

# Arbeitspapier

## SCoRM Test

### *Soil Control of Rolling Movement*



## **Technische Qualitätsprüfung von Streifen und *RESA* gem. EASA und ICAO Annex 14**

Die DR.P.J.WAGNER Ltd. ist Gutachter der GTÜ mbH, einer der anerkannten Prüforganisationen (GTÜ, TÜV und DEKRA) in Deutschland, die als Sachverständige speziell in der Projektvorbereitung, Begleitung und Konfliktbearbeitung bei Infrastrukturmaßnahmen tätig sind.

Ein Arbeitsschwerpunkt ist die Untersuchung und Bewertung befestigter und nicht befestigter Flugplatzflächen. Dazu gehört die Prüfung der nicht befestigten Streifen innerhalb der graded portion sowie der *RESA* gem. den Qualitätsvorgaben der ICAO Annex 14.

Für den Bereich **Flugzeug** beinhalten diese Regellungen die zugelassenen Folgen einer *runway excursion* mit dem Überrollen der nicht befestigten Streifen (*strips*) oder der *RESA runway end safety area*.

*(Strength of runway strips / 3.4.16 Recommendation.— That portion of a strip....should be so prepared or constructed as to minimize hazards arising from differences in load bearing capacity to aeroplanes which the runway is intended to serve in the event of an aeroplane running off the runway. Note.— Guidance on preparation of runway strips is given in the Aerodrome Design Manual, Part 1. 5.3.22 ....., it should be graded in such a manner as to prevent the collapse of the nose landing gear of the aircraft. The surface should be prepared in such a manner as to provide drag to an aircraft and below the surface, it should have sufficient bearing strength to avoid damage to the aircraft.....*

Für die *RESA* gilt eine separate Regelung in Annex 14 bzw. im Aerodrome Design Manual 1 Kapitel 5.4.

Nach Kap. 5.4.13 gilt

1. *A runway end safety area should be so prepared or constructed as to reduce the risk of damage to an aeorplane undershooting or overrunning the runway, enhance aeroplane deceleration, and*
2. *facilitate the movement of rescue and fire fighting vehicles.*
3. *See 5.3.22 for guidance on the minimum strength of the runway end safety aera.*

*Aerodrome Design Manual, Part 1. 5.3.22 ....., it should be graded in such a manner as to prevent the collapse of the nose landing gear of the aircraft. The surface should be prepared in such a manner as to provide drag to an aircraft and below the surface, it should have sufficient bearing strength to avoid damage to the aircraft.....*

Diese Flächen sind in einem Zustand zu halten, dass bei einer *runway excursion* keine wesentlichen Schäden am Flugzeug auftreten. Diese Sicherheitsanforderungen gelten unabhängig von der Jahreszeit, der Wetterbedingungen und unabhängig vom Flugzeugtyp.

Das ursächliche Schadensrisiko für Flugzeugbewegungen auf unbefestigten Flächen ist das unkontrollierte Einsinken der Räder.

Durch den abrupten Abbremsvorgang kommt es zu Schäden an Fahrwerk, Rumpf, Tragflächen und/oder Antrieb, Bild 1.



Im Falle einer Notsituation auf oder neben befestigten Flächen der Landebahnen kann die Zuführung von **Einsatzfahrzeugen** – Feuerwehren – an den Unfallbereich über unbefestigte Flächen notwendig sein.

***Strength of runway end safety areas / 3.4.11 Recommendation.**— A runway end safety area should be so prepared or constructed as to reduce the risk of damage to an aeroplane undershooting or overrunning the runway, enhance aeroplane deceleration and facilitate the movement of rescue and fire fighting vehicles as required in 9.2.26 to 9.2.28.) – etc. (ICAO Annex 14).*

Auch dafür sind diese Flächen in einem Zustand zu halten, dass ein Befahren mit Einsatzfahrzeugen gewährleistet ist. Diese Anforderungen gelten unabhängig der Jahreszeit und der Wetterbedingungen.

Wesentliche Einflussgröße für die Beweglichkeit von Einsatzfahrzeugen auf unbefestigten Flächen ist die Bodenfestigkeit. Bei unzureichender Festigkeit ist die Beweglichkeit eingeschränkt oder gänzlich ausgeschlossen.

### Technische Grundlagen

Die Befahrbarkeit bzw. die Möglichkeit des Überrollens von **unbefestigten** Flächen mit „Rädern“ wird grundsätzlich durch die Größen **Rollwiderstand** und **Umfangskraft** bestimmt.

Der **Rollwiderstand** eines Rades setzt sich im Wesentlichen aus der Rad - Einsenkung und im weiteren aus der Walkarbeit (Verformung des Rades während des Abrollens) zusammen. Ist der Boden nachgiebig (weich) sinkt das Rad tiefer ein als auf festem Untergrund und der Widerstand gegen das rollende Rad nimmt exponentiell zu.

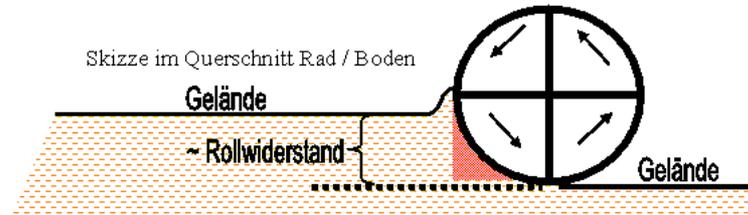
Die **Umfangskraft** eines Rades steht letztlich für den Vortrieb, somit die Fähigkeit die Motorleistung über die Reifenaufstandsfläche (contact patch) auf den Untergrund zu übertragen.

Diese *Fähigkeit* wird durch die Traktion (Griffigkeit Rad – Boden) bestimmt.

Bild 2



Bild 3



Ist die Traktion gering, kommt es zum Durchdrehen der Räder – Schlupf – der die Umfangskraft bis auf „null“ reduzieren kann. Bei einem Schlupf von 100% drehen die Räder vollständig durch, so dass keine Traktion und keine resultierende Umfangskraft auf den Boden wirkt – die Räder drehen sich, das Fahrzeug bleibt stehen.

Im Falle eines Flugzeuges ist von vornherein keine Umfangskraft gegeben, da die Vorwärtsbewegung hier aufgrund des fehlenden Antriebes der Räder nicht durch Traktion sondern durch den Vorwärtsschub der Triebwerke erzeugt wird. Der resultierende **Rollwiderstand** ist von den Fahrwerken aufzunehmen. Es ist nachvollziehbar, dass die Stabilität der Fahrwerke mit zunehmender Einsinkung und wirksamer Schubkraft überproportional bis zum Bruch beansprucht wird. Für jeden Flugzeugtyp wird die *USL Uncritical Sinkage Limit* bestimmt. Unterhalb der *USL* führt die Radeinsinkung nicht zum Fahrwerks-Bruch (keine unterirdischen Hindernisse – *hidden obstacles* !), das Flugzeug wird lediglich abgebremst.

Bei den Einsatzfahrzeugen (Feuerwehr) wirkt dagegen- aufgrund der angetriebenen Räder- die Umfangskraft *gegen* den Rollwiderstand. Die Beweglichkeit der Einsatzfahrzeuge ist dadurch zu erreichen, dass der Boden soweit stabilisiert wird, dass der durch die Einsinkung erzeugte Rollwiderstand geringer ist als die über die Radaufstandsfläche (Kontaktfläche Rad / Boden) erzeugte Umfangskraft.

Zur Erfüllung der Anforderung „*should be so prepared or constructed as to minimize hazards... of an aeroplane running off the runway...*“ ist es erforderlich, dass die Streifen an allen Seiten der Landebahnen soweit stabilisiert werden, dass die Einsinkung kontrolliert auf ein Maß reduziert wird, die ein Abbremsen des Flugzeuges aufgrund des Rollwiderstandes ohne wesentliche Schäden an Mensch und Maschine bewirkt.

Für die *RESA* gilt das Gleiche. Stabilisierungsmaßnahmen, die nur das Abbremsen definierter Flugzeuge ermöglichen (*arresting systems*) und damit das Heranführen von Einsatzfahrzeugen (*rescue and fire fighting vehicles*) ausschließen, sind nicht zu empfehlen.

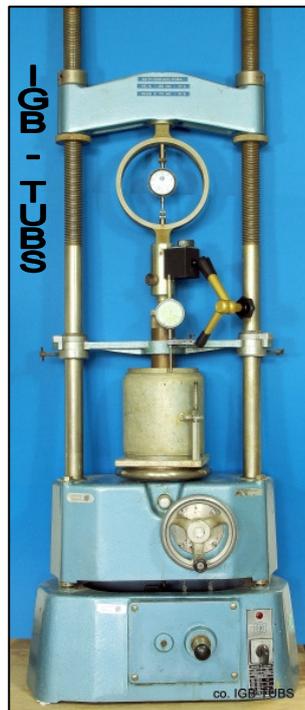
## SCoRM Test zur technischen Stabilitätsprüfung von Streifen und RESA

Für die technische Überprüfung der unbefestigten Flächen innerhalb der *graded portion* RESA und Streifen gem. ICAO und EASA sind Untersuchungen der Flächen durchzuführen.

Schwerpunkte der Untersuchung sind die Begutachtung der Rad-Einsenkung sowie der Traktion (Einsatzfahrzeuge). Sind die ermittelten Einsenkungen zu hoch, sind bautechnische Maßnahmen der Ertüchtigung durchzuführen.

Das Schadensrisiko für Flugzeuge und die Mobilität von Einsatzfahrzeugen auf *Streifen* und *RESA* resultieren aus den gegebenen Kennwerten der Radgeometrie, der einzelnen Radlasten (Flugzeug- bzw. Fahrzeuggewichte) und den örtlichen (wechselnden) Eigenschaften des anstehenden Bodens.

Zur Untersuchung der Flächen stehen verschiedene Techniken zur Verfügung wie Bohrsonde, CBR Labor, CBR Feld, PIT Plate Impact Test, Bild 4 - 7.



Kerntechnik für das Gutachten ist der *EASA Single Wheel Load Test SWL gem. EASA NPA 2011-20 (B.III) — Draft Certification Specifications*.

Mit dem SWL – Test der EASA werden die Daten über die Qualität nicht befestigter Streifen, Schultern und RESA innerhalb der *graded portion* ermittelt. Begutachtet wird die Tragfähigkeit und Bremswirkung für überrollende Flugzeuge sowie die Mobilität von Einsatz- und Rettungsfahrzeugen.

Die Technik besteht im Kern aus einem Flugzeugrad, das unter realen Lastbedingungen über die zu untersuchenden Flächen geschoben wird. In Abhängigkeit von der Radlast und der Bodenstabilität wird der Boden unterschiedlich verformt. Bild 8, SWL Test - Single Wheel Load gem. EASA.



### Das Gutachten:

Die Begutachtung dieser Flächen erfolgt in Phasen. Schadhafte Veränderungen der Flächen sind zu vermeiden oder auf ein Minimum zu begrenzen.

#### **Phase I: Technische Zustandsprüfung**

1. Untersuchung und Plan-Darstellung der Bodenverhältnisse in RESA und Streifen durch flächenhaften Einsatz SWL –Test. Auswahl der Radlasten (Gewichte) zur Ermittlung von Einsinkung und Rollwiderstand unterschiedlicher Flugzeugtypen.
2. Alternativ dazu rasterförmiger Einsatz von Kleingeräten (Bild 4 - 7) zur flächenhaften Ermittlung und Plan-Darstellung der Merkmale Bodenart, Feuchtigkeit und aktuelle Festigkeit in RESA und Streifen. Auswahl repräsentativer Bereiche innerhalb oder außerhalb der *graded portion* für Durchführung SWL – test. Gegebenenfalls Simulation von Regenereignissen (Bewässern).

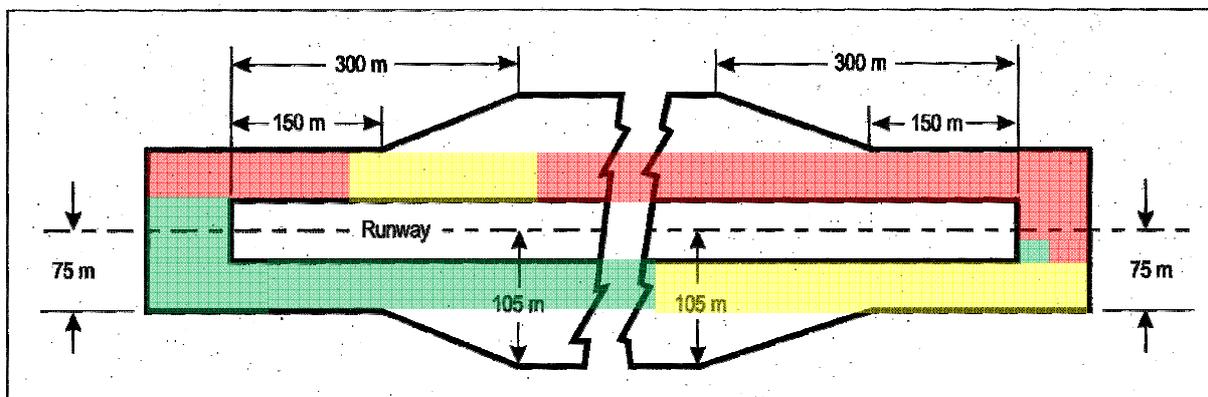
Durchführung von SWL – Tests auf ausgesuchten, repräsentativen Teilflächen innerhalb oder außerhalb der graded portion, Bild 9.



- Ergebnisübertragung SWL – Test auf die Flächen von RESA und Streifen gem. Plan aus „2“.

## Phase II: Gutachten zur Ertüchtigung

- Bewertung aller Daten aus „1 und 2“ gem. den Zielvorgaben von ICAO und EASA.
- Abgleich *SOLL* (EASA, ICAO) mit dem gemessenen *IST* aus „3“ für die untersuchten Flächen von RESA und Streifen. Ergebnisdarstellung in einem Plan, Bild 10.



*Aeodrome Desing Manual Part 1 Runways, Figure 5-3, Bild 10.*

Die Anforderungen an die Flächen werden ganzjährig erfüllt. Technische Maßnahmen der Ertüchtigung sind nicht erforderlich, **IST ≥ SOLL**.

Bei und nach hohen Niederschlägen werden die Anforderungen der ICAO nicht oder nur eingeschränkt erfüllt. Rollvorgänge auf nicht befestigten Flächen (Schultern, Streifen, RESA, Pisten etc.) können zu Schäden an Fahrwerk / Flugzeug führen (>USL), Einsatzfahrzeuge besitzen keine ausreichende Mobilität. Angepasste Maßnahmen der Flächen - Ertüchtigung sind erforderlich, **IST < SOLL**.

Die Anforderungen an den Streifen gem. ICAO Annex 14 werden ganzjährig nicht erfüllt. Im Falle einer *runway excursion, overrun* oder *undershoot* sind von *structural damages* am Flugzeug auszugehen (Rad - Einsenkung > USL). Für Einsatzfahrzeuge ist keine ausreichende Mobilität zu erwarten. Rollvorgänge auf Pisten, Rollwegen und Vorfeldern werden zu Schäden am Flugzeug führen. Die Flächen sind bautechnisch zu stabilisieren, **IST < SOLL**.

6. Für Flächen mit **IST ≥ SOLL** wird der Gutachterliche Nachweis der ICAO – bzw. EASA Konformität erbracht.
7. Für Flächen mit **IST < SOLL** Vorschlag für EMAS zur baulichen Ertüchtigung. Dafür stehen unterschiedlichen Techniken und Verfahren zur Verfügung wie die Flächendrainage, der Bodenaustausch, der Einbau von Geosystemen, die Herstellung von Flächen aus *crunshible concrete* sowie die Kombination dieser Verfahren.

### Phase III: Ertüchtigung für **IST < SOLL**

8. Herstellung bzw. Einbau einer EMAS gem. „7“. Zur Findung der optimalen Bauweise wird die Herstellung von Probefeldern empfohlen. Die beiden folgenden Aufnahmen zeigen eine Konstruktion mit einem Geosystemen aus Vlies, Gitter und Schotterlage(n) für RESA oder Streifen, Bild 11 und 12.



Eine andere Bauweise für eine EMAS ist der *crunshible concrete* EMASMAX® der Firma ESCO-ZA Zodiac Aerospace, Bild 13 ATSB SAFETY REPORT AR-2008-18(2) Final.



9. Prüfung der Probefelder nach „8.“ mit SWL – test, Bild 11 - 12.
10. Bei Bedarf Optimierung EMAS mit Kontrolle.

#### Phase IV: Abnahme

11. Durch Begleitung, Dokumentation und Nachweis der erbrachten, baulichen Ertüchtigungsmaßnahmen gem. den Vorgaben für die Prüffelder aus „8“ / „10“, Bild 14

oder

12. Flächenprüfung mittels RLD System (Radar based Layer Detection) **nach** Fertigstellung von Teilflächen oder der Gesamtmaßnahmen, Bild 14 und 15. Ermittlung der Aufbaudaten von der Oberfläche bis auf die Unterseite der EMAS. Die Prüfung erfolgt mittels Überfahren der Fläche mit durchgehender Profilmessung.



#### Phase V: EASA und ICAO Konformität

13. Auf der Grundlage der Abnahmedokumente wird für die untersuchten Flächen der Gutachterliche Nachweis der ICAO – bzw. EASA Konformität erbracht.

### Schäden nach einer *runway excursion*, einem *overshoot* oder *underrun*

Die Anforderungen von EASA und ICAO im Hinblick auf die Qualität der Streifen, Schultern oder RESA dienen der Sicherheit von *Mensch* und *Technik* (....*avoid damage*...).

Diese Flächen sind dafür in einem technischen Zustand zu halten, bei dem, unabhängig von Jahreszeit und Wetterbedingungen, ein Überrollen ohne Risiken für das Flugzeug zu gewährleisten ist. Zusätzlich ist die Mobilität der Einsatz- und Rettungsfahrzeuge zu gewährleisten.

Bei Flugzeugschäden nach einer *runway excursion*, einem *overshoot* oder *underrun* ist zu begutachten, ob die Anforderungen an Streifen und RESA gem. ICAO erfüllt waren (Mängel in der Stabilität, Hindernisse).

Zum Einsatz kommen hier die Techniken und Verfahren von Phase 1 **Technische Zustandsprüfung**.

Sind Defizite festzustellen, ist ihr (verursachender) Einfluss auf das Schadensbild zu quotieren (bis 100%).

Bei einer strafrechtlichen Bewertung dienen die Untersuchungen der Verursacherfindung.

  
Dr. P.J. Wagner  
Geschäftsführer



Ö.b.u.v. Sachverständiger für die Bewertung von Altlasten und Bodenverunreinigungen der IHK Bremerhaven /  
Ö.b.u.v. Sachverständiger für Baugrunduntersuchungen der IHK Bremerhaven /  
Gutachter der technischen Prüforganisation GTÜ / <http://bau.gtue.de/> /  
Zugelassener Kampfmittelsondierer in Hamburg