEXPERIENCE** Anwendungen Simulationen in 3D durchgeführt, um den vorhandenen Raum optimal nutzen zu können. Wir haben die 3DS Anwendungen sogar für die Entwicklung der Transport-Einrichtungen verwendet, die nötig sind, um das Flugzeug sicher zu transportieren, als auch für die mobilen Geräte und Ausrüstungen der Bodencrew.“

## DIE GRENZEN DES MACHBAREN NEU DEFINIEREN

Solar Impulse 2 absolvierte ihren Jungfernflug im Juni 2014 und wird zu einer Reihe von Testflügen starten, bevor es auf die fünfmonatige, 35.000 Kilometer lange Reise um die Welt geht. Solar Impulse wird den Piloten nicht nur ein einmaliges Abenteuer beschern, sondern soll auch beweisen, dass erneuerbare Energien die Welt verändern können. Dass der Schutz der Umwelt keine unlösbare Aufgabe ist, die langweilig sein muss oder notwendigerweise zu einem niedrigeren Lebensstandard oder eingeschränkter Mobilität führt. „Wir wollen zeigen, dass man mit alternativen Energiequellen Großes vollbringen kann“, meint Piccard. „Erforschung und Entdeckungen können die Menschen inspirieren. Im 20. Jahrhundert ging es dabei noch darum, neue Gebiete zu erobern. Im 21. Jahrhundert sollte es hingegen darum gehen, die Lebensqualität zu verbessern. Genau dies trifft auf erneuerbare Energien zu: Saubere Technologien, die unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduzieren. Die Umwelt zu retten und Pioniere unseres eigenen Lebens zu werden, in der Art unseres Denkens und Verhaltens: Darum geht es bei Solar Impulse.“

## Our **3DEXPERIENCE**® platform powers our brand applications, serving 12 industries, and provides a rich portfolio of industry solution experiences.

Dassault Systèmes, the **3DEXPERIENCE**® Company, provides business and people with virtual universes to imagine sustainable innovations. Its world-leading solutions transform the way products are designed, produced, and supported. Dassault Systèmes' collaborative solutions foster social innovation, expanding possibilities for the virtual world to improve the real world. The group brings value to over 170,000 customers of all sizes in all industries in more than 140 countries. For more information, visit [www.3ds.com](http://www.3ds.com).



**3DEXPERIENCE**®