



# Bioökonomie – Bioschmierstoffe So läuft's wie geschmiert!

**KOSTENEFFIZIENZ UND NACHHALTIGKEIT MIT BIOBASIERTEN ÖLEN,  
FETTEN UND HYDRAULIKFLÜSSIGKEITEN**





# 1. BIOSCHMIERSTOFFE: VIEL BESSER ALS IHR RUF

Gerüche zählen zu den langlebigen Phänomenen. Dazu gehört zum Beispiel das Gerücht, Bioschmierstoffe seien instabil, würden leicht verharzen und den Maschinenbetrieb gefährden. Tatsache ist: Bioschmierstoffe können heute in Motoren, Getrieben, Hydrauliksystemen, Stoßdämpfern und manchem mehr ohne Einschränkung eingesetzt werden.

Diese Broschüre soll über moderne Bioschmierstoffe informieren, ihre Anwendungsbreite sowie Ressourcen- und teilweise auch Kostenvorteile aufzeigen. Sie soll potenzielle Anwender motivieren, Bioschmierstoffe auch im eigenen Unternehmen einzusetzen.

Bioschmierstoffe sind ein Beispiel für Bioökonomie, also die industrielle Nutzung von nachwachsenden Roh- und Reststoffen, um die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen zu reduzieren. Bioökonomie wird in der EU-Politik, der Bundespolitik und auch in der Landespolitik Baden-Württemberg immer stärker strategisch verankert. Daher ist davon auszugehen, dass biobasierte Produkte in Zukunft dort an Bedeutung gewinnen werden, wo Nachhaltigkeits- und Ressourceneffizienzziele erreicht werden.

## Markt und Hürden

Der Gesamtabsatz für Schmierstoffe in Deutschland beträgt seit 2010 konstant etwas über eine Million Tonnen pro Jahr. Bioschmierstoffe hatten nach Analysen der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) im Jahr 2017 ein Marktvolumen von rund 48.000 Tonnen.<sup>[1]</sup> Der Anteil von Bioschmierstoffen am Gesamtmarkt in Deutschland ist demnach mit knapp 5 Prozent nach wie vor

relativ niedrig. Für einige Anwendungen sind biobasierte Schmierstoffe aber bereits heute sehr relevant. Dazu zählen biobasierte Hydrauliköle, deren Marktvolumen sich nach Abschätzungen der FNR zwischen 2011 und 2016 auf rund 14.000 Tonnen mehr als verdoppelt hat bei einem Marktanteil von mittlerweile rund 15 Prozent.<sup>[2]</sup> Einen hohen Anteil weisen Bioschmierstoffe aufgrund ihrer Umweltverträglichkeit auch in umweltoffenen Anwendungen auf, wie beispielsweise im Bereich der Sägekettenöle mit einem Marktanteil von rund 50 Prozent. Die wichtigsten Bioschmierstoff-Märkte in Europa sind Deutschland, Österreich, die Schweiz und die skandinavischen Länder.

In vielen Marktsegmenten fassen Bioschmierstoffe allerdings nur zögerlich Fuß, weil ihr Einkaufspreis im Regelfall höher ist. Allerdings: Es gibt auch Anwendungen, bei denen Bioschmierstoffe kostengünstiger sind als mineralölbasierte Varianten. Ein Beispiel ist die Lebensmittelproduktion: Schmierstoffe, die mit Lebensmitteln in Kontakt kommen können, dürfen keine toxischen Inhaltsstoffe enthalten und die Qualität der Lebensmittel nicht negativ beeinflussen. Während Mineralöle hierfür eine kostenaufwendige Aufbereitung benötigen, sind die Anforderungen mit biobasierten Schmierstoffen leichter zu erfüllen. So weisen Bioschmierstoffe für diese Anwendungen teilweise im Einkauf einen Kostenvorteil von bis zu 50 Prozent auf. Der höhere Einkaufspreis von Bioschmierstoffen relativiert sich auch, sobald man das technische Gesamtsystem betrachtet. Bioschmierstoffe können die günstigere Lösung sein, weil sie in vielen Fällen längere Wartungszyklen erlauben und damit geringere Ausfallzeiten der Anlage möglich machen.

# BIOSCHMIERSTOFFE: VIEL BESSER ALS IHR RUF

Bioschmierstoffe haben folgende Eigenschaften, die sie von Mineralölen unterscheiden: Sie haben einen definierten Bio-Anteil, sie sind nicht umweltgefährdend und sie sind zu großen Teilen biologisch abbaubar (Details s. Kasten). Für die Vergabe des EU-Umweltzeichens für Schmierstoffe sind weitere Anforderungen beispielsweise hinsichtlich der Verpackung oder der Bioakkumulierbarkeit der Inhaltsstoffe zu erfüllen (gemäß Beschluss 2018/1702 der EU-Kommission vom 8. November 2018). Generell gilt, dass Bioschmierstoffe die technischen Anforderungen für die jeweilige Anwendung erfüllen müssen.

Neben einer besseren Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit weisen Bioschmierstoffe in der Regel auch in den

Gebrauchseigenschaften einige Vorteile gegenüber mineralölbasierten Schmierstoffen auf. Beispielsweise wird die Viskosität von Bioschmierstoffen weniger von der Temperatur beeinflusst, sodass effiziente Schmiereigenschaften über ein größeres Temperaturintervall erhalten bleiben.

Die bei der ersten Generation von Bioschmierstoffen, insbesondere bei reinen Pflanzenölen, natürlichen Estern oder ungesättigten synthetischen Estern, auftretenden Nachteile wie eine geringere Stabilität gegenüber Oxidation und Hydrolyse fallen bei heutigen Produkten nicht mehr so stark ins Gewicht. Die Langzeitstabilität mancher Bioschmierstoffe für Hydrauliksysteme ermöglicht zum Beispiel bis zu sechsmal so lange Einsatzzeiten wie bei mineralölbasierten Schmierstoffen.

## Definition von Bioschmierstoffen

Die Europäische Norm EN 16807:2016 (D) definiert seit 2016 die Kriterien und Mindestanforderungen, die biobasierte Schmierstoffe bzw. Bioschmierstoffe erfüllen müssen<sup>3)</sup>:

- Der Anteil biobasierter Inhaltsstoffe des Schmierstoffs beträgt mindestens 25 Prozent.
- Schmieröle sind zu mindestens 60 Prozent und Schmierfette zu mindestens 50 Prozent biologisch abbaubar (gemäß EN ISO 14593).
- Der Schmierstoff ist nicht umweltgefährdend (Prüfung der aquatischen Toxizität nach OECD- bzw. ISO-Verfahren).
- Der Schmierstoff muss für eine bestimmte Anwendung als gebrauchstauglich bewertet sein (gemäß Normen oder Vereinbarung zwischen Schmierstoffhersteller und Endanwender).

## Vorteilhafte Gebrauchseigenschaften

Mit folgenden Eigenschaften können viele Bioschmierstoffe punkten:

- bessere Fließfähigkeit bei niedrigen Temperaturen
- höhere Viskositätsindizes, also Erhalt der Viskosität bei Temperaturänderung
- Erhöhung des Temperatureinsatzbereiches bei Verwendung synthetischer Ester auf Pflanzenölbasis
- geringere Verluste durch Verdampfung
- bessere Benetzbarkeit von Metalloberflächen aufgrund polarer Eigenschaften, sodass weniger Additive als bei Mineralölen erforderlich sind
- keine Emission von leichtflüchtigen organischen Substanzen (VOC), damit hoher Beitrag zur Arbeitssicherheit

## 2. GEEIGNET FÜR FAST ALLES

Schmierstoffe reduzieren Reibung, sie kühlen, schützen vor Korrosion und sie übertragen Kräfte. Bioschmierstoffprodukte sind inzwischen so gut entwickelt, dass sie diese Aufgaben in mindestens 90 Prozent der Schmierstoffanwendungen zuverlässig erfüllen können.

### **Konkurrenzfähig zu Mineralölen**

In vielen praktischen Anwendungen haben Bioschmierstoffe ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber Mineralölprodukten nachgewiesen. Untersuchungen der Firma FUCHS Schmierstoffe GmbH, zeigten zum Beispiel, dass Bioschmierstoffe mineralölbasierten Schmierstoffen beim Einsatz in Windkraftanlagen ebenbürtig sind. Bei der Handhabung schnitten sie sogar besser ab, weil sie einfacher zu filtrieren sind. Mineralölbasierte Schmierstoffe erfordern einen höheren Additivzusatz, wobei sich im Betrieb bei Feuchtigkeitseintritt Verschlammungen bilden können, die einen häufigeren Filterwechsel erforderlich machen. Dennoch haben Bioschmierstoffe nur in ausgewählten Bereichen Bedeutung. Sie sind vor allem dann gefragt, wenn Schmierstoffe mit der Umwelt in Kontakt kommen. Das betrifft zum Beispiel Kettensägen und Hydrauliksysteme von Land- und Baumaschinen. Die Vermeidung von Kontaminationen durch Mineralöl im Bereich sensibler Ökosysteme wie Gewässern oder landwirtschaftlicher Produkte ist ein starker Treiber für den Einsatz von Bioschmierstoffen.

### **Umweltfreundliche Trennhilfe**

Überdurchschnittlich hohe Anteile haben Bioschmierstoffe auch bei sogenannten Schalölen. Darunter versteht man Trennmittel, mit denen am Bau die Kontaktflächen zwischen Beton und Gießform vorbehandelt werden.

Schalöle unterstützen dabei, dass sich Gießformen nach dem Aushärten des Betons wieder lösen lassen. Zirka 2.000 Tonnen biobasierte Schalöle werden pro Jahr in Deutschland eingesetzt. Bezogen auf den Gesamtmarkt entspricht das einem Marktanteil von rund 10 Prozent.

Berücksichtigt man die Vorteile, die Bioschmierstoffe bei Umweltkontakt haben, verwundert es, dass ihr Marktanteil nicht größer ist. Ein Beispiel aus den USA zeigt jedoch, dass regulative Rahmenbedingungen den Markt für Bioschmierstoffe fördern können. Im Dezember 2013 trat in den USA der „Vessel General Permit“ (VGP) in Kraft. Er fordert unter anderem, dass in allen Handelsschiffen überall dort umweltverträgliche Schmierstoffe eingesetzt werden müssen, wo Öle, Fette und Wasser miteinander in Kontakt kommen. Die Forderung nach Umweltverträglichkeit erfüllen Bioschmierstoffe bereits per Definition. Somit konnten Bioschmierstoffe in den USA in Schiffen spürbar Marktanteile gewinnen.

### **Wirtschaftlichkeit**

Die Wirtschaftlichkeit von Bioölen zeigt sich oft erst auf den zweiten Blick. Daher sind exakte Differenzierung und eine Betrachtung des technischen Gesamtsystems erforderlich. Der Einkaufspreis von Bioschmierstoffen liegt zwar in der Regel deutlich höher als der von mineralölbasierten Produkten, bei einigen Produkten um den Faktor 3 bis 5. Dieser Kostennachteil kann aber durch prozessbedingte Verbesserungen durch den Einsatz von Bioschmierstoffen, wie etwa längere Ölwechselintervalle oder Energieeinsparungen durch eine effizientere Schmierung teilweise kompensiert werden oder sogar zu Kostenvorteilen im Gesamtprozess führen.

# GEEIGNET FÜR FAST ALLES

## Kosteneffizienz bei Hydraulikölen

Der Baumaschinenhersteller Morath aus Albbbruck im Schwarzwald setzt mittlerweile in rund einem Drittel seiner Bohrgeräte, -raupen und -bagger biobasiertes Hydrauliköl ein. Die Bohrgeräte sind oftmals im alpinen Bereich im Einsatz in der Nähe von Gewässern, sodass die biologische Abbaubarkeit ein wesentliches Kriterium ist, um Umweltschäden vorzubeugen. Aber nicht nur Umweltschutzkriterien, sondern auch wirtschaftliche Aspekte spielen eine Rolle. So lassen sich die Wartungs- und Ölwechselintervalle bei Hydraulikölen durch die Verwendung von Bioschmierstoffen verlängern und so Kosten einsparen. Ermöglicht wird dies durch den Einsatz von Nebenstromfilteranlagen, bei denen ein Teil des Öls kontinuierlich durch einen Feinstfilter geleitet wird, um störende Partikel und Wasseranteile zu entfernen. So kann die Ölqualität länger aufrechterhalten und die Nutzungsdauer deutlich erhöht werden. Durch analytische und sensorische Überwachung der Ölqualität besteht die Möglichkeit den Wechsel des Hydrauliköls dann vorzunehmen, wenn es aufgrund der Messwerte erforderlich ist. So kann der Schmierstoff viel länger genutzt werden als bei den herstellerseitig vorgegebenen oftmals kurzfristigen Ölwechselzyklen.

Im Kasten rechts ist ein einfaches Rechenbeispiel der FNR dargestellt, das zeigt, warum der höhere Beschaffungspreis

für Bioschmierstoffe nicht repräsentativ ist für deren Wirtschaftlichkeit. Die FNR hat dazu drei Szenarien einer Hydraulikanwendung in einem Bagger bei Verwendung von mineralöl- sowie biobasierten Schmierstoffen miteinander verglichen.<sup>[4]</sup> Bei den Szenarien für die Bioschmierstoffe wird jeweils eine verlängerte Nutzungsdauer durch den Einbau einer Nebenstromfilteranlage vorausgesetzt. Aufgrund des fünffach längeren Ölwechselintervalls beim Bioschmierstoff liegen die Gesamtkosten im Szenario 3 rund 15 Prozent unter dem Szenario mit mineralölbasiertem Schmierstoff. Somit lassen sich die Betriebskosten trotz des höheren Einkaufspreises des Bioöls und der Zusatzkosten für den Einbau und Betrieb der Nebenstromfilteranlagen deutlich senken. Nicht eingerechnet sind positive Effekte, die sich aus den längeren Ölwechselintervallen und kürzeren Ausfallzeiten der Maschinen ergeben. Inwieweit sich derartige Einsparungen in der Praxis umsetzen lassen, muss für den jeweiligen Einsatzzweck geprüft werden.

## Verbesserung der Energieeffizienz durch Bio-Hydrauliköle

Je nach Anwendung gehen Experten davon aus, dass bei hydraulischen Anlagen mit Bioschmierstoffen maßgebliche Energieeinsparungen möglich sind. Untersuchungen bei Continental zeigten beispielsweise an Prüfstandversuchen



### Rechenbeispiel für einen 60-Tonnen-Großbagger, Volumen des Hydrauliksystems: 850 Liter<sup>[4]</sup>

#### Szenario 1

- Betrieb mit Mineralöl
- Einkaufspreis des Öls 1,5 Euro pro Liter
- Ölwechsel alle 2.000 Betriebsstunden (Bh)

**Gesamtkosten: 1,27 Euro/Bh**

#### Szenario 2

- Betrieb mit Bioöl
- Einkaufspreis des Öls 5 Euro pro Liter
- Ölwechsel alle 6.000 Betriebsstunden (Bh)

**Gesamtkosten: 1,39 Euro/Bh**

#### Szenario 3

- Betrieb mit Bioöl
- Einkaufspreis des Öls 5 Euro pro Liter
- Ölwechsel alle 10.000 Betriebsstunden

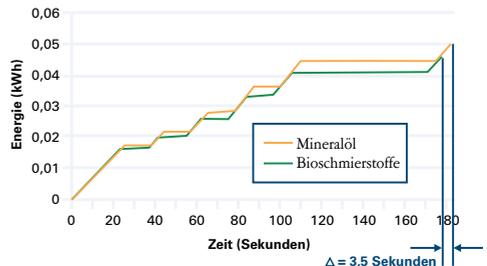
**Gesamtkosten: 1,09 Euro/Bh**

mit einer Hydraulikpresse, dass der Energieaufwand durch biobasierte Hydrauliköle gesenkt werden kann. Hintergrund ist, dass durch die besseren Schmiereigenschaften beim Einsatz von biobasiertem Hydrauliköl der Zeitbedarf für einen Presszyklus um bis zu 3,5 Sekunden verkürzt wird. Die maximale Energieeinsparung ergab sich bei der längsten Zyklusdauer und betrug 15,5 Prozent.

In einem anderen Projekt konnte durch das Institut für fluidtechnische Antriebe und Systeme der RWTH Aachen nachgewiesen werden, dass durch den Einsatz von

Bioschmierstoffen der Wirkungsgrad von Hydraulikpumpen verbessert werden kann. Versuche an entsprechenden Prüfstandssystemen zeigten, dass speziell bei Zahnrad- und Flügelzellenpumpen der Wirkungsgrad durch das eingesetzte Bioöl im Vergleich zum Mineralöl um einige Prozentpunkte gesteigert werden konnte. Bei höheren Temperaturen ist der Wirkungsgradabfall bei den Bioölen deutlich geringer als beim Mineralöl. Die Quantifizierung der Energieeinsparungspotenziale im realen Betrieb ist Gegenstand weiterer Untersuchungen. Angesichts stetig ansteigender Energiekosten, wird der Einsatz von Bioölen in diesen Anwendungen auch aus Kostengründen zunehmend interessanter. Diese Beispiele zeigen, dass biobasierte Hydrauliköle zu Steigerungen der Energie- und Ressourceneffizienz beitragen und dadurch Kosten senken können. Durch geeignete Berechnungen lassen sich die potenziellen Kosteneinsparungen schon vor der Umstellung auf ein biobasiertes Hydrauliköl abschätzen.

### Energiebedarf bei verschiedenen Hydraulikölen innerhalb eines Testzyklus



angelehnt an <sup>[5]</sup>, Datenquelle ContiTech

# 3. DANK FORSCHUNG STARK VERBESSERT

Mit viel Forschungsarbeit konnte in den vergangenen Jahren erreicht werden, dass Bioschmierstoffe enorme Fortschritte in der Qualität und Praxistauglichkeit gemacht haben. Ein Blick in die Förderdatenbank der FNR zeigt, dass die Forschungsvorhaben sehr breit angelegt sind und insbesondere die Anwendung im Blick haben.

## Mehr Belege für Praxistauglichkeit

Moderne Bioschmierstoffe haben die Kinderkrankheiten früherer Produktgenerationen abgelegt. Dennoch besteht weiterhin Forschungsbedarf. Schwerpunkte aktueller Projekte liegen darin, die Haltbarkeit, die Energieeffizienz und die Kraftübertragung von Hydraulikölen wissenschaftlich zu prüfen und zu dokumentieren. Es gibt viele positive Beispiele aus der Praxis, jedoch fehlt in mindestens ebenso vielen Fällen die wissenschaftliche Begleitung. Gerade die Praxistauglichkeit muss in vielen Bereichen anhand von Forschungsprojekten noch wissenschaftlich bestätigt werden. Ein aktuelles Projekt befasst sich auch mit der Frage, inwieweit der Einsatz biobasierter Schmierstoffe im Rahmen einer nachhaltigen öffentlichen Beschaffung stärker vorangetrieben werden kann.

## Reststoffe als neue Rohstoffbasis

Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld betrifft die Rohstoffbasis. Sollen Bioschmierstoffe größere Marktanteile erzielen, wäre es wünschenswert, stärker biologische Reststoffe für die Schmierstoffproduktion nutzen zu können. Zusätzlich sollte untersucht werden, ob auch Additive auf Basis von Reststoffen und Abfällen hergestellt werden können. Daraus ergäbe sich ein interessantes

Wertschöpfungspotenzial auf Basis von Holzresten, Küchenabfällen, Schnittgut von Straßenrändern oder Parks und es könnten Anbauflächen für Ölpflanzen entlastet werden.

Ein ebenfalls wichtiger Forschungsbereich ist es, Möglichkeiten zu finden, mit denen die Herstellungskosten für Bioschmierstoffe gesenkt werden können.



# 4. ERFAHRUNGEN VON ANWENDERN

Bioschmierstoffe sind bei manchen Komponentenhherstellern bereits fester Teil des Produkts. Sie haben sich bewusst und aus handfesten Gründen dafür entschieden, ihre Produkte mit Bioschmierstoffen auszustatten.

## **Andreas Striebel,**

Entwickler MTB, Zimmer GmbH, Rheinau, ein Unternehmen der Zimmer Group, Hersteller von unter anderem Stoßdämpfern für Industrieroboter, für den Gesundheitssektor und andere Anwendungen

“ Wir vertrauen auf Bioöl, da es sich im Bereich Schwingungsdämpfer in der Fahrzeugbranche etabliert hat. Wir konnten damit erfolgreich das bisher eingesetzte Silikonöl in unseren Hydraulikdämpfern ersetzen. Diese kommen im Prothesenbereich zum Einsatz, wo immense Druck- und Scherbelastungen auf die Molekülketten kommen.

Bioöl ersetzt in der neuen Dämpfergeneration als standardmäßig eingesetztes Öl auch diverse Sonderöle: Zum Beispiel für Reinraumanwendungen, wo geringe Verdampfungsneigung benötigt wird, und für den Lebensmittelbereich, da für bestimmte Bioöle eine H1-Zertifizierung vorhanden ist.

“

“ Der ökologische Aspekt ist mir ein persönliches Anliegen. Jeder soll einen Beitrag zur Erhaltung unserer Natur leisten, wo er nur kann. Das tun wir als Firma, indem wir in unseren Produkten Bioöl einsetzen, das biologisch abbaubar ist und die Gewässer nicht schädigt. Herkömmliche Hydraulikflüssigkeiten auf Mineralöl- oder Glykolbasis tun das leider nicht.

Bioöle haben Vorteile wie deutlich geringere Viskositätsschwankung bei unterschiedlichen Temperaturen. Dadurch ergibt sich ein stets gleichbleibendes und vorhersehbares Bremsgefühl. Bioöle haben die niedrigste Viskosität aller verdampfungsarmen Hydraulikflüssigkeiten. Dadurch ist die Bremse extrem leichtgängig und bietet beste Dosierbarkeit. Zusätzlich haben Bioöle den höchsten Siedepunkt aller Hydraulikflüssigkeiten. Dadurch gibt es selbst bei Extremsituationen keinen schlagartigen Ausfall der Bremskraft.

“

## **Klaus Liedler,**

Geschäftsführer Trickstuff GmbH, Freiburg-Merzhausen, Hersteller von hochwertigen hydraulischen Fahrradbremsen und Zubehör für Spitzen- und Freizeitsport

# ERFAHRUNGEN VON ANWENDERN

Wir haben in den vergangenen Jahren sukzessive immer mehr hydraulische Dämpfer, die in unseren Prothesenkniegelenken zum Einsatz kommen, von Silikonöl auf Bioöl umgestellt. Die Hydrauliken steuern dort die Schwung- und Standphase, sprich die Bewegung des Beines im unbelasteten und im belasteten Zustand. Bioöle haben sich in Verschleißtests als sehr scherstabil erwiesen und sind darüber hinaus in der Verarbeitung, d.h. beim Befüllen und Entlüften der Hydrauliken gesundheitlich unbedenklich. Mit speziellen pflanzenbasierten Ölen kann z.B. auch das Geräuschverhalten von hydraulischen Dämpfern positiv beeinflusst werden, was bei einer Prothese von großer Bedeutung ist.

**Andreas Schuh,**  
Entwicklung Knie- und Hüftgelenke, Experte für fluidische Steuerungssysteme, Ottobock SE & Co. KGaA, Duderstadt

**Christoph Müller,**  
Geschäftsführer RHEINFELDEN SEMIS GmbH & Co. KG, Hersteller von Aluminiumhalbzeugen für hochwertige Verpackungsanwendungen

Unsere Aluminium-Gießanlage wird mit Rheinwasser im Durchlaufverfahren gekühlt. Wir setzen Bioöle in Hydraulikanwendungen unserer Gießanlage ein, um eine mögliche Kontamination des Kühlwassers mit Mineralöl zu vermeiden und eventuelle Umwelteinwirkungen durch unseren Produktionsbetrieb weiter zu minimieren. Die eingesetzten Bioöle haben sich hierbei als gleich leistungsfähig wie Hydrauliköle auf Mineralölbasis erwiesen. Wir denken darüber nach, den Einsatz solcher Öle in unserem Unternehmen auszuweiten.

# 5. WEITERE INFORMATIONEN ÜBER BIOSCHMIERSTOFFE

Diese Broschüre kann nur Basisinformationen über Bioschmierstoffe liefern. Weitere Informationen zum Thema Bioschmierstoffe finden Sie bei folgenden Institutionen:

## Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)

Hofplatz 1 | 18276 Gülzow-Prüzen | Ortsteil Gülzow  
Telefon: 03843 6930-0 | E-Mail: [info@fnr.de](mailto:info@fnr.de)

 <https://bioschmierstoffe.fnr.de/>

## TAT Technik Arbeit Transfer gGmbH

Hovesaatstraße 6 | 48432 Rheine  
Telefon: 05971 990-195 | E-Mail: [mail@tat-zentrum.de](mailto:mail@tat-zentrum.de)

 [www.tat-zentrum.de/ag-biooel.html](http://www.tat-zentrum.de/ag-biooel.html)

## Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV

Giggenhauser Straße 35 | 85354 Freising  
Telefon: 08161 491-0 | E-Mail: [info@ivv.fraunhofer.de](mailto:info@ivv.fraunhofer.de)

 [www.ivv.fraunhofer.de/de/recycling-umwelt/  
biobasierte-additive.html](http://www.ivv.fraunhofer.de/de/recycling-umwelt/biobasierte-additive.html)

## RWTH Aachen Institut für fluidtechnische Antriebe und Systeme ifas

Campus-Boulevard 30 | 52074 Aachen  
Telefon: 0241 80 47710 | E-Mail: [post@ifas.rwth-aachen.de](mailto:post@ifas.rwth-aachen.de)

 [www.ifas.rwth-aachen.de](http://www.ifas.rwth-aachen.de)

# 6. QUELLEN

- [1] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2019: „Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland“ | Stand: März 2019
- [2] T+I Consulting 2018: „Sektorstudie zum Aufkommen und zur stofflichen und energetischen Verwertung von Ölen und Fetten in Deutschland (2011-2016)“
- [3] DIN EN 16807:2016: „Flüssige Mineralöl-Erzeugnisse – Bioschmierstoffe – Kriterien und Anforderungen für Bio-Schmierstoffe und biobasierte Schmierstoffe“
- [4] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. 2012: „Technische Bioöle | Grundlagen-Produkte-Rahmenbedingungen“, FNR-Broschüre Nr. 35, 2012. Detaillierte Daten der Berechnung finden sich unter: <https://bioschmierstoffe.fnr.de/praxistipps/wirtschaftlichkeit/>
- [5] Botz, O.: „Einsatz von Bioschmierstoffen in Werkzeugmaschinen auch als Neubefüllung direkt ab Werk“, Präsentation auf der FNR Bioschmierstoff-Tagung am 6. und 7. Dezember 2016 in Neuss



### Herausgeber

BIOPRO Baden-Württemberg GmbH  
Alexanderstraße 5 | 70184 Stuttgart

### Redaktion

BIOPRO Baden-Württemberg GmbH  
in Zusammenarbeit mit der VDI Technologiezentrum GmbH

### Gestaltung

Designwerk Kussmaul, Weilheim/Teck

### Bildnachweise

Titelmontage: Shutterstock, studiovin; Shutterstock, Korphithas; Shutterstock, marekus; Shutterstock, ifong  
Seite 2: Fotolia, Kadmy; Seite 6: Shutterstock, bogdanhoda; Seite 8: Shutterstock, Kletr; Rückseite: Shutterstock, ifong

Diese Broschüre wurde von der BIOPRO Baden-Württemberg GmbH erstellt und vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg gefördert.