

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

Band: 32 (1991)

Heft: 2

Artikel: Die Entwicklung des Stadtklimas : Beobachtungen im Siedlungsraum Basel

Autor: Schüepp, Walter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088664>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Entwicklung des Stadtklimas

Beobachtungen im Siedlungsraum Basel

Walter Schüepp

Zusammenfassung

Der Autor behandelt Hypothesen zur Entstehung der städtischen Wärmeinsel. Er erläutert am Beispiel von Basel die methodologischen Probleme, die der Nachweis der Kontinentalisierung des Stadtklimas aufwirft. Er diskutiert die Auswirkungen der spezifisch stadträumlichen Thermik auf Niederschlag und Windsysteme; gerade die Kenntnis der Luftbewegungen erweist sich mit Blick auf die Luftreinhalte-Massnahmen als besonders bedeutend.

L'évolution du climat urbain: observations dans l'agglomération bâloise

Résumé

L'auteur développe des hypothèses sur l'origine de l'îlot thermique urbain. Partant du cas bâlois, il aborde les problèmes méthodologiques soulevés par la continentalisation confirmée du climat urbain. Il examine les répercussions de la thermique spécifique de l'espace urbain sur les précipitations et le régime des vents; or, la connaissance des mouvements atmosphériques qui s'avère particulièrement utile pour les mesures d'asainissement de l'air.

The Development of the Urban Climate: Observations in the Urban Area of Basle

Abstract

The author presents hypotheses about the formation of the urban thermal island. He shows, using Basle as an example, the difficulty at proving the appearance of continental climatic patterns in an urban environment. He discusses the effects of the urban climate on precipitation and air currents. Knowledge of wind systems turns out to be especially important for the implementation of clean air legislation.

Adresse des Autors: PD Dr. Walter Schüepp, Kantonsmeteorologe emer., Bruderholzstrasse 49,
CH-4153 Reinach BL

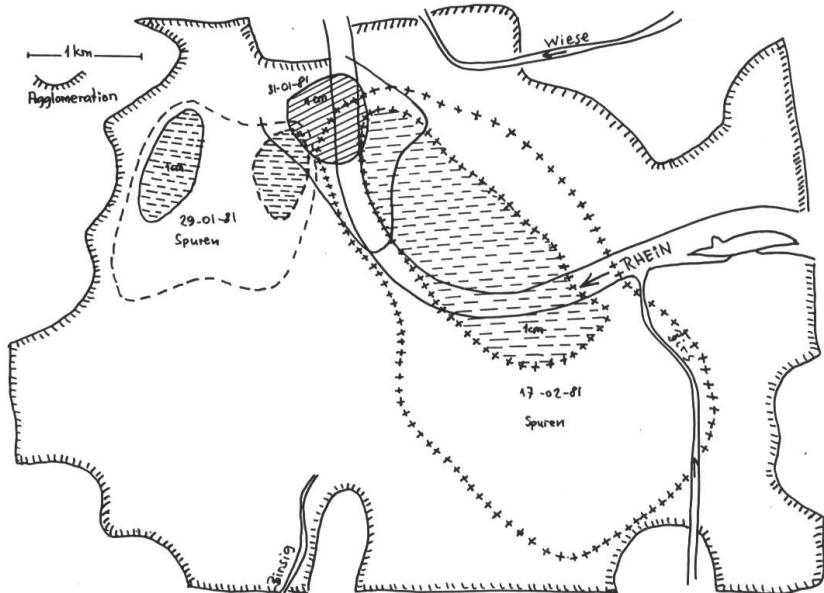
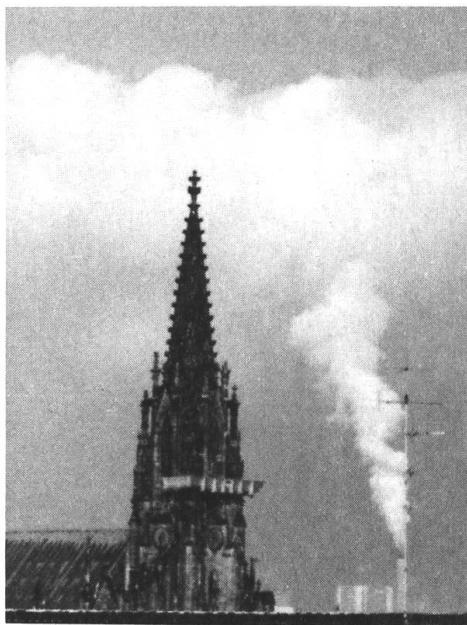


Abb. 1a (links) Dampffahnen aus mehreren Industriehochkaminen verbinden sich zu einer Wolke (8.12.1980). Abb. 1b (rechts) Drei Fälle von "Industrieschneefall" in der Agglomeration Basel 29.01.1981 ---; 31.01.1981 - - -; 17.01.1981 + + +.

Zur Entstehung des Wärmespeichers "Stadtraum"

Wie Landsberg (1981) in seiner grundlegenden Publikation über das Stadtklima dargestellt hat, beginnt dieses schon bei einem kleinen Komplex in freiem Gelände wirksam zu werden. Wenn auch von Basel Messdaten erst ab 1755 vorliegen, hat die Entwicklung doch sehr viel früher eingesetzt. Als erste Vorstufe können die Rodungen im eher trockenen Wald auf den Sundgauer Hügeln und in den Auenwäldern in den ausgedehnten Flussniederungen bezeichnet werden. Besonders über offenem Ackerland entstand ein kontinentaleres Klima mit tieferen nächtlichen Minima und höheren täglichen Maxima der Temperatur. Im kleinen Stadtkern waren es die Dächer und Hauswände, die tagsüber Wärme speicherten und das Niederschlagswasser ableiteten. Auch die gepflasterten Straßen und Plätze speicherten Wärme vom Tag auf die Nacht; aber im Gegensatz zu den heutigen versiegelten Straßen konnte bei mässigen Platzregen ein grosser Teil des Wassers zwischen den Steinen in den Boden versickern. Das dicht überbaute Gebiet war zudem klein, und ausserhalb der Stadtmauern begannen Gärten und Ackerland. So konnte sich wohl schon ein thermischer Effekt bilden, einerseits durch Wärmespeicherung im thermisch relativ gut leitenden Gemäuer und anderseits wegen der nur auf wenig über die Niederschlagszeit hinaus beschränkten Verdunstung "harter" Oberflächen.

Im wesentlichen dürften diese Verhältnisse auch noch auf den Beginn der ersten erhaltenen Temperaturnessungen in Basel zutreffen. Rund um die Kernstadt, wo Gross- und Kleinbasel durch den 200 m breiten Rheinstrom auch punkto Wärmeeffekt getrennt sind, reihen sich kleine Dörfer. Sicher beträgt der Stadteffekt am Aufstellungsort der ersten Station, Heuberg 270 mNN, noch weniger als 0,5° im Jahresmittel. Bis zur Verlegung der Station an die zweite Messstelle, Bernoullianum 268 mNN, das auf einem ehemaligen Bollwerk der Stadtmauer errichtet wurde, sind ausserhalb der ehemaligen Mauer erst wenige Häuser erstellt worden. Grünstreifen und Strasse an der Stelle der

Tab. 1a Vergleich der Temperaturdifferenzen zwischen Basel (317 m) und Höhen-schwend (1005 m), °C

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Winter	Basel	
1871-1930	2.40	3.84	3.76	2.80	3.20	unkorr.	korrigiert
1931-1989	2.84	4.12	3.96	2.94	3.47		
Erhöhung	0.44	0.28	0.20	0.14	0.27		
verteilt auf die 6 Dezennien							
1931-40	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	9.16	9.06
1941-50	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	9.76	9.66
1951-60	0.4	0.3	0.2	0.1	0.2	9.43	9.23
1961-70	0.5	0.3	0.3	0.2	0.3	9.50	9.20
1971-80	0.7	0.4	0.3	0.2	0.4	9.65	9.25
1981-89	0.8	0.5	0.4	0.3	0.5	9.97	9.47

Tab. 1b Säkulare Temperaturreihe (korrigiert für wachsenden Stadteffekt), °C

1755-1780	-1810	-1840	-1870	-1900	-1930	-1960	-1990
8.76	8.87	8.64	8.72	8.69	9.02	9.32	9.33

Stadtmauer hoben sich klimatisch wenig vom aussen liegenden Garten- und Ackerland ab. Bis 1930 wurden immer mehr Häuser ausserhalb des alten Stadtareals erstellt, meist aber von ausgedehnten Gärten umgeben. Immerhin konnte im Zeitraum 1929 bis 1939, als das neue Observatorium auf dem Nordrand des Bruderholzhügels 316 m parallel zur alten Station am Bernoullianum betrieben wurde, eine Differenz von 0,8° festgestellt werden. Etwa 0,3° dieser Differenz dürften auf die höhere Lage des Observatoriums zurückzuführen sein; 0,5° sind dem grösseren Stadteffekt am Bernoullianum zuzuschreiben. Obwohl zwischen dem Observatorium und der Stadt ein schmaler Waldstreifen, der Margarethenpark, liegt, wird bei Winden aus den Sektoren NW bis E Luft ans Observatorium getragen, welche die Stadt überquert hat. So wurde dann auch in den Jahren 1932 bis 1940 an einer Aussenstation, in Reinach 315 m, damals noch rings von Wiesen und Äckern umgeben, eine um 0,4° tiefere Temperatur als am Observatorium gemessen (*Schüepp 1975*).

Zwischen 1940 und 1970 hat in und um Basel nicht nur die Bevölkerung rasch zugenommen, sondern es erhöhte sich auch der Bedarf an Wohnfläche pro Kopf; die Verkehrsfläche pro Kopf stieg mit dem Aufschwung des Privatverkehrs noch viel stärker und auch die industriell genutzte Fläche nahm beträchtlich zu. Während früher der Wärmebedarf vor allem in der Küche und durch den in die Stube reichenden Kachelofen gedeckt wurde, war es mit Einführung der Zentralheizung möglich, alle Räume reichlich zu heizen; die Fahrzeuge benötigten ebenfalls immer mehr Energie und der industrielle Wärmebedarf wuchs rasch an. Damit gewann ein dritter Faktor Gewicht für das Stadtklima: die Heiz-, Verkehrs- und Prozesswärme. Bald musste die Bevölkerung feststellen, dass diese Wärme produzierenden Tätigkeiten auch Nebenwirkungen hatten, die wir heute unter den Begriffen Abluft, Abwasser und Abfall zusammenfassen. Es wurden deshalb seit 1957 Messungen durchgeführt, die die Belastung der Stadt und ihrer Umgebung mit solchen Stoffen erfassten. 1972 konnte mit einer fahrbaren

Messstation auf dem Barfüsserplatz (258 mNN) festgestellt werden, dass es beinahe unabhängig von Wetterlage und Tageszeit 1,6° wärmer war als am Observatorium (Schüepp 1972).

Nachgewiesene Temperaturdifferenzierung

1985 wurden meteorologische Messungen mit englischen Wetterhütten nicht nur am Observatorium und auf dem Flughafen, sondern auch nahe dem alten Standort am Bernoullianum und in einem Schrebergarten am Westrand der Stadt durchgeführt (Moser 1986). Obwohl der Flughafen (266 mNN) 50 m tiefer liegt als das Observatorium (316 mNN), und deshalb ca. 0,3° wärmer sein sollte, wird dort eine 0,06° tiefere Jahresmitteltemperatur gemessen. Der Stadteffekt ist somit mindestens um diesen Betrag grösser am Observatorium als am Flughafen. Zwischen Observatorium und Bernoullianum ergibt sich mit 0,64° etwa die gleiche Differenz wie die 1929 bis 1939 gemessene. Im Schrebergarten Basel West (278 mNN) war es 0,3° wärmer als am Observatorium und Flughafen. Ein Versuch, den Absolutwert des Stadteffektes zu ermitteln, ging davon aus, dass je nach Windrichtung die Temperatur am Observatorium resp. Flughafen mehr von der Stadt beeinflusst wird. 1964 und 1985 wurden täglich neunmal die Temperaturdifferenzen ermittelt und nach Windrichtung sortiert. Es zeigte sich, dass bei Windrichtungen aus dem Sektor SE bis SW die Temperatur in diesen 21 Jahren am Observatorium um 0,3° mehr angestiegen ist als am Flughafen. Bei Windrichtungen aus dem Sektor W liegt der Unterschied unter 0,1°, aber bei Windrichtungen aus dem Sektor WNW bis NE ist die Temperatur am Flughafen um 0,3° mehr angestiegen als am Observatorium. Bei Winden aus dem Sektor ENE bis ESE, die zu beiden Stationen über das Kerngebiet der Stadt strömten, stieg die Temperatur am Flughafen um 0,2° stärker an als am Observatorium.

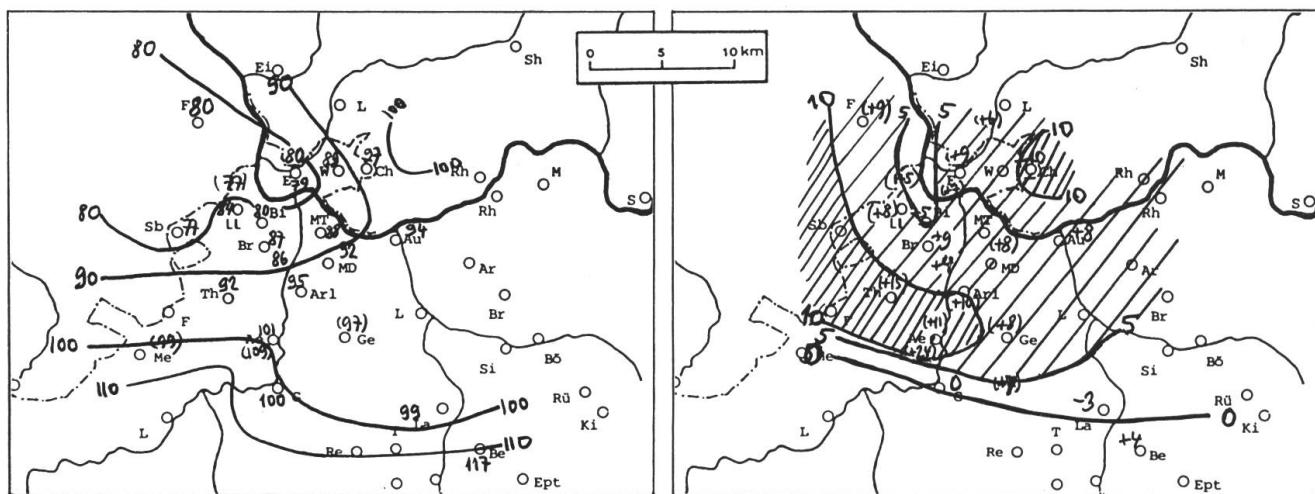


Abb. 2a (links) Winterniederschläge (XII, I, II) 1961-88 in % des Betrages bei Grellingen (G, 189 mm pro Winter). Abb. 2b (rechts) Veränderungen der Niederschlagsmenge zwischen 1901-30 auf 1961-88 Winter (XII, I, II) in % des Wertes von Grellingen.



Abb. 3 Wolkenbildung ausgehend vom Hochkamin der Kehrichtverbrennungsanstalt am 13.12.1977.

Die Tatsache, dass die Teilstadien in sich einheitlich waren, lässt vermuten, dass diese Differenzen überzufällig sind. Da heute die Agglomeration den ganzen Siedlungsbe- reich mit ca. 800'000 Einwohnern umfasst, wird es sehr schwierig sein, noch einen von diesem unbeeinflussten Standort auf gleicher Meereshöhe zu finden. Rudloff (1991) hat in Höhenschwand (1005 mNN) eine Station gefunden, wo seit 1868 die Temperatur am gleichen Standort gemessen wird und eine Zunahme des Stadteffektes durch Überbauung mit Sicherheit sehr klein ist. Vergleicht man diese beiden Temperaturreihen, erkennt man, dass sie von 1870 bis 1930 mit einer höhenbedingten Differenz von 3,2° parallel laufen. Diese Differenz erhöht sich im letzten Dezennium auf 3,68°. Man darf also annehmen, dass am Observatorium der Stadteffekt von 1930 auf 1989 um ca. 0,5° zugenommen hat – eine mit dem Ergebnis des Windrichtungsvergleichs zumindest gut verträgliche Interpretation. Daraus liesse sich für den säkularen Trend im Oberrheinge- biet (Tab. 1) auf eine praktisch unveränderte Temperatur von 1755 bis 1900, einen

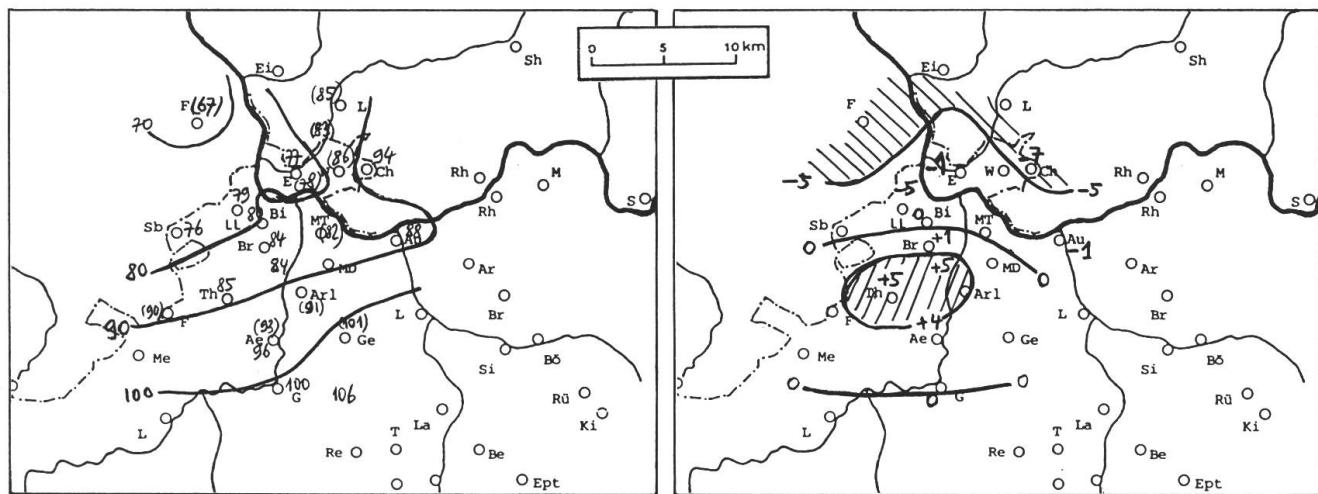


Abb. 2c (links) Frühsommer-Niederschlagsmenge (V, VI, VII) 1901-88 in % der Menge in Grellingen (G, 322 mm pro Frühsommer). Abb. 2d (rechts) Veränderung der Niederschlags- menge von 1901-30 auf 1961-88 im Frühsommer (V, VI, VII) in % des Betrages von Grellingen (G).

Temperaturanstieg um $0,6^{\circ}$ zwischen 1901 und 1960 und erneut nahezu stabile Temperatur zwischen 1961 und 1990 schliessen. Demgegenüber beträgt der Stadteffekt zwischen Freiland und Zentrum der Agglomeration $0,4 + 0,5 + 1,6 = 2,5^{\circ}$; er beträgt also das Vierfache des säkularen Trends. Alle kältesten Dezennienmittel fallen auf die Zeit vor 1900, alle wärmsten auf die Zeit nach 1940. Ausführlich wird das aktuelle Stadtklima von Basel von *Liechti* (1990a/b) beschrieben, der auf die thermische Dynamik von Grünflächen, Tälchen und Hindernissen einerseits und von geschlossenen Baukomplexen anderseits hinweist.

Auswirkungen der stadträumlichen Thermik

Da durch die Stadteffekte – Wärmespeicherung, geringere Verdunstung und Wärmeproduktion – das Stadtgebiet sich stärker erwärmt als das Umland, muss sich dort eine besondere Thermik entwickeln. Zwar hat *Hertig* (1980) gezeigt, dass die hohe Reibung infolge Überbauung die Entwicklung einer Zirkulation mit Konvergenzzentrum über der Stadt beträchtlich erschwert; dennoch lassen sich Thermikeffekte nachweisen. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit kommt es zu sichtbarer Wolkenbildung, wie mittels einjähriger Filmaufnahmen (alle 10 Sekunden ein Bild) 1976 festgehalten werden konnte (*Moser* 1980, unpublizierter Dokumentarfilm). Dampfschwaden aus mehreren Industriekaminen können sich, wie Abb. 1a zeigt, zu einer Wolkenmasse vereinen. Bei Temperaturen unter -1° kommt es je nach Windrichtung im Lee von Industriekaminen zu ganz feinem Nadelschneefall (Abb. 1b); die Schmelzwassermenge solchen “Industrieschnees” ist sehr gering und ohne Bedeutung für die jährliche Niederschlagsmenge.

Ob durch das Wachstum der Agglomeration die Niederschlagsmenge im Umkreis beeinflusst worden ist, lässt sich nur statistisch ermitteln, wenn genügend viele Messstationen über viele Jahre ohne Standortwechsel betrieben wurden. Tatsächlich konnten einige solche Stationen gefunden werden: Die drei im Jura gelegenen Stationen Grelchingen (330 mNN), Lampenberg (540 mNN) und Bennwil (520 mNN) wurden als Bezugsstationen gewählt. Es zeigte sich für das dichte Beobachtungsnetz 1961-1988, dass die Niederschlagsmenge sehr deutlich mit der Topographie korreliert und im Winter (Dez. bis Feb.) selbst die Verlängerung der Sundgauerhügel bis zum Münster gegenüber der Niederung des Kleinbasels eine erhöhte Niederschlagsmenge verzeichnet – die man leicht versucht wäre, als Stadteffekt Grossbasels zu deuten. Ein Vergleich der Perioden 1901-30 mit 1961-88 (Abb. 2a/b) ergibt für das ganze Gebiet nördlich der Juraketten eine Zunahme der Niederschlagsmenge, die südlich und östlich der Stadt am höchsten ausfällt. Diese kann als Stadteffekt bei Anströmung aus Sektor W bis N gedeutet werden. Allerdings hat auch an den drei Bezugsstationen die Niederschlagsmenge um 5% gegenüber der ersten Periode zugenommen. Weniger deutlich zeigt sich der Effekt in den Frühsommermonaten Mai bis Juli (Abb. 2c/d). Zwischen 1901-1930, 1931-1960 und 1961-1988 kann bei den Jurastationen eine leichte Zunahme von 3% nachgewiesen werden, während einige benachbarte Stationen südlich der Stadt eine weitere Zunahme um ca. 5%, und Stationen am Nordrand und östlich der Stadt eine Abnahme der Niederschlagsmenge um gegen 5% aufweisen. Meteorologisch kann man diese Erscheinung als Verstärkung des Staueffektes bei Rückseitenwetter deuten. Da bei dieser Wetterlage die Luftsichtung schon neutral bis labil ist, kann sich eine zusätzliche Thermik besonders leicht auswirken.

Beobachtungen mit Wolkenfilm

So eindrücklich die Wolkenfilme Stadtwolkenbildungen demonstrieren (Abb. 3), ist es doch nicht möglich, eine Einwirkung auf die Sonnenscheindauer nachzuweisen. Dies hat seinen Grund vor allem darin, dass das Observatorium südlich der Kernstadt liegt und selbst Wolken, die von Norden her das Zenith überschreiten, die Bestrahlung des Heliographen nicht verhindern. Ein Aufstellungsort im Norden der Stadt hätte wohl etwas andere Ergebnisse gezeigt, wie die parallele Reihe von Freiburg i.Br. andeutet (Tab. 2).

Wie schon erwähnt, übt die Stadt eine erhebliche Bodenreibung auf Luftströmungen aus. Diese kann durch vertikale Turbulenz, wie sie die Thermik grosser Wärmeemittenten (Kamine) erzeugt, in grössere Höhen übertragen werden. So erkennt man im Wolkenfilm, dass über die Stadt wegziehende Sc-Wolken sich über Grossemittenten verstärken; die durchstossenden Quellungen bewegen sich langsamer als die übrigen Wolkenteile, so dass sich die Wolken "rückwärts überstürzen". In den Jahren 1964-1974 wurden Windregistrierungen an mehreren Orten durchgeführt (Schüepp 1976): in freiem Gelände (Flughafen 280 mNN, Muttenz 315 mNN ca. 20 m über Grund), in der Stadt (Brandwache 295 mNN, ca. 25 m über Grund). Die Ergebnisse lassen erkennen, wie die Windgeschwindigkeit durch die Stadt gebremst wird. An den zwei Höhenstationen St.Chrischona (510 mNN) und Gempenplateau (715 mNN), in 200 m resp. 400 m über dem Stadt niveau, lässt sich auch die Vertikalstruktur des Windfeldes erfassen (Tab. 3). Bei östlichen Winden, welche bei ruhigen Wetterlagen vorherrschen und die durch Ausstrahlung erzeugt werden, nimmt die Windgeschwindigkeit mit der Höhe ab und oft ändert sich auch die Richtung. Da eine solche Strömung wenig kinetische Energie hat, ist die Bremswirkung der Agglomeration besonders stark und die Strömung erholt sich im Lee der Stadt kaum, wie die Registrierungen vom Flughafen zeigen.

Endgültig getrübte Fernsicht?

Anders ist dies bei westlichen Winden, wo die Geschwindigkeit mit der Höhe etwas zunimmt. Im Wohnbereich ist die Windgeschwindigkeit allgemein wesentlich geringer (Moser 1974), wobei die Führung von Strassenzügen, die Anlage von Plätzen und Baumalleen eine grosse Rolle spielt. Es können "tote Winkel" entstehen, wo sich Schadstoffe anreichern und tagelang "hängen bleiben"; nach dem Brand einer Plastikfabrik 10 km windaufwärts konnte man bei der St. Albankirche noch nach drei Tagen Brandgeruch feststellen. Damit sind wir beim Problem der Be- und Entlüftung im Stadtgebiet resp. in der Agglomeration. Alle Stoffe, die in die Luft abgegeben werden, werden einerseits durch die Strömung weggetragen und infolge Turbulenz auch

Tab. 2 Säkularer Trend der Sonnenscheindauer in Basel, Stunden/Jahr

1889-98	-1908	-1918	-1928	-1938	-1948	-1958	-1968	-1978	-1988
Basel 1740	1602	1680	1656	1660	1666	1700	1667	1670	1662
Freiburg	—	—	—	(1828)	1839	1812	1789	1732	1661
Basel% 100	92	97	95	95	96	98	96	96	96
Freiburg% von Basel	—	—	—	(110)	110	107	107	104	100

räumlich verdünnt; anderseits können sie ausfallen, an Oberflächen absorbiert werden und schliesslich auch mit anderen Stoffen reagieren. Die einzige klimatische Beobachtungsgrösse aus diesem Bereich ist die optische Sichtweite. Der Waldstreifen zwischen Observatorium und Stadtgebiet hat verhindert, dass langjährige Beobachtungsreihen der Sichtweite über dem Stadtgebiet aufgezeichnet wurden.

Luftchemische Messungen wurden in Basel erst 1957 vom Kantonschemiker Müller (1959) eingeführt. Leider haben sich die Messmethoden seither gewandelt, so dass z.B. Staubmessungen von damals nicht mit neueren verglichen werden können. Einzig die SO₂-Daten sind einigermassen vergleichbar, da 1972 von drei Stationen Parallelmessungen nach dem Liesegangverfahren und den neuen Luftanalysen nach Picoflux und Woesthoff vorliegen. Vergleichen wir die Jahre 1958, 1972 und 1989 (Abb. 4a-c), so sehen wir, dass zwischen 1958 und 1972 nur kleine Unterschiede gemessen wurden, obwohl der Gesamtenergieverbrauch in diesem Zeitraum erheblich zugenommen hat. Es scheint, dass die Massnahmen der Industrie, von Schweröl auf Erdgas umzusteigen, und die Einführung schwefelärmeren Heizöls extraleicht für die Privatheizungen die Verbrauchs zunahme kompensieren konnten. Seither sind diese Sanierungsmassnahmen konsequent weitergeführt worden, so dass die neueste Karte von 1989 nur noch 20 bis 30% der Belastung von 1972 zeigt, obwohl der Energieverbrauch weiter zunimmt.

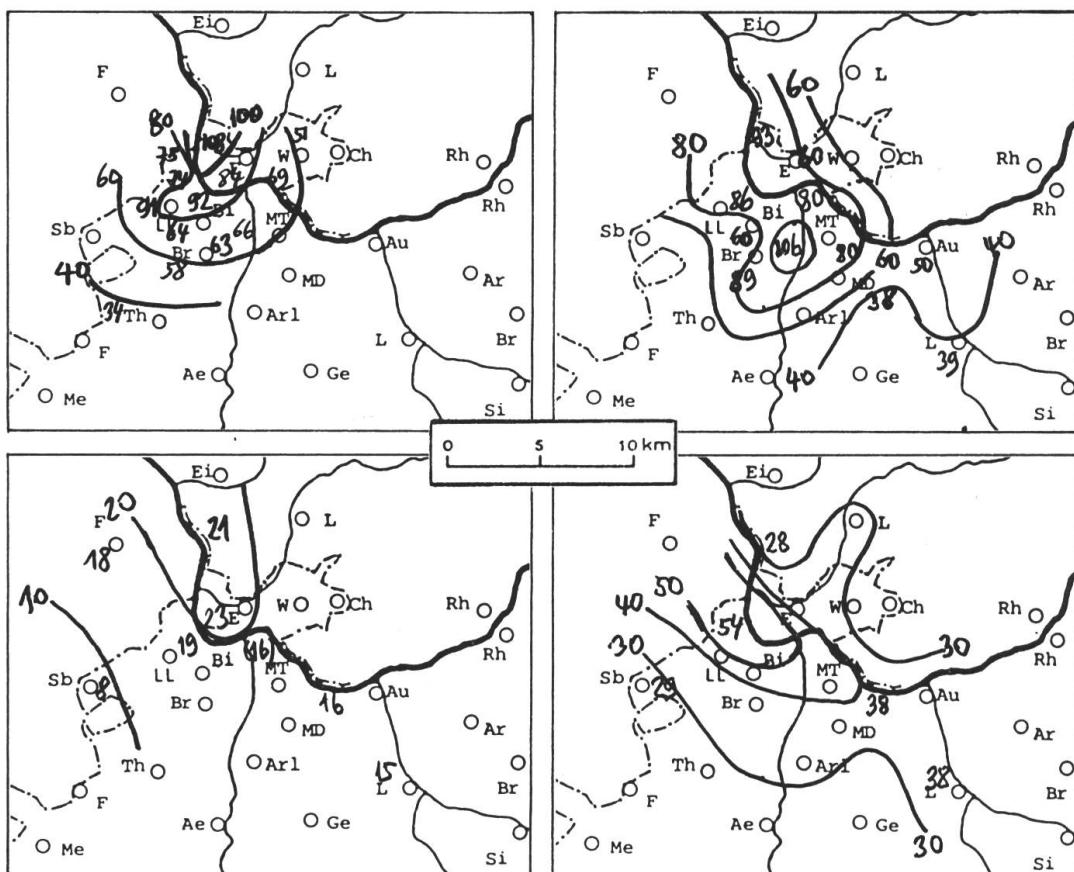


Abb. 4a (links oben) Jahresmittel des SO₂-Gehaltes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aus Liesegang $\times 0,01$ 1957-59 abgeleitet. Abb. 4b (rechts oben) Jahresmittel 1972 des SO₂-Gehaltes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (vorwiegend aus Liesegang $\times 0,01$ abgeleitet). Abb. 4c (links unten) Jahresmittel 1989 des SO₂-Gehaltes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Abb. 4 d (rechts unten) Jahresmittel des NO₂-Gehaltes in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tab. 3 Stadteffekt auf das lokale Windfeld

Ort	Höhe	Westwinde	Ostwinde	alle Winde
Muttenz	315 m	3,7 m / s 100%	3,6 m / s 100%	100%
Brandwache	295 m	2,6 70	2,2 61	66
Flughafen	280 m	4,9 132	2,4 67	100
Vertikalprofil				
Muttenz	315 m	3,7 m / s 100%	3,6 m / s 100%	100%
St. Chrischona	510 m	4,4 119	3,3 92	106
Gempenplateau	715 m	4,4 119	2,9 80	100

Die übrigen Schadstoffe NO₂ (Abb. 4d) und O₃ werden erst seit 1981 dauernd überwacht (*Moser* 1989). In dieser Zeit hat sich ihre Menge wenig geändert, obwohl der Energieverbrauch im Sektor Verkehr immer noch stark anwächst. Diese Schadstoffwerte liegen an den meisten Messpunkten über den Richtwerten. Die am wenigsten verbauten Gebiete wie Schönenbuch (350 mNN) im W und Humbel (921mNN) im SE zeigen bei NO₂ die geringsten Belastungen. Da sich Ozon (O₃) sekundär aus NO₂ und Kohle-Wasserstoffen unter dem Einfluss ultravioletter Sonnenstrahlung bildet und von Staub und Russ rasch vernichtet wird, fallen im Stadtzentrum die O₃-Werte nachts fast immer auf Null; die höchsten Werte werden erst bei den stadtfernsten Stationen gemessen. Man müsste sich offensichtlich noch weiter von der Agglomeration entfernen, um echte Freilandwerte zu erhalten.

Müssen wir ein sich stetig veränderndes Stadtklima einfach hinnehmen? Die SO₂-Entwicklung zwischen 1958 und 1989 gibt uns eine erste Antwort: Nein! Die Effekte der Stadt auf das Klima sind nicht unausweichlich; aber es braucht gezielte umfangreiche Massnahmen, um die Klimaänderungen in Schranken zu halten; auf diese geht der Beitrag von *Moser* in diesem Heft ein. Positive luftverbessernde Massnahmen liegen bei der Begrünung von Anlagen, Wänden und Dächern: Diese absorbieren Staub, dämpfen den Schall und verbreiten zeitweise angenehme Düfte (*Kleeberg* 1985). Solche Massnahmen verringern zudem den Oberflächenabfluss in die Kanalisation, dämpfen die Temperaturspitzen, erhöhen die relative Luftfeuchtigkeit und reduzieren damit die Thermik der Stadt. Für ausreichende Belüftung ist die Führung der Strassenzüge, die Bauhöhe und -tiefe der Neubauten so in die Stadt zu integrieren, dass bei schwachen Winden eine konzentrische Belüftung begünstigt wird. Starke Gradientwinde werden sich immer durchsetzen. Zwischen 1939 und 1988 folgt der Grundwasserspiegel unter der zunehmend dichter überbauten Stadt mit einem Jahr Verspätung der Niederschlagsmenge am Observatorium, aber bis 1978 mit einem absinkenden Trend. Seit die Grundwassernutzung für Kühlzwecke bei der Industrie zurückging, hat er sich auf einem tiefen Niveau nahezu stabilisiert. Die Trinkwasserversorgung des ganzen Agglomerationsgebietes muss infolgedessen auf Flusswasser, das in Auenwäldern versickert wird, umgestellt werden.

Literatur

- Bäumler J., Müller Th. 1959. Stadluftuntersuchung in Basel 1957-59, *Zeitschrift für Präventivmedizin*.
- CLIMOD 1978. 2. *Zwischenbericht über das Projekt CLIMOD*. Eidg.Kommission Meteorologie des schweizerischen Gebietes Hochrhein/Oberrhein.
- Hertig J.A. 1980. *Simulation aérologique de situations météorologiques*. CIMA 80 Aix-les-bains. Rapp. IENER 507.104 1979 Lausanne.
- Kleeberg J. 1985. *Häuser begrünen; grüne Wände und Fassaden*. Ulmer Taschenbuch 18, Stuttgart.
- Landsberg H.E. 1981. *The urban climate*. Int.Geophysics Series 28.
- Lazic D., Schüepp W. 1972. *Immissionen am Barfüsserplatz in Basel im Winter 1971/72*. Abt.Meteorologie und Lufthygiene Nr.12 Basel.
- Liechti H.J. 1990a. *Die thermischen Verhältnisse in Basel mit besonderer Berücksichtigung der Entstehung und Struktur der städtischen Wärmeinsel von Gross-Basel*. Diplomarbeit, Basel.
- Liechti H.J. 1990b. Thermische Verhältnisse in Basel, *Regio Basiliensis* 32(1), 25-31.
- Moser H.R. 1980. *Wolkenbildungen über Basel*. Zeitrafferfilm super8 Abt.Meteorologie und Lufthygiene Basel.
- Moser H.R. 1986. Stadtklimatische Aspekte der Agglomeration Basel, *Regio Basiliensis* 27(3).
- Moser H.R. 1989. *Monatsbulletin Dezember 1989*. Lufthygieneamt beider Basel, Liestal.
- Rudloff H.v. 1991. Klimaschwankungen in Europa, Stadteinfluss und Treibhauseffekt, *Zf.Meteorologie* 41.
- Schüepp W. 1972. *Jahresmittelwerte des SO₂-Gehaltes im Raume Basel ermittelt mit Picoflux, Woesthoff und Liesegangglocken*. Abt.Meteorologie und Lufthygiene Basel.
- Schüepp W. 1974. *Meteorologische Aspekte der Energiebilanz von Ballungszentren*. Abt.Meteorologie und Lufthygiene Pub.10 Basel.
- Schüepp W. 1975. Meteorologische Aspekte der Energiebilanz von Ballungszentren. *CIB Symposium Sept. 1974 Zürich*.
- Schüepp W. 1975. Reinach. *Beiträge zur Heimatkunde einer jungen Stadt*. Liestal.
- Schüepp W. 1976. Local winds in medium topography. *Proceedings Int. Conf. on Mountain Meteorology and Biometeorology*, Interlaken.