

# TROCKENES HOLZ ERZEUGT MEHR WÄRME

Der Wärmeertrag von Holzheizwerken ist umso grösser, je trockener der Brennstoff ist. Deshalb wird frisches, feuchtes Holz vor der Verbrennung in der Regel längere Zeit gelagert und so vorgetrocknet. Ein alternativer Weg besteht darin, das Holz mit den heissen Abgasen aus dem Holzheizwerk zu trocknen. Ein BFE-Demonstrationsprojekt in St-Aubin-Sauges (NE) führt das Potenzial und die Erfolgsbedingungen dieses Ansatzes vor Augen.



Oekosolve-Projekt Koordinator Michel Revaz vor dem Holzheizwerk in St-Aubin-Sauges. Foto: B. Vogel

Die Ursprünge des Sägewerks Burgat in der Ortschaft Saint-Aubin am nördlichen Ufer des Neuenburger Sees reichen ins vorletzte Jahrhundert zurück. 1990 wurde das Sägewerk dann mit einem Holzheizwerk ergänzt, das die anfallenden Nebenprodukte (zerkleinerte Rinde, Späne und Sägemehl) als nachhaltige Energiequelle nutzt. Aus dem zunächst kleinen Wärmeverbund entstand dann im Jahr 2013 dank einer öffentlich-privaten Partnerschaft zwischen der Gemeinde Saint-Aubin Sauges (heute Gemeinde Grande Béroche), dem Sägewerk Burgat und dem Mehrheitsaktionär Viteos der Wärmeverbund BéroCAD (CAD steht für *Chauffage à distance*, dt. Fernwärme). Der lokale Energieversorger Viteos ist für das Netz und die Wärmeerzeugung von BéroCAD zuständig. Im Heizwerk werden die Nebenprodukte des Sägewerks verbrannt, um Heizwärme und Warmwasser für 68 Gebäude (485 Haushaltsäquivalente) der Gemeinde La Grande Béroche bereitzustellen (Zahlen für Ende 2019). BéroCAD wird kontinuierlich ausgebaut und soll bis 2025 auf 128 Gebäude (860 Haushaltsäquivalente) anwachsen.

### Abgase zur Vortrocknung genutzt

Mit Blick auf diesen Endausbau wurde das alte Heizwerk 2018 durch ein neues ersetzt, das mit zwei Heizkesseln ausgestattet ist (2 x 2 MW), womit die Produktionskapazität für erneuerbare Wärme verdoppelt wurde. Gegenwärtig wird erst ein Teil der verfügbaren Leistung abgerufen: An einem kalten Wintertag sind es rund 2,4 MW, während der Bezug in den Sommermonaten in der Grössenordnung von 0,5 MW liegt. Mit dem aktuellen Wärmebedarf wird im Jahresverlauf meistens nur ein Kessel in Teillast genutzt.

Bis zu diesem Punkt ist BéroCAD vergleichbar mit vielen anderen Wärmeverbänden in der Schweiz. Neuartig im Holzheizwerk St-Aubin-Sauges ist hingegen die Integration eines Trockners, der mit dem Elektroabscheider kombiniert ist: Der Trockner nutzt die heissen Abgase aus dem Heizkessel zur Vortrocknung des nassen Holzbrennstoffs, bevor dieser verbrannt wird. Vorgetrocknetes Holz ergibt bei der Verbrennung eine grössere Wärmemenge. Oder umgekehrt formuliert: Zur Produktion der gleichen Wärmemenge braucht man weniger Holz. Ein weiterer Vorteil gegenüber bisherigen Holzheizwerken: Es braucht keinen Lagerplatz etwa im Wald, wo das Holz über Wochen und Monate vorgetrocknet wird.

### 10% höhere Effizienz erwartet

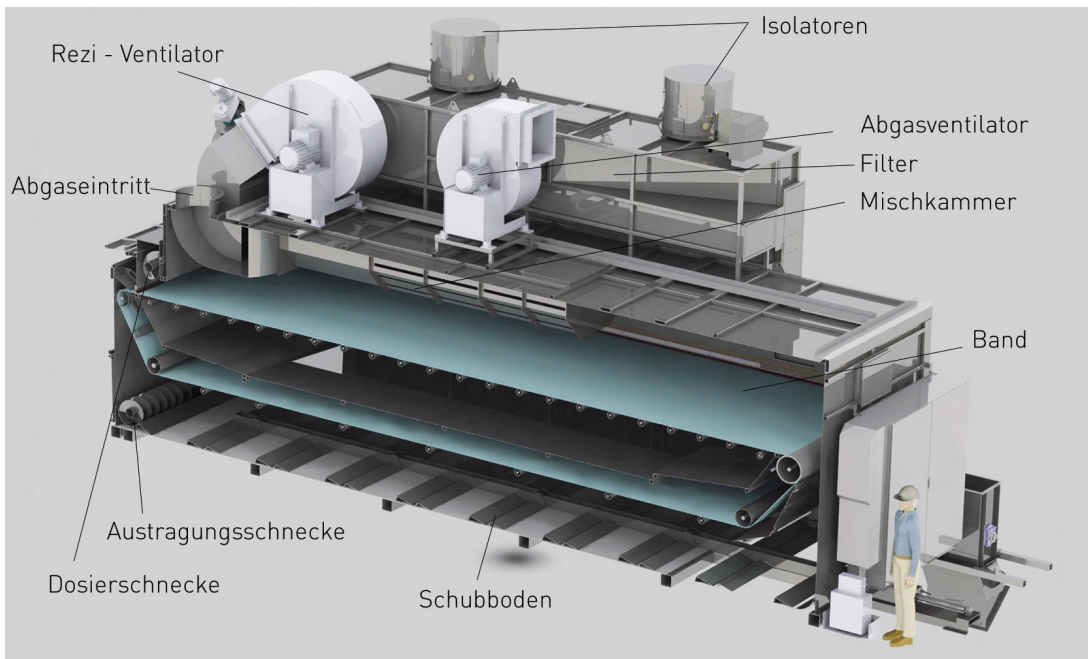
Die Holz Trocknungsanlage wurde im Juli 2018 in Betrieb genommen. Bei der Planung ging man davon aus, dass der aus



Ein Hängeförderband transportiert die Hackschnitzel vom Sägewerk zum Holzheizwerk (links im Bild). Foto: Viteos



Aus dem Sägewerk fallen jährlich rund 10'000 m<sup>3</sup> Holznebenprodukte (Kernholz-Hackgut, Sägemehl, zerkleinerte Rinde) an, die im Holzheizwerk zur Wärmeproduktion genutzt werden. Die Nebenprodukte (vorwiegend Laubhölzer) sind sehr heterogen. Foto: Viteos.



Die Anlage zur Trocknung des Brennstoffs: Während der rund 30 Minuten, in denen der feuchte Holzbrennstoff auf dem 12 m langen und 4 m breiten Band durch den Trockner läuft, wird er von heißen Abgasen umströmt und getrocknet. Illustration: Oekosolve

dem benachbarten Sägewerk angelieferte Holzbrennstoff eine Feuchtigkeit von etwa 45% aufweist. Dank der Vortrocknung, so die Erwartung, könne man die gleiche Wärmemenge mit 10% weniger Holzbrennstoff produzieren. Dieser Effizienzgewinn würde die Investitionen von BéroCAD für die Trocknungsanlage innert weniger Jahre amortisieren.

Die Trocknungsanlage stammt von der Firma Oekosolve AG in Plons-Mels (SG). Das 2007 gegründete Unternehmen entwickelt und baut Elektrofilter, welche den Feinstaub aus den Abgasen von Holzheizungen entfernen. Für die Anlage in St-Aubin-Sauges hat Oekosolve ein kombiniertes System geliefert, das aus einem Hackschnitzeltrockner und einem Feinstaubfilter besteht. Nutzt man die Abgase zum Trocknen, verlieren diese durch den Wärmeentzug an Volumen. Dadurch lässt sich der Elektrofilter kleiner und damit günstiger bauen.

### Holz weniger feucht als gedacht

Unterdessen liegen die Ergebnisse eines 15-monatigen Monitorings (Anfang 2019 bis März 2020) vor, das vom Bundesamt für Energie im Rahmen des Pilot- und Demonstrationsprogramms unterstützt wurde. Die neuartige Anlage aus Vortrockner und Feinstaubfilter hat in dieser Zeit ihre Funktionstüchtigkeit bestätigt. Wie bei Demonstrationsanlagen üblich, mussten in der Startphase Kinderkrankheiten behoben werden. Der Feinstaubfilter beispielsweise fiel zunächst öfter aus. Der Grund lag darin, dass die gitterförmige Elektrode durch das elektrostatische Feld in Schwingungen versetzt

wurde, wie Laseruntersuchungen zeigten. Seit die Elektrode mit einem Gewicht stabilisiert wurde, arbeitet der Elektrofilter mit einer Verfügbarkeit von annähernd 100%, wie Oekosolve-Projekt Koordinator Michel Revaz berichtet.

Das Heizwerk läuft vollautomatisch und wird per Fernwartung überwacht. Die Präsenz des Betriebspersonals von Viteos beschränkt sich auf zwei wöchentliche Kontrollgänge und allfällige Piketteinsätze. Während die Demonstrationsanlage unterdessen technisch einwandfrei funktioniert, ist die Wirtschaftlichkeit zur Zeit noch nicht gegeben: Nach den bisherigen Erfahrungen werden nicht 10% Brennstoff einge-



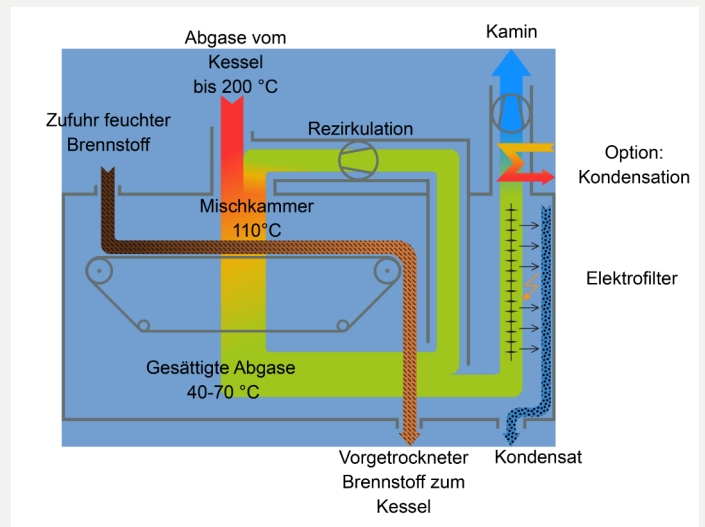
Durch diese Rohrleitungen gelangt das heiße Wasser aus dem Holzheizwerk in den Wärmeverbund BéroCAD. Foto: Viteos

## SO FUNKTIONIERT DER TROCKNER-ELEKTROFILTER

In der Anlage von St-Aubin-Sauges wird der Holzbrennstoff getrocknet, bevor er im Heizkessel verbrannt wird. Die Trocknung erfolgt auf einem 22 m langen Band, das von heisser Luft durchströmt wird. Diese Luft darf maximal 110 °C heiss sein, da andernfalls während des Trocknungsvorgangs eine Pyrolyse einsetzt, welche den Energiewert des Holzes vermindert. Für die Trocknung werden die bis zu 200 °C heissen Abgase aus den Brennkesseln genutzt; in der Mischkammer wird den Abgasen durch einen Rezirkulationsventilator immer genau so viel abgekühlte «Trocknungsluft» beigemischt, dass die neue Trocknungsluft unter 110 °C heiss ist.

Jener Teil der Abgase, der nicht länger der Trocknung dient, wird im Elektrofilter von Feinstaub gereinigt und mittels Ausstragungsventilator zum Kamin befördert. In der vorliegenden Anlage ist der Elektrofilter als Plattenfilter realisiert: Eine gitterförmige Elektrode (Kathode) hängt dabei zwischen zwei Wänden (Anoden). Das elektrostatische Feld zwischen Kathode und Anode befördert die Feinstaubpartikel an die Wände, wo sie zusammen mit der Feuchtigkeit aus dem Holz einen Schlamm bilden, der sich am Boden des Elektrofilters ansammelt. Der Schlamm wird nochmals im Kessel verbrannt. Der verbleibende Rückstand muss somit nicht in eine Sondermülldeponie verbracht werden, da der Feinstaub im Schlamm gebunden ist, sondern kann als normaler Abfall entsorgt werden.

Im Trockner-Elektrofilter-System muss der Elektrofilter nur die «halbe Arbeit» leisten. Die groben Bestandteile des Staubs werden nämlich bereits auf der Brennstoffschicht abgeschieden, wenn die Abgase aus der Holzfeuerung durch den Trockner geleitet werden; dabei verringert sich der Feststoffgehalt im Abgas bereits von 290 bis 200 mg/Nm<sup>3</sup> auf rund 130 mg/Nm<sup>3</sup>. Im Elektrofilter werden abermals 90 und mehr Prozent des Feinstaubs entfernt. Die Abluft, die über den Kamin in die Umwelt entweicht, enthält nur noch rund 10 mg/Nm<sup>3</sup> Feinstaub. Damit ist der Grenzwert von 20 mg/Nm<sup>3</sup> (bezogen auf 11% O<sub>2</sub>) eingehalten. BV



spart, sondern nur 8%. Das bedeutet: Der Mehrertrag an Wärme durch die Trocknung reicht bisher nicht aus, die Investition von BéroCAD in die Trocknungsanlage zu amortisieren. Verantwortlich dafür ist der Beschaffenheit des Brennstoffs: Dieser ist weniger feucht als in der Planungsphase erwartet, wie die Messungen aus der Monitoringperiode zeigen. So liegt die Feuchtigkeit lediglich bei durchschnittlich 35% statt bei den erwarteten 45%, in einzelnen Monaten noch tiefer (vgl. Tabelle S. 5). Wegen der schwachen Auslastung des Heizwerks bleibt die Biomasse relativ lange liegen und verliert dabei an Feuchtigkeit, bevor sie in den Trockner gelangt.

### Rentabel bei guter Auslastung

Oekosolve-Projektkoordinator Revaz setzt seine Hoffnung nun in den geplanten Ausbau des Wärmeverbunds. Mit der

doppelten Zahl von Wärmekunden wächst zum einen der Erlös aus dem Wärmeverkauf, zudem bleibt das Holz vor der Verbrennung weniger lang liegen, was die Leistungsbilanz der Trocknungsanlage verbessert. Im Betriebsjahr 2019 lieferte das Heizwerk 5039 MWh Wärme. Im Jahr 2021 dürften es nach dem Anschluss des kleinen Wärmeverbunds von Gorgier und weiterer Gebäude dann 7810 MWh sein. «Bei einer Produktion von 9000 MWh/Jahr wird der Trockner nach unseren Berechnungen rentabel arbeiten», sagt Revaz. Mit dem bis 2025 geplanten Ausbau des Fernwärmenetzes auf einen Jahresbedarf von 10 370 MWh/Jahr würde dieser Wert klar überschritten. Dann würde das Trockner-Elektrofilter-System pro Jahr 15 000 Fr. besser abschneiden als eine konventionelle Feinstaubfilteranlage, wie Oekosolve-Berechnungen zeigen.

	Monatsdurchschnitt Eintritt W%	Monatsdurchschnitt Austritt W%	Differenz
2019.01	40.5	13.0	27.5
2019.02	36.9	25.6	11.3
2019.03	42.0	21.1	20.9
2019.04	36.0	8.1	27.9
2019.05	35.8	7.3	28.4
2019.07	28.6	6.3	22.3
2019.08	26.9	4.9	22.0
2019.09	27.2	9.0	18.3
2019.10	29.4	5.9	23.4
2019.11	36.2	14.8	21.4
2019.12	39.2	18.8	20.4
2020.01	37.4	20.1	22.2
2020.02	38.2	20.8	17.4
2020.03	38.1	23.9	14.2
<b>Durchschnitt 2019-2020</b>	<b>35.2</b>	<b>14.2</b>	<b>21.3</b>

Die Messdaten zeigen, dass der Brennstoff deutlich trockener ist als die rund 45% Feuchtigkeit, die der Planung des Trockners zugrunde liegen. So lag die Feuchtigkeit z.B. im August 2019 gerade noch bei 26.9%. Tabelle: BFE-Schlussbericht

Die Demonstrationsanlage in St-Aubin-Sauges soll Holzheizwerken mit Trockner-Elektrofiltern den Weg in die kommerzielle Anwendung ebnet. Oekosolve plant die Markteinführung für das Jahr 2021. Die Schweiz zählt 70 bis 80 Sägewerke, die ihre Holznebenprodukte in einem angeschlossenen Heizwerk zur Wärmeproduktion nutzen. Da in diesen Anlagen das Holz relativ feucht ist, könnte der Einsatz eines Trockner-Elektrofilter-Systems vorteilhaft sein.

➤ Der **Schlussbericht** zum Projekt «Trockner-Elektrofilter-System zur Energieeffizienzsteigerung und Staubabscheidung für Holzfeuerungen mit nassem Brennstoff» ist abrufbar unter:

<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=40225>

➤ Weitere **Auskünfte** zu dem Projekt erteilt Dr. Sandra Hermle ([sandra.hermle\[at\]bfe.admin.ch](mailto:sandra.hermle[at]bfe.admin.ch)), Leiterin des BFE-Forschungsprogramms Bioenergie.

➤ Weitere **Fachbeiträge** über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Bioenergie unter [www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie](http://www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie).

## P+D-PROJEKTE DES BFE

Das neuartige Trockner-Elektrofilter-System des Holzheizwerks in St-Aubin-Sauges einschliesslich des zugehörigen Monitoringprogramms wurde vom Pilot- und Demonstrationsprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) unterstützt. Weitere Fördermittel steuerten der Kanton Neuenburg und die Stiftung Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Kompensation (KliK) bei. Mit seinem Beitrag fördert das BFE die Entwicklung und Erprobung von innovativen Technologien, Lösungen und Ansätzen, die einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz oder der Nutzung erneuerbarer Energien leisten. Gesuche um Finanzhilfe können jederzeit eingereicht werden.

➤ [www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration](http://www.bfe.admin.ch/pilotdemonstration)