

Energieeffizienz von Kochmethoden

Messungen mit Eiern, Kaffee, Kartoffeln, Teigwaren sowie Pizza

24. April 2012 / Anette Michel, Toni Venzin, Eric Bush, Jürg Nipkow

Testzentrum S.A.L.T. www.salt.ch. Ein Joint-Venture von
S.A.F.E. , Schaffhauserstrasse 34, 8006, Zürich, www.energieeffizienz.ch und
HTW Chur, Ringstrasse/Pulvermühlestrasse 57, 7000 Chur, www.htwchur.ch .

Im Auftrag von WWF Schweiz, Zürich, www.wwf.ch und
EKZ – Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich, www.ekz.ch

Projektbegleitung: Evelyn Rubli (EKZ), Jennifer Zimmermann (WWF), Corina Gyssler (WWF)



Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Hintergrund	3
3	Methoden und Material	5
3.1	Eier kochen: Kochmethoden	5
3.2	Kaffee kochen: Methoden	7
3.3	Kartoffeln kochen und aufwärmen: Kochmethoden	9
3.4	Teigwaren kochen: Kochmethoden	13
3.5	Fertigpizza zubereiten: Methoden	13
4	Resultate und Schlussfolgerungen	15
4.1	Eier kochen: Resultate und Schlussfolgerungen	15
4.2	Kaffee zubereiten: Resultate und Schlussfolgerungen	18
4.3	Kartoffeln kochen: Resultate und Schlussfolgerungen	19
4.4	Teigwaren mit und ohne Wasserkocher garen: Resultate und Schlussfolgerungen	28
4.5	Fertigpizza zubereiten: Resultate und Schlussfolgerungen	29
5	Diskussion und allgemeine Schlussfolgerungen	31
6	Referenzen	36

1 Zusammenfassung

Eier, Kaffee, Kartoffeln, Teigwaren und Fertigpizza wurden auf verschiedene Arten zubereitet, dabei wurde der Stromverbrauch gemessen. Die Resultate zeigen, dass die Wahl der Kochmethode einen grossen Einfluss auf den Stromverbrauch hat: betrachtet man verschiedene Geräte und bezieht man auch Bereitschaftsverluste (Kaffeemaschinen) mit ein, so betragen die Unterschiede zwischen der effizientesten und der ineffizientesten Methode einen Faktor acht bis zehn. Auch mit ähnlichem Material belaufen sich die Unterschiede beim Garen auf dem Kochfeld noch auf einen Faktor drei bis vier.

Weiter zeigten die Messungen, dass sich mit einfachen Verhaltensanpassungen oder effizientem Kochgeschirr weit mehr Strom sparen lässt als mit effizienten Herdtechnologien oder Spezialgeräten. Viel Strom lässt sich sparen, wenn der Backofen sparsam eingesetzt wird und stattdessen das Kochfeld benutzt wird. Dort lohnt sich insbesondere das Verwenden einer Isolierpfanne: mit ihr lässt sich rund 60% Strom sparen gegenüber den herkömmlichen Methoden. Auch einfache Massnahmen wie ‚Deckel drauf‘, ‚nicht zu grosse Herdplatten verwenden‘, ‚möglichst wenig Wasser verwenden‘ bringen deutlichere Stromeinsparungen als eine effiziente Kochfeldtechnologie. Wird ein Induktions-Kochfeld nicht falsch angewendet (was passieren kann, wenn das Kochbuch buchstabengetreu angewendet wird, da viele Kochbücher nicht auf Induktionskochfelder eingehen), ist es jedoch schon sehr effizient: zum Kartoffelgaren ist eine Isolierpfanne auf einem Induktionsherd eine unschlagbar sparsame Kombination. Für Ofenkartoffeln aus dem Backofen wird das Zehnfache an Energie benötigt. Ebenfalls effizient ist der Dampfkochtopf; mit ihm sind die Kartoffeln zudem in Rekordzeit auf dem Tisch. Beim Eierkochen wird die sparsame ‚Ogi‘-Methode auf Induktion (und entsprechend angepasst) bezüglich des Stromverbrauchs lediglich vom Eierkocher unterboten. Die Regel der effizienten Spezialgeräte gilt auch für Kaffee – aber nicht unter allen Umständen. Ob das Gerät über eine automatische Abschaltfunktion verfügt, ist bei Kaffeemaschinen matchentscheidend. Nochmals effizienter ist ein anderes Spezialgerät: der Wasserkocher. Filterkaffee brüht man am sparsamsten mit ihm – am besten in eine Thermoskanne. Wer beim Backen im ‚Stromfresser‘ Backofen etwas Energie sparen will, verwendet Umluft statt Ober- und Unterhitze.

Kaum lohnenswert sind komplizierte Methodenkombinationen oder extremes Vorkochen. Teigwaren lassen sich nicht stromsparender zubereiten, wenn das Wasser dafür im an sich sehr effizienten Wasserkocher zum Sieden gebracht wird. Und obwohl der spezifische Energiebedarf (z.B. Wh pro 100g Kartoffeln) mit grösserer Menge abnimmt, lohnt sich das Kochen grosser Mengen nicht unbedingt: was nicht gegessen wird, muss später aufgewärmt werden. Ob das weniger Energie braucht als nochmals frisch zu kochen, hängt von den Koch- und Aufwärmmethoden ab.

2 Hintergrund

Im September 2011 wurde das Projekt ‚Energieeffizienz von Kochmethoden‘ gemeinsam von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (EKZ) und dem WWF Schweiz (Co-Auftraggeber) sowie der Schweizerischen Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E. als Auftragnehmer lanciert. Insbesondere um auf entsprechende Fragen von interessierten KonsumentInnen antworten zu können, soll die Energieeffizienz der wichtigsten Kochmethoden in einem Messprojekt eruiert und miteinander verglichen werden.

Viele Kochbücher gehen nicht oder kaum auf das Thema Energieverbrauch beim Kochen ein. Das Schweizer Standard-Schulkochbuch ‚Tiptopf‘ beispielsweise enthält keine Übersicht über verschiedene Kochgeräte oder Kochgeschirre; das Energiesparen ist kein Thema.

Für die Wahl energieeffizienter Küchengeräte leistet die Online-Suchhilfe Topten.ch wertvolle Hilfe: hier finden Konsumentinnen und Konsumenten die energieeffizientesten Kochfelder, Backöfen und Kaffeemaschinen aufgelistet. Auch für die dem Kochen vor- und nachgelagerten Prozesse ermöglicht

Topten Konsumenten, beim Neukauf die besten Geräte zu erwerben: neben Kühl- und Gefriergeräten finden sie auf der Website auch die sparsamsten Geschirrspüler sowie zahlreiche weitere Haushaltgeräte. Stromsparende Geräte in der Küche ermöglichen energieeffizientes Kochen, garantieren es aber nicht – neben der Gerätewahl hat auch die Wahl der Kochmethode und das Benutzerverhalten einen grossen Einfluss auf den tatsächlichen Energieverbrauch beim Zubereiten einer Mahlzeit, wie mehrere Studien gezeigt haben:

- DeMerchant (1997) fand, dass Köche, die im ‚hastigen Stil‘ (oft bei hoher Hitze, oft schlechte Übereinstimmung Pfannen- und Herdplattendurchmesser, manchmal nicht Abschalten des Herdes nach dem Kochen) kochen, im Durchschnitt rund 100% mehr Energie zur Zubereitung eines bestimmten Menüs brauchten als ‚geduldige‘ Köche (mittlere Hitze, Nutzen von Abwärme, kein Vorheizen, gute Übereinstimmung der Durchmesser von Pfanne und Platte).
- Bei Carlsson (2001) war das Mikrowellengerät fast 10 mal effizienter zum Zubereiten einer Portion Ofenkartoffeln als der Backofen.
- Oberascher et al. (2011) massen den Energieverbrauch für verschiedene Methoden und bei verschiedenen Mengen zum Wasser aufkochen, Kaffee zubereiten, Kartoffeln sowie Eier kochen.

Das Kartoffelkochen in einer Pfanne ohne Deckel und Hitzereduktion, dafür mit viel Wasser verbrauchte ca. drei Mal mehr Energie als in der Pfanne mit Deckel und Hitzereduktion und weniger Wasser. Der Steamer verbrauchte noch rund das Doppelte der idealen Methode.

In der vorliegenden Studie sollen die bekannten Resultate einerseits mit für die Schweiz typischen Geräten, Kochgeschirren und Methoden überprüft und erhärtet, andererseits mit Resultaten zu weiteren Kochmethoden ergänzt werden. Dazu wurden in zwei Messserien Eier, Kaffee, Kartoffeln und Teigwaren auf verschiedene Arten gekocht und dabei der Energieverbrauch gemessen. In einer dritten Messserie wurde tiefgekühlte und gekühlte Pizza mit verschiedenen Einstellungen im Backofen zubereitet. Für die erste Messserie (Eier, Kaffee, Kartoffeln) wurden die Kochmethoden aus den gängigsten Methoden so ausgewählt, dass sie gemäss den Erwartungen möglichst den Extremen entsprechen: dasselbe Resultat sollte also einerseits mit möglichst hohem Stromverbrauch, andererseits auf effiziente Art und Weise erreicht werden. In der zweiten Messserie mit Kartoffeln und Teigwaren sollte dann einerseits dem Einfluss einzelner wichtiger Parameter auf den Grund gegangen werden, andererseits auch weitere Geräte (Backofen, Steamer) sowie eine kombinierte Methode (Teigwaren mit Hilfe des Wasserkochers garen) und das Aufwärmen einbezogen werden. Die Fertigpizza schliesslich diente dazu, der Wichtigkeit verschiedener Ofeneinstellungen und des Vorheizens für den Energieverbrauch auf die Spur zu kommen.

Nicht in Betracht bezogen wird hier der Energieverbrauch oder gar die Ökobilanz von Produktion, Lagerung und Transport der Esswaren. Auch bei den Küchengeräten und Kochgeschirren wird lediglich der Stromverbrauch bei der Nutzung betrachtet. In den vorbereitenden Studien (preparatory studies) zu den Ecodesign-Massnahmen in der EU zeigt sich jedoch bei allen grossen Haushaltsgeräten mit langer Nutzungsdauer (10 Jahre und mehr), dass die Nutzungsphase der Produkte für deren Gesamtenergiebilanz bei weitem die wichtigste Phase ist.

3 Methoden und Material

Die Messungen wurden im Zeitraum zwischen 12. und 19. Dezember 2011 (Eier, Kaffee und erste Serie mit Kartoffeln) sowie zwischen 23. Januar und 5. April 2012 (weitere Kartoffel-Messungen, Teigwaren und Pizza) im Messlabor S.A.L.T. (Swiss Alpine Laboratories for Testing of Energy Efficiency) an der HTW (Hochschule für Technik und Wirtschaft) in Chur durch Anette Michel und Toni Venzin durchgeführt. Der Energieverbrauch während der Kochprozesse wurde mit einem EMU 1.24K gemessen – mit Ausnahme des Backofens (Anschluss 400V), bei welchem die Energiemessungen mit einem Universal Power Analyzer PM 3000 A (Voltech) durchgeführt wurden. Tabelle 1 bietet einen Überblick über die getätigten Messungen, in den Kapiteln 3.1 bis 3.5 sind die Kochmethoden im Detail beschrieben.

Gargut	Kochmethode	Benutztes Kochgeschirr / Gerät	Beschreibung
Eier	'Ogi'-Methode	Pfanne /Guss-, Glaskeramik-, Induktionskochfeld	Wenig Wasser, Deckel drauf, Restwärme nutzen.
	Nach Kochbuch	Pfanne /Guss-, Glaskeramik-, Induktionskochfeld	Viel Wasser, ohne Deckel
	Eierkocher	Eierkocher	Gemäss Anleitung
Kaffee	Mokka-Pot	Mokka-Pot / Guss-, Glaskeramikkochfelder	Auf passendem und zu grossen Kochfeldern
	Filterkaffee mit Pfanne	Pfanne / Glaskeramikkochfeld	Wasser in Pfanne sieden
	Filterkaffee mit Wasserkocher	Wasserkocher	Wasser mit Wasserkocher sieden
	Filterkaffee mit Maschine	Filterkaffeemaschine	Gemäss Anleitung
	Portionenmaschine	*bekannte Werte*	Mit und ohne automat. Abschaltfunktion
	Vollautomatische Maschine	*bekannte Werte*	Mit und ohne automat. Abschaltfunktion
Kartoffeln	Isolierpfanne	Isolierpfanne / Glaskeramik-, Induktionskochfeld	Gemäss Anleitung; 500g und 1000g
	Dampfkochtopf	Dampfkochtopf / Guss-, Glaskeramik-, Induktion	Gemäss Anleitung
	Mit Siebeinsatz	Pfanne /Guss-, Glaskeramik-, Induktionskochfeld	Mit Siebeinsatz dämpfen, wenig Wasser und Deckel
	Viel Wasser, ohne Deckel	Pfanne /Guss-, Glaskeramikkochfeld	Im Wasser kochen, ohne Deckel
	Viel Wasser, mit Deckel	Pfanne /Glaskeramik-, Induktionskochfeld	Im Wasser kochen, mit Deckel; 500g und 1000g
	Steamer	Steamer	Gemäss Anleitung
	Steamerfunktion Backofen	Backofen, Steamerfunktion	Programm 'Pellkartoffeln'
Kartoffeln aufwärmen	Ofenkartoffeln	Backofen	Unter- und Oberhitze
	Bratpfanne	Bratpfanne / Glaskeramikkochfeld	Erhitzen mit Öl
	Mikrowelle	Mikrowellengerät	4 min erhitzen
Teigwaren	Steamer	Steamer	Im Steamer erhitzen
	Nach Kochbuch	Pfanne / Glaskeramikkochfeld	'Normale' Methode
Pizza (Tiefkühl- und Kühl-)	Mit Wasserkocher	Wasserkocher / Pfanne / Glaskeramikkochfeld	Wasser mit Wasserkocher sieden
	Ober- und Unterhitze		Gemäss Anleitung (mit Vorheizen) sowie ohne Vorheizen
	Umluft	Backofen	
	je mit / ohne Vorheizen		

Tabelle 1: Übersicht über die getätigten Messungen

3.1 Eier kochen: Kochmethoden

Es wurden jeweils Dauer und Stromverbrauch für das Hartkochen von 2 Eiern gemessen. Die Eier wurden einerseits auf sparsame Weise ('Ogi'-Methode) auf einem Induktions- sowie einem Glaskeramik-Kochfeld gekocht, andererseits weniger sparsam gemäss Anleitung des Tiptopf auf einer Induktions-, einer Glaskeramik sowie einer Gussplatte gekocht. Zusätzlich wurde ein Eierkocher verwendet.

- **'Ogi'-Methode (sparsam):** Im Oktober 1988 hatte Bundesrat Ogi im Fernsehen demonstriert, wie er seine Eier energieeffizient kocht: lediglich ein Fingerbreit Wasser wird in der Pfanne aufgeköcht. Ist der Siedepunkt erreicht, schaltet er die Herdplatte aus und nutzt zum Fertigkochen die Restwärme. Auf dem Kochfeld aus Glaskeramik funktionierte die Methode tadellos, für die Induktions-Kochplatte mussten wir die Methode anpassen: da die Induktionsplatte nach dem Ausschalten sofort erkaltet und keine Restwärme hinterlässt, werden die Eier bei ausgeschaltetem Herd nicht gargeköcht. Lässt man aber die Eier nach dem Erreichen des Siedepunktes auf der tiefsten Stufe weiterköcheln, so ist das Resultat einwandfrei.

Für die ‚Ogi‘-Methode wurden stets 350ml Wasser verwendet. Aufgekocht wurde das Wasser auf der höchsten Stufe. Sobald das Wasser siedete (dicke Blasen steigen vom Topfboden auf), wurde das Kochfeld ausgeschaltet (Guss und Glaskeramik) resp. auf die tiefste Stufe (200W) gestellt (Induktion) und die Pfanne für 10 Minuten so stehen gelassen.



Bilder 1 und 2: Eier werden nach der angepassten ‚Ogi‘-Methode auf dem Induktions-Kochfeld (links) und gemäss Kochbuch auf der Gussplatte gekocht (rechts)

- **Gemäss Tiptopf (nicht sparsam):** Im Tiptopf steht, die Eier müssen vom Wasser bedeckt sein’ und ‚auf mittlerer Stufe ohne Deckel kochen‘. An diese Vorgaben haben wir uns gehalten, die Eier jedoch nicht gemäss Tiptopf ins siedende Wasser gegeben, sondern von Anfang an in die Pfanne gelegt. Auch auf die Zugabe von Essig wurde verzichtet. Der Grund ist, dass dies gemäss eigenen Beobachtungen unserer und anderer Leute Gewohnheiten die üblichere Methode ist. Für diese Methode wurden 1100 ml Wasser verwendet – so waren die Eier gerade bedeckt. Auf der höchsten Stufe wurde das Wasser aufgekocht. Nach dem Erreichen des Siedepunktes (bestimmt wie oben) wurden die Eier während 10 Minuten auf der mittleren Stufe (Glaskeramik- und Gussherd: Stufe 6; Induktion: 1000W) gegart.
- **Eierkocher:** Es wurde gemäss Anleitung verfahren: entsprechend der Anzahl Eier und des gewünschten Härtegrades wurde mit dem kleinen Massbecher, der Bestandteil des Eierkochers ist, eine bestimmte Menge Wasser eingefüllt. Um 2 Eier hartzukochen, wurden 83ml Wasser abgemessen. Das Gerät macht einen Signalton, sobald alles Wasser verdampft ist. Sobald der Ton erklang, wurde der Eierkocher ausgeschaltet.



Bild 3:
Der Eierkocher in Aktion

Verwendetes Material zum Eier kochen

- Kochfeld Induktion: Steckbare Einzelkochplatte ‚Studio‘ (Aldi) resp. ‚Tristar‘ (Fust). Durchmesser = 29cm, Leistung 2000W.
- Kochfeld Glaskeramik: Bauknecht ETK 5240 230Volt. Kochtisch mit 2 Kochzonen. Verwendet wurde das grössere Kochfeld mit d=18cm. 2400 W.
- Kochfeld Guss: Steckbare Einzelkochplatte Rommelsbacher AK 2080 (Fust). D=18cm, 2000W.
- Eierkocher: Trisa Eggolino (von Eltop) für bis zu 3 Eier, 380W.
Im Kassensturz wurde dieses Gerät im Frühjahr 2010 als ‚genügend‘ bewertet (K-Tipp Nr. 7, 7. April 2010). Der Energieverbrauch war allerdings nicht getestet worden, nur das Kochresultat und die Handhabung. Von 9 getesteten Eierkochern erreichten drei eine bessere Bewertung als der Eggolino, nur 2 davon ein ‚Gut‘. Der Eggolino ist gemäss Kassensturz ein durchschnittlich gutes Gerät. Mit einer durchschnittlichen Haushaltsgrösse von knapp über 2 Personen halten wir einen kleinen Eierkocher wie den Eggolino für ein geeigneteres Gerät als die grösseren, die 6 bis 7 Eier fassen. Der Vergleich mit den Resultaten von Oberascher et al. (2011) (Kapitel 5) zeigt, dass die Kapazität des Eierkochers einen kleinen Einfluss auf den Energieverbrauch hat.
- Pfanne: ‚Daily‘ Stielkasserolle von Kuhn-Rikon aus Edelstahl. Modell mit d=18cm, 2.4 Liter. Gewicht Pfanne 898g, Deckel 400g. Die Daily-Pfanne war im Februar 2011 vom K-Tipp insgesamt als ‚gut‘ bewertet worden (Note 5.3), bezüglich der Energieeffizienz hatte Daily gar die Note 5.8 erreicht.
- Eier: ‚Naturafarm‘-Eier von Coop; 61g bis 64g pro Ei.
- Wasser: Churer Hahnenwasser. Die Anfangstemperatur lag bei rund 14°C, +/- 2°C.

3.2 Kaffee kochen: Methoden

Im Labor wurde einerseits der Stromverbrauch von drei verschiedenen Methoden zum Zubereiten von Filterkaffee gemessen, andererseits der Stromverbrauch zur Kaffeezubereitung mit einem Mokka-Pot auf drei verschiedenen Herdplatten. Die Resultate wurden hochgerechnet auf 2190 Tassen à 80g pro Jahr (6 Tassen pro Tag) und mit den bekannten Stromverbrauchswerten von automatischen Kaffeemaschinen verglichen. Dabei wurde angenommen, dass weder beim Kaffeekochen noch beim Trinken (wegschütten) Verluste entstehen – es wurden also die bei den Messungen verwendeten 300ml auf 2190 Tassen à 80g hochgerechnet.



Bilder 4 und 5: Mokka-Pot auf kleiner Gussplatte und 15cm-Glaskeramikplatte

Der Stromverbrauch der folgenden Methoden für die Kaffeezubereitung wurde im Labor gemessen:

- **Mokka-Pot**, auf kleiner Gussplatte, sowie auf zu grossen Guss- und Glaskeramikplatten. Für den Mokka-Pot wurden 300ml Wasser abgemessen und der Behälter locker mit gemahlenem Kaffee gefüllt (gemäss Anleitung). Ebenfalls gemäss Anleitung wurden die Herdplatten auf ‚niedrige Hitze‘ gestellt: Stufe 3 bei der kleinen Gussplatte, Stufe 9 bei den beiden Glaskeramikplatten (15cm und 18cm) sowie der grossen Gussplatte. Sobald das ‚Blubbergeräusch‘ ertönte, wurden die Kochfelder abgestellt.
- **Filterkaffee: Wasser mit Pfanne erwärmen (auf Glaskeramik)**: ebenfalls 300ml Wasser wurden in der Daily-Pfanne zum Sieden gebracht. Erhitzt wurde das Wasser auf höchster Stufe mit dem 18cm-Glaskeramik Kochfeld, bis grosse Blasen vom Topfboden her aufstiegen.
- **Filterkaffee: Wasser mit Wasserkocher erwärmen**: 300ml Wasser wurden in den Wasserkocher gegeben und damit zum Sieden gebracht. Der Wasserkocher schaltet mit kurzer Verzögerung von selbst aus.
- **Filterkaffeemaschine**: 300 ml Wasser wurden durch die Filterkaffeemaschine gelassen. Der Filter, der Bestandteil der Maschine ist, wurde mit wenig gemahlenem Kaffee gefüllt, bevor die Maschine angeschaltet wurde. Nachdem offenbar alles Wasser durchgelaufen war (mehrere Sekunden kein Kaffeetröpfchen mehr), liessen wir die Maschine den Kaffee während 20 Minuten warmhalten.



Bilder 6, 7 und 8: Drei mal Filterkaffee: Wasser erwärmen in der Pfanne oder mit dem Wasserkocher, Filterkaffeemaschine

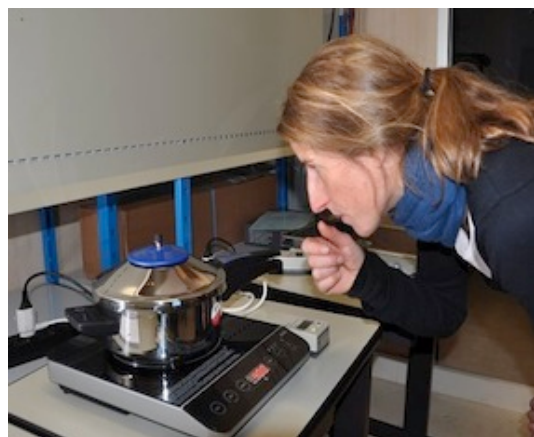
Verwendetes Material bei den Kaffee-Messungen

- Mokka-Pot von Bialetti, 6 cups. 586g
- Filterkaffeemaschine: Mio-Star XS für 600ml, 600W
- Wasserkocher: Mio-Star XS (1 Liter), 1400W
- kleine Gussplatte: Reisekochplatte ‚Automatic‘ (Rommelsbacher), 9.5cm, 500W
- Grössere Kochfelder Glaskeramik und Guss: wie bei den oberen Messungen. Neu wurde auch das kleinere Glaskeramik-Kochfeld (15cm) hier noch benutzt.
- Kaffee: Chicco d'Oro
- Wasser: das Churer Hahnenwasser war an diesem kalten Tag etwas kühler als an den anderen Tagen: 9.7°C im Durchschnitt, +/- 0.8°C.

3.3 Kartoffeln kochen und aufwärmen: Kochmethoden

500g Kartoffeln wurden mit 15 verschiedenen Kombinationen von Kochgeschirr, Kochgerät und Kochmethode gegart: für die 5 Methoden auf dem Herd wurden bis zu drei verschiedene Kochfelder benutzt. Zusätzlich wurden die Kartoffeln im Steamer und im Backofen gegart. Zwei der Methoden wurden zusätzlich für die doppelte Menge Kartoffeln, 1000g, angewendet (Pfanne mit viel Wasser und Deckel auf Induktion, Isolierpfanne auf Glaskeramik).

- **Isolierpfanne:** Es wurde gemäss der beiliegenden Anleitung und Garzeitentabelle verfahren – ausser dass die Kartoffeln nicht in Würfel geschnitten, sondern in gleicher Grösse wie bei den anderen Kochmethoden belassen wurden. Die Kartoffeln wurden gewaschen und nass in die Pfanne gelegt – kein weiteres Wasser wurde zugegeben. Auf drei Viertel der höchsten Kochstufe (Glaskeramik: Stufe 9, Induktion: Stufe 7 (1400W)) wurden Pfanne und Kochgut erhitzt bis ein ‚Dampffähnchen‘ aufstieg und die Hitze für 15 Minuten auf die tiefste Stufe 1 gestellt wurde. Nach 15 Minuten wurde das Kochfeld ausgeschaltet und die Pfanne auf den Warmhalteuntersatz gestellt, wo die Kartoffeln ohne weitere Energiezufuhr während nochmals 15 Minuten fertigarten (für 2cm-Kartoffel-Würfel werden 10 Minuten empfohlen, wir gaben unseren ganzen Kartoffeln 5 Minuten länger. Das Resultat war einwandfrei.) Genau gleich wurde für 1000g Kartoffeln verfahren. Diese Messung wurde auf dem Glaskeramik-Kochfeld durchgeführt. Das Dampffähnchen erschien hier erst nach 06:55 Minuten statt wie bei 500g nach 5 Minuten. Entsprechend dauerte es insgesamt drei Minuten länger bis die Kartoffeln gar waren (38 Minuten).
- **Dampfkochtopf:** Es wurde gemäss Anleitung verfahren: Wasser bis zum dazugehörigen Siebeinsatz eingefüllt (stets 275ml), dann auf höchster Stufe erhitzt. Sobald der 2. Ring am Ventil sichtbar war, wurde die Hitze so reduziert, dass der 2. Ring knapp sichtbar blieb und dieser Druck während 8 Minuten aufrecht erhalten. Beim Induktions-Kochfeld wurde dazu während 8 Minuten auf 600W gestellt, bei Glaskeramik und bei der Gussplatte wurde die Hitze sukzessive reduziert (von Stufe 5 auf 2 auf Null).



Bilder 9 und 10: Isolierpfanne von Kuhn-Rikon; Kartoffeln werden im Dampfkochtopf auf Induktion gegart. Der Druckerhalt wird kontrolliert.

- **Mit wenig Wasser, Siebeinsatz und Deckel** (gemäss Tiptopf): Verwendet wurde die Daily-Pfanne von Kuhn-Rikon (siehe oben) mit Deckel und ein separater Siebeinsatz. Die Pfanne wurde bis zum Siebeinsatz mit Wasser gefüllt (500 ml). Mit Deckel wurde das Wasser auf höchster Stufe zum Sieden gebracht (Zischgeräusch), dann wurde die Hitze reduziert. Beim Glaskeramik-Kochfeld reichte zum Dämpfen die Stufe 3 aus, beim Guss-Kochfeld musste nach 17 Minuten von Stufe

drei auf fünf gestellt werden, und bei der Induktionskochplatte wurden die Kartoffeln mit 400W gedämpft. Ab einer Kochzeit von 30 Minuten wurde geprüft, ob die Kartoffeln gar sind. Alle wurden eher knapp weich gekocht.



Bilder 11 und 12: Kartoffeln garen mit Siebeinsatz und Deckel auf der Gussplatte, mit Wasser bedeckt und ohne Deckel auf Glaskeramik

- **Mit viel Wasser, ohne Deckel:** Wiederum in derselben Pfanne wurden die Kartoffeln mit Wasser bedeckt. Dafür wurden jeweils 600ml Wasser verwendet. Auf der höchsten Stufe wurde das Wasser zum Sieden gebracht (grosse Blasen steigen auf), danach wurde die Hitze so reduziert, dass das Wasser knapp leicht sprudelte. Dies war auf Stufe 7 (Glaskeramik) resp. 8 (Guss) der Fall. Das Wasser siedete in beiden Fällen nach 7:30 Minuten. Mit der Gabel wurde der Zustand der Kartoffeln regelmässig geprüft. Nach insgesamt 30 Minuten (d.h. 22:30 nach dem Sieden) waren die Kartoffeln in beiden Fällen gar.
- **Mit viel Wasser und Deckel:** Kartoffeln wurden wie oben mit 600ml Wasser bedeckt. Während des ganzen Garprozesses blieb der Deckel auf der Pfanne. Auf der höchsten Stufe wurde das Wasser zum Sieden gebracht (grosse Blasen steigen auf), danach wurde die Hitze so reduziert, dass das Wasser knapp leicht sprudelte. Auf beiden Kochfelder wurde dazu die Hitze sukzessive reduziert: auf Glaskeramik von Stufe 5 auf 3, auf Induktion von 600W über 400W zu 200W. Auf Glaskeramik siedete das Wasser nach 7:40 Minuten, auf Induktion nach 3:12 Minuten. Die Kartoffeln wurden gleich lang gekocht wie ohne Deckel: 22:30 ab Siedepunkt. Nach insgesamt 28 Minuten auf Induktion resp. 30:10 auf Glaskeramik waren die Kartoffeln gargekocht. Bei der Messung mit 1000g Kartoffeln wurde auch die doppelte Menge Wasser eingefüllt – mit 1.2 Liter waren die Kartoffeln bedeckt. Die Messung wurde auf dem Induktions-Kochfeld durchgeführt. Es wurde identisch verfahren wie bei 500g. Der Siedepunkt war nach 06:55 Minuten erreicht, gar waren die Kartoffeln nach 29:25 Minuten.
- **Steamer:** Für das Dämpfen im Steamer haben wir uns an der Anleitung (für geschälte und halbierte Kartoffeln) orientiert. Die Kartoffeln wurden aber wie immer ganz gelassen, wenn sie unter 80g wogen. Die Temperatur wurde gemäss Anleitung auf 100°C eingestellt, die Dämpfzeit auf 30 Minuten (Anleitung: 20 bis 40 Minuten). Keine Hinweise wurden gegeben, wie viel Wasser in den Behälter zu füllen ist. Darum wurden zwei Durchgänge gemacht: einmal wurde der Behälter bis zur Markierung ‚Minimum‘ mit 770ml Wasser gefüllt, einmal wurde er mit 1l etwa halb gefüllt. Mit 1 l war die Dämpftemperatur nach 10 Minuten erreicht, mit 770ml nach 8 Minuten. Entsprechend schaltete das Gerät mit weniger Wasser 2 Minuten früher aus. Für die

Resultate wurde der Mittelwert aus beiden Messungen verwendet (415 Wh mit 1l, 387 Wh mit 770ml. Mit rund einem Drittel mehr Wasser stieg der Stromverbrauch des Gerätes also um 7%).



Bilder 13 und 14: der verwendete Steamer; der Backofen mit Messgerät und vorbereiteten Ofenkartoffeln

- **Steamerfunktion des Backofens:** Im Menu ‚Kochassistent‘ wurde das Programm ‚Pellkartoffeln‘ des Backofens ausgewählt. Gemäss Anleitung wurde der Wasserbehälter mit 650ml Wasser gefüllt. Die Kartoffeln wurden ganz in die mit dem Backofen mitgelieferte Glasschale gelegt, und diese auf den Gitterrost in der Mitte des Ofens gestellt. Das Programm wurde gestartet. Nach 4:40 Minuten waren die vom Programm angepeilten 96°C erreicht. Nach insgesamt 50 Minuten beendete sich das Programm, das Gerät piepste und schaltete sich aus. Die Pellkartoffeln waren fertig gedämpft.
- **Ofenkartoffeln:** Der Backofen kennt kein Programm ‚Ofenkartoffeln‘, darum wird gemäss Tiptopf verfahren: die Kartoffeln werden halbiert und mit der Schnittfläche nach oben aufs Backblech (mit Backtrennpapier) gelegt und mit ein wenig Öl bestrichen. Im Kochbuch steht nichts zur Backofenfunktion, daher wählen wir als ‚normale‘ Funktion Ober- und Unterhitze und stellen die Temperatur auf 220°C (Kochbuch: 200° - 220°). Die Kartoffeln werden in die Mitte des kalten Ofens geschoben und während insgesamt 35 Minuten gebacken (Kochbuch: 30 bis 40 Minuten). Die Kartoffeln sind gar und lecker.

Kartoffeln aufwärmen

- **Bratpfanne,** auf Glaskeramik und Induktion: Die Grösse der vorgekochten und ausgekühlten Kartoffeln wurde nicht verändert. Ca. 10ml Sonnenblumenöl wurde in der Bratpfanne auf höchster Stufe erhitzt. War das Öl heiss (dünnflüssiger; nach 1:20 auf Induktion, nach 2 Minuten auf Glaskeramik), wurde die Hitze reduziert (Induktion: 600W, Glaskeramik: erst Stufe 6, später 3) und die Kartoffeln dazugegeben und mit Deckel auf der Pfanne erhitzt. Nach einer Weile wurde die Kerntemperatur der Kartoffeln gemessen. War diese etwas über 60°C, wurde das Kochfeld ausgeschaltet. Bei Glaskeramik war dies nach 12 Minuten der Fall, bei Induktion nach 11:20.
- **Mikrowelle:** Die Kartoffeln wurden in einer Porzellanschale im Mikrowellengerät platziert und dieses auf 4 Minuten programmiert. Nach Ende des Programmes wurde die Kerntemperatur der Kartoffeln überprüft. Diese betrug 65°C, womit die 4 Minuten als ideal betrachtet wurden um die Kartoffeln im Mikrowellengerät aufzuwärmen.
- **Steamer:** Die Kartoffeln wurden in der mitgelieferten Metallschale in die Mitte des Gerätes geschoben, der Wasserbehälter des Steamers wurde bis zur Markierung ‚Minimum‘ (770ml) mit kaltem Wasser gefüllt. Gemäss Bedienungsanleitung wurde die Temperatur des Gerätes auf 100°C eingestellt, die Zeit auf 3 Minuten (Bedienungsanleitung: 2 – 3 Minuten). Nach 7:40

Minuten erreichte das Gerät die Zieltemperatur, nach weiteren 3 Minuten schaltete es aus (10:40 Minuten, 230 Wh). Die Messung der Kerntemperatur der Kartoffeln ergab nur 40°C – sie wurden nochmals in den Steamer gegeben und dieser auf eine weitere Minute programmiert. Nach insgesamt 14:40 Minuten (und 288 Wh) hatten die Kartoffeln eine befriedigende Kerntemperatur erreicht.



Bild 15: die Kerntemperatur der aufgewärmten Kartoffeln wird gemessen

Verwendetes Material zum Kartoffeln Kochen und Aufwärmen

- Kochfelder und Pfanne ‚Daily‘: wie beim Eierkochen
- Steamer Miele DG 1450-CH (Nachfolgemodell vom DG 1050-CH S, der im SALDO Nr. 8 vom April 2010 im Test als einziges Gerät mit ‚sehr gut‘ bewertet worden war)
- Backofen EB SL 7 von Electrolux: Einbau-Backofen ‚Profi Steam‘ 55 cm SMS-Norm. Der Backofen ist auf topten.ch aufgelistet, d.h. er erreicht in beiden Ofenfunktionen (Umluft und Ober- und Unterhitze) die A-Klasse.
- Mikrowellen-Gerät: Bauknecht MW UT5017DB
- Dampfkochtopf: Duromatic Supreme von Kuhn-Rikon. 1356g, Deckel 570g.
- Isolierpfanne ‚Durotherm‘ von Kuhn-Rikon, 2l, 18cm Durchmesser. CHF 279.-
- Bratpfanne: Tefal Bratpfanne, Durchmesser 18cm, 982 g.
- Siebeinsatz: es wurden zwei identisch aussehende Siebeinsätze verwendet: einer von Kuhn-Rikon, 180g (auf Glaskeramik verwendet), der andere von Manor, 150g (auf Guss und Induktion).
- Kartoffeln: Raclettekartoffeln ‚Charlotte‘ von Coop. Die Portionen umfassten im Mittel 510g und variierten von 497g bis 529g. Kartoffeln über 80g wurden halbiert.
- Wasser: Churer Hahnenwasser. Die Anfangstemperatur variierte im selben Rahmen wie bei den Eiermessungen und lag im Mittel bei 14°C.

3.4 Teigwaren kochen: Kochmethoden

Kochmethoden

- **Gemäss Kochbuch:** Gemäss Tiptopf werden für 200g bis 300g Teigwaren 2 bis 3 Liter Wasser zum Sieden gebracht. Für unsere 170g Spaghetti brachten wir dementsprechend 1.7 Liter kaltes Wasser auf der höchsten Stufe des Glaskeramik-Kochfeldes zum Sieden. Bis der Siedepunkt erreicht war, war der Deckel auf der Pfanne, danach wurde ohne Deckel gekocht. Beim Siedepunkt wurden Salz und die Teigwaren beigegeben und die Hitze reduziert (auf Stufe 7-8). Nach 11 Minuten Kochzeit waren die Spaghetti gar und das Kochfeld wurde ausgeschaltet.
- **Mit Wasserkocher:** Im Wasserkocher wurden 1.7l Wasser zum Sieden gebracht. 170g Spaghetti, etwas Salz und das kochende Wasser wurden in die Pfanne gegeben und gleichzeitig das Kochfeld auf die höchste Stufe gestellt. Das Wasser kühlt sich so zuerst ab, da es in die kalte Pfanne gegeben wird. Nach rund 4 Minuten waren auch Herdplatte und Pfanne erhitzt und das Wasser wieder am Siedepunkt, die Hitze wurde auf Stufe 7-8 reduziert. Ab diesem Punkt wurden die Spaghetti 11 Minuten lang gekocht.



Bild 16: die Teigwaren sind vorbereitet, das Wasser wird im Wasserkocher zum Sieden gebracht

Verwendetes Material

- Wasserkocher 1.7l von Kuhn-Rikon
- Teigwaren: Bio-Spaghetti aus Hartweizengriess von Coop (naturaplan). Angegebene Kochzeit: 9 – 11 Minuten.
- Pfanne ‚Daily‘ und Kochfeld Glaskeramik wie oben

3.5 Fertigpizza zubereiten: Methoden

Auf der Packung stehen zwei Backanleitungen für Elektrobacköfen: mit Ober- und Unterhitze sowie Umluft. Die Anleitung auf der Packung schreibt ‚gutes Vorheizen‘ vor – so kann die Backdauer möglichst genau angegeben werden. Hier wurden einerseits die beiden beschriebenen Methoden angewendet, andererseits beide ohne Vorheizen. Zusätzlich wurde noch eine nicht tief- sondern lediglich gekühlte Fertigpizza zubereitet; ebenfalls gemäss Packungsanleitung. Zwischen den einzelnen Backgängen wurde der Backofen stets ca. eine Stunde an der Aussenluft ausgekühlt.

Zubereitungsmethoden Tiefkühlpizza

- **Ober- und Unterhitze, mit Vorheizen:** gemäss Packungsanleitung. Vorheizen auf 220°C, anschliessend 12 Minuten backen (Anleitung: ‚11 bis 13 Minuten‘).

- **Umluft, mit Vorheizen:** gemäss Anleitung. Vorheizen auf 200°C, dann ebenfalls 12 Minuten backen.
- **Ober- und Unterhitze, ohne Vorheizen:** Die Pizza kommt in den Ofen, bevor dieser angeschaltet wird. Nach 10:30 Minuten sind die eingestellten 220°C erreicht. Ab diesem Zeitpunkt wird die Pizza beobachtet, nach weiteren 7 Minuten (insgesamt 17:30) sieht sie gleich aus wie beim Vorgehen gemäss Anleitung. Das Ergebnis wirkt genauso überzeugend wie bei jenem Vorgehen.
- **Umluft, ohne Vorheizen:** Vorgehen wie oben, doch wird die Ofentemperatur auf 200°C gestellt. Diese wird nach 9 Minuten erreicht. Nach weiteren 6:30 Minuten scheint uns die Pizza fertig und der Ofen wird ausgeschaltet. Wiederum ist das Ergebnis überzeugend.

Methode Kühlenpizza

- **Ober- und Unterhitze, mit Vorheizen:** gemäss Anleitung. Vorheizen auf 225°C, anschliessend wird die Pizza während 7 Minuten gebacken.

Verwendetes Material

- Backofen EB SL 7 von Electrolux: Einbau-Backofen ‚Profi Steam‘ 55 cm SMS-Norm. Der Backofen ist auf topten.ch aufgelistet, d.h. er erreicht in beiden Ofenfunktionen (Umluft und Ober- und Unterhitze) die A-Klasse.
- Tiefkühlpizza: ‚Ristorante‘ Pizza Funghi von Dr. Oetker, 365g (gekauft im Migrolino).
- Kühlenpizza: Premium Pizza Prosciutto von Aldi, 400g.



Bild 17: Die Pizza Funghi ist genussbereit

4 Resultate und Schlussfolgerungen

4.1 Eier kochen: Resultate und Schlussfolgerungen

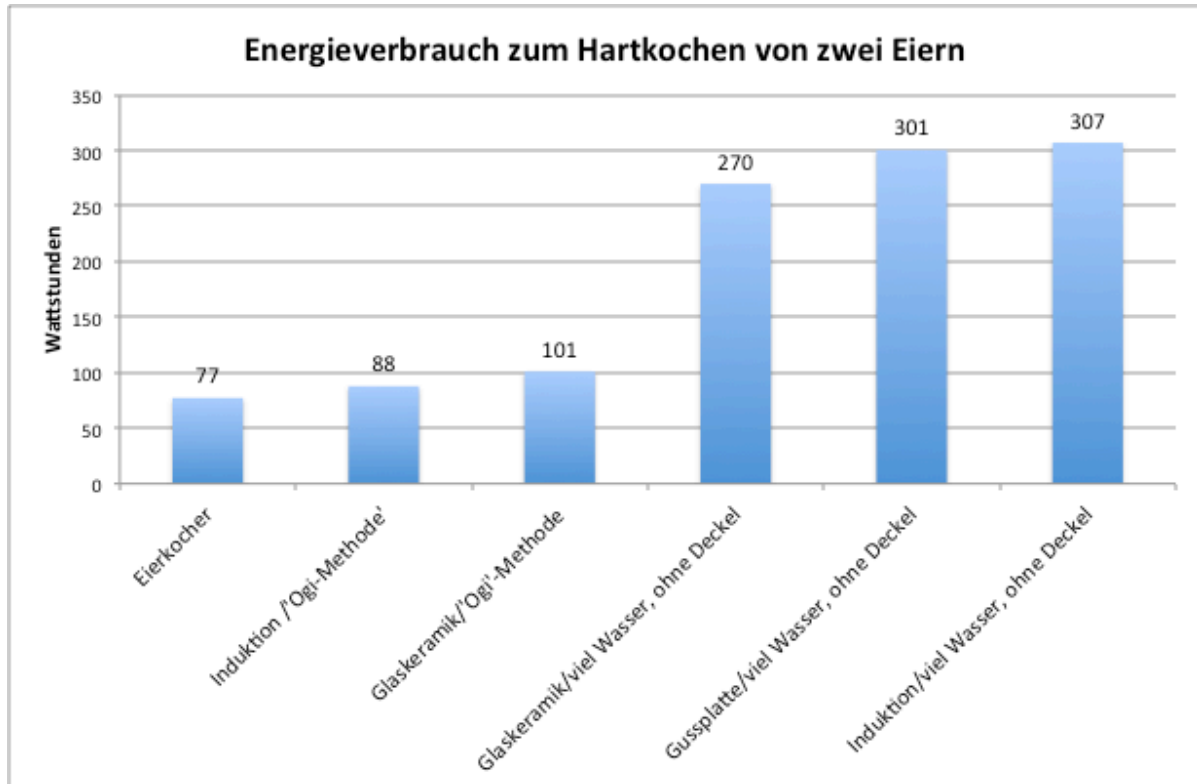


Bild 18: Resultate der Messungen beim Eierkochen

Beim Hartkochen von Eiern zeigen sich eindruckliche Unterschiede im Energieverbrauch. Lediglich 77 Wh brauchten die zwei Eier im kleinen Eierkocher, über 300 Wh wurden verbraucht, wenn die Eier mit Wasser bedeckt waren und ohne Deckel auf einer Guss- oder einer Induktionsplatte gekocht wurden. Der Induktionsherd schnitt bei dieser ‚verschwenderischen‘ Variante sehr schlecht ab, da strikt nach den Angaben im Tiptopf verfahren wurde: nach dem Erreichen des Siedepunktes wurden die Eier während 10 Minuten auf ‚mittlerer‘ Stufe gekocht. Die mittlere Leistungsstufe bei unserem Induktionsherd entspricht 1000 Watt – eine hohe Leistung.

Als sehr effizient bestätigte sich die von Bundesrat Ogi bereits in den Achtzigern propagierte Methode: auf Glaskeramik lässt sich mit dieser Methode mehr als 60% Energie sparen im Vergleich zur im Tiptopf beschriebenen Methode. Nochmals weniger Energie braucht die Ogi-Methode auf einem Induktionskochfeld. Allerdings musste hier die Methode etwas angepasst werden: da der Induktionsherd nach dem Abschalten über keine Restwärme verfügt, müssen die Eier nach dem Siedepunkt auf der tiefsten Leistungsstufe fertiggekocht werden. Schaltet man die Kochplatte gemäss der Original-Ogi-Methode nach dem Erreichen des Siedepunktes ganz aus, so werden die Eier auf einem Induktionsherd nicht hart. Sparsamer als die anderen Kochfelder ist Induktion bei dieser Methode allemal.



Bild 19: Nach der Ogi-Methode auf Induktion gekochte Eier: links wurde nach dem Sieden ganz ausgeschaltet, das Ei rechts wurde auf der tiefsten Leistungsstufe fertiggekocht.

Bei der Ogi-Methode verbraucht der Induktionsherd 13% weniger Strom gegenüber der Kochplatte aus Glaskeramik. Die Herd-Technologie hat also einen geringeren Einfluss auf den Energieverbrauch als die Methodenwahl.

Bild 20 stellt den zeitlichen Verlauf des Kochprozesses dar: verbrauchte Energie beim Erreichen des Siedepunktes und Energieverbrauch während des 10minütigen Köchelns. Beim Eierkocher scheint der Energieverbrauch über den ganzen Prozess konstant zu verlaufen, während bei der Ogi-Methode die unterschiedliche Anwendung bei Induktion und Glaskeramik sichtbar ist: bei Induktion steigt die verbrauchte Energie nach dem Siedepunkt (auf tiefster Stufe) noch von 60 auf 88 Wh, beim Glaskeramik-Herd bleibt es bei 101 Wh, da die Restwärme genügt.

Mit viel Wasser dauert es insbesondere bei der Guss- und der Glaskeramikplatte deutlich länger, bis der Siedepunkt erreicht ist. Entsprechend ist auch der Energieverbrauch dahin höher. Auf die mittlere Stufe gestellt, verbraucht danach Induktion mehr Energie als Glaskeramik, Glaskeramik mehr als Guss. Induktion schneidet schlussendlich hier wegen des hohen zusätzlichen Energieverbrauches auf der mittleren Stufe schlecht ab, die Gussplatte eher wegen des hohen Energieverbrauches bis zum Erreichen des Siedepunktes.

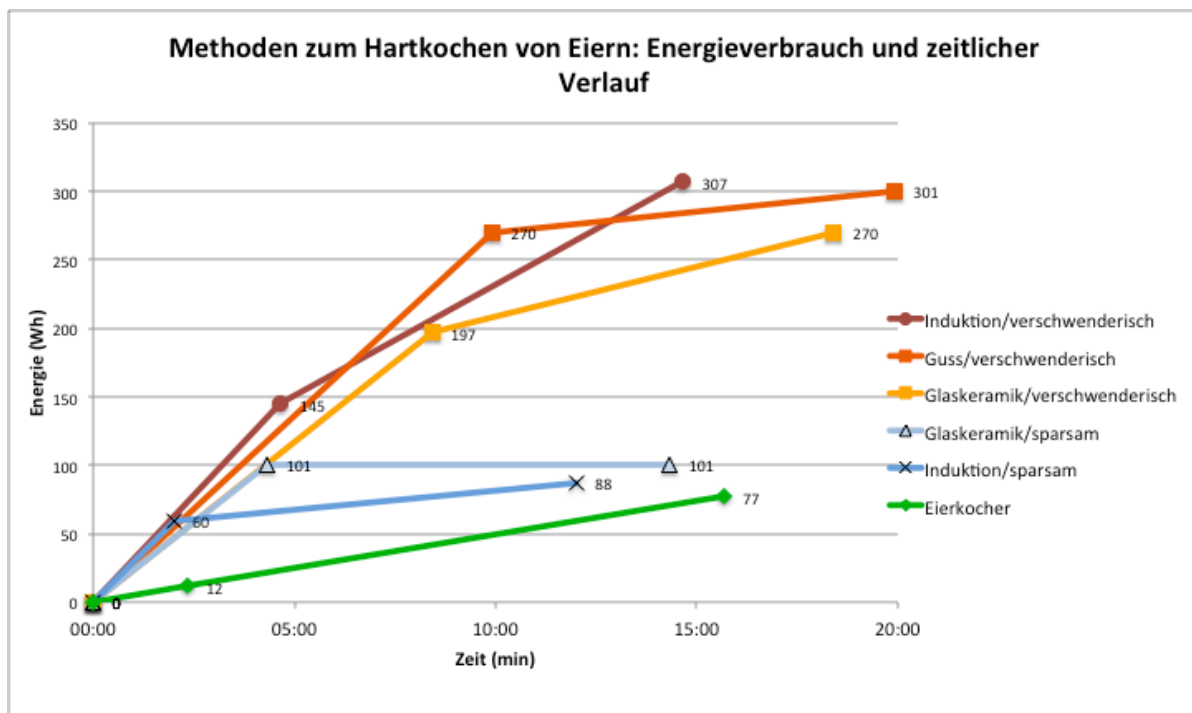


Bild 20: 1. Messpunkt: Siedepunkt, 2. Messpunkt: Eier sind hart (nach 10 Minuten)

Aus der Grafik lässt sich nachvollziehen, was Oberascher et al. in ihrer Studie (2011) fanden, in der sie die Effizienz von Eierkocher, effizienter und ineffizienter Methode bei verschiedenen Härtegraden der Eier untersuchten: der Energieverbrauch der effizienten Kochmethode ohne Spezialgerät (entspricht hier der Ogi-Methode) nähert sich dem des (auch bei Oberascher effizienten) Eierkochers umso mehr an, je länger und also härter die Eier gekocht werden. Anders gesagt: bei kürzeren Kochzeiten wäre der Eierkocher noch deutlicher überlegen als bei unseren 10-Minuten-Eiern.

Schlussfolgerungen:

- Die ineffizienteste Methode zum Eierkochen braucht fast vier Mal mehr Energie als die beste Methode.
- Die Wahl der Methode ist wichtiger als die Technologie des Herdes: durch die Wahl der Methode (wenig Wasser, Deckel, Restwärme nutzen) lässt sich mit demselben Material über 60% Strom sparen. Ein sparsames Kochfeld bringt rund 13% Einsparung bei gleicher Methode.
- Am effizientesten ist der Eierkocher als Spezialgerät. Die ‚Ogi‘-Methode verbraucht jedoch nur wenig mehr Strom, insbesondere wenn die Eier lange und also hart gekocht werden.
- Induktions-Kochfelder sind effizient – aber nicht, wenn sie falsch angewendet werden. Viele Kochbücher sind noch nicht auf Induktion ausgerichtet („mittlere Stufe“ kann z.B. bei Induktion sehr verschwenderisch sein). Zudem muss beachtet werden, dass es keine Restwärme gibt. Induktionskochfelder finden sich auch www.topten.ch.
- Die im Tiptopf empfohlene Methode ist auf allen Herden ineffizient. Energiesparen scheint zumindest für die Redaktion des Schulkochbuches ‚Tiptopf‘ kaum ein Thema zu sein: die ineffiziente Methode („Eier mit Wasser bedeckt“, „ohne Deckel“) ist auch in der aktuellen Ausgabe noch so beschrieben. Im Anschluss an das Projekt sollte der Kontakt mit der Redaktion gesucht werden, um für künftige Auflagen die Möglichkeit von entsprechenden Anpassungen zu besprechen.

4.2 Kaffee zubereiten: Resultate und Schlussfolgerungen

Wegen der grossen Wichtigkeit des Stromverbrauchs im Bereitschaftsmodus von Kaffeemaschinen wurden die Resultate der Messungen beim Kaffeekochen allesamt auf einen Jahresstromverbrauch hochgerechnet.

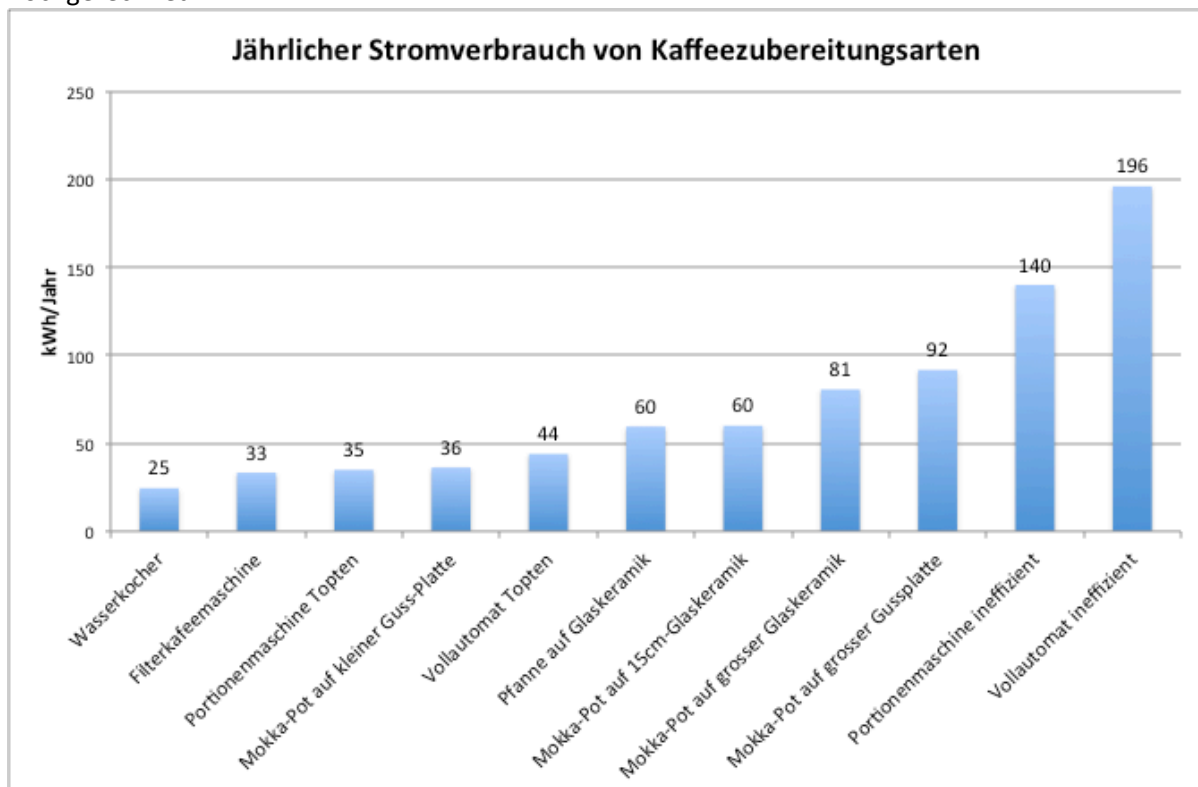


Bild 21: Jahresstromverbrauch von Kaffeezubereitungsarten – hochgerechnet aus den Resultaten der Messungen resp. bekannten Messdaten von Topten (Kaffeemaschinen)

Tatsächlich als eindruckliche Stromschleudern präsentieren sich in Bild 20 die Kaffeemaschinen ohne automatische Abschaltfunktion: fast bis zu einem Faktor acht Mal mehr Strom verbrauchen diese pro Jahr als wenn man für den eigenen (Filter-) Kaffee einen Wasserkocher verwendet. Bei der Methode ‚Wasserkocher‘ wird keine weitere Energie zum Warmhalten aufgewendet – der Kaffee müsste also in eine Thermoskanne gefiltert werden. Mehr als doppelt so viel Strom wird für Thermoskannen-Filterkaffee aufgewendet, wenn das Wasser in einer Pfanne auf dem Glaskeramikherd aufgekocht wird.

Obwohl angenommen wurde, dass die kleine Filterkaffeemaschine jeweils 20 Minuten im Warmhaltemodus gelassen wird, schneidet sie sehr gut ab. Hier dürfte jedoch entscheidend sein, wie lange die Maschine wirklich angeschaltet bleibt. Die 20 Minuten sind eine willkürliche Annahme – setzt man die Warmhaldedauer auf 1 Stunde, wäre das Endresultat mit rund 55 kWh/a weniger gut.

Die Kaffee- und Espressomaschinen mit automatischer Abschaltfunktion (Topten) gehören auch zu den effizienteren Möglichkeiten zum Kaffeekochen, insbesondere die kleineren Portionenmaschinen (wobei der Energieaufwand für die Kapselherstellung nicht betrachtet wurde!). Ähnlich effizient kann ein Mokka-Pot auf einer Herdplatte sein – sofern die Platte nicht einen grösseren Durchmesser hat

als die Kaffeekanne. Mit grösserem Herdplatten-Durchmesser steigt der Stromverbrauch rasch um 70% (Durchmesser 5cm zu gross) und 125% (8cm zu gross).

Wichtigste Schlussfolgerungen:

- Es gibt riesige Unterschiede im Jahresverbrauch der Geräte, mit denen man Kaffee zubereiten kann: eine ineffiziente Kaffeemaschine (ohne automatische Abschaltfunktion) verschlingt fast acht Mal soviel Strom wie wenn Filterkaffee mit einem Wasserkocher in eine Thermoskanne gegossen wird.
- Eine (kleine) Filterkaffeemaschine kann auch effizient sein. Wichtig ist aber, dass sie nicht lange im Warmhaltemodus belassen wird – d.h. rasch ausgeschaltet wird, wenn der Kaffee fertig ist.
- Effiziente Kaffeemaschinen (mit Auto-Power-Down – alle auf www.topten.ch) sind ebenfalls gut.
- Kaffee aus dem Mokka-Pot (Bialetti) kann auf einer kleinen Gussplatte (nicht grösser als der Pot) ebenfalls effizient hergestellt werden. Ist aber die Platte zu gross, so geht rasch viel Energie verloren.
- Bei ineffizienten Kaffeemaschinen verschlingt unnötiges Warmhalten und der Standby-Modus sehr viel Energie.

4.3 Kartoffeln kochen: Resultate und Schlussfolgerungen

4.3.1 Resultate mit 500g Kartoffeln

Die Resultate aller Energieverbrauchsmessungen beim Garen von 500g Kartoffeln sind in Bild 22 dargestellt.

Am sparsamsten fiel das Garen mit der Isolierpfanne aus, gefolgt vom Dampfkochtopf. Bis zu rund dem Dreifachen an Energie braucht das Garen in einer herkömmlichen Pfanne mit Deckel – ob dabei ein Siebeinsatz verwendet wurde oder die Kartoffeln knapp mit Wasser bedeckt waren machte nur einen kleinen Unterschied. Deutlich mehr Energie brauchte das Garen im Steamer sowie in der herkömmlichen Pfanne, wenn kein Deckel verwendet wurde. Als ineffizienteste Garmethoden erwiesen sich das Dämpfen mit der Steamerfunktion des Backofens sowie das Zubereiten von Ofenkartoffeln im Backofen. Die ineffizienteste Garmethode (Ofenkartoffeln im Backofen) verbrauchte rund das Zehnfache an Energie im Vergleich mit der sparsamsten Methode (Isolierpfanne auf Induktionsherd).

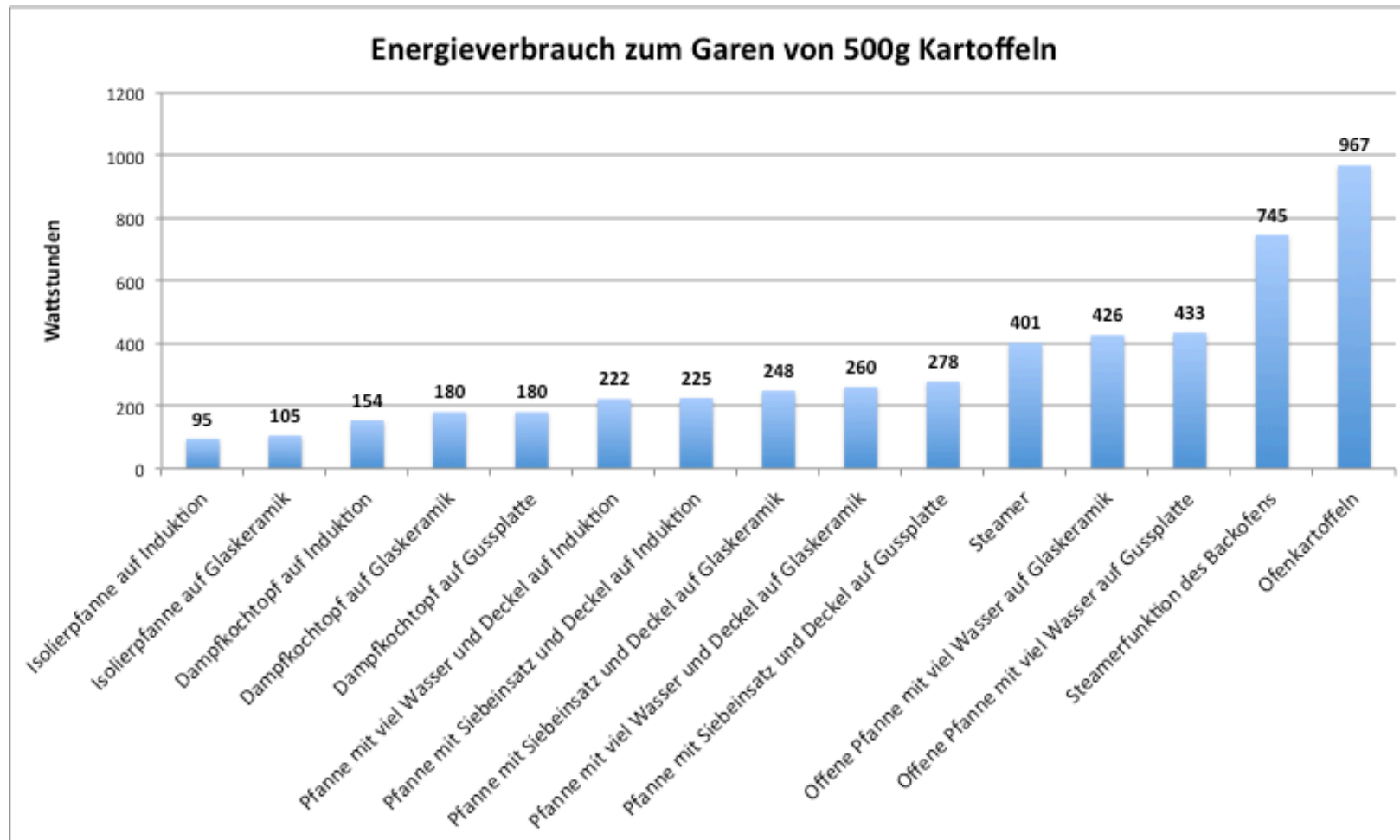


Bild 22: Resultate der Messungen mit 500g Kartoffeln

Gesamtvergleich des Energieverbrauchs der Kochmethoden:

- **Faktor 10:** Macht man Ofenkartoffeln im Backofen, so braucht dies rund das zehnfache an Strom der effizientesten Dämpf-Methode. Ineffizientes Dämpfen von Kartoffeln braucht immer noch fast sieben Mal mehr Energie als die beste Methode. Auch auf dem Kochfeld sind die Unterschiede beträchtlich: je nach Wahl des Kochgeschirrs und der Methode variiert hier der Stromverbrauch um mehr als das Vierfache.
- **Isolierpfanne ist top:** Am sparsamsten dämpft man Kartoffeln mit der Isolierpfanne auf dem Induktionsherd. Am ineffizientesten dämpft der Backofen mit integrierter Steamfunktion. Nochmals 30% mehr Strom braucht der Backofen für Ofenkartoffeln, mit Ober- und Unterhitze. Von den Methoden mit Pfanne auf Kochfeld schneidet die Pfanne mit viel Wasser und ohne Deckel auf der Gussplatte am schlechtesten ab.
- **Sehr ineffizienter Backofen, ineffizienter Steamer:** Der Backofen braucht in beiden gemessenen Funktionen (Unter- und Oberhitze, Steamfunktion) deutlich mehr Energie als die Kochfelder und der Steamer. Er hat schlechte Karten, da er stets eine grosse Masse aufheizen muss. Für Ofenkartoffeln ist zudem die Temperatur rund doppelt so hoch wie beim Kochen und Dämpfen (220°C). Wer gerne und oft die Vorteile eines Steamers nutzt (mehrere Speisen können zugleich darin gegart werden, viele Geräte sind programmierbar), ist aus energetischer Sicht gut beraten, sich einen separaten Steamer anzuschaffen anstatt einen Backofen mit integrierter Dampfgarfunktion zu wählen: der Steamer verbrauchte zum Kartoffeldämpfen 46% weniger Strom als der Backofen.
Viel mehr Strom sparen lässt sich aber beim Garen auf der Herdplatte. Nur die ineffizienteste Methode auf dem Kochfeld braucht mehr Energie als der Steamer: mit viel Wasser kochen (Kartoffeln mit Wasser bedeckt) und ohne Deckel. Gegenüber dem ‚normalen‘ (gemäss Tiptopf) Dämpfen in der Pfanne (mit Siebeinsatz und Deckel, auf Glaskeramik) verbrauchte das Dämpfen im Steamer 60% mehr Energie.

Einfluss einzelner Parameter auf den Stromverbrauch

Die Tabellen 2 bis 4 analysieren die Resultate hinsichtlich des Einflusses auf den Energieverbrauch der drei Parameter ‚mit oder ohne Deckel auf der Pfanne‘, der Kochfeldtechnologie und der Art des Kochgeschirres.

Deckel drauf	Unterschied Energieverbrauch	Anzahl Vergleichsmessungen
Viel Wasser, ohne Deckel, auf Glaskeramik = 100%	-	
Wie oben, aber mit Deckel	-39%	1

Tabelle 2: Unterschied mit/ohne Deckel

Kochfeldtechnologie	Unterschied Energieverbrauch	Mittelwert	Anzahl Vergleichsmessungen
Induktion	-10% bis -17%	-14%	4
Glaskeramik = 100%	-		
Gussplatte	+0% bis +12%	+ 5%	3

Tabelle 3: Unterschied Kochfeldtechnologie

Art des Kochgeschirrs	Unterschied Energieverbrauch	Mittelwert	Anzahl Vergleichsmessungen
Isolierpfanne	- 58%	-58%	2
Dampfkochtopf	- 27% bis – 35%	-31%	3
Pfanne mit Siebeinsatz und Deckel = 100%	-		

Tabelle 4: Unterschied Kochgeschirr

- **Deckel drauf spart 40%:** Werden die Kartoffeln im Wasser gekocht, so bringt die einfachste Massnahme grosse Einsparungen: ein Deckel auf der Pfanne spart hier 40% Energie (– wenn die Temperatur entsprechend zurückgestellt wird, so dass das Wasser knapp am Kochpunkt gehalten wird, und nicht etwa überkocht). Gedämpft werden Kartoffeln normalerweise sowieso in einem geschlossenen Gefäss, da sonst der Dampf ohne grosse Dämpfwirkung entweichen würde.
- **Effiziente Kochfeldtechnologie bringt bis rund 15%:** Rund 15% Energie lässt sich mit einem Induktionsherd gegenüber einem Kochfeld aus Glaskeramik sparen. Die alte Gussherdplatte verbrauchte bei den Messungen im Durchschnitt 5% mehr Strom als die typische Glaskeramikplatte. Die Unterschiede variieren jedoch. Aus den Bildern 23 und 24, welche den Verlauf des Energieverbrauchs der verschiedenen Kochmethoden darstellen, ist ersichtlich dass die Effizienzunterschiede zwischen Kochfeldern in der Regel umso weniger ins Gewicht fallen, je länger der Kochprozess dauert. Dies ist auch der Grund, weshalb die gemessenen Einsparungen kleiner sind als der oft zitierte Effizienzgewinn von 25 - 30% beim Ankochen.
- **Dampfkochtopf und Isolierpfanne sparen 30% resp. 60%:** Deutlich Energie sparen lässt sich mit Dampfkochtopf und Isolierpfanne: das Dämpfen im Dampfkochtopf anstatt mit Siebeinsatz und Deckel in einer herkömmlichen Pfanne (gemäss Tiptopf) spart rund 30% Energie. Gar rund das Doppelte, 58%, spart das Dämpfen in der Isolierpfanne.
Wer die Kartoffeln gerne rasch auf dem Tisch hat, setzt auf den Dampfkochtopf: so sind die Kartoffeln in insgesamt 15 Minuten gar – alle anderen Methoden dauern mindestens doppelt so lange.
- **Siebeinsatz spart kaum Energie:** Ein Blick auf die Resultate in Bild 22 zeigt, dass es bei 500g Kartoffeln aus energetischer Sicht keinen grossen Unterschied macht, ob man diese im Wasser kocht (mit Deckel) oder auf einem Siebeinsatz dämpft. Insbesondere auf dem Induktionsherd war der Stromverbrauch der beiden Methoden mit Siebeinsatz resp. mit von Wasser bedeckten Kartoffeln praktisch gleich hoch. Auch auf der Glaskeramik-Kochplatte betrug der Unterschied nur wenige Wattstunden. Nicht bewertet wurde allerdings, ob ein geschmacklicher Unterschied zwischen im Wasser gekochten und gedämpften Kartoffeln feststellbar ist.
Bemerkung: Um 500g Kartoffeln mit Wasser zu bedecken braucht es nur wenig mehr Wasser als mit Siebeinsatz, wenn dabei das Wasser bis zu diesem eingefüllt wird (600ml statt 500ml). Zudem wird auch der Siebeinsatz erwärmt, was allerdings wegen dessen geringen spezifischen Wärmekapazität wenig ausmachen dürfte, obwohl der Siebeinsatz hier schwerer war als das Mehr an Wasser beim Kochen ohne Sieb. Beim Garen von grösseren Mengen dürfte aber das Dämpfen mit Siebeinsatz sparsamer sein als das Kochen im Wasser, da bei letzterem auch mehr Wasser zugegeben wird, beim Dämpfen aber nicht.

Bilder 23 bis 25 stellen den zeitlichen Verlauf des Energieverbrauchs und die Dauer der Garprozesse dar. Bild 23 macht mit den Kochmethoden mit verschiedenen Geräten die ‚Energieverbrauchs-Schere‘ am weitesten auf, Bild 24 stellt den Energieverbrauch beim Kochen auf dem Kochfeld mit verschiedenen Pfannenarten dar, während Bild 25 die Unterschiede darstellt, die je nach Anwendung

mit einer herkömmlichen Pfanne resultieren. Zu beachten sind die unterschiedenen Skalen der Bilder.

Zeit und Energieverbrauch wurden ein erstes Mal beim Erreichen des Siedepunktes (Dampfkochtopf: genügend Druck aufgebaut, Steamer und Backofen: eingestellte Temperatur erreicht) registriert, ein zweites Mal wenn die Kartoffeln gar waren. Bei der Isolierpfanne (Bild 23) wurden drei Messpunkte festgehalten: 1. Siedepunkt („Dampffähnchen“), 2. Kochfeld ausgeschaltet, 3. Kartoffeln auf dem Warmhalteuntersatz fertiggegart.

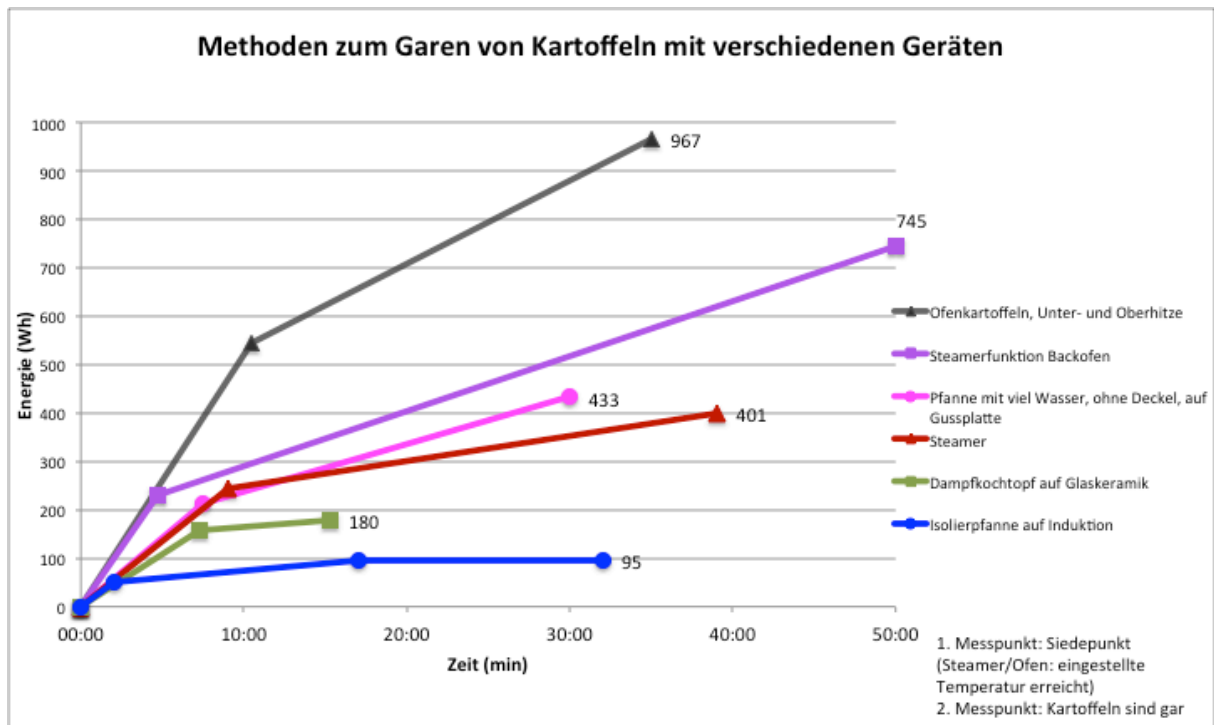


Bild 23: Zeitlicher Verlauf und Energieverbrauch beim Garen mit verschiedenen Geräten

Der Backofen braucht in beiden untersuchten Funktionen auch nach Erreichen der eingestellten Temperatur (Steam: 96°, Unter- und Oberhitze: 220°C) noch viel Energie um diese aufrecht zu erhalten. Der kleinere Steamer braucht etwas mehr Zeit und Energie um die Zieltemperatur (100°C) zu erreichen als der Backofen im Dampfgarmodus – er wird mit mehr Wasser betrieben (hier ca. 885 ml, Backofen 650ml). Danach aber flacht der Energieverbrauch gegenüber dem Backofen deutlich ab. Die Pfanne ohne Deckel weist nach dem Erreichen des Siedepunktes hohe Verluste auf und benötigt während des Köchlens viel Energie. Viel flacher verläuft der Energieverbrauch bei den geschlossenen Pfannen, beim Dampfkochtopf und der Isolierpfanne.

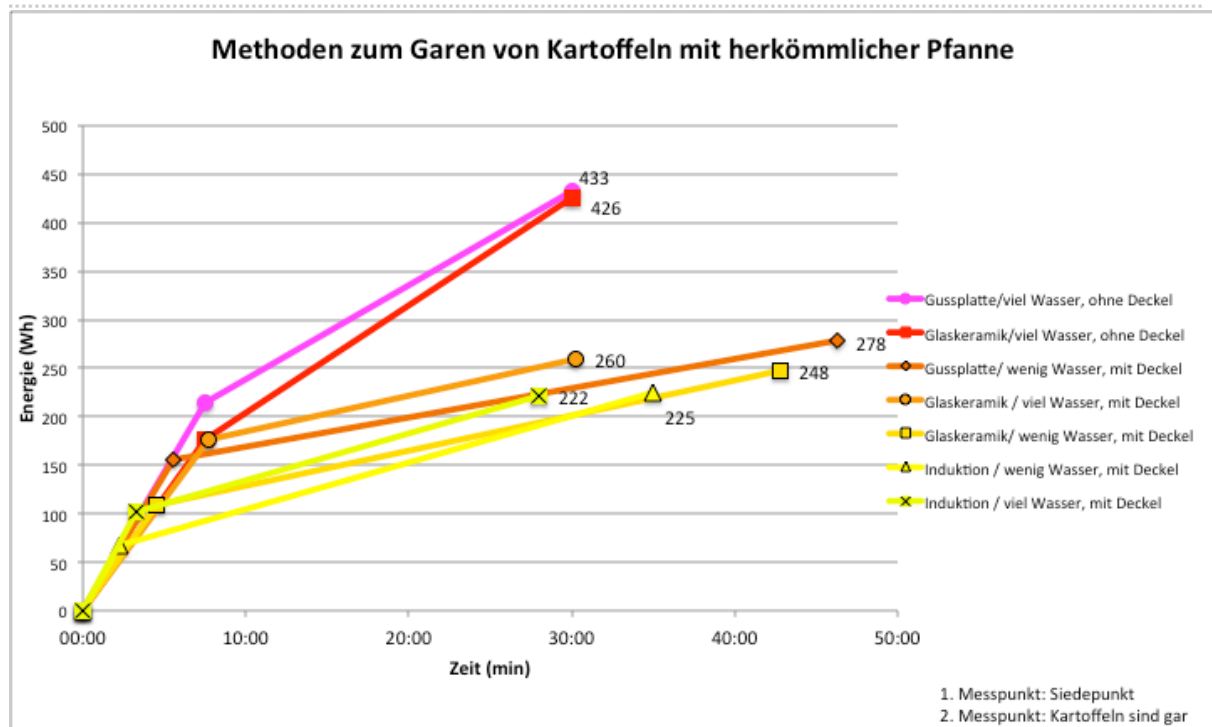


Bild 24: Zeitlicher Verlauf und Energieverbrauch mit herkömmlicher Pfanne, aber unterschiedlicher Herdtechnologie und/oder Anwendung

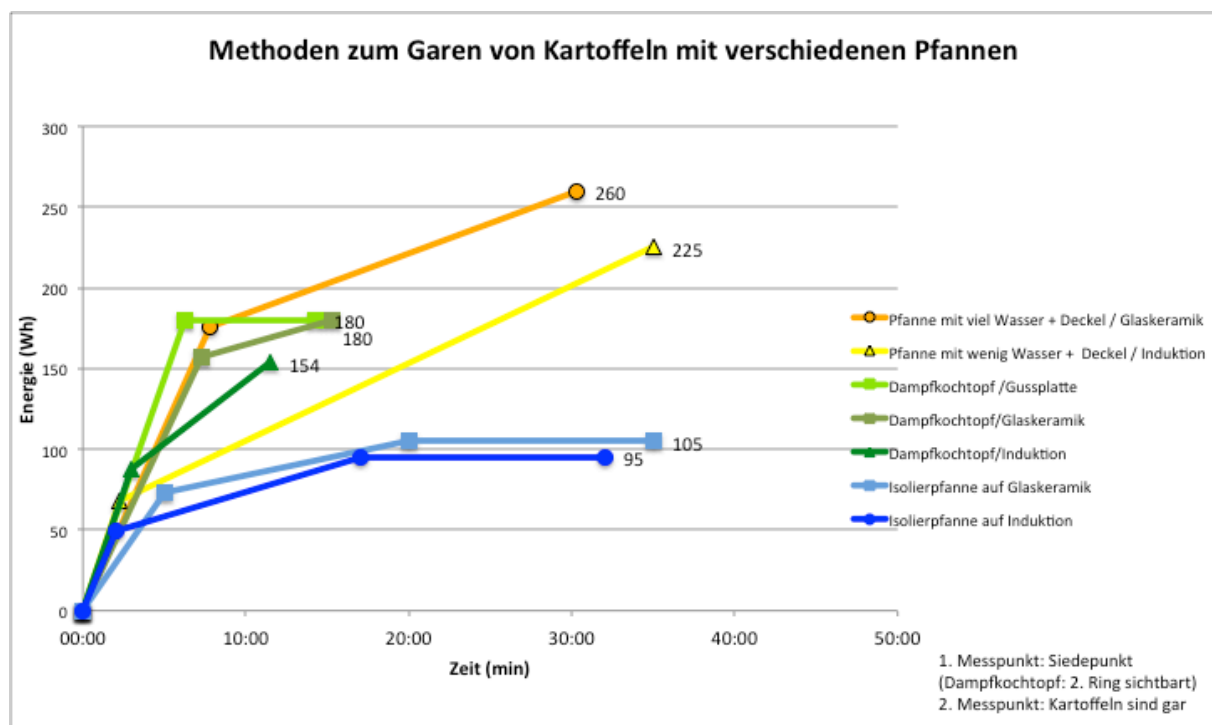


Bild 25: Zeitlicher Verlauf und Energieverbrauch beim Garen mit verschiedenen Pfannenarten, immer mit Deckel

Auf der Induktions-Kochplatte wurde mit der Pfanne mit wenig Wasser und Deckel der Siedepunkt bereits nach 2:15 erreicht, und die Leistung konnte reduziert werden, die Garzeit ist dadurch kürzer als mit Glaskeramik oder Gussplatte. Nach dem sehr raschen Erreichen des Siedepunktes oder des nötigen Druckes steigt jeweils die Energie beim Induktionsherd steiler als bei Glaskeramik- und Gussherd. Weil der Induktionsherd selbst keine Wärme speichert und als Restwärme wieder abgibt, kann die Leistung hier weniger stark reduziert werden als bei den trägen Glaskeramik- und Gussherden. Wird ohne Deckel gegart, so ist jedoch auch nach dem Erreichen des Siedepunktes bei Guss- und Glaskeramikherd noch eine hohe Leistung nötig. Allerdings ist die Garzeit etwas kürzer als mit Deckel und wenig Wasser, weil die Wärmeübertragung auf die vollständig wasserbedeckten Kartoffeln etwas besser ist.

Obwohl der Druckaufbau im Dampfkochtopf (Bild 25) etwas länger dauerte (3 Minuten) als das Erreichen des Siedepunktes bei der Pfanne mit wenig Wasser und Deckel, schneidet der Dampfkochtopf dank der kurzen Garzeit schliesslich besser ab. Unschlagbar rasch und sparsam geht das Erreichen des Siedepunktes mit der Isolierpfanne vonstatten. Auch danach ist die Energiekurve sehr flach (tiefste Stufe), die dritte, letzte Phase des Garprozesses läuft hier gar ohne jeglichen weiteren Energieinput auf der Warmhaltschale. Insgesamt dauert das rund 5 Minuten länger als wenn die Kartoffeln mit einer herkömmlichen Pfanne mit Deckel im Wasser gekocht werden, doch braucht das Kochen im Wasser fast 2.5 mal mehr Energie als mit der Isolierpfanne.

Fazit

Die Wichtigkeit der Entscheide zur Kochmethodenwahl für den Stromverbrauch lässt sich in etwa wie folgt zusammenfassen:

Nicht den Backofen benutzen > Kochfeld benutzen und Deckel drauf > Isolierpfanne oder Dampfkochtopf benutzen > effiziente Kochfeldtechnologie > herkömmliche Pfanne: mit Siebeinsatz statt im Wasser kochen.

Effiziente Kochfelder und Backöfen finden sich auf www.topten.ch.

4.3.2 Resultate mit doppelter Menge

Lohnt es sich energetisch, am Tag 1 die doppelte Menge zu kochen um am Tag 2 die zweite Portion nur noch aufzuwärmen, anstatt auch am Tag 2 nochmals frisch zu kochen? Um dieser Frage auf den Grund zu gehen, wurde der Energieverbrauch für zwei Kochmethoden nicht nur mit 500g Kartoffeln, sondern zusätzlich auch mit 1000g Kartoffeln gemessen. Das Resultat der Messungen ist in Bild 26 dargestellt.

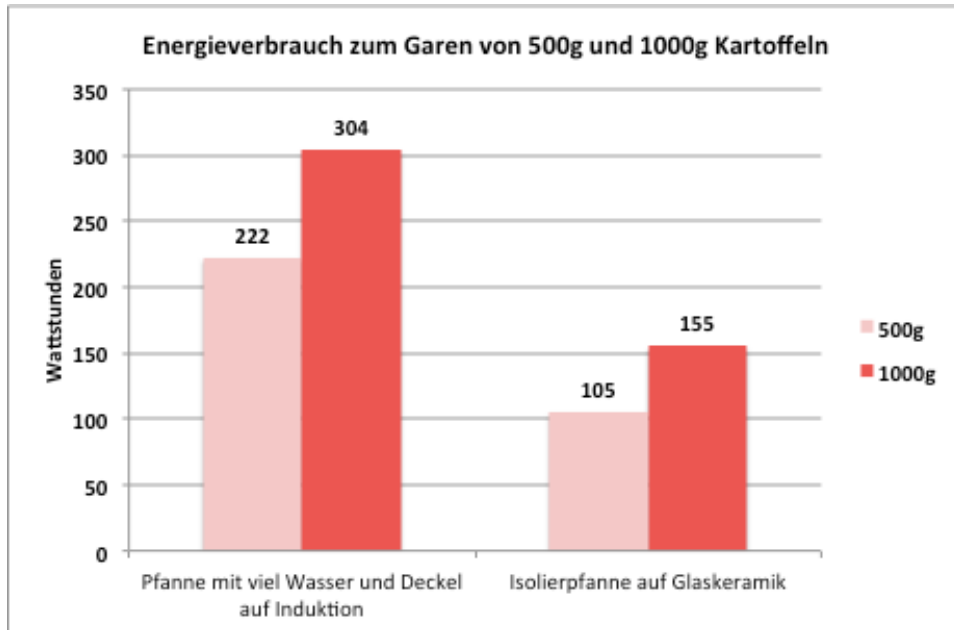


Bild 26: Zwei Kochmethoden wurden auch mit 1000g Kartoffeln durchgeführt

Bei unseren Messungen resultierte ein Mehrverbrauch an Energie von 37% (Pfanne mit viel Wasser und Deckel auf Induktion) resp. 48% (Isolierpfanne auf Glaskeramik) für die doppelte Menge. Auch andere Studien fanden einen Mehrverbrauch um die 40% für das Dämpfen der doppelten Menge Kartoffeln in der Pfanne mit wenig Wasser (plus 42%) und im Dampfkochtopf (plus 39%) (Oberascher et al.). Bei der an sich sehr ineffizienten Methode mit viel Wasser und ohne Deckel stieg der Energieverbrauch bei der doppelten Menge an Kartoffeln bei Oberascher et al. nur noch um 10%, im Steamer um 19%.

Für nicht speziell ineffiziente Kochmethoden (auf dem Kochfeld, mit Deckel) wird also hier von einem Mehrverbrauch von 40% zum Garen der doppelten Menge ausgegangen. Mit dieser Annahme wird für Bild 27 für eine weitere Kochmethode (Pfanne mit Sieb, wenig Wasser und Deckel auf Glaskeramik) der Energieverbrauch zum Garen der doppelten Menge berechnet.

Der Energieverbrauch von 4 verschiedenen Aufwärm-Methoden wurde ebenfalls gemessen (Bild 27), und die beiden Resultate in Bild 28 kombiniert.

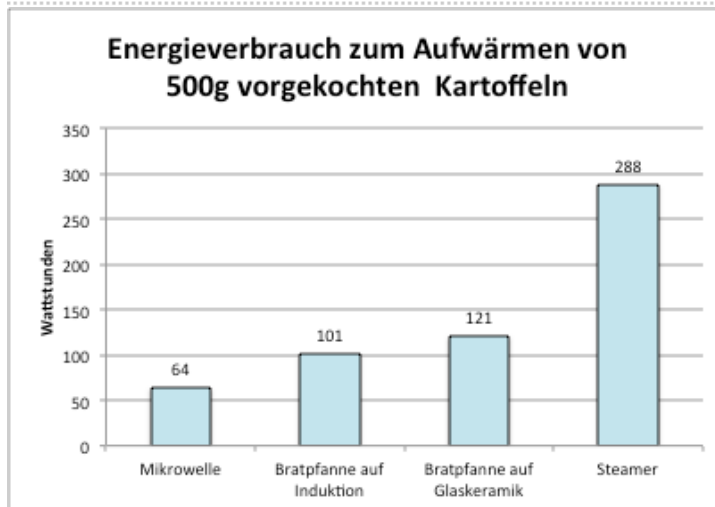


Bild 27: Aufwärmen von 500g Kartoffeln

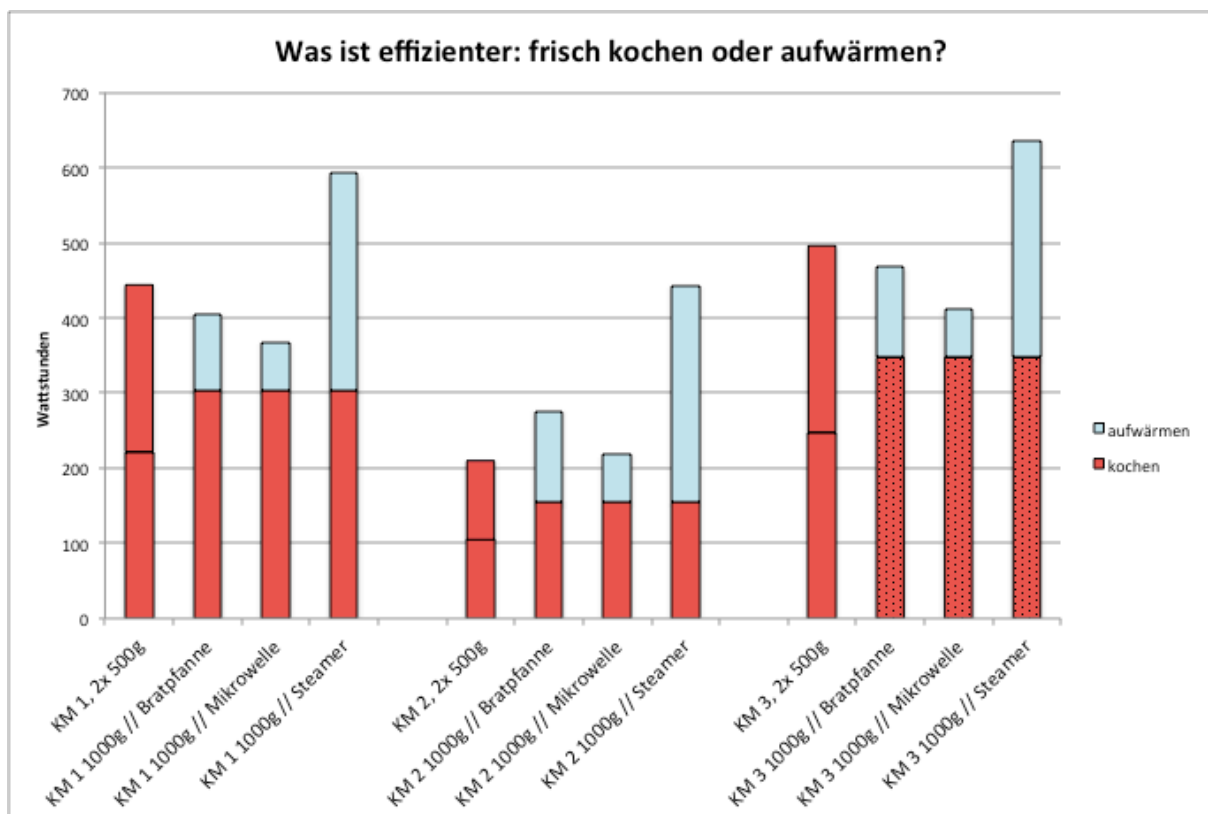


Bild 28: Die drei Gruppen stehen für drei Kochmethoden: KM 1: Pfanne mit viel Wasser und Deckel auf Induktion, KM 2: Isolierpfanne auf Glaskeramik, KM 3: Pfanne mit Siebeinsatz, wenig Wasser und Deckel auf Glaskeramik. Die erste Säule jeder Gruppe stellt zwei Mal frisch kochen dar. Gepunktet: diese Werte wurden nicht gemessen, sondern abgeschätzt. Das Aufwärmen in der Bratpfanne geschah jeweils auf demselben Kochfeld wie beim erstmaligen Kochen, d.h. auf Induktion bei KM 1 und auf Glaskeramik bei KM 2 und KM 3.

Schlussfolgerung: Bild 27 macht deutlich, dass die Frage („ist frisch Kochen oder Aufwärmen effizienter?“) nicht mit ja oder nein beantwortet werden kann, sondern dass es von den gewählten

Koch- und Aufwärmmethoden abhängt. Wird mit einem Mikrowellengerät aufgewärmt, so dürfte sich dies in der Regel lohnen (ausser man kocht sehr effizient mit einer Isolierpfanne). Der Steamer hingegen braucht mehr Strom zum Aufwärmen als viele Methoden zum frisch Kochen. Kocht man bereits sehr effizient (z.B. mit einer Isolierpfanne, wie KM 2 in Bild 27), so braucht das Aufwärmen kaum weniger Strom als wenn man nochmals frisch und effizient kocht.

4.4 Teigwaren mit und ohne Wasserkocher garen: Resultate und Schlussfolgerungen

Lohnt es sich energetisch, das zum Kochen benötigte Wasser separat mit dem Wasserkocher aufzukochen? Diese Frage wurde anhand von Teigwaren untersucht, da diese erst beim Siedepunkt ins Wasser gegeben werden und daher das Ende des Garprozesses bei den beiden Methoden einfach bestimmt werden kann.

Das Resultat der Messung ist in Bild 29 dargestellt und zeigt, dass es offenbar kaum einen messbaren Unterschied macht, ob man zum Aufkochen des Wassers einen Wasserkocher zu Hilfe nimmt.

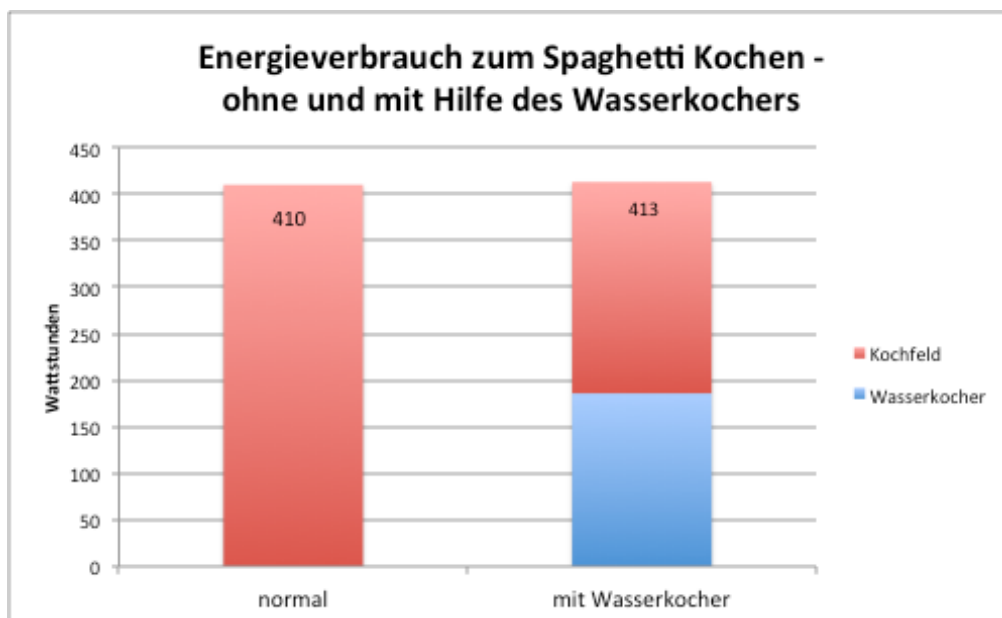


Bild 29: Spaghetti kochen

Der Energieverbrauch bei unseren beiden Spaghetti-Messungen war praktisch gleich hoch. Die Erklärung dürfte sein, dass neben dem Wasser ja auch Pfanne und Kochfeld erhitzt werden müssen, bei der Variante mit Wasserkocher zusätzlich noch dieser. Daher spart das Aufkochen des Wassers zu weiteren Verwendung kaum Energie, obwohl der Wasserkocher an und für sich das Wasser sparsam zum Sieden bringt. Auch Zeit konnte kaum gespart werden: mit dem Wasserkocher waren die Spaghetti 2 Minuten schneller gar als ohne (nach insgesamt 23 statt 25 Minuten).

4.5 Fertigpizza zubereiten: Resultate und Schlussfolgerungen

Die Resultate der Messungen zum Zubereiten von Tiefkühl- und Kühlpizza sind in Bild 30 dargestellt. Mit der effizientesten Backmethode (Umluft ohne Vorheizen) lässt sich hier gegenüber der ineffizientesten (Ober- und Unterhitze, mit Vorheizen) 21% Energie sparen.

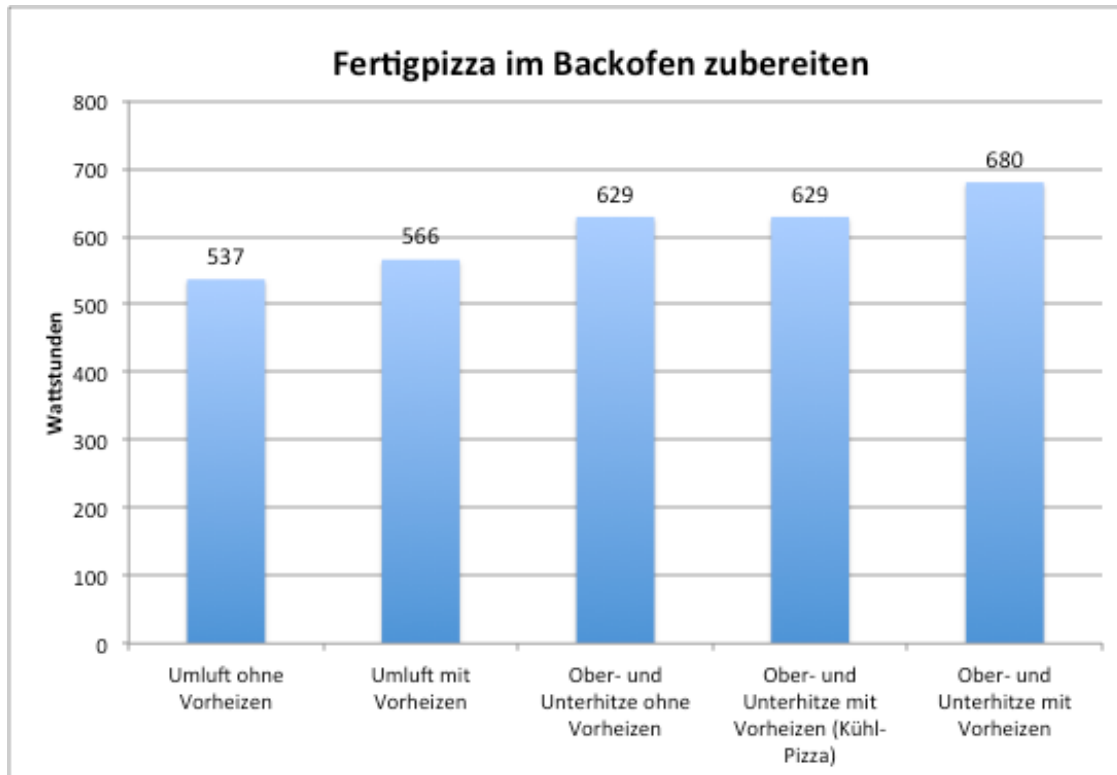


Bild 30: Resultate der Messungen mit Tiefkühl- resp. Kühlpizza

Bild 30 zeigt zudem, dass von den getesteten Parametern die gewählte Ofenfunktion (inkl. Temperatursetting) den grössten Einfluss auf den Energieverbrauch hat: bei ansonsten gleichen Bedingungen verbrauchte das Zubereiten der Pizza mit Umluft 15% weniger Energie als konventionell mit Ober- und Unterhitze.

Ein Blick auf www.topten.ch legt allerdings nahe, dass der Unterschied zwischen Umluft und Ober- und Unterhitze bei anderen Backofenmodellen kleiner ist als beim hier verwendeten. Der Electrolux EB SL7 erreicht in beiden getesteten Ofenfunktionen die Klasse A und ist auf topten.ch aufgelistet. Der gemäss EN 50304 gemessene und deklarierte Energieverbrauch für einen Backzyklus ist bei unserem Modell für Umluft 0.1 kWh (= 10%) tiefer als für Ober- und Unterhitze. Bei den besten Backofenmodellen scheint dieser Unterschied nicht zu bestehen; sie haben für beide Ofenfunktionen den selben Energieverbrauch pro Backzyklus deklariert, der zudem noch tiefer ist als bei dem hier verwendeten Modell (Modelle mit Steamerfunktion, wie unser EB SL7 einer ist, gibt es jedoch keine mit identischem Energieverbrauch in beiden Funktionen). Das Resultat zu Umluft – resp. Ober- und Unterhitze kann also kaum auf alle Backöfen generell übertragen werden; wie viel Strom sich mit der Umluftfunktion sparen lässt, dürfte vom Backofenmodell abhängig sein.

Lediglich 5% bis 8% Einsparung brachte der Verzicht aufs Vorheizen. Da es ohne Vorheizen schwieriger ist zu beurteilen, wann die Pizza fertig ist, besteht zudem die Gefahr dass der Backofen länger eingeschaltet bleibt als wirklich nötig und nicht mal diese an sich schon kleine Einsparung

erzielt wird. Die Resultate legen also nahe, eher das Verwenden der Umluft-Funktion zu empfehlen und den Verzicht aufs Vorheizen in den Hintergrund zu stellen.

Ebenfalls 8% weniger Energie wurde verbraucht, wenn anstatt einer Tiefkühl- eine Köhlpizza zubereitet wurde. Der Unterschied ist jedoch gering, und das Resultat hängt entscheidend von der Backdauer ab. Mit lediglich 7 Minuten war bei der hier verwendeten Köhlpizza die Backdauer 42% kürzer als bei der Tiefköhlpizza (12 Minuten). Gemäss einer kurzen Laden-Recherche ist aber die angegebene Backdauer bei Tiefköhlpizza nicht systematisch höher als bei Köhlpizza. Die Resultate zu Köhl- und Tiefköhlpizza lassen sich also ebenfalls kaum verallgemeinern.

Etwas relativiert werden alle gefundenen Unterschiede durch Bild 31: im Vergleich zum allgemein recht hohen Stromverbrauch zum Zubereiten einer einzelnen Pizza fallen die gemessenen Unterschiede nicht sehr stark ins Gewicht. Bei allen Backmethoden steigt die Energiekurve bis zum Erreichen der eingestellten Temperatur steil an. Mit Umluft muss die Temperatur rund 20°C weniger hoch eingestellt werden - entsprechend wird diese tendenziell etwas früher erreicht als mit Ober- und Unterhitze. Nach dem Erreichen der Zieltemperatur gelingt das Halten dieser mit Umluft etwas energiesparsamer als mit Ober- und Unterhitze. Wurde aufs Vorheizen verzichtet, konnte dank genauem Beobachten der Pizza der Ofen etwas früher ausgeschaltet werden als ohne Vorheizen. Dasselbe gilt für die Köhlpizza mit kurzer Backdauer.

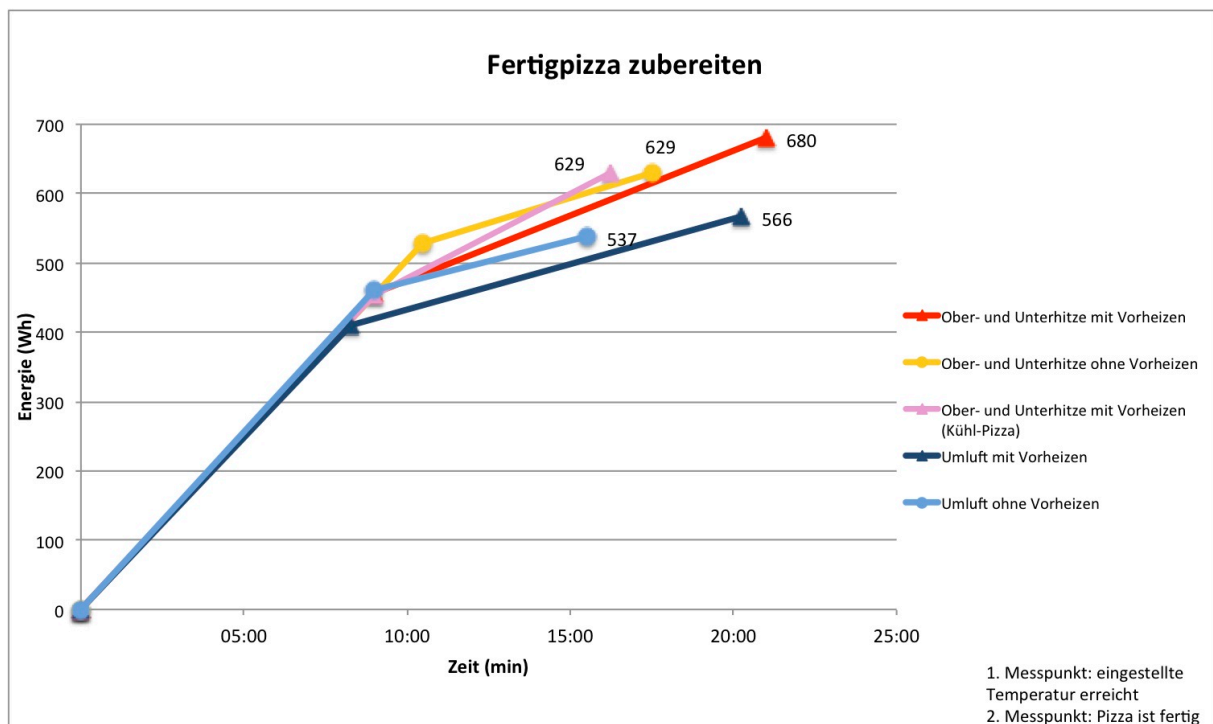


Bild 31: Zeitlicher Verlauf und Energieverbrauch durch den Backofen beim Zubereiten von Fertigpizza

Schlussfolgerungen:

- Im Vergleich mit anderen Garmethoden hat ein Backofen einen hohen Stromverbrauch; ein sparsamer Einsatz des Backofens und sofortiges Ausschalten nach Gebrauch lohnt sich aus energetischer Sicht.
- Wenn möglich Umluft statt Ober- und Unterhitze verwenden. Je nach Backofenmodell und Backdauer lassen sich so rund 15% Strom sparen.
- Bei der Neuanschaffung ein energieeffizientes Modell wählen: von www.topten.ch

5 Diskussion und allgemeine Schlussfolgerungen

Ziel der vorliegenden Studie war, aus früheren Untersuchungen bekannte Resultate einerseits mit für die Schweiz typischen Geräten, Kochgeschirren und Methoden zu überprüfen und erhärten, andererseits mit Resultaten zu weiteren Kochmethoden zu ergänzen.

Am interessantesten ist der Vergleich der vorliegenden Resultate mit denen von Oberascher et al. (2011). Mit Filterkaffee, Eiern und Kartoffeln wurden in jener Studie gleiche Produkte zubereitet wie hier. Oberascher et al. haben in ihrer Studie systematisch den Energieverbrauch zum Zubereiten verschiedener Mengen für jeweils vier (Kaffee: 3) Methoden untersucht, die Eier wurden zudem noch unterschiedlich hart gekocht. Die Kombination der Resultate beider Studien erlaubt ein detailliertes Bild über die Energieeffizienz einer Vielzahl von Kochmethoden.

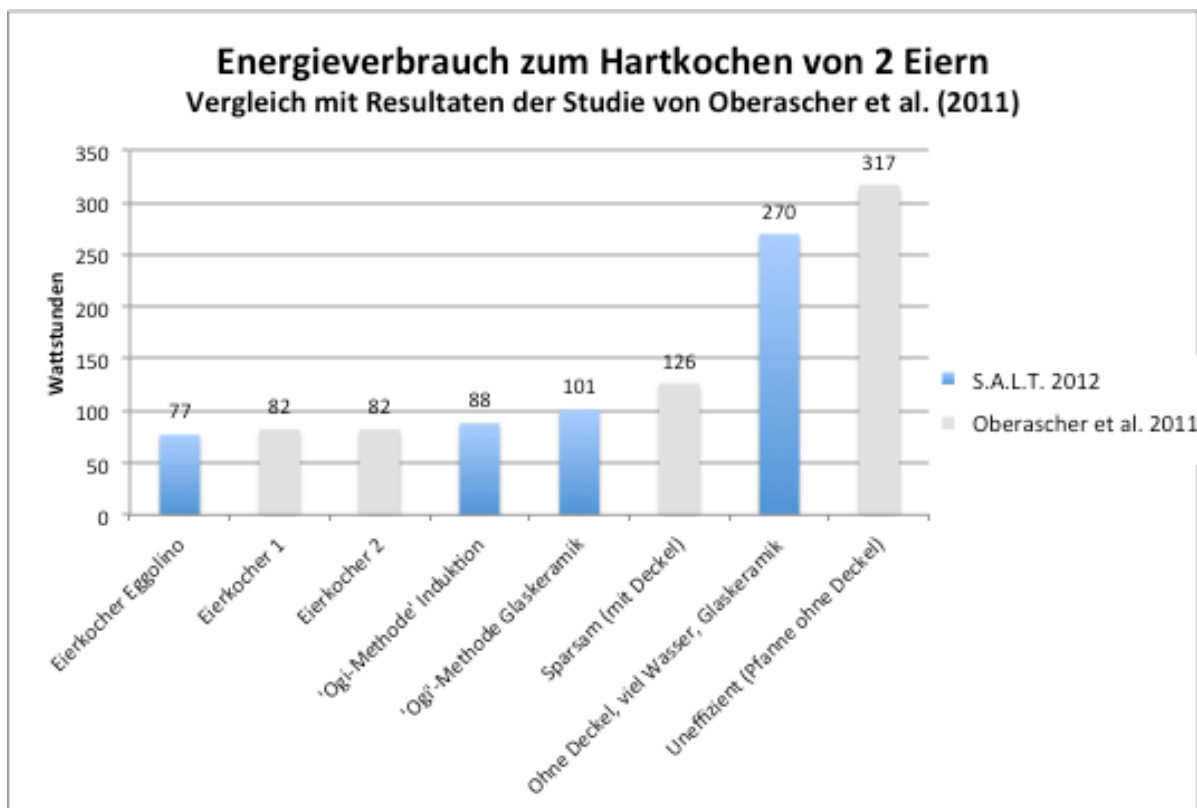


Bild 30: Vergleich der Resultate zum Hartkochen von 2 Eiern

Bild 30 stellt die Resultate von Oberascher et al. sowie die wichtigsten Resultate der vorliegenden Studie zum Hartkochen von 2 Eiern dar. Die Resultate der beiden Studien sind sehr gut vergleichbar. Der hier verwendete Eierkocher war minimal sparsamer – doch fassen beide in der Studie von 2011 verwendeten Eierkocher bis zu 7 Eier, statt wie der ‚Trisa Eggolino‘ nur 3. Dennoch waren jene ähnlich sparsam – die Resultate scheinen also auf die meisten Eierkocher übertragbar zu sein, unabhängig von der Kapazität.

Für die ‚sparsame‘ Methode verwendeten Oberascher et al. 500ml Wasser (hier: 350ml), setzten ebenfalls den Deckel auf die Pfanne, gaben aber die Eier erst beim Siedepunkt ins Wasser und stellten zudem danach das Kochfeld nicht aus, sondern lediglich auf eine tiefere Stufe.

Erwartungsgemäss ist ihre sparsame Methode nicht ganz so effizient wie die ‚Ogi‘-Methode. Für die ‚uneffiziente‘ Methode wurde von Oberascher et al. dieselbe Menge Wasser verwendet wie für die

‚sparsame‘ (S.A.L.T.: 1100ml). Wie bei uns auch wurde in Bonn ein Kochfeld aus Glaskeramik verwendet. Während wir beim Siedepunkt die Hitze gemäss Kochbuch auf ‚mittlere Stufe‘ reduzierten, liessen sie die Eier auf der höchsten Stufe weiterkochen. Da nützt auch die kleinere Wassermenge nichts – so verbraucht das Eierkochen noch mehr Energie als bei unserer ‚nicht sparsamen‘ Methode.

Da in Bonn die Kochmethoden auch für 6 Eier und zum Erreichen von weichen und mittelharten Eier angewendet wurden, erlaubt jene Studie zudem folgende Aussagen: werden mehr Eier gekocht steigt der absolute Energieverbrauch nur geringfügig (um bis zu 11% für die effizienten Methoden, gar nicht für die ineffiziente) – die Kochenergiebilanz pro Ei ist also umso besser je mehr Eier aufs Mal gekocht werden. Und: die Effizienzunterschiede sind ausgeprägter, je kürzer (und weicher) die Eier gekocht werden. Respektive der Energieverbrauch der Kochmethoden gleicht sich bei längerer Kochdauer immer mehr an. Dies ist auch aus den Bildern zum Verlauf der Energiekurve gut ersichtlich (Bilder 20 und 23 bis 25). Bei Oberascher et al. hing der Energieverbrauch zudem zu einem guten Teil vom gewünschten Ergebnis ab, also der Härte der gekochten Eier. Bei der mit Restwärme funktionierenden ‚Ogi‘-Methode spielt es jedoch keine Rolle, wie lange man die Pfanne auf dem ausgeschalteten Kochfeld stehen lässt.

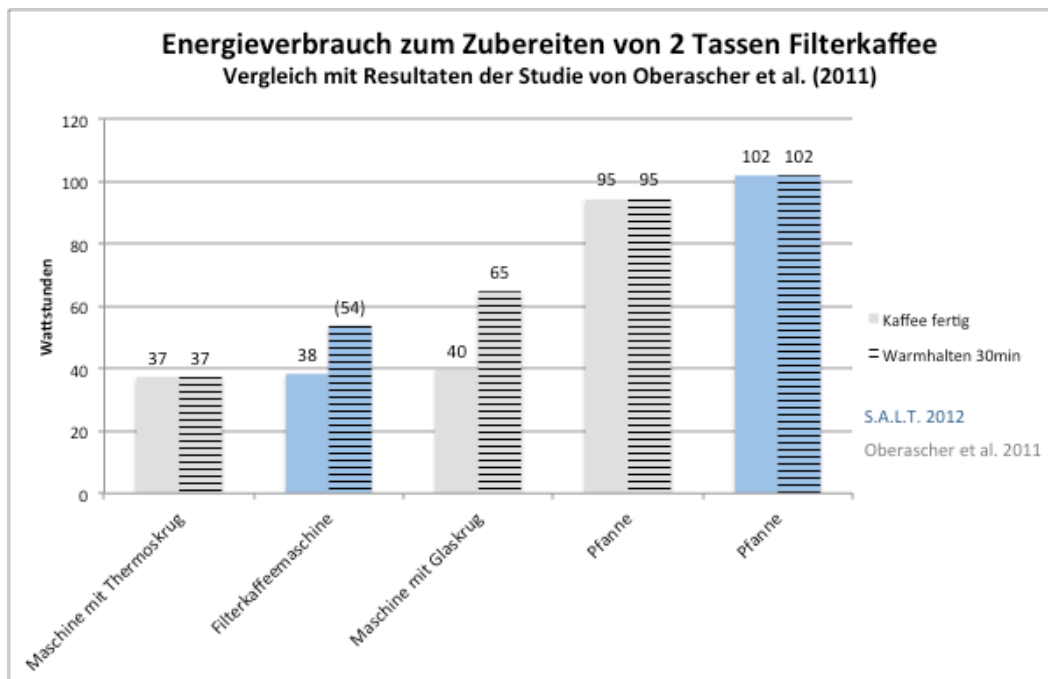


Bild 31: Filterkaffee wurde in Chur (S.A.L.T. 2012, blau) und auch in Bonn (Oberascher et al. 2011, grau) zubereitet.

In der Studie der Uni Bonn haben Oberascher et al. Filterkaffee auf drei verschiedene Methoden zubereitet: mit einer Filterkaffeemaschine mit Thermoskrug, einer mit Glaskrug (wie unsere) sowie manuell mit einer Pfanne, wobei das Wasser anschliessend wie bei uns durch den Filter in eine Thermoskanne gegossen wurde. In beiden Studien wurden 300ml Wasser verwendet (wobei diese hier dann allerdings für den Jahresverbrauch auf Tassen à 80g umgerechnet wurden). Die hier verwendete Filterkaffeemaschine war kleiner (fasst nur 600ml Wasser statt 1100ml) als die in Bonn verwendeten, trotzdem war sie kaum effizienter als deren Glaskrug-Maschine. Bei uns wurde der Kaffee nur 20 statt 30 Minuten lang warmgehalten. Dennoch zeigt der Vergleich, dass andere

Filterkaffeemaschinen ähnliche Resultate liefern. Die Isolation eines Thermoskruges bringt selbstverständlich auch bei einer Filterkaffeemaschine energetische Vorteile. Auch mit der Pfanne auf dem Glaskeramik-Kochfeld wurden in beiden Studien ähnliche Resultate erzeugt. Der kleine Unterschied könnte daher rühren, dass Oberascher et al. das Wasser nicht auf der höchsten Stufe zum Sieden brachten und somit die Rest- und Verlustwärme geringer war.

Während die vorliegende Studie mit insgesamt neun Varianten ein breiteres Spektrum an Varianten der Kaffeeproduktion aufzeigt und neben Filterkaffee auch den Mokka-Pot sowie automatische Kaffeemaschinen berücksichtigt, betrachteten Oberascher et al. bei den drei Filterkaffee-Arten zusätzlich den Energieverbrauch des Warmhaltens bis zu 2 Stunden sowie des Zubereitens von 4 und auch 8 Tassen aufs Mal. Fürs Warmhalten braucht bei ihren untersuchten Methoden nur die Maschine mit Glaskrug Energie. Zudem zeigt sich auch hier wieder, dass es sich energetisch lohnt, mehr Kaffee aufs Mal zuzubereiten und der spezifische Energieverbrauch mit grösserer Menge sinkt – je effizienter die Methode, umso weniger lässt sich der spezifische Energieverbrauch mit grösserer Menge noch senken. Den grössten Effekt hatte die Verdoppelung der Menge (von 2 auf 4 Tassen, 300 auf 600ml) daher bei der Pfanne – pro 100ml wurden dort 40% weniger Energie verbraucht. Das zeigt, dass Menge und Warmhaltezeit einen beträchtlichen Einfluss auf den effektiven Stromverbrauch haben. Entsprechend ist bei den Resultaten zum Jahresverbrauch in der vorliegenden Studie zu berücksichtigen, dass die Berechnungen neben gemessenen Werten auch auf Annahmen basieren. Beide Studien machen aber deutlich, dass beim Kaffee nicht nur das Zubereiten an sich, sondern auch Zusatzfunktionen wie Warmhalten bzw. – bei automatischen Maschinen – Bereitschaft einbezogen werden müssen.

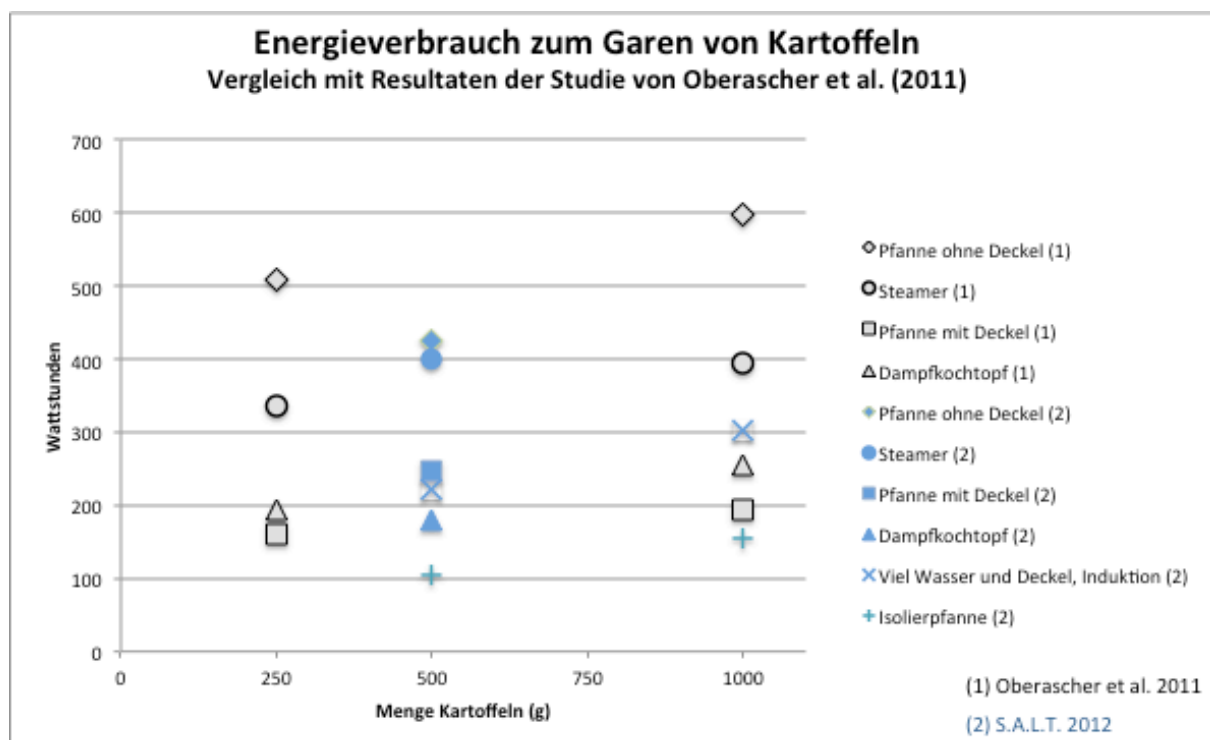


Bild 32: Resultate der Energiemessungen beim Kartoffelgaren an der Uni Bonn (grau) und am S.A.L.T. (blau). Abgesehen vom Steamer und unserer Messungen mit viel Wasser und Deckel auf Induktion (500g und 1000g) wurden von der vorliegenden Studie die auf Glaskeramik erzielten Resultate ins Bild integriert – wie bei Oberascher et al.

Bild 32 stellt die Resultate zum Energieverbrauch beim Garen von 250g und 1000g Kartoffeln der Studie von Oberascher et al. (zusätzlich wurden dort noch 2000g Kartoffeln gegart) zusammen mit den am besten damit vergleichbaren Resultaten mit 500g sowie der zwei Messungen mit 1000g Kartoffeln aus der vorliegenden Studie dar. Grob kamen unsere Resultate im selben Bereich wie die der Studie aus Bonn zu liegen. Betrachtet man die einzelnen Kochmethoden, zeigen sich dennoch Unterschiede.

Unser Steamer war ineffizienter als der an der Uni Bonn verwendete, auch unsere Kochmethode mit Pfanne und Deckel (mit Siebeinsatz) war weniger effizient als die ‚ideale Methode‘ (Pfanne mit Deckel) in Bonn. Hauptursachen bei der Methode mit Pfanne dürften die verwendete Menge Wasser sowie das Ausnutzen der Restwärme sein: bei uns wurden 500ml Wasser unter den Siebeinsatz gefüllt, während Oberascher et al. bei dieser Methode nur 300ml verwendeten. Zudem wurden bei ihnen die Kartoffeln während der letzten 10 Minuten nur noch mit Restwärme fertiggegart, während das Kochfeld bei uns erst ganz ausgeschaltet wurde, wenn die Kartoffeln gar waren. Der in Bonn verwendete Steamer war ebenfalls ein Modell von Miele (DG 4060) und es wurde sogar etwas mehr Wasser (900ml) eingefüllt als bei uns, doch anscheinend ist das Gerät anders als der hier verwendete DG 1450 nicht nur mit Automatik-Programmen ausgestattet, sondern auch effizienter.

Andererseits war unsere ‚unideale Methode‘ (Pfanne ohne Deckel) nicht ganz so stromverschwenderisch wie die in Bonn. Dort wurde jeweils 1700ml Wasser verwendet, bei uns nur 600ml. Zudem wurde in Bonn wiederum die Hitze nach dem Erreichen des Siedepunktes nicht reduziert. Dies zeigt wiederum deutlich, dass bei gleichem Material das Verhalten eine wichtige Komponente ist und der Spielraum nach oben gross ist: bezieht man weitere Möglichkeiten wie ‚Hitze nicht reduzieren‘, ‚Pfanne bis zum Rand mit Wasser füllen‘ und ‚zu grosse Herdplatte‘ mit ein, so kann der Energieverbrauch bei einigen Methoden noch deutlich höher ausfallen als bei unseren Messungen.

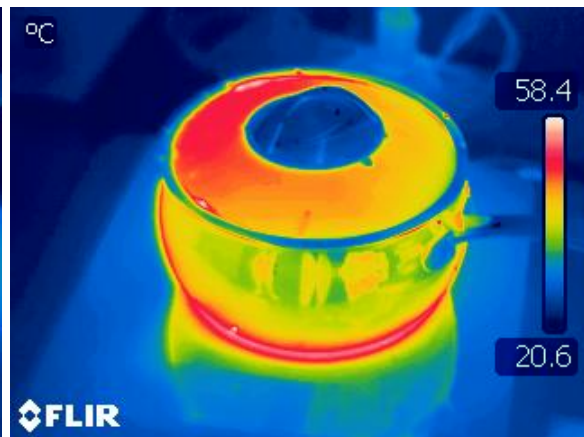
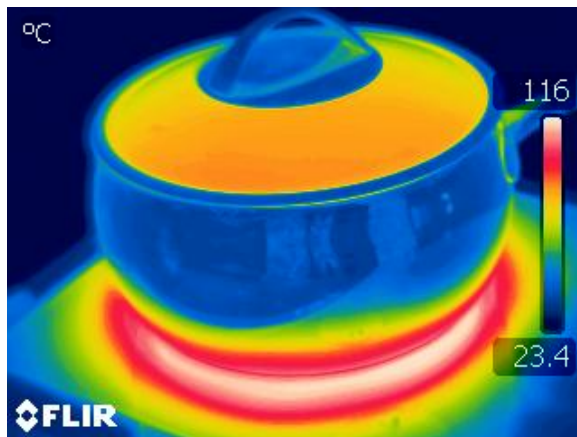
Auch der Dampfkochtopf schnitt in Chur/Zürich besser ab als in Bonn/Berlin, wo er gar von der herkömmlichen, auf sparsame Art eingesetzten Pfanne übertroffen wurde. Das liegt einerseits an der sehr sparsamen, optimierten Methode mit der herkömmlichen Pfanne, andererseits wahrscheinlich am verwendeten Dampfkochtopf-Modell.

Auch bei den Kartoffeln zeigte sich bei Oberascher et al. deutlich, dass der spezifische Energieverbrauch (Wh/100g Kartoffeln) mit steigender Menge sinkt. Allerdings haben wir ja hier in Kapitel 4.3.2 gezeigt, dass es aus energetischer Sicht nicht in jedem Fall lohnenswert ist, mehr zu kochen als man essen mag, um den Rest am nächsten Tag aufzuwärmen.

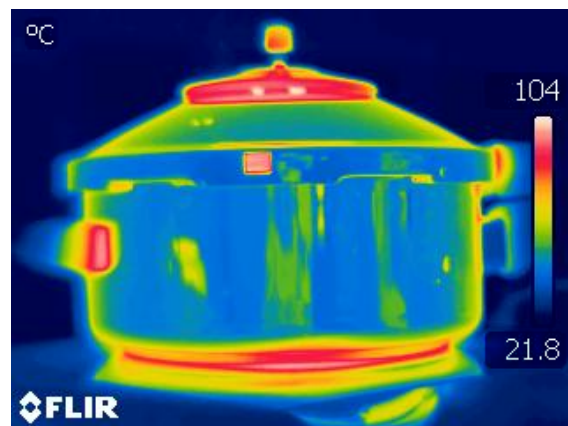
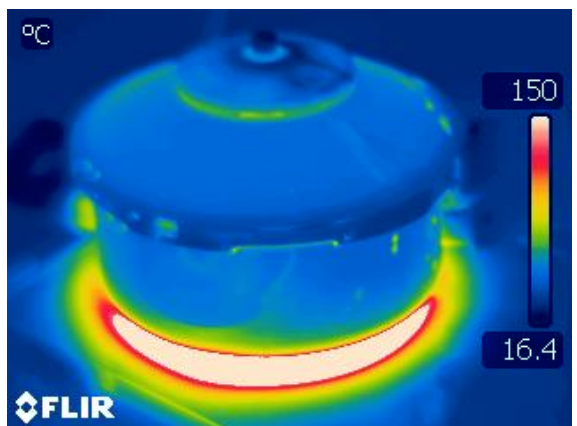
Allgemeine Schlussfolgerungen

- Es gibt grosse Unterschiede im Stromverbrauch von verschiedenen Kochmethoden in der Grössenordnung Faktor 3 bis 4 (mit ähnlichen Garmethoden / Geräten und Kochgeschirr), mit hohen Standby- oder Warmhalteverlusten (Kaffee) bis Faktor 8 oder gar bis Faktor 10, wenn auch weniger ähnliche Garmethoden/Geräte (Backofen – Kochfeld) miteinander verglichen werden.
- Man braucht nicht die neuste Technologie um beim Kochen viel Strom zu sparen: die Wahl der Methode und das Verhalten ist wichtiger als die Technologie der Geräte. Grundsätzlich: den Backofen sparsam verwenden, auch Dämpfen wenn möglich in der Pfanne statt im Steamer. Dabei gilt: Deckel drauf und möglichst wenig Wasser verwenden, die Grösse von Herdplatte und Kochgeschirr soll übereinstimmen, die Hitze zum Köcheln reduziert und die Restwärme ausgenutzt werden. Wenn möglich Isolierpfanne oder Dampfkochtopf verwenden.

- Wenn der Backofen verwendet wird, wenn möglich mit Umluft backen und entsprechend eine ca. 20°C tiefere Temperatur einstellen als für Ober- und Unterhitze nötig wäre.
- Das Anschaffen eines Dampfkochtopfes oder insbesondere einer Isolierpfanne bringt energetisch viel mehr als der Kauf eines Induktionsherdes oder eines Steamers.
- Gute Spezialgeräte sind sehr effizient (Eierkocher, Wasserkocher, effiziente Kaffeemaschinen). Spezialgeräte sind aber nicht unter allen Umständen sparsam: ineffiziente Kaffeemaschinen schneiden wegen der hohen Verluste durch unnötiges Warmhalten sehr schlecht ab.
- Obwohl die Wahl der Kochmethode und das Nutzerverhalten einen grösseren Einfluss auf den Energieverbrauch beim Kochen hat als die Effizienz der Küchengeräte, lohnt es sich beim Neukauf grundsätzlich die energieeffizientesten Modelle zu wählen. Schliesslich werden diese während ca. 15 Jahren zum Teil täglich verwendet: www.topten.ch



Bilder 32 und 33: 2 Phasen des Kochprozesses mit der Wärmebildkamera eingefangen: links ist die Gussplatte noch auf höchster Stufe, rechts wurde die Energiezufuhr durch den Glaskeramikerd bereits reduziert. Vor allem über den Deckel der Pfanne strahlt Wärme ab.



Bilder 34 und 35: ähnliche Bilder beim Dampfkochtopf: links führt die Gussplatte auf höchster Stufe Energie zu, rechts ist diese reduziert und der Druck wird konstant gehalten.

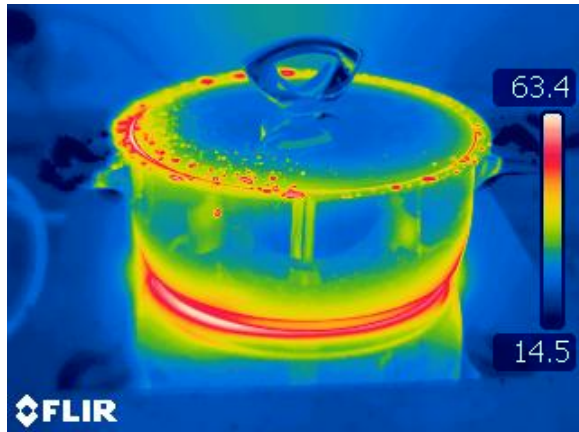


Bild 36: die effiziente Isolierpfanne auf dem Induktionsherd. Nicht ganz plangemäss sind die austretenden heissen Wassertröpfchen. Abgesehen davon verliert die Pfanne kaum Wärme.

6 Referenzen

Carlsson, 2001: Energy use for cooking and other stages in the life cycle of food. University of Stockholm, January 2011.

De Merchant, 1997: User's influence on energy consumption with cooking systems using electricity. Virginia Polytechnic Institute and State University, April 1997.

Europäische Kommission, vorbereitende Studien (preparatory studies) für Ecodesign-Massnahmen. Listen der abgeschlossenen wie auch der sich in Erarbeitung befindenden Studien finden sich auf <http://www.eup-network.de/product-groups/preparatory-studies/>

K-Tipp, 2010: „Nicht das Gelbe vom Ei“: Eierkocher-Test des Kassensturzes. K-Tipp Nr. 7, 7. April 2010, S. 20.

K-Tipp 2011: „In diesen Töpfen brennt nichts an“: Test von Edelstahl-Kochtöpfen. K-Tipp Nr. 3, 9. Februar 2011, S. 14.

C. Oberascher, R. Stamminger, C. Pakula, 2011: Energy efficiency in daily food preparation. International Journal of Consumer Studies No. 35 (2011) 201-211

Saldo, 2010: Dampfgeräte: Kombigeräte überzeugten nicht. Saldo Nr. 8, 28. April 2010.

Tiptopf – Interkantonales Lehrmittel für den Hauswirtschaftsunterricht. 22. Auflage, 2011.

Topten - effiziente Kaffeemaschinen, Kochfelder, Backöfen und weitere Produkte: www.topten.ch