**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 91 (1973)
**Heft:** 36: SIA-Heft, Nr. 8/1973: Lebensraum und Technik

**Artikel:** Wärmebelastung der Gewässer und der Atmosphäre
**Autor:** [s.n.]
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-71984

**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:** 14.12.2025

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

# Wärmebelastung der Gewässer und der Atmosphäre

DK 621.039.517 : 628.1 : 574

Beruhen die bisherigen Annahmen über die Aufheizung von Gewässern und Atmosphäre, worüber im Zusammenhang mit dem Bau von Kernkraftwerken auch in der Bevölkerung heftig diskutiert wird, *auf falschen Voraussetzungen?* Dies war eine zentrale Frage bei einer *Tagung* des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) über «Wärmebelastung der Gewässer und der Atmosphäre» (am 13. Juni/Mitte Juni) in Düsseldorf. Dass sich diese Frage stellte, zeigt nach Ansicht der VDI-Fachgruppe Energietechnik, dass es noch Argumente gibt, um die Auseinandersetzung über dieses Thema zu versachlichen.

Unvermeidlich ist das Entstehen von «Abfallwärme» bei jedwelcher Industrieproduktion und Energieerzeugung in Kraftwerken, aber auch durch warme Abwässer aus Wasch- und Geschirrspülmaschinen und Abgase unserer Öfen und Heizungen. Umstritten ist dagegen, welche Wärmebelastung von unseren Wässerläufen und unserer Luft ohne schwerwiegende Nachteile für die Umwelt verkraftet werden kann. Zunehmend interessanter wird das Thema Abwärme in jüngster Zeit noch unter dem Gesichtspunkt eines möglicherweise heraufziehenden Energieengpasses in fernerer Zukunft. Nur eines ist so gut wie sicher: das Abwärmeproblem dürfte sich in der absehbaren Zukunft noch zuspitzen, auch wenn ein ähnlich rasanter Anstieg des Energieverbrauchs wie in der Vergangenheit zweifelhaft und problematisch ist.

**Millimeterdünne «Warmwasserfahnen»**

Aus physikalischer und biologisch-chemischer Sicht wurden Zweifel an bisherigen Berechnungen für die Wärmebelastung von Gewässern laut, die von einer völligen Vermischung von Flusswasser und erwärmtem Kühlwasser sowie warmen Industrie- und Siedlungsabwässern ausgingen. Diese Zweifel bezogen sich insbesondere auf grössere Flüsse wie Rhein und Weser, denen nur ein Teil ihrer Wasserführung zu Kühlzwecken entnommen würde. Zum einen, so hiess es, seien verallgemeinernde Aussagen über einen Fluss unscharf, da viele auf den Wärmehaushalt einwirkende Bedingungen – z.B. Kühlung bringende Nebenflüsse – von Ort zu Ort wechselten. Deshalb könne die Situation eines Flusses nur innerhalb sogenannter thermodynamischer Systeme sicher und genau beurteilt werden. Zum anderen sei zu berücksichtigen, dass sich zufliessendes warmes Wasser keineswegs ideal mit kaltem mische, sondern sich in einer nur wenige Millimeter dicken Schicht *über* das kalte Wasser schiebe.

So schwierig es auch sei, genaue Messwerte über die Ausdehnung dieser «Warmwasserfahnen» zu gewinnen, so sicher sei zweierlei:

- Unterhalb der Warmwasserfahnen ist das Wasser kälter, was bei der Temperaturbestimmung des Gewässers berücksichtigt werden müsste
- Die dünne Wärmeschicht an der Oberfläche kühle viel schneller ab als völlig durchmischtes Wasser, auf dem bisherige Wärmebelastungsrechnungen beruhten.

Für die Praxis wurde daraus die Forderung abgeleitet, den Gewässern erwärmtes Kühlwasser nicht mehr wie bisher an der Sohle, sondern *an der Oberfläche zuzuleiten.*

**Sauerstoffeinblasung**

Übrigens war in Düsseldorf zu hören, dass die Aufheizung der Gewässer dann kein Kardinalproblem wäre, wenn es nur um sauberes Wasser ginge. Fische, so hat man beobachtet, gedeihen in den warmen, gereinigten und sauerstoffreichen Kraftwerkabwässern ausgezeichnet. In der Wirklichkeit unserer mehr oder minder verschmutzten Flüsse schädigt Aufheizung jedoch das Leben im Wasser. Davon werden weniger die ortsfesten Lebensgemeinschaften wie Wasserpflanzen oder Muscheln als die mit der Strömung schwimmenden Fische geschädigt. Sie sind Temperaturschocks durch Warmwasserzuflüsse – insbesondere im Winter – nicht ohne weiteres gewachsen und werden geschädigt. Vor allem verstärkt sich in erwärmten Wasserläufen die Wirkung vieler toxischer Substanzen. Experten forderten deshalb in Düsseldorf im Interesse der Selbstreinigungskraft der Gewässer, des tierischen Lebens und der Trinkwasserversorgung – warmes Grundwasser ist sauerstoffzehrend und verkeimungsfördernd – eine Aufwärmung der Flüsse auf mehr als 28 °C keinesfalls zuzulassen und den schon in geringer erwärmtem Wasser durch unerwünscht rasches Wachstum bestimmter Algenarten erhöhten Sauerstoffverbrauch durch künstliche Belüftung auszugleichen.

Technisch würde Sauerstoffzufuhr dieser Art offenbar keine Probleme aufgeben. Man denkt sowohl an *Einblasung am Flussgrund* mittels Druckluft als auch an *verstärkte Oberflächenbelüftung* der Gewässer durch zusätzliche «Luft»-Schrauben an allen Schiffen. Man verspricht sich davon einiges, denn: «In Gewässern, die sowohl durch organische Stoffe als auch thermisch belastet sind, wird vielfach nicht die zulässige Maximaltemperatur, sondern vielmehr der *Sauerstoffhaushalt zum begrenzenden Parameter».* Tatsächlich nimmt der Sauerstoffgehalt unserer grossen Flüsse schon bei gering zunehmender Erwärmung beträchtlich ab! Steigt die Wassertemperatur um nur 1 °C, geht der Sauerstoffgehalt um 16% zurück.

**Nasskühlung: Preiswert, aber problematisch**

Um die Gewässer zu entlasten, baut man Kühltürme, die die Abwärme an die Luft abgeben. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten der Kühlung: die seit etwa 100 Jahren bekannte *Nasskühlung* und die erst in den letzten Jahrzehnten entwickelte *Trockenkühlung.* Hauptproblem der Nasskühlung ist die Dampfbildung. Man muss kein Meteorologe sein, um die Wechselwirkung zwischen Nasskühltürmen und Klima zu erkennen. Übrigens spielen die Dampfschwaden oder -fahnen nach Meteorologen-Auskunft im Umkreis von Kraftwerken in den weniger gut durchlüfteten und bergigeren Gegenden eine problematischere Rolle als in den klimatisch begünstigten nördlichen und westlichen Landesteilen. Abgesehen vom Nässen oder Spucken älterer Nasskühltürme mit Glatteisgefahr zur Winterszeit, kann Dampfbildung längs der Hauptwindrichtung im 1-km-Abstand von einem Kühlturm bis zu 5% der jährlichen Sonneneinstrahlung kosten, in 7 km Entfernung immerhin noch 1%. Meteorologen verweisen allerdings auf die Unterschiedlichkeit von Ort zu Ort. Moderne Nasskühltürme spucken zwar nicht mehr, da Tropfenfänger etwa 90% der Zerstäubungstropfen abfangen, doch enthalten die Kühlturmschwaden weit mehr Nässe in Form von unsichtbarem Wasserdampf als in Tropfenform. Der Wasserverlust bei der Nasskühlung ist daher beträchtlich. Bei einem herkömmlichen 1000-MW-Kraftwerk verdunsten im Jahresmittel 340 kg/s Wasser, bei einem Kernkraftwerk 470 kg/s. Es wurde ferner ein Gutachten von *S. Clodius* für das Bundesgesundheitsministerium zitiert, wonach im Jahre 2000 nur etwas mehr als 2% der Niederschläge der Bundesrepublik als Verdunstung der Industrie zu erwarten sind, was «keineswegs alarmierend» wirke.

**Trockenkühlung**

Nasskühltürme sind vergleichsweise billig in Bau und Betrieb, und sie haben eine den Trockenkühltürmen überlegene Kühlwirkung.

Mit der Trockenkühlung lässt sich dagegen eine Reihe problematischer Folgen der Nasskühlung ausschalten, weil bei diesem Verfahren Abwärme ausschliesslich an die Luft abgegeben wird. Zwar steigt dadurch die Lufttemperatur, aber die Luftfeuchtigkeit bleibt unverändert. Die Abwärme kann entweder direkt durch Kondensation des Abdampfes mittels Luftkühlung oder auf dem Umweg über im geschlossenen Kreislauf umgewälztes Kühlwaser an die Luft abgegeben werden. Nach dem direkten System arbeiten bisher Anlagen bis zu 160 MW, nach dem indirekten System bis zu 220 MW elektrischer Leistung. Das sind nach heutigen Massstäben schon bescheidene Werte. Üblich sind bereits Kraftwerksblöcke von 300 MW, und selbst 600 MW bei herkömmlichen und 1200 MW bei Kernkraftwerken sind keine Ausnahme mehr. Bisher gab es noch keine technisch befriedigende Möglichkeit zum Bau von Trockenkühltürmen für derart grosse Kraftwerkeinheiten. Da Luft Wärme nicht so gut aufnimmt wie Wasser, hätten Kühltürme gigantischen Ausmasses mit grossen Wärmeübertragungsflächen gebaut werden müssen. Thermodynamische Schwierigkeiten waren dabei vorauszusehen. Alle Bemühungen konzentrieren sich deshalb darauf, geeignete Kühlrippenrohre im Kühlturminnern so günstig anzuordnen, dass auch in kleineren Kühlturmbauwerken grosse Kühlleistungen erreicht werden.

Alle Probleme löst leider auch die Trockenkühlung nicht. Es bleibt die Erhöhung der Luftemperatur, über deren klimabeeinflussende Auswirkungen man noch keineswegs genau Bescheid weiss. Wird es durch die aufsteigenden warmen Luftmassen mehr Wolken geben oder welche anderen meteorologischen Auswirkungen werden sich einstellen? Früher oder später, darauf wurde bei der VDI-Tagung wohl nicht ohne Grund hingewiesen, werden die Grenzen für die Belastung der Gewässer und der Atmosphäre auch durch Abwärme erreicht sein. So haushälterisch mit allen Naturschätzen umzugehen, dass dies erst in möglichst ferner Zukunft eintritt, wurde als wichtige Aufgabe erkannt.

## Maschinenindustrie und Umweltschutz

DK 628.5:338

«In mancher Sparte der Umweltschutzbestrebungen treten wir allmählich aus der bequemen (weil kostenlosen) Phase der grossen und wohlklingenden Worte in die weniger komfortable (weil konkrete Opfer erheischende) Phase der praktischen Schlussfolgerungen.» Dieser Feststellung in einer grossen Tageszeitung ist entgegenzuhalten, dass die Mehrzahl der schweizerischen Maschinenfabriken schon längst in die teure, sogar sehr teure Phase eingetreten ist. Das war auch dringend notwendig, denn Maschinen bauen, heisst vor allem Metalle in Werkzeugmaschinen verarbeiten, schmieden, giessen oder sonstwie verformen, heisst Metalle galvanisch veredeln, malen und lackieren, heisst ferner Kunststoffe und Isoliermaterialien verwenden, also Arbeitsgänge durchführen, die fast alle irgendwie Staub, Rauch oder Dämpfe entwickeln, schmutzige oder giftige Abwässer zurücklassen oder Lärm und Erschütterungen verursachen.

Zwar ist die Maschinenfabrik in ihrer einfachsten Form als mechanische Werkstatt nicht besonders umweltschädigend, aber fast überall entstehen doch Abfallprodukte, die heute nicht mehr einfach der Umgebung überlassen werden dürfen. Wie in anderen Industrieländern gilt auch in der Schweiz das Verursacherprinzip: wer umweltbelastende Wirkungen erzeugt, ist dafür verantwortlich, dass daraus keine Schädigungen für die Allgemeinheit entstehen. Die kommunalen Kläranlagen, Verbrennungsanstalten und Deponien nehmen nur verhältnismässig harmlose Abfälle auf, wie sie beispielsweise im Haushalt, bei der Büroarbeit und im Kleingewerbe anfallen. Die Behandlung sogenannter branchenspezifischer Gifte und Verunreinigungen wird dagegen dem Verursacher überbunden, sei es, dass er selbst Reinigungsanlagen zu betreiben, sei es, dass er die Dienste von Spezialfirmen zu beanspruchen hat.

Der *Verein Schweizerischer Maschinen-Industrieller (VSM)* hat kürzlich bei seinen über 400 Mitgliedfirmen eine Umfrage durchgeführt, um festzustellen, wieviel Geld in bestehenden und geplanten Umweltschutzanlagen investiert ist. Ferner galt es zu ermitteln, welche spezifischen Umweltbelastungen überhaupt in diesem Industriezweig vorkommen. Obwohl lange nicht alle Firmen ihre industrieeigenen Anlagen gemeldet haben, sind die Zahlen doch eindrücklich, wie Tabelle 1 zeigt.

Die Umfrage hat auch gezeigt, dass vor allem grössere Betriebe sogar eigene Einsatzstäbe auf diesem Gebiet haben. Der Stand der Technik bezüglich Entgiftungs- und Reinigungsverfahren wird zurzeit noch allgemein als ungenügend bezeichnet. Die Forderungen wachsen schneller als die technischen Lösungsmöglichkeiten. Nicht jeder feststellbare Missstand ist auf Gleichgültigkeit, Nachlässigkeit oder Profitsucht zurückzuführen. Oft fällt ein Entscheid nicht leicht. Soll z. B. eine Giesserei heute Millionen in eine technisch ungenügende Absauganlage für Ofengase investieren, wenn sie weiss, dass die auf dem Markte angebotenen Erzeugnisse nur eine ungenügende Lösung erlauben und in zwei bis drei Jahren bereits bessere Einrichtungen mit einem höheren Wirkungsgrad erhältlich sein werden?

Sorgen bereitet auch die langsame und mühevolle Ausarbeitung von einheitlichen Richtlinien, Verordnungen und Gesetzen. Hier kann es weder der Öffentlichkeit noch der Industrie schnell genug gehen. Gemeindebehörden sind oft ratlos, wenn die Industriebetriebe von ihnen geeignete Deponieplätze verlangen. Es fehlen die Richtlinien, oder wenn sie bestehen, sind sie von Kanton zu Kanton, ja sogar von Gemeinde zu Gemeinde verschieden. Welche Firma kann es

Tabelle 1. Bestehende und geplante Umweltschutzanlagen der an der VSM-Umfrage sich beteiligten Firmen der Maschinen- und Metallindustrie.

| Art der Anlagen | Anlagen in Betrieb | | Anlagen in Ausführung oder Planung | |
|---|---|---|---|---|
| | Erstellungskosten Mio Fr. | Betriebskosten pro Jahr Mio Fr. | Erstellungskosten Mio Fr. | Betriebskosten pro Jahr Mio Fr. |
| 1. Wasserreinigungsanlagen | 41 | 6 | 23 | 5 |
| 2. Anlagen gegen *Luftverschmutzung* | 45 | 22 | 18 | 4 |
| 3. Einrichtungen zum Schutz gegen Lärm und *Erschütterungen* | 10 | 3 | 0,5 | — |
| Total der Anlagen | 96 | 31 | 41,5 | 9 |