

## Werk

**Titel:** Zum Einfluß großer Städte auf das Klima

**Autor:** Schmidt, Wilhelm

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1917

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X\\_0005|log389](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0005|log389)

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

latenter Wärme sich umsetzt und welchen ich *photochemische Ausbeute* genannt habe; der Rest wird in thermometrische Wärme verwandelt. Die photochemische Ausbeute ist für die verschiedenen photochemischen Prozesse sehr verschieden, beträgt z. B. für die Wellenlänge 0,209, bei Ammoniakzersetzung 2 %, bei photochemischer Ozonisierung 46 %, bei der Zersetzung des Bromwasserstoffes 18,5 %, und es zeigt sich hier ein bemerkenswerter Parallelismus mit der Ausbeute bei der stillen Entladung.

Nach der gegebenen Theorie tritt Wärmeentwicklung schon bei dem primären photochemischen Prozeß ein, wenn das Quantum größer ist als die Wärmetönung dieses Prozesses; die Differenz wird in Wärme verwandelt. Ferner tritt Wärmeentwicklung bei den sekundären Prozessen ein. Es ergeben sich hieraus Fingerzeige für die Auffindung von technisch verwertbaren photolytischen Vorgängen, bei welchen die Wärmeentwicklung möglichst klein sein soll. Dazu muß das Quantum größer sein, als die Wärmetönung des primären Prozesses, aber nur um soviel, als zur Spaltung des Photolyten benötigt wird; ferner müssen die Wärmetönungen der sekundären Prozesse möglichst klein sein.

#### *Notwendigkeit der Vermehrung des Beobachtungsmaterials.*

21. Wenn man das Beobachtungsmaterial überblickt, auf welchem die geschilderten Schlüsse sich aufbauen, so erscheint dieses noch sehr geringfügig. Doch dürfte schon jetzt klar gemacht sein, daß die von Herrn *Einstein* angebahnte Einführung der Quantenhypothese in die Photochemie neue und fruchtbare Gesichtspunkte ergibt und vielleicht die Grundlage für eine Theorie der Photolyse liefern wird.

### **Zum Einfluß großer Städte auf das Klima.**

*Von Dr. Wilhelm Schmidt, Wien.*

Nach drei Richtungen wirken Großstädte auffallend auf ihr Klima ein: 1. durch das Verunreinigen der Luft mit Staub, Verbrennungsrückständen aller Art, auch gasförmigen Beimengungen; daher die fast ständige Dunstschicht und Neigung zu Nebeln; 2. durch das rasche Wegschaffen des gefallen Niederschlags; der Boden ist viel trockener als über dem offenen Land, die Verdunstungsmöglichkeit herabgesetzt, der Wasserdampfgehalt der Luft geringer; 3. durch erhöhte Lufttemperatur; zum Teil hängt sie damit zusammen, daß weniger Verdunstungswärme gebunden wird, daneben ist an veränderte Strahlungsverhältnisse zu denken, schließlich wirkt aber auch die in der Stadt selbst erzeugte Wärme dahin.

Der letzte Anteil läßt sich nun beiläufig bestimmen, ein Versuch, den *H. S. Eaton* im

Jahre 1877 für London durchgeführt hat<sup>1)</sup>. Er sei mit neueren Angaben wiederholt, dabei eine brauchbarere Größe zum Vergleich herangezogen, die Sonnenstrahlung.

Von den Wärmemengen, die in einer Stadt frei werden, stammt bei weitem das meiste aus der Verbrennung. Wird auch ein Teil — er ist immer nur sehr geringfügig — in andere Energieformen übergeführt, so mündet schließlich doch fast alles wieder in Wärme aus. Der durch Dampfkraft erzeugte elektrische Strom z. B., der den Wagen einer Straßenbahn treibt, wird unmittelbar in Erwärmung der Leitung, Funkenbildung, Erwärmung des Motors, Reibung, mittelbar als Bremswärme aufgezehrt. Auch bei den elektrischen Lampen geht das meiste gleich in Wärme über; die sichtbare Strahlung, die unter Umständen weiter hinaus in die freie Luft dringt, stellt nur einen kleinen Bruchteil dar.

Die Quellen für diese Wärme sind verhältnismäßig leicht zu fassen: in der Hauptsache ist es die zugeführte Kohle. Holz und flüssige Brennstoffe kämen nur in besonderen Fällen in Betracht; wo aber Strom von einer Überlandzentrale bezogen oder eine Wasserkraft ausgenutzt wird, wäre auch deren Energiegehalt zu berücksichtigen.

Ich führe die Rechnung zunächst für Wien und das Jahr 1913 durch. Hier wurden nach Mitteilung des statistischen Amtes des Magistrats 1 400 000 t Steinkohle, 50 000 t Braunkohle, 50 000 t Koks in das Gemeindegebiet eingeführt; die Ausfuhr ist unbedeutend. Die auf den Bahnhöfen verbrauchten Mengen sind darin allerdings nicht inbegriffen, man erhält also zu niedrige Zahlen. Je 1 kg der erwähnten Brennstoffe kann je nach ihrer Herkunft der Reihe nach 6000—8000, 3500—4500, 7000—7500 kg-Kalorien liefern, jedoch nur bei vollkommener Verbrennung; gewöhnlich ist die Ausbeute geringer, wir rechnen deshalb mit 4000, 2000 und 4000 Wärmeinheiten. Das eingeführte Holz — 200 000 Raummeter — wird nur zum Teil für Heizzwecke verwendet, kommt übrigens seiner Menge nach gar nicht in Betracht; andere Brennstoffe: Benzin, Petroleum u. dergl., liefern ebenfalls nur einen verschwindenden Beitrag gegenüber den erstangeführten drei Stoffen, deren Verbrennung etwa  $5.3 \cdot 10^{12}$  Kilogrammkalorien im Jahr entwickelt.

Auf eine andere Art von Verbrennung geht die erzeugte tierische Wärme zurück. Umständlicher und wohl weniger genau durchführbar wäre es, auch in diesem Fall den Verbrennungswert der über die Gemeindegrenzen eingebrachten Nahrung zu bestimmen; es genügt die Annahme eines Mittels für die tägliche Wärmeentwicklung eines Einwohners. Sie beträgt beim ruhenden und hungernden erwachsenen Menschen etwa 2300 kg-Kal im Tag, steigt mit zunehmender Arbeitsleistung bis über 5000 Kalorien. Mit Rücksicht auf die kleine Zahl von Schwerarbeitern

<sup>1)</sup> Presidential Address Roy. Met. Soc., Quart. Journ., 3, 309 (1877).

in einer Stadt, ferner auf den geringeren Beitrag der Frauen und Kinder dürfte 2000 Kalorien im Tag der angemessenste Mittelwert sein. Die 2 130 000 Einwohner von Wien setzen also im Jahr  $1,56 \cdot 10^{12}$  Kalorien in Freiheit. Für die in Wien gehaltenen 9500 Rinder und 35 000 Pferde Nutzvieh wird man etwa je die 4- bis 5-fache Wärmemenge anzunehmen haben, wie beim Menschen. Mit einem entsprechenden Zuschlag wegen des Kleinviehs gibt das ungefähr  $0,16 \cdot 10^{12}$  kg-Kal.

Die gesamte tierische Wärme lieferte also jährlich an  $1,8 \cdot 10^{12}$  Einheiten; dies zur Verbrennungswärme hinzugezählt, wird der Hauptanteil der entwickelten Wärme rund 7 Billionen große Kalorien. Was vernachlässigt wurde, etwa Verwesung u. ä., kommt daneben kaum irgendwie in Betracht, spielt sich übrigens ähnlich auch am freien Land ab.

Unter jener Zahl kann man sich nun nicht viel vorstellen, außer etwa, daß sie sehr groß ist; man wird lieber mit einer anderen vertrauten ständigen Energiequelle vergleichen, am besten wohl der Sonnenstrahlung. Zu dem Zweck rechnen wir die auf der Flächeneinheit erzeugte Wärmeenergie aus. Das ganze Wiener Gemeindegebiet von 270 qkm darf man dem nicht zugrunde legen, denn es umfaßt auch ausgedehnte Wälder, Felder und Auen. Auf Häuser, Höfe, Gärten und Straßen entfallen davon 86,7 qkm oder  $0,867 \cdot 10^{12}$  qcm; läßt man die umfangreichen öffentlichen Anlagen außer Betracht, dann sind es nur  $0,575 \cdot 10^{12}$  qcm — die dafür geltenden Zahlen sind im folgenden immer in Klammern angeführt. Damit erhält man eine Wärmeentwicklung von 8,1 (12,2) kg-Kal auf 1 qcm im Jahr. Die unmittelbare Sonnenstrahlung (die Bewölkung berücksichtigt) liefert in Wien 52,3 kg-Kal auf 1 qcm wagrechter Fläche<sup>1)</sup>; die künstlich der Stadt zugeführte Wärme macht also fast  $\frac{1}{6}$  ( $\frac{1}{4}$ ) der unmittelbaren Sonnenstrahlung aus.

Der Anteil ist hoch; er erscheint noch größer, wenn man bedenkt, daß der Hauptteil der Strahlung aus der wärmeren Jahreszeit stammt, während der Winter wegen des niedrigen Sonnenstandes wie auch wegen der stärkeren Bewölkung dagegen sehr zurücktritt. So strahlt die Sonne im Mittel im November, Dezember, Januar, Februar folgeweise 29, 15, 23, 52 g-Kal/qcm-Tag (andere Einheiten!) zu, während die Verbrennungswärme gerade in der Zeit noch erheblich mehr als ihr Jahresmittel, d. i. 22,1 (33,3) g-Kal/qcm-Tag liefert.

Eine andere Ausdruckweise führt die Bedeutung jener Menge vielleicht noch eindringlicher vor Augen. Der Himmel muß schon sehr klar sein, damit die Sonne in den tieferen Lagen auf 1 qcm zur Strahlung winkelrecht gestellter Fläche

1,4 g-Kal in der Minute entsendet; das entspricht in Wien zu Mittag in den Zeiten der Tag- und Nachtgleiche 0,94 g-Kal auf 1 qcm wagrechter Fläche in der Minute, um Sommer- und Winter-sonnenwende 1,27 und 0,48 derselben Einheit. Die Verbrennung wirkte also soviel, wie eine zusätzliche Dauer eines völlig reinen Sonnenscheins zu Mittag von fast 24 (mehr als 35) Minuten täglich im April oder wie einer 17 (26) Minuten im Sommer oder aber 46 (69) Minuten im Winter! Natürlich könnte dieser Betrag an Sonnenstrahlung nicht etwa unser Heizen ersetzen: er hätte nur annähernd denselben Einfluß auf die allgemeine Lufttemperatur, würde aber die Wärme nicht gerade dorthin liefern, wo wir sie besonders gesammelt brauchen.

Enger verbaute Städte werden noch höhere Zahlen ergeben. Zum Vergleich führe ich hier die von Berlin an, gerechnet allerdings bloß aus den beiläufigen Angaben vom Anfang des Jahrhunderts nach dem Konversationslexikon. Als Jahresverbrauch sind (1902) 1 800 000 t Stein- und 970 000 t Braunkohle ausgewiesen; sie liefern zusammen  $9,1 \cdot 10^{12}$  kg-Kal. Dazu noch die von den 1 888 000 Einwohnern aus der Nahrung erzeugte Wärme (mit dem gleichen Zuschlag von 10 % für Nutzvieh wie für Wien) zu  $1,5 \cdot 10^{12}$  gibt  $10,6 \cdot 10^{12}$  kg-Kal/Jahr. Sie verteilen sich auf das gesamte Weichbild von 63 qkm Fläche, also kommen im Durchschnitt im Jahr auf 1 qcm 16,8 kg-Kal. Das ist etwa ein Drittel der unmittelbaren Sonnenstrahlung in Berlin, denn die Beobachtungen im günstiger gelegenen Potsdam haben dafür im Mittel 53,9 kg-Kal/qcm-Jahr ergeben. Auch da sei die mittlere tägliche Strahlungsmenge für die Monate November—Februar, d. i. der Reihe nach 32, 16, 20, 48 g-Kal/qcm-Tag, der mittleren Wärmezeugung von mehr als 46 g-Kal/qcm-Tag gegenübergestellt.

Wie erwartet, macht die künstliche Wärmezufuhr im enger verbauten Berlin mehr aus als in Wien. Noch stärkere Häufung an einem Platz müßte sich in Brennpunkten gewerblicher Betriebe finden, die besonders viel Kohle verbrauchen, wie etwa von Hüttenwerken. Hier wäre außerdem die Erzeugung das ganze Jahr gleichmäßiger als in großen Städten, wo doch das Heizen während der Wintermonate mehr Wärme in Freiheit setzt.

Die höhere Temperatur der Städte gegenüber dem freien Land geht also im Winter in unseren Gegenden vornehmlich auf die besprochene Verbrennungswärme zurück; im Sommer hingegen wird man dem geringeren Ausfall an Verdunstungswärme und vielleicht den besonderen Strahlungsverhältnissen mehr Einfluß zuschreiben müssen. Die beiden letzten Ursachen kämen für Orte unter wärmerem Himmelsstrich mit geringer Industrie ziemlich allein in Betracht.

<sup>1)</sup> Die klimatischen Angaben alle nach J. v. Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 3. Aufl.