



Sorptionskühlung in einer Molkerei

Fallstudie

Jürgen Fluch

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
AUSTRIA

www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien



Solares Kühlen, Graz 12.11.2013



Überblick

- **Zielsetzungen im Projekt und Projektablauf**
- **Matrix geeigneter Sektoren für den Einsatz Sorptionskälte**
- **Einführung Molkerei**
 - ⇒ Bestand Kälte- und Wärmeversorgung
 - ⇒ Fließschema
 - ⇒ Optimierungsmaßnahmen
- **Kältelast Molkerei**
- **Integration Sorptionskühlung**
- **Zusammenfassung**

www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien



Zielsetzungen (1)

➤ Industrielle Anwendungen von Sorptionskälte

- ⇒ Vorauswahl vielversprechender Gewerbe- und Industriezweige
- ⇒ Entscheidungsmatrix:
 - **Kältebedarf, Temperaturniveau, Lastprofile- und Übereinstimmung, Integrationsmöglichkeit, Auswirkungen auf Prozess/Anwendung, technische Integrationsmöglichkeit, Multiplizierbarkeit, Anzahl der Anwendungen in Österreich**
- ⇒ Aufnahme und Abbildung der relevanten Daten und Erstellung der Kälte- und Abwärmelastprofil
 - **2 gewerbliche Betriebe**
 - **2 Industriebetriebe (Brauerei, Molkerei)**



Zielsetzungen (2)

➤ Systemkonzepte für die Industrie

- ⇒ Durchführung von Fallstudien (Brauerei, Molkerei)
- ⇒ Berücksichtigung von vorhandener Abwärme, Solarenergie, Nahwärme (Biomasse) und/oder KWK als Antriebswärme für Kältemaschine
- ⇒ Bewertung nach folgenden Kriterien
 - **Verfahrenstechnisch**
 - **Wirtschaftlich**
 - **Energetisch**
- ⇒ Methodik
 - **Definition von Referenzanlagen**
 - **Simulation**
 - **Optimierung der Anlagenkonfiguration**



Matrix (1)

➤ **Untersuchung von 18 Industriebranchen**

- ⇒ Identifikation von Unit Operations mit Kühlbedarf
- ⇒ Zuordnung von erwarteter Kälteleistung und Betriebsparametern (Betriebsweise, Temperaturprofil) sowie vorhandener Abwärme
- ⇒ Übereinstimmung der Lastprofile Kälte und Wärme
- ⇒ Evaluierung der technischen Integrationsmöglichkeit und Vorauswahl der einzusetzenden AKM (NH₃, LiBr)
- ⇒ Multiplizierbarkeit
- ⇒ Identifikation vorhandener Fallbeispiele



Matrix (2)

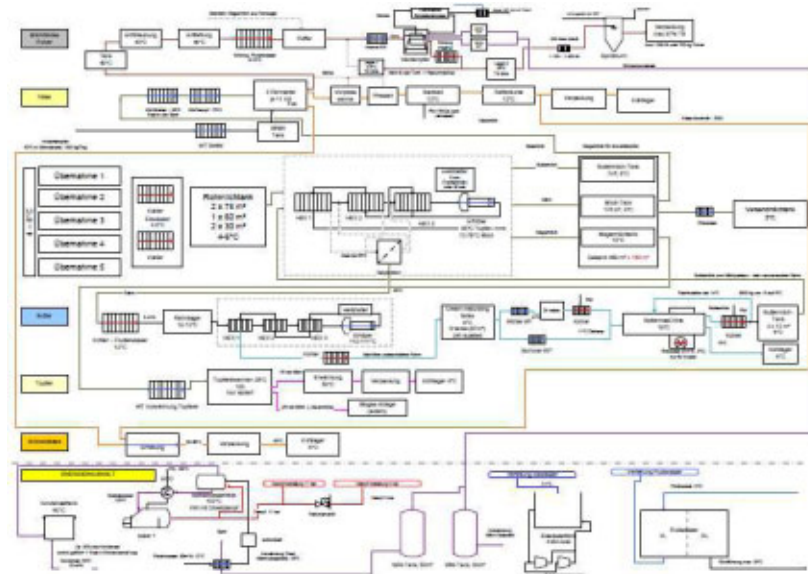
➤ **Branchen mit Potential für Sorptionskühlung**

- ⇒ Brauereien → Fermentation, Hefetank, Lagerung
- ⇒ Molkereien → Lagerung und Prozesskühlung
- ⇒ Fleischereien / Schlachthof → Verarbeitung und Lagerung
- ⇒ Lebensmittelhandel → Lagerung, Verkaufsräume
- ⇒ Serverfarm-Kühlung
- ⇒ Katalytische Nachverbrennung → Prozesskühlung
- ⇒ Prozesskühlung → Raumkonditionierung

Molkerei

- **3 Produktionslinien**
- **Großer Kühlbedarf bei gleichzeitig großem ungenutztem Abwärmepotential**
- **Datenerhebung**
 - ⇒ Komplexe Datenerhebung wegen verschränkter Prozesse und Verschaltungen
 - ⇒ Erfassung aller Produktionsabläufe
- **Energieversorgung**
 - ⇒ Wärme: 3 Gaskessel, Dampfnetz, teilweise Wärmerückgewinnung
 - ⇒ Kälte
 - **Kompressionskälteanlagen → Eiswasser < 8°C**
 - **Flusswasser**

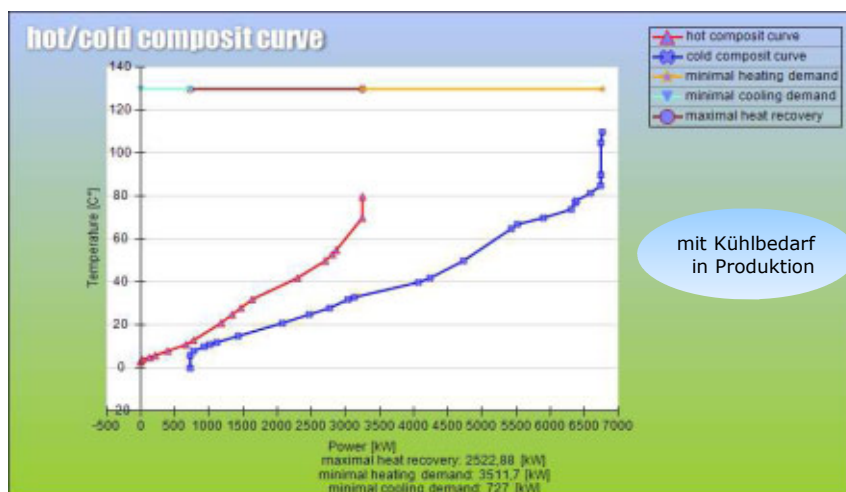
Fließschema



Optimierungsmaßnahmen

- **Prozessoptimierung**
 - ⇒ Alternative Technologien für energieintensive Prozesse
 - ⇒ Umstellung auf Heisswassernetz
- **Systemoptimierung**
- **Optimierte Versorgung der Prozesse im Rahmen der Konzepterstellung**
 - ⇒ Bestand
 - ⇒ RES
 - ⇒ Technologien

Pinch - Wärmerückgewinnung





Systemoptimierung - Wärmerückgewinnung

- **Nutzung der Abwärme der zu kühlenden Prozesse**
 - ⇒ Rahmkühlung Winterrahm bzw. vor Pasteur
 - ⇒ Kühlung Molkekonzentrat
 - ⇒ Molkekühlung nach Entfettung
 - ⇒ Abwärme von Kesseln
- **Gesamteinsparung 10% durch WR**
- **Identifikation und Nutzung verbleibender Abwärme zur Versorgung der Sorptionskälteanlagen**



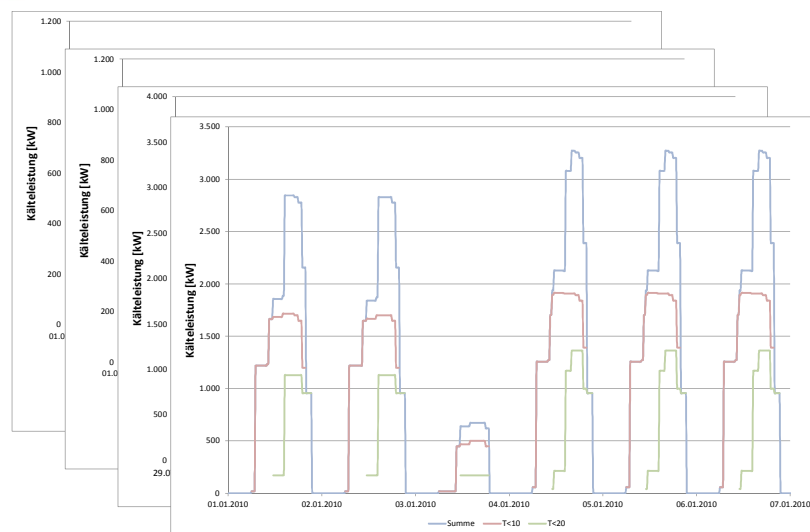
Kältelasten (1)

- **Kühlung einer Vielzahl an Prozessen im Betrieb**
 - ⇒ Rohmilch Anlieferung, Milch nach Pasteur vor Weiterverarbeitung, Versandmilch (3-4°C)
 - ⇒ Rahmkühlung vor und nach Pasteur (8-12°C)
 - ⇒ Kühlung Buttermilch (6°C)
 - ⇒ Kühlung Topfen im Lager (6°C)
 - ⇒ Kühlung Käsemilch (32°C)
 - ⇒ Molkekühlung (8°C)
 - ⇒ Molkekühlung nach Entfettung (8°C)
 - ⇒ Kühlung Molkekonzentrat im Zwischenlager (5°C)
 - ⇒ Kühlung Molkekonzentrat im Sprühturmlager (25°C)
 - ⇒ Kühlung Schmelzkäse (6°C)

Kältelasten (2)

- Teilweise **konstante** Kältelasten
- **ABER** teilweise sehr **unterschiedliche** Kältelasten zu **unterschiedlichen** Betriebszeiten
- **Detaillierte Erhebung der Betriebszeiten, Massenströme und somit der Kältelasten somit unbedingt notwendig**
- **Identifikation und Evaluierung der Speicher und ihrer Kälte-Verluste**
- **Kältelasten der Gebäude im Sommer sind zu berücksichtigen**
- **Annahme: einheitliches Versorgungssystem**

Kältelasten (3)





Konzepterstellung

➤ Abwärmenutzung

- ⇒ Großteil der anfallenden Abwärme kann intern genutzt werden → wichtig für Potentialabschätzung der Integration der Solarthermie als Wärmequelle für AKM
- ⇒ Verbleibende Abwärme auf geringerem Temperaturniveau → geringere Nutzbarkeit
- ⇒ Reduktion des Kältebedarfs

➤ Ersatz bestehender Kälteanlagen durch AKM

- ⇒ Erzeugung Eiswasser
- ⇒ Vorteil vorhandener Speicher für Wärme und Kälte → Nutzung für Solarthermie möglich
- ⇒ Nutzung von bestehendem Versorgungsnetz
- ⇒ Verfügbare Dachflächen durch Neubau



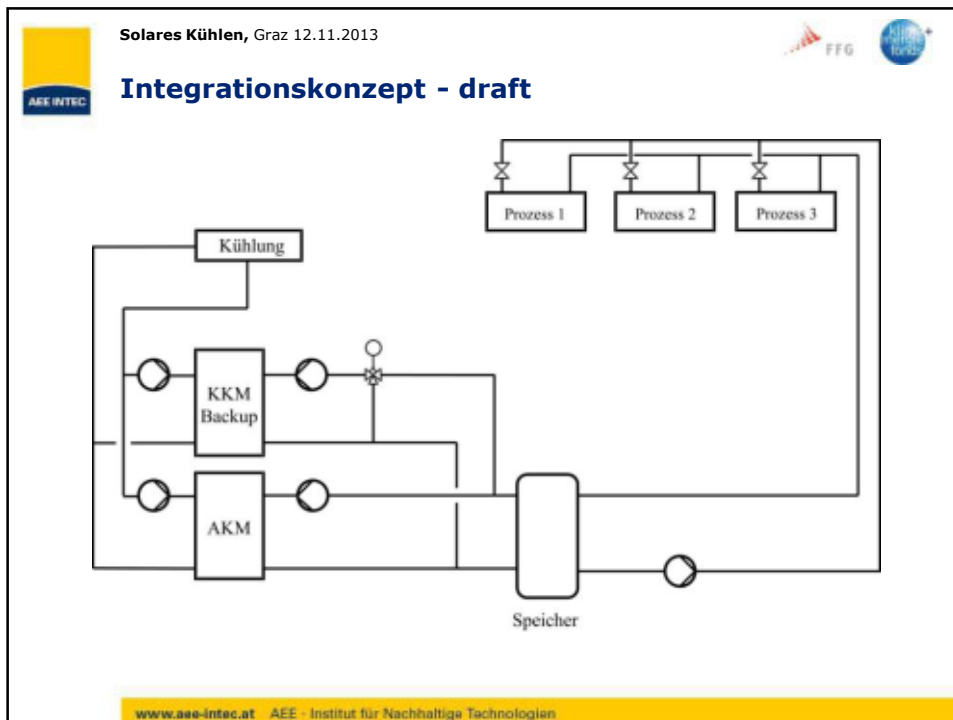
Sorptionskälte

➤ Integration von drei geeigneten Prozessen mit Kältebedarf

- ⇒ Rahmkühlung nach Pasteur (von 13°C auf 8°C)
- ⇒ Kühlung Buttermilch (von 11°C auf 6°C)
- ⇒ Kühlung Schmelzkäse (von 80°C auf 6°C)

➤ Eckdaten

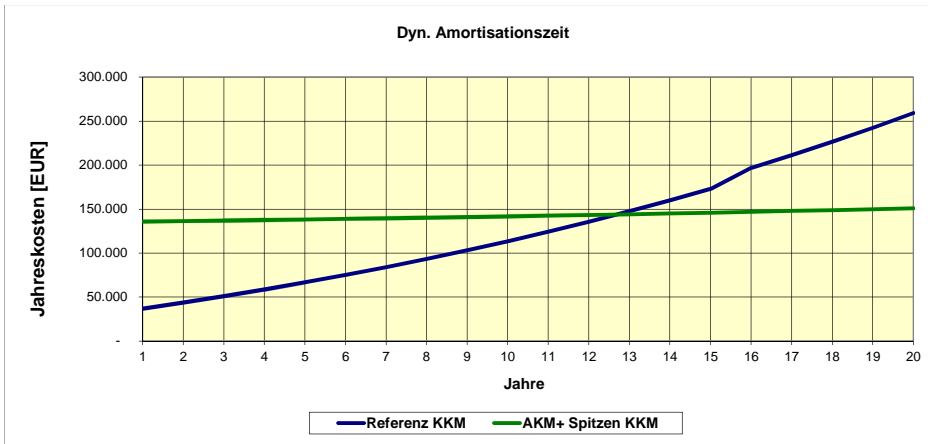
- ⇒ Ca. 75 kW Kälteleistung
- ⇒ Ca. 150 MWh/a Kältebedarf



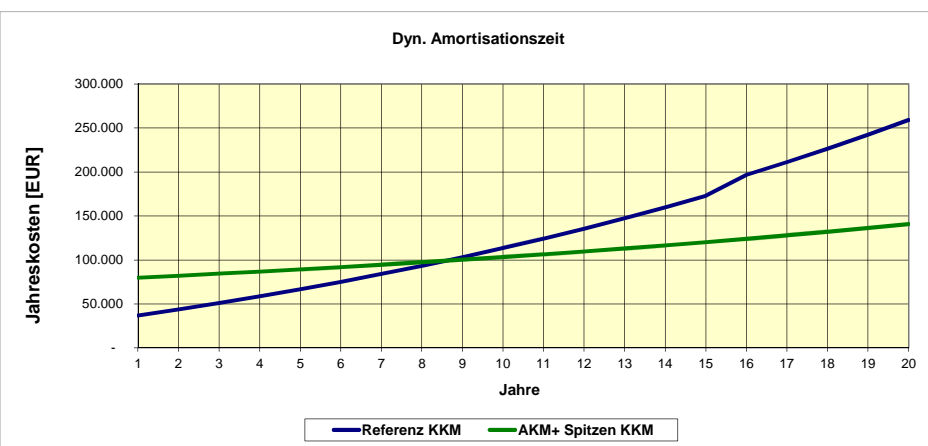
- Solares Kühlen, Graz 12.11.2013
- FFG
- AEE INTEC
- ## Bewertung
- **Eckpunkte Systemkonfiguration:**
 - ⇒ Kollektorart und -fläche
 - ⇒ Solarthermie oder Abwärme als Wärmequelle
 - ⇒ Speichergröße, -aufteilung, -management, -regelung
 - ⇒ Hydraulik, Pumpen, Rohrleitungen, Armaturen, Wärmetauscher
 - ⇒ Sinnvolle Abdeckung Grundlast/Spitzenlast (Sorption/KK)
 - ⇒ Back-up Strategien
 - ⇒ Abschätzung der Investitions- und Betriebskosten sowie der Lebensdauer (20 Jahre)
 - ⇒ Regelungsstrategie (Verschaltung)
 - ⇒ Definition einer Referenzanlage (KK)
- www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien



Solarthermie als Wärmequelle



Abwärme als Wärmequelle





Zusammenfassung (1)

- **Vielzahl geeigneter Prozesse für Sorptionskühlung**
- **Einfache Integration in bestehende Kälteversorgung**
- **Schritte zur Optimierung in der Industrie und Gewerbe **VOR** Integration**
 - ⇒ Evaluierung Ist-Stand
 - ⇒ Prozessoptimierung
 - ⇒ Systemoptimierung inklusive Nutzung vorhandener Abwärmeströme in Wärmetauschernetzwerk



Zusammenfassung (2)

- **Evaluierung Integration Sorptionskühlung Fallstudie**
 - ⇒ Abdeckung Grund- und Spitzenlast Amortisation ~ 13 Jahre
Vergleich solarversorgte AKM zu KKM (inkl. Förderung)
 - ⇒ Nutzung vorhandener und **nicht anderweitig** nutzbarer Abwärme als Quelle für Sorptionskühlung
Amortisation < 9 Jahre
 - ⇒ Betrachtung als Infrastruktur-Investition
- **Nutzung Solarthermie zur Versorgung von Prozessen mit einem Wärmebedarfs**
 - ⇒ Prozesstemperatur 30°C bis 120°C
 - ⇒ Speziell Lebensmittelindustrie hat geeigneten Wärmebedarf UND Kühlbedarf
 - ⇒ Konkurrenz für solares Kühlen



Solares Kühlen, Graz 12.11.2013



Projektpartner Fallstudie



Das Projekt wurde ko-finanziert durch den „Klima- und Energiefonds“ im Rahmen des Programmes „NEUE ENERGIEN 2020“



www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien



Sorptionskühlung in einer Molkerei

Fallstudie

Jürgen Fluch

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
AUSTRIA

www.aee-intec.at AEE - Institut für Nachhaltige Technologien