

Neuartige Hackschnitzelherstellung

Holzbrennstoff „Effits“ – Bereitstellung und Betriebserfahrungen

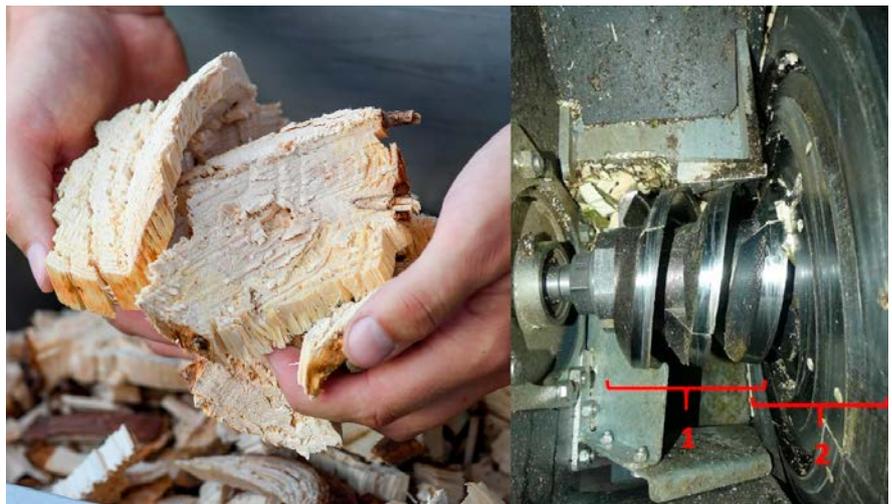
von SIMON LESCHE, DR. DANIEL KUPTZ und DR. HANS HARTMANN: **Der Schneckenhacker Effiter 20.30 der Firma Alvatec GmbH und Co. KG erzeugt einen neuartigen Holzbrennstoff, die sogenannten „Effits“.** Diese unterscheiden sich deutlich von herkömmlichen Holzhackschnitzeln durch einen sehr geringen Feinanteil und eine grobe, an den Jahrringen aufgebrochene Partikelstruktur. Im Praxisversuch am TFZ deuteten sich Vorteile der Effits bei der Lagerung sowie bei der technischen Trocknung an. Im Verbrennungsverhalten unterschieden sie sich nicht von konventionellen Holzhackschnitzeln. Vor allem für private Land- und Forstwirte mit einem eigenen Hackschnitzelkessel könnte der neuartige Schneckenhacker eine interessante Technik für die Produktion des eigenen Brennstoffs sein.

Betreiber von Hackschnitzel-Kleinfeuerungsanlagen sind in Deutschland häufig Landwirte oder private Waldbesitzer, die ihre Brennstoffe selbst produzieren. Die Brennstoffbereitstellungskette ist dabei oft in den eigenen Betrieb integriert und viele dieser Kesselbetreiber übernehmen viele der notwendigen Schritte bei der Brennstoffproduktion selbst. Meist kommen für den Prozessschritt Hacken zapfwellenbetriebene Kleinhacker zum Einsatz.

In dem vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Verbundprojekt „InnoFuels“ (FKZ: 22016717) wurde der neuartige Schneckenhacker „Effiter 20.30“ der bayerischen Firma Alvatec GmbH und Co. KG untersucht. Durch seine innovative Konstruktion des Hackaggregats, mit Hilfe dessen ein neuartiger Brennstoff, die sogenannten „Effits“ produziert werden (siehe *Abbildung 1*), soll sich der Hacker besonders für private Anwender eignen. Diese erzeugen oft kleinere Brennstoffmengen für den eigenen Kesselbetrieb, führen einen großen Teil der Bereitstellungskette selbst durch und benötigen einen Brennstoff mit hoher Qualität.

Aufbau des Effiters

Der Effiter 20.30 ist ein manuell beschickter Anbauhacker mit einer maximalen Einzugsweite von 20 × 30 cm und einer benötigten Schlepperleistung von 40 bis 70 kW. Im Gegensatz zu herkömmlichen Schneckenhackern nutzt



▣ Bild: Links: Effits aus Energierundholz Fichte (Foto: Tobias Hase, StMELF); Rechts: Duplex-Schnecke des Effiters 20.30 mit der Zylinderschnecke (1) und der Planschnecke (2) (Foto: Simon Lesche)

er eine sogenannte „Duplex-Schnecke“. Diese besteht aus zwei Schnecken, einer länglichen Zylinderschnecke (Nr. 1 in *Abbildung 1*, rechts) und einer deutlich flacheren Planschnecke (Nr. 2), mit gegensätzlichen Steigungen, die auf derselben Antriebswelle platziert sind.

Versuchsablauf

Im Frühjahr 2019 wurde der neuartige Schneckenhacker und die damit erzeugten Effits-Brennstoffe am TFZ in Straubing untersucht. Hierzu wurden fünf möglichst erntefrische Rohmaterialien mit dem Effiter 20.30 zerkleinert. Als Materialien wurden Pappeln aus einer Kurzumtriebsplantage, Energierundholz (Fichte und Buche) sowie Waldrestholz (Laub- und Nadelholz) gewählt. Als Referenzverfahren wurde ein

marktüblicher Trommelhacker genutzt. Der Referenzhacker lag mit einer angegebenen Schlepperleistung von maximal 139 kW zudem in einer etwas größeren Leistungsklasse als der Effiter 20.30, wodurch ein direkter Vergleich erschwert wird.

Neben der Beurteilung der Durchsatzleistung und der Energieverbräuche während der Zerkleinerung wurden die produzierten Brennstoffe hinsichtlich ihrer physikalischen Qualitätsparameter untersucht. Des Weiteren wurden fünfmonatige Lagerversuche, Versuche zum Belüftungswiderstand, zum Trocknungsverhalten sowie zum Emissionsverhalten der Brennstoffe durchgeführt.

Zerkleinerung

Die Durchsatzleistung der Maschinen war beim Effiter 20.30 in allen Fällen niedriger als beim Referenzhacker (Tabelle 1). Der Effiter erreichte zwischen 54 und 81 Prozent des Durchsatzes der Referenzmaschine. Der spezifische Kraftstoffverbrauch und damit der energetische Anteil der Zerkleinerung am Endenergiegehalt der Brennstoffe lag beim Effiter zwischen 39 und 103 Prozent höher, verglichen mit dem Referenzhacker. Dies könnte u. a. auf die etwas größere Leistungsklasse des verwendeten Trommelhackers zurückzuführen sein. Die Daten für den Referenzhacker lagen dabei in einem erwarteten Bereich [1].

Brennstoffparameter

Bei der Untersuchung der Partikelgrößenverteilung der Brennstoffe mittels Siebanalyseverfahren (DIN EN ISO 17827-1) zeigte sich, dass die Effits in fast allen betrachteten Fällen mit < 3 m-% einen deutlich geringeren Feinanteil aufwiesen (siehe Tabelle 1). Zudem zeigten die Effits einen deutlich größeren Anteil an Partikeln > 31,5 mm im Vergleich zu den konventionellen Holzhackschnitzeln. Folglich konnten zwei der fünf Effits-Sortimente in keine der von der Norm vorgegebenen Partikelgrößenklassen (P45s oder kleiner) nach DIN EN ISO 17225-4 (2021) eingeordnet werden. Die restlichen drei Sortimente wurden der Größenklasse P45s zugeordnet. Die Referenzchargen konnten entweder in P31s oder P45s eingeordnet werden.

Bei der Schüttdichte (nach DIN EN ISO 17828) wiesen die Effits in allen Fällen eine um 9 bis 21 kg/m³ geringere Schüttdichte im Vergleich zum jeweiligen Referenzbrennstoff auf (siehe Tabelle 1). Dies könnte auf die gröbere Partikelstruktur, den geringeren Feinanteil und die damit verbundenen höheren Porenvolumina in der Schüttung, d. h. auf die lockere Packung der Partikel zurückgeführt werden.

Die Brennstoffe aus Pappel und Energierundholz Fichte wiesen Wassergehalte (nach DIN EN ISO 18134-1) auf, die mit circa 55 m-% typisch für erntefrisches Holz sind. Bei den restlichen Rohmaterialien lagen die Wassergehalte mit 33 bis

Brennstoff	Durchsatzleistung [t _{atro} /h]	Spez. Kraftstoffverbrauch (Diesel) [l/t _{atro}]	Wassergehalt [m-%]	Feinanteil ≤ 3,15 mm [m-%]	Partikel > 31,5 mm [m-%]	Schüttdichte (atro) [kg/m ³]
Pappel Effits	2,1	4,4	58,8	0,9	36,0	136
Pappel Referenz	2,6	3,2	58,3	3,8	0,9	146
Energierundholz Fichte Effits	2,9	4,5	53,7	0,1	54,5	135
Energierundholz Fichte Referenz	4,5	2,9	55,0	3,6	1,8	144
Energierundholz Buche Effits	2,9	6,0	33,3	0,3	35,7	196
Energierundholz Buche Referenz	5,4	3,6	37,9	3,1	0,6	217
Waldrestholz Nadel Effits	1,6	5,5	35,7	6,7	27,2	148
Waldrestholz Nadel Referenz	2,7	3,3	34,0	3,8	1,6	168
Waldrestholz Laub Effits	1,3	5,9	35,5	2,7	11,1	156
Waldrestholz Laub Referenz	2,1	2,9	36,9	5,8	1,2	166

□ Tabelle 1: Durchsatzleistung, spezifischer Kraftstoffverbrauch sowie ausgewählte physikalische Brennstoffparameter (Wassergehalt, Feinanteil ≤ 3,15 mm, Partikel > 31,5 mm Durchmesser, Schüttdichte im absolut trockenen Zustand)

38 m-% etwas geringer. Alle Wassergehalte bewegten sich jedoch in Bereichen, in denen noch mikrobiologische Abbauprozesse bei der Lagerung zu erwarten sind [2]. Diese sollten in den Versuchen zum Lagerverhalten beurteilt werden.

Lagerung

In allen betrachteten Fällen (außer bei Waldrestholz Laubholz) zeigten die Effits eine signifikant intensivere Trocknung in den Lagerbehältern (600 L) [3] als die Referenz (siehe Tabelle 2). In vielen Fällen der Behälterlagerung lagen die Effits nach der Lagerung bereits in einem Wassergehaltsbereich von ≤ 20 m-%, der eine emissionsarme Verbrennung in einer Kleinf Feuerungsanlage zulassen würde. Die Trockenmasseverluste, d. h. die monatlichen Verluste an Biomasse, waren in allen Fällen bei den Effits um 25 bis 73 Prozent geringer als bei den Referenzbrennstoffen. Die geringeren Trockenmasseverluste gehen einher mit einer im Mittel um 3 °C geringeren durchschnittlichen Temperatur der Effits in den Lagerbehältern. Hohe Haufwerkstemperaturen während der Lagerung von Holzhackschnitzeln sind ein Indikator für eine hohe mikrobielle Aktivität [4]. Die Ergebnisse aus den Hauf-

werken (nicht gezeigt) folgten dabei denselben Tendenzen wie die Ergebnisse der Behälterversuche.

Sowohl die intensivere Trocknung als auch die geringeren Lagerungsverluste lassen sich aller Voraussicht nach durch die gröbere Partikelstruktur der Effits erklären. Die höheren Porenvolumina, die durch die ungewöhnliche Form der Partikel und die lockerere Packung bedingt sind, bewirken vermutlich eine bessere natürliche Durchlüftung (siehe auch Abschnitt „Belüftung und Trocknung“). Gleichzeitig wirken sich der deutlich geringere Feinanteil und die grobe Partikelstruktur positiv aus, indem der mikrobielle Abbau verringert ist, denn kleinere Partikel mit einer größeren Oberfläche im Verhältnis zum Volumen fördern den mikrobiellen Angriff [5].

Belüftung und technische Trocknung

Mit Hilfe des Belüftungswiderstandes kann für die Brennstoffe eine Aussage über die benötigte Lüfterleistung getroffen werden [6]. Bei allen Brennstoffen mit Ausnahme der Charge Waldrestholz Laubholz war der Belüftungswiderstand bei den Effits um 17,8 bis 47,6 Prozent deutlich geringer bei den Referenzbrennstoffen (Tabelle 2). Ursächlich

Brennstoff	Monatlicher TM-Verlust während der Lagerung	Wassergehalt bei Auslagerung	Reduktion des Wassergehalts über die Lagerdauer	Belüftungswiderstand bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,5 m/s	Trocknerwirkungsgrad	Schüttdichte (atro)
	[m-%]	[m-%]	[m-%]	[Pa/m]	[%]	[kg/m³]
Pappel Effits	3,1	30,2	28,3	293	42,6	136
Pappel Referenz	4,1	33,8	23,6	464	-	146
Energierundholz Fichte Effits	-	18,2	36,0	298	46,7	135
Energierundholz Fichte Referenz	1,8	41,8	10,6	429	46,7	144
Energierundholz Buche Effits	0,3	15,6	18,4	255	47,1	196
Energierundholz Buche Referenz	1,1	25,1	13,2	487	42,2	217
Waldrestholz Nadel Effits	0,4	15,7	23,2	488	56,6	148
Waldrestholz Nadel Referenz	1,1	17,7	14,2	676	54,5	168
Waldrestholz Laub Effits	0,7	16,6	15,7	824	61,7	156
Waldrestholz Laub Referenz	1,9	22,8	16,2	686	59,7	166

☐ Tabelle 2: Monatliche Trockenmasse-(TM)-Verlust und absolute Reduktion des Wassergehalts über den Lagerzeitraum in Lagerbehältern sowie Belüftungswiderstand und Trocknerwirkungsgrad der Brennstoffe

hierfür könnte erneut die geringere Packungsdichte sein, weshalb die Luft beim Durchströmen der Schüttung insgesamt auf weniger Barrieren trifft [6]. Die Ergebnisse können gleichzeitig auch die verbesserte natürliche Trocknung der Effits bei der Brennstofflagerung erklären.

Bei der Bestimmung der Trocknerwirkungsgrade zeigten die Effits in den meisten Fällen bessere Wirkungsgrade im TFZ-Satz Trockner als die Referenzbrennstoffe (Tabelle 2). Auch dies kann vermutlich auf die geringeren Belüftungswiderstände und damit auf die grobe Partikelstruktur der neuartigen Brennstoffe zurückgeführt werden. In beiden Fällen waren einheitliche Versuchsbedingungen eingestellt worden. Eine Optimierung des Trocknungsluftdurchsatzes auf die jeweiligen Brennstoffe war somit unterblieben, sie könnte jedoch zu weiteren Wirkungsgradunterschieden führen.

Feuerungsversuche und Emissionsmessungen

Die Förderung bei verschiedenen Förderraten vom Bunker in den Kessel war mit allen Brennstoffen ohne größere Störungen möglich. Die Verbrennungsversuche zeigten, dass sich zwischen Effits und Referenzbrennstoffen keine klaren Unterschiede hinsichtlich staub- oder gasförmiger Abgasemissionen ergaben. Die Effekte, die auftraten, konnten auf bekannte Zusammenhänge (z. B. Stickstoffgehalt im Brennstoff als wesentliche Einflussgröße für NO_x-Emissionen) zurückgeführt werden.

Zusammenfassung und Fazit

Die mit dem Effiter 20.30 erzeugten Brennstoffe zeigten im Praxisversuch am TFZ vor allem hinsichtlich der Lagerung und der damit verbundenen natürlichen Trocknung Vorteile gegenüber den Referenzbrennstoffen. Bei der Durchsatzleistung und dem Kraftstoffverbrauch bei der Zerkleinerung erreichte der Effiter 20.30 nicht dasselbe Niveau wie der Referenzhacker, jedoch ist der leistungstärkere Referenzhacker nicht direkt mit dem Effiter 20.30 vergleichbar. Die Belüftungswiderstände sowie die Trocknungsversuche mit den Effits zeigten meist vorteilhaftere Eigenschaften. Bei den Emissionsmessungen ergaben sich keine Unterschiede.

Der Effiter 20.30 kann somit eine Lösung für Anwender sein, die einen qualitativ hochwertigen Brennstoff selbst erzeugen möchten und dabei einen weniger hohen Wert auf Durchsatz oder Kraftstoffverbrauch legen. Hierbei zeichnet den Effiter 20.30 aus, dass er einen Brennstoff erzeugt, der sich im frischen Zustand sehr gut lagern lässt und häufig keine weitere Aufbereitung durch Siebung oder technische Trocknung benötigt.

Inwieweit die stationär am TFZ durchgeführten Versuche tatsächlich auf einen industriellen Maßstab übertragbar sind, wurde im Jahr 2020 untersucht. Die Ergebnisse hierzu befinden sich aktuell in der Auswertung.

Literatur

- [1] HOFMANN, N.; ET AL. (2017): Lagerung von Holzhackschneitzeln. Trockenmasseverluste, Änderungen der Brennstoffqualität und Kosten. Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ). Straubing
- [2] KUPTZ, D.; HARTMANN, H. (2015): The effect of raw material and machine setting on chipping performance and fuel quality – a German case study. In: International Journal of Forest Engineering 26, Seite: 60 – 70
- [3] KALTSCHMITT, M. ET AL. (2016): Energie aus Biomasse. Dritte Auflage, Berlin: Springer, 1 867 Seiten.
- [4] JYLHÄ, P.; ET AL. (2017): CO₂ release and dry matter loss of Scots pine forest chips stockpiled from late summer to winter. In: Biomass and Bioenergy 104, Seite: 36 – 44
- [5] JIRJIS, R. (2005): Effects of particle size and pile height on storage and fuel quality of comminuted Salix viminalis. In: Biomass and Bioenergy 28, Seite: 193 – 201
- [6] KUPTZ, D.; HARTMANN, H. (2021): Prediction of air pressure resistance during the ventilation of wood chips as a function of multiple physical fuel parameters. In: Biomass and Bioenergy 145



SIMON LESCHE

DR. DANIEL KUPTZ

DR. HANS HARTMANN

TECHNOLOGIE- UND FÖRDERZENTRUM
IM KOMPETENZZENTRUM FÜR
NACHWACHSENDE ROHSTOFFE
simon.lesche@tfz.bayern.de
daniel.kuptz@tfz.bayern.de
hans.hartmann@tfz.bayern.de

