

Messmethode und Berechnungsschema für den Elektrizitätsverbrauch von Kaffeemaschinen für die Nutzung im Haushalt

Inhalt	Seite
Einleitung	2
Geltungsbereich	2
Messgeräte	2
Definitionen	3
Hinweise zur Messanleitung	5
Toleranzen und Kontrollverfahren	5
Messanleitung	6
Messergebnisprotokoll	9
Standardnutzung und Stromverbrauchsberechnung	10
Anhang	13
- Ablaufdiagramm	
- Glossar für Formeln	
- Literatur	
- Ausführliches Messprotokoll	

Kontakt:
Topten International Group TIG
c/o Schweizerische Agentur für Energieeffizienz S.A.F.E.
Schaffhauserstrasse 34
CH-8006 Zürich
Schweiz
Juerg.Nipkow@energieeffizienz.ch

Version 9.5.2009

Einleitung

Geltungsbereich

Die vorliegende Messmethode gilt für folgende Kategorien von Geräten für die Nutzung im Haushalt:

- Kaffeemaschinen und Espresso-Maschinen für Bohnen (Vollautomaten und Siebträgermaschinen)
- Kaffeemaschinen und Espresso-Maschinen mit Portionen- bzw. Kapselsystemen

Die Messmethode umfasst die Betriebszustände „Bereitschaft“ (Warmhaltung für sofortige Kaffeezubereitung), Standby (ohne Warmhaltung) und „Aus“. Auch Geräte ohne Bereitschaftszustand (z.B. mit Durchlauferhitzer) können gemessen werden. Programmierbare Energiespar-Optionen (z.B. Energiesparmodus mit Temperaturabsenkung) können durch eine zusätzliche Messung berücksichtigt werden. Bei Geräten mit zusätzlichen abschaltbaren Heizeinheiten (z.B. Tassenwärmer, Dampferzeuger) können neben der Werkseinstellung weitere programmierbare Einstellungen gemessen werden. Es können Kaffeemaschinen mit und ohne automatische Abschaltung gemessen werden.

Mit der vorliegenden Messmethode kann der Energieverbrauch für die typische Benutzung des Gerätes, wie im Teil „Standardnutzung“ beschrieben, ermittelt werden, als Gesamtenergieverbrauch (Total Energy Consumption TEC) für 1 Jahr. Dafür werden die Warmhaltung der Kaffeemaschine während bestimmter Zeiten (Bereitschaftsenergie) sowie der Standby-Verbrauch gemessen. Die Kaffee- und Dampfzubereitung wird in der Regel nicht gemessen, sondern mit einem Standardwert berücksichtigt, weil sie relativ wenig Energie braucht und es dabei nur kleine Unterschiede zwischen den Geräten gibt.

Messgeräte

- Leistungs- und Energiemessgerät für 230 V AC:
 - Genauigkeit: 2% (Klasse 2) oder besser, Messunsicherheit Energiemessung $\leq 2\%$ bei 5 VA sowie bei 1000 VA
 - Auflösung Energie 0.1 Wh, Ansprechschwelle ≤ 1.5 VA
- Thermometer, max. zulässiger Fehler bei 20 °C: ± 0.5 °C
- Uhr mit Sekundenangabe

Der Energieverbrauch in Bereitschaft ist wegen der Temperaturregelung nur in sehr geringem Grad abhängig von Netzspannung, Frequenz und Total Harmonic Distortion (THD) der Netzspannung. Vorgaben zur Spannungsversorgung sind deshalb nicht unbedingt erforderlich. Wenn möglich, soll eine stabilisierte Versorgungsspannung von 230 V verwendet werden.

Definitionen

Bereitschaft, Warmhaltung

Bereitschaft ist der Zustand, in dem das Gerät ohne weitere Wartezeit bereit ist, auf Knopfdruck einen Kaffee zuzubereiten. Dieser Zustand wird auch als Warmhaltung bezeichnet. Die Leistungsaufnahme ist nicht konstant, d.h. während der Heizintervalle ist sie hoch, z.B. 1000 W, danach wieder tief. Es gibt Geräte mit 2 Bereit-Werten, da z.T. die Warmhalteplatte für Kaffeetassen im Programm-Menü ein- oder ausgeschaltet werden kann. Bei Geräten ohne Bereitschaftszustand (z.B. mit Durchlauferhitzer) entspricht die Bereitschaft energetisch einem Standby-Zustand. Bereitschaftsenergie: vgl. Kaffeeperiode.

Standby

Im Standby sind die Heizelemente für die Wasseraufheizung ausgeschaltet. Somit kann erst Kaffee bereitet werden, nachdem diese auf Solltemperatur aufgeheizt wurden. Die Steuerung des Gerätes wird mit Strom versorgt; so kann z.B. eine Zustandsanzeige sichtbar sein oder eine zeitgesteuerte Aktivierungsfunktion im Hintergrund laufen. Es gibt Kaffeemaschinen-Modelle mit mehr als einem Standby-Wert, z.B. vor und nach der automatischen Abschaltung.

Aus

„Aus“ ist definiert als der Zustand mit der tiefsten Leistungsaufnahme. Der Hauptschalter des Gerätes ist ausgeschaltet. Es gibt Geräte ohne Hard-off Schalter, bei welchen im Aus-Zustand das Gerät nicht vom Netz getrennt ist und so auch im Aus-Zustand Strom verbraucht werden kann.

Hard-off, Soft-off

Hard-off Schalter trennen das Gerät vom Netz, so dass die Leistungsaufnahme Null ist. Soft-off Schalter bewirken eine elektronische Abschaltung, womit mindestens eine minimale Leistung für die Versorgung des elektronischen Schalters aufgenommen wird. Es gibt Geräte, bei welchen die Art des Schalters nicht leicht erkennbar ist; etwa wenn die Netztrennung über ein Relais geschieht und für die Einschaltung ein sehr leichtgängiger Mikroschalter eingesetzt wird.

Kaffeezubereitung

Auf Knopfdruck wird Kaffee ausgegeben. Das Gerät schaltet meist innert Sekunden das Heizelement zur Temperaturhaltung ein. Auch nach Beendigung der Kaffeezubereitung können weitere Heizimpulse nötig sein. Weil dieser Zustand zeitlich nicht leicht abgrenzbar ist, wird der Energieverbrauch der Kaffeezubereitung in der Regel nicht messtechnisch erfasst.

Automatische Abschaltung, Auto-off

Funktion, welche die Warmhaltung des Geräts nach einer bestimmten Zeit automatisch in den Standby- oder Off-Zustand schaltet (engl. auto-power-down). In der Bedienungsanleitung und

im Programm-Menu kann diese Funktion auch mit „Energiesparen“ bezeichnet sein; zu unterscheiden von einem Energiesparmodus mit Temperaturabsenkung (vgl. unten). In der Werbung wird der Begriff „automatische Abschaltung“ auch anders verwendet, nämlich für die Komfortfunktion, welche die ausgegebene Kaffeemenge reguliert.

Abschaltverzögerung

Verzögerungszeit nach der letzten Betätigung am Gerät, bis die automatische Abschaltung anspricht. Sie ist in der Regel im Programm-Menu auf verschiedene Werte einstellbar.

Aktivieren

Das Gerät aus dem Standby-Zustand „aufwecken“. Nach dem Aufheizen und allenfalls Spülen ist das Gerät in Bereitschaft. Geräte ohne Bereitschaftsfunktion müssen durch eine Kaffeezubereitung aktiviert werden.

Spülen, Spülfunktion

Viele Kaffeemaschinen geben nach dem Aufheizen automatisch eine kleine Menge Wasser aus, um die Ausgabekanäle zu reinigen und zu erwärmen. Diese Funktion kann evtl. im Programm-Menu ein- bzw. ausgeschaltet werden. Bei manchen Geräten muss die Spülfunktion bestätigt werden, d.h. nach der Aufforderung im Display eine Taste gedrückt werden. Da die Spülfunktion bei der Messung dem Aufheizvorgang zugeordnet ist, soll die Bestätigung möglichst sofort erfolgen, um die Aufheizzeit nicht zu verlängern.

Energiesparmodus

Es gibt Kaffeemaschinen, bei welchen ein besonderer Energiesparmodus oder Eco-Modus im Programm-Menu eingestellt werden kann oder werkseitig eingestellt ist. In diesem Modus wird nach einer gewissen Zeit, z.B. 20 Minuten, die Temperatur der Heizeinheit abgesenkt, z.B. von 90 °C auf 60 °C. Das Gerät befindet sich dann nicht mehr in der oben definierten Bereitschaft, sondern benötigt eine Aufheizzeit, welche jedoch kürzer ist als die Aufheizzeit aus kaltem Zustand. Zur Messung des Energieverbrauches mit von der Werkseinstellung abweichenden Programmeinstellungen muss ein vollständiger Messzyklus durchgeführt werden.

Kaffeeperiode

Als Kaffeeperiode wird die standardisierte typische Benutzung einer Kaffeemaschine bezeichnet, welche für die Berechnung des Gesamt-Energieverbrauches 730 Mal pro Jahr eingesetzt wird. Die Kaffeeperiode dauert 1 Stunde plus die Abschaltverzögerung; das Gerät wird dreimal aktiviert: zu den Zeiten 0, 30 Minuten und 60 Minuten. Der Energieverbrauch während einer Kaffeeperiode wird als Bereitschaftsenergie (E_{ber}) bezeichnet, da keine Kaffeezubereitung enthalten ist. Bei Geräten ohne Bereitschaftszustand wird hingegen ein Kaffeeperioden-Energieverbrauch ($E_{\text{kaf-p}}$) inkl. 3 Kaffeezubereitungen ermittelt.

Hinweise zur Messanleitung

Weil Kaffeemaschinen eine Leistungsaufnahme meist über 1000 Watt beim Aufheizen, aber wenige Watt im Standby oder Aus aufweisen, müssen die Betriebszustände für die Messung durch einen definierten Ablauf vorgegeben werden. Im Bereitschaftszustand (Warmhaltung) ist oft nicht erkennbar, ob die Maschine gerade aufheizt (meist mit Impulsen von einigen Sekunden Dauer und mit einigen Minuten Abstand).

Die Messanleitung beschreibt deshalb ausführlich alle erforderlichen Schritte. Im Anhang findet sich ein ausführliches Messprotokoll mit allen Schritten der Messanleitung. Das kurze Messergebnisprotokoll auf Seite 9 dient der Weitergabe der Ergebnisse, wenn z.B. für mehrere Geräte nicht jedes Mal das ausführliche Formular verwendet wird.

Ein Tabellenkalkulations-Formular zur einfacheren Stromverbrauchs-Berechnung gemäss Standardnutzung aus den Messprotokollen ist verfügbar (www.topten.info).

Toleranzen und Kontrollverfahren

Wenn ein einzelnes Gerät geprüft wird, müssen die ermittelten energierelevanten Werte (Leistungsaufnahme Standby, Energieverbrauch während Kaffeeperiode gemäss Standardnutzung) unterhalb eines Toleranzbereiches von +10% von den deklarierten Werten liegen. Wird die Toleranz nicht eingehalten, so werden drei weitere, zufällig ausgesuchte Geräte geprüft, wobei der Mittelwert der jeweiligen energierelevanten Werte unter +5% des deklarierten Wertes liegen muss.

Bei den Prüfungen wird davon ausgegangen, dass die effektiven Werkseinstellungen mit den Angaben in der Bedienungsanleitung übereinstimmen. Im Zweifelsfall werden die Einstellungen mit dem höheren Verbrauchsergebnis für die Prüfungen verwendet.

Messanleitung (vgl. Messprotokoll-Formular + Anhang)

1. Vorbereitungen

- a) Die Umgebungstemperatur muss im Bereich 22 - 24 °C liegen, auf mittlerer Höhe der Kaffeemaschine gemessen, 0.5m seitlicher Abstand.
- b) Kaffeemaschine auspacken, Typenschild am Gerät suchen (evtl. auf der Unterseite oder im Wartungsfach), Bezeichnung und Leistungsangabe (W, kW) notieren.
- c) Gerät mit zwischengeschaltetem Messgerät einstecken und gemäss Bedienungsanleitung in Betrieb setzen. Die Temperatur des Wassers im Tank muss 22 - 24 °C betragen. Für die Messungen muss in der Regel kein Kaffee verwendet werden, hingegen ist bei handbedienten Geräten der Siebträger einzusetzen.
- d) In der Bedienungsanleitung nach „automatische Abschaltung“, „Abschaltautomatik“, „Auto-off“, „Energiesparen“ etc. suchen und programmierbare Abschaltverzögerung notieren, und ob die Funktion deaktiviert werden kann. Danach Werkseinstellungen im Programm-Modus am Gerät ermitteln und notieren. Mit einer Erprobung in der Vorbereitungsphase kann eine evtl. nicht deklarierte Abschaltverzögerung bestimmt werden.
Allfällige weitere Energiespar-Optionen gemäss Bedienungsanleitung notieren (z.B. Energiesparmodus mit Absenkung der Bereitschaftstemperatur); danach im Programm-Modus die Werkseinstellung ermitteln und notieren.
- e) In der Bedienungsanleitung nachsehen und danach am Gerät erproben, ob bzw. wie das Gerät in den Standby versetzt werden kann (ohne die Abschaltverzögerung abwarten zu müssen). Wird der Standby angezeigt, und wenn ja wie?
In der Bedienungsanleitung nachsehen und danach am Gerät erproben, ob bzw. wie das Aktivieren („Aufwecken“) des Geräts aus dem Standby erfolgt (ohne Kaffeezubereitung, vgl. 2.b). Kurz beschreiben, wie die Bereitschaft angezeigt wird.
- f) In der Bedienungsanleitung nachsehen, ob die Brühtemperatur programmierbar ist. Gegebenenfalls die Werkseinstellung notieren und danach am Gerät ermitteln und notieren.
In der Bedienungsanleitung nachsehen, ob eine Spülfunktion programmierbar ist. Gegebenenfalls Werkseinstellung notieren und danach am Gerät ermitteln und notieren.
- g) Falls das Gerät eine aktiv beheizte (Tassen-)Wärmeplatte aufweist, in der Bedienungsanleitung nachsehen, ob diese über Programm-Optionen ein- bzw. ausschaltbar ist. Werkseinstellung gemäss Bedienungsanleitung notieren, danach am Gerät Werkseinstellung und Programmierbarkeit ermitteln und notieren.

2. Energiemessung von Standby und Bereitschaft

Das Gerät muss zwecks genügender Auskühlung vor Beginn der Bereitschaftsenergiemessung mindestens 6 Stunden im Standby sein und darf so lange nicht aufheizen. Längere Standby-Zeiten (z.B. über Nacht) sind zulässig. Die Auskühlzeit wird zur Ermittlung des Standby-Energieverbrauchs genutzt, da eine Ablesung der Messgeräteanzeige hierfür nicht genügt.

Geräte ohne Bereitschaftszustand (z. B. mit Durchlauferhitzer): die Messungen werden gemäss Punkt 5 unten durchgeführt.

- a) Gerät in den Standby setzen. Falls dies nicht möglich ist, Abschaltverzögerung abwarten. Bei Standby-Start Energieanzeige des Messgeräts (Wh) auf Null stellen oder notieren, Uhrzeit und Umgebungstemperatur notieren.
- b) Nach mindestens 6 Stunden: Umgebungstemperatur, Energieanzeige des Messgeräts $E(t_{act})$ sowie Uhrzeit des Aktivierens zwecks Bereitschaft (t_{act}) notieren. Sofort Gerät aktivieren gemäss Bedienungsanleitung, damit es in Bereitschaft übergeht (z.B. durch Drücken einer Taste). Keine Kaffee- oder Heisswasserzubereitung. Bei Geräten mit abschaltbarer Spülfunktion ist die Werkseinstellung gemäss Bedienungsanleitung zu verwenden und zu notieren. **Achtung:** unter Umständen ist nach dem Aufheizen eine Bestätigung zum Spülen erforderlich, um in Bereitschaft zu gelangen; dies ist gegebenenfalls sofort durchzuführen (gemäss 1.f), um die minimale Aufheizzeit zu erhalten.
- c) Wenn das Gerät in Bereitschaft ist, sofort Uhrzeit und Energieanzeige notieren (die Aufheizzeit ist von Interesse).
- d) 30 Minuten nach dem Aktivieren das Gerät in den Standby setzen, 5 Sekunden warten, wieder aktivieren (wenn in Standby setzen nicht möglich: ausschalten). Falls die Spülfunktion ausgeführt wird, sofort bestätigen.
60 Minuten nach dem ersten Aktivieren das Gerät erneut in den Standby setzen, 5 Sekunden warten, wieder aktivieren. Falls die Spülfunktion ausgeführt wird, sofort bestätigen.
- e) Wenn das Gerät automatisch abschaltet (zu erwartender Zeitpunkt ist vorher zu ermitteln, vgl. 1.d) sofort Zeit t_{ab} und Energieanzeige des Messgeräts $E(t_{ab})$ sowie Umgebungstemperatur notieren. Die Bereitschaftsenergie für eine Kaffeeperiode (inkl. Aufheizen aus dem kalten Zustand) E_{ber} ist nun:

$$E_{ber} = E(t_{ab}) - E(t_{act})$$

Bei Geräten ohne Bereitschaftszustand ist t_{ab} der Zeitpunkt, wenn das Gerät nach der 3. Kaffeezubereitung in den tiefsten Standby-Zustand übergeht, vgl. ausführliches Messprotokoll, Punkt 5.

Anmerkung: Die Energieaufnahme im Bereitschaftszustand erfolgt in der Regel über kurze Impulse der vollen Leistung des Heizelements (meist über 1000 W). Deshalb kann nur eine mittlere Leistungsaufnahme durch eine Energiemessung während einer Referenzzeit ermittelt werden. Weil viele energieeffiziente Kaffeemaschinen recht kurze Bereitschaftszeiten aufweisen (Abschaltverzögerung z.B. 15 Minuten), ist die Ermittlung einer (mittleren) Bereitschafts-Leistungsaufnahme problematisch; diese wird auch für die Energieverbrauchs-Ermittlung nicht benötigt. Als Referenz für die Bereitschaftsenergie dient deshalb die Energieaufnahme während der Kaffeeperiode E_{ber} .

3. Energierelevante Optionen, z.B. Wärmeplatte

Bei Kaffeemaschinen mit aus- bzw. einschaltbarer Wärmeplatte (vgl. Bedienungsanleitung) kann der Energieverbrauch mit dieser Option ebenfalls deklariert werden. Zur Messung muss Punkt 2 oben mit der nicht der Werkseinstellung entsprechenden Wärmeplatten-Option nochmals durchgeführt werden.

Auch für andere energierelevante Optionen können die Messungen gemäss Punkt 2 durchgeführt werden (z.B. Energiesparmodus mit Temperaturabsenkung).

4. Messung der Leistungsaufnahme im „Aus“-Zustand

Die Leistungsaufnahme im „Aus“-Zustand wird für die Ermittlung des Energieverbrauchs der Standardnutzung nicht benötigt. Trotzdem kann sie für Benutzer von Interesse sein, um einen allfällig heimlichen Stromverbrauch im „Aus“-Zustand aufzuzeigen:

Gerät mit zwischengeschaltetem Messgerät einstecken und ausschalten (Hauptschalter oder Taste). Energieanzeige im „Aus“-Zustand über 1 Stunde notieren (analog Standby, Wh mit 1 Kommastelle). Falls das Gerät einen Hard-off (Schalter) und einen Soft-off (Ein/Aus-Taste) hat, sind beide Zustände zu messen.

5. Messung von Geräten ohne Bereitschaftszustand

Bei Kaffeemaschinen, welche keinen „Bereit“-Zustand mit Warmhaltung aufweisen (d.h. eine Aufheizung und „Bereit“-Anzeige ist ohne Kaffeezubereitung nicht möglich), wird die Aufheiz- und Produktions-Energie durch 3 Kaffeezubereitungen geprüft. Die entsprechenden Messprotokoll-Zeilen finden sich im ausführlichen Messprotokoll Pos. 5 (Anhang).

- a) Gerät vorbereiten und in den Standby setzen wie unter Punkt 2a) oben, Energieanzeige des Messgeräts (Wh) auf Null stellen oder notieren, Uhrzeit und Umgebungstemperatur notieren.
- b) Nach mindestens 6 Stunden bzw. mindestens 2 Stunden wenn das Gerät nicht aufgeheizt wurde, Umgebungstemperatur, Uhrzeit des Starts (t_{act}) sowie Energieanzeige $E(t_{\text{act}})$ des Messgeräts notieren. Sofort Gerät aktivieren, indem Kaffee zubereitet wird, d.h. bei Portionemaschinen mittels Kapsel, Pad, etc. Wenn die Menge bzw. Grösse des Kaffees gewählt werden kann, mittlere Tasse wählen, d.h. 70 bis 90 ml, wenn nur klein/gross wählbar, 2x grosse + 1x kleine oder 1x grosse + 2x kleine wählen (was näher bei total 240 ml liegt).
- c) Wenn die Kaffeezubereitung beendet ist (auch allfällige Spülung; kein Geräusch mehr, keine Leistungsaufnahme), Uhrzeit und Energieanzeige notieren, ausgegebene Kaffeemenge wägen und notieren. Kaffeemenge netto notieren; Tasse muss vorher leer gewogen werden.
- d) 30 und 60 Minuten nach dem ersten Aktivieren wird nochmals je eine Portion zubereitet. Der Energieverbrauch ist zu messen, bis das Gerät nach der 3. Zubereitung in den tiefsten Standby-Zustand übergeht (t_{ab}). Dieser Energieverbrauch wird auf die Standard-Tassengrösse korrigiert und gemäss Standardnutzung anstelle von Bereitschaftsenergie plus Standard-Zubereitungs-Energieverbrauch eingesetzt.

Messergebnisprotokoll, Kaffeemaschine: _____

Alle Ablesungen von W und Wh mit 1 Kommastelle notieren

vgl. Anleitung	Ort	
	Datum	
	Kontaktperson	
1.b	Marke, Modell, Typ, Gerätekategorie (Portionen, Vollautomat, mit Siebträger), evtl. Baujahr	
	Leistungsangabe Typenschild (evtl. unter dem Gerät oder in einem Wartungsfach)	W, evtl. kW
1.d bis g	Werkseinstellungen folgender Funktionen: Automatische Abschaltung, Auto-off, Energiesparen: - Abschaltverzögerung (h, min) Brühtemperatur, wenn programmierbar: - Stufe (z.B. tief, mittel, hoch) Spülfunktion: - Spült das Gerät automatisch? (j/n) - Manuelle Bestätigung des Spülens nötig? (j/n) Tassen-Wärmeplatte, wenn vorhanden: - aktiviert? (j/n) - Heizung programmierbar? (j/n).	
2.a, b	Standby (mindestens 6 Stunden): - Dauer (h, min) - Energieverbrauch in dieser Zeit ⇒ Leistungsaufnahme Standby	hh.mm Wh W
2.c	Aufheizen nach dem Aktivieren , allenfalls nach Bestätigen des Spülens: - Zeit „Bereit“, seit Aktivieren - Energie (Aktivieren bis Gerät in Bereitschaft ist, allenfalls inkl. Spülen)	mm:ss Wh
2.d	Energieverbrauch Aktivieren bis Standby nach 30 min Energieverbrauch 1. Aktivieren bis Standby nach 60 min	Wh Wh
2.e	Abschaltverzögerung (ab „60 min“ bis automatisch Standby) Energieverbrauch 1. Aktivieren bis automatisch Standby	hh:mm Wh
4	Hat das Gerät einen Hard-off (Schalter)? (j/n) (Leistungsaufnahme muss Null sein) Energieverbrauch im Soft-off (Ein/Aus-Taste) während 1 Stunde	Wh

Für allfällige Messung mit anderen Einstellungen neue Formulare verwenden.

Standardnutzung und Stromverbrauchsrechnung

Für die Berechnung des Energieverbrauchs wird das folgende typische Nutzungsverhalten zur Kaffeezubereitung angenommen:

- Die Kaffeemaschine wird mit der Werkseinstellung betrieben.
- Täglich werden zweimal 3 Tassen Kaffee innerhalb je 1h bezogen („Kaffeeperiode“).
- Pro Jahr werden 2190 Tassen bezogen (à 9.13 Wh Energieverbrauch, Mittel aus Espresso- und grosser Tasse; ergibt 20 kWh pro Jahr). Die Anzahl Tassen basiert auf einer repräsentativen Befragung in der Schweiz 2002 [1].
- Die Kaffeeperiode wird wie folgt simuliert:
 - Minute 0: Aktivieren, Aufheizen, allenfalls Spülen
 - Minute 30: in Standby setzen, 5 Sekunden warten, Aktivieren
 - Minute 60: in Standby setzen, 5 Sekunden warten, Aktivieren
 - Automatische Abschaltung abwarten

Für die Messung der Bereitschaftsenergie wird aktiviert ohne anschliessende Kaffeezubereitung (ausser Geräte ohne Bereitschaftsfunktion).

- Die Bereitschaft dauert pro Kaffeeperiode somit 1h plus Abschaltverzögerung. Bei Kaffeemaschinen mit Abschaltverzögerung kürzer als 30 Minuten ergeben sich auch innerhalb der Kaffeeperiode Zeitabschnitte im Standby statt in Bereitschaft, vgl. auch Ablaufdiagramm im Anhang. Beim Standard-Energieverbrauch für 1 Jahr (siehe unten) werden diese nicht zur Standby-Dauer addiert, sondern bleiben Teil der Bereitschafts-Dauer bzw. der Bereitschaftsenergie.
- Kaffeemaschinen ohne automatische Abschaltung werden 12h pro Tag in Bereitschaft belassen.

Der Stromverbrauch für ein typisches Benutzungsverhalten wird nach dem folgenden Schema berechnet.

Auswertung der Messwerte aus dem Protokoll

P_{stb}	Leistungsaufnahme Standby, aus Energiemessung $\leq 6\text{h}$ Standby $P_{\text{stb}} = E(\text{Standby-Dauer}) / \text{Standby-Dauer}$	W
E_{ber}	Bereitschaftsenergie Kaffeeperiode, inkl. Aufheizen aus kaltem Zustand, gemäss Vorgehen 2.c/d/e und Formel 2.e in der Messanleitung	Wh

(Formeln vgl. Messanleitung)

Standardwerte für die Benutzung

Länge der Benutzungsperiode 1 Stunde
+ Abschaltverzögerung

Benutzungsperioden: 730/Jahr
(2 pro Tag, ca. 52 Wochen)

Wenn nie ganz ausgeschaltet wird, ist die totale Standby-Dauer somit

$t_{\text{stb}} = 8760 - 730 \cdot (t_{\text{ab}} - t_{\text{act}})$	Std.
--	------

Beispiel:

mit 1h Abschaltverzögerung beträgt die Kaffeepause ($t_{\text{ab}} - t_{\text{act}}$) 2h,
Standby-Dauer ($8760 - 730 \cdot 2$) 7300 h/Jahr

Energie pro Kaffeetasse (Praxis-Mittelwert, Espresso/Normal) 9.13 Wh

Anzahl Tassen pro Jahr 2190

Energie für 2190 Tassen Kaffee 20 kWh/Jahr

Der resultierende Standard-Energieverbrauch für 1 Jahr E_{tot} ergibt sich damit aus:

730 * Kaffeepause-Bereitschaftsenergie

+ Standby-Dauer * Standby-Leistung

+ Standard-Energieverbrauch für 2190 Tassen (20 kWh)

$E_{\text{tot}} = (730 \cdot E_{\text{ber}} + t_{\text{stb}} \cdot P_{\text{stb}}) / 1000 + 20$	in kWh
---	--------

Kaffeemaschinen ohne automatische Abschaltfunktion

Um Vergleichswerte des Energieverbrauchs von Kaffeemaschinen ohne automatische Abschaltfunktion im Haushalt zu erhalten, werden die folgenden Standardwerte für die Benutzung angenommen:

Betriebszeit mit Warmhaltung (inkl. 1x Aufheizen) 12 Std./Tag

Totale Bereitschafts-Dauer ($12 \cdot 365$) 4380 Std./Jahr

Totale Standby-Dauer ($8760 - 4380$) 4380 Std./Jahr

$E_{\text{tot}} = (365 \cdot E_{12\text{h-ber}} + 4380 \cdot P_{\text{stb}}) / 1000 + 20$	in kWh
---	--------

Wobei $E_{12\text{h-ber}}$ direkt während 12 h gemessen wird.

Für Haushalts-Kaffeemaschinen in quasi-gewerblicher Nutzung (z.B. Büros mit rund 10 Personen) sind folgende typische Standardwerte für die Benutzung anzunehmen:

Betriebszeit mit Warmhaltung (niemand schaltet aus) 24 Std./Tag
(in der Formel vereinfachend $2 * E_{12h-ber}$ einsetzen).

Eine Betriebszeit im Standby entfällt damit.

Anzahl Tassen pro Jahr 5000

Energie für 5000 Tassen Kaffee 45 kWh/Jahr

Kaffeemaschinen ohne Bereitschaftszustand

Bei Kaffeemaschinen, welche keinen „Bereit“-Zustand mit Warmhaltung aufweisen, wird der gemäss Vorgehen 5.b/c/d gemessene Kaffeeperioden-Energieverbrauch (3 Tassen) mit der Abweichung der gewogenen Tasseninhalte vom Praxis-Mittelwert korrigiert. Als Praxis-Mittelwert gelten 80 g bzw. ml (EN 60661: grosse Tasse = 125 ml, Espresso = 35 ml Fassungsvermögen). Wegen der zu erwärmenden Konstruktionsmaterialien wird ein Basiswert von 15 Wh von der Korrektur ausgenommen (vgl. Anmerkung).

M_{3C} = gesamte Masse der 3 produzierten Tassen Kaffee (g netto)

$$E_{kaf-p} = 15 + (E_{kaf-p-3C} - 15) * (240 / M_{3C})$$

P_{stb}	Leistungsaufnahme Standby, aus Energiemessung $\geq 2h$ Standby $P_{stb} = E(\text{Standby-Dauer}) / \text{Standby-Dauer}$	W
$E_{kaf-p-3C}$	Energie Kaffeeperiode: 3 Tassen mit je 30 Minuten Abstand, inkl. 1x aus kaltem Zustand, gemäss Vorgehen 5.b/c/d und Formel 2.e in der Messanleitung.	Wh
E_{kaf-p}	Energie Kaffeeperiode (3 Tassen), mengenkorrigiert	Wh

Die Standby-Dauer wird wie für andere Kaffeemaschinen berechnet, wobei t_{ab} der Zeitpunkt ist, wenn das Gerät nach der 3. Kaffeezubereitung in den tiefsten Standby-Zustand übergeht.

$$t_{stb} = 8760 - 730 * (t_{ab} - t_{act}) \quad \text{Std.}$$

Damit resultiert der gesamte Energieverbrauch für Geräte ohne Bereitschaftszustand:

$$E_{tot} = (730 * E_{kaf-p} + t_{stb} * P_{stb}) / 1000 \quad \text{in kWh}$$

Anmerkung: Weil die Energie für die zu erwärmenden Konstruktionsmaterialien unabhängig von der abgegebenen Kaffeemenge ist, wird dafür ein Basiswert von 15 Wh (für 3 Erwärmungsvorgänge mit je 30 Minuten Abstand) von der Korrektur ausgenommen. Die Grösse dieses Basiswerts beeinflusst nur das Korrekturmass; d.h. bei genau 240 g (3x 80 g) hat der Basiswert keinen Einfluss.

Ausführliches Messprotokoll

Kaffeemaschine: _____

Alle Ablesungen von W, Wh und °C mit 1 Kommastelle notieren.

Für Geräte ohne Bereitschaftszustand Pos. 1 - 4 so weit sinnvoll eintragen. Pos. 2b - e werden durch 5b - d ersetzt.

vgl. Anleitung ↓	Ort	
	Datum	
	Name der messenden Person	
	Benutztes Messgerät (Fabrikat, Typ)	
1.b	Marke, Modell, Typ, Gerätekategorie (Portionen, Vollautomat, mit Siebträger), evtl. Baujahr	
	Leistungsangabe Typenschild (evtl. unter dem Gerät oder in einem Wartungsfach)	W, evtl. kW
1. a, c	Umgebungstemperatur auf mittlerer Höhe des Geräts, seitlicher Abstand 0.5m (zulässige Werte 22 – 24 °C)	°C
	Temperatur des Wassers im Tank (zulässige Werte 22 - 24 °C)	°C
	Pumpendruck gemäss Herstellerangabe	bar
	Ist der Siebträger bei handbedienten Geräten eingesetzt? (j/n)	
1.d	Automatische Abschaltung, Auto-off, Energiesparen: Angaben gemäss Bedienungsanleitung - Programmierbare Werte von/bis (h oder min) - Zwischenwerte (h oder min) - Ist Modus deaktivierbar (j/n) - Werkseinstellung gemäss Bedienungsanleitung - Werkseinstellung effektiv beim ersten Programmaufruf	
1.e	- Kann das Gerät eigens in den Standby gesetzt werden (j/n) Wenn ja, wie? (kurze Beschreibung)	
	- Wird Standby angezeigt? (j/n) Wenn ja, wie? (z.B. Display, leuchtender Knopf)	
	Wie kann das Gerät aktiviert werden? (kurze Beschreibung)	
	Woran erkennt man, dass das Gerät in Bereitschaft ist? (kurze Beschreibung)	

1.f	Brühtemperatur Angaben gemäss Bedienungsanleitung: - Programmierbar? (j/n), - Stufen (z.B. tief, mittel, hoch) - Werkseinstellung (zu benutzen) Werkseinstellung effektiv beim ersten Programmaufruf	
	Spülfunktion Angaben gemäss Bedienungsanleitung: - Spült das Gerät automatisch? (j/n) - Manuelle Bestätigung des Spülens nötig? (j/n) - Falls ja: Wie geht das? (kurze Beschreibung) - Spülfunktion abschaltbar? (j/n) - Werkseinstellung (zu benutzen) Werkseinstellung effektiv beim ersten Programmaufruf	
1.g	Tassen-Wärmeplatte - Vorhanden? (j/n) Falls ja: Angaben gemäss Bedienungsanleitung: - Ist die Heizung programmierbar? (j/n) Zu beachten: wenn Platte ausschaltbar, sind evtl. weitere Messungen mit der anderen Einstellung erforderlich. - Werkseinstellung gemäss Bedienungsanleitung (ein/aus), muss für diesen Test verwendet werden. Werkseinstellung effektiv beim ersten Programmaufruf	
2.a	In den Standby setzen: - Umgebungstemperatur - Zeit - Energieanzeige (Null setzen, wenn möglich)	°C hh.mm.ss Wh
2.b	Aktivieren nach mindestens 6 Stunden: - Umgebungstemperatur - Zeit - Energieanzeige	°C hh.mm.ss Wh
2.c	Bereitschaft (allenfalls nach Bestätigen des Spülens): - Zeit - Energieanzeige	hh:mm:ss Wh
2.d	Nach 30 min: Energieanzeige (anschliessend in Standby setzen, nach 5 sec. wieder aktivieren)	Wh
	Nach 60 min: Energieanzeige (anschliessend in Standby setzen, nach 5 sec. wieder aktivieren)	Wh
2.e	Nach der automatischen Abschaltung: - Zeit - Energieanzeige - Umgebungstemperatur	hh:mm:ss Wh °C

4	Hat das Gerät einen Hard-off (Schalter)? (j/n) (Leistungsaufnahme muss Null sein!)	
	Hat das Gerät einen Soft-off (Ein/Aus-Taste)? (j/n)	
	Leistungsaufnahme im Soft-off: - Energieanzeige beim Ausschalten - Energieanzeige nach 1h	Wh Wh

5	Geräte ohne Bereitschaftszustand: (Pos. 1 bis 4 oben so weit sinnvoll eintragen).	
5.a	In den Standby setzen: - Umgebungstemperatur - Zeit - Energieanzeige (Null setzen, wenn möglich)	°C hh.mm.ss Wh
5.b	Aktivieren bzw. Kaffee produzieren nach mindestens 6 Stunden bzw. mindestens 2 Stunden wenn das Gerät nicht aufgeheizt wurde. Werte vor Aktivieren: - Umgebungstemperatur - Zeit - Energieanzeige	°C hh.mm.ss Wh
5.c	Wenn Kaffeezubereitung beendet ist (auch allfällige Spülung; kein Geräusch mehr, keine Leistungsaufnahme): - Zeit - Energieanzeige - Kaffeemenge in der Tasse (Nettogewicht in Gramm)	hh.mm.ss Wh g
5.d	30 Minuten nach dem ersten Aktivieren wird nochmals eine Portion zubereitet. Werte vor Aktivieren: - Umgebungstemperatur - Zeit - Energieanzeige	°C hh.mm.ss Wh
	Wenn Kaffeezubereitung beendet ist (auch allfällige Spülung; kein Geräusch mehr, keine Leistungsaufnahme): - Zeit - Energieanzeige - Kaffeemenge in der Tasse (Nettogewicht in Gramm)	hh.mm.ss Wh g
	60 Minuten nach dem ersten Aktivieren wird nochmals eine Portion zubereitet. Werte nach Beendigung der Kaffeezubereitung, wenn das Gerät in den tiefsten Standby-Zustand übergeht: - Zeit - Energieanzeige - Kaffeemenge in der Tasse (Nettogewicht in Gramm)	hh.mm.ss Wh g

Für allfällige Messung mit anderen Einstellungen neue Formulare verwenden.