

Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 5 (1950)
Heft: 2

Artikel: Wärmende Wellen : die industrielle Anwendung von Infrarotstrahlen
Autor: Erber, Günther
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-653552>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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

Wärmende Wellen

Die industrielle Anwendung von Infrarotstrahlen

Von Dr.-Ing. Günther Erber

Wer sich faul in der warmen Sonne dehnt und streckt, wird kaum in der Stimmung sein, nachzudenken, wieso ihm warm wird. Ist es nur die warme Luft? Der Skiläufer im Hochgebirge wird zugeben, daß dem nicht so sein kann — denn selbst mitten in Schnee und Eis kann er die Sonnenwärme genießen. Und die Frage wäre dann immer noch, wie es die viele Millionen Kilometer entfernte Sonne fertigbringt, die Luft auf unserer Erde zu erwärmen. Die Erklärung ist die, daß die Sonne elektromagnetische Wellen aussendet, im Prinzip den Radiowellen gleich, nur viel kürzer. Unterhalb 4 Millionstel Millimeter Wellenlänge liegen die ultravioletten Strahlen, die für den „Sud“ verantwortlich sind, zwischen 4 und 8 Millionstel Millimeter die sichtbaren Lichtstrahlen und darüber hinaus bis etwa 3 Zehntel Millimeter die Wärmestrahlen. Diese „infraroten“ Strahlen selbst sind weder kalt noch warm — sie enthalten elektromagnetische Schwingungsenergie, also etwas anderes als Wärmeenergie, die sich erst dann in Wärme umsetzt, wenn sie auf irgendein Hindernis treffen, sofern sie nicht von diesem zurückgeworfen werden.

Aber nicht nur die Sonnenanbeter machen sich die Wärmestrahlen zunutze, sondern mehr und mehr auch die Techniker; freilich nicht die der Sonne, sondern künstlich erzeugte.

Und was macht man mit diesen Wärmestrahlen? Vor allem trocknet man damit Lack- und Emailüberzüge und andere feuchte Dinge; auch das Einbrennen des Emails ist auf diese Weise möglich, wenn auch einstweilen noch wenig üblich. Früher hat man dazu heiße Luft verwendet, aber das hat einige Nachteile: Die Luft erwärmt nur die Oberfläche der feuchten Lackschicht, und was darunterliegt wird erst von hier aus durch Wärmeleitung erwärmt. Die Folge ist, daß der Lack von außen her zu trocknen beginnt und sich eine Schicht von erhärtetem Lack bildet, die das Durchgreifen der Trocknung sehr verzögert — denn die Dämpfe des Lösungsmittels aus den tieferliegenden Schichten des Lackes können durch diese Haut nur schwer durch. Nachteil Nummer zwei ist der größere Brennstoffaufwand: Die Luft muß heißer sein, als der zu trocknende Gegenstand werden soll, sonst könnte sie ihn

nicht auf die gewünschte Temperatur erwärmen. Und die Wärme, die in der erhitzten Luft steckt, geht verloren — weil sie aus dem Lack die Dämpfe des Lösungsmittels aufgenommen hat, sozusagen feucht geworden ist, kann sie nicht nochmals zum Trocknen verwendet werden, sondern muß ins Freie abgeleitet werden. Beides wird durch die Trocknung mit infraroten Strahlen vermieden: Die Wärmestrahlen selbst sind weder heiß noch kalt, sie erwärmen also die Luft im Trockenofen nicht (auch die Sonnenstrahlen erwärmen die Luft nicht direkt, sondern nur den Boden usw., der seinerseits erst die Luft erwärmt), und daher geht nur so viel Wärme verloren, wie die zu trocknenden Stücke selbst aufnehmen und an die Luft abgeben. Die Wärmestrahlen verwandeln sich ferner nicht schlagartig gleich an der Oberfläche der Lackschicht in fühlbare Wärme, sondern sie dringen zum Teil ein und erwärmen so die ganze Schicht einigermaßen gleichmäßig, so daß sie auch gleichmäßig und schnell trocknet. Was früher Stunden brauchte, geht jetzt in Minuten vor sich — das ist keine Übertreibung. Beispielsweise trocknete ein solcher 7 m langer Trockenofen in der Stunde 45 große lackierte Blechschränke, und ein einzelner Schrank ist in 4 Minuten fertig. Nur auf diese Weise ist es möglich, Lackieren und Trocknen in die Arbeit am laufenden Band einzubeziehen.

So ein Trockenofen ist also nichts anderes als ein Tunnel, dessen Wände über und über mit Glühlampen in Reflektoren besetzt sind; auf einen Quadratmeter Wandfläche kommen bis zu zehn Kilowatt! Diese Lampen werden mit geringerer Spannung betrieben als die zur Beleuchtung verwendeten; das verlängert ihre Lebensdauer beträchtlich. Da der „Ofen“ selbst nicht warm zu werden braucht, wird er nur eingeschaltet, solange er wirklich Trockengut enthält. Ganz elegant ist die automatische Ein- und Ausschaltung mittels Photozellen — eine schnittige Limousine wandert auf dem Fließband langsam durch den Tunnel, und die Lampen leuchten auf, wo sie gerade hinkommt, und verlöschen hinter ihr wieder. Rund 80% der in Form von elektrischem Strom aufgewendeten Energie werden durch die Strahlung auf die zu trocknenden Gegenstände übertragen.

Wärmestrahlen sind kurze elektromagnetische Wellen, haben wir gesagt — vielleicht könnte man auch mit längeren Wellen, etwa mit Radiowellen, wärmen und erhitzen? Ebenso wie man Wärmestrahlen statt Radiowellen für Telegraph und Telephon verwendet (auch eine Errungenschaft des Krieges), arbeitet umgekehrt die Wärmetechnik heute vielfach mit elektromagnetischen Wellen, die eigentlich in das Gebiet der Radiotechnik fallen. Wie geht das zu?

Ein Transformator, wie er etwa in unseren elektrischen Netzen Hochspannung auf Niederspannung umformt, besteht aus einem Eisenkern und zwei Wicklungen, eine für die Hoch- und eine für die Niederspannung. Stellen wir uns vor, daß die Niederspannungswicklung kurzgeschlossen wird, dann ist leicht einzusehen, daß sie sofort heiß wird, weil der Strom in ihr keinen großen Widerstand findet und daher sehr stark wird. Einen Transformator zu erwärmen, hat man gar kein Interesse (ganz im Gegenteil!). Aber man baut „Transformatoren“, in denen statt der Niederspannungswicklung ein ringförmiger Trog angebracht ist, der mit Metall gefüllt wird, das man schmelzen möchte. Diese Wicklung besteht zwar nur aus einer

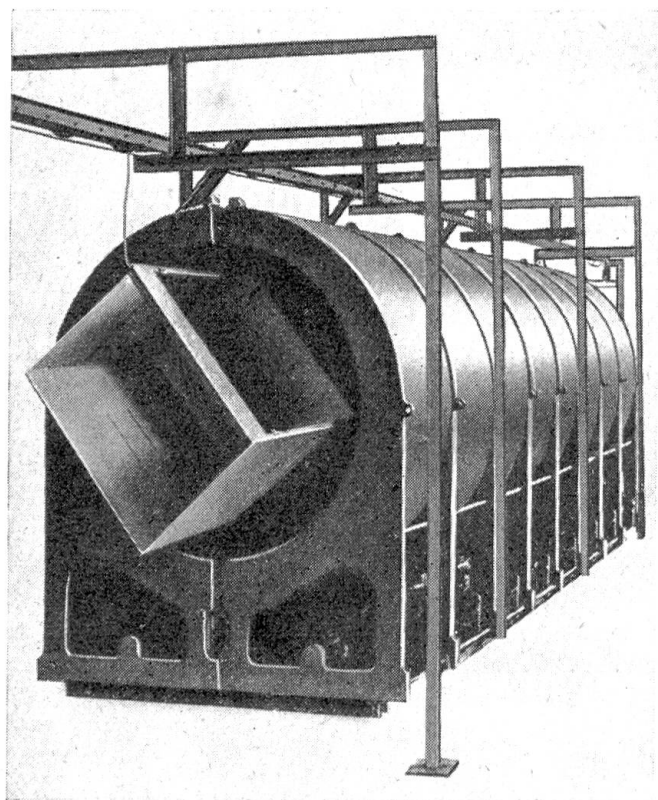


Abb. 1. Ein Infrarot-Trockenofen, der in der Stunde 45 Blechschränke für fabrikmäßig hergestellte Häuser trocknet. Die Kasten wandern nach dem Lackieren, an der oben sichtbaren Schiene hängend, langsam durch den Ofen

einzigsten Windung und liefert daher keine hohe Spannung, aber dafür um so größere Stromstärke, und das genügt, um das Metall zu schmelzen.

Das war ein Sprung zu einer sehr großen Wellenlänge, von Millimeterbruchteilen zu 6000 Kilometern (entsprechend der üblichen Frequenz unseres Wechselstromes). Besser geht es mit kürzeren Wellen. Der Eisenkern ist eine unangenehme Beigabe, aber sie war notwendig, damit sich das magnetische Kraftfeld (das die Energie von der Hoch- auf die Niederspannungswicklung überträgt) genügend stark ausbilden kann. Die Induktionswirkung, die gegenseitige Beeinflussung der beiden Wicklungen, hängt nun nicht nur von der Stärke dieses Magnetfeldes ab, sondern ebenso von der Geschwindigkeit, mit der es mit dem speisenden Strom seine Richtung wechselt — also von der Frequenz. Jeder weiß, daß die Hochfrequenztransformatoren der Radioapparate auch ohne Eisenkern gebaut werden können (aber nicht müssen) — eben deswegen, weil hier die Frequenzen sehr hoch sind. Steckt man nun in eine solche Spule, die mit Hochfrequenz ausreichender Leistung gespeist wird, einen Ring, so geschieht auch ohne Eisenkern dasselbe wie beim beschriebenen Induktionsofen — der Ring wird heiß, weil in ihm Strom fließt. Und da wir keinen Eisenkern durch den Ring stecken, muß es gar kein Ring mehr sein; in jedem massiven Metallstück findet der Strom einen solchen ringförmigen Weg. Auf diese Weise kann man also jedes beliebige Metallstück beliebig hoch erhitzen und braucht dazu nur einen Sender entsprechender Leistung, der die Radiowellen erzeugt. So muß z. B. bei der Herstellung einer Milchkanne für eine bestimmte Operation der Hals auf Rotglut erhitzt werden. Mit Gasfeuerung geht das verhältnismäßig langsam, und die ganze Kanne wird unnützerweise heiß — deswegen hält man sich lieber an die Hochfrequenzheizung. Unfaßbar, wie Zauberei, sieht es aus: Der Hals der Kanne wird in eine Spule gesteckt — die Spule ist kalt, sogar wassergekühlt — und das Blech wird in zwölf Sekunden rotglühend! Und zwar nur dort, wo man es haben will, nur in einem drei Zentimeter breiten Streifen. Allerdings gehört auch die entsprechende elektrische Leistung dazu — manchmal volle 6 Kilowatt, auf einen einzigen Quadratzentimeter konzentriert. Trotzdem ist diese Art der Erhitzung sehr sparsam, denn es wird wirklich nur das erhitzt, was heiß werden soll — während andernfalls oft ein ganzes schweres Stück erwärmt werden muß,

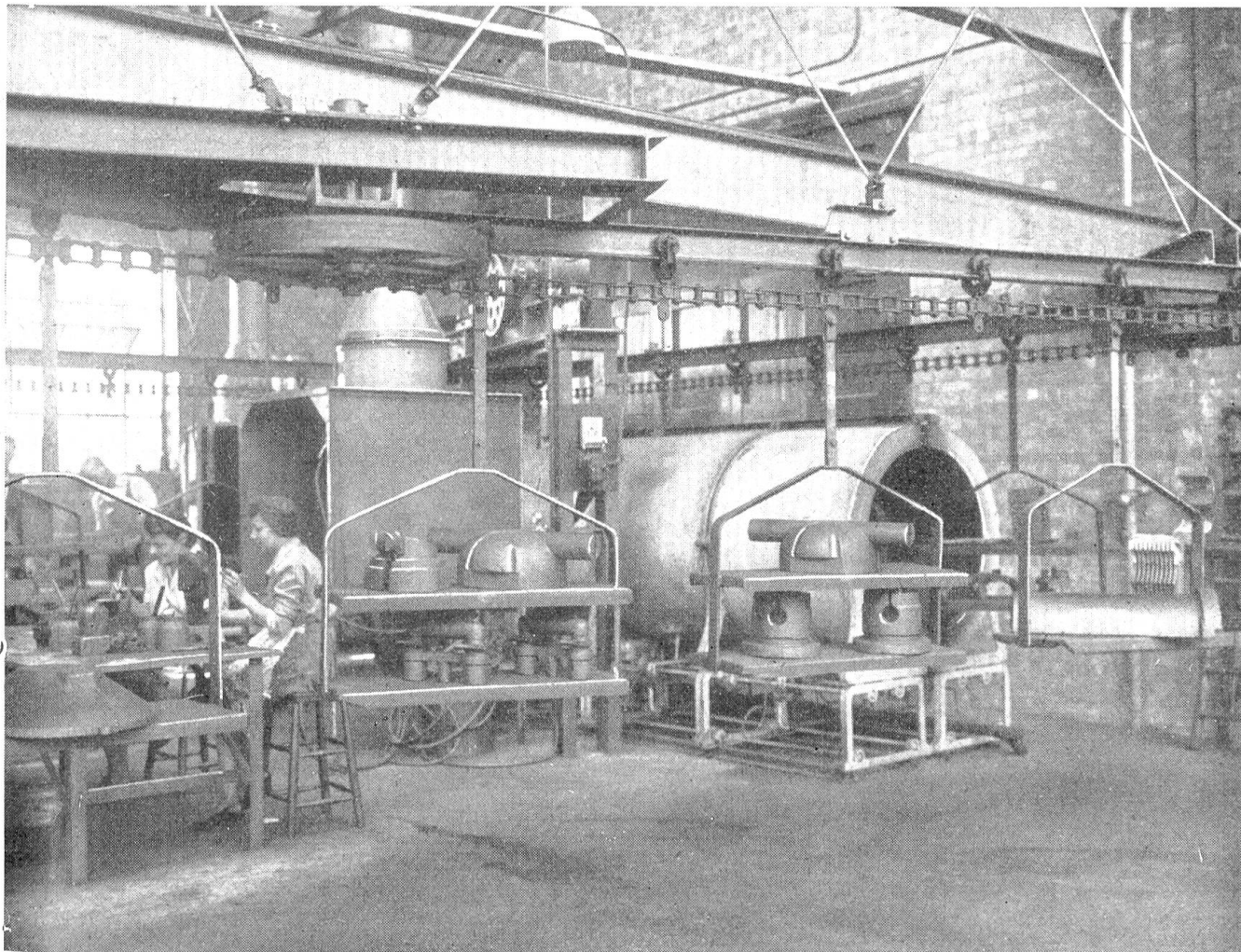


Abb. 2. Ein Infrarot-Trockenofen in einer Formerei. Die auf den Hängebahnwagen liegenden Teile bestehen aus in feuchtem Zustand geformtem Sand und werden in eine Gießform eingelegt, um die notwendigen Hohlräume (z. B. das Innere eines Zylinderkopfes für einen Benzinmotor) auszusparen. Vorher müssen sie jedoch getrocknet werden, und das geschieht hier am laufenden Band

(Die Bilder wurden uns von der Firma Parkinson & Cowan, London, in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt)

anstatt einer kleinen Stelle davon. Mit solchen Geräten wird heute gelötet, gehärtet, geglüht und geschmolzen, und sie sind aus einer modernen Fabrik gar nicht mehr wegzudenken. Beim Härten von Stahl kann man sich sogar aussuchen, wie stark die gehärtete Schicht werden soll: Je kürzer die Wellenlänge, desto mehr konzentriert sich der Strom an der Oberfläche und das Innere des Stückes bleibt kalt, wird in den wenigen Sekunden auch nicht durch Wärmeleitung erhitzt. Das ist deswegen wichtig, weil Stahl beim Härten zugleich spröde wird, und man unter der harten Oberfläche doch noch einen zähen Kern behalten möchte.

Und wenn es einmal kein Metall ist, das man erhitzen will? Dann geht es auf diese Weise allerdings nicht, weil in einem Nichtleiter (und das sind die meisten Nichtmetalle) kein Strom fließen kann. Ein elektrischer Strom ist die

Bewegung freier, vagabundierender Elektronen in einer Richtung — und solche freie Elektronen gibt es in nichtleitenden Stoffen nicht. Immerhin gibt es auch hier Elektronen (die gibt es in jedem Atom), und man kann sie wenigstens durch elektrische Anziehung und Abstoßung hin und her bewegen. Auch dann entsteht durch Reibung der Elektronen Wärme — also das, was wir haben wollen! (Dieses sehr vergrößerte und vereinfachte Bild soll nur das Verständnis erleichtern — in Wirklichkeit sind die Vorgänge dabei recht kompliziert und gar nicht anschaulich.) Nehmen wir etwa ein Paket dünner Holzplatten, die durch zwischengelegte Kunstharzfolien unter der Presse zu Sperrholz verleimt werden sollen! Erwärmung von außen her würde endlos lange dauern, weil Holz ein schlechter Wärmeleiter ist. Legen wir aber den Holzstapel zwischen zwei Metallplatten, die an

einen Hochfrequenz-Sender angeschlossen sind, so erwärmt er sich sofort durch und durch, überall gleichmäßig, ohne daß das Holz außen verbrannt wird und innen kalt bleibt. Das ist nur ein Beispiel für viele, denn das Anwendungsgebiet dieser Heizung reicht von Sandformen für die Gießerei bis zum Gesichtspuder für die schöne Frau, von Regenmänteln, die mit Hochfrequenzwärme „genäht“ werden, bis zu Glas, das auf diese Art geschmolzen wird.

Die Medizin macht von diesen beiden Verfahren schon lange Gebrauch. Die Weichteile des Körpers (außer Fett — aber das kommt heute wohl selten vor) leiten den Strom verhältnismäßig gut, Knochen dagegen schlechter. Je nachdem, was der Arzt besonders erwärmen will, arbeitet er also mit einer Spule (Weichteile) oder mit zwei Metallplatten, die der Patient gar nicht einmal zu berühren braucht (Knochen, Fettgewebe). Durch die Wahl der Wellenlänge und der Elektrodenanordnung kann er auch

noch bestimmen, ob die Erwärmung mehr an der Oberfläche konzentriert oder mehr in die Tiefe gehen soll. Das ist es, was man als „Kurzwellenbehandlung“ bezeichnet. („Diathermie“ dagegen arbeitet mit längeren Wellen und direktem Anschluß des Patienten an die Stromquelle, also mit unmittelbarem Stromdurchgang.)

Es gibt nichts, was man nicht mit Kurzwellen erwärmen könnte, und auch EBBares macht keine Ausnahme. Ein Paar Frankfurter ist in 20 Sekunden heiß, ein Beefsteak in einer Minute gut durchgebraten, und ein ganzes Huhn oder eine Torte in 4 Minuten fertig. Spielerei? Durchaus nicht! In einer ganzen Reihe von Restaurant- und Speisewagenküchen (natürlich in Amerika) wird schon mit Kurzwellen gekocht.

Dieser kleine Rundgang im Reiche der elektromagnetischen Wellen dürfte wohl für diesmal genügen. Welche Überraschungen werden sie uns in den nächsten Jahren noch bringen?

Die Algen im Aquarium

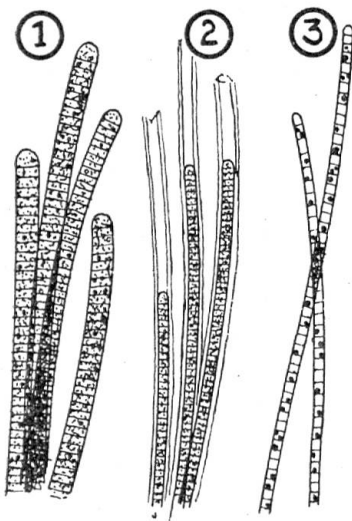
Neue Erfahrungen zu einem alten Thema

Von Ing. A. Niklitschek

Mit dem Längerwerden der Tage und der verstärkten Sonneneinstrahlung beginnt für jeden Aquari Liebhaber ein viel erörtertes Problem wieder wichtig zu werden, nämlich das der Bekämpfung der allgegenwärtigen Algen. Zahllose Rezepte und Verfahren wurden schon veröffentlicht, das sicherste Zeichen dafür, daß keines wirklich verlässlich half. Nun sind in letzter Zeit in manchen ausländischen Publikationen eine Reihe neuer, sehr interessanter Ver-

fahren bekanntgegeben worden, die wirkliche Hilfe gegen diese Plage versprechen.

Die „schlimmsten“ aller sogenannten Algen sind die berüchtigten sogenannten „Schmieralgen“. Es handelt sich dabei um die zu den Blaualgen zählenden Schwingfäden oder Oscillatorien. Sie bilden die bekannten schmierig-dunkelschwarzgrünen, oft auch rötlichbräunlichen Pelze und Watten, die mehr oder weniger allen empfindlicheren Aquarienbewohnern, wahrscheinlich durch Giftwirkung, verderblich werden. Zartere Pflanzen, von Blaualgen befallen, sterben ab; nicht besser ergeht es der Jungbrut der meisten Fischarten, die mit ganz charakteristischen Vergiftungserscheinungen — es bilden sich an der Haut wasserhelle Blasen — zugrunde gehen. Insbesondere in neuen, frisch eingerichteten Becken treten diese Blaualgen oft verheerend auf und vernichten alles. Es gibt ein geradezu unfehlbares Mittel gegen sie, nämlich Eisenrost. Man legt beim Einrichten der Becken entweder ein paar alte Nägel oder sonstige Eisenteile in den Sandgrund. Das verhindert mit großer Sicherheit jeden Blaualgenbefall. Noch weit wirksamer erweist es sich und nützt auch noch bei schon stark eingetretenem Befall, wenn man etwa eine Handvoll alter Schrauben, Nägel oder anderer rostiger Eisenteile in ein Säckchen gibt und dieses ins Becken hängt. Auch das Zugießen von Rostwasser wirkt oft Wunder. Diese vernichtende Wirkung von Schwermetallverbindungen auf alle Algen war schon lange



Blaualgen (stark vergrößert dargestellt)

1 = Schwingfäden (*Oscillatoria*), die sich in ungeschädigtem Zustand in fortwährender, schraubiger Bewegung befinden; 2 = Fäden einer *Phormidium*art in Gallert-scheiden. (*Oscillatorien* und [seltener] *Phormidien* sind es, die die gefürchteten „Schmieralgen“ in unseren Aquarien bilden); 3 = Schwefelalgen (*Beggiatoa*), sind

farblos durchscheinende Fäden, deren Vorkommen stärkste Verschmutzung des Wassers anzeigt