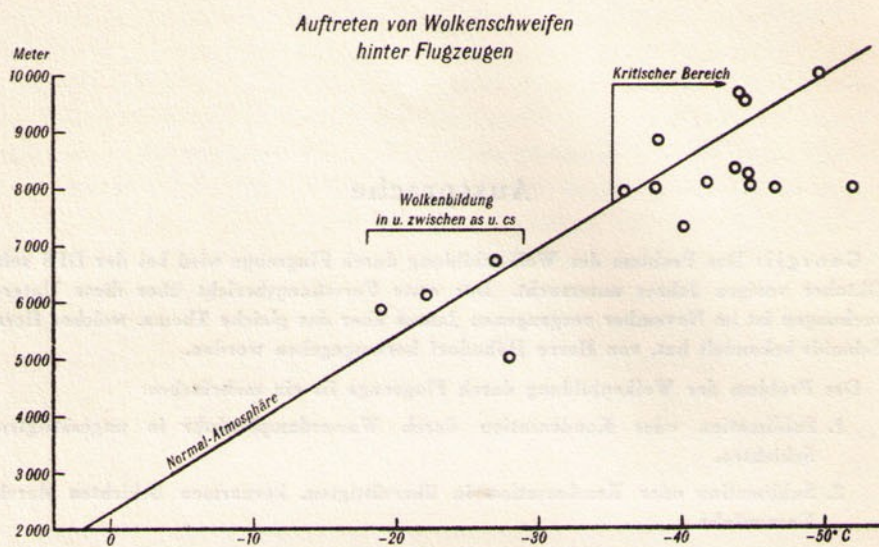


Sonderdruck von Heft 44
der Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung

Die Entstehung von Eisnebel
aus den Auspuffgasen von Flugmotoren
von Ernst Schmidt

Der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung
vorgelesen
am 15. März 1940



um so Werte über die Wärmeabgabe des Motors zu erhalten. Bei einer bisher durchgeführten Messung hat sich im Mischungsraum 30 m hinter dem Flugzeug eine Über-temperatur von 4° ergeben. Dieser Wert stimmt gut mit der von Höndorf in seiner theoretischen Arbeit zugrunde gelegten Temperaturerhöhung überein. Da bei dem Auftreten der Wolkenschweiften hinter dem Flugzeug in 6000 m Höhe und bei Temperaturen von -25° gleichzeitig natürliche Wolken, also Altostratus und Cirrostratus, in der fraglichen Schicht vorhanden waren, kann angenommen werden, daß diese Schicht wasserdampfgesättigt oder sogar übersättigt gewesen ist. Der obere Bereich der Abbildung 1, welcher das Auftreten von Wolkenschweiften oberhalb 8000 m Höhe und bei Temperaturen unter -40° umfaßt, entspricht den Ergebnissen der theoretischen Ableitung über Wolkenschweifbildung in ungesättigten Schichten bei tieferer Temperatur.

Abbildung 2 zeigt Wolkenschweifbildung in Abhängigkeit von Temperatur und Feuchte. Drei Bereiche treten hervor, links von der unteren Geraden, begrenzt etwa von den Temperatur- und Feuchtwerten von -10° C und 65% und -50° C und 20%, tritt keine Wolkenbildung auf, rechts von der oberen Geraden, mit Werten von -40° C und 50% bzw. -50° C und 38%, zeigen sich sehr lange Wolkenschweiften, die sich auch nach längerer Zeit noch nicht aufgelöst haben, sondern beständig sind. Diese beständigen Wolkenschweiften nehmen gewissermaßen meteorologischen Charakter an, sie formen sich dem Zustand der Atmosphäre entsprechend um und wachsen zum Teil als Wolken weiter. Solche Umgestaltung von künstlich erzeugten Wolken zu meteorologischen Wolken werden vielfach beobachtet, und zwar in der Weise, daß Eiskristalle in tiefere, feuchtere Schichten absinken und weiter wachsen. Es ist die gleiche Erscheinung, auf die ich in meinem Akademievortrag im Juni vorigen Jahres hingewiesen habe.

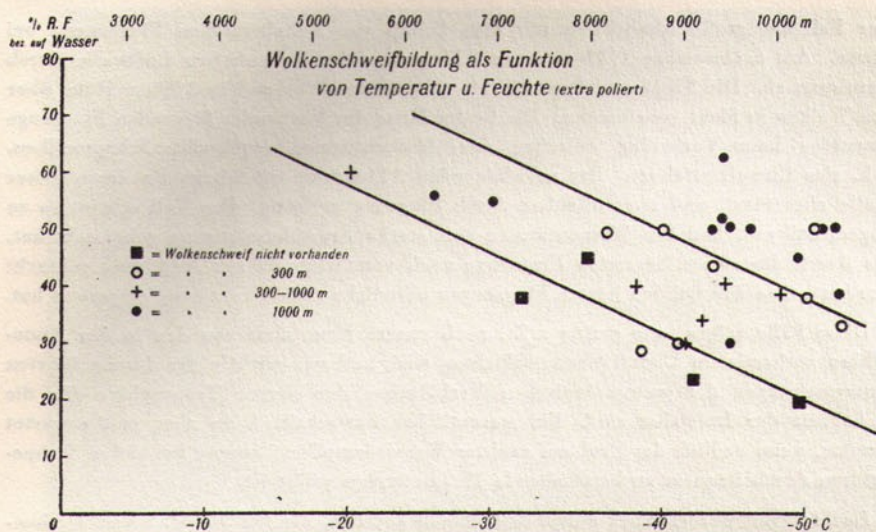


Abb. 2

Das Problem der Sublimation und Kondensation in übersättigten, kernarmen Schichten durch Kernzufuhr konnte bis heute noch wenig geklärt werden. Offenbar treten Übersättigungen ohne Kondensation oder Sublimation aber nicht so häufig auf wie dies A. Wegener angenommen hatte. Manche der von Wegener beobachteten Erscheinungen dürften auf Wasserdampffzufuhr zurückzuführen sein. Auf ihren Höhenflügen macht die DFS Versuche mit Infektion von hygroskopischen und nichthygroskopischen Kernen in der oberen Troposphäre. Eindeutige Ergebnisse sind bisher noch nicht erzielt worden. Die Versuche krankten z. Zt. noch an der Unmöglichkeit, die Wasserdampfsättigung bei tiefen Temperaturen einwandfrei zu messen.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen über Wolkenschweifbildung hinter Flugzeugen hat die DFS auf Anforderung ein Merkblatt für die Front herausgebracht. Langsame Flugzeuge erzeugen leichter Wolkenschweife als Schnellflugzeuge. Bei kurzen Wolkenschweifigen gewährt wechselnder Übergang von Vollgas- und Drosselflug einen gewissen Schutz. Bilden sich lange und beständige Wolkenfahnen, so muß abwechselnd mit Steig- und Gleitflug geflogen werden.

Das behandelte Problem hat weitere Bedeutung für die Bedingungen der Flugzeugvereisung. Jaumotte hat auf einen interessanten Fall der Flugzeugvereisung hingewiesen, der im Zusammenhang mit den hier behandelten Erscheinungen steht. Über einer Regen- und Hagelwolke in etwa 5 000 m Höhe bildete sich in einer vollkommen klaren Schicht 6—10 cm dickes Eis an einem Flugzeug. Die Stärke des Eisansatzes erscheint zwar übertrieben, immerhin geht aus dem Vorfall hervor, daß offenbar über der Cumuluswolke eine klare Schicht mit hoher Übersättigung gelegen hat, deren Instabilität durch das Flugzeug ausgelöst wurde und zu rapider Vereisung geführt hat.

Der Fall hat große Ähnlichkeit mit dem Unfall von 3 italienischen Flugzeugen bei Lucca. Am 6. Dezember 1939 stürzten 3 Flugzeuge der italienischen Luftwaffe durch Vereisung ab. Die Flugzeuge flogen in einem größeren Verband in 3 000 m Höhe über den Wolken in Sicht voneinander. Die in der Mitte des Verbandes fliegenden Flugzeuge erzeugten beim Vorbeiflug zwischen zwei Wolkentürmen regelrechte Schneewolken, d. h. also Eiswolkenfahnen. Die nachfolgenden 3 Flugzeuge sind beim Passieren dieser Stelle abgestürzt, und zwar offenbar durch Flugzeugvereisung. Der Fall scheint so zu liegen, daß zwischen den Wolkentürmen eine starke Frostübersättigung geherrscht hat, die durch die vorausfliegenden Flugzeuge noch verstärkt und zur Auslösung gebracht worden ist, so daß bei den letzten Flugzeugen plötzliche rapide Vereisung eingesetzt hat.

Diese Fälle zeigen, wie gering z. Zt. noch unsere Kenntnisse von den in der Atmosphäre vorhandenen Übersättigungsschichten sind, und wie wichtig die durchgeführten Untersuchungen der meteorologischen Verhältnisse der oberen Troposphäre für die Sicherheit der Luftfahrt sind. Ein wesentlicher Fortschritt kann aber erst erwartet werden, wenn endlich das Problem exakter Wasserdampfbestimmung bei tiefen Temperaturen durch bequem zu handhabende Meßmethoden gelöst ist.

Nachfolgend werden noch einige Aufnahmen gegeben, die bei der DFS von Wolkenfahnen hinter Flugzeugen gemacht worden sind.

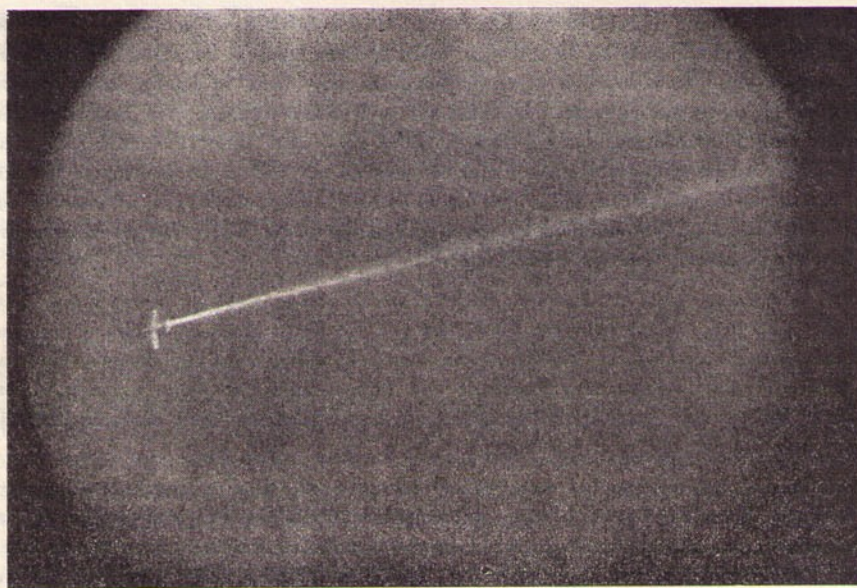


Abb. 3

Fernrohraufnahmen eines Flugzeugs mit Wolkenfahne in 9000 m Höhe

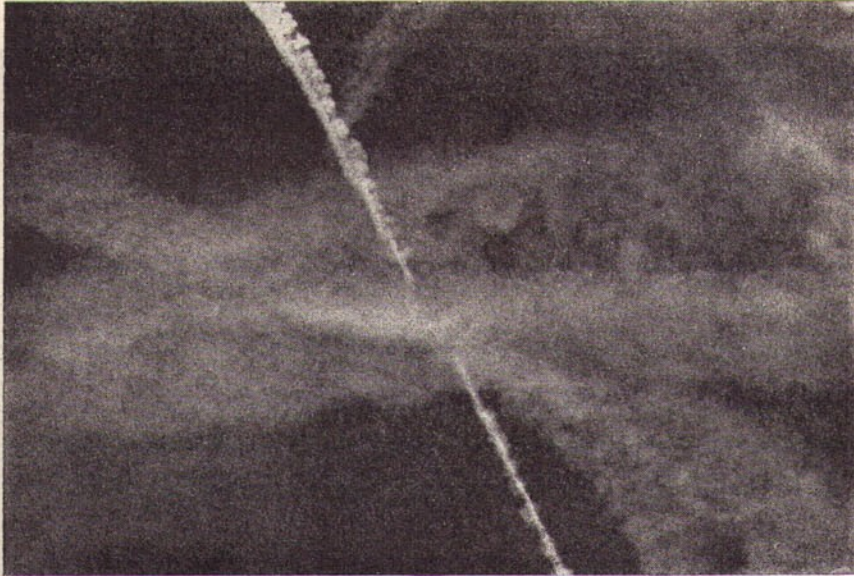
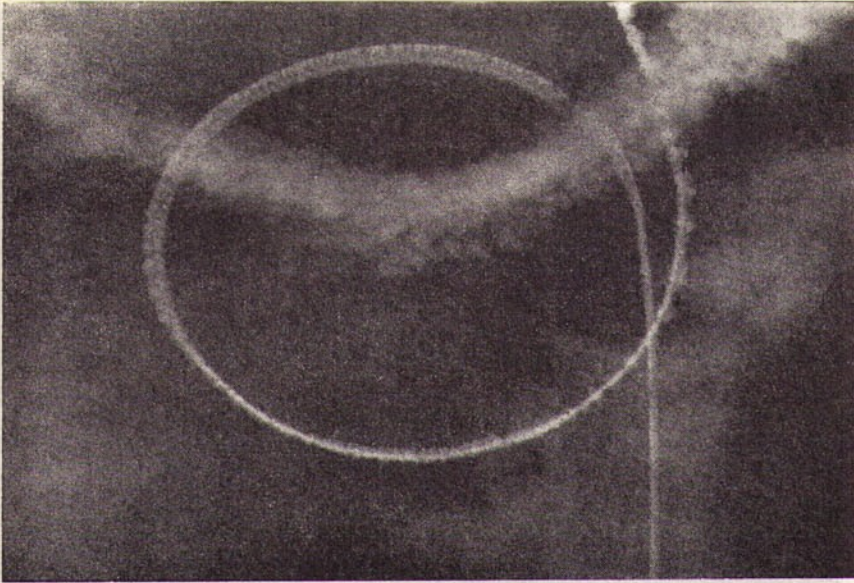


Abb. 4 u. 5

Beständige Wolkenfahnen, die sich verbreitern und größere Ausdehnung erlangen.
Übergang von künstlichen zu natürlichen Wolken

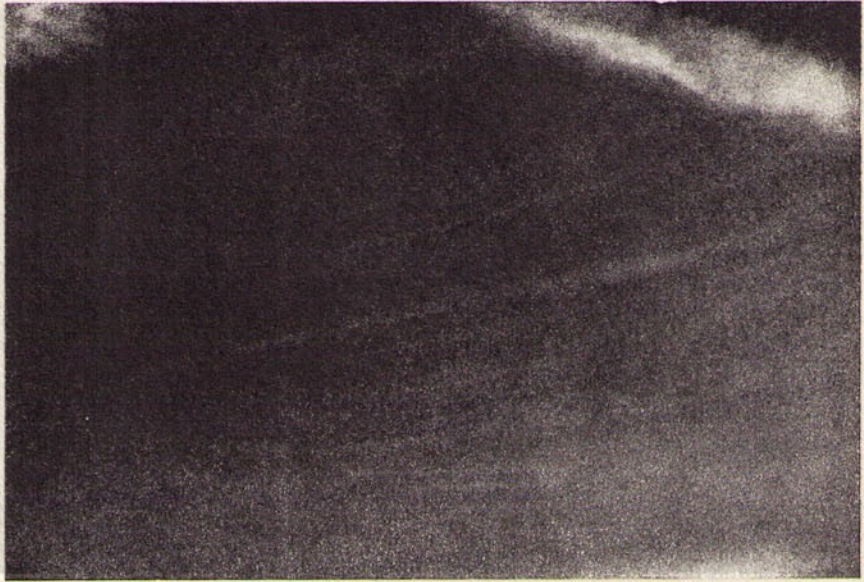


Abb. 6
Wolkenfahne mit Fallstreifen ausfallender Eiskristalle



Abb. 7
Umbildung einer Wolkenfahne zur natürlichen Wolke