

Maintenance Strategy of Aviation Surface

MS-AS

*Technisch und wirtschaftlich optimierte
Instandhaltungsstrategien für Flugbetriebsflächen*



INGENIEUR-UND PRÜFGESELLSCHAFT
Mehr Leistung. Mehr Wissen. Mehr Sicherheit.

Leistungsstarke Flugbetriebsflächen bilden eine wichtige Basis für einen sicheren Luftverkehr. Der deutliche Zuwachs an Fracht- und Passagieraufkommen, sowie die Veränderungen von Flugzeuggeometrien und Zunahme von Flugzeuggewichten, stellen immer höhere Anforderungen an die Bausubstanz von Flugbetriebsflächen. Unerheblich, ob nationale oder internationale Vorschriften, ob ein Großflughafen oder Regionalflugplatz, alle sind verpflichtet, einen sicheren Flugbetrieb zu garantieren. Sicherheitsanforderungen gelten dabei unabhängig von der Jahreszeit und den Witterungsbedingungen.

Im Bereich des Immobilien- und Facility Managements war und ist das Flächenmanagement schon immer ein wichtiges Thema. Jeder Flughafenbetreiber muss seinen Flächenbedarf planen und entsprechend Flächen vorhalten, um seinen Flugbetrieb sicher und erfolgreich betreiben zu können. Da sich das Flächenmanagement für Flugbetriebsflächen weiterentwickelt und proaktiver und datenorientierter wird als je zuvor, müssen Leistungen im Bereich des Flächenmanagements möglicherweise neu angepasst werden.

Ein wichtiger Bestandteil des Flächenmanagements von Flugbetriebsflächen ist deren Instandhaltungsplanung. Die Zielvorgabe der Instandhaltungsplanung ist die Sicherstellung des funktionsfähigen Zustandes der Flugbetriebsflächen und bei eventuellem Ausfall deren schnelle Wiederherstellung. Zu den Aufgaben der Instandhaltungsplanung gehören außer der Wartung, Inspektion und Instandsetzung, auch die Analyse von Schäden und Schwachstellen, Kosten- und Budgetplanungen, Disposition von Personal und Material sowie die Planung und Überwachung der Durchführung.

In den meisten Fällen hat die Instandhaltung immer noch das Problem nachzuweisen, wie viel ein Flughafenbetreiber durch eine gezielte Instandhaltung an Folgekosten eingespart hat. Ein pragmatischer Lösungsweg ist eine für den jeweiligen Flughafenbetreiber gezielte Instandhaltungsplanung bzw. auf ihn angepasste Instandhaltungsstrategie zu entwickeln, die u. a. mit SOLL-IST- Zustandsvergleichen eine kurz- und langfristige Instandhaltungsprognose samt Kostenrahmen der verschiedenen Fläche beschreibt. Anhand der Instandhaltungsprognose der verschiedenen Flächen lässt sich ein Instandhaltungsbudget pro Fläche in Abhängigkeit der Zeit (Restnutzungsdauer) zuordnen. Somit können auch besonders instandhaltungsintensive Flächen detektiert und Erhaltungsmaßnahmen planbarer gemacht werden.

Rund um die Themen Instandhaltungsplanung und angepasste Instandhaltungsstrategien von Flugbetriebsflächen bietet unsere Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** mit mehr als 20 Jahren Erfahrungshintergrund in den Bereichen Instandhaltungsstrategien für Flugbetriebsflächen, Forschung, Entwicklung und Durchführung/ Überwachung von Erhaltungsmaßnahmen elf Leistungspakete an, mit denen eine Instandhaltungsplanung bzw. Instandhaltungsstrategie für ihre Flugbetriebsflächen umgesetzt werden kann.

Leistungspaket 1





Visuelle Zustandserfassung von Flächen

Zyklisch belastete Flugbetriebsflächen haben eine begrenzte Lebensdauer. Die Ursachen der begrenzten Lebensdauer einer Flugbetriebsfläche liegen in einer sogenannten Materialermüdung, d. h., es handelt sich hier um einen langsam voranschreitenden Schädigungsprozess im Baustoff bzw. Baustoffsystem. Das Voranschreiten des Schädigungsprozesses wird durch die Höhe der Verkehrsbeanspruchung, wechselnde statische und dynamische Belastungen sowie durch Umweltbedingungen wie Wetter und wechselnde Grundwasserspiegel beeinflusst. In der Praxis wird der voranschreitende Schädigungsprozess erst relativ spät mit einer Zunahme von Schäden, wie z. B. Kantenabbrüche, Schlaglöcher, Risse und Frostausrüche an der Oberfläche sichtbar.

Die Oberflächenbeschaffenheit von Flugbetriebsflächen muss grundsätzlich so beschaffen sein, dass sich während des Betriebes keine Teile von der Oberfläche lösen, die z. B. die Reifen und Triebwerke beschädigen könnten (FOD-Gefahr).

Um den Schädigungsgrad der Oberflächen zu bewerten, müssen die Flächen durch fachkundiges Personal visuell begutachtet und relevante Schäden je Fläche in entsprechenden vordefinierten Checklisten dokumentiert werden.

Die so ermittelten Schädigungsgrade der Oberflächen können, je nach Bedarf, z. B. händisch in Bestandsplänen bzw. in EDV-unterstützten GIS-Systemen erfasst und z. B. mit vier unterschiedlichen Farbkriterien bewertet werden:

	Gebrauchsspuren
	leichte Schäden
	deutliche Schäden
	starke Schäden

Leistungspaket 2

Foto-Text-Dokumentationen von Flächen

Auf Straßen und in Städten hat der Bedarf an 3D-Geoinformationen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Je nach Anwendung wird eine mehr oder weniger detaillierte georeferenzierte Aufnahme von Oberflächentexturen als eine Foto-Text-Dokumentation immer öfter eingesetzt. Dabei wird die Fahrbahnoberfläche mit einem auf schnell fahrenden Messfahrzeugen montierten Scanner fototechnisch erfasst. Die gescannten Fotos können unterstützend zur visuellen Begutachtung gemäß Leistungspaket 1, mit herangezogen werden.

Leistungspaket 3

Bestimmung der Ebenheiten von Flächen

Während des Betriebes können sich diverse Unebenheiten durch Verdrückungen auf den Flugbetriebsflächen bilden. Überwiegend sind das die sogenannten Spurrinnen, die durch Verdrückung und Nachverdichtung des Asphaltoberbaus infolge der Einwirkung von hohen Flugzeug-Radlasten des leitliniengeführten Verkehrs entstehen. Spurrinnen verändern die Querneigung der Fahrbahn und verhindern, dass das Oberflächenwasser rasch abgeleitet wird. Spurrinnen erhöhen die Gefahr von Aquaplaning und vermindern die Lenkfähigkeit der Flugzeuge.

Darüber hinaus können sich im Laufe der Zeit auch Absätze oder Wellen an der Oberfläche bilden, die dazu führen, dass es zu Vibrationen oder Schwingungen bei Starts oder zu übermäßigem Stößen beim Rollen eines Flugzeuges kommen kann. Außerdem können sich Wasser- oder Eisflächen auf den unregelmäßigen Oberflächen bilden.

Die Messungen auf der Bahn werden mit einem 4 m langen Planograph bzw. Messungen von Absätzen und Längswellen über 4 m werden mit schnell fahrenden Fahrzeugen mit Lasertechnik durchgeführt. Der übliche Abstand zwischen den Messpfaden in Querrichtung beträgt 10 m. In Längsrichtung kann die Ebenheit im Bereich der Achse (Leitlinie) und jeweils 5 m links und rechts der Achse (Leitlinie) bzw. im Bereich der Hauptfahrwerke der Flugzeuge ermittelt werden.

Die dabei gewonnenen Daten werden in tabellarischer Form dokumentiert. Die Bewertung in Querrichtung erfolgt üblicherweise anhand eines Kriteriums: Unebenheit unter oder über 4 mm. Die Grenzwerte von Längsunebenheiten sind von der Kategorie des Flughafens oder Flugplatzes abhängig und die Auswertung wird gemäß den Vorgaben des Betreibers durchgeführt.

Leistungspaket 4:

Bestimmung der Griffigkeit von Flächen

Die Griffigkeit der Start- und Landebahn sowie von Schnellabrollwegen ist - insbesondere bei Nässe - entscheidend für das Fahr- und Bremsverhalten von Flugzeugen. Im Laufe des Betriebs kann die Fahrbahnoberfläche die Griffigkeit verlieren. Die Ursache hierzu kann z. B. poliertes Gestein, erhöhter Gummiabrieb oder eine überfettete Oberfläche sein. Die geforderten Werte für die Griffigkeit einer Start- und Landebahn sowie zugelassene Messverfahren werden in den EASA-Regelwerk genau beschrieben.

Seitens unserer Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** wird die Griffigkeit mit schnellfahrendem SKM-Griffigkeitsmesssystem (Seitenkraftmessverfahren) erfasst und bewertet. Als Messpfade werden die Bereiche der Hauptfahrwerke rechts und links der Centerline gewählt. Die Bewertung der Griffigkeit erfolgt für 100 m-Abschnitte, dabei werden die Griffigkeitswerte mit Hilfe von Faktoren in die von der EASA geforderten Griffigkeitswerte umgerechnet.

Leistungspaket 5

Bestimmung der Rauheit von Flächen

Gemäß EASA darf die durchschnittliche Oberflächentexturtiefe einer neuen Oberfläche nicht weniger als 1,0 mm betragen. Messverfahren für die Ermittlung der Rautiefe auf Start- und Landebahnen sind in den ICAO- und EASA-Richtlinien nicht geregelt. Ebenso finden sich auch in den Richtlinien keine Hinweise über die Anzahl der Messpunkte pro Einheit (z. B. pro m²), die für den Nachweis der Rautiefe der Bahn notwendig sind.

Für die Messung der Rauheit bzw. der Rautiefe können zwei Methoden zum Einsatz kommen:

- Sandflächenverfahren (DIN EN 13036-1)
- Texturmessung mittels Laser (DIN EN ISO 13473-1)

Seitens unserer Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** werden beide Methoden angeboten, die Lasertechnik jedoch präferiert. Um eine repräsentative Aussage über die Oberflächentextur zu bekommen, haben sich Messabstände alle 50 m, jeweils 5 m rechts und links der Centerline, als geeignet erwiesen.

Leistungspaket 6

Ermittlung der Restnutzungsdauer von Flächen





Flugbetriebsflächen werden i.d.R. für eine Nutzungsdauer von 20 Jahren dimensioniert. Im Laufe des Betriebes kann sich jedoch die geplante Nutzung z. B. durch neue Flugzeugmuster, neue Rollführungskonzepte oder durch extreme Wetterbedingungen und Veränderungen des Grundwasserspiegels meist negativ auf die geplante Nutzungsdauer auswirken. Die geplante Nutzungsdauer einer Flugbetriebsfläche kann durch vorzeitige Ermüdung der Konstruktion bzw. Ermüdung der eingebauten Materialien erheblich reduziert werden.

Um eventuelle Nutzungsausfälle von Flugbetriebsflächen zu vermeiden, hohe Funktionssicherheiten der Flächen zu gewährleisten sowie Instandhaltungskosten kurz- und langfristig treffend planen zu können, hat unsere Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** ein Konzept zur periodischen Untersuchung und (Nach-) Berechnung der Restnutzungsdauer von Flugbetriebsflächen entwickelt.

Für die Berechnung der Restnutzungsdauer von Flugbetriebsflächen (auf Basis der Mehrschichtentheorie bzw. der Methode der Finiten Elemente) werden die aktuellen bzw. prognostizierten Bewegungs- bzw. Belastungsdaten der verschiedenen Flugzeugtypen sowie Wetterdaten benötigt und die materialspezifischen Kennwerte der eingesetzten bzw. vorhandenen Baustoffe und Baustoffsysteme bestimmt. Vorab werden die zu untersuchenden Flugbetriebsflächen mit Hilfe von zerstörungsfreien Tragfähigkeitsmessungen (HWD-Messungen) und mathematisch-statistischen Modellen in sogenannte homogene Teilflächen unterteilt. Anhand der homogenen Teilflächen lassen sich u. a. „auffällige“ Teilflächen detektieren. Aus den jeweils homogenen Teilflächen können gezielt Bohrkerne entnommen und der konstruktive Aufbau der Flächen ermittelt werden. Ebenso können mit Hilfe der gezielt entnommenen Bohrkerne die für die Berechnung

der Restnutzungsdauer notwendigen Materialkennwerte (Ermüdungsbeständigkeit, Steifigkeit und Kälteflexibilität des Asphalts bzw. Spaltzug-, Druckfestigkeit und E-Modul des Betons) der eingesetzten Baustoffe bzw. Baustoffsysteme experimentell bestimmt werden.

Unsere Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** hat ein Bewertungssystem mit vier unterschiedlichen Farbkriterien entwickelt.

	neuwertig	Restnutzungsdauer ≥ 20 Jahre
	beständig	Restnutzungsdauer zwischen 19 und 11 Jahren
	grenzwertig	Restnutzungsdauer zwischen 10 und 5 Jahren
	kritisch	Restnutzungsdauer ≤ 5 Jahre



Dabei wird die Flächenbewertung je nach Bedarf entweder händisch in Bestandsplänen oder mit EDV-unterstütztem GIS-System erfasst.

Für eine Fläche, deren Restnutzungsdauer mit ≥ 20 Jahren ermittelt wurde, ist für diese Zeit die Vorgabe $PCN > ACN$ gemäß EASA erfüllt.

Leistungspaket 7

Ermittlung der Schichtdicken durch Georadaruntersuchungen

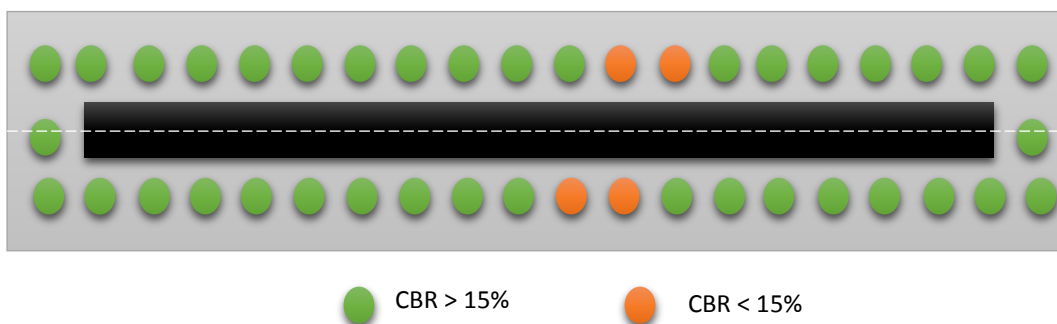
Das Georadarverfahren ist ein Verfahren zur Ermittlung von Schichtgrenzen und zur Detektion von Objekten im Ober- und Unterbau sowie dem Untergrund. Das Verfahren kann zur Unterstützung der Bildung homogener Teilflächen gemäß Leistungspaket 6 angewendet werden. Die Durchführung der Messung erfolgt mit einem schnellfahrenden Fahrzeug. Die Anordnung von Messpfaden in Längsrichtung in der Achse (Leitlinie) sowie jeweils 10 m links und rechts der Achse (Leitlinie) hat sich in der Praxis gut bewährt.

Leistungspaket 8

Ermittlung der Tragfähigkeit von unbefestigten Flächen

Die EASA-Regularien schreiben vor, dass die Tragfähigkeit von Rasenschultern und -streifen so ausreichend sein muss, dass Flugzeuge im Falle eines Abkommen von der Start- und Landebahn (runway excursion) nur begrenzte Schäden erleiden und die Mobilität von Einsatzfahrzeugen auf diesen Flächen immer gewährleistet ist. Gemäß EASA darf die maximale Radeinsenkung auf diesen Flächen eine Tiefe von 15 cm nicht überschreiten. Der Nachweis dieser Radeinsenkung erfolgt über Tragfähigkeitsmessungen des Bodens mittels des Nachweises des CBR-Wertes, wobei dafür Werte in einer Tiefe von 15 cm zwischen 15 % CBR bis 20 % CBR zu erreichen sind.

Um die geforderten CBR-Werte nachzuweisen, wird von unserer Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** bevorzugt der zeitlich schnell durchzuführende Dynamic Cone Penetration Versuch (DCP-Versuch) gemäß des Technical Letter 97-9 der US-Luftstreitkräfte angewendet. Die Wahl des Messrasters kann mit durchschnittlichen Abständen der Messpunkte von 50 bis 60 m erfolgen. Aus den Ergebnissen des DCP-Versuchs können die entsprechenden CBR -Werte anschließend mathematisch ermittelt werden. Die Dokumentation der Ergebnisse (CBR-Werte) kann z. B. graphisch in einem Übersichtplan erfolgen.



Leistungspaket 9

ACN-PCN-Nachweis

Zur Vergleichbarkeit der Belastung aus dem Flugbetrieb und der Tragfähigkeit von Flubetriebsflächen, wurde seitens der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO im Jahr 1981 das ACN-PCN-System eingeführt.

Unsere Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** kann anhand von HWD-Messungen, vgl. Leistungspaket 6, auch ACN-PCN-Nachweise durchführen.

Leistungspaket 10

Entwicklung von individuellen Instandhaltungsstrategien

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorher genannten Leistungspakete sowie den Erfahrungen unserer Mitarbeiter/Innen, können Bestandsdaten der untersuchten Flugbetriebsflächen, deren konstruktivem Aufbau und deren Restnutzungsdauer erstellt werden. Diese Erkenntnisse bilden die Grundlage u. a. für die:

- Feststellung der IST-Restnutzungsdauer von Flugbetriebsflächen/ Teilflächen
- Prognose der Restnutzungsdauer
- Erstellung von Vorgaben für Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen
- Risikobewertung und Erarbeitung von Prioritätenlisten zur Vermeidung von Nutzungsausfällen einzelner Flugbetriebsflächen
- Erarbeitung von technisch und wirtschaftlich optimierten Vorschlägen für kurz- und mittelfristige Erhaltungsmaßnahmen inklusive Kostenschätzung, Zeitaufwand und Auswahl der benötigten Materialien
- Ermittlung des Instandhaltungsbudgets pro Flugbetriebsfläche und Jahr für die nächsten 5 Jahre sowie Prognose für die nächsten 20 Jahre
- Beratung und fachtechnische Begleitung in allen oben genannten Punkten

Die individuelle, optimierte Instandhaltungsstrategie ist in der Regel eine Mischung aus verschiedenen möglichen Instandhaltungsstrategien. Die Firma HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH kann aufgrund ihrer langjährigen Erfahrungen technisch und wirtschaftlich optimierte Instandhaltungsstrategien entwickeln, die sich an den individuellen Bedürfnissen eines Flughafens und dessen Ressourcen orientieren.

Leistungspaket 11

Qualitätssicherung, Bauüberwachung und Beratung

Zur Sicherstellung einer guten Qualität von Instandhaltungsmaßnahmen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Auftraggebern und Auftragnehmern erforderlich. Unsere Firma **HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH** kann im Vorfeld von geplanten Instandhaltungsmaßnahmen optimierte Qualitätsmanagementpläne erstellen, um fehlerhafte Materialien und/oder Prozesse schneller zu identifizieren und deren weitere Verwendung bzw. Prozesse sofort stoppen zu können. Unser erfahrenes Bauüberwachungsteam kann das Einhalten der Vorgaben von Qualitätsmanagementplänen überwachen und Flughafenbetreibern beratend zur Seite stehen.

Sprechen Sie uns an

Sie planen eine/ mehrere Instandhaltungsmaßnahmen oder stellen das dazu benötigte Budget zusammen und suchen eine kompetente und verlässliche Unterstützung? Dann sprechen Sie uns an und profitieren Sie von der langjährigen Erfahrung unserer Mitarbeiter/Innen, unserem großen Netzwerk und dem „alles aus einer Hand“-Angebot!

Sie haben individuelle Wünsche und Ideen, möchten aber Ihre internen Ressourcen nicht weiter belasten? Dann sprechen Sie uns an und wir beraten und unterstützen Sie bereits in der wichtigen Phase der Konzipierung und der Auswahl von den für Sie relevanten Leistungspaketen.

Unsere Ansprechpartner und Kontaktdaten für Sie:

Dr.-Ing. Manfred Hase	E-Mail: m.hase@hnl-ing.de
Dipl.-Ing. Gregor Rajewski	E-Mail: g.rajewski@hnl-ing.de
Dr.-Ing. Bernd Bühler	E-Mail: b.buehler@hnl-ing.de
M.Sc. Stephan Hase	E-Mail: s.hase@hnl-ing.de

HNL Ingenieur- und Prüfgesellschaft mbH

Hauptsitz Pinneberg:

Flensburger Straße 15
25421 Pinneberg
Telefon +49 (0) 41 01 / 79 73 – 0
Telefax +49 (0) 41 01 / 72 737
E-Mail info@hnl-ing.de

Zweigniederlassung Aschaffenburg:

Dieselstraße 2
63741 Aschaffenburg
Telefon +49 (0) 6021 / 45 11 84 0
Telefax +49 (0) 6021 / 45 11 84 59
E-Mail info-ab@hnl-ing.de