



# Schwere Lasten auf schwachen Fundamenten

von Kazuhiro Nii und Dr. Yun Zhang

**Der Bau der neuen Start- und Landebahn D am internationalen Flughafen Tokio-Haneda war besonders schwierig, weil sie sich auf eigens für diesen Zweck aufgeschüttetem Terrain befindet. Täglich starten und landen auf der neuen Piste Flugzeuge mit einem Gewicht von mehreren hundert Tonnen. Für den reibungslosen Betrieb ist eine permanente Überwachung unerlässlich, da größere Bewegungen die Sicherheit der Start- und Landebahn beeinträchtigen können.**

Die Start- und Landebahn D wurde auf Japans erster hybriden Struktur an der Mündung des Flusses Tama in der Bucht von Tokio erbaut. Die gesamte Anlage, die mit dem bestehenden Flughafen verbunden ist, besteht aus Neuland, Pierplattformen und einer Rollbahn. Im aufgeschütteten Teil musste der Boden verstärkt und neu hinterfüllt werden, um durch das schwache Fundament bedingte Konsolidierungssetzungen zu verhindern. Für die Pierplattformen wurden annähernd 100m lange Stahlrohre in vorgegebenen Abständen in den Meeresgrund getrieben. Seitlich wurden Abdeckungen montiert, um im angrenzenden Fluss Tama weiterhin einen gleichmäßigen Strömungsverlauf zu gewährleisten.

Aufgrund der komplexen Struktur und des schwierigen Bauverfahrens war davon auszugehen, dass sich die Verbindung zwischen dem gewonnenen Neuland und der Pier sowie die Anschlüsse zwischen der Pier und der Rollbahn bewegen bzw. langfristig senken würden. Derartige Bewegungen müssen – insbesondere bei Erdbeben – präzise gemessen werden, da u. a. anhand der Messwerte beurteilt wird, ob sich die Piste in einem betriebssicheren Zustand befindet.

## Installation eines Überwachungssystems

Das Überwachungssystem wurde eigens für die Wartung und Verwaltung der Start- und Landebahn mit ihren komplexen Eigenschaften konzipiert. Dutzende von GNSS-Überwachungspunkten wurden angebracht, um ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme säkulare Veränderungen sowie gegebenenfalls erdbebenbedingte Bewegungen zu verfolgen. Das System misst die Bewegung zweier Positionen relativ zueinander. An den Stößen der vorhandenen zur neuen Anlage wurde jeweils ein Paar gegenüberliegender Überwachungspunkte angebracht.

Um Störungen des Flugbetriebs zu vermeiden, wurden die Antennen auf der Seite des aufgeschütteten Teils und der Pier an der Start- und Landebahn in Bodenhöhe montiert, während sie sich an der Roll-

bahn in Positionen außerhalb der Höhenbeschränkung des Flughafens befinden.

Ein Leica GMX902 GG Empfänger mit einer AX1203+ GNSS-Antenne wurde statt an der Piste auf dem Dach des östlichen Feuerwehrgebäudes seitlich am Flughafen angebracht. Die Antenne wurde durch einen Schwingungsdämpfer seismisch isoliert, sodass sogar während eines Erdbebens eine genaue Positionierung erfolgen kann. Da sich die Antennen am Boden befinden, kann der Datenempfang durch den Flugverkehr gestört werden. Deshalb sammelt das System auch mit Hilfe von GLONASS-Signalen Daten, um eine horizontale Genauigkeit von 10mm zu gewährleisten.

### Datenerfassung und -analyse

Die auf der Start- und Landebahn erfassten Überwachungsdaten werden an einen Server übermittelt, der sich in dem im Feuerwehrgebäude eingerichteten Überwachungsraum befindet, und dort analysiert. Der Server ist mit Leica GNSS Spider sowie mit speziell auf die Piste D zugeschnittener Überwachungssoftware, die eigens vom japanischen Leica Geosystems Partner Geosurf Corporation (Tokio) entwickelt wurde, ausgerüstet. Leica GNSS Spider analysiert die 20Hz-Daten kontinuierlich und gibt die Ergebnisse an die Geosurf-Software weiter über eine GGQ-Message, die speziell von Leica Geosystems entwickelt wurde. Die geografischen Koordinaten werden in ebene Koordinaten der Landebahn konvertiert und die gesammelten Daten in Files auf den Server der zuständigen Behörde hochgeladen.

Das Datenverarbeitungssystem erfüllt im Kern drei Aufgaben: laufende Überwachung der Start- und Landebahn sowie der Rollbahn, die Erdbebenüberwachung und das Post-Processing im Falle eines Erdbebens. Das Erdbebenüberwachungssystem kann den exakten Anfangs- und Endzeitpunkt von Erdbeben erfassen, da es elektrische Auslösesignale des auf der Piste installierten Seismografen empfängt. ■

*Über die Autoren:*

*Kazuhiro Nii ist Technologieverantwortlicher und Vizepräsident der Geosurf Corporation. Er blickt auf 14 Jahre Erfahrung in der GNSS-System-Integration zurück. (kazuhiro\_nii@geosurf.net)*

*Dr. Yun Zhang ist leitender Systemingenieur bei der Geosurf Corporation und Professor an der Shanghai Ocean University. (yun\_zhang@geosurf.net)*



## Internationaler Flughafen Tokyo-Haneda

Das Flugfeld Haneda wurde 1931 auf einem schmalen Küstenstreifen am Süzipfel des heutigen Flughafenkomplexes eröffnet. 1939 wurde die erste Start- und Landebahn des Flughafens auf 800m verlängert. Gleichzeitig wurde eine zweite Piste mit einer Länge von 800 m fertiggestellt.

1964 hob Japan die Reisebeschränkungen für seine Bürger auf, was zu einem Anstieg der Passagierzahlen am Flughafen führte. Im Jahr 1970 wurden dann eine weitere Start- und Landebahn sowie ein internationaler Terminal in Betrieb genommen, doch die verfügbare Kapazität konnte die Nachfrage nicht decken.

Die vierte Start- und Landebahn D wurde auf eigens dafür gewonnenem Neuland im Süden des bestehenden Flughafens erbaut und 2010 fertiggestellt. Mit dieser Erweiterung soll die Betriebskapazität des Flughafens Tokio-Haneda von jährlich 285.000 auf 407.000 Flugbewegungen gesteigert werden, was sowohl eine höhere Frequenz als auch das Anfliegen neuer Ziele erlaubt.

*Quelle: Wikipedia*