

Solar Impulse: Pilotenkomfort unter Extrembedingungen

Ohne Treibstoff, nur mit Sonnenenergie betrieben, soll das Hightech-Flugzeug «Solar Impulse» die Welt umrunden. Damit die Piloten während den Etappen, die bis zu fünf Tagen und Nächten dauern werden, weder schwitzen noch frieren, sind besondere Bekleidungs-systeme gefragt. Diese liefern die Textil-Fachleute der Empa.

TEXT: Beatrice Huber, Rémy Nideröst / BILDER: Empa

Extrem-Bedingungen im Cockpit von Solar Impulse: Da das Flugzeug auch während der Nacht in der Luft sein soll, werden die Temperaturen bis minus 20 Grad Celsius fallen. Speziell isoliert ist das Flugzeug nicht, denn jedes Gramm zählt (siehe Kasten «Mit der Sonne durch die Nacht»). Die Bekleidung muss diese Aufgabe übernehmen. Tagsüber sind die Temperaturen zwar angenehm, aber die Sonneneinstrahlung kann den Piloten ins Schwitzen bringen. Eine ungeeignete Ausrüstung hätte gravierende Folgen. So leidet die Konzentrationsfähigkeit bei extremen Temperaturen; das lange Sitzen könnte Dekubitus, das heisst Druckgeschwüre, auslösen. Und da der Pilot sich im Cockpit kaum bewegen kann – dazu fehlt der Platz –, kann er auch nicht beliebig Kleidungsstücke an- oder ausziehen.

Kleidung «ab Stange» kam für das Team von Solar Impulse daher nicht in Frage, ein variabel anpassbares Bekleidungssystem musste her. Genau das Richtige für die Textil-Fachleute der Empa. «Solar Impulse hat bei uns angefragt, ob wir ein solches Bekleidungssystem für sie entwickeln könnten», sagt Markus Weder von der Empa-Abteilung «Schutz und Physiologie».

Daunen für die Nacht – Lüftung für den Tag

Für die Wärmeisolation griffen die Empa-Fachleute auf ein alt bewährtes Material zurück. «Daunen sind nicht nur sehr leicht; sie haben auch eine extrem hohe Wärmeisolation und transportieren Feuchte sehr gut», so Weder. Den Pilotenanzug stattete Weders Team mit insgesamt vier Daunenkammern – je zwei für Arme und Beine – aus, die nach dem so genannten vAIRis-System funktionieren (siehe auch Kasten «Den Vögeln abgekuckt – das vAIRis-System»). Die Kammern sind dabei beidseitig von einer atmungsaktiven Folie umgeben; je nach gewünschter Isolationsleistung wird Luft in die Kammern geblasen, oder sie werden evakuiert. Im Falle des Anzugs für Solar Impulse sorgt eine Mikropumpe in rund drei Minuten fürs Evakuieren beziehungsweise Füllen der Kammern.

Auch ohne sich körperlich anzustrengen, verliert ein Mensch täglich rund einen Liter Wasser über die Haut durch die so genannte *perspiratio insensibilis*. Bei hohen Temperaturen oder körperlicher Betätigung kann sich dies leicht mehr als verdoppeln. Dieser Schweiß muss effizient abgeführt werden, damit keine unangenehme Staunässe entsteht, die mit der Zeit





André Borschberg, CEO und Mitbegründer von Solar Impulse und Pilot des ersten Nachtflugs überhaupt in einem Solarflugzeug, trägt das neue Bekleidungssystem während den Tests in der Empa-Klimakammer in St. Gallen.

Mit der Sonne durch die Nacht

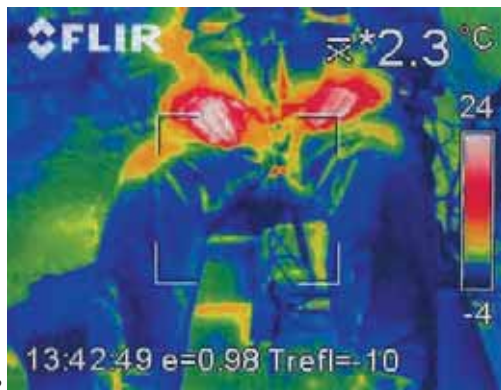
Solar Impulse verfolgt das Ziel, nur mit der Sonnenenergie die Welt zu umrunden. Es geht Solar Impulse allerdings weniger um den sportlichen Wettkampf und einen Eintrag ins Guinness-Buch der Rekorde. Das Projekt will vielmehr demonstrieren, welches Potenzial in erneuerbaren Energien und Technologien zur Energieeinsparung steckt.

Das Prototyp-Flugzeug HB-SIA wiegt bei einer Spannweite von rund 64 Metern nur 1,6 Tonnen. Der Airbus A340, der eine ähnliche Spannweite aufweist, wiegt mit 170 Tonnen über 100-mal mehr. Die grosse Spannweite ist nötig, um den rund 12 000 Solarzellen Platz zu geben, die die Energie für den Antrieb liefern. Damit auch in der Nacht geflogen werden kann, sind Lithium-Polymer-Batterien an Bord. Mit 400 Kilogramm machen sie ein Viertel des Gewichts aus. Für Schub sorgen vier Elektromotoren mit je 10 PS Leistung. Die maximale Flughöhe beträgt 8500 Meter über Meer, die Durchschnittsgeschwindigkeit rund 70 Kilometer pro Stunde.

Hinter Solar Impulse stehen die beiden Schweizer Bertrand Piccard und André Borschberg. Das gesamte Team besteht aus mehr als 50 Personen sowie unzähligen weiteren externen Fachleuten wie den Textilexperten der Empa. Der Jungfernflug von HB-SIA fand am 7. April 2010 auf dem Flugplatz Payerne, Kanton Waadt, statt; der erste Nachtflug vom 7. auf den 8. Juli – Pilot André Borschberg trug dabei den Empa-Anzug. Bald beginnt der Bau des zweiten Prototypen, in dem Piccard und Borschberg zur Erdumrundung abheben werden.



Bildquelle: Solar Impulse



1 Empa-Forscher Markus Weder (links) bespricht die letzten Details mit André Borschberg von Solar Impulse, bevor die Tests des Bekleidungssystems in der Klimakammer beginnen.

2 Es wird kalt in der Klimakammer, doch die Isolation hält: Nur die elektrisch beheizten Handschuhe strahlen Wärme ab. Arme und Beine sind durch die Daunen geschützt.

3 Auch unter den Wärmelampen kommt der Pilot nicht zu stark ins Schwitzen.

die Haut aufweichen und schädigen kann. Für die Piloten von Solar Impulse könnte Staunässe zu einem besonders gravierenden Problem werden, da der Sitz rund ein Drittel der Körperoberfläche bedeckt. Um die Feuchte auch in den Sitzregionen effizient abzuführen, bauten Weder und sein Team eine aktive Hinterlüftung im Sitz und im Rückenbereich des Anzugs ein.

Erfolgreiche Tests in der Klimakammer

Zusammen mit Partnern aus der Industrie bauten die Empa-Forschenden einen Prototyp, bestehend aus Sitz und Anzug – ein massgeschneidertes Kleidungsstück für André Borschberg, CEO und Mitbegründer von Solar Impulse und Pilot des ersten Nachtflugs überhaupt in einem Solarflugzeug. Nach dem Test des Prototypen in der Empa-Klimakammer in St. Gallen war Borschberg begeistert. Und auch das Empa-Team zeigte sich sehr zufrieden. «Das Bekleidungssystem erfüllt die Vorgaben mit Bravur. Die Tests zeigen, dass sowohl Wärmeisolation wie auch Feuchtetransport selbst unter Extrembedingungen einwandfrei funktionieren», sagt Markus Weder. Als zweiter Pilot wird auch Bertrand Piccard einen Anzug auf den Leib geschneidert bekommen. Denn nur bei Massanfertigung zeigt die Wärmeisolation auch die optimale Leistung. //

Den Vögeln abgekuckt – das vAIRis-System



Bei kalten Temperaturen plustern Vögel ihr Federkleid auf; die Luft zwischen den Federn dient als Isolationsschicht. Umgekehrt legen sie ihre Federn bei warmer Umgebung eng an den Körper. Dieses Verhalten nutzten Empa-Forscher Markus Weder und sein Team zur Entwicklung einer textilen Innovation, dem vAIRis-System (Kurzform für «variables Isolationssystem»). Die patentierte Erfindung erlaubt die Herstellung von Daunenjacken, deren Isolationseigenschaften sich variieren lassen. Bei Bedarf wird die Jacke mit Luft befüllt, die zwischen den Daunen für eine gute Isolation sorgt. Bei steigender Umgebungstemperatur oder körperlicher Betätigung kann die Luft abgelassen und so übermässiges Schwitzen verhindert werden. Diese Entwicklung diente als Grundlage für den Anzug der Piloten von Solar Impulse.

Da das Temperaturempfinden jedes Menschen sehr individuell ist, bräuchte jeder oder jede auch eine auf ihn oder sie angepasste Bettdecke. Das vAIRis-System eignet sich auch hierfür; das entsprechende Patent hat die Empa kürzlich an die Schweizer Firma ACT übertragen. Diese hat eine Lizenz an eine deutsche Öko-Bettfedern- und Daunenfabrik verkauft, die künftig Alljahres-Duvets produzieren will, die dank der variablen Isolation im Sommer wie im Winter optimal eingestellt werden können.