

## **Meteorologie am Flughafen Genf/Schweiz ... prima Klima mit „Homogenisierung“ und „Jetblast“**

von Hans-J. Dammschneider

**Die meteorologisch-klimatologische Messstation „Genf-Cointrin“ befindet sich nach Angaben von MeteoSwiss (staatlicher Wetterdienst der Schweiz) auf der Position 46,14.9 ON / 6,7.7 E. Dies ist im NO-Bereich des Flughafens Genf gelegen. Ausgehend von den in der Nähe dieses Standortes befindlichen Beton- und Asphaltpisten bzw. Roll- und Startbahnen des Flughafens sind nutzungsbedingt (Temperatur-)Einflüsse vorhanden, die zwar meteorologisch-kurzfristig nur eine untergeordnete Rolle spielen, welche jedoch (darüber hinaus) nicht gänzlich den Regeln entsprechen, die für *langfristige Klimaauswertungen* verbindlich sein sollten.**

**Dies meint vor allem den im Umfeld der Wetterhütte auftretenden „jetblast“, der von zum Start rollenden Flugzeuge ausgeht und deren thermische Abgasfahnen die meteorologische Messstation am Flughafen Genf zeitweise direkt treffen. Dieser potentielle anthropogene Einfluss wird nicht dokumentiert, er schlägt sich jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit in den Temperaturaufzeichnungen der Station nieder und kann damit durchaus geeignet sein, die abgeleiteten langfristigen Klimadaten quasi zu „manipulieren“.**

**Leider kann eine sogenannte Homogenisierung der Messdaten, wie sie auch für Genf vorgenommen wird, diese Fehlerquelle nicht korrigieren.**

Seit nunmehr über 150 Jahren werden in Genf Daten gesammelt, allerdings nicht durchgehend auf der gleichen Position. Da mit Verschiebung der 'Wetterhütte' auch gewisse Veränderungen der Umgebungsparameter verbunden waren, wurden ältere Daten teils „homogenisiert“, bevor sie Eingang in Klimatabellen fanden.

Homogenisierung bedeutet, dass meteorologische Aufzeichnungen um mögliche Standort- bzw. vor allem Mess- und Apparatefehler korrigiert werden. Eine Homogenisierung wird aber nicht nur auf ältere Daten angewendet, sondern es ist seit einigen Jahren auch gängige Praxis (und dies praktisch bei allen internationalen meteorologischen Institutionen) *aktuelle* Daten bei 'Bedarf' zu korrigieren.

Homogenisierung bedeutet also, dass die originalen Messdaten verändert werden. Soweit diese 'Manipulation' sozusagen ehrlichen Zwecken dient (und jeden Vorwurf des Gegenteils weisen alle in offiziellen Würden stehenden Klimafachleute entschieden zurück) ist daran nicht so viel auszusetzen. Wenn also ein Thermometer offenkundig defekt ist und falsche Werte anzeigt, dann könnte man diese mit einem eventuell parallel arbeitenden Gerät korrigieren. Allerdings ist bereits ein solches Vorgehen nicht unumstritten, kann doch nicht ausgeschlossen werden, dass hierbei ebenfalls Ungenauigkeiten auftreten. Es gibt daher auch gute Gründe zu sagen: Wenn es offenkundige einzelne Fehler in Messwerten gibt, eliminieren wir sie schlicht dadurch, dass wir sie (als Einzelwert) weglassen?

Sicher ist, dass es für eine Homogenisierung keine weltweit einheitliche Systematik gibt ... fast jedes Land macht das, was es für gut und richtig hält. Für MeteoSwiss gilt, dass man sich bei der Homogenisierung der Schweizerischen Daten auf die Arbeit von G.BAUDRAZ, M.BEGERT, M.MOESCH, M.MUSA, T.SCHLEGL und G.SEIZ (2003) mit dem Titel „Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990. Schlussbericht des Projekts NORM90“ stützt. Hier wird festgestellt, dass „eine klimatologische Zeitreihe ... dann als homogen bezeichnet werden (kann), wenn ihre Schwankungen einzig durch Variationen des Wetters und des Klimas an der betreffenden Station hervorgerufen werden“ (BAUDRAZ u.a. 2003 S.24).

Man sollte es sicher nicht ganz so wörtlich nehmen, aber es steht so im Text: „... die Homogenisierung einer Klimareihe (beruht) schlussendlich – im Gegensatz zur Korrektur eines falschen Messwertes – immer zu einem gewissen Teil auf der subjektiven Beurteilung des Bearbeiters“ (BAUDRAZ u.a. 2003, S.9). Das kann man kritisch sehen, ist aber vermutlich und letztlich nicht anders zu handhaben. Man muss es nur wissen (\*).

(\*) Eine Übersicht über die Homogenisierung gibt auch ein im Internet unter <https://www.meteosuisse.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/klima/klima-im-detail/doc/klima-vergleich-original-homogen.pdf> erhältlicher Text mit dem Titel „Originale und homogene Reihen im Vergleich - Temperaturentwicklung an 12 Standorten des MeteoSchweiz-Messnetzes mit langjährigen Messreihen ab 1864“.

Im Januar 2016 bezog der Verfasser sowohl die originalen als auch die homogenisierten Temperaturdatenreihen für die Station Genf-Cointrin von MeteoSwiss. Anzumerken ist, dass es die homogenisierten Werte für jedermann gratis gibt (<https://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/schweizer-klima-im-detail/homogene-messreihen-ab-1864.html>), für die Originaldaten, wenn man sie denn unbedingt haben will, jedoch Gebühren fällig werden.

Abgefragt wurden vom Verfasser die Jahre 1998 bis 2015, also der Zeitraum, für den man nachgerade feststellen darf, dass hier die Temperaturen (zunächst und zumindest in Europa) einen sogenannten Hiatus erreicht haben. Wie die Abb. 1 zeigt, unterscheidet sich die homogenisierte Temperaturdatenreihe durchaus und teils deutlich von der der Originaldaten. Die von MeteoSchweiz angegebenen Korrekturen der Zeitreihe 1998 bis 2015 betragen 1999 und 2000 je 0,6 Grad C, zwischen 2001 und 2005 min. 0,22 Grad C und max. 0,47 Grad C.

Temperaturabweichung in Grad C

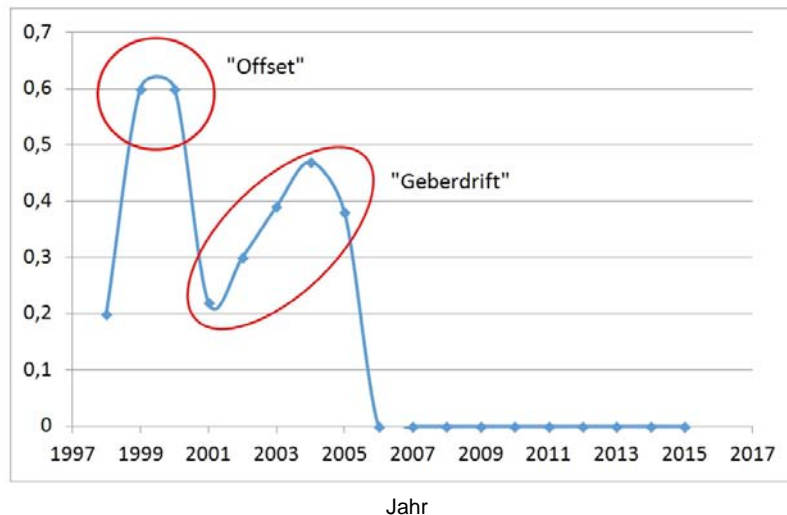


Abb. 1 : Homogenisierungswerte nach MeteoSwiss für die Station Genf-Cointrin

Der Verfasser wollte es dann jedoch noch genauer wissen und hat bei MeteoSwiss nach den Gründen für diese Unterschiede in den Datenreihen, also zwischen „Original“ und „homogenisiert“, gefragt. Sehr freundlich und schnell antwortete ein wiss. Mitarbeiter des Eidgenössischen Departement des Innern/EDI Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie/MeteoSchweiz wie folgt:

„Sehr geehrter Herr Dammschneider,  
 ... die Homogenisierung ist (...) eine kontinuierliche Arbeit, die auch nach dem Projekt NORM90 weitergeführt wurde und wird. Es ergeben sich leider immer wieder Veränderungen in den Messbedingungen, die zu Inhomogenitäten führen können. An der Station Genf war in den Jahren 1999 und 2000 ein Gerät im Einsatz, welches einen leichten **Offset** aufwies. Zudem kam es in den darauffolgenden Jahren zu einer **Geberdrift** hin zu leicht höheren Werten. Beide Probleme wurden bei der Homogenisierung der Messreihe behoben. Dies führt dazu, dass die originalen und homogenen Messreihen von Genf erst ab dem 10.2005 identisch sind. Die Unterschiede liegen je nach Zeitraum bei 0 bis einem **halben Grad**.“

Anmerkung des Autors: Es sind allerdings doch 0,6 Grad C

Man muss hinsichtlich dessen, was denn nun eine „Geberdrift“ ist, etwas spekulieren. Vermutlich meint MeteoSwiss damit, dass das Thermoinstrument über die Zeit eine mehr oder weniger systematisch zunehmende Abweichung vom eigentlichen IST-Wert aufzeichnet. Aber wie bemerkt man eigentlich, ob eine "Geberdrift" vorhanden ist? Dazu braucht es mindestens ein paralleles Gerät, anhand dessen man die Temperaturabweichungen überhaupt erkennen kann. Hierfür gibt es einen Hinweis und eine Antwort seitens MeteoSwiss:

(\*) Füllemann, C., Begert, M., Croci-Maspoli, M., S. Brönnimann (2011): Digitalisieren und Homogenisieren von historischen Klimadaten des Swiss NBCN – Resultate aus DigiHom, Arbeitsberichte der MeteoSchweiz, 236, 48 pp

Gemäss des Arbeitsberichtes MeteoSchweiz Nr. 236 Anlage D (\*) besitzt die Station Genf *keine* Referenzstation, anhand der eine (mehr oder weniger) logische Abweichung von Werten aus der "Normalen" aufgedeckt werden könnte. MeteoSwiss sagt jedoch, dass ein paralleles Messgerät in der Station selbst vorhanden ist und so eine Redundanz gegeben sei. D.h. betreffend der Frage, worauf sich die Homogenisierung und im Fall von Genf die Korrekturen des "offset" und der "Geberdrift" stützt, antwortet MeteoSwiss wie folgt:

"... die Homogenisierung bedient sich verschiedener Techniken: Im Idealfall ist an der fraglichen Station ein redundanter Geber im Einsatz (...). In Genf war und ist dies seit 1981 der Fall. Allerdings sind auch redundante Messinstrumente nicht vor Inhomogenitäten sicher (...). Falls vorhanden werden die Ergebnisse verschiedener Quellen miteinander verglichen und so die richtige Lösung für das Problem gesucht. (...) Beim Fehlen von redundanten Messungen ... die beide Geber betreffen ... kann die Grösse der Inhomogenität nur im Vergleich mit sinnvoll gewählten Nachbarstationen bereinigt werden"  
(aus email von MeteoSwiss an den Verfasser, 20. Januar 2016).

Diese „sinnvoll gewählte Nachbarstation“ gibt es für die Station Genf-Cointrin jedoch nicht (siehe oben).

Festzustellen ist: Die Homogenisierung ist keine exakte Wissenschaft, was leider dann als zumindest problematisch angesehen werden kann, wenn man bedenkt, dass nur wenige Zehntel von Temperaturgraden bereits zu massiven Unterschieden in der Interpretation von Temperaturentwicklungen führen (siehe Genf 1998-2015 in der Abb. 2). Das ist auch dann heikel, wenn man weiss, dass die tatsächlichen Veränderungen pro 10 Jahre (!) unter 0,2 Grad C liegen. Homogenisierungen sind sicher gut gemeint ... "gut gemeint" kann aber bekanntlich auch mal das Gegenteil von hilfreich sein.

Nachfolgend mit Abb. 2 die entsprechende Grafik zu den Temperaturen in Genf-Cointrin:

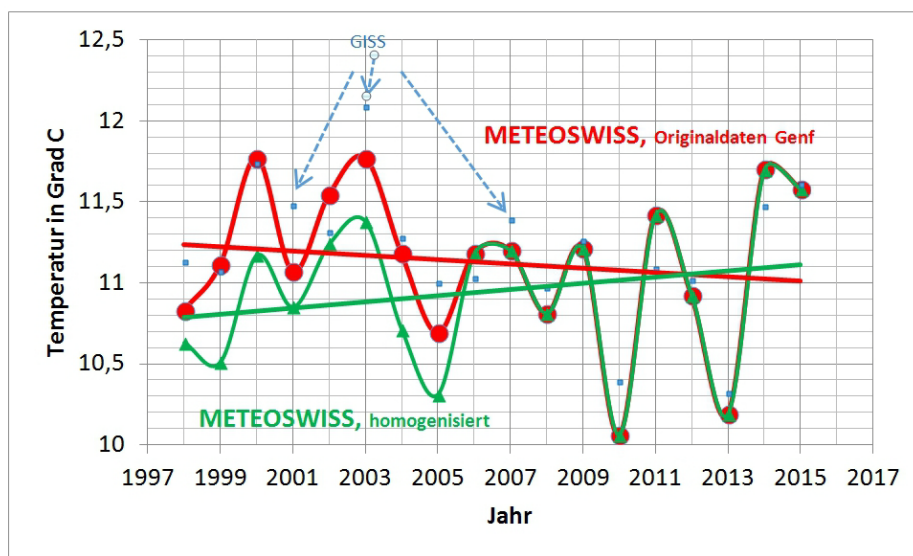


Abb. 2 : Verlauf der Temperatur an der Station Genf-Cointrin nach METEOSWISS, Original und Homogenisiert. Als Datenpunkte eingeblendet die Werte nach GISS (siehe dazu auch Abb. 3)

Eigentlich sollte man ja davon ausgehen, dass die offiziellen (homogenisierten) Werte der Schweiz *unverändert* Eingang in die Datenbanken dieser Welt finden. Das ist, wie Abb. 2 zumindest für GISS zeigt, jedoch nicht der Fall:

Wie es aussieht "homogenisiert" GISS die bereits homogenisierten Daten von MeteoSwiss nochmals? Dass daraus entstehende Paradox ist, dass bei MeteoSchweiz die Temperaturen über die Jahre ab 1998 ansteigen, während sie beim GISS leicht abfallen.

Nachfolgend mit Abb. 3 nun noch die Datengrafik nach NOAA und BERKELYEARTH, der Übersicht und Vergleichbarkeit wegen direkt gegenübergestellt zu den schon bekannten von MeteoSwiss und GISS:

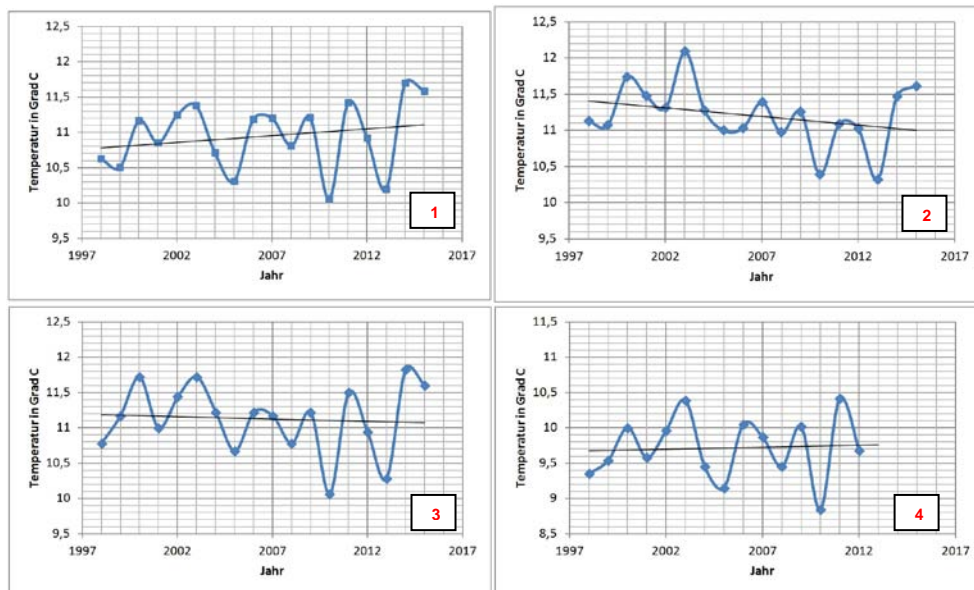


Abb. 3 : Lufttemperaturen GENF-Cointrin 1998 – 2015  
1 = MeteoSwiss , 2 = GISS , 3 = NOAA , 4 = Berkeleyearth

Alle vier Datensätze sind verschieden! Aber alle vier Grafiken stützen sich bzw. kommen von ein und demselben Messgerät aus Genf.

Wie kann es geschehen, dass vier verschiedene Institutionen vier verschiedene Datensätze in ihren offiziellen Webseiten haben ... und weitergeben? Wenn bereits bei *ein und derselben Station* innerhalb eines Zeitraumes von 18 Jahren ein Temperaturunterschied von bis zu 0,5 Grad C mit jeweils unterschiedlichen Trends auftritt, wie kann man dann von einer Veränderung der "Welt"-Temperatur von rd. 0,4 Grad C sprechen, welche sich ja aus Stationen wie u.a. der von Genf errechnet ... und von denen ausgerechnet Genf (als Sitz der WMO) der weltweit noch am präzisesten funktionierende Mess-Standort sein dürfte.

Gut, *eine* „Station“ ist ja in Wahrheit gar keine. Denn BERKELYEARTH ist virtuell. D.h., man verwendet diverse Stationen bzw. deren Datensätze und verrechnet sie zu einer Art Gebietsmittel. BERKELEYARTH schreibt selbst zu den Daten für „Genf“:

a) Temperature stations within 200 km: 82

b) This file contains an extracted local summary of land-surface temperature results produced by the Berkeley Earth averaging method for the location: 45.81 N, 5.77 E .

Dennoch ist der grundsätzliche Verlauf der "Gebietsdaten" im Bereich zwischen Lyon, Grenoble und Genf-Cointrin (berechnet durch BERKELEYEARTH für den virtuellen Punkt 45,81N / 5,77E aus 82 Stationen im Umkreis von 200km) ähnlich dem der 'richtigen' Daten von Genf-Cointrin (MeteoSwiss, homogenisiert.). Die Abweichung beträgt i.M. 1,19 Grad C, d.h. um diesen Betrag liegen die "Gebietsdaten" *niedriger* als die Daten der konkreten Station „Genf-Cointrin“.

Trend Jahres-Temperatur [°C/Dekade]  
1915-2014 sign. p<0.05

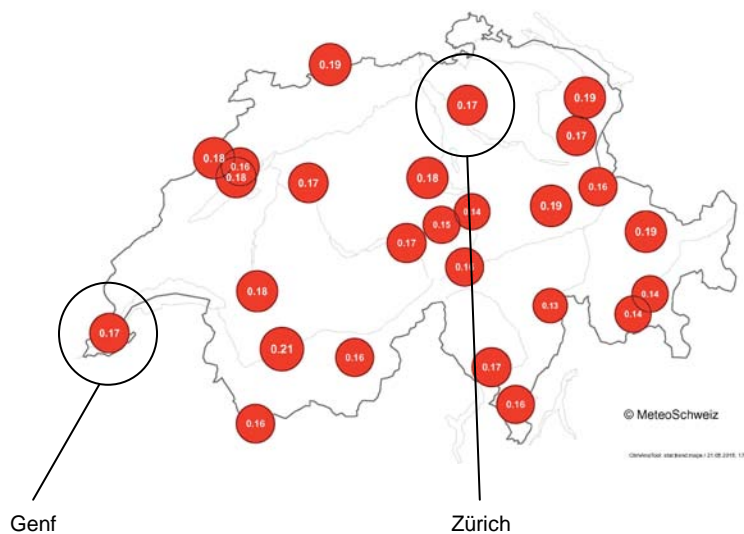


Abb. 4 : Trend der Jahrestemperaturen in der Schweiz, Dekadenwerte für den Zeitraum 1915-2014 (MeteoSchweiz)

Der Trend der Temperaturen an der Station Genf-Cointrin zeigt in den letzten 100 Jahren gemäss MeteoSwiss eine Zunahme der Temperatur von 0,17 Grad C pro 10 Jahre. Da hier natürliche Zyklen hineinfallen, sollte man diese Zahl jedoch relativierend sehen.

Der Trend der letzten Jahre (1998-2015) für Genf zeigt rd. +0,18 Grad C auf 10 Jahre (homogenisiert), -0,15 Grad C bei den Originaldaten bzw. -0,2 Grad C den GISS-Daten. Wenn man bedenkt, wie gross allein bereits die Berichtigungen ("Homogenisierung" etc.) pro *einzelner Jahre* sind, dann kommt man ob der Grösse dieser Zunahme schon in's grübeln. Denn allein 1999 und 2000 betrug die "Homogenisierung" jeweils 0,6 Grad C ... in *einem* Jahr!?

Erwähnt werden soll noch eine klitzekleine Merkwürdigkeit, die bei GISS beobachtet werden konnte: Bei Abfrage der Daten der Station Genf ergaben sich am 16.12.2015 *andere* Werte als bei einer Abfrage am 9.12.2015. In diesen 7 Tagen nahm die Temperatur der Station Genf bei GISS im Zeitraum 1998-2015 um 0,07 Grad C zu. Genauer gesagt waren es 8 der 18 Jahre, in denen die Temperatur zwischen dem 9. und dem 16.12.2015 sozusagen jeweils um 0,1 Grad C zulegte.

Das ist natürlich am Ende keineswegs eine Lappalie. Denn 0,07 Grad C Temperaturzunahme der "neuen" Tabelle gegenüber der "alten" bedeuten bei einer natürlichen Temperaturzunahme/ einem Trend von nur 0,17 Grad C in 10 Jahren nach Statistik von MeteoSwiss, dass wir schon 41% davon allein durch die "neue" Tabelle erreicht haben?!

Aber einmal abgesehen vom Sonderfall BERKELEYEARTH mit einem 'Gebietswert' ist interessant, dass die Station „Genf-Cointrin“ auch bei anderen Datenbanken nicht immer an der gleichen Stelle zu liegen scheint. So wird sie bei der NOAA zum Beispiel auf 46,25N / 6,133E verortet ... 600m entfernt von der wahren Lage der Station. Das mag man als Tippfehler bei der Koordinateneingabe durchgehen lassen, allerdings irritiert es auch wiederum.

Gut, lassen wir das mal so stehen und wenden uns wieder der Originalstation und ihrer 'wahren' Lage am Flughafen Genf zu.

Der relative Standort der meteorologischen Messstelle kann aus Sicht des Autors zu Diskussionen führen. Grund dafür ist, dass die Station am Flughafen Genf sich in einer, sagen wir mal exponierten Position befindet. Damit ist gemeint, dass die 'Wetterhütte' in nur 100m Abstand zur Rollbahn des Flughafens steht. Das allein wäre zwar noch kein wirkliches KO-Kriterium. Doch die Station wird *grundsätzlich* von zum Start rollenden Flugzeugen in einem zwar kleinen aber durchaus wirksamen Zeitfenster vom Abgasstrahl der anrollenden Maschinen direkt getroffen. Dies geschieht beim eindrehen der Maschinen von der Roll- zur Startbahn ... und das sind in dem Moment nur ziemlich genau 200m Entfernung.

Dass ein solcher Abgas- bzw. Turbinenstrahl („jetblast“ \*) nicht nur auf kurze Distanz wirkt, sondern auch in grösserem Abstand enorme, durchaus ‚klimawirksame‘ Verwirbelungen auslösen kann, zeigen beispielhaft die folgenden Videos:

<https://www.youtube.com/watch?v=lfUfBWvmzA4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=Dhff9YAj7w4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=PpNwQ9rY5uk>  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZJ9uWsvR110>

Wobei nochmals darauf hingewiesen werden soll, dass bereits **vor** dem eigentlichen Start-/Beschleunigungsvorgang eine mehr als nur ‚sichtbare‘ Wirkung des „jetblast“ auftritt!

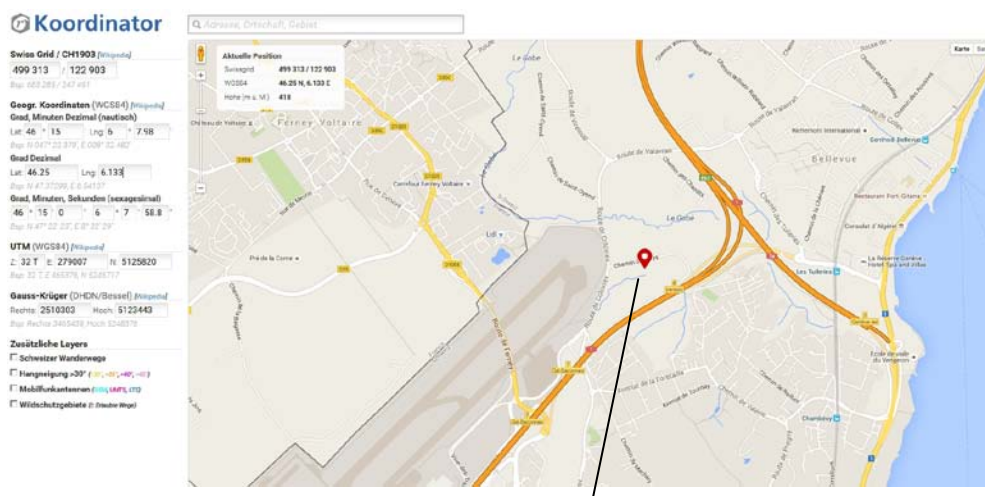


Abb. 5 : Station „Genf“ nach NOAA = rd. 600m von der wahren Lage entfernt (46,25 0N / 6,133 E)

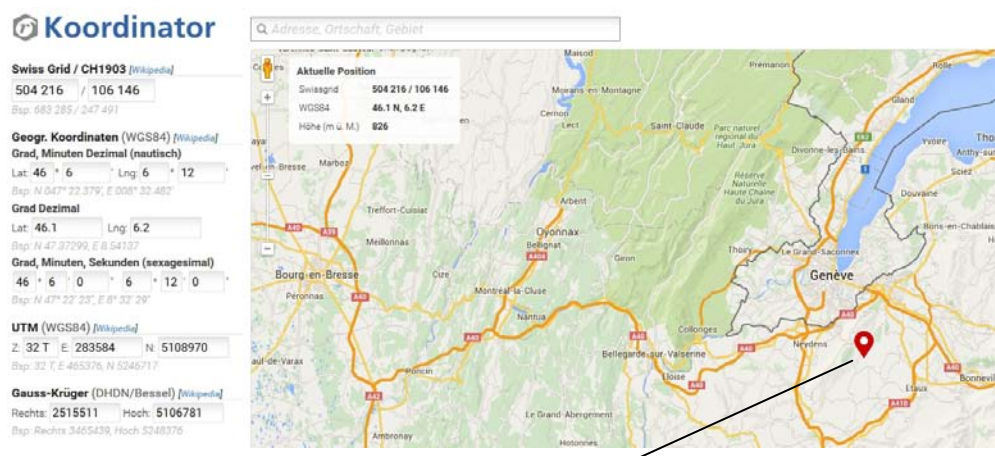


Abb. 6: Station „Genf“ nach GISS = rd. 16.000m (16km) von der wahren Lage entfernt (46,1 0N / 6,2 E)

(\*) [https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl6\\_blast.htm](https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl6_blast.htm)

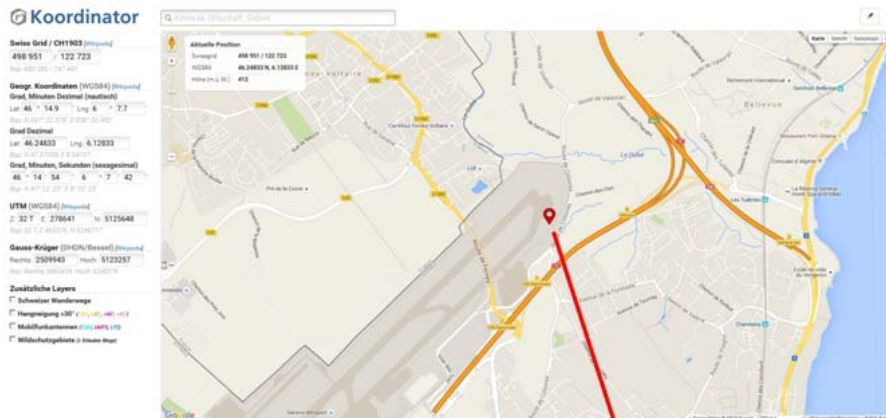
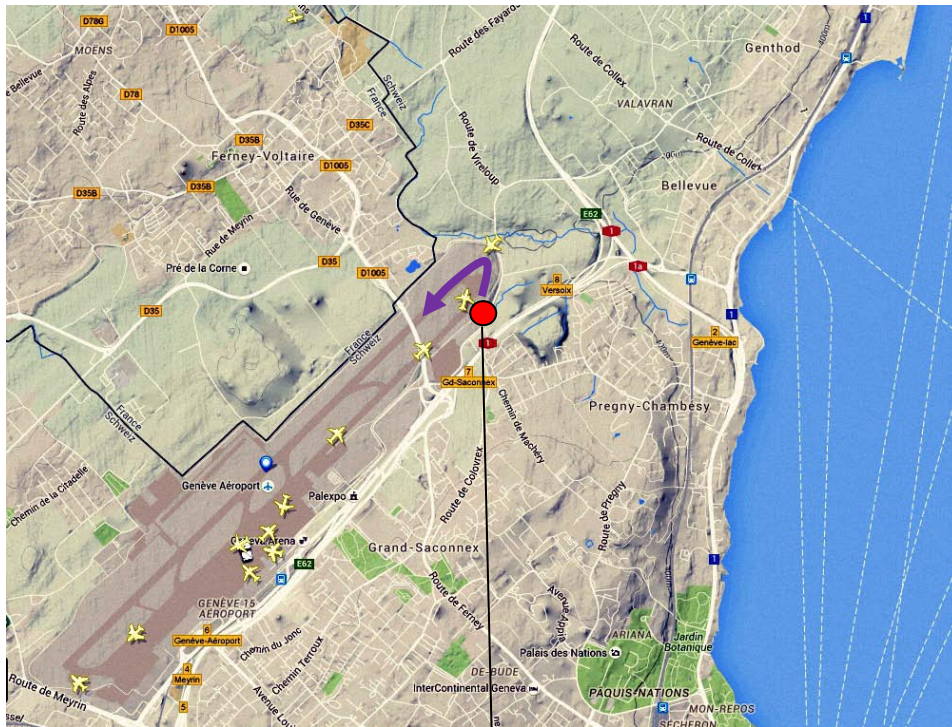


Abb. 7 : Station „Genf“ nach MeteoSwiss (46,14.9 0N / 6,7.7 E) und die relative Lage am Flughafen Genf-Cointrin

Auch in einer Distanz von 200m zeigt sich die Turbinenstrahlung eines Flugzeugs noch sehr stark und das eben nicht nur während des eigentlichen Starts sondern auch bereits im Anrollen zur Startbahn ... zumal die Beaufschlagung der Wetterhütte genau dann 'direkt' erfolgt, wenn die Piloten beim eindrehen nach einem (meist) kurzen Stopp vor der Startbahn erhöhten Schub auf die Turbinen geben (siehe Abb. 8).



Station „Genf“ nach MeteoSwiss (46,14.9 0N / 6,7.7 E)

- = Standort der meteorologischen Messtelle
- ↶ = Weg und Eindrehrichtung eines auf die Startbahn rollenden Flugzeugs

Abb. 8: Flugzeuge am Flughafen Genf-Cointrin (aus [www.flightradar24.com](http://www.flightradar24.com) ).

Es muss klar sein, dass mit dem Abgasstrahl nicht nur eine erhebliche turbulente Durchmischung der Umgebungsluft stattfindet, sondern zusätzlich auch mit einer kurzzeitigen Temperaturerhöhung durch die heissen Abgase zu rechnen ist. Ein Rechenbeispiel mag die Wirkung überschlägig (und zunächst bewusst vereinfacht) darstellen:

Genf weist im Mittel der letzten Jahre 65tsd. Starts/Jahr auf. Das sind rd. 178 Starts pro Tag oder 11 Starts pro Stunde (Flugfreie Nachtstunden bereits abgezogen). Für die Wetterhütte 'wirksam' sind die Startvorgänge in Richtung SW. Da die exakte Zahl in den offiziell zugänglichen Statistiken nicht angegeben ist, wurden entsprechend der Windverteilung überschlägig 6 Starts pro Stunde je Tag angesetzt ... vermutlich sind es eher mehr. Das bedeutet bei einer Beaufschlagung der Wetterhütte durch die Turbinenabgase der eindrehenden Flugzeuge von i.M. 30 Sekunden, dass in rd. 5% einer Stunde „jetblast“ auf der Wetterhütte steht.

Das ist nicht so wenig, wenn man bedenkt, dass hierbei definitiv eine Temperaturerhöhung (lassen wir den konkreten Wert zunächst einmal ausser acht) ausgelöst wird. Da wir im „Klimawandel“ jedoch nur in zehntel Graden rechnen, ist der Effekt ganz gewiss nicht wegzudiskutieren. Die Abgastemperatur liegt bei mehreren hundert Grad C (EGT airbus A320), die Temperatur des eigentlichen Turbinenstrahls (am Turbinenauslass) bei immerhin auch noch über 60 Grad C. Es ist sozusagen ein riesiger Fön, der da auf die umgebende Landschaft wirkt.



Anzahl

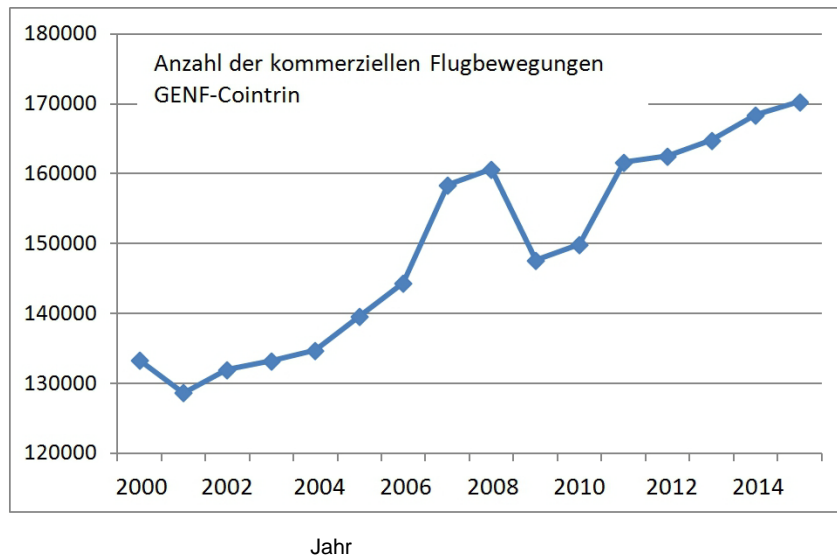


Abb. 9: Flugbewegungen am Flughafen Genf-Cointrin (nach <http://www.gva.ch/de/desktopdefault.aspx/tabid-244/> )

Bei einer Distanz von 200m zwischen Triebwerksauslass und Wetterhütte dürfte sich die Temperatur natürlich erheblich verringern ... 'verschwinden' wird die Energie allerdings nicht. Aber selbst wenn man annimmt, dass die Temperatur auf der Distanz um 99% abnimmt, sind dies während des „jetblast“ noch immer 0,6 Grad mehr als in der eigentlichen Umgebungsluft. Da wir in Wetterhütten jedoch auf Zehntelgrad messen, haben wir hier ein Problem mit der „wahren“ Lufttemperatur. Die effektive Grössenordnung des „jetblast“ auf die Mitteltemperaturen der Station ist letztlich aber nur empirisch ermittelbar.

Das Phänomen an sich dürfte über die Jahre sogar zugenommen haben. Wie die Abb. 9 zeigt, herrscht, bis auf den wirtschaftlich begründeten Einbruch der Jahre 2009 und 2010, im Gesamtzeitraum eine klare Zunahme der Flugbewegungen in Genf-Cointrin um rd. 30%.