

KLIMAPOSITIVER STROM AUS HOLZ MIT WKK

ERNEUERBARE ENERGIE- UND BIOKOHLEPRODUKTION AUS HOLZ

In Frauenfeld realisiert Energie 360° zusammen mit Schweizer Zucker eines der innovativsten Holzheizkraftwerke Europas. Die gemeinsame Tochterfirma Bioenergie Frauenfeld AG liefert ab 2022 Strom für 8000 Haushalte und erneuerbare Wärme für die Zuckerfabrik und das angrenzende Wohnquartier. Das Besondere dabei: Beim Prozess fällt keine Asche an, und ein Teil des sich im Holz befindenden CO₂ wird nicht in die Atmosphäre freigesetzt, sondern bleibt in Form von Biokohle gespeichert.

Stefan Ellenbroek, Energie 360° / Bioenergie Frauenfeld
 Marcel Huber, Syncraft®
 Stefan Schaffner, IWK
 Kurt Lüscher*, Powerloop

RÉSUMÉ

DE L'ÉLECTRICITÉ RESPECTUEUSE DU CLIMAT À PARTIR DE BOIS AVEC CCF – PRODUCTION D'ÉNERGIE RENOUVELABLE ET DE BIOCHARBON

À Frauenfeld, Energie 360° réalise, avec Sucre Suisse, l'une des centrales de chauffage au bois les plus innovantes d'Europe. La filiale commune Bioenergie Frauenfeld AG fournira dès 2022 de l'électricité pour 8'000 foyers et de la chaleur renouvelable pour l'usine de sucre et le quartier résidentiel adjacent. La particularité: ce processus ne produit pas de cendres, et une partie du CO₂ de l'air qui se trouve dans le bois n'est plus libérée dans l'atmosphère, mais reste stockée sous forme de charbon biologique. Le bois résiduel régional est utilisé et transformé en électricité, chaleur et charbon biologique dans 4 unités de centrale électrique au bois. La technologie de lit fixe suspendu développée en interne constitue le cœur de ces centrales à haut rendement. Alors que dans les réacteurs à lit fixe classiques, la gravité et le flux de gaz exercent une poussée vers le bas, provoquant ainsi une compression croissante du contenu du réacteur, ces deux forces agissent l'une contre l'autre dans le réacteur à lit fixe suspendu. La centrale illustre de manière impressionnante ce qui est possible aujourd'hui grâce à la technologie CCF - une production d'énergie locale négative en CO₂, flexible, très efficace et à haute valeur ajoutée en Suisse.

EINLEITUNG

Der Fachverband Powerloop engagiert sich für eine sichere, saubere und bezahlbare Energieversorgung. Dazu fördert er die Verbreitung der Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) und Power-to-Gas (P2G) und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit im Winter und zum Netto-null-Ziel.

Die WKK eignet sich hervorragend für die sehr effiziente und zuverlässige Strom- und Wärmeerzeugung mit Biogas, Klärgas, Holzgas, Erdgas, synthetischen Gasen und Wasserstoff. Zu den WKK-Technologien gehören Brennstoffzellen mit wenigen kW, kleine Blockheizkraftwerke (BHKW) bis 200 kW, mittelgrosse Gasmotoren bis 10 MW sowie Gasturbinen und Gas- und Dampfturbinenkraftwerke (GUD) mit mehreren Hundert MW.

Die P2G-Technologie produziert Wasserstoff aus den im Sommer produzierten Stromüberschüssen aus Sonne, Wind und Wasser. Wasserstoff dient als speicherbarer und erneuerbarer Energieträger für die Strom- und Wärmeerzeugung mit WKK im Winter.

Um das gemeinsame Ziel Nullemission zu erreichen, müssen die Rohstoffe möglichst effizient genutzt werden. Zudem be-

* Kontakt: kurt.luescher@powerloop.ch

(© G. Gust/123RF.com)

nötigt es Anlagen, die das bereits freigesetzte CO₂ aus der Atmosphäre holen und speichern. Mit anderen Worten: Es müssen mehr Treibhausgase gebunden als emittiert werden. Das klimapositive Holzheizkraftwerk, das derzeit *Energie 360°* zusammen mit *Schweizer Zucker* in Frauenfeld realisiert, setzt dabei neue Massstäbe (*Fig. 1*). Anstatt die Umwelt mit Asche aus dem Verbrennungsprozess weiter zu belasten, bleibt Kohlenstoff im Kreislauf und wird in Form der Biokohle positiv verwertet. Dies ist aber nur eine ergänzende Eigenschaft des Kraftwerks. Der Fokus liegt auf der möglichst effizienten Umwandlung der Biomasse zu Strom und Wärme. Die eingesetzte Technologie bietet dazu die optimale Voraussetzung.

HOCHEFFIZIENT VERWERTETES RESTHOLZ

Die Basis für die klimafreundliche Energie ist ein lokaler Rohstoff, der zurzeit oft ungenutzt bleibt: Schnittholz aus der Wald- und der Landschaftspflege, Sturmholz oder von Schädlingen befallenes Holz. Die Regionalität des Rohstoffes spielt dabei eine zentrale Rolle. Für den Betrieb der Anlage kann auf ein breites Sortiment von Restholz zurückgegriffen werden. Dies ermöglicht eine flexible und effiziente Zusammenarbeit mit den Partnern, die für die Brennstoffbeschaffung ausgewählt wurden. Zudem ist die Versorgung durch regionale Brennstoffe langfristig gesichert und die Transportwege sind kurz.

NACHHALTIGKEIT ALS ZENTRALER FAKTOR

Die beiden Unternehmen *Energie 360°* und *Schweizer Zucker* haben die Umsetzung des Projekts genau geprüft und diverse am Markt verfügbaren Technologien analysiert und bewertet.

Bei der Entscheidung für die Technologie standen vor allem die hohe energetische Nutzung der Biomasse und die Möglichkeit eines nachhaltigen Nebenprodukts im Zentrum. Zudem konnte der ausgewählte Lieferant verschiedene kleinere Anlagen vorweisen, die seit Jahren mit einer hohen Verfügbarkeit betrieben werden.

Die beteiligten Unternehmen ergänzen sich für dieses Projekt hervorragend: *Energie 360°* bringt als breit aufgestellte und sehr dynamische Energiedienstleisterin grosses Know-how in der Energie-

transformation und im Projektgeschäft mit. *Schweizer Zucker* als lokal verwurzelttes Unternehmen hat viel Wissen und Erfahrung im Betrieb von industriellen Anlagen und ist zudem gut in der Landwirtschaft und über ihre Tochtergesellschaft *Ricoter* im Bodensubstratmarkt verankert.

Für beide Unternehmen ist Nachhaltigkeit selbstverständlich und so steigern sie ständig und konsequent die Nachhaltigkeit ihrer Betriebe und ihrer Energiedienstleistungen. Perfekt dazu passt die Firma *Syncraft®*. Das Unternehmen baut hocheffiziente Holzkraftwerke mit einer selbst entwickelten Schwebefestbetttechnologie. Während bei klassischen Festbettreaktoren die Schwerkraft sowie die Gasströmung nach unten wirken und somit eine zunehmende Verdichtung des Reaktorinhalts verursachen, wirken beim Schwebefestbettreaktor diese beiden Kräfte entgegengesetzt. Dadurch bleibt die Biokohleschüttung im Vergaser stets ideal gelockert und gut durchlässig, egal wie fein oder strukturiert das Hackgut vorher war. Durch die Art und Weise der Vergasung im Schwebefestbettreaktor entsteht nahezu kein Teer. Dadurch muss das Holzkraftwerk deutlich seltener gewartet werden als herkömmliche Holzvergasungsanlagen. Fremdkörper und Verschlackungen sind durch den aufwärts gerichteten Betrieb mühelos am Fusse des Schwebefestbettreaktors abziehbar.

Holzkraftwerke sind emissionsarm und statt Asche wird das Nebenprodukt Holz bzw. Biokohle (*bioenergy with carbon capture and storage*) erzeugt, und das anfal-

lende Kondensat kann in die Kanalisation eingeleitet werden.

BIOKOHLE ALS ZUKUNFTSTRÄCHTIGER KOHLENSTOFFSPEICHER

Die fossilen Brennstoffe Öl und Gas sind nicht erneuerbar und setzen bei der Verbrennung jede Menge Kohlendioxid frei. Gleiches gilt für Kohlekraftwerke: Um eine negative Emissionsbilanz zu erhalten, muss das Kohlendioxid in den Boden gepumpt werden. Dies kostet nicht nur zusätzliche Energie, sondern hat auch keinen Zusatznutzen.

Holz als nachwachsender Rohstoff ist daher eine gute Alternative. Auch im Holz befindet sich CO₂ aus der Luft, ein Teil davon bleibt beim hier angewendeten Holzkraftwerk in der Biokohle gespeichert und wird somit nicht freigesetzt. Die dadurch gesicherte emissionsfreie Energiegewinnung ist nur dank der vom Unternehmen patentierten Schwebefestbetttechnologie möglich. Dadurch entfällt die Problematik «Wohin mit dem im Rohstoff gespeicherten CO₂?».

Die Herstellung der hochwertigen Biokohle passiert nebenher und mindert die Strom- und Wärmebereitstellung nicht. Aber sie speichert einen Teil des der Atmosphäre entzogenen Kohlenstoffs. Dadurch entsteht ein rentabler und umweltfreundlicher Kreislauf, denn die Kohle kann positiv verwertet werden: etwa als Futterzusatz oder als Bodendünger. Letztere Nutzung vermindert gar den Einsatz von Düngemitteln. Konventionelle Holzkraftwerke hingegen erzeugen keine Biokohle, sondern Asche – ein Abfallprodukt, das deponiert werden muss.



Fig. 1 Visualisierung der Gesamtanlage.

WIE FUNKTIONIERT DAS HOLZ-HEIZKRAFTWERK?

ANLIEFERUNG UND EINLAGERUNG

Mit einer Kapazität von 380 m³/h wird das angelieferte Hackgut von den LKW vollautomatisch über ein Förderbandsystem in einen definierten Bereich der «Annahmehunker» befördert. Dabei wird das Hackgut von Überlängen und magnetischen Metallen befreit. Von jeder Anlieferung wird eine Qualitätsanalyse

durchgeführt und der gelieferte Brennstoff nach definierten Kriterien transparent abgerechnet.

Befüllung der Trockenboxen

Nach einem vordefinierten Rezept wird aus den verschiedenen angelieferten Holzqualitäten die optimale Mischung für den Anlagenbetrieb bestimmt. Diese wird durch die beiden automatischen Krananlagen mittels Batch-Verfahren in eine der acht Trockenboxen gefüllt.

Bei der Trocknung wird die Biomasse auf den für den Vergasungsprozess nötigen Wassergehalt von unter 10% getrocknet. Die benötigte Energie wird der Kühlung der Prozesskomponenten entnommen. Die warme Luft wird mit Gebläsen durch die Trockenböden in das Hackgut geführt. Luftmenge und Temperaturniveau können dabei individuell gesteuert werden.

Materiallager und Wochenbunker

Die Biomasse wird nach dem Trocknungsprozess durch die Krananlagen in die Wochenbunker geführt. Um die Verfügbarkeit des Kraftwerks zu maximieren, steht pro Kraftwerkslinie ein Bunker mit integriertem Schubboden und Nach Trocknungsmöglichkeit zur Verfügung. Somit wird sichergestellt, dass ein flexibler Trocknungsprozess bei maximaler Verfügbarkeit ermöglicht wird.

KERNPROZESS

2-stufige Gasgewinnung

In der Pyrolyse wird ein Teil der getrockneten Biomasse durch Zugabe von Luft verbrannt (Schwelbrand bei rund 500 °C). Durch die hohen Temperaturen wird die eingebrachte Biomasse in ihre festen und gasförmigen Bestandteile zerlegt.

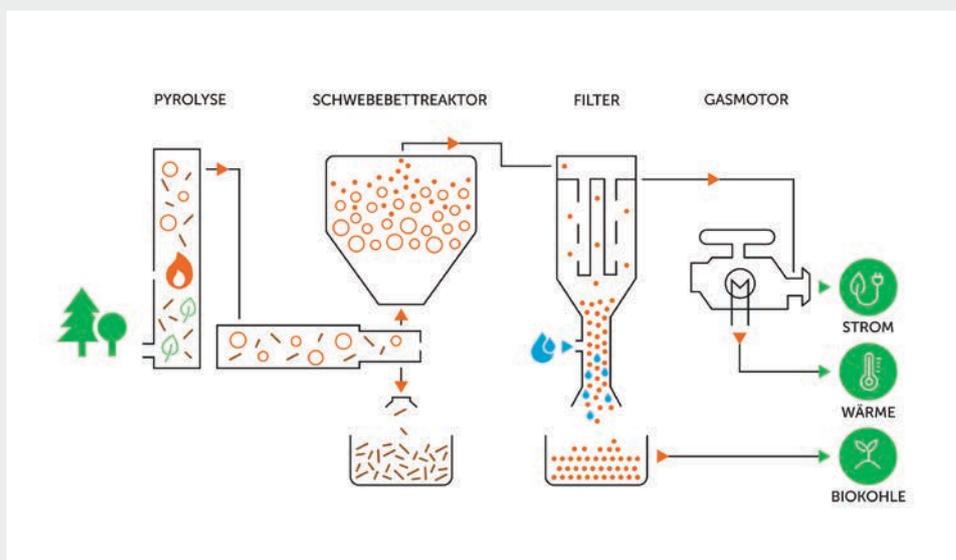


Fig. 2 Prozessschema.

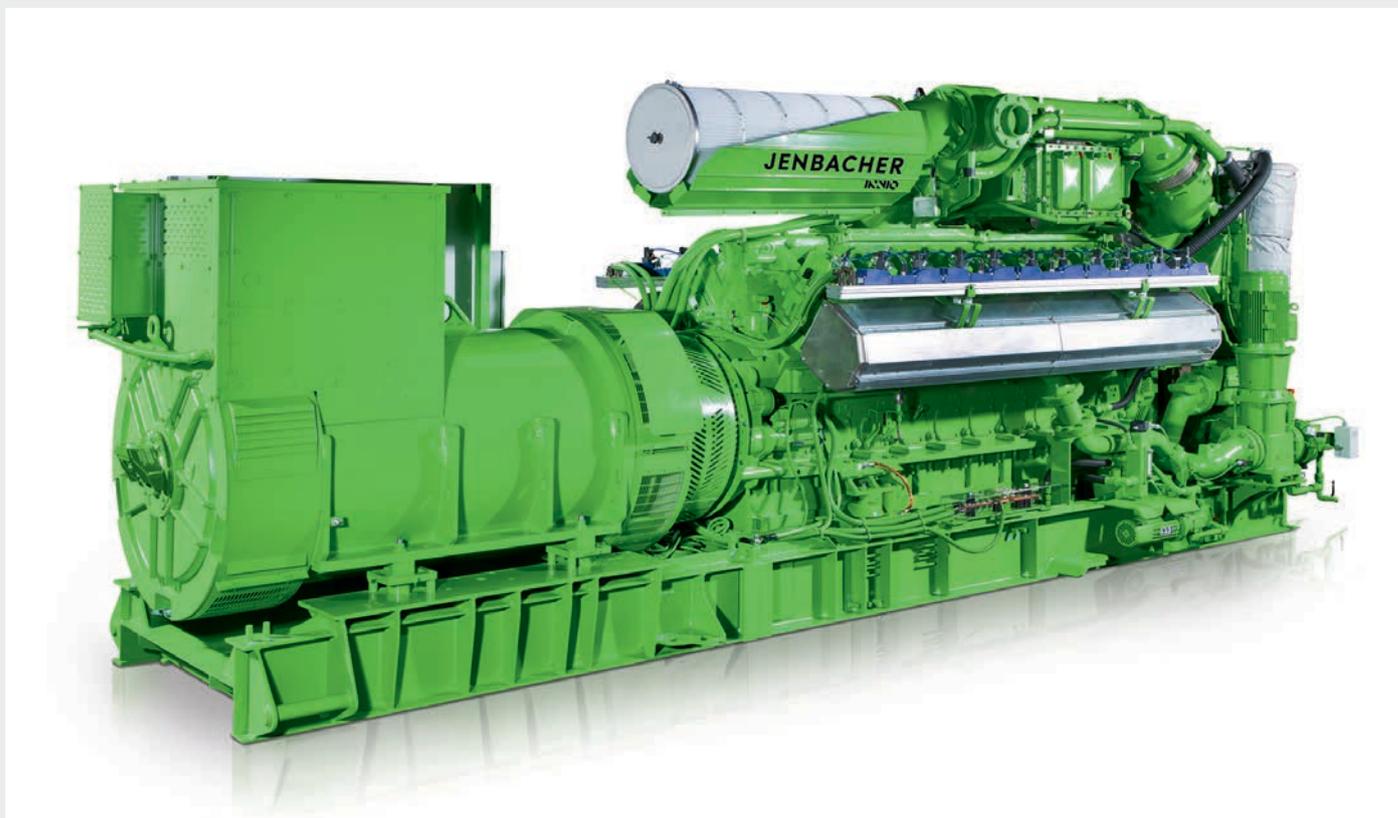


Fig. 3 Blockheizkraftwerk der Firma INNIO Jenbacher 420.

Das während der Pyrolyse erzeugte Gas weist einen noch hohen Anteil an Teeren auf (Fig. 2).

Die Oxidation der Pyrolyseprodukte findet am Eingang zum Reduktionsreaktor statt. In der Oxidationszone werden die Bestandteile aus der Pyrolyse durch eine weitere Zugabe von Luft teilweise verbrannt. Durch die so entstehenden hohen Temperaturen von bis zu 900 °C wird nahezu der gesamte Teeranteil aus der Pyrolyse aufgespalten respektive thermisch gecrackt. Somit findet ein wesentlicher Teil der Gasreinigung bereits in der Oxidationszone statt.

In der Reduktionszone erfolgt die eigentliche Vergasung der Biomasse. Der feste Kohlenstoff aus dem Pyrolyseprozess bildet im Reduktionsreaktor ein stabiles, in Schwebe gehaltenes Festbett. Dieses Festbett wird durch das in der Oxidation erhitzte Gas durchströmt. Während dem Durchströmen kühlt das Produktgas, bedingt durch endotherme Vergasungsreaktionen, auf circa 750 °C ab und tritt an der Oberseite des Reaktors aus.

Gaskonditionierung

Im Gasfilter wird das heisse Produktgas von Staub befreit. Diese sogenannte Biokohle wird aus dem Filter ausgetragen, befeuchtet und über zwei Förderbänder in die Bigbag-Abfüllstation gefördert. Die Reinigung des Produktgases erfolgt nach dem Prinzip der Oberflächenfiltration. Dabei wird eine Staubschicht auf keramischen Filterelementen aufgebaut, welche periodisch mit einem Druckpuls abgereinigt wird.

Das von der Biokohle getrennte Gas wird im zweistufigen Produktgaskühler von 750 auf rund 100 °C abgekühlt. Die aus der Gaskühlung gewonnene Wärmeenergie wird einem Wärmenetz zugeführt.

Im Gaswäscher erfolgt die Abkühlung des Produktgases auf eine für den Gasmotor erforderliche Temperatur von 25 bis 30 °C. Durch die Abkühlung anfallendes Kondensat, das zugleich als Waschmedium dient, wird unter Einhaltung der geforderten Grenzwerte in das Kanalisationsnetz eingeleitet.

WKK-EINHEIT

Die Stromerzeugung erfolgt mit vier Blockheizkraftwerken (BHKW) mit je 1000 kW elektrischer Leistung durch hocheffiziente, turboaufgeladene Gas-Ottomotoren des Typs *INNIO Jenbacher 420*. Der erzeugte Strom wird in das ört-

liche Stromnetz eingespeist und über das Einspeisevergütungssystem (EVS) des Bundes subventioniert. Die in den Prozessschritten gewonnene Wärme wird in zwei Wärmekreisläufen zusammengeführt und für das Wärmenetz bereitgestellt. Die Wärme wird einerseits in den Nebenprozessen der Schweizer Zucker AG eingesetzt und kann dadurch den Anteil an erneuerbarer Energie deutlich steigern. Andererseits wird die Wärme via Fernwärmenetz im Quartier Frauenfeld West als Heizwärme für Wohn- und Gewerbebauten genutzt.

BIOKOHLE

Die im Prozess gewonnene Biokohle wird in Bigbags und Container abgefüllt und an Kunden verkauft. Die Biokohle kann für diverse Anwendungen eingesetzt werden. Ein grosses Potenzial liegt in der Landwirtschaft als Futtermittelzusatz oder als Mittel zur Geruchsemissionsreduktion der Gülle. Zudem wird die Biokohle als Bodenzusatzstoff verwendet und erreicht neben der CO₂-Speicherung auch eine Reduktion der benötigten Düngemittel. Weiter eignet sich die Biokohle als Wasserfilter auf Kläranlagen, wo sie in der 4. Stufe zur Beseitigung der Mikroverunreinigungen eingesetzt wird.

ÖKOLOGIE IN DER BAUPHASE

Der ökologische Gedanke des Kraftwerks ist bereits im Bau ein zentraler Punkt.

Aufgrund der hohen statischen und mechanischen Belastung muss ein Teil des Baukörpers in Beton ausgeführt werden (Fig. 4). Dabei wird höchster Wert auf einen möglichst hohen Anteil an Sekundärrohstoffen gelegt, um somit den Kreislauf auch in der Bausubstanz zu schliessen. Der Rohstoff für den Holzaufbau, wenn möglich Käferholz, wird von regionalen Forstbetrieben bezogen und von lokalen Sägereien verarbeitet. Als nachhaltiger Dämmstoff auf den Dachflächen wird *Bauder Eco*® eingesetzt, eine biomassebasierte Dämmung. Abgedichtet werden die rund 4000 m² Dachfläche mit *Bauder Karat Air+*, das die Fähigkeit besitzt, den Schadstoff NO_x zu binden. Abgerundet wird der Dachaufbau mit einer PV-Anlage. Diese bringt eine Leistung von rund 350 kWp.

ERFOLGSREZEPT:

GEGENSEITIGES VERTRAUEN

Stefan Ellenbroek, Gesamtprojektleiter *Bioenergie Frauenfeld*, betont: «Für ein solches Pionierprojekt mit einem so engen Zeitplan muss man sich zu 100% auf seine Partner verlassen können.»

Ambitionierter Zeitplan

Der Zeitplan ist äusserst ambitioniert für das Leuchtturmprojekt, dennoch haben sich die Partner im Januar 2020 gemeinsam entschieden, die Detailprojektierung zu starten, mit dem Ziel: Baustart im Dezember 2020 und Abschluss der Inbetriebnahme bis Mitte 2022. Kurz darauf



Fig. 4 Luftaufnahme der Baustelle in Frauenfeld.

wurde die Zusammenarbeit durch den ersten Lockdown ein erstes Mal auf die Probe gestellt. Getrieben von der gemeinsamen Vision, dieses Projekt zu realisieren, wurden sämtliche Prozesse komplett digitalisiert und die agile Projektierung via Videoplattformen und cloudbasierten Informationssystemen organisiert. Das Ziel sollte sein, immer die aktuellsten Informationen zur Verfügung zu haben. Entgegen allen erschwerenden Umständen konnte der Baustart wie geplant im Dezember 2020 erfolgen und somit der Grundstein für eine erfolgreiche Inbetriebnahme bis Mitte 2022 gelegt werden.

Regionale Partnerfirmen

Zentral sind auch diverse regionale Partnerfirmen am Projekt beteiligt. *Syncraft®* setzt in dieser Leistungsklasse auf Gasmotoren-BHKW des Herstellers *INNIO Jenbacher*. Die *IWK Integrierte Wärme und Kraft AG* ist die lokale Vertreterin sowohl von *INNIO Jenbacher* als auch von *Syncraft®* und ist eine der führenden Schweizer Firmen im Bereich der Wärme-Kraft-Kopplung (WKK). In diesem Projekt ist die *IWK* verantwortlich für die Lieferung, Installation und Inbetriebnahme der vier WKK-Aggregate in Form von BHKW mit je 1000 kW elektrischer Leistung. Zusätzlich liefert und installiert die *IWK* die BHKW-Peripherie wie z. B. Lüftung, Schmierölsystem, Kamin und SCR-Katalysatoren, durch welche die Einhaltung der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) sichergestellt wird. Federführend in der Planung und der Bauleitung vor Ort sind die beiden Frauenfelder Unternehmen *BHA Team* und *Innoraum*.

FAZIT

Das Holzheizkraftwerk in Frauenfeld zeigt eindrücklich auf, wie in Zukunft Biomasse hocheffizient genutzt werden kann. Mittelfristig wird ein erhöhter Strombedarf aus erneuerbarer Energie zu erwarten sein. Zeitlich beinahe deckungsgleich ist die jahreszeitbedingte Nachfrage nach erneuerbarer Heizwärme. Mit den von *Syncraft* angebotenen Holzkraftwerken können modulare und dezentrale Kraftwerke dimensioniert werden, die optimal an die örtlichen Bedürfnisse angepasst sind. Die effiziente WKK-Technologie liefert erneuerbare Wärme, Strom und bindet einen Teil des Kohlenstoffes in der Biokohle. Somit wird der einheimische Rohstoff Holz lokal optimal genutzt und der Ressourcenkreislauf kann ohne grosse Transportwege geschlossen werden.

NEUE MASSSTÄBE IN DER DEZENTRALEN ENERGIEERZEUGUNG AUS BIOMASSE

Das Holzheizkraftwerk der Bioenergie Frauenfeld setzt neue Massstäbe in der dezentralen Energieerzeugung aus Biomasse auf Basis der WKK-Technologie. Es zeigt einen Weg auf, wie dezentrale Kraftwerke in Zukunft regionale Ressourcen verwenden können, ohne Abfall zu produzieren. Für solch ambitionierte Vorhaben braucht man jedoch die richtigen Partner mit der nötigen Überzeugung sowie attraktive gesetzliche Rahmenbedingungen, um die Planungssicherheit für innovative Projekte zu gewährleisten. Das Projekt zeigt eindrücklich, was heute mit WKK-Technologie möglich ist: lokale, flexible, hocheffiziente und CO₂-negative Energiegewinnung, mit hoher Wertschöpfung in der Schweiz.



Zerstörungsfreie Inspektion von Gussleitungen

Kämpft Ihre Wasserversorgung mit Leitungsbrüchen? Die Zeiten sind vorbei!

Die **Cooperation SWG & EMPIT** ermöglicht die Inspektion von Gussleitungen.

- Die Inspektion erfolgt kontaktlos
→ Es wird kein direkter Zugang zu oder in die Leitung benötigt
- Keine Vorbereitungen nötig
→ Keine, bzw. nur geringe Bindung interner Ressourcen
- Kein Einfluss auf den Produktfluss
→ Das Abstellen des Wassers beim Endkunden ist nicht notwendig
- Prüftechnik ist zerstörungsfrei
→ Ihnen entstehen keine Folgekosten

Zu den üblichen detektierten Schadensursachen zählen Holzsäure, Lehmrückstände auf der Leitung, Korrosion aufgrund von Erdung sowie Lochkorrosion.

Für Fragen stehen wir Ihnen gerne unter info@swg-empit.ch zur Verfügung.



COOPERATION



EMPIT
INSPECT THE UNPIGGABLE

FREILAND-ANBAU

Neue Kompetenz:
Fertigpumpwerke



NEU: Filiale Mittelland Kontakt: Walter Viau 079 122 78 81



Vollständiges Pumpenprogramm: www.gloor-pumpen.ch
Hauptsitz: Gloor Pumpenbau AG, 3113 Rubigen, Tel. 031 721 52 24
Filiale Mittelland: Gloor Pumpenbau AG, 5036 Oberentfelden, Tel. 062 552 02 08
Filiale Westschweiz: Gloor Pumpenbau SA, 1410 Thierrens, Tel. 021 905 10 80

PRIMUS LINE



Außenschicht: abriebfeste PE-Umhüllung
Gewebe: Aramid
Innenschicht: auf PE-Basis

Grabenlose Sanierung von Druckrohrleitungen

- Große Einzugsängen von bis zu 2.500 m
- Schnelle Wiederinbetriebnahme
- Verlängerung der Nutzungsdauer um mindestens 50 Jahre
- Produktion, Engineering und Montage aus einer Hand
- Geringer Eingriff in die Landschaft

Jetzt unverbindlich
Sanierungskonzept
anfordern!

**Rädlinger
primus line GmbH**
Kammerdorfer Straße 16
D-93413 Cham
Tel.: +49 9971 8088-0
info@primusline.com

www.primusline.com

GF Piping Systems

+GF+



Die sichere Lösung für Ihre Wasser- und Gasversorgung

Die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Verteilungen und Verbindungen in der Wasser- und Gasversorgung ist unverzichtbare Basis für leistungsstarke Versorgungssysteme. Wir begegnen diesen Anforderungen mit sicheren, verlässlich gesteuerten und überwachten Systemen sowie materialunabhängigen Verbindungen: Hauptleitungen, Verteilungen oder Hausanschlüsse. Wir decken mit unseren Lösungen und modularen Produkten alle Anwendungen von der Quelle bis zum Endverbraucher ab.

Georg Fischer Rohrleitungssysteme (Schweiz) AG
www.gfps.com/ch | +41 52 631 30 26
| ch.ps@georgfischer.com