

Mikrowellen

Inhaltsverzeichnis

1. [Entdeckung](#)
2. [Eigenschaften](#)
 1. [Elektromagnetisches Spektrum](#)
 2. [Vorteile der Mikrowellentechnik](#)
 3. [Gesundheitliche Risiken im Umgang mit Mikrowellen](#)
3. [Anwendungsgebiete](#)
 1. [Radartechnik](#)
 2. [Nutzung zur Kommunikation](#)
 3. [Mikrowellenherd](#)
 4. [Strahlenwaffe](#)



Entdeckung

Quelle: [Wikipedia Commons](#)

Urheber: unbekannt

Beschreibung: Heinrich Hertz (1857-1894)

Als Entdecker der elektromagnetischen Wellen gilt der deutsche Physiker Heinrich Rudolf Hertz. Ihm gelang es 1880 bei seinen Versuchen an der Technischen Hochschule Karlsruhe Radiowellen auszusenden und zu empfangen. Dadurch konnte er die Existenz dieser Wellen nachweisen, nachdem der dänische Physiker Hans Christian Oerstedt, der englische Wissenschaftler Michael Faraday und der schottischen Mathematiker und Physiker James Clerk Maxwell die theoretischen Grundlagen dafür schufen.

Hans Christian Oerstedt entdeckte 1820 die Fähigkeit des elektrischen Strom ein magnetisches Feld zu erzeugen. Michael Faraday schloss daraus, dass umgekehrt mit Hilfe von Magnetfeldern elektrischer Strom erzeugt werden könne. Seine Experimente bestätigten diese Annahme. Aber es gelang ihm aufgrund fehlender Kenntnisse nicht diese Theorie mit mathematischen Gleichungen darzustellen. 30 Jahre später entwickelte James Clerk Maxwell eine für den technischen Fortschritt sehr bedeutende Differentialgleichung, die Faradays Theorie endgültig nachweisen konnte.

Sechs Jahre nach seinen ersten Versuchen mit Radiowellen entdeckte Heinrich Hertz nun auch die Mikrowellen. Doch seit 1886 musste fast ein halbes Jahrhundert vergehen bis diese erstmals technisch genutzt werden konnten.

Eigenschaften

Elektromagnetisches Spektrum

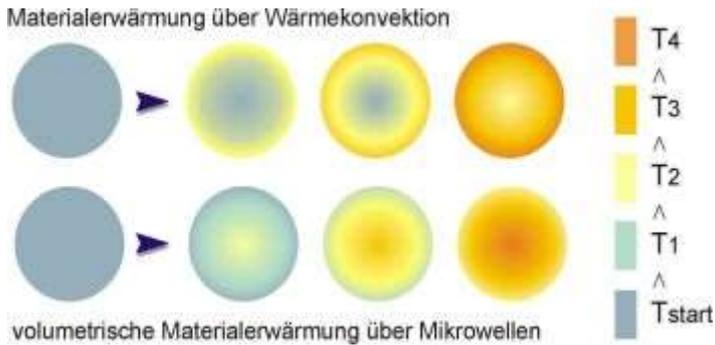


Quelle: [Informationszentrum Mobilfunk](#)
 Urheber: Informationszentrum Mobilfunk e.V.
 Beschreibung: Elektromagnetisches Spektrum

Mikrowellen befinden sich im hochfrequenten Bereich der elektromagnetischen Wellen. Ihr Frequenzbereich reicht von 300 Millionen bis 300 Milliarden Hertz (1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde). Die Wellen sind zwischen einem Millimeter und einem Meter lang, während das sichtbare Licht gerade einmal eine Wellenlänge von 400 bis 700 Nanometern hat. Daher sind sie für den Menschen unsichtbar.

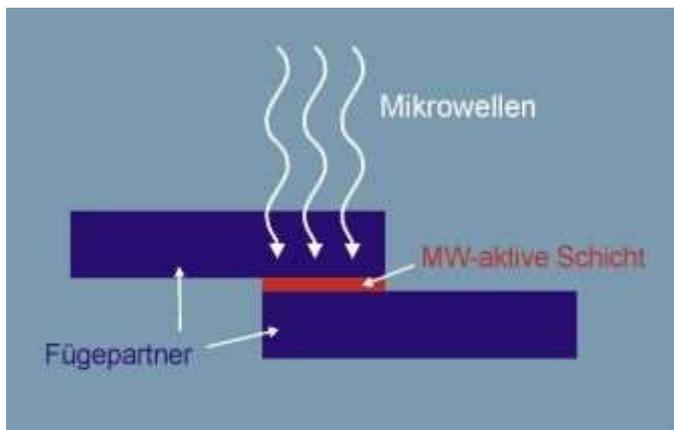
Trotzdem können Mikrowellen wie Licht reflektiert und gebrochen werden. Sie breiten sich wie alle elektromagnetischen Wellen in Lichtgeschwindigkeit aus und man kann sie interferieren. Das heißt die Wellen können überlagert werden. Metalle und elektrische Leiter reflektieren Mikrowellen, absorbieren sie aber nur wenig. Zur Isolation eignet sich vor allem Teflon und Glas. Besonders absorbierend sind Ferrite, aber die meisten Keramiken sind für Mikrowellen durchlässig.

Vorteile der Mikrowellentechnik



Bei einer konventionellen Erwärmung, wie es bei einem Backofen der Fall ist, muss die Wärme erst von außen zugeführt werden. Der Kern des Materials ist schlecht erreichbar. Die Erwärmung eines Materials findet bei einer Mikrowellenbestrahlung von innen nach außen statt. Durch die volumetrische Materialerwärmung können Materialien schneller erwärmt werden, wenn sich diese von innen nach außen ausbreitet. Der Wirkungsgrad der Umwandlung von Mikrowellenphotonenenergie zu Wärmeenergie beträgt 100 Prozent. Dafür geht bei der Erzeugung von Mikrowellen viel Energie verloren.

Dadurch dass sich Mikrowellen in Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, findet bei der Energieumwandlung zu Wärme keine Verzögerung statt. Es entstehen keine ungewollte zeitaufwendige Abkühl- und Aufwärmphasen statt. Es ist also auch ein Erhitzen in einer relativ kurzen Zeitspanne möglich.



Quelle: [Fraunhofer-Institut](#)

Urheber: Fraunhofer-Gesellschaft, Hansastraße 27 c, 80686 München

Beschreibung: Selektive Erwärmung

Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der Möglichkeit einer selektiven berührungslosen Erwärmung. Bei einer bestimmten Frequenz lassen sich lediglich leitfähige Kunststoffe ansprechen. Dies lässt Mikrowellen für das Fügen von dafür geeigneten Materialien attraktiv erscheinen. Dabei wird nur das dafür vorhergesehene leitfähige Kunststoff, das sich wiederum zwischen zwei anderen Materialien befindet, zum Schmelzen gebracht. Die sich darum liegenden Fügepartner werden nicht durch Erhitzen beschädigt oder verformt, vorausgesetzt, dass diese eine geringe Absorptionsfähigkeit von Mikrowellen aufweisen.

Mikrowellen können aufgrund ihrer Wellenlänge sehr gut zum Anregen von Schwingungen der Dipol- und Multipolmoleküle verwendet werden. Das bekannteste Beispiel dafür ist das dipolare Wassermolekül. Es richtet sich ständig nach elektromagnetischen Wechselfeldern und gerät dadurch in Schwingung. Dieser Vorgang beruht also nicht auf einer Resonanzfrequenz, wie vielfach behauptet wird. Eine Resonanz des Wassermoleküls wird erst ab einer Frequenz von 22,23508 GHz erreicht. Für eine Schwingung reicht eine Frequenz von gerade einmal 2,45 GHz aus. Das ist sehr vorteilhaft für die Verwendung im Mikrowellenherd, die eine Beschädigung des Erbguts bei Bestrahlung vermindert.



Quelle: [Wikipedia](#)

Urheber: Torsten Henning

Beschreibung: Warnzeichen vor nicht ionisierenden Strahlen

Gesundheitliche Risiken im Umgang mit Mikrowellen

Ionisierende Strahlen können Elektronen aus den bestrahlten Atome entfernen oder die Bindungen eines Moleküls zerstören, da die ausgesendeten Teilchen eine hohe Ionisierungsenergie besitzen. Oft bleiben positiv geladene Ionen zurück. Aufgrund dessen, dass auch die menschliche Desoxyribonukleinsäure (kurz: DNS) aus Molekülen besteht, werden je nach Strahlungsintensität Gene verändert oder zerstört. Die betroffenen Zellen werden dann zu hoher Wahrscheinlichkeit von einem intakten Immunsystem abgetötet. Aber im ungünstigsten Fall teilen sie sich ungehemmt und bilden bösartige Krebszellen, Tumore. Bei den Mikrowellen handelt es sich aber um nicht ionisierende Strahlen. Die Photonenenergie ist

zu gering um einen Schaden an Molekülen anzurichten. Sie tragen sogar zur Krebsbehandlung bei. Dabei wird betroffenes Gewebe aufgeheizt.

Im Mikrowellenherd erwärmte Speisen weisen eine ähnliche Nährwertveränderung auf wie konventionell erwärmte Nahrungsmittel. Untersuchungen belegen aber, dass sich beim Erhitzen von Milch die Aminosäure D-Prolin bilden kann. Allerdings wurden diese Versuche unter Laborbedingungen durchgeführt. Handelsübliche Mikrowellenherde erreichen diese Bedingungen nicht, zumal die Milch im Labor in einem unter Druck stehenden Behälter auf über 170 Grad erhitzt wurde.



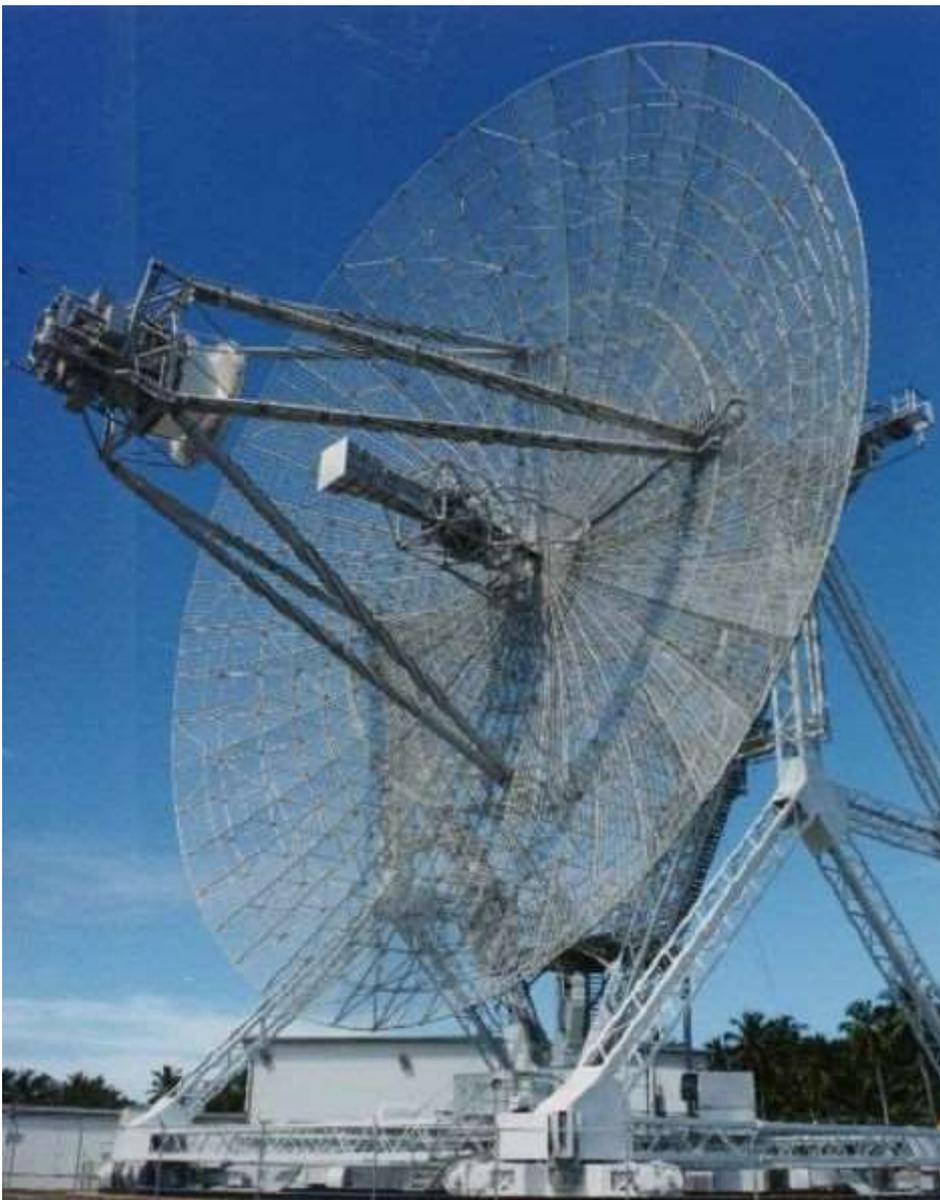
Urheber: Alexander Hunt
Beschreibung: Lichtdurchlässiges Metall-
abschirmgitter eines Mikowellenherdes

Die Gefahr bei mit Mikrowellen bestrahlten Speisen besteht darin, dass sich die Wärmeentwicklung ungleichmäßig ist. Es kann durchaus vorkommen, dass die Temperatur innerhalb einer Nahrung über 100 Grad Celsius heiß ist, während auf der Oberfläche Zimmertemperatur herrscht, was sich aus der volumetrische Materialerwärmung der Mikrowellen ergibt. Bekannterweise sterben viele gesundheitsgefährdende Keime erst ab einer Temperatur von 80 Grad Celsius.

Die Leistung der in Mikrowellenherd erzeugten Strahlen genügt, um einem Menschen schwerste innere Verbrennungen zuzufügen. Deshalb sind intakte Geräte in der Regel gut abgeschirmt. Dennoch können Strahlen entweichen. Vor allem Verbrennungen im Bereich der Augen sind gefährlich und können zur Erblindung führen, weil sich das Kammerwasser und der Glaskörper des Auges bei Erhitzung ausdehnt und der dabei entstehende Druck die Sehzellen zerstört. Bei Betrieb sollte daher genügend Abstand gehalten werden und die Stationierung des Mikrowellenofens in Augenhöhe vermieden werden.

Ob eine Gefahr von Kommunikationssystemen wie Mobiltelefone, die Mikrowellen zur Übertragung von Daten nutzen, ausgeht, kann zum heutigen Zeitpunkt weder widerlegt noch bewiesen werden. Langzeitstudien fehlen bisher noch. So gesehen sind wir alle Probanden zukünftiger Studien.

Anwendungsgebiete



Quelle: [Wikipedia](#)

Urheber: U.S. Army

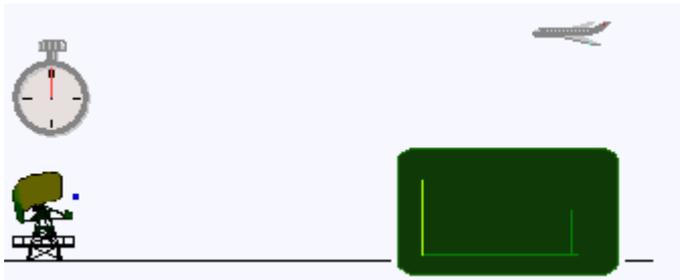
Beschreibung: Radarantenne der
U.S. Armee

Radartechnik

Das Radar (= Radio Aircraft Detection and Ranging) war die erste technische Anwendung der Mikrowellen. Nachdem zunächst Radiowellen verwendet wurden, entwickelten mehrere Staaten unabhängig voneinander in den Dreißiger Jahren des 20. Jahrhundert Radargeräte, die Mikrowellen zur Ortung nutzen. Radaranlagen senden gebündelte Mikrowellen aus, die Metalle reflektieren. Dieses Echo wird dann von der Radaranlage empfangen. Da die Wellen sich in Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, kann aus der Zeitspanne zwischen Aussenden und Empfang der Wellen die Entfernung eines Objekts mit der Gleichung $\text{Entfernung} = \text{Lichtgeschwindigkeit} \cdot \text{Laufzeit} / 2$ errechnet werden. Durch eine Drehung der Radaranlage erhält man die Himmelsrichtung, in dem sich das angepeilte Objekt befindet. So kann innerhalb ein sehr großen Reichweite die Position von Flugzeugen, Schiffen, U-Booten, Wolken und ähnlichem

erfasst werden. Moderne Radargeräte können sogar Konturen des Objekts erkennen. Es ist sogar möglich bei guten Bedingungen Bilder von Planeten zu erstellen.

Durch Verwendung der Absorptionsfähigkeit von Ferriten ist es dem US-Militär gelungen Kampfbomber für manche Radaranlagen beinahe unsichtbar zu machen. Jedoch können nicht alle elektromagnetische Wellen absorbiert werden und geringe Mengen werden immer reflektiert.



Quelle: [Wikipedia](#)

Urheber: Christian Wolff

Lizenz: [Creative Commons](#)

Beschreibung: Funktionsweise einer Entfernungsbetimmung mit Radar

Nutzung zur Kommunikation

Zur Übertragung von Mobiltelefongesprächen werden Mikrowellen verwendet. In Europa wird vorwiegend das Band GSM-900 genutzt. Dabei werden Frequenzen um 900 MHz verwendet. Weitere ähnliche Anwendungsbeispiele sind das zur kabellosen Erstellung von Computernetzwerken genutzte [WLAN](#), der digitale terrestrische oder satellitengestützte Fernsehfunk [DVB](#), das DECT-Telefon und das zur Positionsbestimmung gedachte GPS.



Quelle: [Wikipedia](#)

Urheber: Hans-Dieter Lang ,
Roman Gassmann
Beschreibung: Magnetron eines
Mikrowellenherdes

Mikrowellenherd

Der Mikrowellenherd eignet sich besonders gut zum schnellen Erwärmen von Speisen kleinerer Portion. Elektrischer Strom wird mit Hilfe eines Magnetrons, der Kathodenstrahlen erzeugt, in Mikrowellen umgewandelt. Die Elektronen werden durch eine Glühkathode mittels Anode beschleunigt. Dabei entscheidet die Bauform des Magnetrons die Frequenz der elektromagnetischen Wellen. Auch Röntgenstrahlen können mit einem Magnetron erzeugt werden. Die Energieumwandlung von Mikrowelle zu Wärmeenergie beruht nicht auf Resonanz, sondern auf die ständige Ausrichtung von Multipolmolekülen oder Dipole, wie H₂O, auf elektromagnetische Wechselfelder. Sie geraten in Schwingung und diese Molekülschwingung erzeugt eine Temperaturerhöhung.

Strahlenwaffe

Das US-Militär plant einen Einsatz von einer auf Mikrowellentechnik basierender Strahlenwaffe für 2010. Sie soll unerträgliche Schmerzen im menschlichen Körper hervorrufen und im Rahmen von Demonstrationen und Angriffen auf das Militär im Irak eingesetzt, um Angreifer und Demonstranten ähnlich wie bei Wasserwerfern zum Rückzug zu animieren. Wird ein Mensch anvisiert, erwärmt sich sein Gewebe um ca. 18 Kelvin. Die Körpertemperatur beträgt dann 55 Grad Celsius.