

Martin Kratzeisen und Joachim Müller, Hohenheim, Elmar Stumpf, Bretten, sowie Susanne Trojer, München

# Pflanzenöl als Brennstoff für Haushaltskochgeräte

*In Entwicklungs- und Schwellenländern werden jährlich über 500kg Feuerholz pro Person für die Essenszubereitung an offenen Herdstellen verwendet. Der Brennholzverbrauch führt oft zu unkontrollierter Abholzung mit den damit verbundenen Problemen. Die zunehmende Verteuerung von Mineralölprodukten wie Petroleum und Gas verschärft die Situation weiter. Einen möglichen Ausweg bietet die Verwendung von Pflanzenölen als Energiequelle für die tägliche Essenszubereitung. Pflanzenöle mit unterschiedlichen Qualitäten wurden auf ihre Eignung als Brennstoff in einem neu entwickelten Pflanzenölkocher untersucht.*

Dipl.-Ing.(FH), M.Eng. Martin Kratzeisen ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachbereich Agrartechnik in den Tropen und Subtropen (Leitung: Prof. Dr. Joachim Müller), Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart; e-mail: martin.kratzeisen@uni-hohenheim.de. Dr. Elmar Stumpf ist Leiter Produktmanagement im Bereich Dunstabzugauben bei der Firma Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH in D-75015 Bretten. Susanne Trojer ist Leiterin Produktmanagement und Entwicklung Pflanzenölkocher bei der Firma Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, D-81739 München.

## Schlüsselwörter

Pflanzenöl, Bioenergie, Haushaltskochgeräte

## Keywords

Plant oil, bio energy, household cooking stoves

## Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07501 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

**H**olz ist in den meisten Entwicklungs- und Schwellenländern die hauptsächliche Energiequelle für das traditionelle Kochen auf offenen Feuerstellen. Die Wirkungsgrade dieser Kochstellen betragen 8 bis 10 % [1], wodurch sich ein Brennholzverbrauch zwischen 500 und 700 kg Holz pro Person und Jahr ergibt [2]. Dieser hohe Holzverbrauch führt zusammen mit dem Bevölkerungswachstum zu einer zunehmenden Abholzung der Wälder mit schwerwiegenden ökologischen Folgen wie Erosion, Desertifikation und Überschwemmungen. Das Kochen auf offenen Feuern findet oftmals in schlecht belüfteten oder geschlossenen Räumen ohne Abzugseinrichtung statt. Die unvollständige Verbrennung des Brennholzes führt zu Abgasen mit hohen Konzentrationen an krebserregenden Stoffen und führt vor allem bei Frauen und Kindern durch erhöhte Exposition zu Augen- und Lungenerkrankungen [3, 4].

## Pflanzenöle als Brennstoff

Eine Alternative zu den bekannten Kochenergien stellen pflanzliche Öle dar. In den Tropen und Subtropen ist eine Vielzahl von Ölpflanzen beheimatet [5]. In vielen Regionen existieren traditionelle Methoden für die Gewinnung der Öle, die heute insbesondere als Speiseöl oder technische Öle verwendet werden [6]. Der gesamte Herstellungsprozess der Pflanzenöle kann selbst in abgelegenen Regionen lokal erfolgen. Dabei werden insbesondere kleine bis mittelgroße, manuelle und auch motorgetriebene Ölpresen eingesetzt. Die ländliche Bevölkerung kann sich durch die Herstellung der Pflanzenöle Einkommensmöglichkeiten schaffen und den bei der Herstellung des Öls anfallenden Presskuchen als Futtermittel oder organischen Dünger verwenden. Aufgrund der bio-

logischen Abbaubarkeit sind die Herstellung und der Umgang mit Pflanzenölen unbedenklich. Pflanzenöle werden heute zunehmend in den verschiedensten technischen Anwendungen in Industrie- und Entwicklungsländern verwendet. Insbesondere in den ländlichen und stadtnahen Gebieten tropischer und subtropischer Länder können sie auch als Brennstoff für Kochherde eingesetzt werden.

Die Verwendung von Pflanzenölen als Kochbrennstoff ist mit einer Vielzahl ökologischer, ökonomischer und gesundheitlicher Vorteile für die Benutzer verbunden, die in diesen Regionen für gewöhnlich Holz, Pflanzenreste oder Dung auf offenen Feuerstellen verbrennen. Der heute in Entwicklungsländern am häufigsten eingesetzte Flüssigbrennstoff ist Petroleum.

Pflanzenöle haben im Vergleich zu Petroleum deutlich unterschiedliche physikalische und chemische Eigenschaften, wie zum Beispiel eine höhere Viskosität, höhere Verdampfungs- und Flammpunkte sowie einen deutlich größeren Koksrückstand. Der Koksrückstand von Pflanzenölen korreliert mit der Bildung von Rückständen in Pflanzenölkochern. *Tabelle 1* zeigt die Eigenschaften verschiedener Brennstoffe im Vergleich.

Pflanzenöle bestehen hauptsächlich aus Triglyceriden von Fettsäuren. Fettsäuren sind aliphatische Monocarbonsäuren, deren Molekülketten zwischen 4 und 24 Kohlenstoffatome enthalten. Pflanzenöle werden durch ihre Fettsäurezusammensetzung charakterisiert. Die Bildung von Rückstandsprodukten im Verdampfer lässt sich auf chemische Zersetzungsreaktionen des Pflanzenöls bei dessen Erwärmung zurückführen. Der genaue Ablauf der chemischen Reaktionen ist bisher nicht bekannt.

Tab. 1: Eigenschaften verschiedener Brennstoffe für Haushaltskochgeräte

Table 1: Properties of different fuels for household cooking stoves

	Heizwert MJ/l	Viskosität mm <sup>2</sup> /s	Flammpunkt °C	Conradson Carbon Residue %
Petroleum	35,0	1,3	84	< 0,01
Kokosnussöl	32,3	61	188	0,27
Jatrophaöl	34,3	48	224	0,32
Rapsöl	32,1	75	288	0,30

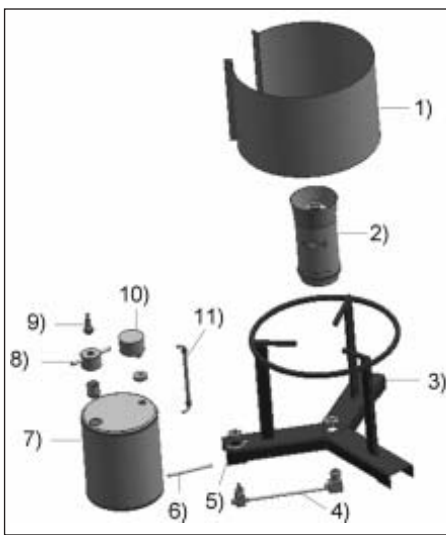


Bild 1: Pflanzenölkocher „Protos“ Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH; 1) Windschutz, 2) Flammenleitrohr mit Verdampfer, 3) Gestell, 4) Ölleitung mit Ventil, 5) Regelknopf, 6) Ölleitung Tank und Gestell, 7) Drucktank, 8) Einfüllstutzen, 9) Luftventil, 10) Manometer, 11) Füllstandsanzeige

Fig. 1: Plant oil stove "Protos" Bosch und Siemens Haugeräte GmbH; 1) windshield, 2) flame holder with vaporizer inside, 3) frame, 4) oil lining with valve, 5) regulation knob, 6) connecting hose between tank and frame, 7) pressure tank, 8) filter neck, 9) air valve, 10) manometer, 11) oil level indicator

### Pflanzenölkocher

Am Institut für Agrartechnik im Fachbereich Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim wurde in Zusammenarbeit mit der Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH ein Kocher entwickelt, welcher mit Pflanzenölen betrieben werden kann (Bild 1).

Bei diesem Haushaltskochgerät wird das Pflanzenöl in einem Tank durch eine Pumpe mit Druck beaufschlagt. Das Pflanzenöl fließt durch eine Leitung in den Verdampfer, in welchem das Pflanzenöl durch die Verbrennungswärme in die Gasphase überführt wird. Nach Austritt aus der Düse vermischen sich die Brennstoffgase mit Umgebungsluft

Tab. 2: Technische Daten des Pflanzenölkochers

Table 2: Technical data of the plant oil stove

Brennstoff:	verschiedene Pflanzenöle, Pflanzenöleseter
Verbrauch:	Bei 4bis5 Personen Haushalt, ~ 2 Liter Öl/Woche
Leistungsbereich:	1,6 bis 3,8 kW
Wirkungsgrad:	30 bis 40 %, leistungsabhängig
CO <sub>2</sub> -Bilanz:	neutral

Tab. 3: Pflanzenölinhaltstoffe in Abhängigkeit vom Refinationsgrad am Beispiel von Baumwollsaatöl

Baumwollsaatöl (Tansania)	Wassergehalt [mg/kg]	Phosphorgehalt [mg/kg]	Säurezahl [mg KOH/g]	Gesamtverschmutzung [mg/kg]	Calcium/Magnesium [mg/kg]
unraffiniert	2210	244,0	12,82	6868	73
Einfach raffiniert	145	4,0	0,29	18	6,1
Zweifach raffiniert	289	0,5	0,24	74	0,5

Table 3: Plant oil ingredients in dependence of the refining degree using the example of cotton seed oil

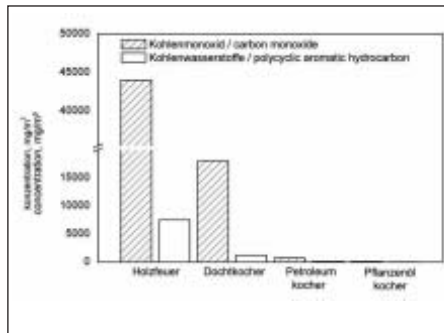


Bild 2: Vergleich der Emissionen verschiedener Kochgeräte

Fig. 2: Comparing emissions of different cooking stoves

zu einem brennbaren Luft-Gasgemisch. Dieses trifft auf einen Prallteller und verbrennt dort in der Flammenzone, welche durch ein Flammenleitblech begrenzt ist. Zum Starten des Pflanzenölkochers wird in einer Vorheizschale Ethanol verbrannt, durch die der Verdampfer auf Betriebstemperatur vorgeheizt wird. Die Leistung des Kochers wird durch ein Ventil in der Brennstoffleitung geregelt.

### Kochen mit Pflanzenöl

Das Kochen mit Pflanzenöl ist quasi CO<sub>2</sub>-neutral, da die Menge an CO<sub>2</sub>, die während des Kochvorganges mit dem Pflanzenölkocher emittiert wird, zuvor von den Ölpflanzen während der Wachstumsphase aufgenommen wurde. Durch die Substitution von fossilen Brennstoffen wie Petroleum und Gas mit Pflanzenöl können somit bis zu einer Tonne CO<sub>2</sub> pro Kochgerät und Jahr eingespart werden.

In Tabelle 2 sind die technischen Daten des Pflanzenölkochers „Protos“ der Firma Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH dargestellt.

Der Pflanzenölkocher kann sowohl mit verschiedenen Pflanzenölen als auch mit deren Pflanzenölestern sowie mit Pflanzenölen von verschiedener Qualität betrieben werden. Dieses ermöglicht es Pflanzenöl gemäß der geforderten Qualität früher aus dem Refinationsprozess auszuschleusen und dadurch Herstellungskosten des Brennstoffes einzusparen.

Bild 2 zeigt die Emissionen verschiedener Haushaltskochgeräte. Deutlich zu erkennen sind die hohen Emissionswerte von offenen Feuerstellen und Dacktkochern, welche zum

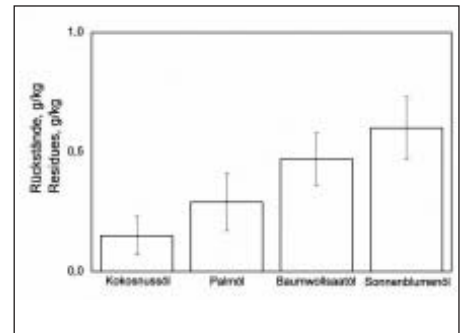


Bild 3: Bildung von Rückständen in Abhängigkeit vom Pflanzenöl

Fig. 3: Deposition of residues in dependence of the plant oil

Teil aus der unvollständigen Verbrennung resultieren, wohingegen der Pflanzenölkocher die geringsten Emissionswerte aufweist.

Die bei der Verbrennung von Pflanzenölen auftretenden Rückstände im Verdampfer müssen periodisch entfernt werden. Die Reinigung des Verdampfers erfolgt mit Handgeräten und ist unter anderem vom verwendeten Brennstoff abhängig. So neigen unraffinierte Pflanzenöle, welche zur Aufbereitung nur absedimentiert wurden, zu einer vermehrten Bildung von Rückständen gegenüber raffinierten Pflanzenölen, welche Lebensmittelqualität haben. Die Bildung von Rückständen ist auf Pflanzeninhaltsstoffe zurückzuführen, die während des Refinationsprozesses weitgehend entfernt werden. Tabelle 3 zeigt am Beispiel von Baumwollsaatöl den Einfluss des Refinationsgrades auf die verschiedenen Parameter beim Pflanzenöl.

Weiterhin sind Unterschiede in der Rückstandsbildung zwischen den verschiedenen Pflanzenölartern wie Kokosnussöl, Palmöl, Sonnenblumenöl und Baumwollsaatöl bekannt. Bild 3 zeigt eine Übersicht der untersuchten Öle.

### Zusammenfassung

Der Pflanzenölkocher ist in Aufbau und Funktion ein leicht zu bedienendes Kochgerät. Dadurch kann die Gefahr einer mangelnden Akzeptanz aufgrund von technischen Hemmnissen vermieden werden. Dies zeigen Erfahrungen eines zweijährigen Feldtestes auf den Philippinen. Es können verschiedene Brennstoffe verwendet werden, sodass jeweils das Pflanzenöl, welches vor Ort am günstigsten zu erwerben ist und der Qualität zum verbrennen entspricht, verwendet werden kann.

Die Pflanzenölparameter, welche mit zur Rückstandsbildung beitragen, müssen in Ihrer Wirkungsweise einzeln und im Verbund untersucht werden. Dies ist notwendig, um Empfehlungen über die zu verwendenden Ölqualitäten geben zu können.