



Zeppelin NT bei der Rohstoffprospektion in der Kalahari, Botswana

Zeppelin NT, das fliegende Labor

Der Zeppelin NT, Typ LZ N07, hat sich in den letzten Jahren als sehr effiziente und erfolgreiche Forschungs- und Wissenschaftsplattform etabliert. Aufgrund seiner außergewöhnlichen Flugcharakteristik und seiner beeindruckenden Flugleistungen bietet der Zeppelin NT Einsatzmöglichkeiten, die weder vom Flugzeug noch vom Hubschrauber in dieser Qualität erfüllt werden können.

Neben seiner komfortablen und geräumigen Kabine sind folgende Eigenschaften ausschlaggebend für seine Eignung und seinen Erfolg als Missionsplattform:

- Lange Flugdauer (bis zu 20 Stunden, je nach Nutzlast)
- Optionale Zusatztanks in der Kabine (2x 700 Liter) für Langzeitmissionen
- Positionsgenaueres Schweben und punktgenaue Landung (VTOL)
- Extremer Langsamflug auch in niedriger Flughöhe
- Geringe Lärmemissionen: 69,4 dB(A) im Überflug unter Vollastbetrieb
- Vibrationsarme Kabine (max. 0,02 g auf der Sitzschiene)
- Geringer Lärmpegel in der Kabine (64,5 dB(A))
- Hoher Sicherheitsstandard durch seine starre Innenstruktur
- Niedrige Betriebskosten und geringer Infrastrukturbedarf am Boden
- Hohe Nutzlast (bis zu 2,3 t)
- Einsatzsicherheit über Ballungsgebiete auch bei Triebwerksausfall
- Vertikale Flug- und Messprofile problemlos möglich
- Große Flexibilität im Kabinenlayout und schnelle Umrüstungszeiten
- Topplattform auf dem oberen Längsträger montierbar
- Einfaches Bodenhandling mit wenig Personal (nur 3 Mann erforderlich)
- Außenlandungen bei Geländeeignung problemlos möglich

Zur Durchführung der Sondermissionen verfügt der Zeppelin NT bereits werkseitig über eine umfangreiche Ausstattung, darunter folgende mechanische Vorrichtungen:

- Spezialhalterungen für professionelle Gyro-stabilisierte Kameras (Zulassungen liegen vor für Wescam MX-15HDi und Gyron HD 935)
- Befestigungsmöglichkeit für einen Messmast am Bug unter der Kabine
- Befestigungsmöglichkeit für eine Topplattform auf dem oberen Längsträger zur Aufnahme von bis zu 6 Mess-Racks, Sensoren und Messinstrumenten bis zu einem Systemgewicht von max. 450 kg
- Mehrere Befestigungspunkte an der Hülle



Die Aufnahmen zeigen Messeinrichtungen des Forschungszentrums Jülich, montiert auf dem Zeppelin NT, links das Einlassrohr zur Messung von salpetriger Säure, rechts ein Spektralphotometer zur Messung des aktinischen Flusses.

Auch die elektrische Ausstattung ist für die Bedürfnisse eines fliegenden High-Tech-Labors ausgelegt und bietet:

- Schnittstellen zur Luftschiffavionik (Navigation, GPS, Funk, Flugdaten und Positionsanzeigen)
- Standard externe Energieversorgung von 5 kVA
- Optionale zusätzliche Energieversorgung von 8 kVA

Die neue Kabine des Zeppelin NT bietet mit einem Volumen von 29 m³ den Forschern neben dem festinstallierten Messinstrumentarium (auf den Sitzschienen verschraubte Racks) noch mehr Bewegungsfreiheit als die frühere Kabine mit nur 26 m³. Zu den wichtigsten Ausstattungsmerkmalen zählen:

- große Panoramafenster
- zwei weitöffnende Türen mit integrierten Kippfenstern
- eine Bodenluke (490 x 690 mm)
- Festeinbau von bis zu 6 Geräte-Racks
- Bordtoilette
- Heizung (optional)



Die Aufnahmen zeigen das Kabineninnere mit Racks des Forschungszentrums Jülich zur Messung von Partikeln und Spurengasen.

Seit der Indienststellung im Sommer 2001 wurde der Zeppelin NT bereits mehrfach erfolgreich als Missionsplattform in den folgenden Bereichen eingesetzt:

- **Multimediaplattform:** TV-Aufnahmeplattform mit Live-Übertragung von Bild und Ton bei Großveranstaltungen (FIFA Confederation Cup 2005).
- **Fernerkundung:**
 - Ortung von Störsendern
 - Satellitensimulation im Projekt GALILEO
 - Gamma-Kartographie von Paris in 2011 (SENTINUC)
 - Reflektometrie (Spiegelung von GPS-Signalen zur Modulation von Geländekonturen als Vorstufe für ein satellitengestütztes Tsunami-Warnsystem)
- **Geophysik:** Mikrogravimetrie und Erdmagnetfeldmessung im Rahmen mineralogischer Prospektion aus der Luft (Botswana 2005-2007).
- **Luftraumüberwachung:** Polizeiliche Überwachungsflüge bei Großveranstaltungen (Fête de la musique in Paris 2005, Papstbesuch in Köln 2005 und Fußball-WM 2006)



Links: Vorne optische Kamera, dahinter die Wärmebildkamera ANANTAR, Mitte: Bedienkonsole der Wescam, Rechts: Wescam-Optik

- **Atmosphärenforschung:** Erstellung von Vertikalprofilen in der unteren planetarischen Grenzschicht, Atmosphärenchemie und Troposphärenforschung, Erforschung von freien Radikalen, Spurengase, Aerosole, sowie die Erstellung von fotochemischen und meteorologischen Messreihen (Forschungszentrum Jülich in 2007 und 2008 und EU-Programm PEGASOS in 2012 und 2013).



Links: Topplattform im Zeppelin-Hangar, Rechts: Topplattform auf Zeppelin NT montiert

Während dieser Missionen war der Zeppelin NT mit hochkomplexen Aktiv- und Passivsensoren sowie mit Messgeräten unterschiedlicher Hersteller ausgestattet und hat auch an multinationalen Forschungsprojekten teilgenommen (SMART; EYE in the SKY, GALILEO, FOGL, TRACKS, COPS, AIRLif, PEGASOS, I2C, usw.).

Industrie, Wissenschaft, Polizei und Militär waren bei der Bewertung der Ergebnisse mit dem Potenzial der Plattform mehr als zufrieden. Messreihen wie Vertikalprofile wären mit keinem anderen Fluggerät möglich gewesen.

Unsere wichtigsten Referenzkunden der letzten Jahre:

- Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt
- Forschungszentrum Jülich
- Geoforschungszentrum Potsdam
- Regulierungsbehörde der Telekom
- Bell Geospace
- L3-Wescam
- Polizeipräsidium Köln
- Préfecture de Police, Paris
- De Beers, Johannesburg
- ONERA, Paris
- Secrétaire Général à la Défense et Sécurité Nationale, Paris
- Délégation Générale pour l'Armement (DGA) Paris
- Commissariat à l'Énergie Atomique (CEA) Paris
- SOFEMA Paris
- EU-FP7- Programm/ DCNS- Toulon (Projekt I2C)
- Airship-Vision-International S.A. Paris

Homeland Security Programme

Im Rahmen des nationalen Homeland Security Programm wurde im Herbst 2007 von der Französischen Regierung eine Ausschreibung veröffentlicht mit dem Ziel den Zeppelin NT für konkrete Aufgaben im Antiterrorkampf zu validieren. Langfristig sollen die Metropolen des Landes regelmäßig mit einer geeigneten Plattform, ausgestattet mit den Aufklärungssystemen SENTINUC und SENTITOX überflogen werden. Dabei lagen die Schwerpunkte der Überwachung im Aufspüren von synthetischen radioaktiven Quellen (Gamma-Strahlung von „schmutzigen Bomben“), sowie in der Visualisierung kriminell freigesetzter Gift- und Kampfgase.



Links: Operator an Bedienkonsole, Rechts: SENTINUC-Messsystem unter dem Kabinenboden

Die erreichten Ergebnisse sprechen für die besondere Eignung des Zeppelin NT als wissenschaftliche Plattform und empfehlen ihn gleichzeitig für neue Aufgaben in folgenden technisch-wissenschaftlichen Einsatzgebieten:

- Luftgestützte Archäologie
- Aufspüren von Bodenschätzen (Prospektion)
- Kartographie und Vermessung
- Ozeanographie und Polarforschung
- Kontrollflüge über Pipelines und Starkstromleitungen
- Grenzsicherung und Abwehr illegaler Einwanderung
- Bekämpfung von Schmuggel und Drogenhandel
- Überwachung von Wasserstraßen und Fischereizonen
- Aufspüren und Vermessung von Minenfeldern
- Fliegende Einsatzzentrale in Katastrophengebieten
- Fliegende Relais-Station und TV-Übertragungsplattform
- Frühwarnzentrale für Waldbrände
- Umweltschutz (Gewässerschutz, Luftreinheit, Umweltanomalien usw.)
- Umweltforschung (Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels)
- Erstellung von Altlastenkataster (Schwermetallbelastungen, Bodenkontaminierung, Kampfmittel aus früheren Kriegen)
- Geowissenschaften (Reflektometrie und Geodäsie)
- Polizei-Einsätze (Überwachungsflüge über Großveranstaltungen, Demonstrationen, Sportveranstaltungen und Gipfeltreffen), usw.

Ausblick und zukünftige Einsatzgebiete

Mit zunehmendem Wissen über Klimaveränderungen und wachsender Einsicht für notwendige Gegenmaßnahmen, gewinnt die luftgestützte **Multispektralanalyse** neu an Bedeutung. Paris hat als erstes CCP-Mitglied (Cities for Climate Protection), ein Zusammenschluss der 40 größten Metropolen dieser Welt, beschlossen die CO₂ Emissionen signifikant zu reduzieren und hat hierfür eine Umweltbestandsaufnahme mit folgenden Schwerpunkten beschlossen:

- **Thermographie:**

Von einer fliegenden Plattform aus werden die Energieverluste von Wohn- und Geschäftsgebäuden mittels einer Infrarot-Wärmebildkamera photographisch festgehalten. Dabei wird die Intensität der Wärmeverluste farblich abgebildet und auf eine patentierte Karte übertragen. Eigentümer von Immobilien sowie Stadtverwaltungen erhalten somit präzise Informationen über Energieverluste resultierend aus mangelhafter Dach- und Fassadenisolierung, Leckagen in Rohr- und Leitungssystemen, defekte und veraltete Heizanlagen usw.

Die Messflüge erfolgen in 650 m über Grund und bei Temperaturen unter Null Grad C. Aus Lärm- und Sicherheitsgründen wurden Messflüge dieser Art mit Helikopter oder Flugzeug nicht genehmigt. Zukünftig könnten diese Flüge eine interessante Einsatznische für den Zeppelin NT werden.

- **Umweltanomalien:**

In 2007 trat ein EU-Gesetz in Kraft wonach jede Kommune verpflichtet ist, ein Altlastenkataster seiner Liegenschaften zu führen. Darunter fallen natürliche Anomalien (z.B. natürliche Radioaktivität) genauso wie Kampfmittel aus den letzten Kriegen, sowie Schwermetallbelastungen unterschiedlichster Herkunft. Bescheinigungen über Altlastenfreiheit sind bei Grundstücksverkäufen Bestandteil des Kaufvertrages. Viele dieser Anomalien lassen sich mit der entsprechenden Sensorik schnell und effizient aus der Luft ermitteln und somit wären solche Flüge eine sinnvolle Einsatzmöglichkeit für den Zeppelin NT.

- **Öffentliche Beleuchtung:**

Die Straßenbeleuchtung kann bis zu 40 % der Stromkosten einer Stadt ausmachen und ist damit verantwortlich für ca. 6 % der CO₂-Emissionen. Die Optimierung der Straßenbeleuchtung kann einen wertvollen Beitrag zur Kosteneinsparung und gleichzeitig zur Verbesserung der CO₂-Bilanz leisten. Auch die Sicherheit auf den Straßen und in den Wohngebieten würde von einer optimierten Straßenbeleuchtung unmittelbaren Nutzen ziehen, da sowohl die Unfallhäufigkeit als auch die Kriminalitätsstatistik einer Stadt nachweisbar vom Zustand der Straßenbeleuchtung abhängig sind. Zudem bekäme die Stadtverwaltung noch einen Überblick über defekte Beleuchtungskörper.

Die Zeppelin Luftschifftechnik und die Deutsche Zeppelin Reederei GmbH bieten den Zeppelin NT verstärkt für diese Aufgaben national und europaweit an.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) war beeindruckt von den vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Zeppelin NT in der Umwelttechnik und verwies auf folgende Einsatzmöglichkeiten, die mit dem Luftschiff effizienter als mit anderen Plattformen erledigt werden könnten:

- Gewässerschutz (Ermittlung von Wasserverschmutzung)
- Umsetzung der EU-Luftqualitätsrichtlinien (NO₂-, Ozon- und Partikel-schadstoffmessungen)
- Überwachung der Emissionshöchstgrenzen (SO₂, Ammoniak, flüchtige organische Verbindungen und Stickoxyde)
- Ermittlung nationaler Emissionsmengen (Berechnungen und Ableitung von Reduktionsmöglichkeiten)
- Kontrolle des Genfer Luftreinhalteprotokolls (mit Schadstoffmessungen)
- Erstellung von kommunalen Energie- und Lichtbilanzen.

Mit dem Erfolg von klimatologischen Messflügen, durchgeführt in 2007 und 2008 im Auftrag des Forschungszentrums Jülich, wurde die Eignung des Zeppelin NT als wissenschaftliche Arbeitsplattform nachhaltig und überzeugend unter Beweis gestellt. Die internationale Forschergemeinde zeigt seither ein stetig wachsendes Interesse am Zeppelin NT, mit dem Ergebnis, dass die ZLT über die Entwicklungs- und Zulassungsarbeiten ebenso anspruchsvolle Folgeaufträge verbuchen konnte wie auch die DZR mit den neuen Flugaufträgen.

In 2012 wurde die Erfolgsgeschichte des fliegenden Labors mit internationaler Beteiligung und mit finanzieller Unterstützung der EU und des BMBF fortgesetzt. Unter Federführung und im Auftrag des Forschungszentrums Jülich, im Verbund mit 26 weiteren Universitäten, Instituten und Forschungszentren aus 15 Ländern war der Zeppelin NT von Mai bis Juli 2012 im Rahmen des Europäischen Klimaforschungsprogramms PEGASOS zu zwei mehrwöchigen Messkampagnen in den Niederlanden und in Italien unterwegs. Von Mitte April bis Ende Juni 2013 wurde mit dem Zeppelin NT der dritte und letzte Abschnitt der PEGASOS-Mission in Finnland mit großem Erfolg abgeschlossen.

Unter Federführung der DCNS wurden von Mitte bis Ende Juli 2013 im Rahmen des Europäischen I2C-Programms im französischen Mittelmeerraum die ersten Validierungsflüge mit einem neu entwickelten Seeüberwachungsradar in Verbindung mit einem luftgestützten AIS und einer Hochleistungskamera von Wescam durchgeführt. Im Sommer 2014 erfolgte die zweite Testflugkampagne vor Toulon um bis zum Jahresende die EU-Studie abschließen zu können. Ebenfalls in 2014 erfolgte eine neue Reflektometrie-Messkampagne mit dem GFZ Potsdam am Bodensee.

Dietmar Blasius
2014