

SET-LAUB

Esther Stahl,
Philipp Danz, Julia Behling

Systematische Ermittlung von Emissionsdaten bei der
thermischen Umsetzung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen

FKZ-NR.: 03KB111
LAUFZEIT: 01.09.2016 - 31.12.2019
ZUWENDUNGSSUMME: 268.782,64 €

PARTNER (BIS 31.12.2017)

Netz Ingenieurbüro GmbH
Hansestraße 14, 48477 Riesenbeck
www.netz-gmbh.eu

KOORDINATION

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und
Energietechnik UMSICHT
Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen
www.umsicht.fraunhofer.de

PROJEKTLEITUNG

Dr.-Ing. Esther Stahl
Telefon: +49 (0)208 8598 1158
E-Mail: esther.stahl@umsicht.fraunhofer.de



ZIELE & ZUSAMMENFASSUNG THEMENSCHWERPUNKTE

Während der Verbrennung von Laub sollten mögliche Umweltbeeinträchtigungen (Staub, NO_x, CO, organische und anorganische Stoffe) quantifiziert werden und eine Einschätzung über den Einsatz in Feuerungsanlagen erfolgen. Dazu wurde der Einfluss des Sammelorts (Straßenlaub, Parkpflege, etc.), der Expositionsdauer und der Lagerungsart (Silierung und Ballierung, Briquets usw.) auf das Emissionsverhalten des potenziellen Brennstoffs untersucht, um eine kostengünstige und energieeffiziente Nutzung für eine spätere Wärmebereitstellung zu schaffen. Kommunen sollen nach Abschluss des Projektes in die Lage versetzt werden, einen Brennstoff für die eigene energetische und praxisnahe Verwertung (z. B. Wertstoff- und Energiehöfe) oder zur Vermarktung an größere Biomassefeuerungen auf Laubbasis zu bewerten. Ziel ist es, einen möglichst engen räumlichen Verwertungszyklus von ausgewählten Laubfraktionen innerhalb der städtischen und regionalen Grenzen zu entwerfen und eine kostengünstige, ganzjährige Wärmebereitstellung durch die Lagerung von Laubbrennstoff über einen längeren Zeitraum zu erlauben.

- Brennstoffqualitätsprüfung
- Brennstoffcharakterisierung (Trocknungs-, Zünd- und Ausbrandverhalten)
- Überprüfung des Einflusses der Laubmitverbrennung auf die Emissionen der Feuerungsanlage und die Ausbrandgüte
- Entwicklung einer geeigneten Lagerungsmethode und Brennstoffaufbereitung
- Wirtschaftliche und logistische Wärmebereitstellung

ERGEBNIS

Unter Einhaltung der Anforderungen an die Feuerungsanlagen gemäß 4. BImSchV und TA Luft wurden unterschiedliche Laubfraktionen in Mischungsanteilen mit einem konventionellen, holzartigen Brennstoff in einer Verbrennungsanlage (440 kW) thermisch verwertet und ihre Eignung zur energetischen Nutzung demonstriert.

FOTOSTORY
FKZ-Nr. 03KB111
Vom Laub zur
Bioenergie



1. Die Idee: Laub fällt im Herbst in großen Mengen an und wird üblicherweise kompostiert. Allein 620.000 bis 740.000 Tonnen sind es pro Jahr in Deutschland.¹ **ABER:** Aufgrund des saisonal hohen Aufkommens und der teilweise schlechten Rotteigenschaften ist Laub in Kompostierungsanlagen eher problematisch.



2. Die Frage:

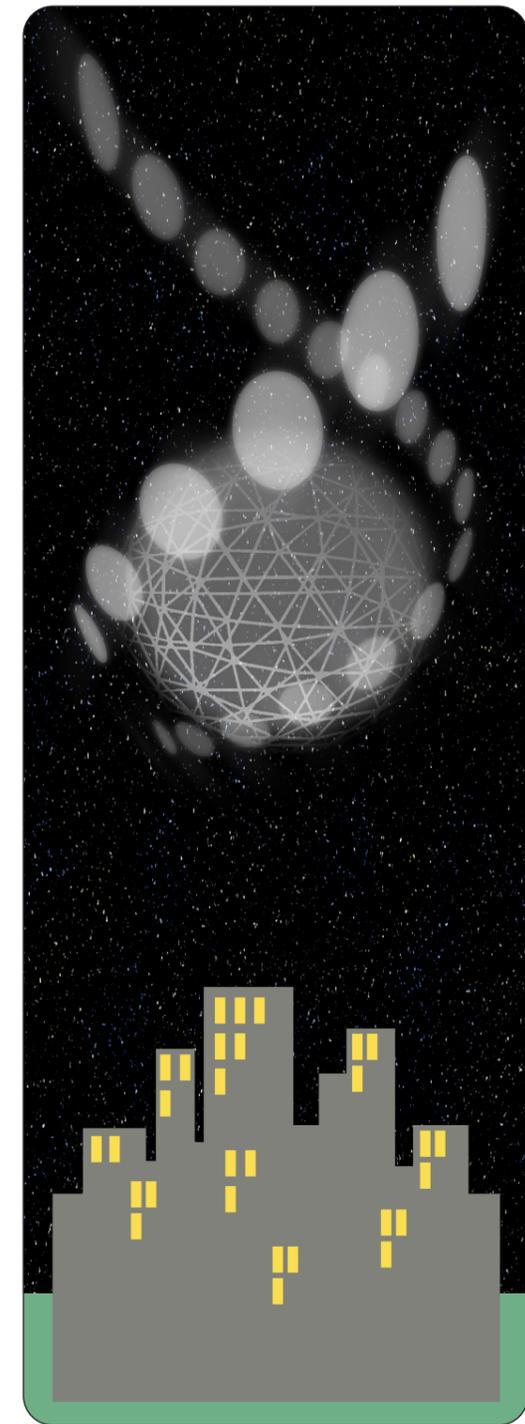
Wir, als Wissenschaftler*innen vom Fraunhofer UMSICHT in Oberhausen wollten im Projekt SET-Laub herausfinden, wie sich das Laub in der Praxis für die Verbrennung zur Beheizung bspw. von kommunalen Gebäuden eignet. Außerdem interessierte uns, wie sich Aufbereitungs- und Lagerungsmethoden wie Silierung, Trocknung, Siebung, Brikettierung oder Pelletierung auf die Verbrennung auswirken.

Dr. Esther Stahl, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Abteilungsleiterin Strategische Projekte.

3. Am Anfang war das Laub: Über zwei Jahre wurden jeweils mehrere Kubikmeter Laub an drei charakteristischen Sammelstellen an Hauptstraßen, in Wohngebieten und Parks in Gelsenkirchen gesammelt.



Das Laub wurde mit einem LKW mit Greifarm in Bigbags gefüllt. Zuvor war es mit Laubbläsern und einem Radlader oder mit einem Laubsauger gesammelt worden. Zudem gab es eine zentrale Sammelstelle für Bürger*innen in einem Wohngebiet. Der Einsatz von Laubbläsern anstelle von Rechen oder Straßenkehrmaschinen vermindert die Aufnahme störender bzw. verunreinigter Teile.



Laub weist relevante Heizwerte auf, sodass eine energetische Nutzung, im Sinne einer Verbrennung, insbesondere für Kommunen interessant ist. Allerdings ist Laub nicht explizit als Regelbrennstoff für kleine und mittlere Feuerungsanlagen in der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (1. BImSchV) aufgeführt. Aktuell kann Laub daher nur in genehmigungspflichtigen Anlagen eingesetzt werden.



4. Qualität des Laubs: Die Laubproben unterschieden sich deutlich sichtbar in Feuchtegehalt und Grad der Verunreinigung (Fremdstoffe, Schwermetalle, Chlor etc.). Um das Laub gut bewerten zu können, mussten die Proben mindestens doppelt bis dreifach analysiert werden.



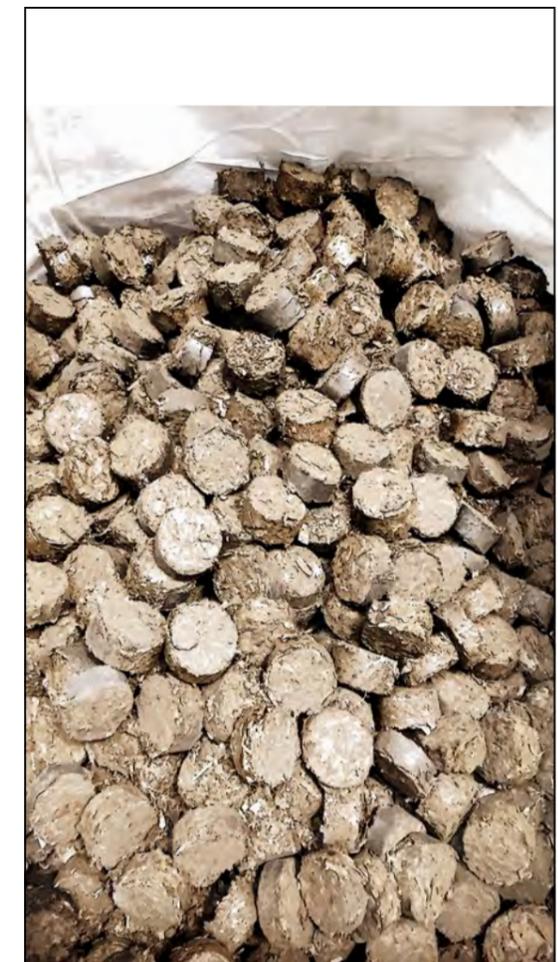
6. Vom Laub zum Brikett: Bei der Trocknung musste auf eine gute Auflockerung des Laubs geachtet werden, da die Blätter sonst aneinander haften blieben und schlecht trockneten.



5. Die Beprobung: Viel Aufwand wurde in die Beprobung gesteckt: Zwei parallele Probenahmen wurden durchgeführt, um wissenschaftlich vergleichbare Aussagen treffen zu können. Teilproben wurden durch Kegeln und Vierteln zu einer Mischprobe vereint.

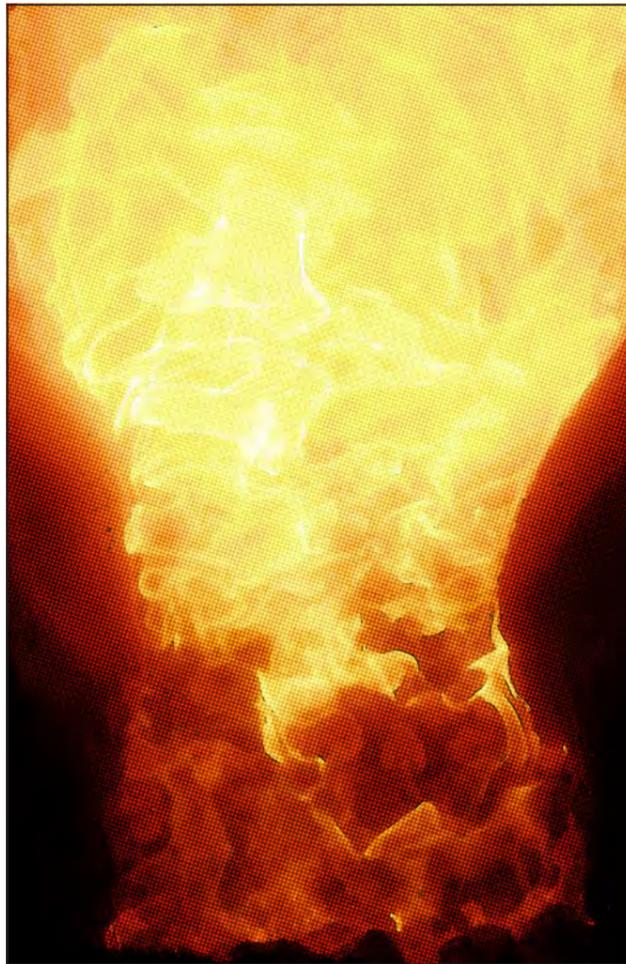


Brickettproben in unterschiedlicher Zusammensetzung.
Links: 100 % Laub, rechts: 50 % Laub, 50 % Holz

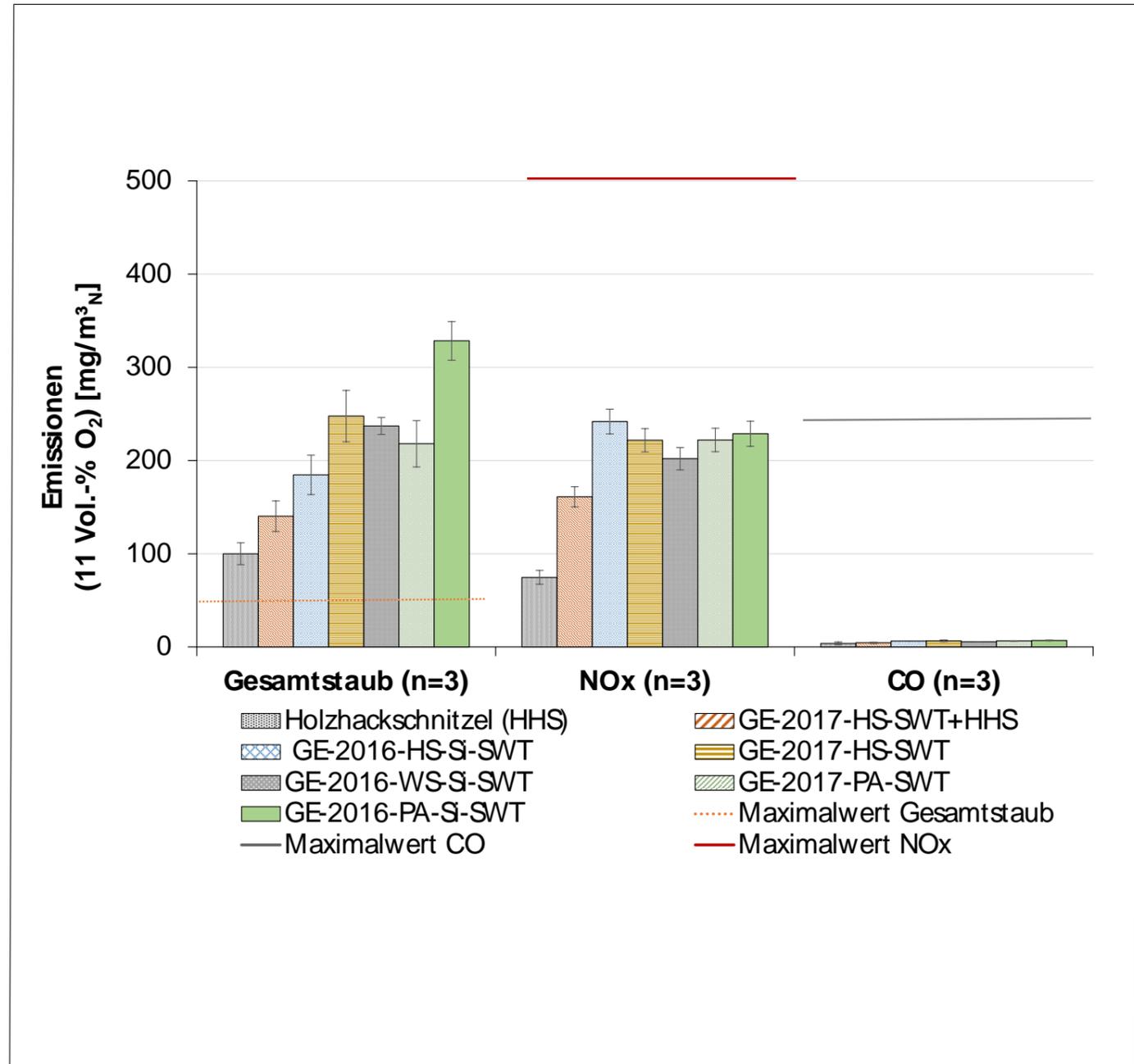


Die Aufbereitung, Trocknung und Brikettierung frisch gesammelter und siliierter Laubproben wurde bei der Firma RIELA®, Karl-Heinz Knoop e.K. (RIELA®-Energiehof) durchgeführt.

7. Verbrennung:
Die Proben wurden in einer Rostfeuerung mit einer Feuerungsleistung von $440 \text{ kW}_{\text{th}}$ verbrannt und das Verbrennungsverhalten sowie die entstehenden Emissionen ermittelt. Die Verbrennung lief insgesamt gut. Da die Laubbriketts deutlich höhere Aschegehalte aufwiesen als ein normaler Holzbrennstoff, musste die Rostgeschwindigkeit angepasst werden.



9. Emissionen kontrollierbar: Insgesamt entstanden bei der Verbrennung des Laubs mehr Emissionen an Staub und Stickoxiden (NOx) als bei der Verbrennung von Holz. Die Staubemissionen sind mit den üblicherweise einsetzbaren Staubabscheidern kontrollierbar. Die Stickoxidemissionen und die übrigen untersuchten Emissionen wie Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NOx), Summe gasförmiger organischer Stoffe, Dioxine und Furane (PCDD/F) sowie Benzo(a)pyren (BaP) lagen allesamt unter den Grenzwerten der TA Luft² und waren damit unkritisch.



8. Herausforderung bei der Feuerung:
Positiv ist, dass die Asche nicht oder nur sehr gering verschlackt war. Manchmal kam es zu einer Brückenbildung der Briketts bei der Zuführung zur Feuerung, sodass der Brennstoff nicht mehr zur Feuerungsanlage transportiert wurde. Hier ist bei einer späteren Umsetzung auf eine geeignete Brennstoffzuführung zu achten.

Abkürzungen:
HS = Hauptstraße
PA = Parkanlage
Si = silliert
SWT = Schubwendetrockner
WS = Wohnstraße

Die Verbrennungsversuche wurden beim Fraunhofer UMSICHT am Standort Sulzbach-Rosenberg an einer Rostfeuerung durchgeführt. Die Emissionsmessungen wurden von einer zugelassenen Messstelle nach § 29BImSchG durchgeführt. Dabei wurden folgende Emissionswerte untersucht: Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid (NOx), Summe gasförmiger organischer Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoffgehalt (Gesamt-C), Gesamtstaub, Sauerstoff (O₂), Dioxine und Furane (PCDD/F), Benzo(a)pyren (BaP).



10. Durch Silierung für die spätere Nutzung lagern: Parallel wurde das Laub aus dem ersten Jahr zu großen Ballen gepresst und luftdicht mit Kunststoffolie eingewickelt. Der einsetzende Prozess der Milchsäuregärung führt zu einer Konservierung und heißt Silierung.



... auch wenn der Wassergehalt durch Abbauprozesse etwas höher und der Heizwert etwas niedriger ist, kann die Silierung zur Lagerung über einen begrenzten Zeitraum, z. B. über den Winter, eingesetzt werden. Damit könnte Laub auch nach der Herbstsaison zur Verbrennung genutzt werden.



Insgesamt konnte das untersuchte Laub gut verbrannt werden.

Unsere Empfehlungen:

- Die Emissionen sind kontrollierbar, allerdings sollten Störstoffe bereits bei der Sammlung möglichst reduziert werden, denn die erhöhten Aschewerte im Brennstoff und die Staubwerte im Abgas führen zu einer höheren Belastung der Feuerungsanlage. Auch ist nicht jede Anlage für diesen Brennstoff geeignet.
- Durch eine vorherige Siebung konnten enthaltene Verunreinigungen und damit Schwermetall- und Aschekonzentrationen zum Teil deutlich reduziert werden. Zudem steigt durch die Absiebung der Heizwert. Eine vorherige Trocknung verbessert die Absiebung.
- Die Möglichkeiten zur Verbesserung der Brennstoffqualitäten durch die Sammlung und durch eine Siebung sollten noch genauer untersucht werden.

FUßNOTEN

¹ Basierend auf öffentlich verfügbaren Angaben zum Laubanfall in 38 Städten und Kommunen sowie einer Hochrechnung über die jeweiligen Flächen und Einwohnerzahlen.
Vgl. STAHL, E.; DANZ, P., BEHLING, J. (2019): »Systematische Ermittlung von Emissionsdaten bei der thermischen Umsetzung unterschiedlicher Laubabfallfraktionen – SET-Laub«, Laufzeit 1.9.2016 bis 31.3.2019, BMWi, Förderkennzeichen 03KB111. Schlussbericht, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen.

→ https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/Steckbriefe/dokumente/03KB111_Endbericht_SET-Laub.pdf

² Die TA Luft gibt die Grenzwerte für genehmigungspflichtige Anlagen vor.

BILDRECHTE

Alle Bilder Copyright Fraunhofer UMSICHT, außer Foto 2: Copyright Esther Stahl
Alle Grafiken Copyright DBFZ, außer Grafik 9: Copyright Fraunhofer UMSICHT

WEITERFÜHRENDE QUELLEN

»Laub als Brennstoff? Charakterisierung und Aufbereitung verschiedener Laubfraktionen für die energetische Nutzung«, Dr. Esther Stahl, Philipp Danz, Martin Meiller und Julian Walberer. In: *Müll und Abfall*, Fachzeitschrift für Kreislauf und Ressourcenwirtschaft 12/2019.

→ https://muellundabfall.de/ce/laub-als-brennstoff/_sid/WPDE-778149-Sqo6/detail.html

KOMPAKTE INFORMATIONEN

Einen Projektsteckbrief finden Sie auf der Website des Förderprogramms »Energetische Biomassenutzung«.

→ www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/details/project/show/Project/SET-Laub-472

AUSBLICK

Am 1.4.2021 startete das Folgeprojekt »LaubCycle – Etablierung eines nachhaltigen Stoff- und Energiekreislaufs für den biogenen Reststoff Laub auf kommunaler Ebene«. Projektsteckbrief:

→ <https://www.energetische-biomassenutzung.de/projekte-partner/projektsuche>

