

De-Icing am Beispiel EDDM

Vorwort

Die Flieger werden immer anspruchsvoller und komplexer, es gibt immer mehr Plugins die nah an der Realität dran sind und es gibt immer mehr Interesse reale Verfahren bei uns zu implementieren - deshalb soll hiermit mal das Thema "Enteisen / Deicing" behandeln.

Vorab, dies soll mehr ein "eye opener" sein um dieses doch eigentlich sehr interessante aber zu unrecht in den Schatten gestellte Thema zu beleuchten. Da man hier etwas weiter ausholen muss, wird der Text also etwas länger werden.

Allgemeines

Was ist enteisen und warum ist dies so wichtig?

Frost, Schnee, Eis sowie sonstige Kontamination haben einen erheblichen Einfluss auf die Aerodynamik eines Flugzeuges. Bereits wenige Milimeter Kontamination / Eis auf der Oberseite des Flügels können den Luftstrom und damit das Flugverhalten erheblich beeinflussen / stören. Sehr viele Luftfahrzeugkatastrophen hängen mit Vereisung zusammen (einfach mal auf Google nach "aviation incidents / crashes deicing" suchen).

Enteisung kann mechanisch (z.B. mit einem Besen / Schaufel Schnee von der Flügeloberfläche entfernen) sowie chemisch (also mit Enteisungsfluid durch Enteisungsfahrzeuge) geschehen.

Wann enteist man? Ja doch nur wenn es schneit oder?

Die Gründe warum enteist werden muss, sind vielfältig. Sehr oft muss auch enteist werden, obwohl es gar nicht schneit, möglicherweise sogar die Sonne scheint. Folgendes Beispiel: Ihr kommt nach 6 Stunden Flugzeit in München an, habt noch kalten Resttreibstoff in den Flügeltanks die bei -40°C oder kälter sind. Beim Turnaround tankt ihr nach für den Weiterflug, es hat in München $+6^{\circ}\text{C}$ und ist bewölkt, teilweise scheint sogar die Sonne. Was passiert nun? Der warme, neue Kraftstoff kommt in die Tanks, trifft auf den noch sehr kalten Flügel und es bildet sich auf der Oberseite der Flügel eine Klareisschicht, der sogenannte "cold soaked wing effect" hat zugeschlagen. Da wie oben schon erwähnt, Kontamination auf den Flugzeugteilen sich überhaupt nicht mit der Aerodynamik des Fliegers vertragen, kann es sein das eben bei Sonne / Bewölkung und deutlichen Plusgraden, eine Enteisung notwendig ist.

Wer entscheidet wann enteist wird? Wer führt diese durch? Wer hat das letzte Wort?

Zunächst einmal der PIC. Dieser ist für die Sicherheit des Fluges verantwortlich. Er entscheidet selbst ob er enteist oder nicht. Ob der Flügel komplett kontaminationsfrei ist und aussieht wie frisch aus dem Werk und er trotzdem enteisen möchte, bleibt ihm überlassen. Selbst wenn, was leider auch oft genug vorgekommen ist, ein rollendes Iglu Richtung Runway rollt, ist die Enteisierung immer noch die Entscheidung des Piloten (...oder finanziellen Lage der Airline...).

Sobald sich ein Flugzeug jedoch für die Enteisierung angemeldet hat, führt die Enteisierung der jeweilige Flughafenbetreiber durch bzw. die Handlingsagenten. Allein diese entscheiden dann darüber WAS am Flugzeug enteist wird und WIE. Sie sind die letzten am Flugzeug und übernehmen damit die Haftung / Verantwortung. Sie handeln nach dem "CAC - clean aircraft concept". d.h., das Flugzeug muss nach der Enteisierung von jeglicher Anhaftung / Kontamination befreit worden sein. Sind also ein paar kleine Schneereste auf dem Rumpf des Flugzeuges, wird der komplette Rumpf (oder halt nur die Teilbereiche) enteist, selbst wenn sich der PIC dagegen entscheidet. Er hat hierbei keinerlei Befehlsgewalt (ausgenommen technische Hintergründe bei speziellen Luftfahrzeugstypen / Einschränkungen).

Wie wird enteist (am Beispiel München EDDM)?

Man unterscheidet zwischen 1-Step Deicing und 2-Step Deicing.

Beim 1-Step-Deicing wird eine Mischung aus Typ-1 Fluid und sehr heissen Wasser, knapp 80°C, (Typ-1 ist farblich immer Orange) auf das Flugzeug aufgetragen, Kontamination entfernt und gleichzeitig eine schützende Schicht aufgetragen, welche vor Neuvereisung schützt.

Beim 2-Step-Deicing wird zuerst mit Typ-1 die Kontamination vom Luftfahrzeug entfernt und danach im 2. Step mit Typ-4-Fluid (kalt, nicht erhitzt, farblich Grün sowie eher dickflüssig) "anti-iced" bzw. geschützt.

Holdover Time? Was ist das für eine Zeit?

Die Holdover Time, kurz HOT, ist die Zeitspanne in der das Flugzeug geschützt ist vor erneuter Vereisung. Je nach Art und Weise der Enteisierung, der Wetterlage, des Flugzeugtyps (klassisch hauptsächlich Aluminium z.B. B737 oder vermehrt Kompositmaterialien z.B. B787), des angewendeten Verfahrens der Enteisierung, etc., kann dies eine Zeitspanne von nur wenigen Minuten bis zu mehreren Stunden betragen. Ist die HOT abgelaufen, ist kein sicherer Schutz mehr gegeben. Jeder (vernünftige) Pilot wird also nochmal neu enteisen wollen. Hierbei hat jedoch der Pilot selbst Spielraum und kann trotzdem nach eigenen Ermessen starten)

Wo wird enteist?

Enteist wird in München direkt auf den Deicing Pads / Areas, welche vorgelagert direkt an den Holding Points vor den jeweiligen Runways sind. Mit diesen Konzept ist München weltweit fast

einzigartig (Warum dies so genial ist und warum man das extra erwähnt, dazu gleich mehr).

Typischerweise findet man 3 Deicing Pads pro aktiver Runway. Sprich bei 08er Betrieb, sind / können die Intersections A1/A2/A3 bei 08L zur Enteisung hergenommen werden, auf 08R dann B1/B2/B3. Die Holdingpoints sind zeitgleich die Enteisungspads (08L A1 wird zum Deicing Pad 1, A2 wird zum Deicing Pad 2 usw. ...) Das gleiche bei 26er Betrieb: Hier gibt es A13/A14/A15 im Norden welche (wer hätte es gedacht??) zu den Enteisungspad DA13/DA14/DA15 werden. Im Süden simultan mit B13/B14/B15 etc. Diese findet ihr übrigens auf den Ground Charts als "DA14" = DeicingArea 14.

PropellerMaschinen ohne Prop-Brake, werden auf Position enteist, also eine Vorfeldenteisung.

Warum ist das enteisen direkt an der jeweiligen Runway so effizienz?

Wir haben oben erfahren, das die HoldoverTime anfängt, sobald mit dem Deicing / Anticing begonnen wird. Ab hier tickt die Uhr. Auf anderen Flughäfen findet die sogenannte Vorfeldenteisung statt, sprich das LFZ (Luftfahrzeug) wird auf Parkposition enteist, die Zeit tickt, dann muss noch gepusht werden, du hast evtl. noch Delay aufgrund Rollverkehr und danach hat man bis zu 10-20 min Taxitime zur Piste. sowie ggf. Wartezeit am Holdingpoint. Diese Zeit geht also unnötig flöten und minimiert unsere HOT.

Vorteil ist bei Remote-Deicing (sprich an den Holding Points), dass man direkt nach der Enteisung zum CAT2/3 Holding Point rollen kann, macht den Engine Runup (sollte gemacht werden nachdem das LFZ enteist wurde) und man direkt starten. Hierbei haben wir minimalen Zeitverlust und die Chance das wir neu enteisen müssen aufgrund abgelaufener HOT, ist sehr gering.

Weiterer Vorteil (auch wenn vollkommen unnötig auf VATSIM)

In München befinden sich auf ALLEN Deicing Pads Sammelbecken unterhalb. Das Enteisungsfluid / Schnee fließt am Boden ab durch kleine Rillen in ein Auffangbecken. Dort wird das Enteisungsfluid gesammelt, aufbereitet und kann wiederverwendet werden. Wir können also bis zu 70% komplett wiederverwenden. Das spart sehr viel Geld, schont die Umwelt und mit der entstandenen Abwärme wird ein komplettes Terminal geheizt. Ziemlich genial!

Ich will enteisen! Wo muss ich mich anmelden?

In echt geschieht das auf verschiedensten Wegen. Im Normfall rufen die Piloten mindestens 20 min vor TSAT (Target Startup Approval Time) auf der 121.990 Mhz (Callsign "Munich Deicing Coordinator") rein und melden sich dort für die Enteisung an. Dieser sieht über das System alle Informationen zu diesem Flug und bestätigt ihm per Funk die Anmeldung. Weiterhin besteht die Möglichkeit per ACARS sich für die Enteisung anzumelden (je nach Airline), was wir aktuell aber auf VATSIM so (noch??) nicht praktizieren können. Alternativ kann man Tower, Ground, Delivery, Handlingsagenten etc. direkt anrufen.

Wie wird das also bei uns auf VATSIM gehandhabt?

Ihr ruft bei Delivery oder der tiefsten Position rein und meldet euch vorher für die Enteisierung an.

Station	Phraseologie
Pilot	München Delivery, DLH4YA, require deicing before departure.
ATC	DLH4YA, request confirmed, you are in the sequence for deicing.

Danach könnt ihr ganz normal pushen und rollen und bei der Übergabe auf den Entrys von Apron zu Tower wird euch dieser direkt auf das jeweilige PAD lotsen.

Station	Phraseologie
Pilot	Tower Servus, DLH4YA, Entry S8 for deicing.
ATC	DLH4YA, servus, taxi deicing area B15 via S, on second radio contact decing crew on XXX,XXX Mhz, report deicing completed.

(Wenn aus langeweile sich ein ATC auf die Frequenz dazuschalten würde und spaßeshalber die DeicingCrew simulieren sollte ;-))

Alles weitere ist einfach improvisiert und simuliert, mehr geht technisch aktuell einfach noch nicht ;-)
Anbei ein Gesprächsauszug aus dem offiziellen Dokument zur Enteisierung am Flughafen München inklusive Gesprächsablauf:

Munich Airport Aircraft Deicing Plan – Winter 2020/2021

For communication with the deicing team chief on deicing areas the following phraseology shall be used:

Cockpit:	Teamchief
<i>Deicing North 15, this is Lufthansa 410, request deicing (visual check).</i>	Good morning (good evening) <i>Lufthansa 410</i> , this is <i>Deicing North 15</i> . Taxi onto <i>DA15</i> and stop on my command abeam "deicing hold" marking on the left hand side.
<i>Lufthansa 410, taxi onto DA15</i>	<i>Lufthansa 410</i>
	We will use type I.
	<u>If type IV fluid is used:</u>
	<i>Lufthansa 410</i>
	We will use type I for deicing and type IV Clariant Safewing MP IV LAUNCH 100% for anti-icing.
<i>Lufthansa 410, parking brake set and ready for treatment</i>	<i>Lufthansa 410</i> , confirm parking brake is set and aircraft is ready for treatment.
<i>Lufthansa 410, Satcom is off</i>	<i>Lufthansa 410</i> , confirm Satcom is off (If applicable)
<i>Lufthansa 410, roger</i>	<i>Lufthansa 410</i> , deicing (visual check) commences. You are now blocked by deicing vehicles. Monitor this frequency. I will call you back.

If second deicing/anti-icing with extended flaps is necessary

<i>Lufthansa 410, clear for flaps</i>	<i>Lufthansa 410</i> , first treatment is completed
	<i>Lufthansa 410</i> , flaps clear, second treatment commences. I will call after treatment has been finished.

After completion of deicing/anti-icing

<i>Lufthansa 410, aircraft deiced/anti-iced; anti-icing with type I, 15.10 LT</i>	<i>Lufthansa 410</i> , post deicing/anti-icing check is completed. If tactile check is performed by EFM: Tactile check completed. Aircraft deiced/anti-iced; Aircraft anti-iced with type I, 15.10 LT
	<u>If type IV fluid was used:</u>
<i>Lufthansa 410, aircraft deiced/anti-iced; anti-icing with type IV 100%, 15.10 LT</i>	<i>Lufthansa 410</i> , post deicing/anti-icing check is completed. Aircraft deiced/anti-iced; Aircraft anti-iced with type IV Clariant Safewing MP IV LAUNCH 100%, 15.10 LT
<i>Lufthansa 410, roger, good bye</i>	Engine run up on deicing area is not allowed; deicing area is now clear of deicing vehicles; good bye.

Crashkurs zum Thema METAR vs. HoldoverTime

Anhand folgenden Beispiel möchte ich kurz und grob anreissen wie man mit den aktuellen METAR Informationen sich aus den Tabellen die HOT / Enteisungsvariante raussucht. Ich versuche das extra kurz zu halten, werde also nicht jede Fußnote behandeln sowie nicht alle Details:

Wir haben folgendes METAR:

```
1820Z EDDM 26015KT 2000 -SN BKN006 OVC020 M02/M04
```

Kurz gesagt (und nur sehr grob!), Wetterreport von 18:20 Zulu (also Abends), aus München , Wind aus 260 Grad mit 15 Knoten, 2000m Sichtweite RVR, leichter Schneefall, Bewölkung auf Untergrenze 600 ft, geschlossene Bewölkung Untergrenze 2000 ft, Temperatur -2c, Taupunkt -4c.

Jetzt weiss ich schon, wir haben nicht alleine "active Frost" wo wir nur 1-Step mit Typ 1 deicen / antiicen können, sondern wir haben Abends / Dunkelheit, aufgrund des Schneefalls wenig Sicht und Minustemperaturen.

Da wir nur RVR Werte haben (in echt verwendet man die MOR meteorological observation range) gehen wir also direkt in die Tabelle 42: SNOWFALL INTENSITIES AS A FUNCTION OF PREVAILING VISIBILITY. Wir wissen es ist Abends, also gehen wir in die linke Spalte bei "Night". Wir wissen ebenfalls es hat aktuell -2 Grad, also gehen wir in die Spalte "colder/equal -1".

TABLE 42: SNOWFALL INTENSITIES AS A FUNCTION OF PREVAILING VISIBILITY

Time of Day	Temp.		Visibility in Statute Miles (Meters)									
	Degrees Celsius	Degrees Fahrenheit	≥ 2 1/2 (≥ 4000)	2 (3200)	1 3/4 (2800)	1 1/2 (2400)	1 1/4 (2000)	1 (1600)	3/4 (1200)	1/2 (800)	≤ 1/4 (≤ 400)	
Day	colder/equal -1	colder/equal 30	Very Light	Very Light	Very Light	Light	Light	Light	Moderate	Moderate	Heavy	Snowfall Intensity
	warmer than -1	warmer than 30	Very Light	Light	Light	Light	Light	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	
Night	colder/equal -1	colder/equal 30	Very Light	Light	Light	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	
	warmer than -1	warmer than 30	Very Light	Light	Moderate	Moderate	Moderate	Moderate	Heavy	Heavy	Heavy	
NOTE 1: This table is for estimating snowfall intensity. It is based upon the technical report, "The Estimation of Snowfall Rate Using Visibility," Rasmussen, et al., Journal of Applied Meteorology, October 1999 and additional in situ data.												
NOTE 2: This table is to be used with Type I, II, III, and IV fluid guidelines.												
NOTE 3: The use of Runway Visual Range (RVR) is not permitted for determining visibility used with the holdover tables.												
NOTE 4: Some METARS contain tower visibility as well as surface visibility. Whenever surface visibility is available from an official source, such as a METAR, in either the main body of the METAR or in the Remarks ("RMK") section, the preferred action is to use the surface visibility value.												
NOTE 5: If visibility from a source other than the METAR is used, round to the nearest visibility in the table, rounding down if it is right in between two values. For example, .6 and .625 (5/8) would both be rounded to .5 (1/2).												
HEAVY = Caution—No Holdover Time Guidelines Exist												

During snow conditions alone, the use of Table 43 in determining snowfall intensities does not require pilot company coordination or company reporting procedures since this table is more conservative than the visibility table used by official weather observers in determining snowfall intensities.

Because the FAA Snowfall Intensities Table, like the FMH-1 Table, uses visibility to determine snowfall intensities, if the visibility is being reduced by snow along with other forms of obscuration such as fog, haze, smoke, etc., the FAA Snowfall Intensities Table does not need to be used to estimate the snowfall intensity for HOT determination during the presence of these obscurations. Use of the FAA Snowfall Intensities as a Function of Prevailing Visibility Table under these conditions may needlessly overestimate the actual snowfall intensity. Therefore, the snowfall intensity being reported by the weather observer or automated surface observing system (ASOS), from the FMH-1 Table, may be used.

Jetzt nehmen wir uns die gemeldete Sicht von 2000 m und schauen oben in der Spalte wo wir uns einordnen müssen. In unseren Fall bei 1 1/4 (2000). Gut, ein Finger links, ein Finger von oben, beides zusammen gefügt und wir kommen beim Wert "MODERATE" heraus. Ganz einfach oder?

Mit diesem "MODERATE" Wert im Hinterkopf gehen wir nun rüber zu Tabelle 27: Typ IV HOLDOVER TIMES FOR CLARIANT SAFEWING MP IV LAUNCH (Das ist das Enteisungsfluid Typ 4 mit einer Konzentration von 100%, welches uns der Deicing Coordinator genannt hat was verwendet wird).

TABLE 27: TYPE IV HOLDOVER TIMES FOR CLARIANT SAFEWING MP IV LAUNCH

Outside Air Temperature ¹	Fluid Concentration Fluid/Water By % Volume	Freezing Fog or Ice Crystals	Very Light Snow, Snow Grains or Snow Pellets ^{2,3}	Light Snow, Snow Grains or Snow Pellets ^{2,3}	Moderate Snow, Snow Grains or Snow Pellets ²	Freezing Drizzle ⁴	Light Freezing Rain	Rain on Cold Soaked Wing ⁵	Other ⁶
-3 °C and above (27 °F and above)	100/0	4:00 - 4:00	2:50 - 3:00	1:45 - 2:50	1:05 - 1:45	1:30 - 2:00	1:00 - 1:40	0:15 - 1:40	CAUTION: No holdover time guidelines exist
	75/25	3:40 - 4:00	3:00 - 3:00	1:45 - 3:00	1:00 - 1:45	1:40 - 2:00	0:45 - 1:15	0:10 - 1:45	
	50/50	1:25 - 2:45	1:25 - 1:40	0:45 - 1:25	0:25 - 0:45	0:30 - 0:50	0:20 - 0:25		
below -3 to -8 °C (below 27 to 18 °F)	100/0	1:00 - 1:55	2:25 - 2:50	1:30 - 2:25	0:55 - 1:30	0:35 - 1:40	0:25 - 0:45		
	75/25	0:40 - 1:20	2:40 - 3:00	1:30 - 2:40	0:50 - 1:30	0:25 - 1:10	0:25 - 0:45		
below -8 to -14 °C (below 18 to 7 °F)	100/0	1:00 - 1:55	2:10 - 2:30	1:20 - 2:10	0:50 - 1:20	0:35 - 1:40 ⁷	0:25 - 0:45 ⁷		
	75/25	0:40 - 1:20	2:25 - 2:55	1:25 - 2:25	0:45 - 1:25	0:25 - 1:10 ⁷	0:25 - 0:45 ⁷		
below -14 to -18 °C (below 7 to 0 °F)	100/0	0:30 - 0:50	1:15 - 1:45	0:20 - 1:15	0:06 - 0:20				
below -18 to -25 °C (below 0 to -13 °F)	100/0	0:30 - 0:50	0:30 - 0:45	0:09 - 0:30	0:02 - 0:09				
below -25 to -28.5 °C (below -13 to -19 °F)	100/0	0:30 - 0:50	0:20 - 0:30	0:06 - 0:20	0:01 - 0:06				

NOTES

- 1 Ensure that the lowest operational use temperature (LOUT) is respected. Consider use of Type I fluid when Type IV fluid cannot be used.
- 2 To determine snowfall intensity, the Snowfall Intensities as a Function of Prevailing Visibility table (Table 42) is required.
- 3 Use light freezing rain holdover times in conditions of very light or light snow mixed with light rain.
- 4 Includes light, moderate and heavy freezing drizzle. Use light freezing rain holdover times if positive identification of freezing drizzle is not possible.
- 5 No holdover time guidelines exist for this condition for 0 °C (32 °F) and below.
- 6 Heavy snow, ice pellets, moderate and heavy freezing rain, small hail and hail (Table 41 provides allowance times for ice pellets and small hail).
- 7 No holdover time guidelines exist for this condition below -10 °C (14 °F).

CAUTIONS

- The responsibility for the application of these data remains with the user.
- The time of protection will be shortened in heavy weather conditions. Heavy precipitation rates or high moisture content, high wind velocity, or jet blast may reduce holdover time below the lowest time stated in the range. Holdover time may be reduced when aircraft skin temperature is lower than outside air temperature.
- Fluids used during ground de/anti-icing do not provide in-flight icing protection.
- This table is for departure planning only and should be used in conjunction with pretakeoff check procedures.

Nun geht das weiter wie vorher: Wir wissen in der linken Spalte bei "Outside Air Temperature" wir haben 2°C, ergo sind wir bei "-3°C and above". Wir wissen ebenfalls das die Konzentration 100% Typ 4 hat, ergo gehen wir in der Spalte bei "100/0".

Wir haben uns vorher die Sichtweite und den jeweiligen Wert rausgesucht, welcher "MODERATE" war und rutschen in die jeweilige Spalte zu "MODERATE SNOW; SNOW GRAINS OR SNOW PELLETS"..... und bekommen einen Wert von 1:05 - 1:45 heraus. Heisst, sobald das Anticing beginnt, spricht der erste Kontakt mit Typ 4 auf dem Flugzeug, haben wir nun eine Holdovertime zwischen 1h05 min bis 1h:45 min. Damit kriegt euch ATC ziemlich sicher raus und ihr habt noch guten Zeitpuffer. War also doch gar nicht mal so schwer oder? ;-)

Als Anlage habe ich jeweils die Tabellen angefügt, wer bisschen selber lesen möchte sucht einfach nach den "FAA2020-2021 Holdover Tables".

Dies sollte euch mal einen groben Einblick in die Welt des Enteisens geben, warum dies so wichtig ist, was dahinter steckt, wie das grob abläuft und welche ungefähren Abläufe dahinter stecken. Xplane, der FSLabs sowie die Majestic Dash Q400 simulieren bereits Vereisungen, in GSX und Co. kann man auch selbst enteisen aktuell und die Entwicklung der Flugzeuge nimmt dieses Thema

immer mehr und mehr auf.

Für Rückfragen, Anregungen, Fachfragen oder Diskussionen stehen wir (RG München) immer gerne zur Verfügung! Ggf. wird dieser Thread noch etwas erweitert falls nötig. Rechtschreibfehler und sonstiges dürfen gesammelt und gegen ein Eis eingetauscht werden.

Epilog

Diesen Beitrag hat Florian Weingartner, RG München, erstellt und freundlicherweise einer Übertragung hier ins Wiki zugestimmt.

Revision #1

Created 6 January 2024 23:01:35 by 1439797

Updated 9 February 2024 23:33:38 by 1439797