

# Mit einem Segelflugzeug bis weit in die Stratosphäre

*Ein Bericht unseres Mitglieds Halu Meyer*



Einar Enevoldson war der Projekt-Chefpilot bei der Firma Grob. In den Jahren vorher hatte er bereits den Höhengklärer Grob-Egrett in Mattsies erprobt und damit

einen Höhenweltrekord mit 53.236 ft / 16,22 km geflogen. Einar, begeisterter Segelflieger seit der Jugendzeit, war nach seiner Ausbildung und Fliegerei in der US-Luftwaffe als Austausch-Offizier in England. 1965 hat er dort für die USA an den Segelflugweltmeisterschaften teilgenommen. Er hat die „Empire Test Pilot School ETPS“ besucht und Erprobungsflüge mit den aktuellen englischen Kampfflugzeugen bis 1968 gemacht. Nach dem Wechsel zur NASA hat er als Versuchspilot bis 1986 z.B. die SR-71/YF-12A, F-111, F-14 und den „lifting body“ X-24B geflogen, und er besaß immer eigene Segelflugzeuge. [Bild 1]

Für die erfolgreichen Versuchsflüge und Tätigkeiten bei der NASA hat er viele hohe Auszeichnungen und Anerkennungen erhalten, aber darüber hat er nie gesprochen.

1986 wurde er Testpilot bei GROB für das militärische Projekt LAPAS, das war der Höhengklärer „Egrett“. Den Erstflug machte er mit dem Prototyp im August 1987. Als er während der Egrett-Mustererprobung 1988 zu einer Besprechung bei der DFVLR in Oberpfaffenhofen war, entdeckte er zufällig ein Bild an der Wand, auf dem eine atmosphärische Wellenstruktur mit der Flugbahn eines Ballons über einem Gebirgszug im Norden Schwedens abgebildet war. Bei genauer Betrachtung erkannte er, dass diese Flugbahn bis 23 km Höhe in die Stratosphäre reichte. Der Ballon war von Dr. Wolfgang Renger etwa 1980 mit einem LIDAR Sensor (Laser), eingebaut in einer Transall der Erprobungsstelle, verfolgt worden. Einar holte weitere Erkundungen ein und kam zu der Überzeugung, dass der Aufwind stark genug war, ein Segelflugzeug zu tragen. Er besprach diese Möglichkeiten in den USA mit dem weltweit bekannten Segelflug-Rekordpiloten und herausragenden Meteorologen Dr. Joachim Küttner, den Einars Ideen begeisterten und der seine Erfahrungen und Kenntnisse in das Perlan-Projekt einbrachte. [2]

Dr. Küttner hatte für den ersten Streckensegelflug über mehr als 2.000 km einen OSTIV-Preis gestiftet, den Klaus Ohlmann (AA) mit einem Flug über den Anden am 23.11.2003 gewonnen hat.



Aus den Gesprächen und Kontakten entstand in den USA das Perlan-Projekt, dessen Name wegen der perlenartigen Farben der Wolken, welche bei dieser Art der Wellen aufgrund der Lichtbrechung in Eiskristallen entstehen, gewählt wurde. [3]



Das Perlan-Projekt wurde als eine gemeinnützige Organisation zur Erforschung und Erkundung von atmosphärischen Zuständen in sehr großer Höhe mit einem Segelflugzeug anerkannt. Man wollte die Abläufe in der Stratosphäre besser kennenlernen und verstehen, denn die haben eine große Auswirkung auf die Klimaentwicklung, z.B. das „Ozonloch“. Bei den Einsätzen mit einem Segelflugzeug stören keine Abgase oder Propellernachläufe die Messungen.

Während der gemeinsamen Zeit bei der Firma Grob, das war von 1992 bis 1996, gab es viele Gespräche und Überlegungen zu den besonderen Anforderungen des bemannten Fliegens in der Stratosphäre, an das Flugzeug, das Überleben der Besatzung in großen H und an die meteorologischen Kenntnisse und Voraussetzungen. Als im Herbst 1995 die Mittel für notwendige größere Änderungen am Prototyp des Höhenforschungsflyers Grob Strato 2C (RB 2013-4) zur Erreichung der geplanten Einsatzhöhe nicht genehmigt wurden ruhte das Projekt.



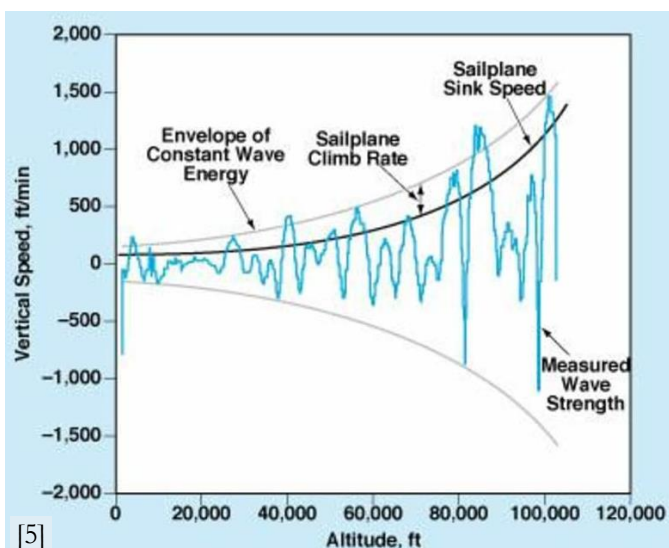
Einar kehrte in die USA zurück und widmete sich ganz dem Aufbau des Perlan-Projekts und der Verwirklichung seines Traumes, ohne Antrieb höher zu fliegen als es mit

der SR-71 möglich war (etwa 85.000 ft / 25,5 km). Nebenbei: Die Triebwerke der SR-71 haben eine Leistung etwa wie die Antriebe des Kreuzfahrtschiffs „Queen Mary“. [4]

Bald war es ihm gelungen, eine Gruppe mit freiwilligen, ehrenamtlichen Experten und kompetenten Begeisterten aus vielen Ländern aufzubauen, die es sich zur Aufgabe machte, den nächsten Generationen von Wissenschaftlern und Ingenieuren zu zeigen, dass es möglich ist mit einem Segelflugzeug bis hoch in die Stratosphäre zu fliegen. Damit auf dem Weg dahin die gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse berücksichtigt werden können wurden drei Abschnitte mit den Segelflugzeugen Perlan 1, 2 und 3 geplant, alle ausgerüstet mit neuesten, komplexen Messanlagen.

1998 war die bekannte Atmosphären-Physikerin Dr. Elisabeth Austin dazu gekommen, die in vielen internationalen und US-Meteorologiegesellschaften aktiv ist. Sie wurde die Chef-Wissenschaftlerin in der Perlan-Mannschaft. Mit vielen Simulationen und Messungen wuchs das Wissen über die Voraussetzungen zur Entstehung der Wellen und zur Nutzung mit einem Segelflugzeug.

Mehrere Flugbahnen von Ballons wurden mit Radar vermessen, und bis weit über 30 km Höhe wurden Schwingungen mit Steiggeschwindigkeiten festgestellt, die grösser sind als die Sinkgeschwindigkeit eines Segelflugzeuges in der jeweiligen Höhe [5].



Eine der Voraussetzungen für diese Schwingungen ist der Polar Vortex (Polarwirbel), der die Aufwindwellen über und hinter großen Gebirgsketten anregen kann. Einen solchen Wirbel mit extrem starker, schlauchartiger Luftströmung mit Windgeschwindigkeiten bis 450 km/h im Zentrum gibt es um den Nord- und um den Südpol.

Die Wissenschaftler sind inzwischen davon überzeugt, dass die starken Aufwindwellen auch unser Wetter und Klima, also das Geschehen in der Troposphäre, beeinflussen. Deshalb besteht großes Interesse, mit dem Segelflugzeug zu untersuchen und besser zu verstehen, wie Stratosphären-Wellen über großen Gebirgsketten das Klima beeinflussen.

Etwa im Jahr 2000 erkannte der Milliardär Steve Fossett, dass er mit dieser Mannschaft einen weiteren Rekord fliegen könnte; er hatte bereits etwa 50 Weltrekorde in ganz unterschiedlichen Disziplinen. Er finanzierte die Entwicklung und den Umbau einer DG 505M zu Perlan 1. Anstelle des Motors wurden Sauerstofftanks, messtechnische Ausrüstungen, Batterien und neue Instrumentierungen eingebaut. Nach Änderungen konnten die Piloten mit Druckanzügen aus der Raumfahrt in der Kabine sitzen, die hatten sie bei der NASA ausgeliehen. [06 Einar Enevoldson und Steve Fosset]



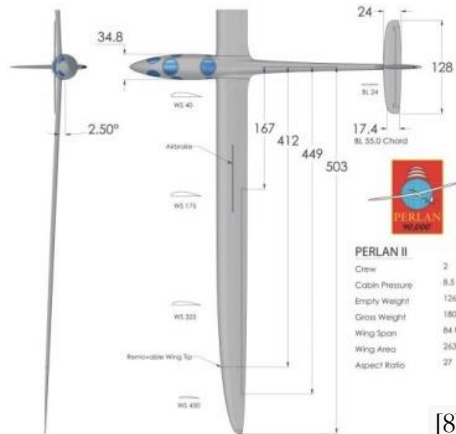
Mit Perlan 1 wurden in den nächsten Jahren Kampagnen zur Erforschung der Stratosphärenwellen in Neuseeland und in Argentinien geflogen.

Am 30. August 2006 haben sie im Gebiet von El Calafate in den Anden die Rekordhöhe von 50.761 ft / 15,47 km erreicht. [7]





Die Steiggeschwindigkeit hätte noch für eine größere Flughöhe ausgereicht, aber die aktivierten Druckanzüge behinderten die Piloten so sehr, dass sie nicht mehr ausreichend steuern konnten und entschieden, den Flug abubrechen, als sie die Rekordhöhe erreicht hatten.



Nach dem Rekordflug mit Perlan 1 war auch Fossett so begeistert,

dass er die Entwicklung des neuen Segelflzeuges für die Mission 2 finanzierte. Die Mannschaft begann mit Überlegungen und

ersten Konstruktionsarbeiten zum Perlan 2. Das Segelflzeug mit einer Druckkabine wurde für gute Flugeigenschaften und Leistungen in 50.000 ft / 15,3 km ausgelegt, es sollte aber auch noch in 90.000 ft / 27,4 km geflogen werden können. [8]

Am 03.09.2007 startete Steve Fossett mit einem Sportflugzeug zu einem Erkundungsflug in den „Sierras“, von dem er nicht zurückkehrte. Erst ein Jahr später fanden Wanderer das in einer Felsspalte.

Die Perlan-Gruppe hatte weiter gearbeitet, und bald war es auch gelungen, neue Geldgeber zu finden.

In der Leitung der Airbus Gruppe erkannte man den großen wissenschaftlichen Wert der Perlan-Aktivitäten für die Wettervorhersagen und unterstützte den Bau und die nun Airbus Perlan Mission II genannten Unternehmungen ab Juli 2014.

Das Segelflzeug Perlan 2 wurde unter der Leitung von Greg Cole konstruiert und bei der Firma „Windward Performance“ im US-Bundesstaat Oregon mit einer Kohlefaserstruktur gebaut. Es sieht bis auf die Kabine mit kleinen „Bullaugen“ fast wie ein normales Segelflzeug aus. [9]



[9]

Das für eine Höhe von bis zu 90.000 Fuß einsetzbare Segelflzeug Perlan 2 mit einer Druckkabine (in dieser Flughöhe ist der Kabinendruck etwa 35mal so hoch wie der Außendruck) wird die „Armstrong Grenze“ übersteigen. Das ist der Luftdruck in der Atmosphäre, bei dem die Flüssigkeiten bei 37°C im ungeschützten menschlichen Körper zu kochen beginnen, ca. 63 hPa.

Die Piloten klettern in ihren Kälteschutzanzügen durch Öffnungen an der Kabinen-Oberseite in die Sitze. [10]



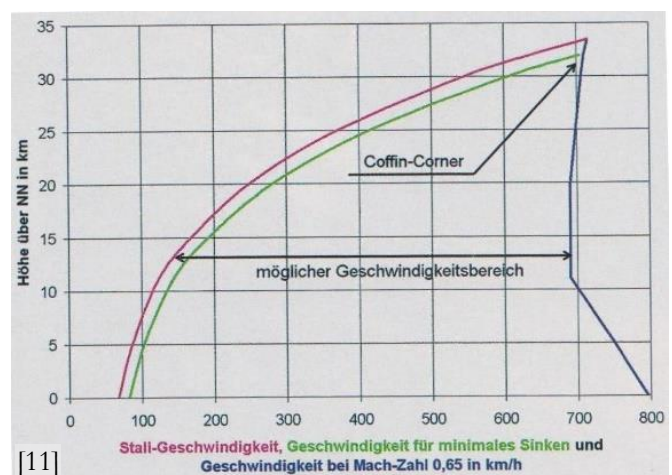
[10]

Der Kabineninnendruck wird mit Luft aus einer Druckflasche entsprechend einer Höhe von etwa 14.000 ft gehalten.

Die beiden Piloten atmen reinen Sauerstoff aus Masken über Kreislaufatemgeräte, in denen die ausgeatmete Luft mit doppelt redundanten CO<sub>2</sub>-Konvertierungssystemen wieder aufbereitet wird. Auf chemischer Basis wird so wieder Sauerstoff frei, wie bei Marinetauchern. Die Luft- und O<sub>2</sub>-Vorräte reichen für etwa 8 Stunden.

Einige technische Daten vom Perlan 2:

Spannweite 25,55 m, Länge 10,16 m, Flügelfläche 24,4 qm, Streckung 27,1, Leermasse 574 kg, max. Startmasse 816 kg, Flächenbelastung 33,4 kg/qm, Gleitzahl 43, V<sub>min</sub> ~85 km/h IAS, V<sub>ne</sub> 698 km/h TAS, max. Lastvielfache +6/-4g



[11]

Die Egrett wird von einer Propeller-Turbine angetrieben, die mit einer Startleistung von etwa 1.700 shp auch in Verkehrsflugzeugen eingebaut ist. Die Leistung ist bei der Egrett auf 750 shp reduziert und kann bis etwa 27.000 ft durch Erhöhung des Kraftstoff-Flusses konstant gehalten werden, bis die Grenze der Turbinen-Eintrittstemperatur erreicht wird. Die Egrett hat sich als Perlan-Schleppflugzeug bestens bewährt. [17]

In der 3. Saison, am 02.09.2018, wurde die bisher größte Flughöhe eines Segelflugzeuges erreicht: Druckhöhe 76.124 ft / 23,2 km, GPS-Höhe 74.295 ft / 22,3 km. Das liegt über der größten Höhe des Höhenaufklärers U-2, und nur die SR-71 (85.000 ft / 25,5 km) war bisher noch höher – und das wollen sie mit Perlan 2 auch übertreffen!!



[17]

Jim Payne ([17] rechts) und Tim Gardner (links) haben, in Kälteschutzanzüge gehüllt, mit Perlan 2 diese unglaubliche Rekordhöhe erreicht. Die Außentemperatur ist ab etwa 10 km Höhe bei -50 bis -70 °C, und in der Kabine ist es auch sehr kalt.

In 90.000 bis 100.000 ft hat die Atmosphäre einen Zustand wie er etwa an der Marsoberfläche herrscht. Es gibt deshalb ein Interesse in der Raumfahrt an den Messungen und Erfahrungen, die für die Auslegung von zukünftigen Fluggeräten nützlich sein können, die eventuell auf dem Planeten eingesetzt werden sollen.

Der Initiator des Perlan-Projektes, Einar Enevoldson, ist am 10.04.2021 im Alter von 90 Jahren gestorben. Seinen großen Traum, mit einem Segelflugzeug höher zu fliegen als jedes andere aerodynamisch getragene Flugzeug, werden ihm die Nachfolger hoffentlich erfüllen.

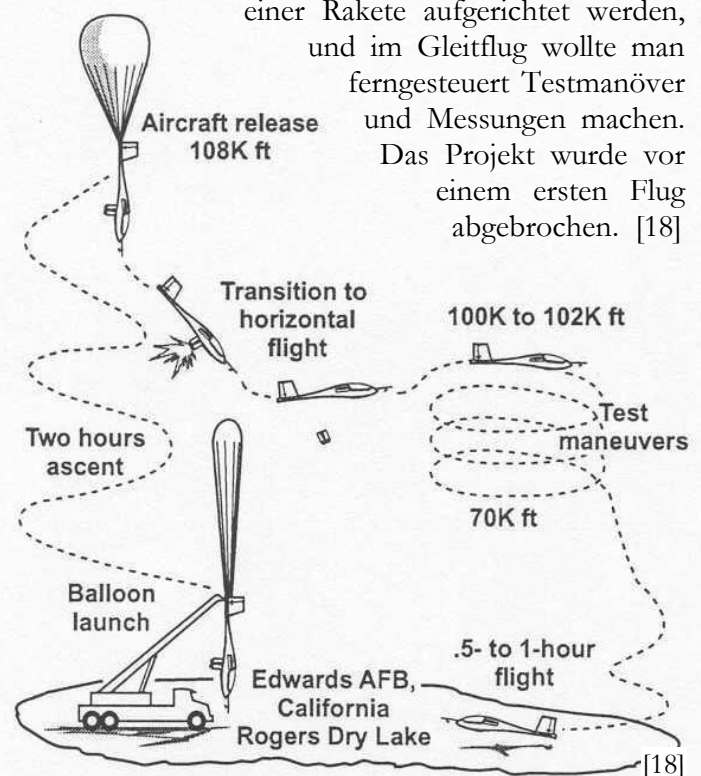
Die Flüge zur Messung weiterer Daten über Stärke, Ausbildung und Häufigkeit der Stratosphären-Wellen werden fortgeführt. Schüler und Studenten werden beteiligt und entwickeln Sensoren und Messtechnik für selbst gestellte Aufgaben.

Mit den Erfahrungen und Erkenntnissen aus dem

Einsatz von Perlan 2 überlegen die Perlan-Ingenieure, wie ein Segelflugzeug Perlan 3 für den nächsten Höhenbereich ausgelegt werden muss.

Die Grenzen für die Auslegung eines speziellen Höhen-Segelflugzeuges, also die Grenzen des erreichbaren Auftriebes bei ausreichender Steuerbarkeit, sind in einer Höhe von 100.000 bis 110.000 ft / 30,5 bis 33,5 km bei etwa 2% der Boden-Luftdichte zu erwarten. Mit Simulationen wird untersucht, ob und wie und in welchem Maß die stark reduzierte Stabilität und die Steuerbarkeit künstlich verbessert werden können.

Vor vielen Jahren gab es bei der NASA bereits ein Projekt „APEX“, den Bau eines unbemannten Segelflugzeuges für große Höhen mit einem neuartigen Flügelprofil. Das Segelflugzeug „APEX“ sollte mit einem Ballon auf über 100.000 ft getragen werden. Nach dem Ausklinken sollte es mit einer Rakete aufgerichtet werden, und im Gleitflug wollte man ferngesteuert Testmanöver und Messungen machen. Das Projekt wurde vor einem ersten Flug abgebrochen. [18]



[18]

Für das sichere bemannte Fliegen in großen Höhen werden extreme Anforderungen an die Flugzeugauslegung und an die Überlebenssysteme gestellt. Für den Aufenthalt des Menschen sind ab etwa 48.000 ft / 14,6 km Flughöhe Schutzeinrichtungen wie für die Astronauten im Weltraum notwendig.

Bei zukünftigen operationellen Missionen werden wegen der Komplexität und wegen des Aufwandes für das sichere Leben der Besatzung vermutlich unbemannte Luftfahrzeuge eingesetzt.