Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 94 (2003)
Heft: 23

Artikel: Weniger Energieverbrauch beim Kochen
Autor: Maravic, Dursko
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857623

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: 15.07.2025

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

Weniger Energieverbrauch beim Kochen

Ein neues Verfahren zur Beurteilung der Effizienz von elektrischen Kochsystemen

Der Energieverbrauch von Kochsystemen wird heute anhand des so genannten Ankochwirkungsgrads beurteilt. Wie viel Energie zum Fortkochen benötigt wird, bleibt unberücksichtigt. Dieser Beitrag schlägt die Definition eines Gesamtwirkungsgrads vor und plädiert für ein neues geregeltes Kochsystem, das zu erheblichen Energieeinsparungen führen könnte.

Auf dem Markt werden verschiedene elektrisch betriebene Kochsysteme angeboten. Sie unterscheiden sich nicht nur in ihrer Funktionsweise, sondern auch in ihrem Wirkungsgrad.

Die gängigsten Kochsysteme sind in der Reihenfolge der jährlichen Verkaufszahlen in der Schweiz: Glaskeramikplatten mit Strahlungsspiralen, Massenkochplatten aus Grauguss und Induktionskochmulden. Auf die Funktionsweise dieser konventionellen Kochsysteme soll hier nicht näher eingegangen werden. Vielmehr werden Methoden, die den Wirkungsgrad der Systeme bestimmen, ausführlich beschrieben.

Dusko Maravic

Der energetische Gesamtwirkungsgrad, also die Güte der Umwandlung von elektrischer in thermische Energie (Wärme) – betrachtet über den gesamten Kochvorgang – ist bis anhin ungenügend definiert. Eine praktikable Definition steht bis heute nur für den so genannten Ankochwirkungsgrad zur Verfügung, der jedoch nur die anfängliche Aufheizphase beim Kochen erfasst. Als Mass für die Energieeffizienz eines Kochsystems ist der Begriff des Ankochwirkungsgrads daher nur sehr beschränkt zu gebrauchen. Schliesslich dauert ein Kochprozess immerhin eine gewisse Zeit, die für die Bestimmung des Gesamtwirkungsgrads erfasst werden müsste. Der vorliegende Berechnungsvorschlag zeigt, wie man den energetischen Gesamtwirkungsgrad eines Kochsystems berechnen kann.

Physikalische Grundlagen

Seiner Definition nach ist der Wirkungsgrad eines Systems gleich dem Verhältnis zwischen Nutzenergie und aufgewendeter Energie. Für den Fall des Ankochwirkungsgrads gilt eine entsprechend angepasste Definition: Mit der Nutzenergie ist die Wärmemenge des Wassers gemeint. Die aufgewendete Energie ist die elektrische Energie, die der Kochherd benötigt und die vom Energiemessgerät («Stromzähler») angezeigt wird. Der so errechnete Ankochwirkungsgrad ist durchaus ein wertvolles Indiz für die energetische Effizienz des Wasseraufheizens. Mathematisch lässt sich diese einfache Beziehung gemäss Formel 1 darstellen:

$$\eta_A \; [(m_w \cdot c_w \cdot \Delta T)/(P_{el} \cdot \tau_A)] \qquad (1)$$

mit

- η_A energetischer Ankochwirkungsgrad
- m_w Wassermenge in kg
- c_w spezifische Wärmekapazität des Wassers in J/kg · K
- ΔT Temperaturerhöhung des Wassers bei konstantem Druck in K
- P_{el} elektrische Anschlussleistung der Heizquelle in W
- τ_A Ankochzeit für die Temperaturerhöhung von 75 K in s.

In der Regel kann man den in den Prospekten der Hausgerätehersteller angegebenen Ankochwirkungsgrad nicht reproduzieren, es sei denn, man verwendet zufällig das gleiche Kochgeschirr wie in den Testversuchen des Geräteherstellers.

Ein namhafter Hausgerätehersteller gibt in seinem Prospekt folgende Ankochwirkungsgrade für verschiedene Kochsysteme an:

- Massenkochplatte (Grauguss-Kochplatte): 55%
- Glaskeramik mit Strahlungsheizkörper: 60%
- Glaskeramik mit Induktionsheizung: 75%.

Die angegebenen Ankochwirkungsgrade beziehen sich auf die Aufwärmung von 1 Liter Wasser um 75 K bei einer Heizleistung von 1800 W. Dabei sollte die Kaltwassertemperatur zwischen 15 und 20 °C liegen, damit die Messung nicht durch den beginnenden Siedevorgang bei 100 °C verfälscht wird (Energiezufuhr führt am Siedepunkt nicht zu einer Temperaturerhöhung).

An den vom Hausgerätehersteller angegebenen Ankochwirkungsgraden sieht man, dass schon allein für die Aufwärmung des Wassers 25–45% der Energie verloren gehen. Wie gross wird also der Wirkungsgrad am Ende eines gewöhnlich langen Kochprozesses noch sein? Ändert er sich mit dessen Dauer wesentlich? Die Antwort auf diese Fragen kann uns der

Conduction-Kochsystem

Dieses schnell regelbare Kochsystem verwendet High-Tech-Keramik aus Siliziumnitrid als Kochplatten (*Bulletin SEV/VSE 17/00*). Sie sind extrem dünn und leicht und werden mit einer metallischen Widerstandsschicht geheizt. Kochgeschirr aus dem gleichen Material garantiert einen hervorragenden Dauerkontakt mit der Platte und ermöglicht dadurch einen effizienten Wärmetransport und eine auf das Grad genaue Temperaturerfassung des Kochgutes. Die integrierte Elektronik gewährleistet eine zuverlässige Regelung und schützt vor ungewollten Zuständen wie Überhitzungen, Verbrennungen und Entflammen.

Die Kochplattentemperatur ist auf maximal 175 °C beschränkt und die Kochplatte wird automatisch ausgeschaltet, falls sie nicht oder zu lange benutzt wird. Die äusserst geringe Masse der Platte ermöglicht zudem eine schnelle Abkühlung der Kochplatte, was die Benutzersicherheit zusätzlich erhöht.

Im Gegensatz zu den heutigen konventionellen Kochsystemen sind dem Conduction-Kochsystem hinsichtlich seinem Design keine Grenzen gesetzt, da die Platten in beliebigen Formen hergestellt werden können.

Kochstelle (Heizungsart)	Ankoch-wirkungsgrad [%]	Gesamt-wirkungsgrad [%]
Massenkochplatte (Grauguss) P_{el} = 1500 W	59,4	65,1
Glaskeramik/Strahlungsheizung (Strahlung) P_{el} = 1600 W	57,2	63,4
Glaskeramik/Halogenheizung (Halogen) P_{el} = 1700 W	67,5	70,5
Glaskeramik/Induktion (Induktion) P_{el} = 1550 W	80,2	65,8

Tabelle I Ankoch- und Gesamtwirkungsgrade, gemäss Literatur [1]

Versuchsparameter: Kochstellen-Durchmesser 180 mm, Wassermenge 1,5 Liter, Fortkochleistung 230 W, Fortkochdauer 30 Minuten, sämtliche Versuchsreihen mit Kombination Kochtopf und Deckel

Gerätehersteller freilich nicht geben, da es keine eindeutige Norm gibt, die die Messung dieses Wertes definieren würde.

Dem Autor ist nur eine einzige Veröffentlichung bekannt, in der versucht wird, den energetischen Gesamtwirkungsgrad zu bestimmen [1]. Der unterbreitete Vorschlag hat sich nicht durchgesetzt, weil er auf der beim Kochen produzierten Wasserdampfmenge – also dem Wasserverlust des Systems – beruht, die nicht als Nutzen betrachtet werden kann. Die Autoren geben den energetischen Gesamtwirkungsgrad gemäss Formel 2 an:

$$\eta_{ges} = [(m_w \cdot c_w \cdot \Delta T + m_D \cdot \Delta h_v)/(P_{el} \cdot \tau_A + P_{fort} \cdot \tau_{fort})] \quad (2)$$

mit

η_{ges} energetischer Gesamtwirkungsgrad
m_w Wassermenge in kg
c_w spezifische Wärmekapazität des Wassers in J/kg·K
ΔT Temperaturerhöhung des Wassers bei konstantem Druck in K
m_D Dampfmenge (Wasserverlust), die während des Kochprozesses entstanden ist, in kg
h_v Verdampfungsenthalpie des Wassers in J/kg
P_{el} elektrische Anschlussleistung der Heizquelle in W
τ_A Ankochzeit für die Temperaturerhöhung von 75 K in s
P_{fort} Fortkochleistung (reduzierte Heizquellenleistung) in W
τ_A Ankochzeit für die Temperaturerhöhung von 75 K in s.
τ_{fort} Fortkochdauer in s.

Gemäss dieser Definition besitzen Kochsysteme, die grosse Wasserdampfmengen produzieren (z.B. Massenkochplatte aus Grauguss), einen höheren Gesamtwirkungsgrad als diejenigen, die keine «Dampferzeuger» sind, wie zum Beispiel die Induktionskochmulde. Kochen aber sollte natürlich nicht mit «Dampf generieren» gleichgesetzt werden. Die Messergebnisse aus [1] sind Tabelle I zu entnehmen. Der Zeitpunkt der Leistungsreduktion nach Erreichen einer konstanten Siedetemperatur (annähernd 100 °C) hat – wie in [1] bestätigt wird – keinen nennenswerten Einfluss auf den energetischen Gesamtwirkungsgrad: die Differenz liegt im Bereich von rund 1%.

Wie aber kann man dem Ansatz «Wirkungsgrad gleich Nutzen durch Aufwand» auch für die Dauer des Fortkochens treu bleiben? Wie kann man die korrekte Fortkochleistung ermitteln? Die Antwort auf diese Fragen kann nur lauten: die Regelung des Kochvorgangs einführen.

Topfgrösse (Durchmesser/Höhe) [mm]	Wärmeverlustleistung q_K [W]
160/100	85
200/120	100
240/150	190

Tabelle II Wärmeverlustleistung beim Fortkochen in Abhängigkeit der Topfgrösse

Der neu definierte energetische Gesamtwirkungsgrad eines Kochsystems ist in Formel 3 dargestellt.

$$\eta_{ges} = [(m_w \cdot c_w \cdot (T_s - T_k))/(P_{el} \cdot \tau_s + Q_K)] \quad (3)$$

mit

η_{ges} energetischer Gesamtwirkungsgrad
m_w Wassermenge in kg
c_w spezifische Wärmekapazität des Wassers in J/kg·K
T_s Siedetemperatur (bzw. Kochtemperatur) des Wassers in °C
T_k Kaltwassertemperatur in °C
τ_s Ankochzeit bis zum Siedepunkt bzw. -temperatur in s
Q_K konvektiver Wärmeverlust des Kochtopfes während des Fortkochens in J.

Ersetzt man in Formel 3 $T_s - T_k$ durch ΔT – also die Differenz zwischen der Siedetemperatur und der Kaltwassertemperatur (25 °C) –, dann ist die Ankochzeit bis zu Siedebeginn gleich der Ankochzeit für ΔT von 75 K. Anhand dieses spezifischen Falles sieht man sehr übersichtlich den Unterschied zwischen dem energetischen Ankochwirkungsgrad η_A gemäss Formel 1 und dem Gesamtkochwirkungsgrad η_{ges} entsprechend Formel 4.

$$\eta_{ges} = [(m_w \cdot c_w \cdot \Delta T)/(P_{el} \cdot \tau_A + Q_K)] \quad (4)$$

Da der Wärmeverlust Q_K des Kochtopfes während des Fortkochens an seine Umgebung stets grösser Null ist, muss zwangsläufig die in Formel 5 dargestellte Relation gelten.

$$\eta_{ges} < \eta_A \quad (5)$$

Kochstelle (Heizungsart)	Ankoch-wirkungsgrad [%]	Gesamt-wirkungsgrad η_{30} [%]
Massenkochplatte (Grauguss) P_{el} = 1500 W	59,4	48,5
Glaskeramik/Strahlungsheizung (Strahlung) P_{el} = 1600 W	57,2	47,0
Glaskeramik/Halogenheizung (Halogen) P_{el} = 1700 W	67,5	53,7
Glaskeramik/Induktion (Induktion) P_{el} = 1550 W	80,2	61,7

Tabelle III Gesamtwirkungsgrad bei 30-minütigem Fortkochen und 200-mm-Kochtopf, Ankochwirkungsgrad aus [1], Gesamtwirkungsgrad gemäss Formel 4

Kochstelle (Heizungsart)	η_A [%]	η_{30} [%]	η_{60} [%]	η_{90} [%]	η_{120} [%]
Massenkochplatte (Grauguss) P_{el} = 1500 W	59,4	48,5	41,0	35,5	31,3
Glaskeramik/Strahlungsheizung (Strahlung) P_{el} = 1600 W	57,2	47,0	39,9	34,7	30,6
Glaskeramik/Halogenheizung (Halogen) P_{el} = 1700 W	67,5	53,7	44,7	38,3	33,5
Glaskeramik/Induktion (Induktion) P_{el} = 1550 W	80,2	61,7	50,1	42,2	36,4

Tabelle IV Gesamtwirkungsgrade für verschiedene Fortkochdauern, Ankochwirkungsgrad aus [1], Gesamtwirkungsgrad gemäss Formel 4

Versuchsparameter: Kochstellen-Durchmesser 180 mm, Wassermenge 1,5 Liter, Fortkochleistung 100 W, Fortkochdauer 30 bis 120 Minuten, sämtliche Versuchsreihen mit Kombination Kochtopf und Deckel

Die einzige noch offene Frage ist die Ermittlung des Wärmeverlustes Q_K des Kochtopfes. Um die Antwort darauf geben zu können, muss das thermische Gleichgewicht des Kochtopfes während des Fortkochens eindeutig definiert werden. Die Frage der Dauer des Fortkochens ist zunächst noch nicht von entscheidender Bedeutung.

Unter Fortkochen soll in der Folge nämlich die Aufrechterhaltung des Siedezustandes verstanden werden, ohne dass weder der Siedestillstand noch die (intensive) Verdampfung eintritt. Mit anderen Worten: Im Kochtopf darf so viel Wasserdampf entstehen, dass er an den Innenwänden des Topfes kondensieren kann, im Innern des Kochtopfs also kein Überdruck entsteht, der den Deckel vom Topfkörper abhebt. Dieser thermodynamische Gleichgewichtszustand ist mittels Temperaturregelung leicht zu realisieren, weil im Kochtopf ein recht grosser Temperaturgradient besteht. Der Wasserdampf kann deshalb innerhalb des Kochtopfes kondensieren, meistens am Deckel und an den oberen Innenwänden. Wasserverlust findet nicht statt.

Theoretische Modelle, die den Wärmefluss eines zylinderähnlichen Körpers an seine Umgebung ermitteln, existieren seit langem [2, 3]. An dieser Stelle wird daher nicht näher auf diese Frage eingegangen.

Ein 2,5 Liter fassender, mit einem Deckel versehener Topf – also ein Kochtopf mit einem Durchmesser von 200 mm und einer Höhe von 80 mm – verursacht bei einer Küchentemperatur von 20 °C im Siedezustand (Fortkochen) einen konvektiven Wärmestrom von rund 100 J/s an seine Umgebung. Er braucht also 100 W, um den Siedezustand aufrecht zu erhalten. Diese thermische Leistung muss zu den Verlusten, also dem Aufwand gezählt werden. Andere Kochtopfgeometrien ergeben die in Tabelle II angegebenen q_K-Werte.

Für einen 200-mm-Kochtopf sind in Tabelle III Ankochwirkungsgrad sowie der nach Formel 4 für die Fortkochdauer von 30 Minuten berechnete, neue energetische Gesamtwirkungsgrad dargestellt.

Da das Kochen eine zeitlich begrenzte und zahlenmässig gut erfassbare Angelegenheit ist, ist es von Vorteil, einige praxisnahe Fortkochzeiten einzuführen. In Anlehnung an den Vorschlag in [1] kann man Fortkochzeiten für 30, 60 und 90 (120) Minuten annehmen. Diese Zeiten decken die Mehrzahl aller Kochprozesse ab und können durchaus als praxisnah akzeptiert werden. Tabelle IV gibt den Einfluss der Kochzeit auf die Energieeffizienz wieder. Gerechnet wurden die Daten für die Fortkochdauern von 30, 60, 90 und 120 Minuten. Die dargestellten Ergebnisse unterstreichen die bereits geäusserte Vermutung, dass mit dem länger dauernden Fortkochen der energetische Gesamtwirkungsgrad abnimmt. Bild 1 zeigt eine grafische Darstellung der in Tabelle IV aufgeführten Resultate.

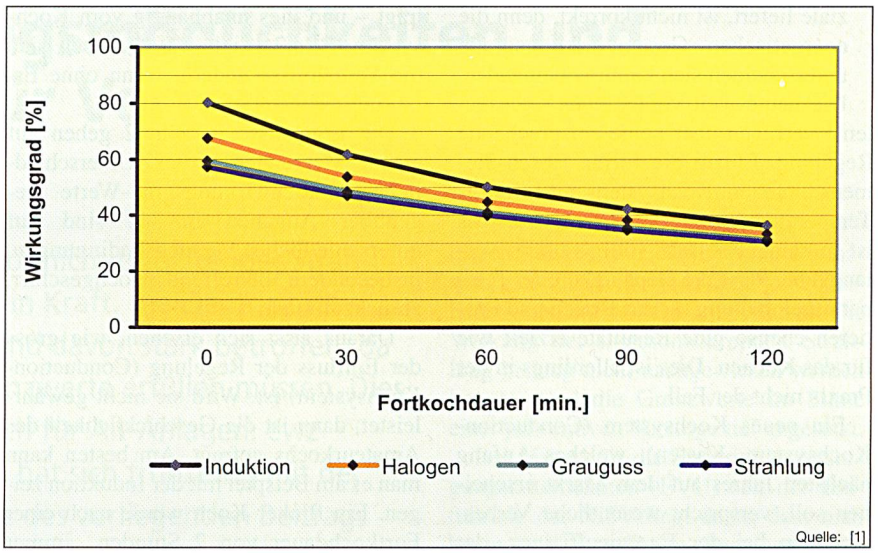

Bild 1 Verlauf des Gesamtwirkungsgrads als Funktion der Fortkochdauer

Werte für Ankochwirkungsgrad aus [1]. Bei Gesamtwirkungsgradwerten handelt es sich um theoretische Werte, berechnet nach Formel 4, die erreicht werden könnten, wenn die jeweiligen Systeme über eine entsprechende Regelung verfügen würden.

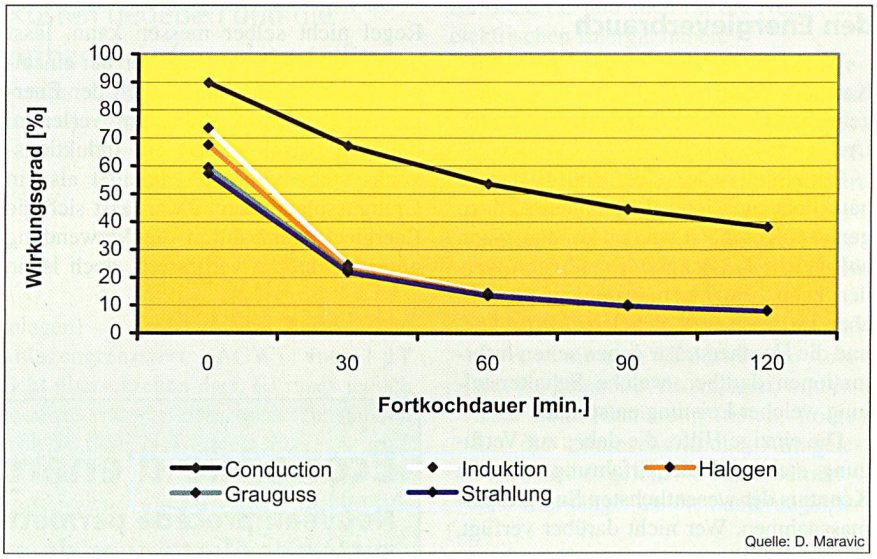

Bild 2 Gesamtwirkungsgrad von geregeltem Kochsystem (Conduction) gegenüber ungeregeltem Kochsystem (alle heutigen Kochsysteme)

Daten stammen aus Eigenmessungen. Die unterschiedlichen Ankochwirkungsgrade gegenüber [1] gehen auf ungleiche Versuchsbedingungen zurück (anderer Kochtopf usw.)
Versuchsparameter: Kochstellen-Durchmesser 180 mm, Wassermenge 1,5 Liter, Fortkochleistungen Conduction 100 W, alle anderen Kochsysteme 750 W (Drehknopfpositionen: Stufen 4–5)

Bei der Analyse der genannten Ergebnisse stellt man fest, dass

- der energetische Ankochwirkungsgrad als Mass für die Güte eines Kochsystems keine ausreichende Grösse ist.
- der energetische Gesamtwirkungsgrad aller konventionellen Kochsysteme – falls diese Systeme geregelt wären – nach 2 Stunden Kochen auf rund 33% beziehungsweise die Hälfte des energetischen Ankochwirkungsgrades zurückfällt. Wie später noch aufgeführt wird, gelten für die heute gebräuchlichen ungeregelten Kochherde noch tiefere Werte.
- die Annahme, dass Kochen mit einem Kochsystem wie beispielsweise Induktion die grössten Energiesparpoten-

ziale liefert, ist nicht korrekt, denn die energetischen Gesamtwirkungsgrade unterscheiden sich kaum voneinander.

Die heute weit verbreiteten Kochsysteme verfügen über keine entsprechende Regelung. Einzig die Firma Bosch-Siemens bietet ein Kochsystem mit Infrarot-Temperaturregelung an. Dieser Vorstoss ist in seinem Ansatz völlig richtig, verlangt aber, dass die Genauigkeit der Temperatureinhaltung für das Braten und Frittieren ebenso gute Resultate erzielt wie für das Kochen. Dies ist allerdings in der Praxis nicht der Fall.

Ein neues Kochsystem (Conduction-Kochsystem, Kasten), welches Anfang nächsten Jahres auf dem Markt erscheinen soll, verspricht wesentliche Verbesserungen bei der Energieeffizienz, der Ankochzeit und der Temperaturregelung, aber auch bezüglich Wartung und Sicherheit.

Einfluss des Benutzers auf den Energieverbrauch

Wie sieht es heute in der Praxis aus? Kann der Benutzer Einfluss auf den energetischen Gesamtwirkungsgrad nehmen? Und wenn ja, wie?

Prinzipiell wäre eine Einflussnahme natürlich möglich, doch müsste dazu genau eingeschätzt werden können, wann auf welche Leistungsstufe reduziert werden kann. Ein Leistungsmessgerät steht aber in der Regel nicht zur Verfügung, und die Herdhersteller geben selten Informationen darüber, welche Schalterstellung welcher Leistung entspricht.

Die einzige Hilfe, die daher zur Verfügung steht, ist die Erfahrung und die Kenntnis der wesentlichsten Energiesparmassnahmen. Wer nicht darüber verfügt, wird zwangsläufig zu einem Energieverschwender. Wenn Kochprozesse ohne den Kochdeckel ablaufen, ist eine Fortkochleistung von fast 1000 W erforderlich: auch ohne Diagramm wird dann schnell klar, dass der energetische Gesamtwirkungsgrad einbricht und nach nur gerade 2 Kochstunden bloss noch 6% beträgt – und dies unabhängig vom Kochsystem. Bild 2 zeigt, wie drastisch sich die Verhältnisse ändern, wenn ohne Erfahrung gekocht wird.

Die Ergebnisse in Bild 2 gehen auf eigene Messungen zurück. Unterschiedliche Ankochwirkungsgrad-Werte gegenüber Angaben in [1] sind auf unterschiedliche Versuchsbedingungen, insbesondere betreffend Kochgeschirr, zurückzuführen.

Daraus lässt sich ersehen, wie gross der Einfluss der Regelung (Conduction-Kochsystem) ist. Wird sie nicht gewährleistet, dann ist die Geschicklichkeit des Amateurkochs gefragt. Am besten kann man es am Beispiel mit der Induktion zeigen. Ein flinker Koch würde nach einer Fortkochdauer von 2 Stunden immer noch einen Gesamtwirkungsgrad von 36,4% (Bild 1) erreichen, ein schlechter gerade noch 8% (Bild 2). Mit anderen Worten: er verschwendet fast 80% des Einsparpotenzials.

Da man den Energieverbrauch in der Regel nicht selber messen kann, lässt man sich leicht vom Vergleich der einzelnen Kochsysteme hinsichtlich der Energieeffizienz beim Ankochen verleiten, bei dem beispielsweise ein Induktionskochsystem besser abschneidet als ein Graugussplattenherd. Zwar lässt sich die Energieeffizienz durch die Verwendung guter Kochtöpfe verbessern, doch ist in erster Linie die Fortkochleistung und nicht das Kochsystem oder die Kochtopfqualität für die Höhe des Energieverbrauchs ausschlaggebend.

Allerdings setzt die Physik dem einen oder anderen Kochsystem – so etwa dem Graugussplattenherd – hinsichtlich der Temperaturregelung sehr enge Grenzen. Dort, wo es technisch und wirtschaftlich möglich ist, wurde von den Hausgeräteherstellern schon vieles erreicht (z.B. Infrarot-Temperaturregelung), doch könnte das Conduction-Kochsystem weitere Verbesserungen bringen und ein bahnbrechendes Kochsystem der Zukunft werden.

Referenzen

[1] *M. Schätzke et al.:* Ermittlung des Energieverbrauchs und des Wirkungsgrades von Elektrokochstellen. Hauswirtschaft und Wissenschaft, 5/1995, S.195–199.

[2] VDI-Wärmeatlas, VDI-Verlag, Düsseldorf, 2. Auflage 1974, Kapitel F.

[3] *Gröber, Erk, Grigull:* Wärmeübertragung, Springer-Verlag, 3. Auflage, Berlin, 1963.

Angaben zum Autor

Dusko Maravic, Dipl.-Ing., ist international anerkannter Berater für Energietechnik. Für das von ihm entwickelte Conduction-Kochsystem ist er 1996 mit dem Innovationspreis «Technologiestandort Schweiz» ausgezeichnet worden.
Tellstr. 64, CH-4053 Basel, maravic@balcab.ch

Économie d'énergie à la cuisson

Nouveau procédé permettant d'évaluer l'efficacité des systèmes électriques de cuisson

La consommation d'énergie des systèmes de cuisson est évaluée actuellement en fonction du rendement de début de cuisson. Il n'est pas tenu compte de l'énergie nécessaire à la suite de la cuisson. L'article propose de définir un rendement global et plaide en faveur d'un nouveau système de cuisson réglé qui pourrait permettre d'importantes économies d'énergie.