Thermische Luftverpestung im Raume Basel : Ergebnisse des 2. Climod-Expertenberichts

Autor(en): **Vogel, H. E.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **37 (1980)**

Heft 1-2

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-781858

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Thermische Luftverpestung im Raume Basel – Ergebnisse des 2. Climod-Expertenberichts

Dr. H. E. Vogel, Zürich

Im Gebiet Hochrhein/Oberrhein sind mehrere Kernkraftwerke im Bau oder in Planung, zudem befinden sich verschiedene neue Standorte im Prüfstadium. Voraussichtlich wird im betreffenden Gebiet die Kühlung künftiger Kernkraftwerke mittels Kühltürme erfolgen.

Durch den Betrieb einer grösseren Anzahl von Kernkraftwerken könnten die meteorologisch/klimatischen Verhältnisse beeinflusst werden, da durch die Kühltürme bedeutende Mengen von Abwärme und Feuchtigkeit in die Atmosphäre gelangen.

Mussten in den letzten Jahren Standorte von Kernkraftwerken auf ihre Eignung überprüft werden, wurden sie unter anderem auch durch die meteorologische Arbeitsgruppe der vom Eidgenössischen Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement im Jahre 1971 eingesetzten Eidgenössischen Kühlturmkommission begutachtet. Diese gelangte zum Schluss, dass die meteorologischen Auswirkungen einzelner Kühltürme sich auf die unmittelbare Kraftwerksumgebung beschränken und dort innerhalb annehmbarer Grenzen bleiben. Allein aufgrund dieser Untersuchungen kann indessen das Ausmass der regionalen meteorologischen und klimatischen Veränderungen im Gebiet Hochrhein/Oberrhein nicht beurteilt werden.

Daher wurde im Frühjahr 1975 vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft einer unter dem Vorsitz von PD Dr. B. Böhlen, stellvertretendem Direktor des Bundesamtes für Umweltschutz, Bern, stehenden wissenschaftlichen Expertengruppe das Projekt Climod (Climat-Modification) in Auftrag gegeben.

Dieses behandelt die meteorologisch/klimatischen Verhältnisse im Gebiet Hochrhein/Oberrhein. Grundlage bildet der Ist-Zustand; Ziel ist die Abschätzung möglicher Veränderungen dieser Verhältnisse im schweizerischen Gebiet Hochrhein/Oberrhein durch mögliche künftige Entwicklungen inner- und ausserhalb dieses Gebietes im Bereich der Energieerzeugung, der Besiedlung, der Landwirtschaft und des Verkehrs.

Die Art der Problemstellung erfordert die Ausdehnung der Untersuchungen auf ein grösseres, nicht durch Landesgrenzen eingeschränktes Gebiet, welches im Rahmen des Projektes Climod im Norden durch das Schwarzwaldmassiv sowie durch das obere Ende der Oberrheinischen Tiefebene, im Westen durch die Burgundische Pforte, im Süden durch den Kettenjura und im Osten durch die Aaremündung in den Rhein abgegrenzt wird.

Da das Untersuchungsgebiet Teile der Bundesrepublik Deutschland, Frankreichs und der Schweiz einschliesst, wurde zwecks Vermeidung unnötiger Doppelspurigkeiten und Erarbeitung einer einheitlichen Beurteilungsbasis eine enge Zusammenarbeit im nationalen und internationalen Rahmen erforderlich. Diese erfolgt auf verschiedenen Ebenen. Im Vordergrund steht die Koordination der Arbeit zwischen der Kommission und der Arbeitsgruppe «Umwelt» der dreiteiligen Regierungskommission (Commission tripartite) sowie zwischen der Projektgruppe Climod und der Gruppe Abwärmeprojekt Oberrhein der Bundesrepublik Deutschland.

plan
Umwelttechnik

Problemstellung

Global gesehen sind die heutigen durch den Menschen verursachten Energieflüsse verglichen mit den natürlichen noch klein. Der im Jahre 1970 geschätzte anthropogene Energieumsatz betrug etwa ein Zehntausendstel der natürlichen Strahlungsbilanz. Hingegen bewegt sich bei regionalen Verhältnissen in Ballungsgebieten schon heute die anthropogene Wärmeerzeugung in ähnlichen Grössenordnungen wie die natürliche Strahlungsbilanz. Diese Verhältnisse legen die Möglichkeit einer regionalen Klimaveränderung nahe.

Auch für das engere Gebiet um Basel erreicht die anthropogene Wärmeerzeugung heute schon Werte, die nicht weit hinter der natürlichen Strahlungsbilanz zurückbleiben. Mit dem Bau der geplanten Kernkraftwerke in Kaiseraugst, Schwörstadt und Leibstadt könnten gleiche Grössenverhältnisse für das grössere Gebiet um Basel erreicht werden.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass Kernkraftwerke hinsichtlich der Abgabe von Abwärme Punktquellen darstellen, deren Auswirkungen auf das Klima energiemässig nicht dieselben sein müssen wie bei gleichstarken Flächenquellen.

Der Energiehaushalt kann indirekt durch die Änderung der natürlichen Strahlungsbilanz, vor allem durch Änderung der Strahlungsdurchlässigkeit der Atmosphäre und durch Änderung der Oberflächenbeschaffenheit des Bodens, verändert werden.

Die Strahlungsdurchlässigkeit der Atmosphäre wird durch Luftverschmutzung im weitesten Sinne, zum Beispiel Staub, Kohlendioxid, Abgase, Wasserdampf, beeinflusst. Diese Verschmutzung verändert die natürliche Strahlungsabsorption und -emission der Luft und kann damit die anthropogenen Energieflüsse zusätzlich verstärken oder abschwächen.

Die Oberflächenbeschaffenheit wird vor allem durch Landschaftsveränderungen (Städte, Wasserführung, Land- und Forstwirtschaft) beeinflusst. Dadurch ändern sich die Albedo, das heisst das Verhältnis von reflektierter zu einfallender kurzwelliger Strahlung (in %), sowie die Wärmespeicherung und die Verdunstung.

Zu jeder regionalen Planung, also auch zur Energieversorgungsplanung, gehören gezielte Untersuchungen der möglichen Auswirkung auf die Umwelt. Dabei sind folgende Fragen abzuklären:

Erfassen des Ist-Zustandes durch physikalische und mathematische Modelle, regionale Klimatologie, mit Jahr-zu-Jahr-Schwankungen, Wetterlagenkalender, kritische Wetterlagen.

Dabei gelangen bodengebundene ortsfeste Messungen im Observatorium, bodengebundene mobile Messungen mittels Strahlungsmesswagen der Meteorologischen Zentralantalt sowie Fernerkundungsmethoden zum Einsatz, wobei Wärme- und Schadstoffemissionen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Die für menschliche Tätigkeiten benötigte Energie wird fast restlos in der Form von Wärme an die Atmosphäre abgegeben. Ein überwiegender Anteil dieser Energie wird heute aus fossilen Brennstoffen gewonnen, wobei zusätzlich auch Schadstoffe in die Atmosphäre ausgestossen werden. Diese können durch Aerosolbildung die Strahlungsströme verändern, was zu einer gewissen Klimabeeinflussung führen könnte. Bei einer nachteiligen Veränderung der Durchlüftungsverhältnisse wird auch die atmosphärische Verdünnung der Schadstoffe vermindert, und es entstehen dadurch gebietsweise erhöhte Konzentrationen.

Feinaerologische Messungen liefern die vertikalen Profile der Temperatur, der Feuchtigkeit und des Windes, wobei die Messwerte von einem Fesselballon mit Messgeräten über Funk einem Messwagen am Boden übermittelt werden.

Weitere Messungen erfolgen mit Motorsegler und Flugzeug sowie mittels automatischer 8-mm-Filmkameras.

Untersuchungsergebnisse

Verschiedentlich wurde die Befürchtung geäussert, dass eine durch den Bau mehrerer Kernkraftwerke bedingte Änderung des Energiehaushaltes im Gebiet Hochrhein/Oberrhein nachteilige Auswirkungen auf die Belüftungsvorgänge und damit der Luftverunreinigung zur Folge haben könnte.

Mit dem Projekt Climod wird versucht, solche anthropogenen Einwirkungen quantitativ oder, wo dies nicht möglich ist, wenigstens qualitativ zu erfassen.

Als potentiell kritisch in bezug auf menschliche Einwirkungen wurden der Studie folgende Wetterlagen zugrunde gelegt:

a) Hochdrucklagen mit stabiler Schichtung
   - im Winter mit Bildung einer kräftigen Inversion, verbunden mit Hochnebel im Mittelland
   - im Sommer nur mit nächtlicher Bodeninversion, eventuell verbunden mit Bodennebel am Morgen

b) Schwachwindige Situationen mit relativ instabiler Schichtung (Flachdrucklagen)

c) Schwachwindige Lagen mit bedecktem Himmel

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Veränderungen der Dauer und Häufigkeit von Boden- und Hochnebel sowie von Dunst durch menschliche Einwirkungen wahrscheinlich eine gewisse Beeinflussung der Niederschlagsverhältnisse und der Belüftung möglich sind. Nachstehend seien die wichtigsten Ergebnisse erläutert:

Einfluss von Kühltürmen auf Boden- und Hochnebel sowie Dunst

In Wetterlagen, bei denen die Aufnahmefähigkeit der Luft für Feuchtigkeit gering ist, können feuchte Kühlturmschwaden, besonders bei Überlagerung, die Häufigkeit und Dauer des Auftretens von Boden- oder Hochnebel sowie von Dunst erhöhen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sommerliche Hochdrucklagen in dieser Hinsicht bedeutend weniger empfindlich sind als die winterlichen.

Für *sommerliche Hochdrucklagen* ist während der Nacht bis in den Morgen eine leichte Verstärkung des Dunstes einige Kilometer windabwärts der einzelnen Kühltürme möglich; dabei können eventuell am frühen Morgen bereits vorhandene lokale Bodennebelfelder vergrössert und deren Auflösung verzögert werden. Die Verstärkung dieser Effekte durch den gleichzeitigen Betrieb der Kühltürme Leibstadt und Kaiseraugst ist geringfügig, selbst im Grenzfall einer vollständigen Überlagerung der unsichtbaren Dampfschwaden. Beim zusätzlichen Betrieb von ein bzw. zwei Kraftwerksblöcken in Schwörstadt sind merkliche Überlagerungseffekte während des Tages unwahrscheinlich. Hingegen kann sich in der Nacht, im Grenzfall der vollständigen Überlagerung, die Zone mit möglicher Dunst- oder Nebelverstärkung windabwärts von Kaiseraugst bis auf 10 km bei einem Block bzw. 20–30 km bei zwei Blöcken ausdehnen. Anderseits werden die sichtbaren Schwaden am Kühlturmaustritt, mit einer maximalen Länge von einigen hundert Metern, durch Überlagerungseffekte nicht merklich beeinflusst. Bei dieser Wetterlage ist ein Einfluss der Kühltürme von Fessenheim und Wyhl wenig wahrscheinlich.

Bei *winterlichen Hochdrucklagen* können bereits bei einzelnen Kühltürmen Teile des Schwadens bis in Entfernungen von einigen Kilometern zeitweise als zusätzliche Hochnebelfetzen auftreten, und die Zone mit möglicher Dunst- und Nebelverstärkung kann bis zu 10 km Länge erreichen. Bei vollständiger Überlagerung des unsichtbaren Dampfschwadens aus Leibstadt mit den Schwaden von Kaiseraugst sind windabwärts vom letztgenannten Werk bis zu 15 km lange und einige hundert Meter breite sichtbare Schwaden möglich, während die Länge der Zone mit möglicher Dunst- und Nebelverstärkung bis 30 km, das heisst über die Agglomeration Basel hinaus, reichen kann.

Der zusätzliche Betrieb von nassen Kühltürmen am Standort Schwörstadt lässt sichtbare Schwaden von rund 10 km Länge windabwärts von Schwörstadt, bei eventueller Überlagerung mit dem Schwaden von Kaiseraugst solche von über 30 km windabwärts von Kaiseraugst erwarten. Die sichtbaren Schwaden können zu einer ausgedehnten, zusammenhängenden Hochnebeldecke führen oder Dunstbildung auf der gesamten Breite des Hochrheintales erzeugen.

Die Häufigkeit der winterlichen Hochdrucklage wird aufgrund verschiedener Untersuchungen auf annähernd 10 % der Tage der Wintermonate geschätzt.

Diese Zahl gibt die Häufigkeit des Auftretens von potentiell kritischen Lagen an, überschätzt aber die tatsächliche Häufigkeit des Eintretens der beschriebenen Erscheinungen. Erst mit einer noch eingehenderen Analyse der in Frage kommenden Wetterlage kann die wirkliche Häufigkeit der geschilderten Effekte bestimmt werden.

Die berechneten Effekte beruhen sodann auf der Voraussetzung einer vollständigen Überlagerung der einzelnen Kühlturmschwaden; die Wahrscheinlichkeit dieser extremen Annahme muss durch weitere Feldexperimente untersucht werden.

Änderung der Belüftungsverhältnisse und Beeinflussung der Luftverschmutzung

Aufgrund der bisherigen Untersuchungen konnte weder mit der mathematischen noch mit dem physikalischen Modellstudium ein direkter Einfluss der in Betracht gezogenen Kühltürme auf die Belüftungsverhältnisse im unteren Teil des Hochrheintales festgestellt werden. Es hat sich aber ergeben, dass die Belüftungsvorgänge im untersten Teil des Hochrheintales in gewissen Wetterlagen stark durch die Agglomeration Basel beeinflusst werden. Wie nachgewiesen wurde, werden dann vor allem schwache, talabwärts dem Rhein folgende Winde abgeschwächt und in Bodennähe blockiert; bei einem weiteren Wachstum der Agglomeration Basel und einer weiteren Zunahme des Energieverbrauchs würde dieser Effekt noch verstärkt.

Eine solche Blockierung der bodennahen Winde hat eine abgeschwächte Belüftung der Agglomeration Basel zur Folge. Während kritischer Wetterlagen muss dann mit einer Vergrösserung der über ihr lagernden Dunstglocke und damit auch mit einer Erhöhung der Luftverschmutzung gerechnet werden, weil die Abgase aus Hausfeuerung, Verkehr und Industrie weniger rasch abtransportiert werden und sich anreichern. Was den Einsatz nuklearer Fernwärme anbelangt, lässt sich heute lediglich feststellen, dass der Ausstoss an Schadstoffen in dem Ausmass vermindert wird, wie die Verbrennung von fossilen Brennstoffen durch die Nutzung nuklearer Fernwärme eingeschränkt werden kann.

Beeinflussung der Niederschläge

Eine Beeinflussung der Niederschläge durch Kühltürme ist vor allem bei windschwachen Lagen im Frühjahr und Sommer denkbar, insbesondere in Wetterlagen, bei denen eine Überlagerung der Emissionen der Agglomeration Basel mit denen der Kühltürme erfolgen kann. Die derzeitigen Kenntnisse sowie die bisherigen Untersuchungen erlauben es aber nicht, quantitative Aussagen über das Ausmass einer möglichen Niederschlagsveränderung zu machen. Indessen erscheinen erhebliche Änderungen der Niederschläge in dem durch Climod untersuchten Raum durch den Betrieb von Nasskühltürmen wenig wahrscheinlich.

Ausblick

Die bisherigen Untersuchungen im Rahmen des Projektes Climod haben wichtige Ergebnisse geliefert. Dennoch bestehen zum heutigen Zeitpunkt einige Lücken. Um diese zu schliessen, sind bessere und vollständigere Kenntnisse in bezug auf Belüftungsvorgänge, Luftverschmutzung, Auslösung von Boden- und Hochnebel sowie von Niederschlägen unerlässlich. Insbesondere sind die Häufigkeit und das Ausmass der Kühlturmeffekte bei kritischen Wetterlagen (Stärke und Lage der Inversionen, Wahrscheinlichkeit der Schwadenüberlagerung) sowie die Auswirkungen einer nuklearen Wärmeversorgung auf die Luftqualität näher abzuklären.

Zur Erreichung dieser Ziele stehen folgende Arbeiten im Vordergrund:

- Erweiterung und Verfeinerung der physikalischen und mathematischen Modelle.
- Durchführung zusätzlicher, gezielter Messkampagnen abgestützt auf die bisherigen Erkenntnisse. Daraus Erarbeitung einer physikalisch kohärenten Darstellung kritischer Wetterlagen.
- Ausführlichere statistische Bearbeitung und Deutung meteorologischer Daten.

Ausserdem drängt sich eine Erweiterung des Untersuchungsperimeters auf, was eine verstärkte internationale Zusammenarbeit erfordert.

Weiter bleibt die Frage offen, ob und in welchem Ausmass andere Kraftwerkkühlsysteme regionale Klimaveränderungen zur Folge hätten. Je nach gewähltem Kühlsystem wären zusätzliche Untersuchungen notwendig.

Die Frage der Wärmebelastung der Atmosphäre gewinnt noch an Bedeutung, wenn man feststellt, dass dazu indirekt in wachsendem Ausmass Kohlendioxid und Spurengase beitragen.

Sehr intensiv befasste sich mit diesem Fragenkomplex in der Bundesrepublik Deutschland die Abwärmekommission, ein unabhängiges, 66 Persönlichkeiten umfassendes Sachverständigengremium mit folgenden Arbeitsgruppen: Wärmeableitung in Gewässer, Wärmeableitung in die Atmosphäre, Technologie der Kühlprozesse, rationelle Energieverwendung, volkswirtschaftliche und rechtliche Fragen.

Wie aus ihren Informationen zu entnehmen ist, wächst der CO_2-Gehalt ständig, stieg er doch von 292 ppm gegen Ende des vorigen Jahrhunderts auf den heutigen Pegel von 333 ppm. In Ballungsgebieten wird dieser Wert zum Teil wesentlich überschritten. Gemäss den seit 1958 in der BRD kontinuierlich durchgeführten Messungen liegt die Anstiegsrate zurzeit bei 1 ppm/Jahr. Die CO_2-Produktion verteilt sich auf die Verbrennung fossiler Energieträger und die CO_2-Abgase aus der Nutzung der Biosphäre.

Eine Verdoppelung des CO_2-Gehaltes könnte, auf die ganze Erde angewandt, eine Temperaturerhöhung um etwa 2°C ergeben.

CO_2 besitzt eine lange Verweilzeit in der Atmosphäre, bis zu einigen 100 Jahren. Nach neueren Rechnungen wird die gegenüber dem Pegel zu Ende des 19. Jahrhunderts beim Verbrauch fossiler Energieträger kritische Erhöhung von ca. 3,5 % etwa im Jahre 2030 erreicht sein. Zu diesem Zeitpunkt dürften sich die oberflächennahen Meeresgewässer erwärmen, der Austausch mit tieferen Wasserschichten wäre behindert, wodurch weniger CO_2 sedimentiert würde. Der CO_2-Anstieg in der Atmosphäre würde beschleunigt, und die atmosphärischen Reinigungsprozesse für Schadstoffe würden zum mindesten regional gestört.

Es gibt eine Reihe weiterer Spurengase in der Atmosphäre, die in gleichem Sinne wirken wie CO_2.

Aus diesen aus der BRD stammenden Kurzinformationen dürfte ersichtlich sein, dass die thermische Belastung der Atmosphäre durch Reaktorkühltürme zum mindesten in oder bei grösseren Agglomerationen durch Schadstoffe noch wesentlich akzentuiert wird.