

Energie der Zukunft

Publizierbarer Endbericht – Green Brewery

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Green Brewery

Null CO₂ Emission in der Brauindustrie - Entwicklung einer methodischen Vorgangsweise für die Umsetzung innovativer Energiekonzepte in österreichischen Brauereien

Helmut Gahbauer, Harald Raidl, Andreas Werner
Brau Union Österreich

Bettina Muster-Slawitsch, Danilo Ribeiro de Lima, Hans Berghold, Christoph Brunner
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme

Michael Hermann, Norbert Machan, Nikolaus Popovic, Jakob Kremser
Steirische Gas Wärme GmbH

Fritz Friesenbichler
Fa. Friesenbichler Energy Service

Herbert Fischer
Fischer Maschinen- und Apparatebau AG

Werner Weiss, Roman Stelzer
AEE Institut für Nachhaltige Technologien



1 Einleitung

Mit einem Marktanteil von ca. 50% am österreichischen Gesamtbiermarkt beeinflusst Brau Union Österreich entscheidend die Entwicklung des Energiebedarfs in der Brauindustrie in den letzten Jahren. Der Wärmebedarf für das Bierbrauen konnte auf den Standorten der Brau Union Österreich in den letzten drei Jahren um 4,1% gesenkt werden, wobei die Energie großteils durch Gas und Öl bereit gestellt wird. So wurde im Jahre 2006 im gesamten Konzern des Antragstellers in Österreich 95,7 GWh an Wärme konsumiert. Trotz dieser eindeutigen Tendenz den spezifischen Energieverbrauch (MJ/hl Bier) jährlich zu senken, fehlte es bisher an wirklich radikalen Verbesserungen bzw. an einer substantiellen Senkung der CO₂ Emissionen.

Im Projekt „Green Brewery“ wurde durch die Entwicklung und Anwendung eines methodischen Ansatzes der Ausstoß an klimarelevantem CO₂ bei der Produktion von Bier signifikant bzw. auf Null reduziert. Dieses vorrangige Projektziel wurde durch Effizienzsteigerung und durch die Einsatzmöglichkeiten von Solarer Prozesswärme, wie auch eine Abdeckung des Energiebedarfs aus den eigenen biogenen Reststoffen der Brauereien und deren energetische Verwertung (z.B. Biogas) erreicht.

Dabei wurden innovative Energiekonzepte abhängig von der Produktionsmenge, vom Standort und der Produktpalette durch Energieeffizienz, Wärmeintegration und einer Kombination aus erneuerbaren Energieträgern an Hand von Fallbeispielen in österreichischen Brauereien entwickelt und die Möglichkeiten einer Produktion ohne fossile Brennstoffe demonstriert.

Die ersten Arbeiten, die die Grundlage für die methodische Entwicklung eines Branchenkonzepts für die Realisierung von CO₂ neutraler Produktion in Brauereien bildeten, wurden an der Brauerei Göss beispielhaft durchgeführt. Diese Arbeiten umfassten die Entwicklung einer Methodik zur Erstellung von Messnetzwerken, die thermodynamischen Berechnungen der Brauprozesse für die Identifizierung des minimalen Energiebedarfs, die Anwendung der Pinch Analyse (Systemoptimierung durch das Design eines Wärmetauschernetzwerks) für eine Brauerei und die danach mögliche Identifizierung der passenden erneuerbaren Energieform für die einzelnen Prozesse in der Brauerei.

Nach Entwicklung und Anwendung der Methodik auf Basis der Daten der Brauerei Göss wurde das Branchenkonzept an zwei weiteren Brauereien (Puntigam und Schladming) angewandt. Das Ergebnis sind drei Umsetzungskonzepte für die Realisierung von CO₂ neutraler Bierproduktion unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen. Da die eingesetzten Brautechnologien in unterschiedlichen Brauereien weltweit sehr unterschiedlich sein können, stellt das Branchenkonzept keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

2 Inhaltliche Darstellung

Die Projektergebnisse wurden in enger Zusammenarbeit mit allen Projektpartnern erarbeitet und umfassten folgende Arbeitspakete:

- Erhebung und Monitoring
- Exergetische Analyse verschiedenster erneuerbarer Energietechnologien
- Durchführung von umsetzungsorientierten Fallbeispielen an drei Brauereien des Antragstellers

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

- Entwicklung einer methodischen Vorgangsweise in Form eines Leitfadens (Branchenkonzept) zur Anwendung für weitere Brauereibetriebe.

Dabei wurden die ersten Arbeitsschritte beispielhaft in der Brauerei Göss durchgeführt und die entwickelte Lösungsmethode in Arbeitspaket drei in Puntigam und Schladming angewandt.

Grundlage für die Erstellung einer vollständigen Energiebilanz über die gesamte Produktionslinie ist die Erhebung von Stoff- und Energieflüssen der einzelnen Prozesse. Dabei wurden bestehende Daten bzw. Daten aus Messungen verwendet. Ziel der Datenakquise war es, auch eine Methode zur raschen Erstellung von Messnetzwerken zu entwickeln, um diese auf andere Brauereibetriebe anwenden zu können und Daten für aussagekräftige Benchmarks zu erhalten. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde eine Methode zur Entwicklung von Messnetzwerken für Brauereien erarbeitet. Diese Ergebnisse sind in das entwickelte Branchenkonzept (siehe unten) eingeflossen, welches nun die zentral wichtigen Daten der Brauereien erhebt, um Energieberechnungen durchzuführen sowie Optimierungspotentiale ableiten zu können.

Ein zweiter Schwerpunkt der ersten Arbeiten lag in der Festlegung von energetischen Minima (minimaler thermodynamischer Energiebedarf der Unit Operations) für die energieintensiven Prozesse. Dies erfolgte auf Basis von

- bestehenden Daten aus Literatur und
- theoretischen Berechnungen aufgrund von Prozessparametern.

Das Ergebnis ist eine Zusammenstellung des theoretisch zu erreichenden Energiebedarfs auf Basis der Produktionsparameter, sowie der Vergleich von tatsächlich erreichten Verbrauchswerten und den Einsparpotentialen von energieeffizienten Technologien.

Um die maximale Wärmerückgewinnung innerhalb des Systems (Brauerei) zu identifizieren, wurden alle Wärmequellen und Wärmesenken erhoben und eine Pinch Analyse durchgeführt. Unterschiedliche Konzepte zur Wärmerückgewinnung wurden zunächst für die Brauerei Göss betrachtet, für welche auch ein detailliertes Umsetzungskonzept erarbeitet wurde.

Aufbauend auf diesen reduzierten Energiebedarf kann je nach Temperatur und Verfügbarkeit (zeitlich und mengenmäßig) der Energiequelle der optimale Energiemix für die Prozesse einer Brauerei definiert werden. Dabei wurde nach exergetischen Gesichtspunkten vorgegangen, d.h. je nach Temperaturniveau sollte die bestmögliche Energieversorgung zum Einsatz kommen. Im Rahmen dieser Erhebungen hat sich gezeigt, dass durch die großen Potentiale der Wärmerückgewinnung der Einsatz von Solarthermie für die Brauprozesse für österreichische Brauereien im Einzelfall zu prüfen ist. In den bisher ausgearbeiteten Studien (Brauerei Göss) konnte der Einsatz von Solarthermie aufgrund des Restwärmebedarfs (nach Einsatz der Wärmerückgewinnung) auf relativ hohem Energieniveau ($>80^{\circ}\text{C}$) und der günstig zur Verfügung stehenden Fernwärme nicht wirtschaftlich dargestellt werden. Prinzipiell ist in Brauereien der Einsatz von Heißwassersystemen zur Versorgung von Anlagen, insbesondere in den Abfüllungen (Flaschenwaschmaschine, Pasteur) zu empfehlen. Damit können Systemverluste und Verteilungsverluste, die in Brauereien durch diskontinuierliche Prozesse und lange Verteilungswege recht hoch sind, reduziert werden. Eine Integration von solarer Prozesswärme in diese Heißwasserversorgung ist technisch sinnvoll.

Um das tatsächlich erreichbare Potential von den speziell für Brauereien mögliche Energieversorgungstechnologien (Biogaserzeugung aus Reststoffen des Braubetriebes,

Treberverbrennung) bewerten zu können, wurden Batchgärversuche durchgeführt, Kontakt zu Technologielieferanten aufgenommen und Berechnungen der erzeugbaren Nutzenergie (über Vergärung und Verbrennung bei unterschiedlichen Trocknungsgraden) durchgeführt.

Dabei wurden auch die technologische Umsetzbarkeit und die wirtschaftliche Realisierung von neuen Energietechnologien bewertet. Ergebnis ist die Integration der Berechnungen und Erfahrungen im Branchenkonzept, mit welchem für bestimmte Rahmenbedingungen die passende (hinsichtlich Temperatur, Verfügbarkeit, Betriebsgröße und Betriebsstandort) CO₂ neutrale Energieform zu den Brauereiprozessen identifiziert werden kann.

Der Einsatz von Absorptionskälteanlagen wurde für die Deckung des Kühlbedarfs im Bereich der Hefekühlung und des Brauwasserkühlers betrachtet, da hier die nötigen Kaltwassertemperaturen nicht zu gering sind und damit die Antriebstemperaturen über (verfügbares) Heißwasser bereitgestellt werden können. Wichtig bei Versorgung dieser Prozesse ist die Sicherstellung eines Kaltwasserspeichers um der Absorptionskälteanlage einen weitgehend konstanten Betrieb zu ermöglichen. Über die Wirtschaftlichkeit von Absorptionskälteanlagen entscheidet prinzipiell der vorhandene Anlagen COP (Leistungszahl der Anlage) der derzeit genutzten Kältemaschine, der Strompreis, der Wärmepreis und schließlich der erreichbare COP bei der Absorptionskälteanlage.

Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten beiden Arbeitspakete wurden anhand von Fallbeispielen Lösungskonzepte für eine vollständige CO₂ freie Energiebereitstellung in zwei weiteren Brauereien – Puntigam und Schladming - erarbeitet.

Die Projektergebnisse wurden schließlich in einem Branchenkonzept zusammengeführt, in welchem Brauereien nach Eingabe der notwendigen Daten eine Energiebilanzierung durchführen können, sowie Brauwasserhaushalt und Wärmerückgewinnungsmöglichkeiten analysiert werden können. Weiters beinhaltet das Branchenkonzept ein Kompendium von Brauerei spezifischen Darstellungen zu Integration von erneuerbarer Energie durch unterschiedliche Versorgungstechnologien.

Das Projekt „Green Brewery“ beinhaltet zusammengefasst innovative Aspekte seitens mehrerer Richtungen:

- Gesamtheitlicher Ansatz (Wärmerückgewinnung, neue Technologien, Integration erneuerbarer Energien nach exergetischen Gesichtspunkten);
- Kritische Betrachtung der Einzelprozesse nach Maßgabe energetisch/technologischer Optimierung – Pinch Analyse;
- Betrachtung der Einzelprozesse bzgl. energierelevanter Gleichzeitigkeit/Kombinierbarkeit zueinander;
- Abschätzung der Bereitstellung des notwendigen Energieniveaus für die Prozesse aus vorhandener Abwärme
- Entscheidungshilfe welche erneuerbare Energieform für die Prozesse temperaturoptimal und wirtschaftlich herangezogen werden kann;
- Betrachtung vorhandener Reststoffe hinsichtlich einer energetischen Nutzung, um einen geschlossenen Kreislauf in der Brauerei zu erreichen;
- Bereitstellung eines Werkzeuges für die österreichische Brauwirtschaft zur raschen Abschätzung des energetischen Ist-Zustandes (Branchenkonzept – Energiebilanzierung, Benchmarkvergleich);
- Eine Datenbank und Berechnungswerkzeuge mit Lösungen zur Energieeinsparung und Energiebereitstellung, welche auf die Prozesse und technologischen Anforderungen der Brauwirtschaft zugeschnitten ist (Branchenkonzept – Prozessoptimierung und Maßnahmenkatalog).

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

3.1 Branchenkonzept

Zentrales Projektergebnis ist ein Branchenkonzept, d.h. ein Excel Tool als methodischer Leitfaden zur Umsetzung von Null CO₂ Brauereien –„Green Brewery“, der abhängig von der Produktionsmenge, vom Standort und der Produktpalette die Möglichkeiten einer Produktion ohne fossile Brennstoffe demonstriert. Das Branchenkonzept beinhaltet

- einen raschen Vergleich der wichtigsten Energie-Benchmarks für die gesamte Produktion sowie für einzelne Teilbereiche
- einfache Erstellung einer detaillierte Energiebilanz für den Brauprozess
- Übersichtliche Zuordnung zielführender Optimierungsmaßnahmen zu Produktionsprozessen und Energieversorgungseinheiten
- die Berechnung des Potentials der Wärmerückgewinnung
- konkrete Möglichkeiten der Integration von erneuerbarer Energie (Solarthermie, Biogas, Biomasse, Geothermie)
- Kompendium an den „Best verfügbaren Technologien“ für die Produktionsprozesse einer Brauerei
- Berechnung des Potentials der Energieerzeugung aus den brauereinternen Reststoffen (z.B. Biogas aus Treber)

Prinzipiell ist das Branchenkonzept in 3 Bereiche unterteilt:

1. Energiebilanz der eigenen Brauerei und Ableitung von Optimierungsmaßnahmen
2. Möglichkeiten der Prozessoptimierung in Brauereien
3. Maßnahmenkatalog zur Neuen Energieversorgung in Brauereien



Abbildung 1: Titelseite Branchenkonzept

1. Energiebilanz der eigenen Brauerei

Zunächst müssen im Branchenkonzept die Prozessparameter der Brauerei eingegeben werden. Bei der ersten Verwendung des Branchenkonzeptes müssen in den Detailbilanzierungs-Sheets der einzelnen Subbereiche Kesselhaus, Sudhaus, Kälte, Druckluft, KEG Halle und Flaschenhalle die grundlegenden Prozessparameter, die verwendete Anlagentechnik, Betriebszeiten etc. definiert werden. In weiterer Folge können variierende Prozessdaten auf einer zentralen Seite – Checkpunkte Energie – laufend erneuert werden und die Auswirkungen auf den Energiebedarf dargestellt werden.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

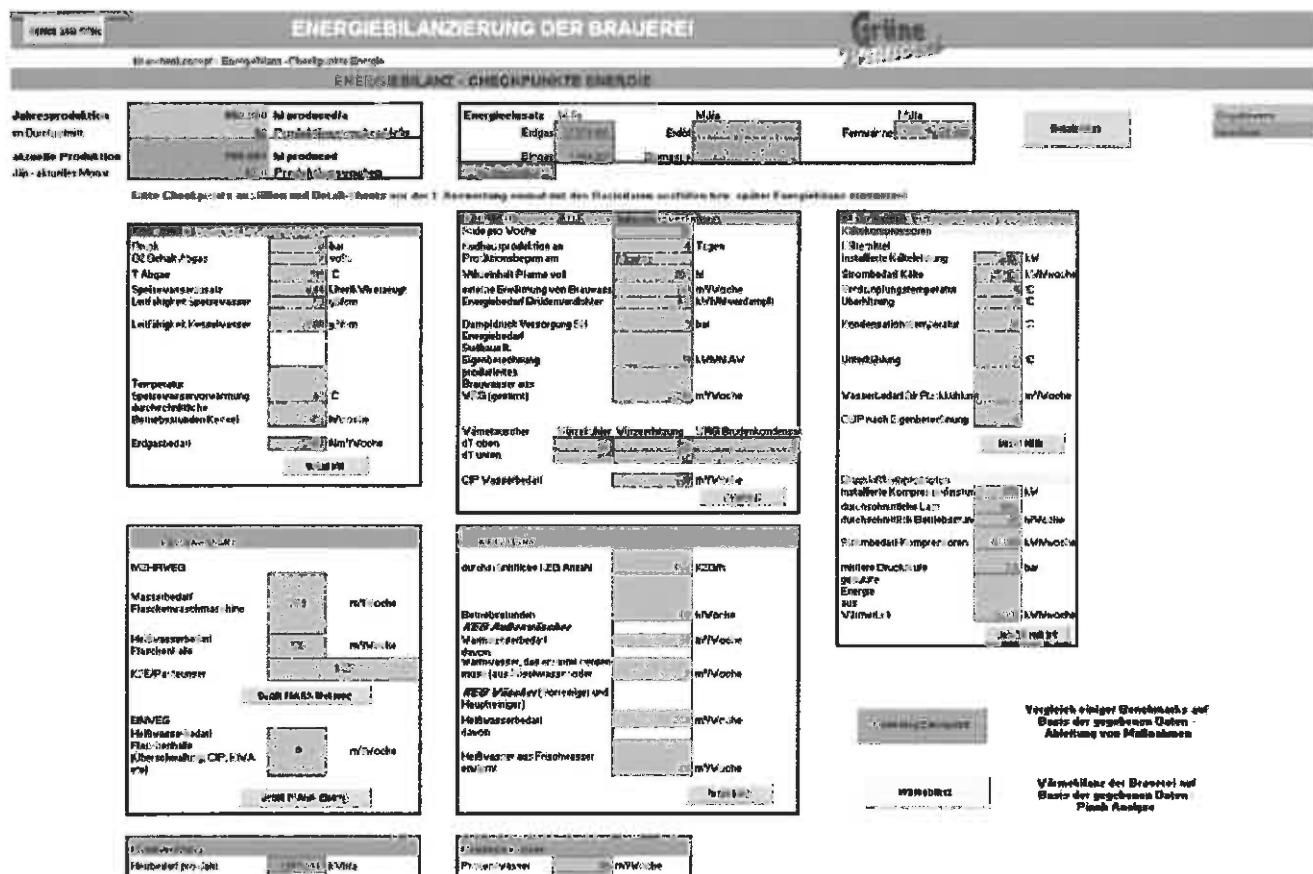


Abbildung 2: Branchenkonzept - Checkpunkte Energie

Mit den Daten dieser Checkpunkte wird die Energiebilanzierung aufgerufen. Der Anwender kann nun darauf aufbauend die aktuellen Kennzahlen des Energieverbrauches aufrufen und sieht im Vergleich zu Benchmarks mittels eines einfachen Ampelsystems, in welchen Bereichen Maßnahmen gesetzt werden sollten. Weiters ist es möglich die Gesamt-Wärmebilanz der Brauerei zu betrachten und alle Wärmequellen und Wärmesenken einander gegenüberzustellen. Hier wird vom Programm eine adaptierte Pinch-Berechnung durchgeführt und die wöchentliche Energieverfügbarkeit dem wöchentlichen Energiebedarf auf den unterschiedlichen Temperaturniveaus gegenübergestellt. Eine detaillierte Analyse der Energiebilanz der einzelnen Brauerei-Bereiche kann per Mausklick auf die Bereiche aufgerufen werden. Hier sieht der Anwender den Beitrag einzelner Prozessschritte (z.B. Maischen, Anfahren der Würzekochung etc.) zum Gesamtenergiebedarf und kann darauf reagieren.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

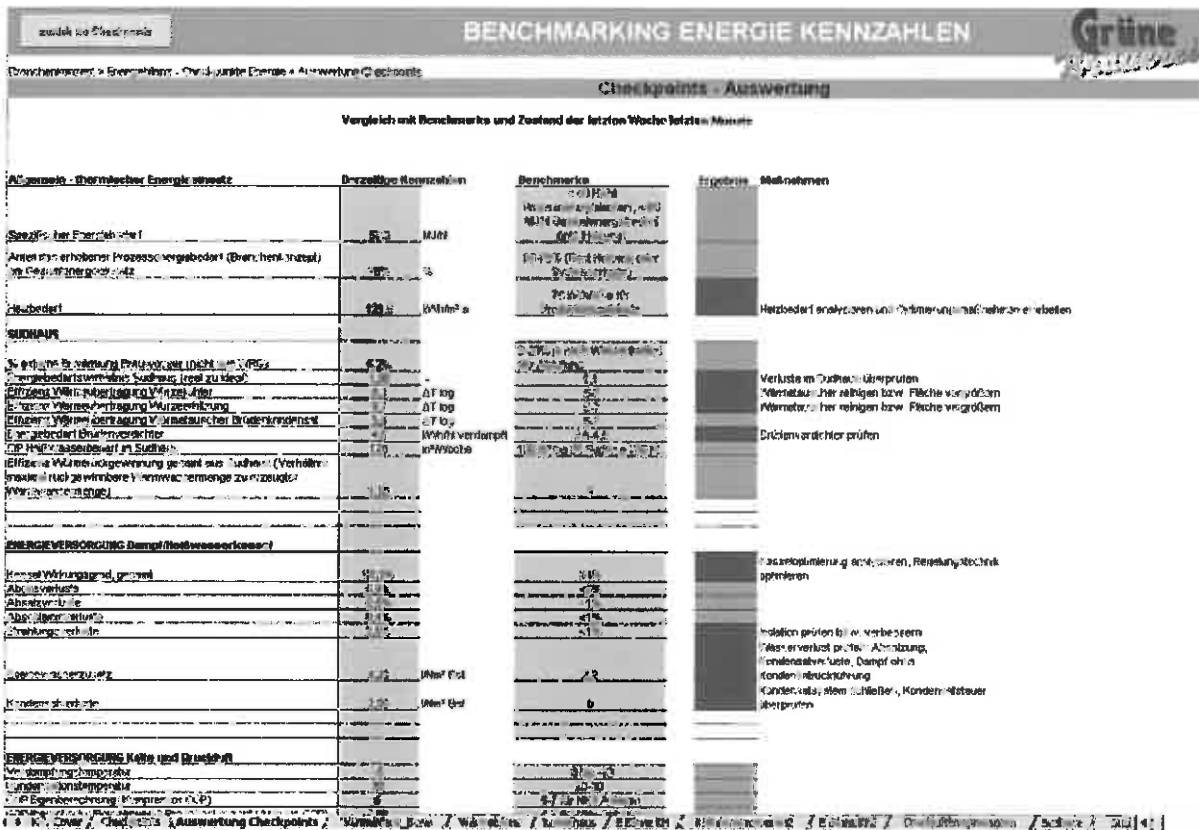


Abbildung 3: Branchenkonzept - Auswertung der Checkpoints

2. Möglichkeiten der Prozessoptimierung in Brauereien

Dieser Teil des Branchenkonzeptes umfasst ein Kompendium an Maßnahmen und energieeffizienten Technologien für jeden Teilbereich der Brauerei (Sudhaus, Kälteversorgung, Reinigung etc.). Per Mausklick bekommt der Anwender einen Überblick an neuen Technologien und Maßnahmen, die mit kurzen Beschreibungen und Literaturangaben hinterlegt sind.

3. Maßnahmenkatalog zur Neuen Energieversorgung in Brauereien

Der Maßnahmenkatalog zur Neuen Energieversorgung in Brauereien ist zunächst nach der Energiebereitstellung gegliedert. So gibt es einen Bereich für Biogas, für Biomasse, für Solarthermie oder für Energie aus Abwärme (Wärmepumpen).

Als ein Beispiel sei der Bereich Biogas als Erklärung der Struktur herausgegriffen: Hier sind die Möglichkeiten der Erzeugung von Biogas in Brauereien auf Basis der Projektergebnisse aus Green Brewery, aber auch auf Basis des Literaturwissens zusammengefasst. Nomogramme stellen das Potential zur Erzeugung von Nutzenergie aus Abwasser und Treber bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen dar. Fokus bildet die Darstellung der Biogasproduktionsmöglichkeiten aus Brauerei-Reststoffen, sowie eine Zusammenstellung möglicher Vorbehandlungsverfahren. Neben der Darstellung der generellen Energieproduktionsmöglichkeiten werden auch die Technologien zur Nutzung des Biogases diskutiert. Für unterschiedliche Technologien (die Aufbereitung und Integration in ein zentrales Gasnetz, die Mono- oder Co-Verbrennung in Gaskesseln, Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) Anlagen etc.) gibt es Dokumente, die prinzipielle Technologiebeschreibungen und die Integrationsmöglichkeiten bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen in Brauereien darstellen.

Ähnlich sind die Bereiche für Biomasse (Treber, Pellets, Hackgut etc), für Solarthermie, für Fernwärme und Wärmepumpen aufgebaut. Weiters gibt es einen Fokus-Bereich für Absorptionskälte.

Das Ergebnis aller Berechnungen und Darstellung der Integrationsmöglichkeiten von erneuerbaren Energieträgern führt insbesondere zu folgenden wichtigen Schlussfolgerungen:

- Die Steuerung des Heißwasserhaushalts einer Brauerei stellt die zentrale Herausforderung der Integrationsmöglichkeiten von Abwärme oder neuen Energieversorgungstechnologien für die Energieversorgung dar. Ein wichtiger Punkt bei der Optimierung des Wasserhaushaltes ist die Beachtung der unterschiedlichen Temperaturniveaus sowie nötige Speicherregelungen und Speichergrößen.
 - Ein Ergebnis der Pinch Analyse ist, dass Energieschaukeln sinnvoll integriert werden müssen. Die bei höchsten Temperaturen anfallende Energie muss auf hohem Niveau genutzt werden und sollte nicht mit Frischwasser gekühlt werden. Eine sich schon langjährige im Einsatz befindliche intelligente Energieschaukel funktioniert, indem das heiße Brauwasser zur teilweisen Vorwärmung der Würze eingesetzt wird und anschließend als Brauwasser mit noch genügend warmer Temperatur weiters einsetzbar ist. Dieses System ist derzeit in einer oberösterreichischen Brauerei der Brau Union Österreich installiert und beweist schon langjährig die Einsparmöglichkeiten durch intelligente Heißwasserführung.
 - Nach den exergetischen Kriterien der Pinch Analyse wäre es beispielsweise empfehlenswert, das Einmaischwasser (61 °C) nicht aus dem heißen Brauwasser (85 °C) bereitzustellen, sondern andere vorhandene Wärmequellen bei 65-70°C (z.B. aus Brüdenkondensat WRG oder aus Enthitzer der Kältemaschinen) dafür zu verwenden. Damit kann das in den Abfüllungen benötigte 85 °C heiße Wasser optimiert aus dem Brauwasser bereitgestellt werden. Die Analyse für die drei betrachteten Brauereien zeigt, dass diese Maßnahme nur bei hohem Wasserbedarf in den Abfüllungen sinnvoll ist, wenn dadurch eine Verringerung des Nachheizbedarfs in den Abfüllungen erreicht werden kann. Die Simulation von nötigen Energiespeichern ist jedenfalls entscheidend.
- Da der Wasserhaushalt entscheidend von der Produktionskapazität (Sudhaus vs. Abfüllung) und von der Anlagentechnik der Brauerei (beispielsweise Einsatz von mechanischen Brüdenverdichtern vs. Pfannendunstkondensatoren im Sudhaus) beeinflusst wird, können allgemeine Aussagen hinsichtlich sinnvoller Integration von Versorgungstechnologien nur unter Kenntnis dieser grundlegenden Parameter erfolgen. Im Branchenkonzept werden daher für diese unterschiedlichen Rahmenbedingungen Empfehlungen abgegeben bzw. Entscheidungsbäume dargestellt.
- Im Rahmen der Erhebungen in diesem Projekt hat sich gezeigt, dass durch die großen Potentiale der Wärmerückgewinnung der Einsatz von Solarthermie für die Brauprozesse für österreichische Brauereien im Einzelfall zu prüfen ist. Der Energiebedarf im Niedertemperaturbereich (bis auf die Heizung) kann zum großen Teil aus vorhandenen Abwärmequellen gedeckt werden. Prinzipiell ist in Brauereien der Einsatz von Heißwassersystemen zur Versorgung von Anlagen, insbesondere in den Abfüllungen (Flaschenwaschmaschine, Pasteur) zu empfehlen. Auf Grund der dadurch niederen Temperaturen in den Leitungen, Energiespeicher und Wärmetauscher können Systemverluste, die in Brauereien durch diskontinuierliche Prozesse und lange

Verteilungswege recht hoch sind, reduziert werden. Eine Integration von solarer Prozesswärme in diese Heißwasserversorgung ist technisch sinnvoll, die Wirtschaftlichkeit ist wie erwähnt im Einzelfall in Abhängigkeit der Globalstrahlung und der Effizienz der eingesetzten Kollektoren zu analysieren. Auch internationalen Kontext und beim Bau von Neuanlagen, deren Anlagen zumindest teilweise mit Heißwasser betrieben werden (Maischen, Flaschenwaschmaschine etc.), stellt solare Prozesswärme eine sinnvolle Alternative dar.

- Der Einsatz von KWK Anlagen ist durchaus sinnvoll, wenn genügend Wärmebedarf bei 90°C zur Verfügung steht, welcher nicht über die Wärmerückgewinnung gedeckt werden kann. Bei Produktionsstandorten, die über einen Pfannendunstkondensator verfügen und die Wärme aus den Enthitzern der Kältemaschinen bei relativ hohem Temperaturniveau ($T=70-80^{\circ}\text{C}$) generieren können, wird der Einsatz von KWK Anlagen daher nur sinnvoll sein, wenn die Abwärme zur Kälteproduktion bestimmter Bereiche (z.B. Hefekühlung, Brauwasserkühler) über eine Absorptionskälteanlage sinnvoll eingesetzt werden kann.
- Der Einsatz von Absorptionskälteanlagen ist in Brauereien insbesondere für die Deckung des Kühlbedarfs im Bereich der Hefekühlung und des Brauwasserkühlers interessant, da hier die nötigen Kaltwassertemperaturen nicht zu gering sind und damit die Antriebstemperaturen über (verfügbares) Heißwasser bereitgestellt werden können. Wichtig dabei ist die Sicherstellung eines Kaltwasserspeichers, um der Absorptionskälteanlage einen weitgehend konstanten Betrieb zu ermöglichen. Über die Wirtschaftlichkeit von Absorptionskälteanlagen entscheidet prinzipiell der vorhandene Anlagen COP (Leistungszahl der Anlage) der derzeit genutzten Kältemaschine, der Strompreis, der Wärmepreis und schließlich der erreichbare COP bei der Absorptionskälteanlage.
- Für eine Brauerei mit optimierter Wärmerückgewinnung und ähnlicher Produktionskapazität im Sudhaus und in der Abfüllung (d.h. kaum Fremdfüllung) ist die Deckung des Energiebedarfs durch die Nutzung der brauereieigenen Reststoffe möglich. Davon ausgenommen ist der Heizbedarf, der jedoch im Niedertemperaturbereich liegt und ein Potential für einen solarthermischen Einsatz darstellt oder über Fernwärme gedeckt werden kann.
- Bei der Fermentation der Brauerei-Reststoffe in Biogas können ca. 36 MJ/hl erzeugt werden, während die Verbrennung von Treber mit 40% Feuchte ca. 46,5 MJ/hl erzeugen kann (Basis 15.000 t/a Frischtreber bei 900.000 hl Bierausstoß). Dabei ist die Trocknung der Treber vor der Verbrennung nötig (Frischtreber mit 80% Feuchte – mit einem Energieinhalt von 24,7 MJ/hl), welche durch die Schwammwirkung des Trebers nicht trivial ist. Für die näher betrachteten steirischen Brauereien wird für einen Umstieg auf erneuerbare Energieträger zur Versorgung der Dampfschiene die Produktion von Biogas empfohlen, wenn
 - nach Integration der vorgeschlagenen Wärmeintegrationsmaßnahmen die neue Energieversorgung rasch in der Lage sein muss Spitzen abzudecken (Sudhaus)
 - wenn die Infrastruktur zur Verfügung steht (Integrationsmöglichkeiten von Biogas in die Gasbrenner) bzw. Kooperationsmöglichkeiten mit vorhandenen Biogasanlagen gegeben sind sowie Möglichkeiten der Aufbereitung und Integration des Biogases in das Ferngasnetz zur Verfügung stehen. Die bestehende Infrastruktur kann eine wirtschaftliche Umsetzung unterstützen.

Die Projektergebnisse werden durch das entwickelte Branchenkonzept eine weite Verbreitung innerhalb der österreichischen Brauereien erfahren und dazu beitragen, dass es zu einem raschen Multiplikatoreffekt kommen wird.

3.2 Umsetzungskonzept für die Brauereien

Umsetzungskonzept für die Brauereien

Brauerei Göss

Zusammengefasst beinhaltet das Konzept für die Grüne Brauerei Göss folgende Maßnahmen zur **Optimierung der Energieeffizienz**:

- Wärmerückgewinnung aus dem heißen Abwasser nach der Sudhaus CIP, Bereitstellung von 110 m³ Warmwasser mit 70°C;
- Nutzung der Brüdenabwärme während des Ankochens im Sudhaus, Bereitstellung von 120 m³ Heißwasser mit 90°C;
- Nutzung der Kondensatübertemperatur im Sudhaus und Bereitstellung von 120 m³ Heißwasser mit 90°C bzw. Schließung des Kondensatnetzes;
- Wärmerückgewinnung aus dem heißen Abwasser aus der KEG Reinigungsanlage, Bereitstellung von ca. 200 m³ Warmwasser mit 65°C;
- Nutzung des Überwassers in der KEG Anlage zur Vorwärmung;
- Optimierung des regenerativen Anteils des KZE in der Flaschenhalle;
- Austausch des Speisewasserkessels (schon realisiert);
- Optimierte Kesselspeisewassererwärmung durch Speisewasserunterkühlung vor dem Economizer.

Der **verbleibende erfasste Prozessenergiebedarf** (nach Integration der Fernwärme (realisiert) und Optimierung der Wärmerückgewinnung) beträgt **580 MWh/Monat bzw. 6.900 MWh/a**. Im Vergleich dazu wurde für den Energiebedarf aller Prozesse im Referenzmonat April 2008 noch ein Bedarf von 795 MWh/Monat erhoben. Die **Einsparung durch das Wärmerückgewinnungskonzept** beträgt 190 MWh/Monat bzw. **25 % des Prozessenergiebedarfs**. Der Heizbedarf ist dabei nicht berücksichtigt, da auch dieser über den Fernwärmeanschluss gedeckt wird.

Das bedeutet, dass **theoretisch 22 MJ/hl an zusätzlicher externer thermischer Energie in Göss ausreichend** wäre. Da der erfasste Prozessenergiebedarf nur 65 % der derzeit eingesetzten Nutzenergie beträgt und die Integration von real auftretenden Energieverlusten notwendig ist, sowie die Einrechnung der Fernwärme, ist ein minimaler Endenergiebedarf von 37 MJ/hl realistisch.

Bei der Analyse des verbleibenden Energiebedarfs ist deutlich zu erkennen, dass in nur wenigen Stunden des Monats eine hohe Energiespitze von der Versorgung zu decken ist. Diese Tatsache führt zu dem Bedarf einer schnell reagierenden und gut regelbaren Energieversorgung für den Energiebedarf ab einem Temperaturniveau von 85 °C.

Durch die Rahmenbedingungen in Göss (bestehende Kessel für Biogasverbrennung) wird daher eine Nutzung der anfallenden Brauereireststoffe in Form von Biogas zur Deckung des restlichen Energiebedarfs für die Brauerei Göss vorgeschlagen.

Energie der Zukunft

Klima- und Energieministerium des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsanstalt

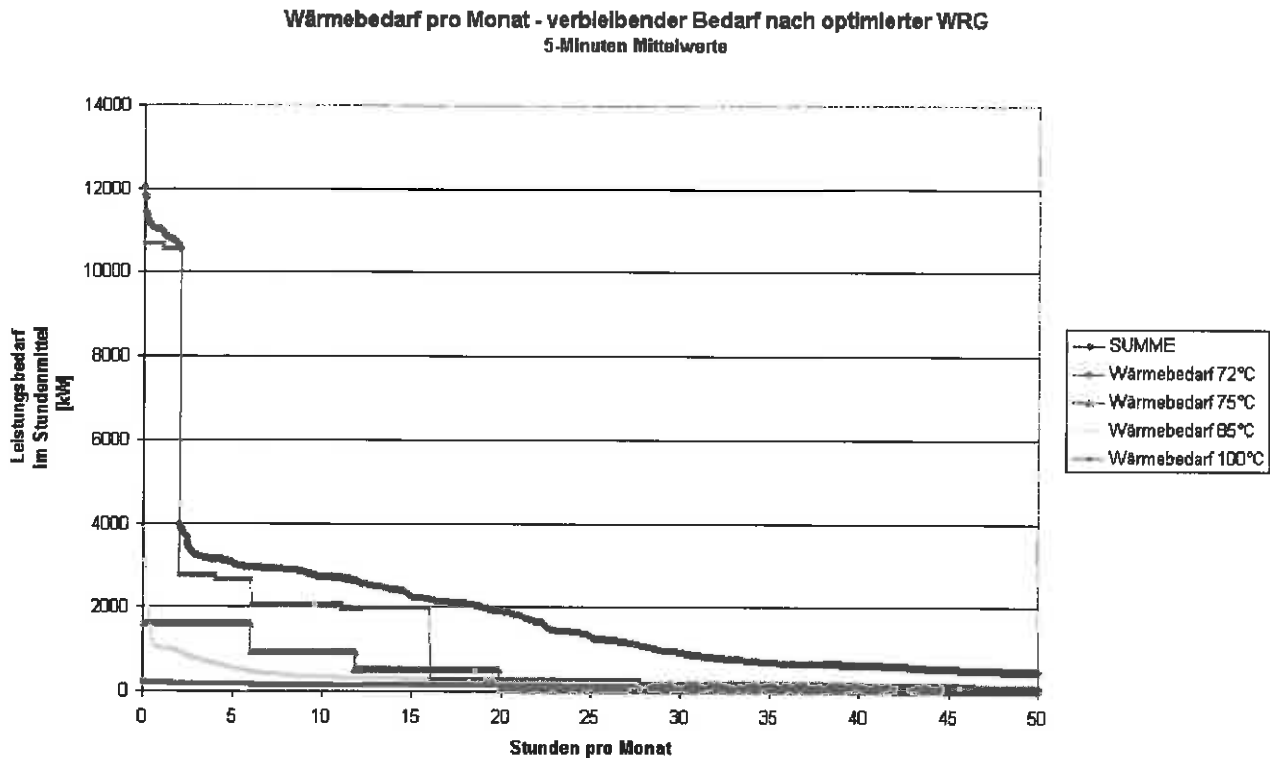


Abbildung 4: Verbleibender Prozessenergiebedarf für die Dampfversorgung nach der Optimierung

Die Laborergebnisse zeigen, dass 112 Nm³Biogas / Tonne Frischtreber erzeugt werden können mit einem mittleren Methananteil von 67 %. Für eine konservative Darstellung wurde ein Methangehalt von 60 % in die weitere Berechnung einbezogen. In einem Kessel mit 90 % Umwandlungseffizienz können damit 9.000 MWh/a erzeugt werden bzw. bei einem Ausstoß von 900.000 hl Bier 36 MJ/hl.

Die Projektergebnisse zeigen somit, dass

- der Gesamtenergiebedarf schon während der Projektbearbeitung (ohne Heizung) in den Sommermonaten auf 45 MJ/hl gesenkt werden konnte (erreicht durch Optimierung im Kondensatsystem und Kesselhaus),
- eine Wirkungsgradsteigerung durch Optimierung des Speisewassertanks im Kesselhaus möglich ist (Annahme 2-3 % Effizienzsteigerung),
- durch die Wärmerückgewinnung 25 % des erfassten Prozessenergiebedarfs bzw. 2.500 MWh/a Nutzenergie eingespart werden können (entsprechend 2.800 MWh Endenergie bei zukünftiger 90 %-iger Umwandlungseffizienz),
- der optimierte Biogaseinsatz aus dem Betriebsabwasser den Energiebedarf um 5 % senken konnte,
- **der verbleibende Energiebedarf nach Umsetzung aller Maßnahmen vollständig von Biogas aus Trebern (bzw. Brauereireststoffen) mit einem Energieinhalt von 36 MJ/hl gedeckt werden kann.**

Energie der Zukunft

Klima- und Energieforum des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungs-gesellschaft

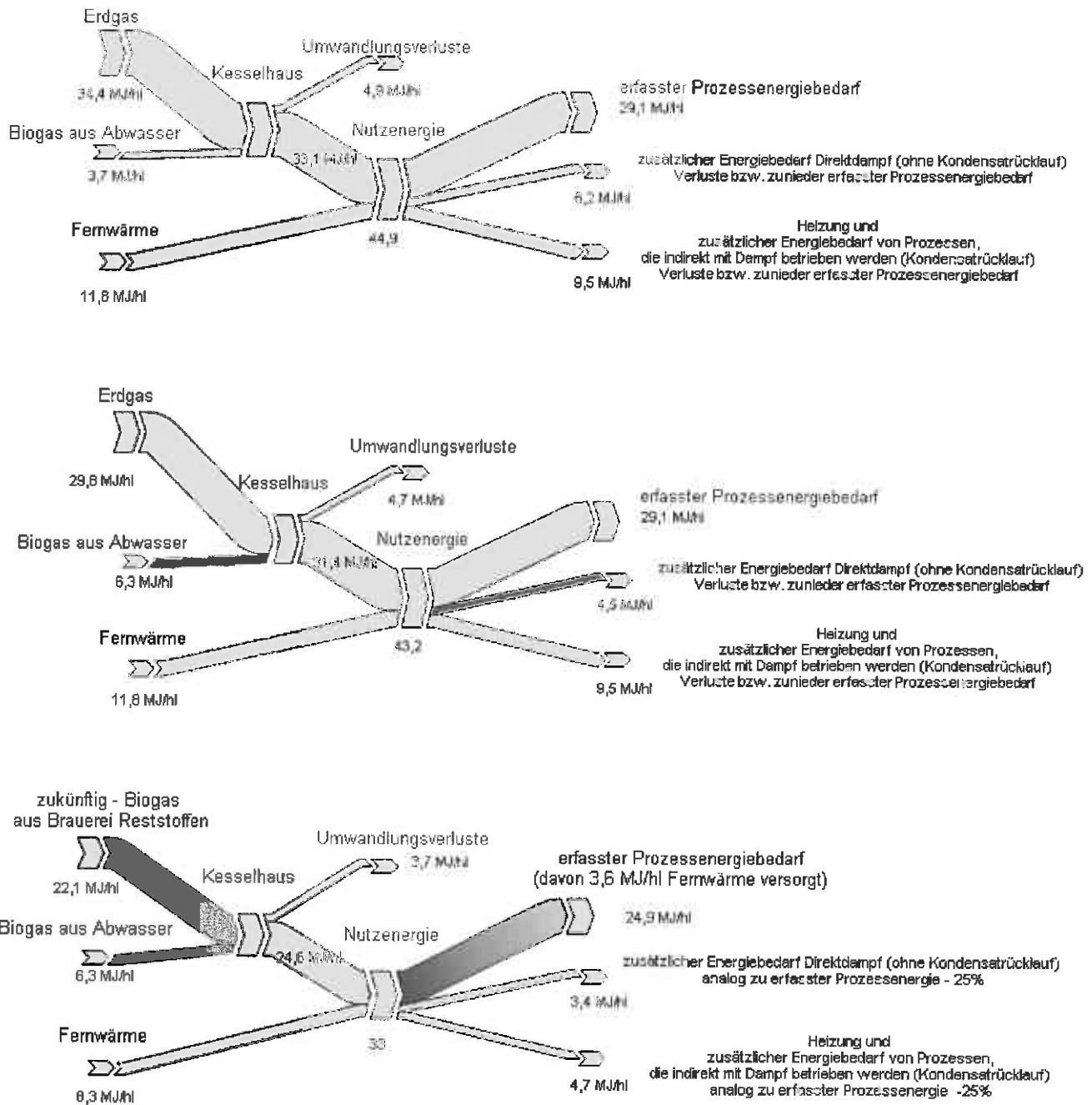


Abbildung 5: Energiebedarf Göss: bei Projektstart April 2008 (oben), bisher erreichte Einsparungen 2009 (Mitte) und zukünftiger Ausblick (unten) [Die Heizung muss für die erneuerbare Energieversorgung nicht detaillierter betrachtet werden, da diese über Fernwärme aus erneuerbarer Energie bereits gedeckt ist].

Brauerei Puntigam

Im Rahmen des Projektes Green Brewery wurden die zentralen thermischen Energieverbraucher der Brauerei Puntigam betrachtet. Auf Basis der Produktionsdaten wurde der minimale Energiebedarf für die Versorgung der Prozesse berechnet und im Vergleich mit der tatsächlichen eingesetzten Energie eine Gesamtenergiebilanz erstellt.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Auf Basis der Daten wurde eine Gegenüberstellung aller erfassten Wärmequellen und Wärmesenken in der Brauerei inkl. der zur Verfügung stehenden bzw. benötigten Temperaturniveaus durchgeführt. Folgende Optimierungsmaßnahmen wurden in der Brauerei Puntigam im Jahr 2009 diskutiert und werden zur Umsetzung empfohlen:

- Würzekühler - Einsparpotential 0,7 MJ/hl
 - Vergrößerung des Würzekühlers
 - Vorkühlung des Brauwassers zur Reduktion des Kühlbedarfs vor Einsatz im Würzekühler
- Optimierung Knallgasabsaugung an der Flaschenwaschmaschine - Einsparpotential 0,4MJ/hl (schon realisiert)
- Wärmerückgewinnung aus den Kältemaschinen für
 - Kesselspeisewasservorwärmung - Einsparpotential 2 MJ/hl und
 - Brauchwassergewinnung - Einsparpotential 0,7 MJ/hl

Weiters wird nach den Erfahrungen in anderen Brauereien empfohlen, das Kondensatsystem hinsichtlich Optimierungsmöglichkeiten detaillierter zu analysieren. Neben der Prüfung aller Kondensatstauer und Dampfventile, gilt es auch Verluste des offenen Kondensatsystems zu reduzieren. Zur Reduktion der Systemverluste wird empfohlen, den Einsatz des bestehenden BHKW auszubauen und eine Heißwasserversorgung für einige Anlagen in den Abfüllungen (Flaschenwaschmaschine, Pasteur) zu installieren. Dazu gilt es den definierten Fragestellungen zur Effizienz des BHKWs, die in der Studie identifiziert wurden, detailliert nachzugehen.

Zusammengefasst zeigen die bisherigen Diskussionen ein **Einsparpotential** durch Optimierungen **von ca. 1100 MWh/a an thermischer Energie bzw. 3,8 MJ/hl und 190 MWh/a an elektrischer Energie.**

Beim derzeit nicht zuordenbaren Energiebedarf von 18,2 MJ/hl muss weiter untersucht werden, inwiefern dieser Verluste umfasst und ob er reduziert werden kann, oder ob er bisher nicht betrachteten nötigen Prozessenergiebedarf darstellt. In einer konservativen Berechnung wird zunächst davon ausgegangen, dass zukünftige Optimierungsmaßnahmen in der Wärmeverteilung und im Kondensatsystem nur 25 % dieses Energiebedarfs reduzieren können. Der thermische Nutzenergiebedarf im Sommer würde damit in Zukunft 47 MJ/hl betragen. Unter Einberechnung des verbleibenden Energiebedarfs des Kesselspeisewassertanks und eines Wirkungsgrades von 90 % für die Energieumwandlung, ergibt sich ein zukünftiger Endenergiebedarf von 53 MJ/hl in den Sommermonaten (Heizung zusätzlich ca. 8 MJ/hl im Jahresdurchschnitt).

Die Darstellungen zeigen, dass die in den Brauerei Reststoffen enthaltene Energie nicht ausreichend ist, um den derzeitigen bzw. den durch bisher identifizierte Maßnahmen zukünftig erwarteten Energiebedarf des BHKW und des Dampfkessels zu decken.

Der theoretisch erfasste thermische Energiebedarf ist zwar insgesamt geringer als der Energieinhalt der Reststoffe (Treber), der über Verbrennung oder Vergärung gewonnen werden kann, die reale Situation zeigt aber einen weit höheren Energiebedarf.

Aufgrund der bestehenden Rahmenbedingungen wird zur langfristigen Realisierung einer thermischen Energieversorgung ohne fossile CO₂ Emissionen in einem ersten Schritt empfohlen, die Treber der Brauerei Puntigam in der geplanten Trebervergärung in Leoben mitzuvergären und das

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

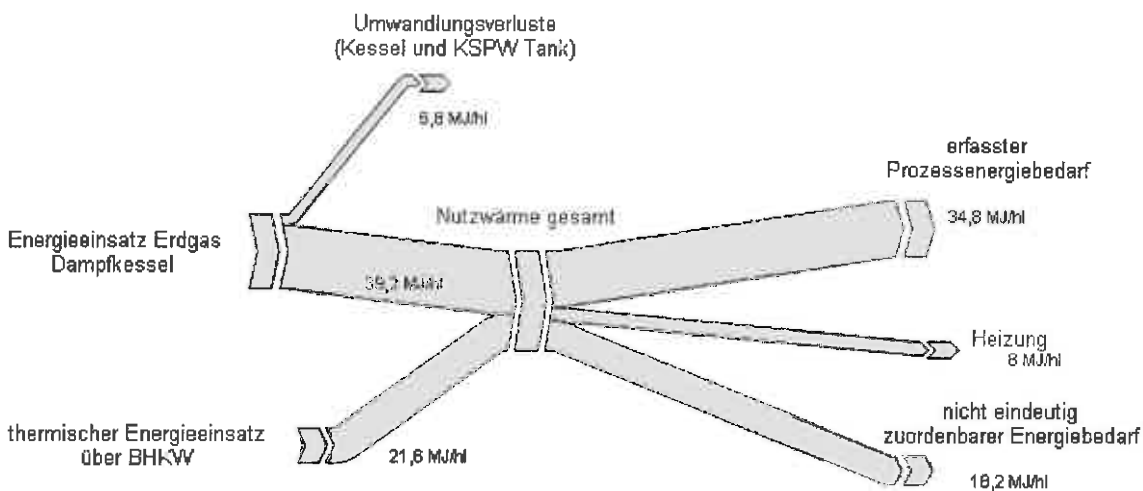
Biogas über die Aufreinigung in das Erdgasnetz einzuspeisen. Damit kann der Erdgasbezug der Brauerei Puntigam in Graz zumindest anteilig als CO₂ neutrales Gas bilanziert werden.

Ob dieses Gas in dem Blockheizkraftwerk (BHKW) oder im Dampfkessel eingesetzt wird, ist im ersten Schritt nicht entscheidend. Jedenfalls können mit dieser Maßnahme **36 MJ/hl an CO₂-neutraler Nutzenergie in Form von gereinigtem Biogas in der Brauerei Puntigam für den Ersatz von Erdgas** bezogen werden. Das entspricht ungefähr 75 % des zukünftig erwarteten thermischen Nutzenergiebedarfs im Sommer (47 MJ/hl).

Dieses CO₂-neutrale Gas kann auch in den BHKWs eingesetzt werden, um nach derzeit bekannten Wirkungsgraden 35,6 % Strom und 64,4 % thermische Energie zu erzeugen.

Langfristig wird empfohlen, dem derzeit nicht eindeutig zuordenbaren Energiebedarf nachzugehen und insbesondere die Energieverluste im Kondensatsystem, Energieverteilungs- und Speicherverluste oder derzeit nicht näher betrachtete Prozesse – beispielsweise den Energiebedarf für die CO₂ Verdampfung, der durch Niedertemperaturabwärme gedeckt werden könnte - detailliert zu analysieren um den spezifischen Energieverbrauch weiter senken zu können.

Bei wirtschaftlichem Betrieb des BHKWs soll langfristig im Rahmen dieser Betrachtung auch die Möglichkeit analysiert werden das über das BHKW erzeugte Heißwasser für den Betrieb der Flaschenwaschmaschine (analog zum Fernwärmebetrieb der Anlage in Göss) einzusetzen.



Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

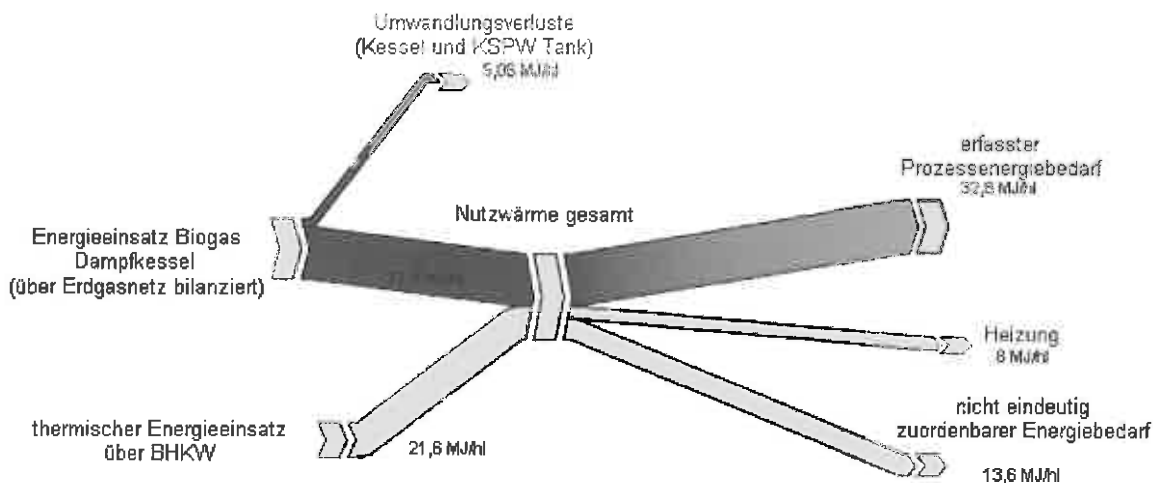


Abbildung 6: Derzeitige und zukünftige Wärmebilanz der Brauerei Puntigam im Jahresdurchschnitt (Erdgas über Netzeinspeisung CO₂ neutral bilanziert, Beispiel – Bilanzierung für Dampfkessel)

Brauerei Schladming

Die Brauerei Schladming wird derzeit über einen öl-betriebenen Heißwasserkessel mit 1200 kW Leistung und einem ebenfalls ölbetriebenen Dampfkessel mit 100 kW Leistung versorgt. Im Jahr 2008 wurden in der Brauerei 86.245 kg Heizöl im Jahr eingesetzt. Im Mittel entsprach das einem spezifischen Wärmebedarf von 149,5 MJ pro produziertem Hektoliter Bier.

Der erfasste Prozessenergiebedarf (vor allem Sudhaus und Flaschenwaschanlage), auf Basis der aufgenommenen Prozessdaten und einer minimalen Bedarfsrechnung, ist ungefähr 550.000 kWh/a bzw. 79,7 MJ/hl. Im Vergleich dazu wurden die eingesetzte Energie und die über die Kesselwirkungsgrade berechenbare Nutzenergie für den Dampfkessel und den Heißwasserkessel zusammengestellt. 925.000 kWh/a an Nutzenergie werden in den Kesseln erzeugt, 550.000 kWh/a können eindeutig den Prozessen über die Produktionsdaten zugeordnet werden. Betrachtet man den Verlauf des thermischen Energiebedarfs über das Jahr, kann der Heizbedarf zumindest näherungsweise mit 200.000 kWh/Jahr bestimmt werden. Der erfassbare Energiebedarf beträgt daher 750.000 kWh/a. Im Vergleich mit der Nutzenergie von 925.000 kWh, können daher 81,6 % der Nutzenergie dem thermischen Prozessenergiebedarf bzw. der Heizung zugeordnet werden.

Das nachfolgende Sankey Diagramm stellt die dargestellten Energiebedarfs- bzw. -einsatzwerte in MJ pro produziertem Hektoliter Bier dar. Es zeigt sich, dass selbst der minimale thermische Energiebedarf auf Basis der Prozessdaten für das Sudhausbedarf durch den Einsatz des Pfannendunstkondensators, der in Schladming nicht gleichzeitig für den Energiespeicher eingesetzt wird, im Vergleich zu den Brauereien Göss und Puntigam deutlich höher ist.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

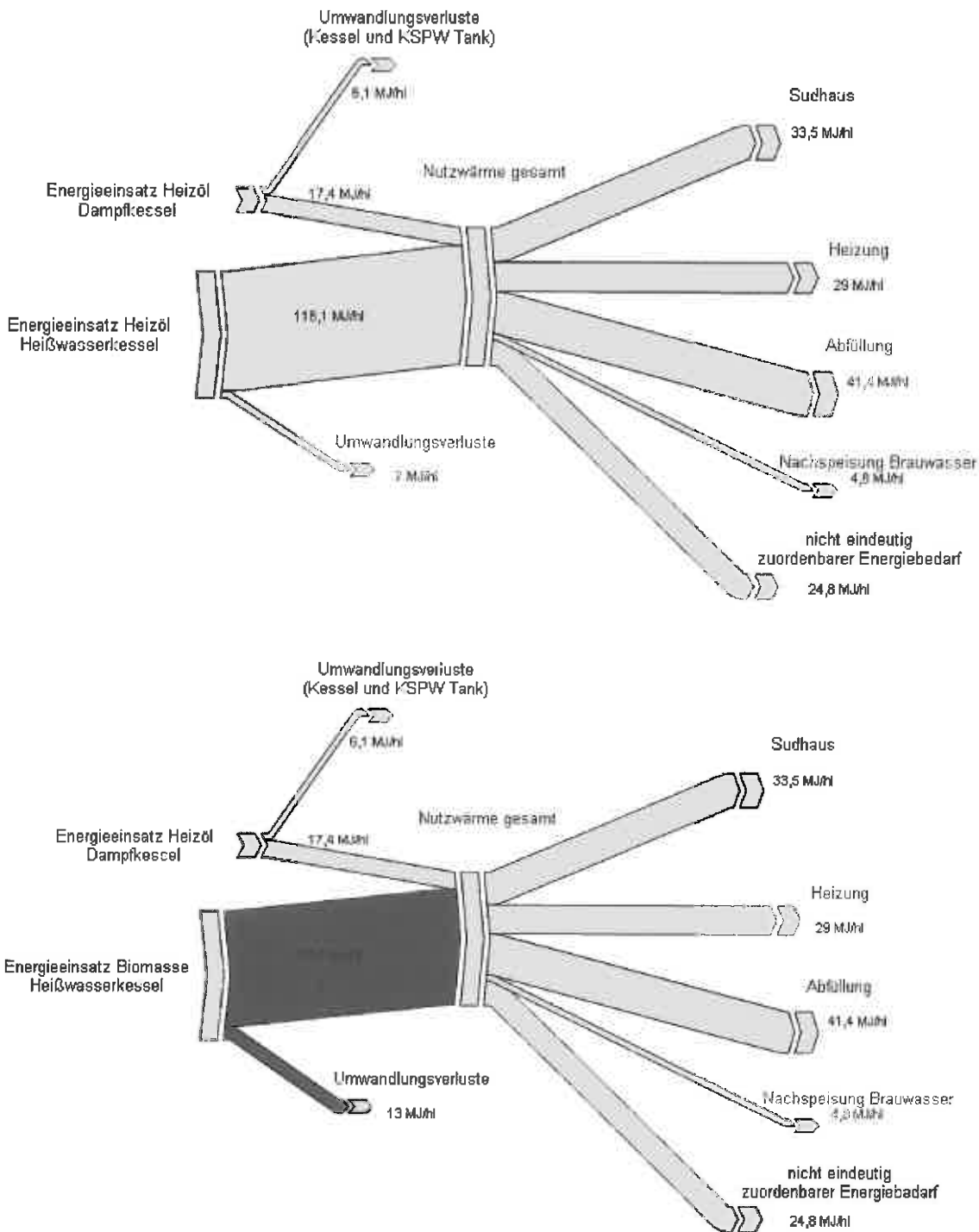


Abbildung 7: Derzeitige und zukünftige spezifischen Wärmebilanz in Schladming im Jahresdurchschnitt

Da in der Brauerei Schladming aufgrund der Größe und damit nicht kontinuierlichen Produktion (welche ein schlechteres Potential für Wärmerückgewinnungsmaßnahmen mit sich bringt) der thermische Energiebedarf weit höher liegt als in größeren Brauereien, wird die Abdeckung des Prozessenergiebedarfs in Schladming über die eigenen vorhandenen Ressourcen kurz-mittelfristig praktisch nicht umsetzbar sein. Die kleinen Produktionsmengen und damit verbunden geringen Einsparungen verhindern Investitionen zur Prozessoptimierung, da diese wirtschaftlich derzeit nicht darstellbar sind.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Auf Basis der Informationen aus dem Branchenkonzept werden für die Brauerei Schladming Möglichkeiten zur CO₂ neutralen thermischen Energieversorgung diskutiert. Generell bietet der Einsatz des Heißwasserkessels für die Versorgung der thermischen Prozesswärme mehrere Alternativen, die letztendlich eine wirtschaftliche Entscheidung verlangen.

Für eine CO₂ neutrale Energieversorgung wird aufgrund der Rahmenbedingungen der Brauerei empfohlen, den Heißwasserkessel über Biomasse zu beheizen. Eine Investition in einen Festbrennstoff-Kessel wäre kurzfristig die sinnvollste Variante um den Heißwasserkessel mit den für den Kochvorgang benötigten Heißwassertemperaturen zu betreiben. Weiters könnte für die Deckung der Niedertemperaturabwärme (Heizung) ein Fernwärmeanschluss an die Fernwärmeleitung der Stadtgemeinde sinnvoll sein. In eine derartige Heißwasserschiene, die bei etwas geringerer Temperatur Prozesse versorgt (Heizung, KEG Anlage zum Teil, Maischen etc) kann auch Solarthermie eingebunden werden.

Bei Installation eines Biomasse Kessels wird die teilweise Biomasse Versorgung aus eigenen Reststoffen bei geeigneten Kooperationsmöglichkeiten empfohlen: In Zusammenarbeit mit lokalen/kommunalen Biogasanlagen (bzw. der Biogasanlage Leoben) kann die Vergärung der Treber extern durchgeführt werden, die getrockneten Gärrückstände zur Brauerei Schladming rückgeführt werden und dort verbrannt werden.

Für die tatsächliche Entscheidung zur Umsetzungen in der Brauerei Schladming sind aus Sicht des Projektteams insbesondere die offenen Punkte der Energiebilanz zu klären. Für die Einbindung der neuen Energieversorgung sind Fragestellungen zur Einbindung des städtischen Fernwärmenetzes und zur Installation einer eigenen Niedertemperatur-Heißwasser-Schiene zu prüfen, sowie im Anschluss eine detaillierte Planung eines Festbrennstoff-Kessels durchzuführen.

Gesamteinsparungen aller 3 Brauereien

Das Einsparpotential der CO₂ Emissionen liegt für die Brauerei Puntigam und die Brauerei Göss bei 5.140 Tonnen/a. Diese Einsparungen können durch eine Kombination aus Effizienzmaßnahmen und der Umwandlung von Trebern in Biogas erreicht werden. Für die Brauerei Göss kann damit eine thermische Energieversorgung ohne den weiteren Einsatz von fossilen Brennstoffen ermöglicht werden. Für die Brauerei Schladming liegt das Einsparpotential an fossilen CO₂ Emissionen bei 278 Tonnen/a durch Umstieg auf einen Biomasse-Kessel.

4 Ausblick und Empfehlungen

Die Projektergebnisse werden vom Konsortium in unterschiedlicher Hinsicht verwertet werden.

Aufgrund der Anstrengungen des Mutterkonzerns Heineken International, die CO₂ Emissionen drastisch zu senken, wurde ein Vision Paper vor kurzen veröffentlicht, in dem die Vision 2020 „Energy&Water“ für Heineken International dargestellt wird. Auf Grund der erfolgreichen Projektergebnisse des Projektes Green Brewery sind die Verarbeitung der Projektergebnisse und eine Weiterführung der erarbeiteten Lösungswege in diesem Konzept geplant. Ziel wird es u.a. sein, das Branchenkonzept in ein Ausbildungsprogramm für die zukünftigen „Energy Champions“ aller Heineken International Brauereien einzuführen. Bei diesen weiterführenden Aktivitäten werden alle Standorte der Brau Union Österreich auch involviert sein.

Die Brauerei Göss, für die ein mittelfristiges Umsetzungskonzept zur vollständigen Deckung des Energiebedarfs aus fossilen Energieträgern erarbeitet werden konnte, wird die Umsetzung der

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Grünen Brauerei und die Nutzung der Treber, sowie sonstiger Reststoffe der Brauerei zur Energieerzeugung weiter forcieren.

Das Projekt Green Brewery hat eine Vielzahl von möglichen neuen Technologien und Optimierungsmaßnahmen für Brauereien untersucht und diese in ein Branchenkonzept zusammengeführt. Fokus war dabei die thermische Energie. Ziel ist es, in weiterer Folge das bestehende Konzept laufend weiter zu entwickeln und zu optimieren (beispielsweise durch die Zusammenarbeit mit Brauerei-Anlagenbauern), sowie die Aspekte der elektrischen Energieversorgung verbessert einzuarbeiten. Dazu sollte ein Analysetool für KWK Systeme, ähnlich wie es derzeit für Dampfkessel im Branchenkonzept inkludiert ist, erarbeitet werden.

Die Berechnungsmöglichkeiten im Branchenkonzept bauen besonders auf der Anlagentechnik, die in den 3 Fallstudien zu finden ist, auf. Damit sind die wichtigsten Anlagen der österreichischen Brauindustrie erfasst. Das Branchenkonzept soll durch die zukünftige Anwendung laufend erweitert werden, um fehlende Anlagen (Dosenabfüllungen) bzw. Anlagentechniken (spezielle Würzekochverfahren) zu integrieren.

Da die Relevanz des Heißwasserhaushaltes in Brauereien für die Umsetzung von CO₂ neutraler Energieversorgung offensichtlich ist, wäre eine Entwicklung von Simulationstools für Industrie-Wasserspeicher (Größenordnung 50-400 m³) sinnvoll. Dabei ist besonders eine Verarbeitung von dynamischen Prozessdaten, idealerweise direkt aus der Betriebsdatenerfassung, empfehlenswert.

Für die Umsetzung der Brauerei-Reststoffe in Biogas wurden Laboruntersuchungen durchgeführt, Literaturwerte zusammengestellt und Diskussionen mit Anlagenbauern sowie Experten der Treberbehandlung geführt. Eine Pilotanlage zu Monovergärung wurde kürzlich von einem steirischen Anlagebetreiber in Zusammenarbeit mit Experten aus Weihenstephan in Betrieb genommen. Für die großtechnische Umsetzung wird in Zusammenarbeit mit Anlagentechnikern und Biotechnologen zu prüfen sein, ob das derzeit am Markt verfügbare Reaktordesign sich für großtechnische Anlagen bewährt, ob bestehende Multi-Feedstock Anlagen in dieser Hinsicht adaptiert werden können und welchen positiven Einfluss spezielle Vorbehandlungstechnologien tatsächlich mit sich bringen können. Die großtechnische Machbarkeit des erarbeiteten Umsetzungskonzeptes wird in einem Demonstrationsprojekt in der Brauerei Göss unter Beweis zu stellen sein. Langfristig sind dabei auch Fragen zur Gärrestverwertung zu klären.

Wie in den Schlussfolgerungen angemerkt, ist der Einsatz von Solarer Prozesswärme in österreichischen Brauereien derzeit nur unter sehr bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich sinnvoll. Contracting Modelle, die eine Dachvermietung zur Einspeisung in ein Fernwärmenetz vorsehen, sind hier beispielsweise zu nennen. Im internationalen Kontext ist dem Einsatz von solarer Prozesswärme besonders in Ländern der südlicheren Breitengrade ein weit größeres Potential einzuräumen. In Zusammenarbeit mit Heineken International wird derzeit die Idee verfolgt, ein Projekt zu Energieeffizienz und Solarer Prozesswärme für Brauereien in der nächsten Ausschreibung von DG Tren bei der Europäischen Kommission zur Förderung einzureichen.

5 Literaturverzeichnis

Liste der im Rahmen des Projektes erfassten Literatur, welche in die Informationen im Branchenkonzept eingearbeitet wurde:

Binkert, Haertl: "Neues Wuerzekochsystem mittels Expansionsverdampfung". In Brauwelt. Bamberg 2001.

Bluemelhuber: "Biomasse zur Energieversorgung in der Brauindustrie". ImmoBrau. 2007.

Kunze: "Technologie Brauer und Maelzer". Berlin.Versuchs- und Lehranstalt fuer Brauerei. Berlin 2007.

Pesta: Die Neuerfindung des Rades? In: "Biogaserzeugung aus Biertrebern". In Brauwelt. München 2008.

Steiner: Brauerei Goesser spart Energie durch Treberverbrennung In: "Brauen ohne Rueckstaende". Brauindustrie. 2004.

Baldauf: "Kaelte fuer Brauereien". Brauindustrie. 1998.

Kantelberg, Hackenseller: Stand der Technik und Ausblick in die Zukunft In: "Zeitgemaesse Wuerzekochung". Brauindustrie. 2001.

Raabe, Henkel: Biogasverstromung nach EEG und KWKG fuer die Brauindustrie In: "Regenerative Energie". Brauindustrie. 2003.

Wasmuht, Mezger, Gattermeyer: Welche Gesamtverdampfung ist noetig, welche ist moeglich? In: "Zwischen Wunsch und Kompromiss". Brauindustrie. 2006.

McCubbin, Flemington et al.: "An Action Plan for reducing greenhouse gas emissions". Saint John: Moosehead Breweries Limited and Canada's Climate Change Voluntary Challenge and Registry Inc. 1999.

Herfellner, Bochmann, Meyer-Pittroff: Die Verwertung von Biertrebern - derzeitiger Stand und neue Ansaetze zur energetischen Nutzung In: "Wirtschaftlich sinnvolle Verfahren". Brauindustrie. 2006.

Galitsky et al.: An Energy Start Guide for Energy and Plant Managers In: "Energy Efficiency Improvement and Cost Saving opportunities for Breweries" California: Energy Analysis Department, Environmental Energy Technologies Division, University of CA. 2003.

Tippmann et al.: Verfahrenstechnik im Brauprozess In: "Maischen und Läutern aus verfahrenstechnischer Sicht" Brauwelt. 2008.

Buchhauser: "Alternativen zu Oel und Gas". Brauindustrie. 2006.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds der Bundesregierung managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Brandl: Erstes Solarbier auf dem deutschen Markt In: "Sonnige Aussichten". Getränkefachgrosshandel. 2007.

Lotz et al.: Untersuchungen zur Bierrueckgewinnung aus Überschusshefe Teil 1 In: "Schonende Separation". Brauindustrie. 2004.

Brewers Association of Canada: "Energy Efficiency Opportunities in the Canadian Brewing Industry". Ottawa. 1998.

Fohr: "Sudhaustechnik auf der Brau Beviiale 2007". Brauwelt. 2007.

Karagiorgas: "Solar Systems Application in the Dairy Industry". Athens: Centre of renewable energy sources (CRES).

Binkert: Neue Kochgeneration In: "Der Innenkocher - ein Selbstläufer". Brauwelt. 2006.

Grosser et al.: "CO₂-Rueckgewinnung in Brauereien". Brauindustrie.2004.

Krones: Engineering, Automatisierung, Inbetriebnahme In: "Steinecker Kellersysteme". Krones. Freising. 2009.

Berger et al. : Praxiserprobte Anwendungen und Innovationen In: "Energieeffiziente Technologien und effizienzsteigernde Massnahmen". UBA. Wien. 2005.

Banke, Kull: BrauKon mit neuem Würzkochsystem In: "Innenkocher? Außenkocher? Vakuumkochung?". Brauindustrie. 2008.

Hackensellner: Energie und Anlagentechnik - Teil2 In: "Würzebereitung mit dynamischer Niederdruckkochung". Brauindustrie. 2001.

Schu: Auswirkungen der Würzekochung auf den Wärme- und Warmwasserhaushalt der Brauerei In: "Welches System für welche Ansprüche". Brauindustrie. 2002.

Australian ministry of industry, tourism and resources: "Pasteurisation options for breweries. Big Energy Project Innovation Workshop Report". Australian ministry of industry, tourism and resources.2002.

Weisser: Brauerei- und Mälzereiabwässer reinigen und Energie gewinnen In: "Wirtschaftlich sinnvolles Konzept". Brauindustrie. 2005.

Krones: "Steinecker wort boiling systems". Freising. 2008.

"Buehler: ""Dynamic low-pressure boiling –systematically optimized for top quality."" "

Vandenbussche: "Entwicklungen in der Sudhaustechnologie" Brauindustrie. 2004.

Energie der Zukunft

Klima- und Energielands des Bundes - managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Masanet et al.: "Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Fruit and Vegetable Processing Industry." Berkeley. 2008.

Petersen: "Brauereianlagen". Berlin. 1986.

Jentsch: "Sudhaustechnologie Stand 2005". Brauindustrie. 2005.

Thuesing: Teil 1 In: "Sparprogramm, Energieeinsparungen beim Brauprozess". Brauindustrie. 2000.

Thuesing : Teil 2 In: "Sparprogramm, Energieeinsparungen beim Brauprozess", Brauindustrie. 2000.

Rümler et al.: "Spurensuche im Sudhaus". Brauwelt. 2007.

Pesta: "Anaerobe Reinigung von Abwässern". Getränkeindustrie. 2004.

Antoni: "Ökonomisch sinnvoll" Getränkeindustrie. 2004.

Frisch: „Die kannst du echt verbrennen“ Brauindustrie. 2005.

Koppenhoefer: "Gewährleistung maximaler Produktsicherheit". Brauindustrie. 2005.

Kunzmann: "Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Reinigung". Brauindustrie. 2006.

Mueller: "Der richtige Dreh. Brauindustrie. 2003.

Abels-Ruemping: "Systemgedanke mit Zukunft Neues Vakuum-CIP-System". Brauindustrie. 2008.

Kalinowski: "Wirtschaftlich Optimieren. Auswahl der richtigen CIP-Anlage". Brauindustrie 2004.

Kirin Brewery: "Japanese brewery MCFC powered by digester gas". 2003.

Becker, Behne: Neue Speichertechnologien machen Überschusswärme nutzbar In: "Abwärme Heute - Nutzwärme morgen". Brauindustrie. 2002.

Burg et al.: Ein Planungskonzept In: "Biogasnutzung in Brauereien". 1996.

Manger: "CIP-Anlagen: Stapelreinigung oder verlorene Reinigung". Brauwelt. 2006.

Weinzierl et al.: Neue Ergebnisse mit dem Würzekochsystem Merlin In: "Zauberhafter Stripper". Brauindustrie. 2000.

Earle: "Unit operations in Food Processing". NZFIST. 1983.

Rieger: "Optimierung des Biomassekessels der Brauerei Göss". Leoben. 2007.

Ledwig et al. : "Stillstand ist Rückstand". Brauindustrie. 2007.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

- Antoni et al.: "Schoko-Verfahren und Wärmehaushalt der Brauerei". Brauwelt. 2005.
- Binkert, Haertl: "Praxiserfahrungen mit dem SchoKo-Verfahren". Brauwelt. 2002.
- Becher, Wüst: "Versuchsanlage zur thermischen Verwertung von Biertreber". Brauwelt. 2007.
- Wirtsch: "Die thermische Verwertung von Biertrebern als umweltfreundliche Energiequelle". Brauwelt. 2006.
- Rümler: Wärmeversorgung von Brauanlagen. In: "Die effektive Nutzung von Dampf". Brauindustrie. 2007.
- Kalinowski: Absorptionskälteanlagen, Wärmepumpen, Strahlpumpen als alternative Technik? In: "Kehrwert der thermischen Energie". Brauindustrie. 2005.
- Sauer: Wirtschaftlichkeit von Brauerei Kälteanlagen In: "Effiziente Kühlung". Brauindustrie. 2004.
- Residua: "Anaerobic digestion". Skipton. 1997.
- Wiegant: Anaerobic wastewater treatment for industrial and domestic wastewater In: "Anaerobic wastewater treatment". Nimwegen.
- Buchanan, Seabloom: "Aerobic Treatment of Wastewater and Aerobic Treatment Units". University of Akransas. Fayetteville. 2004.
- König: Anforderungen und Besonderheiten für Brauereien In: "Abwasserentsorgung Indirekt". Brauindustrie. 2002.
- Wiese et al.: "Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte." Berlin. 2006
- Kirchmeyr, Brunmayr: "Biogas - Energieträger der Zukunft". ARGE Kompost & Biogas. 2005.
- Institut für Umweltingenieurwissenschaften: "Heizwert von Klärschlamm in Abhängigkeit des Wassergehalts". ETH Zürich. IFU. 2005.
- Sedlar et al.: "Energienutzung von Klärschlamm". Umweltbundesamt. Wien. 1991.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: "Energie aus Biomasse". Gülzow. 2000.
- Heidtke: "Geothermal Energy". www.academic.evergreen.edu. 2003.
- Lund: "Characteristics, development and utilization of geothermal resources". Oregon.2007.
- Wendell et al.: "Tapping the Earth's Natural Heat". United States Government Printing Office. Washington. 1994.
- U.S.Department of Energy: "Geothermal Tomorrow 2008". Washington. 2008.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: Planung Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergie Anlagen In: "Leifaden Bioenergie". Gülzow. 2007.

Klass: "Biomass for renewable energy, fuels and chemicals". Academic Press. 1998.

Zentralheizung: "Heizkosten - Heizwert von Hackschnitzel". www.zentralheizung.de. 2008.

Joanneum Research: "Heizwert von Treber". Internes Berechnungstool. 2008.

Faulstich: "Versuchstag Brüdenverdichter". www.weihenstephan.de. TU München. 2008.

Erdmann: "Kostenfragen bei der Markteinführung von stationären Brennstoffzellen". Tu Berlin.

Flottweg: "Bandpress": www.sgconsulting.co.za. 2009.

Energieagentur.NRW: "Energieeffizienz in Brauereien". www.Ea-nrw.de. 2009.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: "Marktübersicht - Hackschnitzel Heizungen". Gülzow. 2007.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe: "Energetische Nutzung von Biomasse durch Kraft Wärme Kopplung". Gülzow 2000.

Bayrisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. : "Heizen mit Holz": www.aelf-ka.bayern.de/natur_umwelt/21239/index.php. 2009.

Das Energieportal: "Pelletheizung. Eine Renaissance des Holzheizens": www.das-energieportal.de. 2009.

Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie: "Photovoltaik: Solarstrom und Solarzellen in Theorie und Praxis." www.solarserver.de. 2009.

Önorm M 7135: "Anforderungen und Prüfbestimmungen für Pellets". Wien. 2000.

Bachhiesl et al.: "Innovative Energietechnologien". Skriptum TU Graz. 2008.

HySolutions: "Heizen mit höchstem Wirkungsgrad". www.hysolutions-hamburg.de. 2009.

Ott: "Anforderungen beim Einsatz von Biogas in Brennstoffzellen". Braunschweig. 2003.

Vaillant : "Regenerative Energien. Brennstoffzelle". www.vaillant.de. 2009.

Oland: "Guide to Combined Heat and Power Systems for Boiler Owners and Operators". Oak Ridge National Laboratory. 2004.

Murauer Brauerei: www.murauerbier.at. 2009.

Energie der Zukunft

Klima- und Energiefonds des Bundes – managed by Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft

Kalab: "Energiekennzahlen und Energiesparpotentiale in Brauereien". Wirtschaftskammer Oberösterreich. 2003.

Solvay Plumbing: "District Heating - Community Energy Diagram." www.solvayplumbing.com. 2009.
SGSW: "Fernwärmeversorgung - Technische Richtlinie". St. Gallen. 2008.

Mohr: Technische Grundlagen, Ökonomie, Perspektiven In: "Zukunftsfähige Energietechnologien für die Industrie". Berlin. 1998.

Sierra Nevada Brewing Company: "Our environment". www.sierranevada.com. Chico. 2009.

Erdinger Weißbräu: "Erdinger Weißbräu mit europaweit erster Brauerei-Brennstoffzelle". www.bestmalz.de. 2009.

Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch: Module, Anbieter, Kosten In: "BHKW Kenndaten 2005". ASUE. Frankfurt. 2005.

Erdgas Oberösterreich: „Energy Globe 2005“ für innovative Biogas-Einspeisung in Pucking In: Biogaseinspeisung in Erdgasqualität.Stand 2006.

U.S.Department of Energy: "Future Fuel Cells R&D". www.fossil.energy.gov. 2009.

Energieportal24: "Brennstoffzellen". www.Energieportal24.de. 2009.

Bode: "HotModule Fuel Cell Efficient, ultra-clean, reliable". Munich. 2008.

Kreith : "Mechanical Engineering". CRC Press. 1999.

Heidelck: "Wärmepumpen in Gewerbe und Industrie - ein Überblick". Hannover.

Haberl : Teil 1: Theorie der Wärmeübertragung In: "Wärmeübertragung in Brauereien". Brauindustrie. 1999.

Steffl: "Wärmepumpen - Die Sparsame und ökologische Heizungsalternative". FachJournal.2007.

Recknagel: "Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik". 2000.

Boles, Cengel: "Thermodynamics - An Engineering Approach". 2003.

Williams: "Fuel Cell Handbook". DOE. Morgantown. 2004.

BIOS: "Basic Information regarding decentralized CHP plants based on biomass combustion in selected IEA partner countries". Graz. 2004.

Klärschlammforum: "Behandlungsarten von Klärschlamm". www.klaerschlammforum.de. 2009.



Die "Grüne Brauerei"

Mit einem Marktanteil von ca. 50% am österreichischen Gesamtbiermarkt beeinflusst Brau Union Österreich entscheidend die Entwicklung des Energiebedarfs in der Brauindustrie in den letzten Jahren. Der Wärmebedarf für das Bierbrauen konnte auf den Standorten der Brau Union Österreich in den letzten drei Jahren um 4,1% gesenkt werden, wobei die Energie großteils durch Gas und Öl bereit gestellt wird. So wurde im Jahre 2006 im gesamten Konzern des Antragstellers in Österreich 95,7 GWh an Wärme konsumiert. Trotz dieser eindeutigen Tendenz den spezifischen Energieverbrauch (MJ/hl Bier) jährlich zu senken, fehlte es bisher an wirklich radikalen Verbesserungen bzw. an einer substantiellen Senkung der CO₂ Emissionen.

Im Projekt „Green Brewery“ wurde durch die Entwicklung und Anwendung eines methodischen Ansatzes der Ausstoß an klimarelevantem CO₂ bei der Produktion von Bier signifikant bzw. auf Null reduziert.

Dabei wurden innovative Energiekonzepte abhängig von der Produktionsmenge, vom Standort und der Produktpalette durch Energieeffizienz, Wärmeintegration und einer Kombination aus erneuerbaren Energieträgern an Hand von Fallbeispielen in österreichischen Brauereien entwickelt und die Möglichkeiten einer Produktion ohne fossile Brennstoffe demonstriert.

Neben den Umsetzungskonzepten für die drei Brauereien Gösser, Puntigam und Schladming wurde als zentrales Projektergebnis ein Branchenkonzept für Brauereien entwickelt. Dieses Branchenkonzept beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- einen raschen Vergleich der wichtigsten Energie-Benchmarks für die gesamte Produktion sowie für einzelne Teilbereiche
- einfache Erstellung einer detaillierten Energiebilanz für den Brauprozess,
- Übersichtliche Zuordnung zielführender Optimierungsmaßnahmen zu Produktionsprozessen und Energieversorgungseinheiten
- die Berechnung des Potentials der Wärmerückgewinnung
- konkrete Möglichkeiten der Integration von erneuerbarer Energie (Solarthermie, Biogas, Biomasse, Geothermie)
- Kompendium an den „Best verfügbaren Technologien“ für die Produktionsprozesse einer Brauerei
- Berechnung des Potentials der Energieerzeugung aus den brauereii internen Reststoffen (z.B. Biogas aus Treber)

Die Berechnungsmöglichkeiten im Branchenkonzept bauen besonders auf der Anlagentechnik, die in den 3 Fallstudien zu finden ist, auf. Damit sind die wichtigsten Anlagen der österreichischen Brauindustrie erfasst.

Das Projekt Grüne Brauerei hat für die Brauerei Göss gezeigt, dass insgesamt der gesamte derzeitige Erdgasbedarf durch Effizienzmaßnahmen und Integration von neuen Energieträgern ersetzt werden kann. Für Göss entspricht das einer Einsparung von 1.200.000 Nm³ Erdgas (Basis 2007) bzw. einer Reduktion der CO₂ Emissionen von 2.670 Tonnen pro Jahr.

In der Brauerei Puntigam können durch die vorgeschlagenen Maßnahmen 1100 MWh/a durch Optimierungsmaßnahmen reduziert werden und 1.000.000 Nm³ Erdgas durch Einspeisung von Biogas aus Trebern in das Erdgasnetz in Leoben

als CO₂ neutral bilanziert werden. Das entspricht einer Reduktion der fossilen CO₂ Emissionen um 2.470 Tonnen pro Jahr¹.

Für eine CO₂ neutrale Energieversorgung in der Brauerei Schladming wird aufgrund der Rahmenbedingungen der Brauerei empfohlen, den Heißwasserkessel über Biomasse zu beheizen. Weiters ist für die Deckung der Niedertemperaturabwärme (Heizung) ein Fernwärmeanschluss an die Fernwärmeleitung der Stadtgemeinde sinnvoll. In eine derartige Heißwasserschiene, die bei etwas geringerer Temperatur Prozesse versorgt (Heizung, KEG Anlage zum Teil, Maischen etc) kann auch Solarthermie eingebunden werden. Die Umstellung auf erneuerbare Energieversorgung bedeutet in der Brauerei Schladming eine Einsparung von 278 Tonnen CO₂ pro Jahr².

Bei der Fermentation der Brauerei-Reststoffe in Biogas können ca. 36 MJ/hl Nutzenergie erzeugt werden, während die Verbrennung von Treber mit 40% Feuchte ca. 46,5 MJ/hl Nutzenergie erzeugen kann (Basis 15.000 t/a Frischtreber bei 900.000 hl Bierausstoß, Umwandlungswirkungsgrade zu Nutzenergie Biogas 90%, Festbrennstoff 85%). Dabei ist die Trocknung der Treber vor der Verbrennung nötig (Frischtreber mit 80% Feuchte – mit einem Energieinhalt von 24,7 MJ/hl), welche durch die Schwammwirkung des Trebers nicht trivial ist. Für die näher betrachteten steirischen Brauereien wird die Produktion von Biogas empfohlen, wenn

- nach Integration der vorgeschlagenen Wärmeintegrationsmaßnahmen die neue Energieversorgung rasch in der Lage sein muss Spitzen abzudecken (Sudhaus) und insbesondere
- wenn die Infrastruktur zur Verfügung steht (Integrationsmöglichkeiten von Biogas in die Gasbrenner) bzw. Kooperationsmöglichkeiten mit vorhandenen Biogasanlagen gegeben sind sowie Möglichkeiten der Aufbereitung und Integration des Biogases in das Ferngasnetz zur Verfügung stehen.

Für die großtechnische Umsetzung wird in Zusammenarbeit mit Anlagentechnikern und Biotechnologen zu prüfen sein, ob das derzeit am Markt verfügbare Reaktordesign sich für großtechnische Anlagen bewährt, ob bestehende Multi-Feedstock Anlage in dieser Hinsicht adaptiert werden können und welchen positiven Einfluss spezielle Vorbehandlungstechnologien im Zusammenhang mit dem Reaktordesign tatsächlich mit sich bringen können. Die großtechnische Machbarkeit des erarbeiteten Umsetzungskonzeptes wird in einem Demonstrationsprojekt in der Brauerei Göss unter Beweis zu stellen sein. Langfristig sind dabei auch Fragen zur Gärrestverwertung zu klären.

Im Rahmen des Projekts hat sich gezeigt, dass durch die großen Potentiale der Wärmerückgewinnung der Einsatz von Solarthermie für die Brauprozesse für

¹ Datenquelle: GEMIS Datenbank/Version 4.5 – mit den spezifischen CO₂ Faktoren (CO₂ Äquivalenten) werden die indirekten und direkten Emissionen über die gesamte Prozesskette abgebildet, dh. der gesamte Lebenszyklus inkl. Transporte, Materialvorleistungen und der eigentlichen Nutzung des Energieträgers. Erdgas hat einen spezifischen Faktor von 2,482 kg/Nm³, Biogas einen Faktor von 0,26 kg/Nm³. Für die Einsparungen an CO₂ Äquivalenten wurde daher mit $2,482 - 0,26 = 2,222$ kg CO₂/Nm³ Erdgas und Ersatz aus Biogas gerechnet.

² Datenquelle: GEMIS Datenbank/Version 4.5 – siehe auch Fußnote 1. Für die Einsparung an Heizöl wurden 3,265 kg CO₂ pro l Heizöl berechnet.

österreichische Brauereien im Einzelfall zu prüfen ist. Der Einsatz von Solarer Prozesswärme ist in den drei betrachteten Brauereien derzeit nur unter sehr bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich sinnvoll. Der Energiebedarf im Niedertemperaturbereich (bis auf die Heizung) kann zum großen Teil aus vorhandenen Abwärmequellen gedeckt werden. Beim Bau von Neuanlagen, deren Anlagen zumindest teilweise mit Heißwasser betrieben werden (Maischen, Flaschenwaschmaschine etc.), und bei etwas höherer Globalstrahlung als in Österreich auf Grund einer anderen geografischen Lage stellt solare Prozesswärme eine sinnvolle Alternative dar.

Projektpartner:

Brau Union Österreich (Brauereien Gösser, Puntigam, Schladming)
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme
Steirische Gas Wärme GmbH
Fa. Friesenbichler Energy Service
Fischer Maschinen- und Apparatebau AG
AEE Institut für Nachhaltige Technologien

The "Green Brewery"

With a market share of app. 50% of the Austrian beer market the Brau Union Österreich significantly influences the development of the energy demand in the brewing industry in the past years. The heat demand for the brewing process could be reduced by 4,1 % on the sites of Brau Union Österreich within the last 3 years with the main energy sources being gas and oil. In 2006 the company consumed 95,7 GWh of heat in Austria. Despite the tendency to reduce the specific energy demand (MJ/hl beer), radical improvements and substantial reductions of CO₂ emissions have so far been missing.

Within the project Green brewery the emissions of fossil and climate-relevant CO₂ from the production of beer could be significantly reduced and even set to Zero, by development and implementation of a methodological optimisation approach.

Innovative energy concepts depending on the production capacity, the site and the products have been developed in case studies and possibilities of production without fossil fuels have been demonstrated applying energy efficiency, heat integration and a combination of renewable energy sources.

Beside concepts for three breweries (Göss, Puntigam, Schladming) a "concept for Green Breweries" was developed as a central project result. It is an excel tool for breweries with the following focus:

- fast comparison of the most important energy benchmarks of the overall production and of specific production areas
- simple calculation of a detailed energy balance for the brewing process
- Clearly-arranged allocation of important optimisation measures to production processes and energy supply units
- Calculation of the potential for heat recovery
- precise possibilities for the integration or renewable energy (solar thermal, biogas, biomass, geothermal)
- Compendium of the „best available technologies“ for the production processes
- Calculation of the potential of energy production from the own residues of a brewery (e.g. biogas from spent grain)

Die possibilities for calculations in the „concept for Green breweries“ are based on the technical equipment that is found in the 3 case studies. Therefore the most important equipment of the Austrian brewing industry is taken account of.

The project „Green Brewery“ has shown for the brewery Göss, that the total fossil gas demand can be substituted by efficiency measures and the integration of renewable energy sources. For Göss, this corresponds to saving of 1.200.000 Nm³ fossil gas (basis 2007) and a reduction of fossil CO₂ emissions of 2.670 tons per annum.

In the brewery Puntigam the proposed measures can reduce 1.100 MWh/a of the thermal energy demand and 1.000.000 Nm³ fossil gas can be balanced as CO₂ neutral gas when biogas is produced from spent grain of the brewery and fed into the central gas distribution net in Leoben.

For a Co2 neutral energy supply in the brewery Schladming a supply of the hot water supply line with biomass can be recommended under the given framework conditions of the brewery. Additionally a connection to the local district heating grid is sensible for covering the low temperature heat demand (hall heating). In such a low temperature water supply line within the brewery, that supplies processes at lower temperatures (partly the KEG plant, mashing, hall heating) also solar thermal process heat can be integrated. The extensive change (a small oil boiler remains) to renewable energy supply in the brewery Schladming can save 278 tons CO2 per annum.

The fermentation of the residues of a brewery to biogas can produce app. 36 MJ/hl useful production heat, while the thermal conversion of spent grain with a humidity of 40% can produce app. 46,5MJ/hl (basic data: 15.000 t/a spent grain, 900.000 hl/a production capacity, conversion efficiency to useful energy in the supply equipments – 90% for biogas, 85% for solid fuels). To reach 40% of humidity the fresh spent grain has to be dried (spent grain with 80% humidity has an energy value of about 24,7 MJ/hl) which is not trivial because of the sponge-effect of the spent grain. For the Styrian breweries that were closely considered the production of biogas from the residues is recommended, if

- after integration of proposed heat integration measures the new energy supply has to be able to cover peaks in the heat demand (brew house) and especially
- if the infrastructure is available (integration possibilities of biogas in the gas burners) and cooperation possibilities with existing biogas plants are possible, as well as possibilities for the treatment and integration of the biogas in the gas grid exist.

For the large scale realisation of the fermentation of spent grain it will be necessary to check, whether the reactor design that is available on the market proves its value for large scale plants, whether existing multi-feedstock plants can be adapted and whether the positive influence of special pre-treatment technologies (in combination with the reactor design) can be proven. Die large scale realisation will have to be demonstrated in a demonstration project in the brewery Göss. In the long run, also questions on the use of the fermentation residues will be tackled.

The project Green Brewery has shown that because of the large potential for heat recovery the use of solar thermal process heat has to be checked in detail for Austrian breweries. The use of solar process heat in the considered Austrian breweries is only under certain requirements economical. The low temperature energy demand (excluding the room heating) can be covered largely by existing waste heat. The construction of new plants or plants, that partly supply processes with hot water (mashing, bottle washing machine) and slightly higher global radiation of other sites will favour solar process heat as a sensible alternative.

Partner of the project:

Brau Union Österreich (Brauereien Gösser, Puntigam, Schladming)
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme
Steirische Gas Wärme GmbH
Fa. Friesenbichler Energy Service
Fischer Maschinen- und Apparatebau AG
AEE Institut für Nachhaltige Technologien