

Revolution im Kochtopf

Autor(en): **Maravic, Dusko**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **91 (2000)**

Heft 17

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-855578>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Revolution im Kochtopf

Hightech-Keramik für schnelles und komfortables Kochen

Die derzeit marktbeherrschenden Glaskeramik-Kochfelder konnten den hohen Energieverbrauch von Graugussplatten nur unwesentlich senken. Dies könnte sich dank einem neuen Kochsystem jetzt ändern. Hightech-Keramiken gewährleisten fast ideale Wärmeleiteigenschaften des Systems. Dies ermöglicht schnelles, sicheres und komfortables Kochen. Der Energieverbrauch kann um bis zu 50% gesenkt werden.

In der westlichen Hemisphäre wird überwiegend mit elektrischer Energie gekocht und gebraten. Die Zahl der elektrisch betriebenen Herde nimmt ständig zu – eine Entwicklung, die man auch aus Sicherheitsgründen nur befürworten kann. Parallel dazu steigen auch die Komfortansprüche der Kunden an eine moderne Küchenausstattung.

Davon bleibt die Elektronik der Haushaltsgeräte nicht unberührt. Die aktuell zu beobachtende Entwicklung zeigt jedoch, dass den Geräteherstellern auf Grund physikalischer Randbedingungen heutiger Kochherd-Systeme enge Grenzen gesetzt sind. Zudem wird der technische Fortschritt durch eine Reihe von kommerziellen Vorgaben gehemmt. So müssen neue Lösungen immer auf die marktbeherrschenden Glaskeramikkochfelder abgestimmt sein. Eine auch technisch überzeugende Ausnahme bilden in dieser Hinsicht die Kochherde mit magnetischer Induktion.

«Conduction» ist ein neues Koch- und Bratsystem, das die Vorteile von Herden mit magnetischer Induktion sogar noch übertrifft. Genannt werden können Eigenschaften wie die Möglichkeit, die Temperatur des Kochguts auf 1°C genau zu regulieren, automatisch zu kochen und ein sehr hohes Sicherheitsniveau.

Stand der Technik

Elektrisch betriebene Herde werden in drei Gruppen eingeteilt, die sich voneinander durch die Art der Beheizung unterscheiden.

Die erste Gruppe bilden die Graugussplatten und die Rohrspiralen. Die Massenkochplatten aus Grauguss sind sehr schwer, thermisch sehr träge, machen die Regulierung fast unmöglich und sind

Adresse des Autors

Dusko Maravic, Ecowatt Produktions AG,
Gewerbestrasse 14, 4123 Allschwil

zudem aus energetischer Sicht so schlecht, dass man sie kaum empfehlen darf. Die flachgedrückten Rohrspiralen sind zwar etwas reaktionsschneller als Gussplatten, auch sie sind aber nicht effizient genug und zudem noch aus Sicherheitsgründen sehr bedenklich. In Europa sind solche Beheizungen nicht zugelassen.

Die zweite Gruppe bilden Glaskeramik-Kochmulden mit Strahlungsbeheizung, die in zwei unterschiedlichen Ausführungen zu finden sind. Auf dem Markt werden die langsam reagierenden Drahtspiralen von den etwas schnelleren Flachbandspiralen zunehmend verdrängt. Obwohl der subjektive Effekt einer sofortigen Wärmeentwicklung da ist – man sieht das Glühen bereits nach zwei bis drei Sekunden –, sind die neuen Strahlungsheizungen nicht wesentlich effizienter als Graugussplatten. Der wesentliche Grund für den schlechten Energietransport liegt in den schlechten Wärmeleiteigenschaften der Glaskeramik. Da hilft die kleine Verbesserung im Bereich der Wärmequelle nicht sonderlich.

Die dritte Gruppe bildet die magnetische Induktion. Dieses System verlangt die Benutzung spezieller Kochtöpfe. Im Vergleich mit den zuvor genannten Systemen zeichnet sich die magnetische Induktion durch eine wesentlich höhere Effizienz und eine einfachere Handhabung (schnellere Reaktion der Heizleistung und einfachere Reinigung) aus. Nachteile sind der hohe Anschaffungspreis und die Bedenken wegen der Emission elektromagnetischer Felder («Elektrosmog»).

Ungeachtet des verwendeten Beheizungssystems, hängen Effizienz, Regulierbarkeit, Schnelligkeit und nicht zuletzt die Sicherheit in erster Linie von den verwendeten Kochtöpfen ab. Beurteilt man die verschiedenen Kochsysteme anhand eines in der Norm definierten Topfes (ein Aluminiumklotz), dann liegt die magnetische Induktion weit vor der Strahlungsheizung und unvergleichbar weit vor der Massenkochplatte. Dass sie sich auf dem Markt nicht durchgesetzt hat, liegt ausschliesslich an den genannten Nachteilen dieses Systems. Es ist evident, dass die Topfqualität, und dabei denken wir hauptsächlich an die Topfboden-Qualität, eine entscheidende Rolle spielt. Die Leistungsdaten der Hersteller beruhen selbstverständlich auf den besten Kochtöpfen, die auf dem Markt erhältlich sind. In der Praxis aber gibt es mehr als 100 verschiedene Kochtöpfe, und so kann es passieren, dass ein Induktionskochfeld schlechtere Leistungen erbringt als eine alte Graugussplatte.

Das Conduction-Kochsystem

Physikalische Grundlagen

Das Conduction-Kochsystem erfüllt alle wesentlichen Bedingungen eines effizienten Wärmetransportsystems:

- geringe, praktisch verschwindende Masse der Wärmequelle
- leichte und gut wärmeleitende Trägerplatte
- grosse Wärmeaustauschfläche
- gut wärmeleitende Wärmesenke

Wenn die Wärmequelle eines solchen Systems thermisch gut gegenüber der Umgebung isoliert ist, dann sind die Bedingungen für das Erreichen einer optimalen Lösung erfüllt. Bild 1 zeigt den schematischen Aufbau des Conduction-Kochsystems.

Als masselose Wärmequelle dient eine wenige μm dünne Heizschicht (1). Dabei kann es sich entweder um eine PVD (Physical Vapor Deposition)-Schicht oder um eine eingebraunte Dickschicht (zum Beispiel Silber-Palladium, die per Siebdruck aufgetragen wird) handeln. Solche Schichten dienen als ohmscher Widerstand, der, unter Spannung gesetzt, für eine extrem schnelle Wärmezufuhr sorgt.

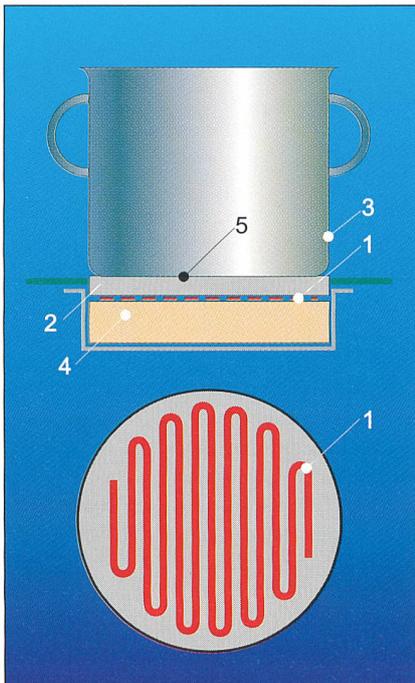


Bild 1 Das Conduction-Kochsystem

Die gute Wärmeleitung beruht auf dem Zusammenspiel von Kochplatte und Kochtopf. 1: Heizschicht, 2: keramische Trägerplatte, 3: Conduction-Kochtopf, 4: Wärmedämmung, 5: nahezu ideale Kontaktfläche

Damit eine möglichst grosse Wärmemenge Q entnommen werden kann, ohne dass sich die Heizschicht unnötig hoch aufheizt, muss die Trägerplatte (2) ein guter thermischer Leiter sein. Diese Voraussetzung wird von Siliziumnitrit, das in den Conduction-Platten zur Anwendung kommt, erfüllt. Dieses Material ist zudem elektrisch isolierend, kratz- und schlagfest sowie thermoschockbeständig. Alle diese Eigenschaften muss eine Kochplatte besitzen, um die erforderlichen Normprüfungen zu bestehen.

Dank einer guten Wärmeeindringung in die Trägerplatte (2) liegt die Heizschichttemperatur nur unwesentlich über der mittleren Temperatur der Trägerplatte (2). Der Wärmeeindringungskoeffizient b wird durch die Beziehung

$$b = (\lambda \rho c)^{1/2} \quad [\text{W s}^{1/2} / \text{m}^2 \text{K}]$$

beschrieben. λ [W/mK] ist die Wärmeleitfähigkeit, ρ [kg/m³] die Dichte und c in [J/(kg K)] die Wärmekapazität des Siliziumnitrits.

Die Wärmemenge, die die Heizschicht in einer Sekunde erzeugt, wird durch die Trägerplatte (2) per Wärmeleitung transportiert. Berechnen können wir sie in erster Näherung mit der Gleichung

$$Q = (\lambda/s) A \Delta T \quad [\text{J}],$$

wobei A [m²] die Wärmetransportfläche und ΔT der Temperaturunterschied über der Plattendicke s ist. Bei einer Plattendicke von 3 mm und einem Plattendurchmesser von 190 mm ergibt sich ein Temperaturunterschied ΔT von rund 5 K. Dieser produziert zwar eine thermoinduzierte Biegespannung, welche allerdings so gering ist, dass sich die Trägerplatte nur unwesentlich verformt.

Um eine möglichst grosse Wärmeaustauschfläche zwischen der keramischen Trägerplatte und dem Topfboden (3) zu realisieren, müssen diese beiden Teile sehr eben sein. Die Abweichungen von einer ideal ebenen Platte dürfen nicht grösser als einige μm sein, wenn der Wärmetransport ausschliesslich durch Wärmeleitung (die effizienteste Form der Wärmeleitung) erfolgen soll.

Um den Wärmeverlust nach unten wird durch besondere Wärmedämmstoffe (4) minimal gehalten.

In der Praxis ist es nicht möglich, die Topfbodenbewegung, d.h. die Wölbung des Bodens auf Grund des Temperaturunterschieds zwischen heisser Platte und kühlem Kochgut, völlig auszuschalten. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass die heutigen Kochtöpfe im energetischen Sinne schlechte «Partner» der Kochplatte sind. Man hat alles versucht, um die Bodenbewegung des Topfes (5) so gering wie möglich zu halten, musste aber feststellen, dass dies zu Konstruktionen führt, die das Gesamtgewicht stark erhöhen. Letztendlich wurde ein Kompromiss zwischen einem zumutbaren Gewicht und einer akzeptablen Bodenbewegung gewählt.

Der Conduction-Topfboden ist so aufgebaut, dass er sich infolge des Bimetalleffektes und seiner Volumenzunahme nicht nennenswert wölbt und somit während der gesamten Kochzeit in gleichbleibend gutem Kontakt zur keramischen Kochplatte (2) steht. Der Kochtopf ist durch ein europäisches Patent unter der Nummer EP 0802756 geschützt und

weist einen Boden aus einer sehr gut wärmeleitenden Kupferlegierung auf. Auf eine detaillierte Beschreibung wird hier aus Platzgründen verzichtet. Zum besseren Verständnis sei aber erwähnt, dass der Boden des Topfes so konstruiert ist, dass er sozusagen «schwebt» und daher nicht verformt werden kann. Optisch unterscheidet sich ein Conduction-Kochtopf nicht von handelsüblichen Kochtöpfen.

Leistungsdaten

Um 3 l Wasser in einem 240-mm-Topf auf einer 2100-W-Kochplatte mit einem Durchmesser von 210 mm zum Kochen zu bringen, benötigt das Conduction-System knapp über 9 min. Weitere Leistungsdaten sind aus Tabelle I ersichtlich. Dem Autor ist nicht bekannt, dass diese Werte von einem anderen System unterboten werden konnten.

Bild 2 zeigt ein Temperatur-Zeit-Diagramm der Platte und des Topfinhalts. Die Temperaturen verlaufen über einen grossen Bereich parallel zueinander, d.h. ihr zeitlicher Temperaturgradient ist fast gleich. Auch absolut weichen die Temperaturen nur wenig voneinander ab. Bei genauerer Betrachtung erkennt man, dass innerhalb der ersten 30 s der Kochplatten-Temperaturgradient wesentlich grösser ist als der des Wassers. Das liegt am wesentlich grösseren Wärmeeindringungskoeffizient b der Kochplatte, der bei rund 8000 [Ws^{1/2}/m²K] liegt, und am schlechten Wärmeübergang vom Topfboden zum Wasser. Dank einer sehr guten Wärmeübertragung vom Topfboden an das Wasser (Wärmeübergangskoeffizient $\alpha > 2000$ W/m²K), die bei einer Wassertemperatur von ca. 75 °C eintritt, ändert sich die Kochplattentemperatur nicht mehr. Im Siedezustand liegt die Temperatur der Kochplatte nur um 25 °C über der

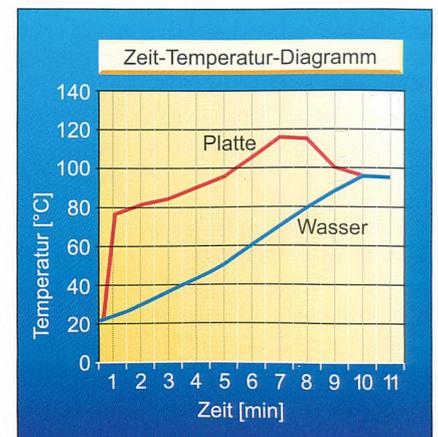


Bild 2 Zeit-Temperatur-Diagramm

Kleine Temperaturdifferenz zwischen Kochplatte und Kochgut

Wassermenge	Ankochzeit	Energieverbrauch	Wirkungsgrad
3 l	510 s	306 Wh	85,5%

Tabelle I Leistungsdaten des Conduction-Kochsystems

Bild 3 a: Installiertes Kochsystem mit Conduction-Töpfen, b: elektronische Regelung



Wassertemperatur. Dieser Zustand bleibt zeitlich unverändert aufrecht erhalten, solange das Wasser nicht vollständig verdunstet ist. Regelungstechnisch wird diese Tatsache für die Kochpunkterkennung beziehungsweise für die Leistungszufuhrregulierung genutzt. Der Regler erkennt an der Temperatur der Platte, wann der Kochpunkt eingetreten ist, und geht automatisch in «Fortkochen» über, ohne dass der Benutzer eingreifen muss.

Anwendungsspezifische Eigenschaften

Das Conduction-Kochsystem bietet eine Reihe von anwendungsfreundlichen Eigenschaften. Das Kochsystem besteht aus einer Kombination aus Kochplatte, Kochtopf und Regelung (Bild 3). Nur diese aufeinander abgestimmten Systemkomponenten bringen optimale Ergebnisse.

Bei allen Kochprozessen entstehen Kochplattentemperaturen, die nur geringfügig über 100 °C liegen. Bei verschmutzten Platten und Töpfen kann die Temperatur bis zur Maximaltemperatur von 220 °C ansteigen. Dies ist ein grosser Vorteil gegenüber Glaskeramikplatten, die bis zu 400 °C erreichen. Selbstzündung von Öl, Einbrennen von Speiseresten oder Verbrennungen hohen Grades werden somit ausgeschlossen – die Sicherheit beim Kochen wird also wesentlich erhöht.

Jede Kochplatte ist mit vier Temperatursensoren versehen, die sofort unerwünschte Vorkommnisse registrieren. Dabei könnte es sich um Starten ohne Kochtopf, einen zu stark verschobenen Topf oder um starke Verschmutzung des Topfbodens oder der Kochplatte handeln. Die Regelung reagiert in solchen Fällen entweder durch ein Warnsignal oder durch einen regelnden Eingriff (Ausschalten).

Die Regelung erlaubt es dem Benutzer ausserdem, die Temperatur des Kochgutes auf 1 °C genau vorzugeben. Hierfür sind verschiedene Bedienoberflächen vorgesehen: Entweder werden Berüh-

rungsschalter (Touch Control) oder aber klassische Drehknöpfe verwendet.

Weitere Vorteile, die sich aus der guten Regelbarkeit und der niedrigen Maximaltemperatur ergeben, sind:

- die Kochplatten können auch als Warmhalteplatte verwendet werden
- die Kochplatten- und Kochtopfreinigung ist einfach, da keine festen Einbrennreste entstehen
- Kochplatten kühlen innerhalb kurzer Zeit (weniger als 30s) ab, ungeachtet davon, ob zuvor gekocht oder gebraten wurde.

Einbautechnische Aspekte

Bild 4 zeigt die niedrige Einbautiefe der Kochplatte beziehungsweise Kochmulde. Rund 40 mm genügen zum Einbau einer Kochplatte inklusive Regler. Der Wahl der Arbeitsplatten ist ebenfalls kaum eine Grenze gesetzt – angefangen von Edelstahl über Holzplatten und «Corian» bis zu Granit oder anderen Steinarten sind zahlreiche Materialien verwendbar. Defekte Platten können problemlos einzeln ausgetauscht werden.

Vergleich mit anderen Kochsystemen

Die positiven Eigenschaften des Conduction-Kochsystems werden vor allem im direkten Vergleich mit anderen Systemen deutlich (Bild 5). Es fällt auf, dass

die verbreitete Meinung, dass Gas die schnellste Kochvariante sei, gar nicht stimmt. Diese Fehleinschätzung hängt damit zusammen, dass oft der Begriff der Ankochzeit mit der Reaktionsgeschwindigkeit verwechselt wird. Letztere ist beim Gasherd tatsächlich sehr hoch. Aber auch in dieser Disziplin wird der Gasherd vom neuen Conduction-System geschlagen.

Vom energetischen Standpunkt aus betrachtet, besitzen Gasherde daher nur noch den Vorteil eines geringeren Primärenergieverbrauchs.

In wenigen Worten zusammengefasst, lassen sich folgende Behauptungen aufstellen:

- Grauguss-Kochplatten sind auf Grund des hohen Energieverbrauchs nicht mehr zeitgemäss
- Glaskeramik ist optisch ansprechend, aus Sicht des Energieverbrauchs aber eine Fehlentwicklung
- die magnetische Induktion ist aus technischer Sicht gut, auf Grund elektromagnetischer Emissionen aber umstritten
- das Conduction-Kochsystem ist den bekannten Systemen in fast allen Belangen überlegen

Kostenvergleich

Damit sich eine neue Technik auf dem Markt durchsetzt, genügt ihre technische Überlegenheit allein oft nicht. Das gilt auch für das Conduction-Kochsystem,

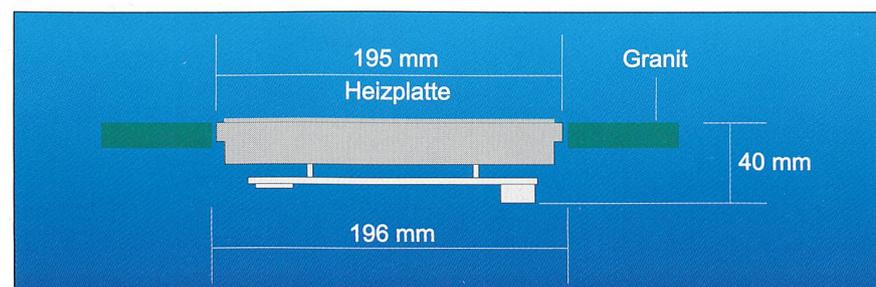


Bild 4 Eine Kochplatte im Querschnitt
Zum Einbau der Platte werden nur 40 mm Höhe benötigt.

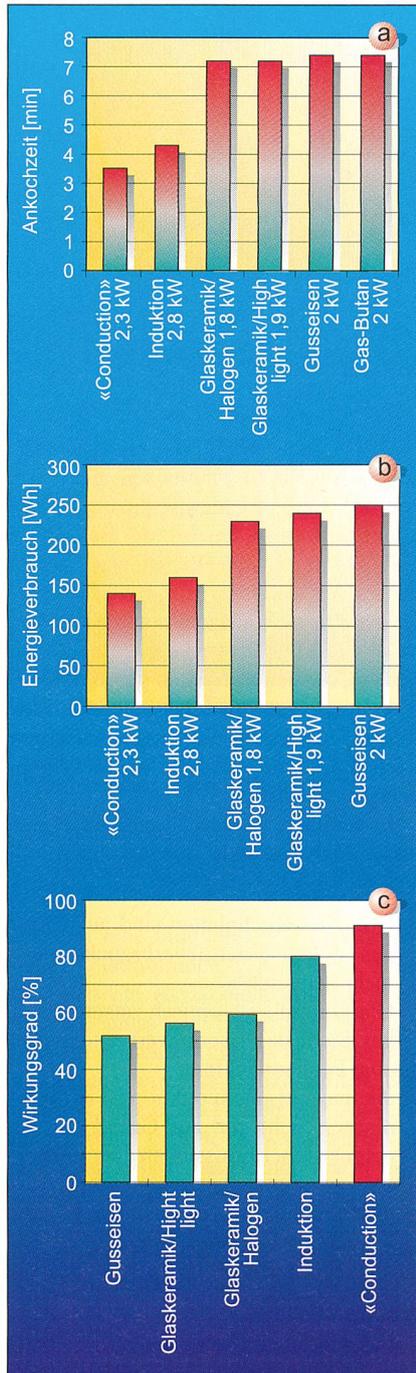


Bild 5 Vergleich zwischen verschiedenen Kochsystemen
a: Ankochzeit, b: Energieverbrauch, c: Wirkungsgrad

das auch den Kostenvergleich mit den etablierten Systemen bestehen muss. Betrachtet man vorab die Betriebskosten eines Kochherds, so schneidet das neue System wegen seines hohen Wirkungsgrades besser ab als alle anderen Systeme. Etwas komplizierter ist die Situation bei den Anschaffungskosten, die die grösste Hürde für den kommerziellen Erfolg sein könnten. Im ersten Jahr nach der Markteinführung rechnen wir mit Endverbraucher-Preisen von rund 4500 Fr. für ein komplettes Conduction-Kochsystem. Auf den ersten Blick scheint dieser Betrag sehr hoch im Vergleich zu eingeführten Systemen zu sein. Zu beachten ist jedoch, dass das Conduction-System eine vollelektronische Regelung sowie acht hochwertige Töpfe und Pfannen enthält. Diese Bestandteile allein haben einen Wert von rund 2800 Fr. (1100 Fr. für die Töpfe und 1700 Fr. für die Regelung). Addiert man diesen Betrag zu den Kosten eines Induktionsherds von rund 3600 Fr., so ergibt sich eine Gesamtsumme von 6400 Fr. Somit wäre das Conduction-System rund 1900 Fr. billiger als ein Induktionsherd, wenn man bei beiden Systemen eine Produktion in Kleinmengen von einigen tausend Stück pro Jahr voraussetzt. Dabei darf nicht vergessen werden, dass der mit einer Regelung ausgerüstete Induktionsherd niemals den gleichen Komfort bieten kann wie der Con-

duction-Herd. Bei einer Grossserienproduktion könnten die Preise für ein Conductionssystem bis auf 2500 Fr. gesenkt werden.

Zusammenfassung

Es konnte gezeigt werden, dass das Conduction-Kochsystem in vielerlei Hinsicht nahezu ideale Eigenschaften aufweist. Es erlaubt effizientes, schnelles und bedienungsfreundliches Kochen. Die gute Regelbarkeit und die niedrige Temperatur bringen Sicherheitsvorteile. Aus ökonomischer wie auch aus ökologischer Sicht ist der niedrige Energieverbrauch ein weiterer Vorteil.

Die Eigenschaften des Kochsystems beruhen auf der Verwendung neuer High-tech-Keramiken nicht nur für die Platte, sondern auch für die Töpfe, sowie auf der elektronischen Regelung der Temperatur. Insofern ist Conduction tatsächlich ein System, dessen Eigenschaften erst im Zusammenspiel seiner Einzelkomponenten zum Tragen kommen. Seine Eigenschaften tragen dazu bei, dass das Kochen und Braten noch mehr Vergnügen bereiten. Oder kann man mit anderen Kochsystemen sein Gulasch automatisch aufwärmen, ohne dass es anbrennt, und dabei gemütlich auf dem Sofa liegend das *Bulletin SEV/VSE* lesen?

Révolution dans les casseroles

La céramique de haute technologie permet de cuisiner rapidement et confortablement

Les platines de cuisson en vitrocéramique, qui dominent actuellement le marché, n'ont permis de réduire la consommation d'énergie que de manière insignifiante par rapport aux plaques en fonte grise. Un nouveau système de cuisson pourrait permettre de changer cela. Les céramiques de haute technologie rendent en effet possible la réalisation de systèmes aux caractéristiques presque idéales de conduction thermique. Ceci permet de cuisiner rapidement, sûrement et confortablement. Et la consommation d'énergie peut être réduite de jusqu'à 50%.