Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

TFZ-KOMPAKT 12

RAPSÖL-BHKW
FÜR BERGHÜTTEN

TFZ

Einführung

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 auf Berghütten. Rapsöl ist, wenn es bei Unfällen in die Umwelt gelangt, schnell biologisch abbaubar und nicht wassergefährdend. Somit trägt es zum Schutz von Böden, Gewässern und Lebewesen des Alpenraums bei.

Foto: Kurt Fuchs

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. 1400 l Rapsöl je Hektar zur Nutzung als technisches Öl bzw. als Kraftstoff für pflanzenöltaugliche Motoren zur Verfügung.

Ein Hektar Raps liefert 1.400 l Rapsöl, 2.300 kg Eiweißfutter und 6,7 t Stroh für Teller, Trog und Tank.

Rapsölbetriebene Blockheizkraftwerke (BHKW) spielen eine wichtige Rolle im Gesamtkonzept einer auf erneuerbaren Quellen basierenden effizienten Energieversorgung von Berghütten, wo sie witterungsunabhängig, bedarfsgerecht und zuverlässig gleichzeitig Strom und Wärme für den Hüttenbetrieb liefern.

Rapsölkraftstoff

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

Hagener Hütte, 2446 m, Nationalpark Hohe Tauern

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 Blockheizkraftwerken (BHKW) ausgestattet. Die BHKW dienen überwiegend zur autarken Versorgung der Hütten mit Strom und Wärme für Warmwasser und Raumbeheizung sowie zum Antrieb von Materialseilbahnen.

Die elektrische Leistung 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.

Coburger Hütte, 1920 m, Wettersteingebirge

Hildesheimer Hütte, 2899 m, Stubaier Alpen

Kaiserjochhaus, 2310 m, Lechtaler Alpen

Berghütten mit Rapsöl-BHKW - Auswahl

Nr.	Hütte	Höhe	Betreiber	Inbetriebnahme
1	Meilerhütte	2366 m	DAV - Garmisch-Partenkirchen	1996
2	Coburger Hütte	1920 m	DAV - Coburg	1998
3	Stüdlhütte	2802 m	DAV - Oberland	1998
4	Glorer Hütte	2642 m	DAV - Eichstätt	2000
5	Kaiserjochhaus	2310 m	DAV - Leutkirch	2001
6	Brunnsteinhütte	1650 m	DAV - Mittenwald	2002
7	Riemannhaus	2177 m	DAV - Ingolstadt	2002
8	Sudetendeutsche Hütte	2650 m	DAV - Sudeten	2002
9	Ingolstädter Haus	2119 m	DAV - Ingolstadt	2003
10	Priener Hütte	1410 m	DAV - Prien	2003
11	Mindelheimer Hütte	2058 m	DAV - Mindelheim	2003
12	Nördlinger Hütte	2238 m	DAV - Nördlingen	2003
13	Kärlinger Haus	1631 m	DAV - Berchtesgaden	2003
14	Karl-von-Edel-Hütte	2238 m	DAV - Würzburg	2003
15	Kölner Haus	1965 m	DAV - Rheinland-Köln	2004
16	Neue Magdeburger Hütte	1633 m	DAV - Geltendorf	2004
17	Schiestlhaus	2153 m	ÖTK	2004
18	Bochumer Hütte	1432 m	DAV - Bochum	2004
19	Metzgeralm	k.A.	privat	2004
20	Straubinger Haus	1600 m	DAV - Straubing	2004
21	Reichenhaller Haus	1750 m	DAV - Bad Reichenhall	2004
22	Niedersachsenhaus	2471 m	DAV - Hannover	2005
23	Watzmannhaus	1930 m	DAV - München	2005
24	Leutkircher Hütte	2251 m	DAV - Leutkirch	2005
25	Friesenberghaus	2498 m	DAV - Berlin	2005
26	Laufener Hütte	1726 m	DAV - Laufen	2005
27	Brunnenkopfhäuser	1602 m	DAV - Bergland München	2005
28	Gafadurahütte	1428 m	LAV	2006
29	Mannheimer Hütte	2679 m	DAV - Mannheim	2006
30	Zellerhütte	1575 m	OeAV - Windischgarsten	2006
31	Welserhütte	1165 m	privat	2006
32	Ostpreußenhütte	1630 m	DAV - Königsberg	2006
33	Schmidt-Zabierow-Hütte	1966 m	DAV - Passau	2006
34	Seehaus	922 m	Fichtelgebirgsverein	2006
35	Purtschellerhaus	1692 m	DAV - Sonneberg	2007
36	Olperer Hütte	2389 m	DAV - Neumarkt	2007
37	Oberzalimhütte	1889 m	DAV - Mannheim	2007
38	Bonn-Matreier-Hütte	2750 m	DAV - Bonn / OeAV - Matrei	2007
39	Leglerhütte	2273 m	SAC - Tödi	2007
40	Solsteinhaus	1805 m	OeAV - Innsbruck	2007
41	Gmundner Hütte	1666 m	OeAV - Gmunden	2007
42	Hochjoch Hospiz	2413 m	DAV - Berlin	2008
43	Ansbacher Hütte	2376 m	DAV - Ansbach	2008
44	Mödlinger Hütte	1523 m	OeAV - Mödling	2008
45	Neue Monte Rosa Hütte	2883 m	SAC - Monte Rosa	2009
46	Moiry Hütte	2825 m	SAC - Montreux	2009
47	Coburger Hütte II	1920 m	DAV - Coburg	2009
48	Kaunergrathütte	2817 m	DAV - Mainz	2009
49	Similaunhütte	3019 m	privat	2009
50	Wimbachschloss	950 m	privat	2010
51	Taschachhaus	2434 m	DAV - Sektion München	2010
52	Rotwandhaus	1737 m	DAV - Turner-Alpen-Kränzchen	2010
53	Hagener Hütte	2446 m	DAV - Sektion Hagen	2010
54	Almhütte auf der Sommer	1500 m	privat	2011
55	Rappenseehütte	2091 m	DAV - Allgäu-Kempten	2011
56	Hildesheimer Hütte	2899 m	DAV - Hildesheim	2012
57	Neue Pforzheimer Hütte	2308 m	DAV - Pforzheim	2013
58	Neue Prager Hütte	2796 m	DAV - München	2013
59	Graf Meran Haus	1836 m	ÖTK	2013

Quelle: DAV, KW Energie, 2013

DAV: Deutscher Alpenverein, LAV: Liechtensteiner Alpenverein, OeAV: Oesterreichischer Alpenverein, ÖTK: Österreichischer Touristenklub, SAC: Schweizer Alpen-Club

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. Eine Auswahl süddeutscher Ölmühlen, die Rapsölkraftstoff speziell für Berghütten im Alpenraum anbieten, ist in nebenstehender Tabelle aufgelistet. 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.

Dezentrale Ölmühle Juraps GmbH, Mühlhausen

Bayerische Rapsölkraftstoff-Lieferanten

Ölmühle	Ort
Ölmühle Hohenbrunn GmbH & Co. KG	82515 Wolfratshausen
MaiRa Trocknungs-GmbH	84140 Gangkofen
Raiffeisenbank Waren GmbH Obb. Südost	84529 Tittmoning
Sedlmayr Ölsaatenverarbeitung GmbH	86567 Hilgertshausen-Tandern
St. Georgs-Mühle	87616 Marktoberdorf
PMR Pflanzenölmühle Röger GmbH & Co. KG	89407 Dillingen/Donaualtheim
RAGU Rapsverarbeitung Gußner	91177 Thalmässing
Trocknungsgenossenschaft Amberg e.G.	92256 Hahnbach
Juraps GmbH	92360 Mühlhausen
Ölmühle R. Osterholzer	94149 Kösslarn
MARA GmbH & Co. KG	96275 Marktszeuln-Zettlitz
Ölfruchtmühle Oberes Werntal	97440 Werneck

Übliche Gebindearten sind sogenannte IBC, stapelbare Tanks aus Kunststoff oder Edelstahl, die von einem Metallrohrmantel umgeben sind. Sie haben üblicherweise ein Fassungsvermögen von 800 bis 1.000 l.

IBC - Tanks für Rapsölkraftstoff

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 geforderte Rapsölkraftstoffqualität einzuhalten.
Von der Verwendung gebrauchter Speisefette, von Teilraffinaten oder nicht näher spezifizierten Pflanzenölen ist dringend abzuraten.

DIN 51605

DIN

Kraftstoffe für pflanzenöltaugliche Motoren –
Rapsölkraftstoff –
Anforderungen und Prüfverfahren

Fuels for vegetable oil compatible combustion engines –
Fuel from rapeseed oil –
Requirements and test methods

Combustibles pour moteurs adaptés aux huiles végétales –
Combustible à base d'huile de colza –
Exigences et méthodes d'essai

Foto: Barbara Rötzer

Bild oben:
Normierte Prüfmethoden stellen die Qualität von Rapsölkraftstoff sicher.

Bild links:
Die DIN 51605 definiert die Anforderungen für Rapsöl als Kraftstoff.

Ausgewählte wichtige Anforderungen an Rapsölkraftstoff gemäß DIN 51605

Eigenschaften	Grenzwert
Gesamtverschmutzung	max. 24 mg/kg
Säurezahl	max. 2,0 mg KOH/g
Oxidationsstabilität	min. 6,0 h
Wasser-Gehalt	max. 750 mg/kg
Phosphorgehalt	max. 3 mg/kg (seit 2012)
Phosphorgehalt	max. 12 mg/kg (bis 2011)
Magnesiumgehalt	max. 1 mg/kg (seit 2012)
Calciumgehalt	max. 1 mg/kg (seit 2012)
Summengehalt an Calcium und Magnesium	max. 20 mg/kg (bis 2011)

Quelle: www.din.de, www.beuth.de

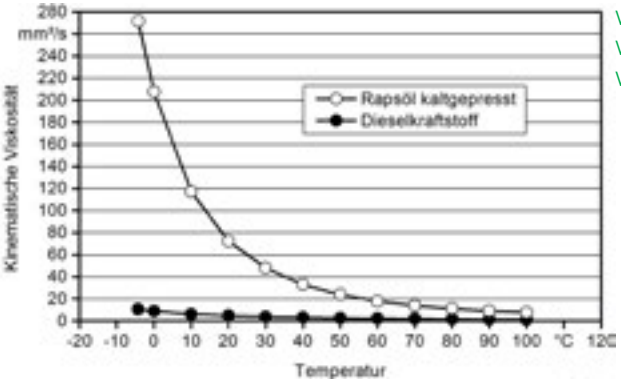
Die geforderte Kraftstoffqualität sollte beim Kauf zugesichert und schriftlich vermerkt werden. Als Nachweis für die gelieferte Qualität können Ölproben dienen, die bei der Anlieferung gezogen werden.
Idealerweise sind drei repräsentative Rückstellmuster à 1 l je Einzelgebinde zu nehmen. Eine Ölprobe 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 bis die Ölcharge verbraucht ist.

Lagerung von Rapsölkraftstoff

Rapsölkraftstoff besteht zu 77 bis 78 Gew.-% aus Kohlenstoff, zu 11 bis 12 % aus Wasserstoff und zu 10 bis 11 % 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 12 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 -10 °C wird Rapsöl spätestens nach drei Tagen fest, bei -25 °C bleibt Rapsöl nur bis zu ca. 6 Stunden flüssig. Bei niedrigen Temperaturen fest gewordenes Rapsöl wird bei Erwärmung wieder rückstandsfrei flüssig und kann problemlos wiederverwendet werden.



Viskositäts-Temperatur-Verhalten von Rapsöl im Vergleich zu Diesel

- Reines unbehandeltes Rapsöl fällt unter die Kenn-Nummer 760 (Triglyceride) des Anhangs 1 der VwVwS und zählt damit zu den nicht wassergefährdenden Stoffen.
- Rapsölkraftstoff wird innerhalb von 21 Tagen zu über 95 % 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.

Für die Lagerung gilt:

- auf konstant kühle Temperaturen achten, z. B. im Erdtank
- direkte Sonneneinstrahlung vermeiden
- Tanks sollen nicht dauerhaft beheizt werden
- muss Rapsölkraftstoff zur besseren Pumpfähigkeit erwärmt werden, soll dieser umgehend im Motor verbrannt werden
- Lagertanks sollten sauber gehalten werden
- Zutritt von Sauerstoff und Wasser so weit wie möglich vermeiden, Tanks grundsätzlich verschließen
- keine kraftstoffführenden Teile aus katalytisch wirkenden Metallen (z.B. Kupfer, Messing); geeignet sind Edelstahl und Kunststoffe

Falsche Lagerung von Rapsöl: Direkte Sonneneinstrahlung führt zu vorzeitigem Qualitätsverlust.

Pflanzenöl-BHKW

Bei Blockheizkraftwerken (BHKW) wird die mechanische Energie des Motors im Generator in elektrische Energie umgewandelt. Ein Teil der bei der Verbrennung entstehenden

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

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 % und mehr erzielt.

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

Materialseilbahn Bergstation und BHKW-Aufstellraum der Coburger Hütte

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. 1 % 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 % geringer als im technischen Datenblatt des BHKW angegeben.

Zur Reduzierung des Ausfallsrisikos ist für Kaltstarts bei sehr tiefen Temperaturen aber auch zur Spülung vor einer saisonalen Stilllegung des Aggregats eine zweite Kraftstoffversorgung mit 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.

Weitere Informationen

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.

Straubinger Haus, 1551 m, Chiemgauer Alpen

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 % (Allokation) bzw. 79 % (Substitution) beim Einsatz von Rapsölkraftstoff im Vergleich zu Heizöl.

Als Berechnungsgrundlage wurden hierfür die für die THG-Bilanz relevanten, speziell erhobenen Daten der Ölmühle Hohenbrunn (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 mit einer Leistung von 20 kW_{el} und 35 kW_{th} 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.

Danke

Der Inhalt dieses Heftes 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.

Lesetipps:

Deubler, H. et al. (2011): Leitfaden für eine umweltgerechte Hüttentechnik. Planung, Errichtung, Betrieb, Wartung; München: Bergverlag Rother, 136 Seiten

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

Zichy, M. et al. (2011): Energie aus Biomasse - ein ethisches Diskussionsmodell. Wiesbaden: Vieweg & Teubner, 107 Seiten

www.tfz.bayern.de
www.alpenverein.de
www.kwenergie.de

Impressum:

Autoren:
Klaus Thuneke
Edgar Remmele
Bernhard Widmann

Hrsg.:
Technologie- und Förderzentrum (TFZ)
Leiter: Dr. Bernhard Widmann
Schulgasse 18
94315 Straubing

Gestaltung:
Klaus Thuneke
Uli Eidenschink

Fotos und Grafiken:
Soweit nicht anders gekennzeichnet: TFZ
S.1, S. 4 (oben, mitte, rechts): DAV

Erscheinungsjahr: 2014
Erscheinungsort: Straubing
Verlag: Eigenverlag
Technologie- und Förderzentrum

© Alle Rechte vorbehalten

Alpenvereinshütten

gefördert durch DBU Deutsche Bundesstiftung Umwelt

INTERREG Bayern – Österreich 2007-2013

EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

TFZ

Auf unserer Webseite finden Sie viele weitere interessante Informationen.

www.tfz.bayern.de