

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 95 (1977)
Heft: 17

Artikel: Beeinträchtigung von Niederschlägen durch Trockenkühltürme: Antwort auf ein Zuschrift
Autor: Gassmann, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-73364>

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: 05.04.2026

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

sichtbare Licht gegen die noch energiereicheren Röntgenstrahlen abgrenzt. Dabei wächst freilich der Aufwand, solche kurzwelligeren Laser anzuregen, überdimensional: Das Licht, elektrische Entladungen oder chemische Energie, mit denen sonst Laser «gepumpt» werden, sind zu schwach.

Eine «Elektronenkanone» in Form eines liegenden Zylinders ist deshalb auch der geräumigste Teil des jetzt in Garching bei München von der Projektgruppe für Laserforschung entwickelten Ultraviolett-Lasers. Diese Maschine liefert bis auf 500000 Volt beschleunigte Elektronen. Damit gelingt es, das aktive Medium des Garching Ultraviolett-Lasers zu «pumpen»: Xenon, ein Element, das praktisch mit keinem anderen reagiert und deshalb zu den Edelgasen zählt.

Der Beschuss mit Elektronen hilft dem reaktionsträgen Xenon auf die Sprünge. Es zerfällt wenige Milliardstel Sekunden lang zunächst in elektrisch geladene Xenon-Ionen. Diese bilden dann in Stossprozessen angeregte Xenon-Moleküle. Aus diesem *angeregten* Zustand fallen die Xenon-Moleküle dann über mehrere Stufen schliesslich wieder in den Grundzustand zurück und geben dabei die überschüssige Energie in Form ultravioletter Laserstrahlung mit 0,173 μm Wellenlänge ab. Weil diese Zustände nur sehr kurzlebig sind, erhält man *sehr kurze Laser-Pulse*.

Dieses Laserprinzip lässt sich auch für andere Edelgase, zum Beispiel Krypton und Argon, anwenden, aber ebenso für Gemische von Edelgasen mit Halogenen, wie Fluor, Brom oder Chlor. Nach Proch funktionieren diese exzimeren Laser alle nach einem ähnlichen Energieniveauschema und liefern mit mehr oder weniger grossem Wirkungsgrad ultraviolettes Laserlicht unterschiedlicher Wellenlänge. Weil die meisten Moleküle bei der Laserchemie jeweils nur auf bestimmte Wellenlängen ansprechen, erweitert diese Laserfamilie die Einsatzmöglichkeiten solcher Lichtverstärker beträchtlich. Technisch verwirklichten die Garching Wissenschaftler den Xenon-Laser mit zwei ineinander steckenden (koaxialen) Röhren. Von der äusseren mit 4 Zentimeter Durchmesser strömen die in der «Kanone» beschleunigten Elektronen in Richtung auf das innere, etwa 4 Millimeter im Durchmesser grosse Röhrchen, durchdringen seine dünne Wand aus Titan und prasseln dann gleichmässig von allen Seiten auf das Xenon. Damit möglichst

viele Elektronen «Treffer» erzielen, ist das Xenon-Gas ziemlich dicht gepackt: Es steht unter 13 Atmosphären Druck. Nach *Karl-Ludwig Kompa*, dem geschäftsführenden Direktor der Projektgruppe, lässt sich mit solchen Ultraviolett-Lasern ein Molekül mit ungefähr 50mal mehr Energie anregen als mit Infrarot-Lasern. Die dadurch jetzt erreichbaren Effekte sind also sehr viel drastischer und eröffnen *ganz neue Möglichkeiten für die Chemie*. Beim Starten einer chemischen Reaktion wurde bisher im allgemeinen die Temperatur erhöht. Nach dem Einschalten zum Beispiel des Gasbrenners verteilt sich die zugeführte Energie ungefähr gleichmässig auf alle beteiligten Moleküle und regt sie zu Drehungen und inneren Schwingungen an. «Stellt man sich die Moleküle als Kügelchen vor, die an elastischen Federn miteinander zusammenhängen, beginnen bei Erhöhung der Temperatur sämtliche Kügelchen stärker an ihren Federn zu rütteln», erklärt Detlev Proch. «Schliesslich reissen die schwächsten Federn und die frei werdenden Kügelchen können mit anderen Partnern reagieren und neue Verbindungen eingehen.»

Weniger gross ist der Energieaufwand bei der Verwendung von Lasern. Er wird dann nicht mehr auf das gesamte System verteilt, sondern genau gezielt nur auf die Moleküle eingestrahlt, die für die gewünschte Reaktion gebraucht werden. Der Laser aktiviert also – um im Bild zu bleiben – nur bestimmte Kügelchen und lässt alle anderen unverändert. Weil man dabei die Stärke des Lasers genau dosieren kann, lassen sich damit auch verschiedene Schwingungszustände untersuchen. «Mit der gezielten Molekülanregung durch Laser können wir zum ersten Mal nicht nur den Ablauf chemischer Reaktionen in allen Schritten verfolgen, sondern auch so steuern, dass zum Beispiel die Entstehung umweltgefährdender Schmutzprodukte unterdrückt wird oder aber neue Verbindungen hergestellt werden, die mit herkömmlichen Methoden nicht zu erzeugen waren», so Karl-Ludwig Kompa. Dass die Laserchemie das «akademische Stadium» bereits überwunden hat, erklärt Dr. Kompa mit dem Hinweis auf die jetzt schon im Labor mögliche Produktion chemischer Verbindungen. Es bestehen also wissenschaftlich begründete Hoffnungen, dass Laser einige ganz handfeste chemische Prozesse verbessern werden. MPG

Beeinträchtigung von Niederschlägen durch Trockenkühltürme

Antwort auf eine Zuschrift

In einer Zuschrift «Trockenkühltürme: Segen oder Fluch?» (Heft 50, 1976) hat *H. Wüger* Bedenken geäussert, durch den Betrieb mehrerer Trockenkühltürme grosser Leistung könnte die Niederschlagsmenge beeinträchtigt werden und dadurch die Wasserkraftwerke und die Landwirtschaft zu Schaden kommen. Weiter wird der Wunsch geäussert, dass das Problem bald einmal von wissenschaftlicher Seite aufgegriffen werde. Als Leiter der wissenschaftlichen Arbeiten, die am *Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR)* in *Würenlingen* seit 1971 auf diesem Gebiet geleistet werden, fühle ich mich verpflichtet und berufen, die aufgeworfenen Fragen zu beantworten.

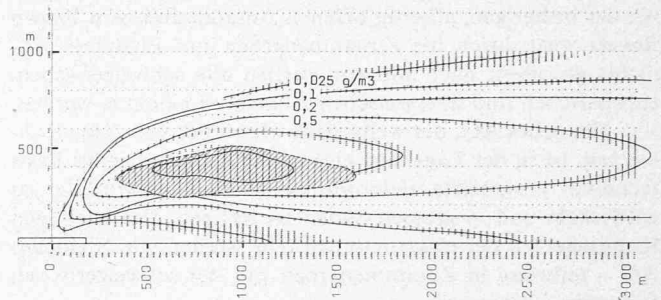
Ein mit Öl, Kohle oder Kernbrennstoff betriebenes Kraftwerk, das 1000 MW (1000 Millionen Watt) elektrische Leistung abgibt, liefert rund die doppelte Leistung in Form von niedertemperaturiger Abwärme. Die Kernkraftwerke *Gösgen*, *Kaiseraugst* und *Leibstadt* gehören beispielsweise in die erwähnte Leistungsklasse. Würde man nun die produzierte Abwärme eines solchen Kraftwerkes mit Hilfe von Trockenkühltürmen an die Atmosphäre abgeben, würde je

Stunde etwa 0,24 km^3 um 24 °C aufgewärmte Luft das Kühlsystem verlassen und infolge ihres thermischen Auftriebes, je nach den herrschenden atmosphärischen Verhältnissen, auf etwa 300 bis 1200 m Höhe aufsteigen.

Da die Luft in Bodennähe angesaugt und im Kühlturm lediglich aufgeheizt wird, bleibt ihr absoluter Feuchtigkeitsgehalt (Gramm Wasserdampf je kg Luft) unverändert. Die relative Feuchte hingegen, die das Verhältnis von herrschendem Dampfdruck zum temperaturabhängigen Sättigungsdampfdruck angibt, ist am Luftaustritt des Kühlturmes wesentlich niedriger als an dessen Eintritt. Der oben erwähnte Kühlturm würde zum Beispiel Luft einer Temperatur von 10 °C und relativen Feuchte von 80 % auf 34 °C relativer Feuchte aufheizen. In der Folge steigt nun der Schwaden wie ein Heissluftballon auf und kühlt sich dabei durch Expansion und Beimischung von Umgebungsluft sehr rasch ab. Computer-Simulationen zeigen, dass sich die Temperatur eines solchen Schwadens nach rund zwei Dritteln der Aufstiegshöhe bis auf etwa 0,5 °C der dort herrschenden Umgebungstemperatur angeglichen hat.

Die bei uns überwiegenden atmosphärischen Schichtungen bis 1000 m Höhe zeichnen sich dadurch aus, dass die Lufttemperatur im Mittel pro 100 m Höhe um etwa 0,6 °C abnimmt. Dies bedeutet: Die aufgestiegene Schwadenluft ist nun kälter als sie am Kühlturmeintritt war. Es ist also je nach den Feuchteverhältnissen der während des Aufsteigens beigemischten Luft möglich, dass der Schwaden sogar die Sättigungsgrenze erreichen kann und eine sichtbare Wolke entsteht. Eine genaue Analyse der ablaufenden Vorgänge zeigt, dass die Frage, ob ein Trockenkühlturmschwaden die Luftschicht, in die er aufsteigt, trockener oder feuchter macht, ausschliesslich von der Schichtung der absoluten Feuchte abhängt: Nimmt die absolute Feuchte mit zunehmender Höhe ab (Normalfall), erhöht der Betrieb des Trockenkühlturmes die absolute und relative Luftfeuchte der entsprechenden Luftschicht, mit nach oben zunehmender Luftfeuchte hingegen (Ausnahmefälle bei Inversionen) wird die absolute und relative Feuchte erniedrigt. Ob bei der ersten am häufigsten anzutreffenden Situation sogar Wolken entstehen können, hängt zusätzlich von der Temperaturschichtung ab. Die Abbildung zeigt das Rechenresultat für eine solche Situation bei einer Bodentemperatur von 2 °C, relativer Luftfeuchte von rund 80 % und mässigen Winden um 5 m/s. Die dargestellten Isolinien verbinden Orte gleicher Erhöhung der absoluten Feuchte durch den Betrieb des Kühlsystems, für das eine Batterie trockener Ventilator Kühler angenommen wurde, die eine Höhe von nur 30 m aufweisen. Die schraffierte Fläche bezeichnet den Querschnitt der entstandenen etwa 200 bis 300 m breiten sichtbaren Wolke. Im Innern der Wolke ist der Bereich angegeben, innerhalb dessen die Sichtweiten unter etwa 100 m fallen. Im äusseren, gestrichelten Dunstschleier ist die Sichtweite grösser.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Eine durchschnittliche Verminderung der Bewölkung und damit eine



Rechnerische Darstellung der Orte gleicher Erhöhung der absoluten Feuchte durch den Betrieb eines Kühlsystems

Abnahme der Niederschlagsmenge durch den Betrieb von Trockenkühltürmen ist ausgeschlossen.

Was die *Massierung von Kraftwerken im Raume Basel* betrifft, bin ich in der Lage, auch hier eine beruhigende Antwort insofern geben zu können, als dass wir mit grossem Einsatz im Auftrage der Eidgenössischen Kommission «Meteorologie des Gebietes Hochrhein/Oberrhein» an einer Klimastudie «CLIMOD» arbeiten. Wir versuchen durch Modellrechnungen und Messungen mit einem instrumentierten Flugzeug qualitativ und quantitativ abzuklären, welche positiven und negativen Veränderungen durch den Betrieb mehrerer Kraftwerke in der Region Basel zu erwarten wären. Die Studie wird Mitte 1978 abgeschlossen sein.

Zu erwähnen wären an dieser Stelle ebenfalls die grossangelegten und wertvollen Arbeiten zum Thema *anthropogene Klimabeeinflussung*, die in den USA, Deutschland und Frankreich seit etwa zehn Jahren laufen und in den letzten Jahren stark intensiviert wurden. Wir verfolgen selbstverständlich auch diese Arbeiten mit grossem Interesse durch persönliche sowie schriftliche Kontakte.

F. Gassmann, dipl. Physiker, EIR

Umschau

Japans erster Schneller Brüter fertig erstellt

Nach 14 Jahren Bauzeit ist 48 km nördlich von Tokio Japans erster Schneller Brut-Reaktor fertiggestellt worden. Wie die amerikanische Fachzeitschrift «Science News» berichtet, werden die Kosten des Kernreaktors mit einer Wärmeleistung von 50 Megawatt auf 85 Millionen Dollar geschätzt.

Japan verfügt damit als fünftes Land der Welt über einen solchen Reaktor, der im Betrieb mehr Kernbrennstoff erzeugt, als er verbraucht. Grosse Schnelle Brüter arbeiten in Frankreich, der Sowjetunion und Grossbritannien. In den USA ist ein kleiner Test-Reaktor im Betrieb. Das Projekt eines leistungsfähigeren Brut-Reaktors hat sich dort um Jahre verzögert. In der Bundesrepublik ist in Kalkar am Niederrhein ein 300-Megawatt-Schnellbrüter im Bau.

Ein japanischer Brüter, der 250 Megawatt elektrische Leistung erbringen soll, ist laut «Science News» bereits über das Planungsstadium hinaus.

Kooperationsvertrag zwischen Brown Boveri und Ebauches AG

Die BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden, und die zur ASUAG-Gruppe (Allgemeine Schweizerische Uhrenindustrie AG) gehörende Ebauches AG, Neuenburg, sind übereingekommen, auf dem Gebiet der *Digitalanzeigen* zukünftig eng zusammenzuarbeiten. Das Ende

Januar 1977 unterzeichnete Vertragswerk sieht vor, dass Ebauches AG den Bedarf an Anzeigeelementen für elektronische Digitaluhren in *Flüssigkristalltechnik (LCD-Displays)* bei BBC als Hauptlieferant auf der Basis des normalen Wettbewerbs deckt. Zudem streben die beiden Unternehmen auf der Grundlage gegenseitiger Information und Koordination eine enge Zusammenarbeit in Forschung und Entwicklung für weitere elektrooptische Anzeigeelemente an. Im weiteren prüfen die Partner die Möglichkeit, gemeinsame Aktivitäten bezüglich Herstellung und Vertrieb von Anzeigeelementen in die Wege zu leiten.

Brown Boveri und Ebauches AG sind sich einig, dass nur eine optimal rationalisierte Fertigung von Displays in sehr hohen Stückzahlen für die Zukunft erfolgversprechend ist und eine Zersplitterung der Fertigungskapazitäten vermieden werden sollte. Die bei Ebauches AG in Betrieb stehende Produktionsanlage wird mit einer angemessenen Kapazität für Spezialausführungen und als ergänzende Zweitquelle für den Eigenbedarf eingesetzt. Im übrigen wird sie als Pilotlinie laufend auf dem neuesten Stand der Technik gehalten.

BBC kam mit der Uhrenindustrie als Zulieferant der neu entwickelten Permanentmagnete (Recoma®) für Analog-Quarzuhren mit Schrittmotoren (Zeigeruhren) in Kontakt. 1974 wurde nach mehrjähriger intensiver Forschungs- und Entwicklungstätigkeit die Serienfabrikation von Displays aufgenommen. Mit einer Jahresproduktion von gegenwärtig rund vier Millionen Stück Anzeigeelementen im Werk Lenzburg, die in den nächsten Jahren noch gesteigert werden soll, kann BBC als bedeutendster Display-Hersteller gelten.