Rapsölbetriebene Blockheizkraftwerke für Berghütten

von DR. KLAUS THUNEKE und ULI EIDENSCHINK: **Der Deutsche und der Österreichische Alpenverein haben es sich zum Ziel gesetzt, die auf Berghütten üblichen Dieselaggregate vollständig zu ersetzen. Mit Rapsöl betriebene Blockheizkraftwerke können die Antriebsenergie für Materialseilbahnen sowie Strom und Wärme für den Hüttenbetrieb liefern. Rapsölkraftstoff ist schnell biologisch abbaubar, nicht wassergefährdend und trägt somit zum Schutz von Böden, Gewässern und Lebewesen im Alpenraum bei. Voraussetzung für einen kostengünstigen und sicheren Betrieb eines Rapsöl-BHKW ist eine an die speziellen Gegebenheiten der Gebirgsregion angepasste Kraftstofflogistik. Beschaffungswege, Transportkosten, Gebindegrößen und Kraftstofflagerung sind dabei wichtige Aspekte, die für eine reibungslose Versorgung von Berghütten mit Rapsölkraftstoff zu berücksichtigen sind.**

Die alpinen Vereine sind bestrebt, den Betrieb von Berg- und Schutzhütten gleichermaßen umweltfreundlich, wirtschaftlich und sicher zu gestalten. Dazu gehören auch Maßnahmen zum Klimaschutz, zumal die Folgen des Klimawandels in besonderem Maße das sensible Ökosystem der Gebirgsregionen bedrohen.

Rapsölkraftstoff aus dezentralen Ölmühlen eignet sich in idealer Weise zur umweltfreundlichen Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken (BHKW) auf Berghütten, weil es

- schnell biologisch abbaubar und nicht wassergefährdend ist,
- fossiles Heizöl ersetzt,
- mehr als 60 Prozent Treibhausgase einspart,
- mehr Unabhängigkeit von importierten Rohstoffen ermöglicht,
- regional hergestellt wird und die heimische Wirtschaft stärkt.

Raps ist eine wertvolle Blühpflanze in der Fruchtfolge auf unseren Feldern und liefert gentechnisch nicht verändertes Eiweißfutter, das importiertes Soja ersetzt. Rapsöl wird zudem als hochwertiges Speiseöl geschätzt. Weil nicht die gesamte Rapsölmenge im Nahrungsmittelsektor vermarktet werden kann, steht ein Teil des Ertrags von ca. 1 400 l Rapsöl je Hektar zur Nutzung als technisches Öl bzw. als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren zur Verfügung. Ein Hektar Raps liefert neben 1 400 l Rapsöl, 2 300 kg Eiweißfutter und 6,7 t Stroh für Teller, Trog und Tank.

Rapsölbetriebene BHKW können eine wichtige Rolle im Gesamtkonzept einer auf erneuerbaren Quellen basierenden effizienten Energieversorgung von Berghütten spielen, wo sie witterungsunabhängig, bedarfsgerecht und zuverlässig gleichzeitig Strom und Wärme für den Hüttenbetrieb liefern. Für die reibungslose Versorgung mit Rapsölkraftstoff sind die speziellen Bedingungen des Alpenraums zu berücksichtigen.

Berghütten mit Rapsöl-BHKW

Nach Angaben des Deutschen Alpenvereins sind in den Alpen rund 2 000 Hütten im Besitz der Alpenvereine der verschiedenen Länder. Zusätzlich existieren rund 12 000 Privathütten. Seit dem Jahr 1996 wurden etwa 60 Berghütten mit pflanzenöltauglichen BHKW ausgestattet. Sie dienen überwiegend zur autarken Versorgung der Hütten mit Strom und Wärme für Warmwasser und Raumbeheizung sowie zum Antrieb von Materialseilbahnen. Die *Bilder* auf der folgenden Seite zeigen Berghütten mit Rapsöl-BHKW.

Die elektrische Nennleistung der installierten Rapsöl-BHKW liegt meist zwischen 6 und 28 kW, in Einzelfällen auch darüber. Als Motoren werden überwiegend wassergekühlte Viertakt-Dieselmotoren mit drei, vier oder sechs Zylindern verwendet. Die Ausstattung mit Synchron-Generatoren erlaubt einen netzunabhängigen Inselbetrieb.

Bezug von Rapsölkraftstoff

Rapsölkraftstoff für Berghütten kann direkt bei den Herstellungsbetrieben (dezentrale Ölmühlen) bezogen werden. Die Ölmühlen garantieren die normgerechte Kraftstoff-Qualität für einen störungsfreien Motor-Betrieb. Manche süddeutsche und österreichische Ölmühlen bieten Rapsölkraftstoff speziell für Berghütten im Alpenraum an. Es empfiehlt sich vorab Angebote einzuholen und die Liefermodalitäten zu klären. Eine frühzeitige Bestellung erlaubt häufig die Bündelung von Aufträgen und damit die Minderung von Transportkosten für die Anlieferung.

Übliche Gebindearten sind sogenannte IBC, stapelbare Tanks aus Kunststoff oder Edelstahl, die von einem Metall-

Coburger Hütte, 1 920 m, Wettersteingebirge (Foto: TFZ)

Hildesheimer Hütte, 2 899 m, Stubaier Alpen (Foto: DAV)

Kaiserjochhaus, 2 310 m, Lechtaler Alpen (Foto: DAV)

Hagener Hütte, 2 446 m, Nationalpark Hohe Tauern (Foto: DAV)

rohrmantel umgeben sind. Sie haben üblicherweise ein Fassungsvermögen von 800 bis 1 000 l. IBC-Tanks werden vor allem dann verwendet, wenn direkt zur Hütte bzw. in ein Zwischenlager geliefert werden kann. Erfolgt die Anlieferung zur Hütte über eine Materialseilbahn, sind oft Kanister oder Fässer mit einem Volumen von 25 bis 60 l erforderlich. Diese können z. B. an der Talstation einer Materialseilbahn aus größeren Tanks bzw. IBC befüllt werden. In seltenen Fällen kann auch lose Ware in einem Tankwagen in das Zwischenlager oder direkt zur Hütte transportiert werden.

Anforderungen an Rapsölkraftstoff

Die Grundlage für einen störungsfreien und emissionsarmen Betrieb von Blockheizkraftwerken ist die Verwendung von Rapsölkraftstoff gemäß der Norm DIN 51605. Für Pflanzenöl-BHKW ohne Abgas-Partikelfilter genügt manchmal auch eine Rapsölkraftstoffqualität mit geringfügig höheren Gehalten an Phosphor, Calcium und Magnesium, etwa wie sie noch bis zum Jahr 2011 gültig waren. In jedem Fall ist die vom BHKW-Hersteller vorgeschriebene Rapsölkraftstoffqualität einzuhalten. Von der Verwendung gebrauchter Speisefette, von Teilraffinaten oder nicht näher spezifizierten Pflanzenölen ist dringend abzuraten.

Die geforderte Kraftstoffqualität sollte beim Kauf zugesichert und schriftlich vermerkt werden. Als Nachweis für die gelieferte Qualität können Ölproben dienen, die bei der Anlieferung gezogen werden. Idealerweise sind drei repräsentative Rückstellmuster à 1 l je Einzelgebinde zu nehmen. Eine Ölprobe verbleibt beim Lieferanten, eine beim Empfänger und eine wird für den Schiedsfall zur Analyse aufbewahrt. Alle Ölproben sind in neue Probeflaschen zu füllen, zu versiegeln und zu unterzeichnen. Die Proben sind kühl und dunkel, z. B. im Kühlschrank, aufzubewahren, mindestens so lange bis die Ölcharge verbraucht ist.

Lagerung von Rapsölkraftstoff

Rapsölkraftstoff besteht zu 77 bis 78 Gew.-Prozent aus Kohlenstoff, zu 11 bis 12 Prozent aus Wasserstoff und zu 10 bis 11 Prozent aus Sauerstoff. Bei der Lagerung können Reaktionen stattfinden. Diese sind überwiegend abhängig von den Lagerungsbedingungen. Bei kühler und dunkler Lagerung in einem sauberen Tank ist Rapsölkraftstoff etwa zwölf Monate problemlos lagerfähig.

Die Viskosität (Zähflüssigkeit) von Pflanzenölen nimmt bei niedrigen Temperaturen überproportional zu. Der Übergang vom flüssigen in den festen Aggregatszustand ist neben der Höhe der Temperatur auch von der Dauer der Temperatureinwirkung abhängig. Sinkt beispielsweise die Lagertemperatur unter minus 10 °C wird Rapsöl spätestens nach drei Tagen fest, bei minus 25 °C bleibt Rapsöl nur bis zu ca. sechs Stunden flüssig. Bei niedrigen Temperaturen fest gewordenes Rapsöl wird bei Erwärmung wieder rückstandsfrei flüssig und kann problemlos wiederverwendet werden.

Für die Lagerung gilt:

- auf konstant kühle Temperaturen achten, z. B. im Erdtank,
- direkte Sonneneinstrahlung vermeiden,
- Tanks nicht dauerhaft beheizen,
- nach Erwärmung zur Verbesserung der Pumpfähigkeit umgehend im Motor verbrennen,
- Lagertanks sauber halten,
- Zutritt von Sauerstoff und Wasser so weit wie möglich vermeiden, Tanks verschließen,
- keine kraftstoffführenden Teile aus katalytisch wirkenden Metallen (z. B. Kupfer, Messing), sondern Edelstahl und Kunststoffe verwenden.

Pflanzenöl-BHKW

Bei Blockheizkraftwerken (BHKW) wird die mechanische Energie des Motors im Generator in elektrische Energie umgewandelt. Ein Teil der bei der Verbrennung entstehenden Wärmeenergie aus den Kühlkreisläufen des Motors und dem Motorabgas wird mit Hilfe von Wärmeübertragern über ein Wärmeverteilungsnetz einem Verbraucher zugeführt. Durch die gleichzeitige Nutzung von Strom und Wärme werden Gesamt-Wirkungsgrade von bis zu 90 Prozent und mehr erzielt.

Der Heizwert von Rapsöl beträgt 37,5 MJ/kg. Bezogen auf das Volumen liegt dieser etwa 4 Prozent niedriger als von ex-

Rapsöl-BHKW, 8 kW elektrische Leistung, Hersteller: KW Energie

tra leichtem Heizöl, was zu einem geringfügigen Mehrverbrauch von Rapsölkraftstoff führt. Der Wirkungsgrad im Motor bleibt unverändert. Ein wesentlicher Unterschied zu Heizöl ist die höhere Viskosität von Rapsöl vor allem bei niedrigen Temperaturen. Deshalb sind spezielle pflanzenöltaugliche BHKW erforderlich. Besondere Merkmale können sein:

- Vorwärmung des Kraftstoffs und/oder des Motors,
- modifizierte Motorsteuerung,
- zusätzlicher Tank mit Diesel bzw. Heizöl für Kaltstarts.

Im Vergleich zu heizölbetriebenen BHKW ist beim Einsatz von Rapsölkraftstoff in der Regel keine wesentliche Änderung des Emissionsverhaltens zu verzeichnen. Der Einsatz von Oxidationskatalysatoren zur Geruchs- und Schadstoffminimierung ist empfehlenswert.

Blockheizkraftwerke werden entweder parallel zum elektrischen Netz oder auch netzunabhängig zur Inselversorgung eingesetzt. Entscheidend für einen umweltfreundlichen und wirtschaftlichen Betrieb ist eine sorgfältige Planung mit bedarfsgerechter Einbindung in das Gesamt-Energiekonzept der Hütte. Die Auslegung sollte daher nur von Fachplanern erfolgen, die Erfahrung mit den besonderen Gegebenheiten bei der Energieversorgung von Berghütten aufweisen können. Beispielsweise ist schon bei der Planung eines BHKW zu berücksichtigen, dass sich die Leistungswerte um ca. ein Prozent je 100 m Höhe gegenüber der Referenz (400 m ü. NN) verringern. In einer Höhe von 2 400 m ist also die Leistung um ca. 20 Prozent geringer als im technischen Datenblatt des BHKW angegeben.

Zur Reduzierung des Ausfallrisikos ist für Kaltstarts bei sehr tiefen Temperaturen, aber auch zur Spülung vor einer saisonalen Stilllegung des Aggregats eine zweite Kraftstoffversorgung mit bei tiefen Temperaturen leichter pumpbarem und zündbarem Kraftstoff (z. B. Heizöl) vorzusehen. Dafür reicht in der Regel ein Vorrat von ca. 10 bis 50 l aus.

Wartungs- und Reparaturarbeiten am BHKW sind sorgfältig und fachgemäß, idealerweise durch die Herstellerfirma oder durch eingewiesenes und erfahrenes technisches Personal durchzuführen.

Geringere Sicherheitsanforderungen bei Rapsöl

Die Vorschriften für die Errichtung und den Betrieb von Pflanzenöl-BHKW sind länderabhängig und unterliegen fortlaufenden Änderungen. Es ist daher empfehlenswert, sich über die jeweils gültige aktuelle Gesetzeslage zu informieren.

Sicherheitsrelevante Anforderungen sind bei Transport und Lagerung von Rapsöl von geringerer Bedeutung als bei Heizöl oder Diesel, denn:

- reines unbehandeltes Rapsöl fällt unter die Kenn-Nummer 760 (Triglyceride) des Anhangs 1 der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe (VwVwS) und zählt damit zu den nicht wassergefährdenden Stoffen.
- Rapsölkraftstoff wird innerhalb von 21 Tagen zu über 95 Prozent biologisch abgebaut (gemäß CEC L-33-A-94).
- Rapsölkraftstoff hat mit ca. 230 bis 240 °C einen deutlich höheren Flammpunkt als Heizöl bzw. Dieselkraftstoff (ca. 64 °C) und weist keine Gefährlichkeitsmerkmale nach § 4 der Gefahrstoffverordnung auf.

Die Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung fordert einen Nachweis der Nachhaltigkeit für flüssige Biomasse, die zur Erzeugung von Strom nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eingesetzt wird. Für Inselanlagen oder Anlagen, die nicht nach dem EEG vergütet werden, ist jedoch die BioSt-NachV nicht relevant. Nachhaltigkeitsnachweise sind demnach nicht erforderlich.

Eine exemplarische Berechnung der Treibhausgase (THG) je Nutzenergieeinheit eines Berghütten-BHKW ergibt eine THG-Minderung in Abhängigkeit der Berechnungsmethode von etwa 62 Prozent (Allokation) bzw. 79 Prozent (Substitution) beim Einsatz von Rapsölkraftstoff im Vergleich zu Heizöl. Als Berechnungsgrundlage wurden hierfür die für die THG-Bilanz relevanten, speziell erhobenen Daten einer dezentralen Ölmühle (Verarbeitung der Rapssaat) sowie der dorthin liefernden Landwirte (Anbau von Raps) verwendet. Des Weiteren wurde unterstellt, dass der Kraftstoff 100 Straßenkilometer zu einer Berghütte transportiert wird und dort in einem BHKW Strom und Wärme erzeugt wird. Eine THG-Bilanz berücksichtigt den Ausstoß an klimawirksamen Gasen über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes inklusive aller Vorketten, wozu unter anderem die Herstellung von Dünger sowie der verwendeten Maschinen zählt.

Dank

Dieser Beitrag basiert auf Ergebnissen aus Forschungsarbeiten, die durch den Freistaat Bayern, den Bund sowie die

Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert wurden. Weitere Unterstützung erfolgte durch das vom Deutschen Alpenverein (DAV) und Oesterreichischen Alpenverein (OeAV) initiierte INTERREG-Projekt „CO_2-neutrale Energieversorgung von Hütten“ aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.

Literatur

DEUBLER, H.; HUBMANN, J.; NIEDERBERGER, T.; STEINBACHER, G.; HÖFLER, H.: Leitfaden für umweltgerechte Hüttentechnik. Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung; Herausgeber: Deutscher Alpenverein, Oesterreichischer Alpenverein. 1. Aufl. München: Bergverlag Rother, 136 Seiten, ISBN 978-3-7633-8038-1, 2011.

REMMELE, E.: Handbuch Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 88 Seiten, 2009.

THUNEKE, K.; REMMELE, E.; WIDMANN, B.: Rapsöl-BHKW für Berghütten. TFZ-Kompakt, Nr. 12. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 15 Seiten, 2014.

DR. KLAUS THUNEKE
ULI EIDENSCHINK
TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM IM KOMPETENZZENTRUM FÜR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE
klaus.thuneke@tfz.bayern.de
ulrich.eidenschink@tfz.bayern.de

TFZ auf dem 99. Deutschen Katholikentag – Wissenschaftler diskutieren die ethischen Aspekte der Biomassenutzung

Das Technologie- und Förderzentrum (TFZ) zieht eine positive Bilanz aus seinem Auftritt beim 99. Deutschen Katholikentag. Durch das Bestreben des Zentralkomitees der deutschen Katholiken, auch klimapolitische Fragen in den Fokus zu rücken, wurde es den Straubinger Forschern ermöglicht, ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse über die ethischen Aspekte der Biomasse-Nutzung vorzustellen.

Beim diesjährigen Katholikentag kam der Energiewende neben vielen anderen gesellschaftspolitischen Themen besondere Aufmerksamkeit zu. Der Katholikentag selbst stand unter dem Motto der Klimaneutralität: So wurden die Teilnehmer beispielsweise angehalten, Ihre Anreise möglichst mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu bestreiten oder zumindest für entsprechende kompensatorische Maßnahmen zu sorgen. Im „Klimaneutralen Dorf“, das am Campus der Universität Regensburg errichtet wurde, stellte das TFZ seine Vision einer nachhaltig gestalteten Zukunft vor.

„Wir sind positiv überrascht von dem großen Interesse, das uns hier entgegengebracht wurde. Nur in Einzelfällen kamen Besucher mit großen Vorbehalten gegenüber Nachwachsenden Rohstoffen an den Stand“, resümiert Dr. Edgar Remmele, Sachgebietsleiter am TFZ für den Bereich Biokraftstoffe. Gerade die ethische Diskussion um den richtigen Einsatz von Biomasse zur energetischen Verwertung nehme man am TFZ aber sehr ernst. In einem viel beachteten Projekt in Kooperation mit dem Institut Technik-Theologie-Naturwissenschaften, gingen die Wissenschaftler aus unterschiedlichen Disziplinen ethischen Fragestellungen nach. Am Stand selbst boten Exponate zu Biokraftstoffen, dem emissionsarmen Heizen mit Holz oder zur Vielfalt alternativer Kulturpflanzen differenzierte Perspektiven zu gesellschaftlichen Kontroversen.

Dr. Edgar Remmele, Sachgebietsleiter am TFZ, zeigt Interessierten Rapspresskuchen, der beim Pressen von Rapssamen anfällt

„Unsere Exponate zeigen, welche Chancen und Potentiale in regenerativen Energieträgern stecken. Damit wollen wir zu einer Versachlichung der oft einseitig geführten Debatten beitragen. Dass bei der Erzeugung von Biokraftstoffen auch wertvolles Eiweißfutter anfällt, war vielen Standbesuchern so nicht bewusst“, bemerkt Remmele. „Noch bevor wir uns aber über die vielen Möglichkeiten der Energiegewinnung Gedanken machen, sollten wir alles daran setzen, Energie einzusparen. Schließlich ist die beste Energie die, die wir nicht verbrauchen.“ Aus diesem Grund zeigten die Wissenschaftler den Besuchern auch Möglichkeiten im Alltag auf, Energie einzusparen. Unterstützt wurde das TFZ dabei von der Energieagentur Regensburg.

Den Veranstaltern zufolge kamen etwa 33 000 Dauerbesucher sowie über 15 000 Tagesbesucher zum diesjährigen Katholikentag, der seit 30 Jahren wieder einmal in Bayern stattfand. Auf der Webseite des TFZ (www.tfz.bayern.de) können alle Infomaterialen, die während des Katholikentags zur Verfügung standen, heruntergeladen werden.

Ulrich Eidenschink, TFZ Straubing