

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 43 (1970)
Heft: 6

Artikel: Anwendungsgebiete der Hochfrequenztechnik : Mikrowellenherde
Autor: Hübner, Roland
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-562682>

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: 08.02.2025

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

Anwendungsgebiete der Hochfrequenz- technik: Mikrowellenherde

- 12-m-Parabolantennen: Grossbritannien, Vereinigte Staaten, Bundesrepublik Deutschland, Norwegen, Italien und Türkei.
- 6-m-Parabolantennen: Dänemark, Griechenland, Portugal, Holland, Kanada und Vereinigte Staaten.

Standard Elektrik Lorenz zeichnet für Systemplanung, Leitung, Bau, Lieferung und Installation verantwortlich und wird ausserdem die militärische Besatzung sowie Wartungsmannschaften ausbilden. Ferner beteiligen sich an dem Projekt die Firmen GEC/AEI (Grossbritannien) und Brown Boveri (Deutschland), die die Antennensysteme liefern werden, Rohde & Schwarz (Deutschland) für Oszillatoren und Prüfausrüstung sowie Selenia (Italien) für die HF- und Modulationsausrüstung.

Einzelne NATO-Länder werden eventuell einige Schiffe mit kleinen Empfangs- und Sendestationen ausrüsten, die jedoch von den jeweiligen Ländern zu beschaffen und zu bezahlen sind.

Das System soll zur Übermittlung von Nachrichten der militärischen Dienststellen und des NATO-Rats dienen und wird sicher aufgrund seiner grossen Überlegenheit bald das weiterbestehende System ACE HITH Scatter überflügeln.

Aus: Interavia Genf Nr. 2/1970

Die technische Ausführung eines Mikrowellenherdes

Wie im ersten Teil bereits erwähnt wurde, stellt der Koch- oder Garraum eines Mikrowellenherdes einen Hohlraumresonator dar, der durch eingespeiste Hochfrequenzenergie zu Schwingungen angeregt wird (Fig. 9). Die Resonanzwellenlänge λ ergibt sich bei einem annähernd kubischen Hohlraum mit

$$\lambda_{\pi} = \frac{2}{\left[\left(\frac{m}{a_x} \right)^2 + \left(\frac{n}{a_y} \right)^2 + \left(\frac{o}{a_z} \right)^2 \right]^{1/2}}$$

a_x, y, z Kantenlänge des Hohlraumes

m, n, o ganze Zahlen, welche die Zahl der Halbwellen längs der betreffenden Kante angeben.

Falls die Kantenlängen wesentlich grösser als die Wellenlänge der vom Magnetron ausgesandten Schwingung (von $\lambda \approx 12,5$ cm) sind, dann ergeben sich viele engbenachbarte Resonanzwellen. Damit bilden sich im Garraum stehende Wellen, an denen die Feldstärke sehr gross und andere bei denen sie sehr klein ist. Die Folge wäre eine unterschiedliche Erwärmung des Kochgutes.

Aus Zweckmässigkeitsgründen muss man den Kochraum aber grösser als die Wellenlänge machen, was natürlich eine ungleichmässige Erwärmung im Raume zur Folge hat. Man kann aber diesem Nachteil durch einen technischen Trick begegnen und eine bis auf $\pm 20\%$ gleichmässige Erwärmung im Garraum erreichen:

1. Die Verwendung einer rotierenden Antenne im Garraum, welche die Verteilung der stehenden Wellen fortlaufend ändert; ein solcher rotierender «Sekundärstrahler», auch Hochfrequenzquirl genannt, ist in Fig. 9 und 11 zu sehen.
2. Mehrfacheinkopplung der Hochfrequenzenergie in den Resonator.

Damit nimmt man den Schwingungsformen ihren selektiven Charakter und erreicht eine genügende Gleichheit der Feldverteilung im Garraum. Gleichzeitig wird dadurch die Breitbandigkeit der Anpassung an das Magnetron verbessert. Damit dieses im Leerlauf nicht überbeansprucht wird, muss man eine genügend hohe Grunddämpfung, z. B. durch Wahl von Wandmaterialien verminderter elektrischer Leitfähigkeit (wie rostfreier Stahl V2A) vorsehen. Dadurch wird ein Teil der Leerlauf-HF-Energie absorbiert. Weitere Dämpfungen ergeben sich aus dem meist zusätzlich eingebauten Infrarotstrahler, den Sekundärstrahler, sowie notfalls noch Blenden. (Siehe Fig. 9).

Die Zuführung der Hochfrequenzenergie vom Magnetron zum Garraum erfolgt über Rund- oder Rechteckhohlleiter (Fig. 7), notfalls über Koaxialkabel. Die Ankopplung vom Hohlleiter in den Garraum geschieht im einfachsten Fall mit einem Dipol (Fig. 9 und 10) parallel zur Längsrichtung des Rechteckhohlleiters. Die Abmessungen des Hohlleiters sind dabei so zu wählen, dass sich eine H_{10} -Welle in ihm ausbildet.

Abschliessend sei noch ein Beispiel des Gesamtaufbaus eines Mikrowellenherdes schematisch dargestellt (Fig. 11). Es gibt natürlich eine ganze Reihe möglicher Varianten. Heute existieren sehr erprobte und zweckentsprechende Modelle auf dem Markt.

ABENDSCHULE für AMATEURE und SCHIFFSFUNKER

Kursort: Bern
Beginn: jährlich im September

Auskunft und Anmeldung:
Postfach 1308, 3001 Bern
(Telephon 031 / 62 32 46)



SANTIS

Batterien für alle Zwecke

SANTIS Batteriefabrik
J. Göldi RÜTHI/SG

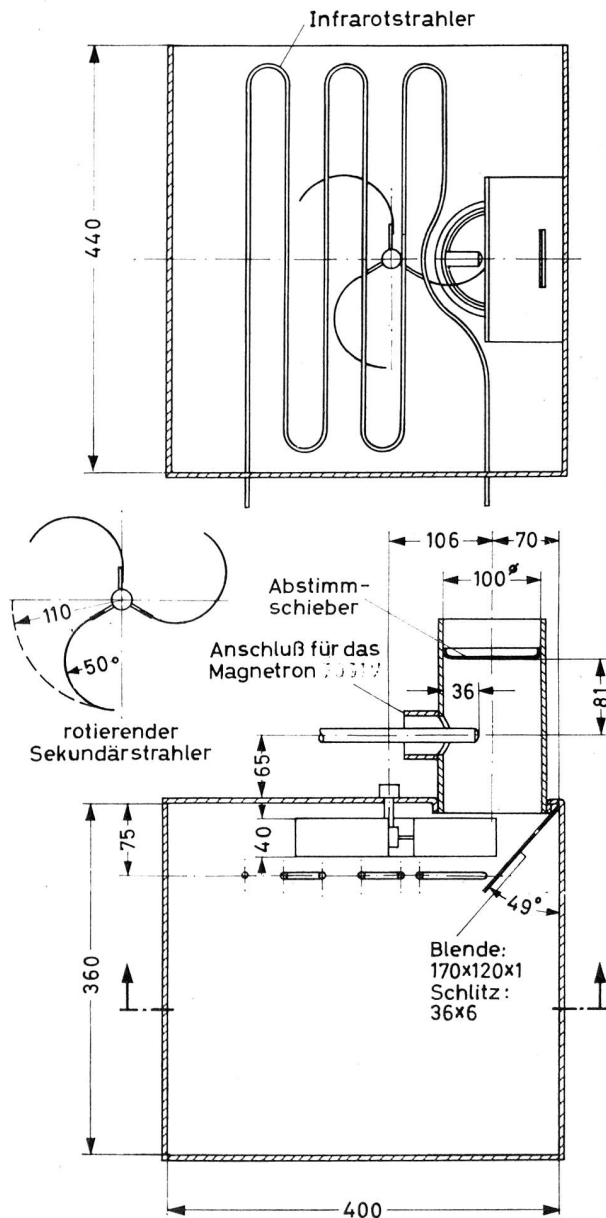


Fig. 9 Arbeitsraum eines Mikrowellenherdes mit Hohlraumresonator, Infrarotstrahler und rotierendem Sekundärstrahler, nach Philips (Valvoberichte VII/1).

Wie aus Fig. 11 hervorgeht, gliedert sich ein Mikrowellenherd in

- den Garraum, in dem das Kochgut durch Hochfrequenz erhitzt wird,
- den Schwingungserzeuger und Hochfrequenzenergie-lieferanten, das Magnetron,
- die Stromversorgung (Gleichrichterteil),
- die Zusatzeinrichtungen wie Hochfrequenzquirl, Infrarotstrahler, Zeitschalter, Lüfter, Kühlgebläse usw.

Das Kochgut im Herdraum stellt das einzige Material dar, welches praktisch Energie absorbiert und in Wärme umwandelt.

Praktischer Betrieb mit dem Mikrowellenherd

Die folgenden drei Eigenschaften, die im Mikrowellenherd zur Geltung kommen, bilden die Grundlage für seine Arbeitsweise:

- Mikrowellen werden von Metallflächen reflektiert, ohne das Metall selbst zu durchdringen und ohne es dabei zu erhitzen,
- Mikrowellen durchdringen dagegen isolierende Stoffe, ohne dass dabei merkliche Verluste auftreten, so dass keine wesentliche Erwärmung dieser Stoffe stattfindet. Die Mikrowellenenergie geht praktisch verlustlos durch sie hindurch. Das ist ein besonderer Vorteil, da es erlaubt, einfachste Auflagen für das Kochgut zu verwenden; es kann in seiner Verpackung oder auf dem Essteller aufgeheizt werden. Wesentlich ist dabei, dass es sich um Isoliermaterial mit kleinem elektrischen Verlustwinkel handelt. Als solches eignet sich besonders gut: Porzellan, Glas, Kunststoff, Karton usw.

Bei der dielektrischen Erwärmung wird die dielektrische Komponente ausgenutzt. Für die erzeugte Wärmeleistung P_w gilt näherungsweise $P_w \approx E^2 \cdot f \cdot \zeta \cdot \text{tg} \vartheta$ oder $(k \cdot P_0)^2 \cdot f \cdot \zeta \cdot \text{tg} \vartheta$ wobei E = elektrische Feldstärke, k = Konstante, P_0 = Ausgangsleistung des Magnetrons, f = Magnetronfrequenz, ζ =

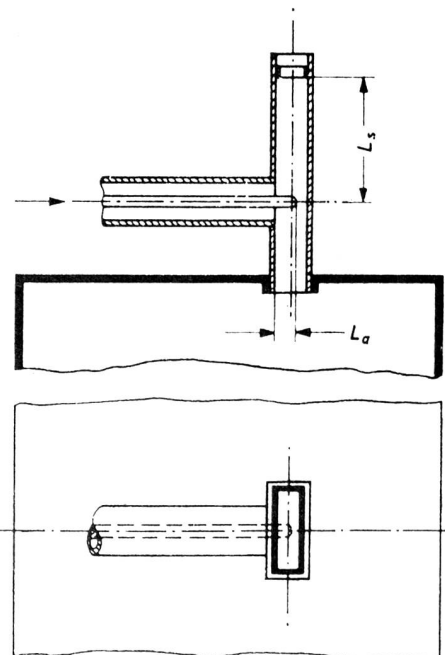


Fig. 10 Beispiel einer Ankopplung vom Magnetron über Hohlleiter in den Garraumresonator. Er ist so ausgebildet, dass die H_{10} -Wellenschwingung entsteht. Der Abgleich erfolgt durch Verstellen von L_s und L_a (nach Valvo).

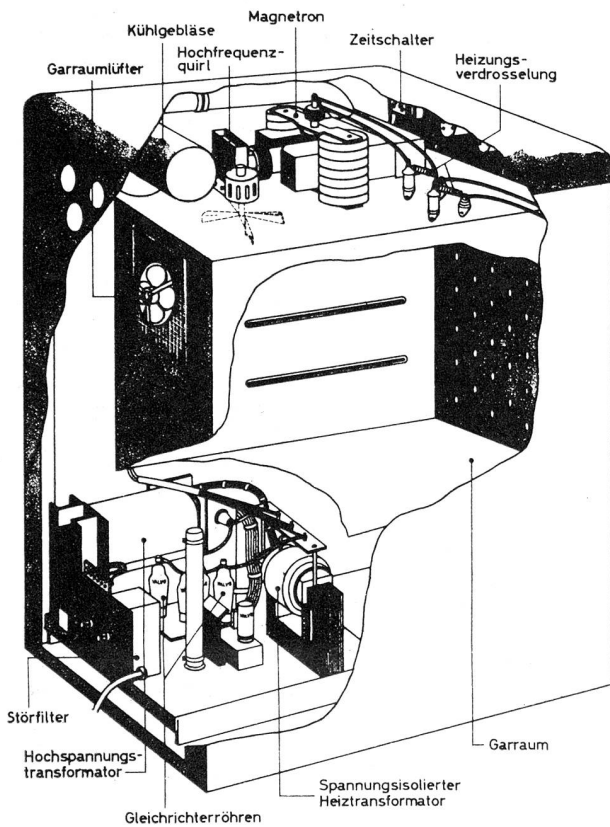


Fig. 11 Schema eines Aufbaus eines Mikrowellenherdes, (nach Philips-Valvo).

Dielektrizitätskonstante, $\text{tg } \vartheta =$ elektrischer Verlustwinkel. Da P_0 und f feste Werte sind, lässt sich auch schreiben: $P_w \approx K \cdot \zeta \cdot \text{tg } \vartheta$.

Mikrowellen werden von organischen Stoffen, zu denen die meisten Nahrungsmittel gehören absorbiert. Nahrungsmittel besitzen einen hohen Verlustwinkel, so dass sie sich gut und rasch erwärmen lassen. Diese Eigenschaft wird im Mikrowellenherd ausgenutzt.

Der Kochvorgang

Die Erwärmung der Speisen auf konventionelle Art geschieht indirekt, d. h. der elektrische Strom in der Kochplatte erwärmt zunächst die Heizspirale und diese heizt durch Wärmestrahlung die Kochplatte auf, von der wiederum durch Wärmeleitung die Energie auf das Kochgeschirr übertragen wird. Die Wärmezufuhr von aussen in die Speisen geschieht vorwiegend durch Wärmeleitung ins Innere des Kochgutes. Es ist begreiflich, dass der Wirkungsgrad bei dieser Art der Erwärmung relativ niedrig ist. Man versucht ihn dadurch zu verbessern, dass man Kochgeschirr mit plangeschliffenen Böden verwendet sowie Temperaturkontrolle und Automatik vorsieht. Man ist aber trotzdem an genügend lange Zubereitungszeiten gebunden, weil man bestimmte Temperaturbereiche nicht überschreiten kann.

Auch die Reinigung des Kochgeschirrs und des Backraumes bedeuten eine Belastung.

Ganz im Gegensatz dazu werden im Mikrowellenherd die Nahrungsmittel im Strahlungsfeld des Arbeitsraumes als Ganzes erwärmt. Es treten keine Wärmeverluste in den Behältern auf, die Wärme entsteht im Nahrungsmittel selbst, die Verluste in den Unterlagen (Tellern oder Verpackungen) bleiben vernachlässigbar klein. Man bezeichnet diesen Vorgang als «Volumerhitzung». Da der verlustreiche Weg über Kochgefäß und Kochplatte entfällt, verkürzt sich auch die Kochzeit erheblich. Die Nahrungsmittel werden im Mikrowellenherd in einem Bruchteil der Zeit, die zum traditionellen Kochen nötig ist, gar bereitet. Darüber hinaus ergeben sich mit dem Mikrowellenherd noch folgende Vorteile:

- Temperatur und Zubereitungszeiten können in weiten Grenzen frei gewählt werden,
- Der Herd und das Kochgeschirr bleiben kalt, keine Verbrennungsgefahr,
- Wegen Wegfall der Verluste ist der Wirkungsgrad hoch,
- Das Kochgut kann auf dem Behälter (Porzellanteller) erwärmt werden auf dem es serviert wird. Oft genügt auch ein Pappteller oder Plastikbehälter,
- Höchste Schonung des Kochgutes. Die für unsere Ernährung und den Zellaufbau wichtigen Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente bleiben erhalten. Alle übermäßigen Zusätze von Wasser, Salz und Fett können weggelassen, daher ideal für Diät- und Schonkost.
- Weniger Küchenhitze,
- Kein Anbrennen der Speisen mehr,
- Das natürliche Aroma der Speisen bleibt erhalten. Obst und Gemüse können ohne Wasser zubereitet werden, wodurch Farb- und Geschmacksstoffe erhalten bleiben. Selbst nach einem mehrmaligen Aufwärmen bleiben Geschmack und Aussehen der Speisen weitgehend unverändert,
- In grösseren Gaststätten Personaleinsparung.

Ausser diesen Vorteilen eines Mikrowellenherdes ergeben sich mit ihm noch folgende interessante Kochmöglichkeiten:

Wird eine schöne Bräunung der Speisen gewünscht, so lässt sich diese mit dem in jedem modernen Herd eingebauten Infrarotstrahler in Sekundenschnelle erreichen. Mikrowellenstrahlung erzeugt nämlich keine Oberflächenbräune, da es sich hier um einen sich über das ganze Kochgut erstreckenden gleichmässigen Erwärmungsprozess handelt.

Fertig vorgekochte Speisen lassen sich äusserst rasch im Mikrowellenherd auf Speisetemperatur bringen.

Das Essen braucht erst kurz vor der Mahlzeit zubereitet zu werden, denn die Kochzeiten sind kurz, wie aus den folgenden Angaben hervorgeht, die den Mitteilungen der «Metall-Zug» über Mikrowellenkochen entnommen sind:

1 kg Schweinebraten	12 min
2 Forellen blau	3 min
3 Poulets	10 min
1 Schnitzel (ca. 150 g)	2 min

Besonders wirtschaftlich ist die Zubereitung von frischen Lebensmitteln die keinen Einweichungsprozess verlangen wie Frischfleisch, Geflügel, Fisch usw. Geringer Fettver-

brauch, Vermeidung von Anbrennen und Kochverlusten sind dabei oft geschätzt. Tiefgefrorene Gerichte müssen erst vorgetaut werden, am besten im Kühlschrank, um sie nachher bei Zimmertemperatur allmählich aufzutauen. Erst dann kommen sie in den Mikrowellenherd.

Spezielle Anwender

Als solche kommen in erster Linie in Betracht: das Gastgewerbe: Hotels, Diätrestaurationen, Snackbars, Rasthäuser usw. Verpflegungsstätten am Arbeitsplatz, Kantinen usw. Spitäler, Sanatorien, Kliniken usw. Reiseservice: Schiff, Flugzeug, Eisenbahnspesewagen usw. Grössere Haushalte, solche spezieller Art (Ärzte usw.).

Industrielle Ausführungen

Stellvertretend für viele sollen hier 2 Ausführungen bewährter industrieller Mikrowellenherde erwähnt werden:

1. Philips-Mikrowellenherd;

Aufbau nach Fig. 9, in Würfelform mit folgenden Hauptdaten:

- Ausgangsleistung ca. 1900 W, mit Einstellmöglichkeit für halbe Leistung,
- aufgenommene Leistung 4800 W, zusätzlich für Grill, je nach Ausführung (ca. 4000 W), Arbeitsfrequenz 2450 MHz,
- Verwendung eines robusten Philipsmagnetrons in Metall-Keramikausführung (YJ 1082),
- zusätzliche Infrarotheizung,
- gute Feldverteilung durch rotierenden Hochfrequenzquirl,
- Garraum und Frontplatte aus rostfreiem Stahl V2A,
- Aussenmasse 600 · 600 · 600 mm. Innenmasse des Kochraumes 220 · 500 · 275 mm,
- Gesamtgewicht 180 kg,
- besonderes Luftkühlungssystem für Magnetronröhre und Gerät,
- Drucktastenschaltung mit Kontrolleuchten und Timer, einschliesslich der notwendigen Sicherheitsvorrichtungen.



Fig. 12 MIWELL-Mikrowellenherd der Metallwarenfabrik Zug, (6301 Zug).



Fig. 13 Garraum des MIWELL-Herdes.

2. MIWELL-Mikrowellenherd

Ausführung geht aus Fig. 12 und 13 hervor. Seine besonderen Eigenschaften sind:

- Ausgangsleistung ca. 1800 W mit 5 einstellbaren Leistungsstufen, nach Wunsch dosierbar, Kontrolle durch Instrument,
- aufgenommene Leistung 3400 W plus 4500 W für den Grill, Arbeitsfrequenz 2450 MHz,
- luftgekühltes Magnetron,
- zusätzliche Infrarotheizung vom Typ «Salamander»,
- 3 steckbare motorangetriebene Drehspiesse,
- Kochraum aus rostfreiem Stahl, elektropoliert, mit Ablaufstutzen für Fett und Kondenswasser, vorn wegnehmbare Fettauffangschale mit Magneten festgehalten,
- Thermo-Schalter als Sicherung des wertvollen Magnetrons, bei evtl. Ausfall der Luftkühlung,
- gegen Bedienungsfehler geschützte Schaltung,
- zwei eingebaute einstellbare Zeituhren für Mikrowellenheizung und Grillwärmerung.

Die Bedienung ist relativ einfach. Bestimmte Handgriffe und Drucktasten sind in der Reihenfolge, wie in Bedienungsanleitung angegeben, zu bedienen. In den beigegebenen Kochbüchern sind jeweils Richtwerte für jedes Nahrungsmittel (Art und Menge) für die entsprechende einzustellende Leistungsstufe und die Zeit der Gardauer angegeben auf die der Zeitschalter jeweils einzustellen ist. Zum Beispiel: für 1 kg Rostbeef = Leistungsstufe 100 %, Gardauer 9 min, Infrareitschalter 12 min.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der **moderno** Mikrowellenherd sich bisher in der Praxis gut **bewährt** hat und dort seine Berechtigung hat, wo es auf **besonders** rasche Zubereitung der Speisen ankommt, wo es gilt die Arbeit zu rationalisieren, die Speisen geschmackvoller zu gestalten und eine bestimmte Diätkost zuzubereiten. Kochen, braten und backen erfolgt mit dem Mikrowellenherd in Minuten statt in Stunden. Seine unbestreitbaren Vorteile fordern natürlich einen wesentlich höheren Preis als für einen konventionellen Kochherd. Roland Hübner