



Wenn die graue Glocke über unseren Köpfen hängt: Hochnebel über Zürich. *bild: keystone*

# So viel Energie würde es brauchen, um die Nebeldecke aufzulösen



**Daniel Huber**

Folge mir

Wieder liegt ein grauer Deckel über grossen Teilen des Schweizer Mittellandes. Die Nebelsuppe schlägt vielen aufs Gemüt, und manch einer wünscht sich wohl, man könnte den Nebel einfach weghlasen oder sonstwie auflösen. Die Anzahl der Nebeltage hat zwar in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen, doch gefühlt hat sich die Lage nicht verbessert.

## Was ist Nebel?

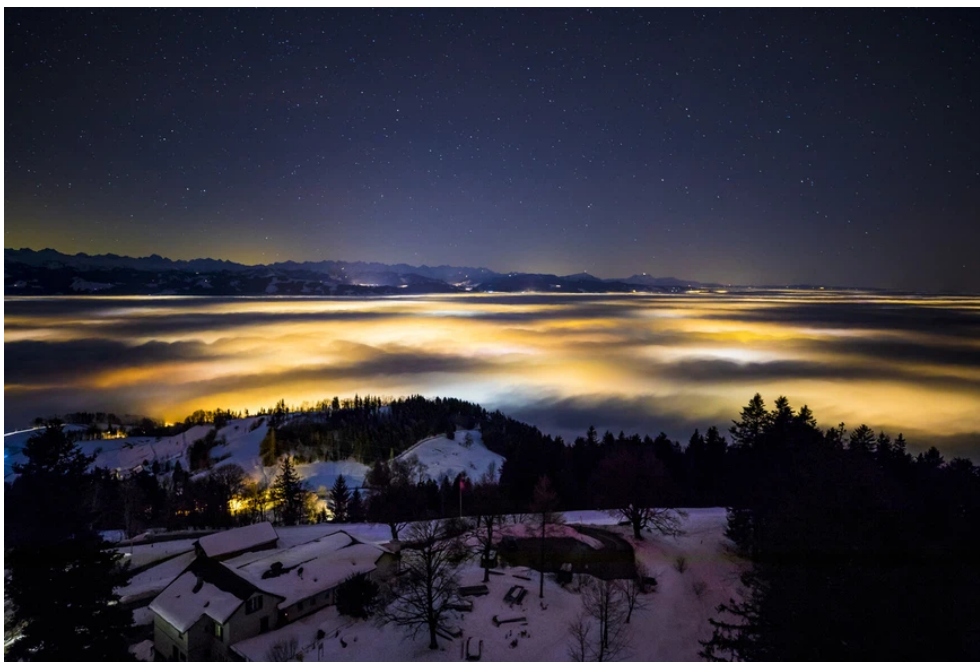
Bevor wir uns der Frage zuwenden, ob und wie man die graue Suppe loswerden könnte, sollten wir zuerst klären, was Nebel überhaupt ist. Der sichtbare Nebel besteht eigentlich aus den feinen Wassertröpfchen einer niedrig liegenden Schichtwolke; diese Tröpfchen sind mit einem kleineren Durchmesser als ein Menschenhaar zehn- bis hundertmal kleiner als Regentropfen. Da sie so klein sind, schweben sie in der Luft und fallen nur extrem langsam zu Boden.

Bei der grauen Decke über dem Mittelland handelt es sich um Hochnebel, der in aller Regel bei Inversionslagen entsteht. Kalte

Luft liegt dann wie ein See in den Geländesenken unter wärmerer Luft und kann aufgrund der windarmen Hochdrucklage nicht entweichen. Die Inversion verhindert wie eine Sperrschicht den vertikalen Luftaustausch, deshalb reichern sich in der bodennahen Kaltluft Staub und Russ an, die als Kondensationskeime für den Wasserdampf wirken.

Wenn sich die bodennahen Luftschichten in der Nacht abkühlen, bilden sich an diesen Kondensationskeimen winzige Wassertröpfchen – es entsteht Nebel. Dessen Obergrenze fällt meist mit jener des Kaltluftsees zusammen. Wenn die Sonnenstrahlung schwach ist, vermag sie den Nebel tagsüber nicht immer aufzulösen. Nebeltage treten am häufigsten im Herbst auf, wenn die Luft sich in der Nacht bei hoher Feuchtigkeit stark abkühlt.

Von Nebel spricht man eigentlich nur, wenn die Sichtweite unter einem Kilometer liegt; Nicht-Meteorologen nehmen in der Regel allerdings erst Sichtweiten unter 300 Metern als Nebel wahr. Beträgt die Sichtweite ein bis vier Kilometer, spricht man von Dunst.



Nächtlicher Blick vom Bachtel auf das Zürcher Oberland, das unter dem Hochnebel liegt. *bild: keystone*

## Kann man Nebel beseitigen?

Gegen die graue Glocke, die manchmal tagelang über unseren Köpfen hängt, gibt es leider kein Gegenmittel. Nebel kann nur in örtlich eng begrenztem Rahmen beseitigt werden, und dies nur unter hohen Kosten. Die Verfahren beruhen darauf, die Wassertröpfchen entweder wachsen zu lassen, damit sie ausregnen, oder sie durch Zufuhr von Wärme zu verdampfen.

### Mehr zum Nebel:

Nebel ohne Ende – aber wann fällt endlich der erste Schnee?



Unten grau, oben blau – das Nebelmeer teilt die Schweiz in zwei Hälften

Das sind die 10 grössten Nebellöcher der Schweiz

Im erstgenannten Fall wird der Nebel mit Chemikalien «geimpft», das heisst, es werden zusätzliche Kondensationskeime einge-

spritzt, was zu grösseren Tropfen führt. Das zweite Verfahren kam früher manchmal auf Flughäfen zur Anwendung, wenn die Pisten beheizt wurden. Dies war jedoch nur bei einer nicht allzu dicken Nebelschicht erfolgversprechend.

## Fatale Nebelbeseitigung am Flughafen:

### Der tragische Absturz von Swissair-Flug 306

Am 4. September 1963 [stürzte eine Caravelle der Swissair kurz nach dem Start in Zürich-Kloten bei Dürrenäsch ab](#). Alle 80 Insassen kamen ums Leben. [Grund für den Absturz](#) war eine Überhitzung der Radbremsen, die durch ein damals übliches Verfahren verursacht wurde, bei Nebel die Piste «freizublansen». Die Crew wendete dafür das Flugzeug an der Startposition und liess die Triebwerke bei angezogenen Bremsen für 10 bis 15 Sekunden auf hoher Leistung laufen. Der heisse Triebwerksstrahl befreite die Piste auf etwa 500 bis 800 Metern Länge vom Nebel. SR 306 führte dieses Manöver vor dem Start an mehreren Stellen der Piste durch, [wodurch die Radbremsen und Räder stark beansprucht wurden](#). Beim Start brach eine Magnesiumfelge und beim Einziehen des Fahrwerks wurden auch Hydraulikleitungen beschädigt. Die auslaufende Flüssigkeit entzündete sich an den heissen Bremsen, die Hydraulik fiel vollständig aus und die Caravelle war nicht mehr steuerbar.



Die Absturzstelle in Dürrenäsch. *bild: keystone*

Könnte man Nebel flächendeckend verdampfen lassen, würde dies erstaunlich wenig Energie erfordern. Professor Werner Eugster, Geograf und Umweltwissenschaftler an der ETH Zürich und anerkannter Nebel-Experte, hat für watson eine Überschlagsrechnung vorgenommen. Eugster hat sich dabei auf die rein hypothetische Frage beschränkt, wie viel Energie es brauchen würde, um Nebelwassertröpfchen zu verdampfen – wenn man nur jene Energie berücksichtigt, die nötig ist, um das flüssige Nebelwasser zu verdampfen.

Eugster geht bei seiner Rechnung von einem Durchschnittswert von 0,25 Gramm Nebelwasser pro Kubikmeter Luft aus – übrigens enthalte die Luft gut und gerne zehnmals soviel Wasser in Form von unsichtbarem Wasserdampf – und veranschlagt eine

ungefähre Verdunstungswärme von 2,502 Megajoule pro Kilogramm Wasser.

Bei einer Nebeldecke mit einer Mächtigkeit von 50 Metern kommt Eugster so auf einen Energiebedarf von rund 31,3 Megajoule pro Quadratkilometer. Dies entspricht etwa der Heizenergie, die in 7,4 Liter Heizöl enthalten sei. Bei einer Nebeldecke von 100 Metern Dicke wären es entsprechend 14,8 Liter Heizöl pro Quadratkilometer.

Das sei gar nicht so viel, sagt Eugster. Darum, stellt der Experte fest, dürfte auch der vermehrte Energieumsatz an der Bodenoberfläche für den Umstand verantwortlich sein, dass der Hochnebel heute an manchen Orten den Boden nicht mehr berühre, wo dies früher noch der Fall gewesen sei. Auch in unserem Rechenbeispiel wäre es nicht möglich, so Eugster, die Heizenergie vollumfänglich zur Verdunstung der Nebeltröpfchen zu verwenden. Sie würde die Lufttemperatur leicht ansteigen lassen, was die Nebelschicht etwas nach oben verdrängen würde.

Übrigens berichtet man genau dies aus bevorzugten Wohnlagen entlang des Jurasüdfusses, im Zugerland und in den Voralpen, sagt Eugster: Wo der Blick vor 50 Jahren noch über das Nebelmeer schweifen konnte, stecke man heute viel häufiger im Nebel. Ein Höhenunterschied von 50 Metern reiche dafür bereits aus.

Lass dich nicht vom Hochnebel täuschen, der Sommer kommt zurück 😊

5 schöne Ausflugsziele im Raum Zürich, wenn du dem Hochnebel entfliehen willst

Nach Frühlings-Wochenende back to the Hochnebel-Decke!



«Lägern im Hochnebel.» *video: youtube/martin mützenberg*

## 61 Gründe, weshalb es im (!) Nebel schöner ist als darüber

1 / 63

### 61 Gründe, weshalb es im (!) Nebel schöner ist als darüber

Nebelbilder erinnern an Malerei. Dabei entstehen nicht selten abstrakte, minimale oder surrelle

[Martina Bisaz](#). Das ist übrigens das erste Bild, das mit [#watson\\_gram](#) markiert wurde. Inzwischen Spass, aus diesem ständig wachsenden, faszinierendem Bilder-Fundus zu schöpfen. Danke an ... [Mehr lesen](#)

---

DANKE FÜR DIE ♥

Würdest du gerne watson und Journalismus unterstützen? [Mehr erfahren](#)

(Du wirst umgeleitet um die Zahlung abzuschliessen)

5 CHF	15 CHF	25 CHF	Anderer
-------	--------	--------	---------

Weiter zur Zahlung

 [Mit Twint unterstützen](#)

Oder unterstütze uns per [Banküberweisung](#).

## Die schönsten Schweizer Städte im Nebel

1 / 12

Die schönsten Schweizer Städte im Nebel

10. Platz: Emmen.

## Mit Nebelfängern in Peru zum sauberen Trinkwasser



## MEISTGELESEN

- 1 **Rashford, Sancho und Co. versagen im Penaltyschiessen: Italien ist Europameister!**
- 2 **Schweizer Impfexperte: «Diese Gerüchte sind schlicht und einfach falsch»**
- 3 **Der Flitzer, der SRF-Kommentator Ruefer fast in Ekstase versetzte**
- 4 **«Wie reagiere ich auf sexuelle Belästigung von Frauen?»**
- 5 **So viele TV-Zuschauer wie zuletzt bei Beerdigung von Lady Di +++ Schotten feiern Italien**



**flyme**

15.01.2020 18:58 • registriert April 2015

Irgendwie stimmt die Rechnung nicht:

$0.25\text{g/m}^3$  ergibt bei 50 m Wolkendecke  $12.5\text{g/m}^2$  oder entsprechend  $12'500\text{ kg/km}^2$ .

bei einer Verdunstungswärme von  $2.5\text{ MJ/kg}$  ergibt das gut  $30'000\text{ MJ/km}^2$

ein Liter Heizöl hat eine Energiedichte von rund  $36\text{ MJ/l}$ , ergibt gut  $800\text{ l/km}^2$

Es haben sich zwei Fehler eingeschlichen, einmal ein Faktor 1000 bei der Abschätzung des Energiebedarfs und ein Faktor 10 bei der Energiedichte von Heizöl.

Die Nachkommastellen kann man ignorieren, die Grössenordnung nicht.

P.S.: die  $30'000\text{ MJ/km}^2$  leistet die Sonne in einer halben Minute ;)



Melden



$H_{2O}(l) \rightarrow H_{2O}(g)$

$$\Delta H_f^\circ - 296 \quad -242$$

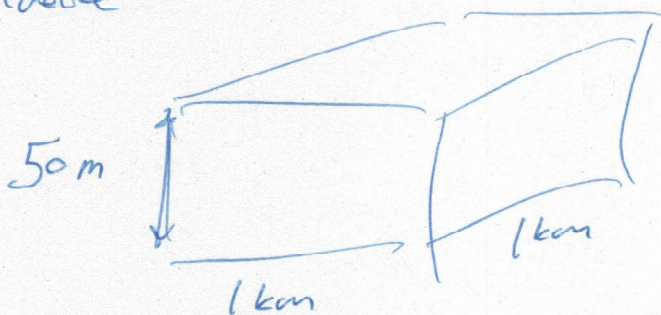
$$\Delta H_R = -242 - (-286) = +44 \text{ kJ/mol}$$

$$\approx 2444.4 \text{ kJ/kg}$$

$$\approx 2.4 \text{ MJ/kg} \quad \checkmark$$

(~ Artikel 2.5 MJ)

Nebeldecke



$$V = 50 \cdot 10^3 \cdot 10^3 = 5 \cdot 10^7 \text{ m}^3$$

$$\text{pro m}^3 \quad 0.25 \text{ g}$$

$$\Rightarrow \text{total } 1.25 \cdot 10^7 \text{ g}$$

$$= 1.25 \cdot 10^4 \text{ kg} = 12500 \text{ kg} \\ (\text{pro km}^2)$$

Heizöl Heizwert  $\sim 11.4 \text{ kWh pro Kilogramm ("google")}$

$$\sim 40 \text{ MJ/kg}$$

$\sim$  gleich pro Liter

total 12500 kg  $\hat{a}$  2.5 MJ  $\rightarrow$  31250 MJ (Artikel 31.3 MJ  
1 Liter Heizöl  $\sim$  40 MJ ?!)

$\rightarrow \sim$  780 Liter

(Artikel  $\sim$  7.4 Liter ?!)