



*Teller mit Goldrand sollen nicht in die Mikrowelle. Weshalb eigentlich nicht? Darf man denn dort etwa gar keine Metalle erhitzen? So eng stimmt das gewiß nicht, zum Beispiel gehört in das mit Mikrowellen zu erhaltende Teeglas voll Wasser sogar ein Metall-Löffel hinein. Kurios – Energiesparlampen und Gurken leuchten in dem von Funk-Wellen durchströmten Ofen auf, Goldränder sprühen wie kleine Wunderkerzen. Wie kann man sich diese Phänomene in der weitverbreiteten Küchenhilfe erklären?*

Daß man mit Radar Schokolade erweichen kann, war 1945 eine eher zufällige Entdeckung von Percy LeBaron Spencer (1894–1970). Bei Raytheon baute er dann 1947 den ersten, noch kühlstrankgroßen Mikrowellenherd. Herzstück eines solchen Aufwärmofens war damals wie heute ein Hochfrequenzsender. Eine mit Hochspannung betriebene Magnetfeldröhre (Magnetron) erzeugt Frequenzen von 2,455 Gigahertz. Die Wellenlänge beträgt dabei knapp 13 Zentimeter nach der Formel: Lichtgeschwindigkeit durch Frequenz gleich Wellenlänge. Im 13-Zentimeter-Band der elektromagnetischen Wellen ist von 2400 bis 2483,5 Megahertz ein Frequenzbereich von der ITU (International Telecommunication Union) als ISM-Band ausgewiesen worden. ISM erklärt, wer da senden darf: Industry Science Medical – oder wie es in einer deutschen Vorschrift heißt: „Hochfrequenzgeräte für industrielle, wissenschaftliche, medizinische, häusliche oder ähnliche Zwecke sowie für Fernwirkanlagen“. Es gibt genaue Vorschriften, wie schwach die Aussendungen zu sein haben, mit denen man dabei „in die Luft geht“. Das tun auch Radioamateure, weil man sich im Gegensatz zu den Mikrowellen für die Küche Funkgeräte für so kurze Wellen meist selbst bauen muß. Störungen in den ISM-Bereichen müssen in Kauf genommen werden. Denn dort darf jeder mit umgerechnet 100 Milliwatt funken, kostenlos und ohne eine besondere Zulassung. Wireless LAN zum Beispiel und Bluetooth-Verbindungen zwischen Handy und Headset arbeiten auf ISM-Frequenzen. Bei der Küchen-Mikrowelle hat die Frequenz rein gar nichts mit einer „Resonanzfrequenz von Wasser“ zu tun, wie viel geglaubt wird.

Einwandfrei arbeitende Mikrowellenherde entlassen nach außen etwa ebensowenig Strahlung wie ein Handy im Gesprächszustand. Innen ist dagegen die Hölle los – jedenfalls wird es dort

heiß. Der Herd ist so konstruiert, daß sich in seinem Innern eine stehende Welle aufbaut. Daher sollen Mikrowellenherde auch nicht leer betrieben werden. Dann kann der Strahler zuwenig von seiner Energie abgeben, und das Magnetron könnte überhitzen. Durch das Fenster der Tür kann man zwar gucken, in dessen Glas aber verhindert ein Vorhang aus Metallfäden das Austreten von Strahlung. Die Tür schaltet mit einem einfachen Kontakt den Sender sofort aus, wenn sie geöffnet wird.

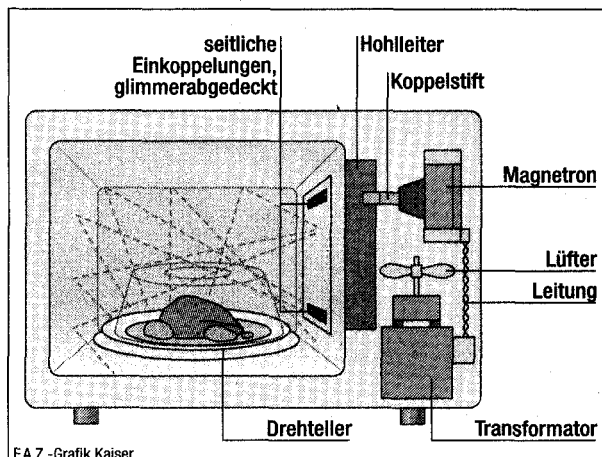
Stehende Welle bedeutet, daß sich Wellen zu besonderer Höhe aufschaukeln. Das führt zu örtlichen Feldmaxima, und deshalb werden die Speisen auf einem Teller gedreht. Die Strahlen reichen nur wenige Zentimeter ins Innere des Garguts, exponentiell abnehmend. Technisch nennt sich das Eindringtiefe, die man über den Abstand definiert. Gelegentliches Umrühren ist bei Zähflüssigem also ratsam.

Was wir in die Mikrowelle stellen, ist meist kein guter elektrischer Leiter. Die Luft schon gar nicht. In ihr treten Funkenentladungen erst bei örtlichen Spannungen von Millionen Volt je Meter gleich Tausenden von Volt je Millimeter auf. Die stehenden Mikrowellen können zunächst nur Feldstärken von einigen zehntausend Volt je Meter aufbauen. Einen Goldrand aber, diesen guten Leiter, polarisiert das starke elektrische Feld allerdings ganz schnell. Schon in etwa  $10^{-18}$  Sekunden verteilen sich da die Elektronen um. Es entstehen hohe Spannungen zwischen einzelnen Stellen des Goldrands, so hoch, daß sie sich über die Luft ausgleichen können. Das geschieht blitzartig und kann auch schon einmal den schmalen Rand ganz durchbrennen und an der Schmelzstelle einen Lichtbogen erzeugen. Wie bei einem Van-de-Graaf-Generator – oder einem Blitz – wird dabei die Luft örtlich

ionisiert, sie wird zu leitfähigem Plasma. Bei einem Blitz bliebe nach einer Entladung bald der Energienachschub aus. In der Mikrowelle kann der Effekt weitergehen, wenn über das Magnetron weiter Energie zugeführt wird. Wie beim Schweißen entstehen Lichtbögen, die sich wie kleine Protuberanzen ausweiten. „Vom heißen Goldrand verdampfen Goldatome ins Plasma. Elektromagnetische Übergänge in diesen Atomen bewirken eine etwas andere Leuchtfarbe als bei Überschlägen in reiner Luft, etwa von Gabelspitzen weg“, schreibt uns dazu erklärend Professor Roland Berger von der Universität Os-nabrück.

Legt man einen Streifen Lametta oder etwas zurechtgeschnittene Alufolie in die Mikrowelle, so brennt das wie eine Schmelzsicherung an einer dünnen Stelle durch. Andererseits hilft ein metallener Löffel, Flüssigkeit schnell zu erwärmen, und schadet nicht. Auf der Metalloberfläche von CDs lassen sich in wenigen Sekunden schöne Lichtenberg-sche Figuren erzeugen.

Da für gewöhnlich keine Lichtbögen auftreten, bewirkt das örtlich sehr starke elektromagnetische Wechselfeld stets nur eine Erwärmung. Direkte, bleibende Ionisierungen sind selbst nach Licht- und Lärmerscheinungen ausgeschlossen – es handelt sich ja nicht um Röntgenstrahlen, die billionenmal schneller schwingen. Ist der Ofen aus, so ist alle Wirkung vorüber. Mit Mikrowellen erwärmte Speisen oder erhitztes Wasser unterscheiden sich chemisch und physikalisch nicht von nicht von „unverstrahltem“, offen und nur von außen Erwärmtem, auch wenn Strahlengläubige das Gegenteil zu behaupten wagen. Einem Teller mit Goldrand aber mögen die kurzen Wellen schon sein Dekor unwiderruflich angeknabbert haben. fj.



F.A.Z.-Grafik Kaiser

*Tassen mit Goldrand sind nichts für die Mikrowelle. Die gute elektrische Leitfähigkeit des Metalls führt nämlich zu hohen Spannungen zwischen den einzelnen Stellen des Goldrands, die sich schon mal in Form eines kleinen Lichtbogens entladen können.*