



bioenergy2020+

マイクロCHP技術の現状

Ernst Höftberger

Ernst.hoeftberger@bioenergy2020.eu

BIOENERGY 2020+

Austrian Centre of Competence in Biomass to Energy

2017年11月 東京

目次

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

目次

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

会社の所在地

bioenergy2020+



当社の得意分野

バイオマス利用



直接燃焼

ガス化

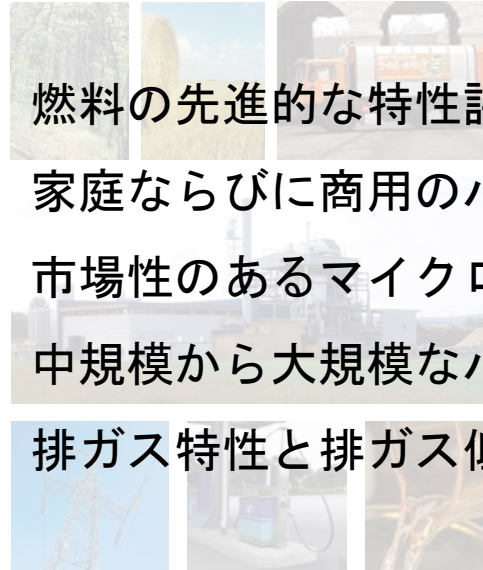
バイオマス変換

当社の得意分野



直接燃焼

- 燃料の先進的な特性評価手法
- 家庭ならびに商用のバイオマス機器
- 市場性のあるマイクロ、小規模CHPプラント
- 中規模から大規模なバイオマスの利用方法
- 排ガス特性と排ガス低減



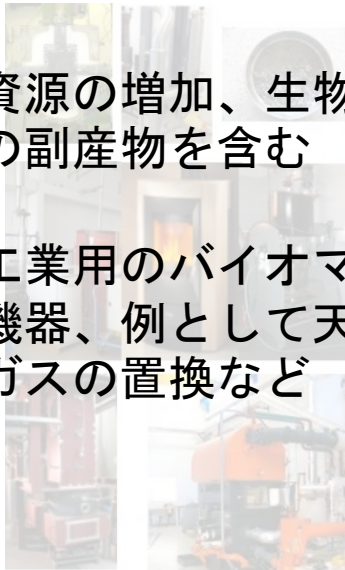
Gasification



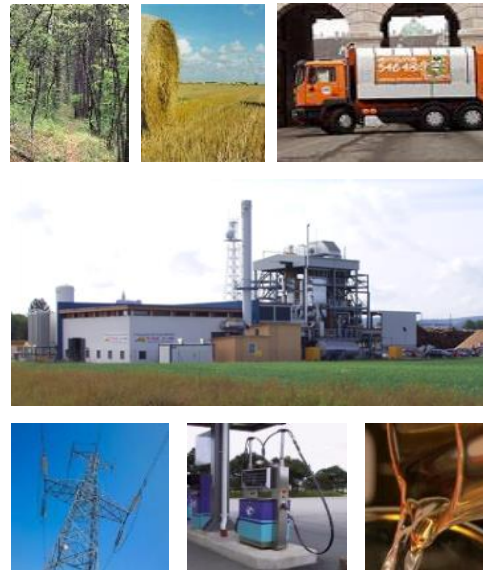
Bioconversion

当社の得意分野

- 資源の増加、生物系の副産物を含む
- 工業用のバイオマス機器、例として天然ガスの置換など



Combustion



ガス化

- バイオ・リファインリー用の合成ガスのプラットフォーム
- プラントにおけるポリ・ジェネレーション（熱、電気、液体燃料の生産）
- 他の再生可能エネルギーとのハイブリッドシステム

当社の得意分野

- ガスならびに液体へのバイオマス変換
- バイオガスの収量を向上させるための前処理技術
- 養分の回収と再利用
- 水素の利用とバイオガスの性能向上
- バイオマスのカスケード利用

Combustion

Gasification

バイオマス変換



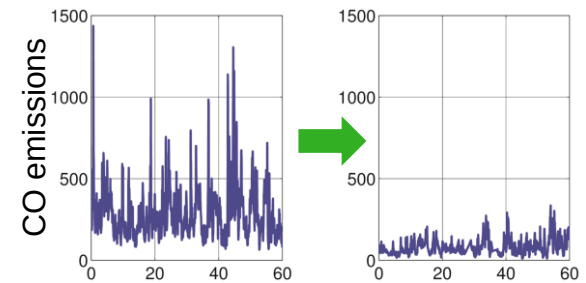
当社の得意分野 – 横断的な課題への取り組み

持続可能な供給とバリューチェーン

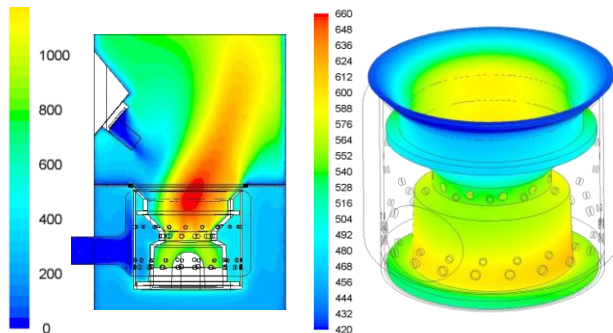


自動化と制御

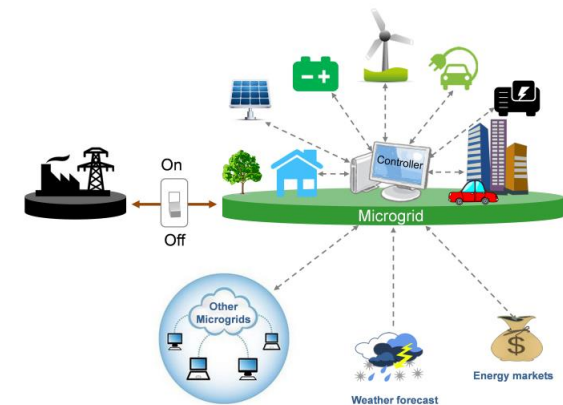
emission reduction by model based control



モデル化とシミュレーション



マイクロ・グリッド



Copyright Berkeley Lab

産業分野との密接なつながり



... and many more...



目次

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

目次

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET



CHPの定義

Combined Heat and Power : 熱電併給

電気あるいは機械的な力と利用可能な熱エネルギー（暖房もしくは冷房）を一つのエネルギー源から同時に生産すること

Source: <https://www.energy.gov/eere/amo/combined-heat-and-power-basics>

マイクロCHPは、概ね50kWe以下の発電能力をもつ熱電併給（コージェネレーションともいう）を指す



なぜCHPなのか

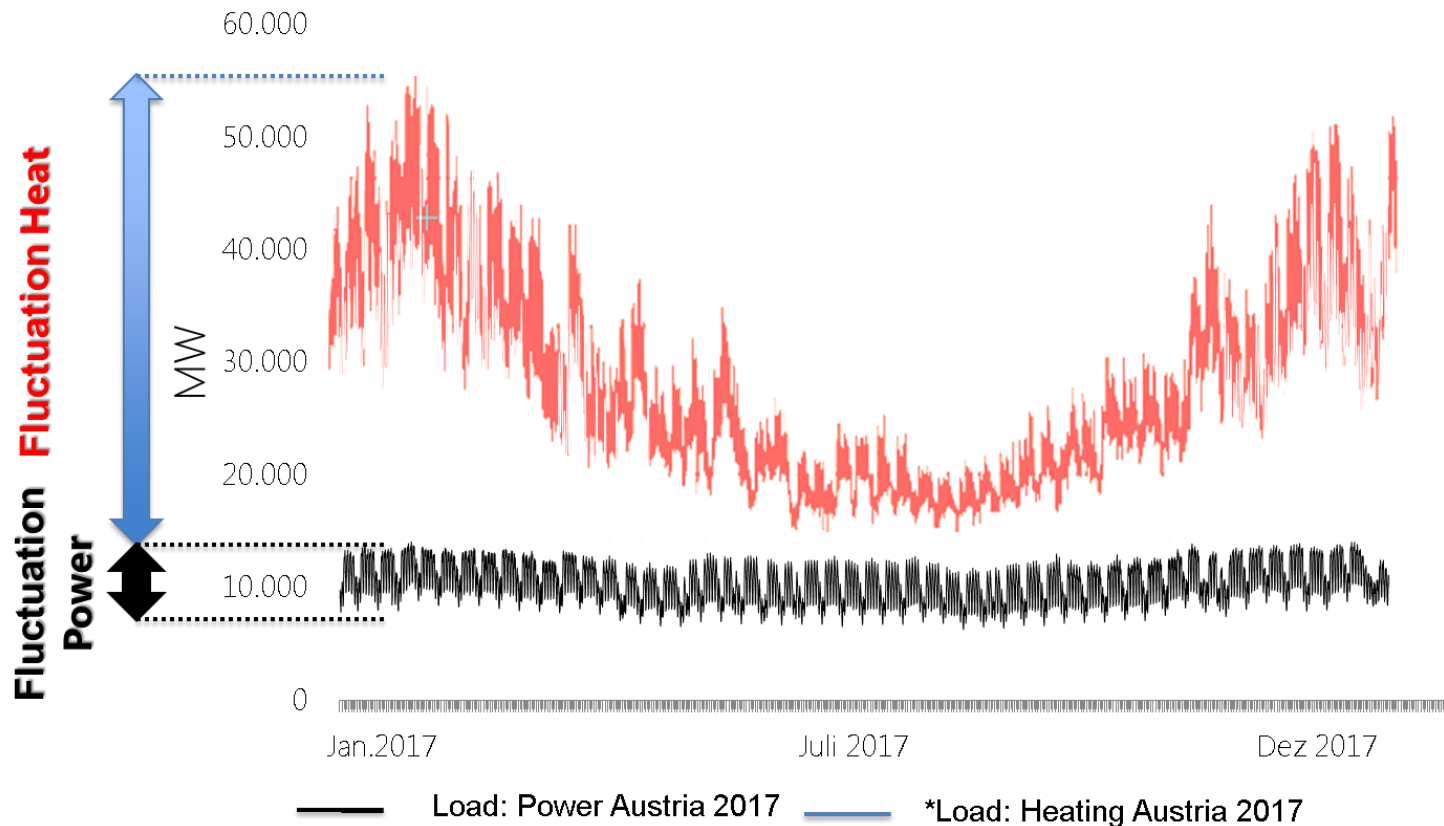
熱力学的な制約のあるなかで廃熱となっているエネルギーを利用することで、効率と発電の経済性を向上させることが当初の目的。

廃熱は高圧蒸気や低圧の温水あるいは冷凍プロセスのエネルギー源（吸収式冷凍機）といった様々な形態で利用できる。

利用の機会と制約は適切なヒートシンク（放熱）の存在によって規定される。

Source: Springer Science+Business Media LLC 2017 R.A. Meyers (ed.), Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2493-6_249-3

熱と電気の需要



* Heat: Estimation based on Statistik Austria/ENTSO-E/BMWF/AGGM Report 2044)

Source: Tobias Weiss – AEE INTEC

Tokyo, November 2017

目次

- **会社概要**
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - **技術**
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

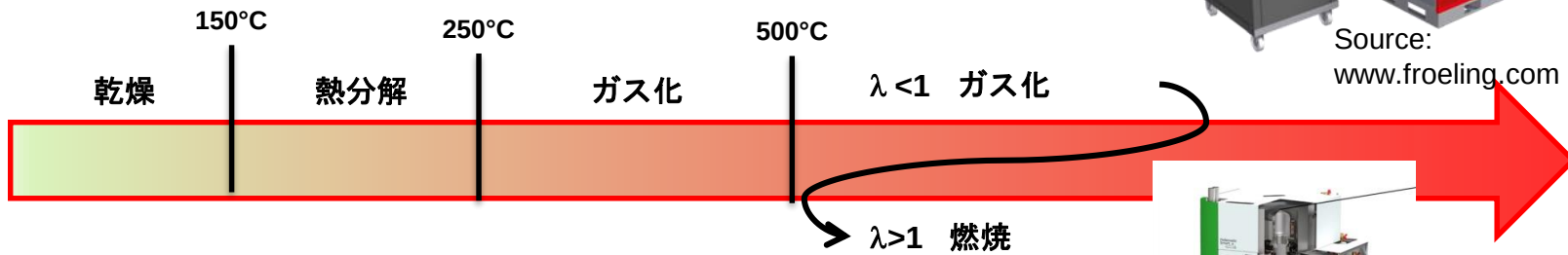
直接燃焼と熱電併給（CHP）技術の原理



Source:
www.hargassner.at



Source:
www.froeling.com



Source:
www.pelletsheizung.at

innovations
kompetenz

COMET

Competence Centers for
Excellent Technologies



固体バイオマス燃料によるCHPシステム

- 直接燃焼によるCHP – 外部からの熱の入力
 - スターリングエンジン
 - 蒸気エンジン（タービン） / ORC
 - 熱電変換（熱電素子）

- ガス化によるCHP
 - ガスエンジン
 - SOFC（燃料電池）

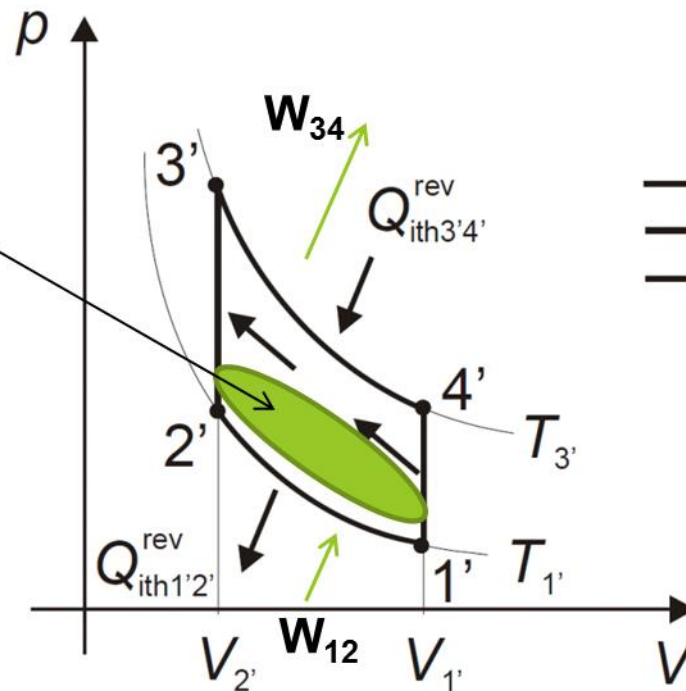
スターリングエンジン - 技術

- スターリングエンジンの論理的なP-V線図（サイクル線図） vs. 実際のスターリングエンジンのプロセス（フリーピストン式）

仕事 (W_{ST}) が移転する、膨張 (W_{34}) が圧縮 (W_{12}) よりも多すぎるため

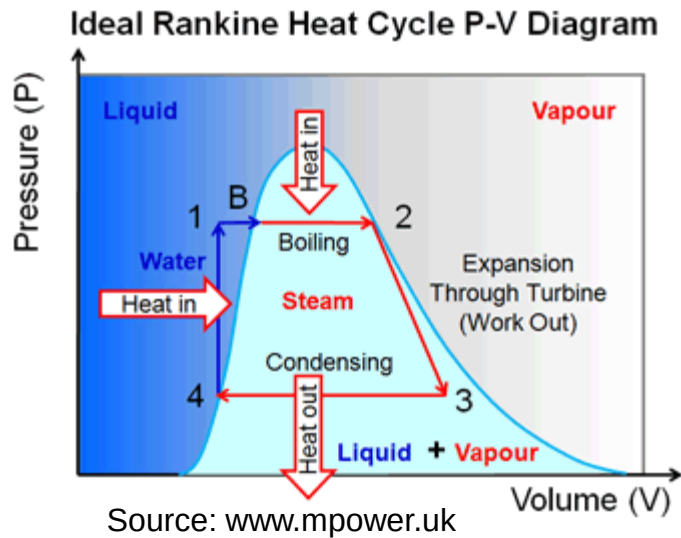
実際のスターリングエンジンのプロセス

目標: 理論値に近づけること



source:
<http://www.frauscher-motors.com/>

蒸気エンジン（タービン） / オーガニック・ランキン・サイクル（ORC）



Source:
www.bengs-modellbau.de

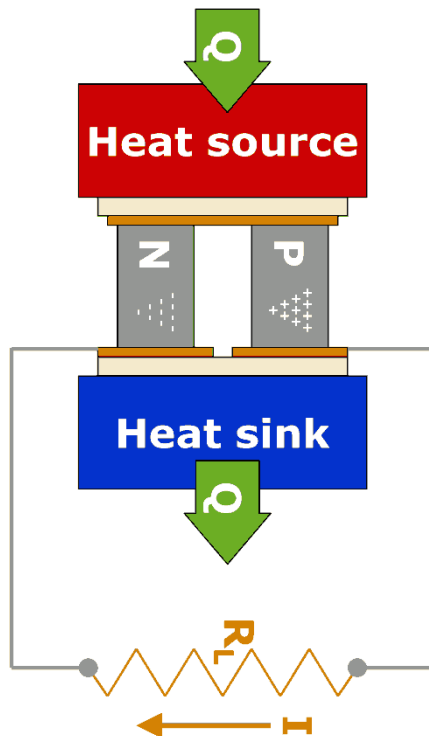


Source:
Orcan-energy.de



Source:
www.vdg.no

熱電素子による発電の原理



熱電変換による
発電の原理

- 直接的なエネルギー変換
- メンテナンス・フリー
- 騒音がしない
- 可動部がない
- 流体がない



Source:
www.marlow.com

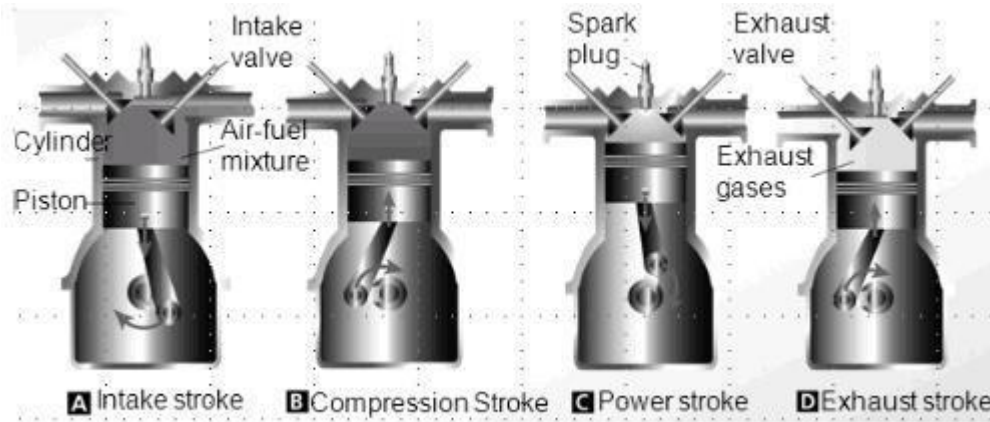


Source:
www.gentherm.com



バイオマスによるマイクロCHP
に運命づけられている？

ガス化・ガスエンジン



Source:
<http://physics.tutorvista.com>



Source:
www.froeling.com

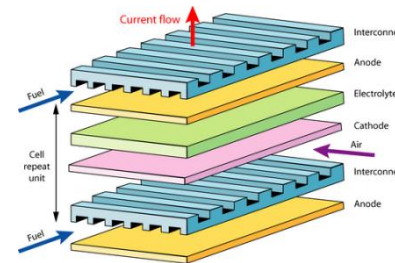
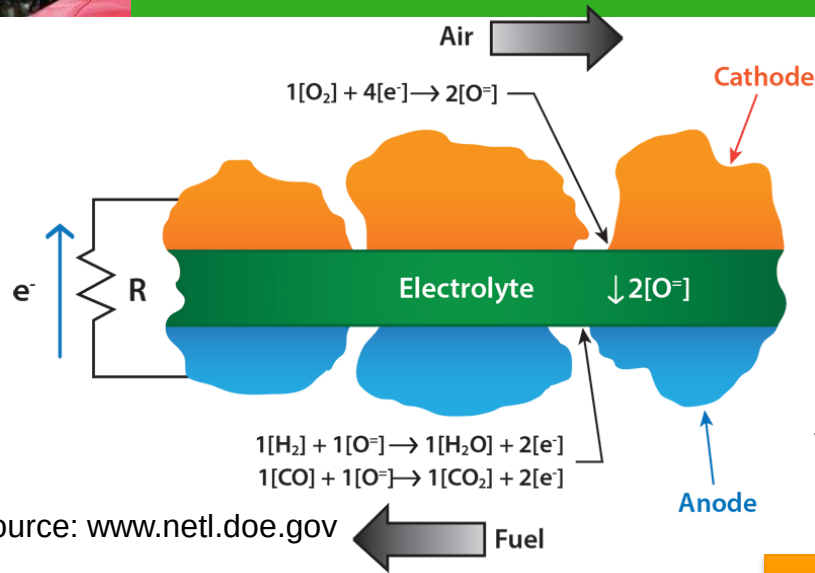
課題:

- ガスの浄化 → エンジンのメンテナンス
- 木炭の形成



Source:
www.hargassner.at

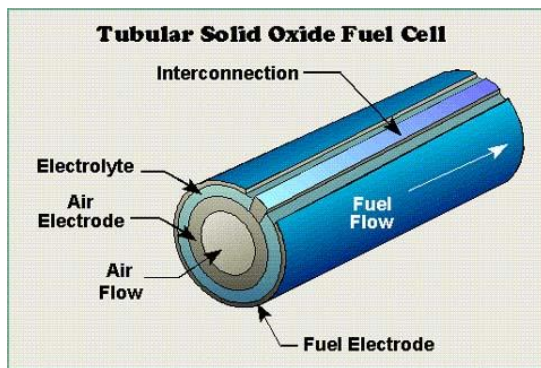
固体電解質型燃料電池（SOFC） - 原理



Source: www.repotec.at



Source: www.msrihome.com



課題:

- ガスの浄化
- 電解質の破壊

Source: <http://americanhistory.si.edu>

Tokyo, November 2017

目次

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エネルギー
- 資金拠出 COMET

完全な保証はできません！

スターリングエンジン – 市販製品 エコフェン（オーストリア）

- 製品名: Pellematic Condens_e 0.6
- 発電能力: 0,6 kW
- 熱供給: 9 kW
- スターリング・エンジン: マイクロジェン
- 状況: 利用可能



Source: www.pelletsheizung.at

スターリングエンジン – 各社の開発状況

- エコフェン (オーストリア): 5 kW_{el} , $50\text{-}60 \text{ kW}_{\text{th}}$, スターリングエンジン: QENERGY
- フラウシャー・サーマル・モータース (オーストリア):
 - 研究用の 5 kW_{el} スターリングエンジン
 - $10 \text{ kW}_{\text{el}}$ 機を開発中
 - StirBio計画: 5 kW_{el} , $35 \text{ kW}_{\text{th}}$, 発電効率15%
- クリーナジー (スウェーデン, ソロ・スターリングエンジンで成功): 低発熱量のガス用 9 kW_{el} 機
- ラブ・フォレスト (日本, 間接加熱式, 低温度差型スターリングエンジンを使用): $1 \text{ kW}_{\text{el}}/30 \text{ kW}_{\text{th}}$, $9.9 \text{ kW}_{\text{el}}/150 \text{ kW}_{\text{th}}$, 林野庁補助事業2017



蒸気エンジン（タービン） / ORC

- これらのマイクロCHPは実際に市販されていない
- 研究開発:
 - ソーラーフォーカス (オーストリア): 計画: BioPower; ペレットを燃料とする蒸気ボイラ; 5 kW_{el} , $60 \text{ kW}_{\text{th}}$
- ORCモジュール
 - ORCAN (ドイツ): $20\text{-}100 \text{ kW}_{\text{el}}$
 - VIKING (ノルウェー): $5\text{-}30 \text{ kW}_{\text{el}}$



Source:
<http://www.vikingheatengines.com>



Source: <http://www.orcan-energy.com/>

熱電素子 – 販売間近 HEエネルギー（ドイツ）

e-fireplace

- 薪ストーブ（ボイラ機能付）
- 発電能力: 250 W
- 熱利用: 15 – 25 kW
- 販売: 2018年春
- 価格: ~ 13,000ユーロ



Source: <http://he-energy.gmbh>

熱電変換 – 研究開発 熱電素子のメーカー

- 計画: **ModiSysPower (te+)** ペレットボイラ用の400W_{el} 熱交換モジュールを開発
- 熱電素子のメーカー:
 - Marlow (USA)
 - Gentherm (USA)



Source: www.marlow.com



Source: www.gentherm.com



燃料電池（SOFC） - 研究開発と企業

- **SOFC (ウィンドハーガー, AVL List, オーストリア):** SOFC – ガス化装置と25～150 kW (燃料電池への入力)の燃料電池との組み合わせ, 40% 発電効率

source: <http://flexifuelsofc.eu/>

- **Producers:**

- デュポン (USA)
- セラミック・フューエル・セル (オーストラリア)

ガス化・ガスエンジン－製品 シンクラフト（オーストリア）

- 固定床式ガス化
- 発電能力: 200 – 500 kW
- 熱供給: 300 – 1150 kW
- 燃料: 木質チップ
- 副産物: 木炭



SYNCRAFT®Werk / Vierschach / IT

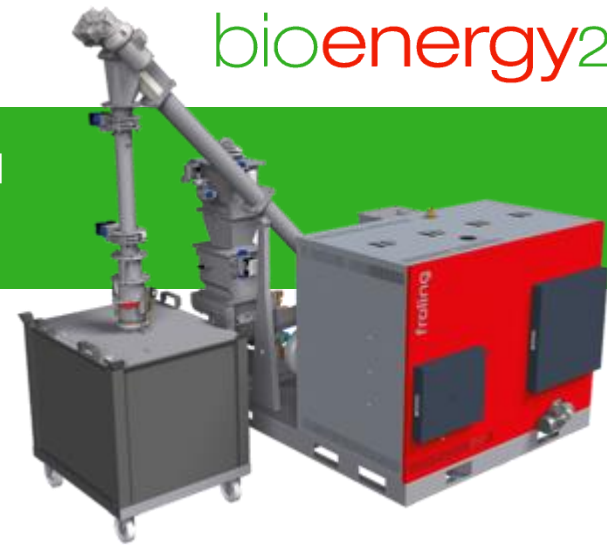


SYNCRAFT®Werk / Dornbirn / AT

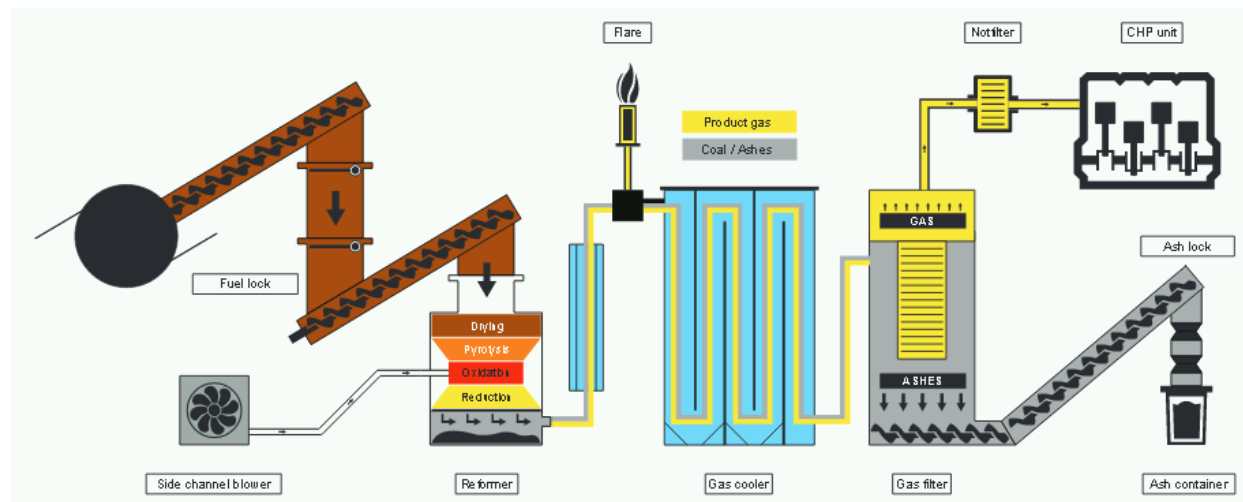
Source: www.syncraft.at

ガス化・ガスエンジン－製品 フレーリン（オーストリア）

- 固定床式ガス化
- 発電能力: 46-56 kW
- 熱供給: 95 - 115 kW
- 燃料: 木質チップ



Source: www.froling.com



ガス化・ガスエンジン – 製品 スパーRe (ドイツ)

- 固定床式ガス化
- 発電能力: 9 - 70 kW
- 熱供給: 22 - 140 kW
- 燃料: 木質チップ



Municipality KAWABA & Community
forestry GUNMA, JAPAN

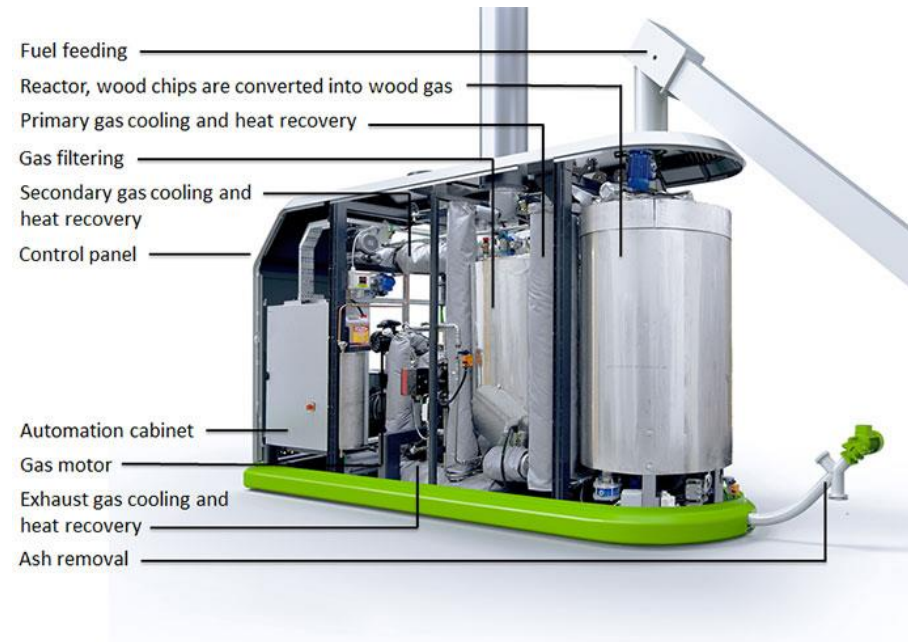


HKA 10

Source: <http://www.holz-kraft.com>

ガス化・ガスエンジン－製品 ボルター（フィンランド）

- 固定床式ガス化
- 発電能力: 40 kW
- 熱供給: 100 kW (温水) + 20 kW (温風)
- 燃料: 木質チップ

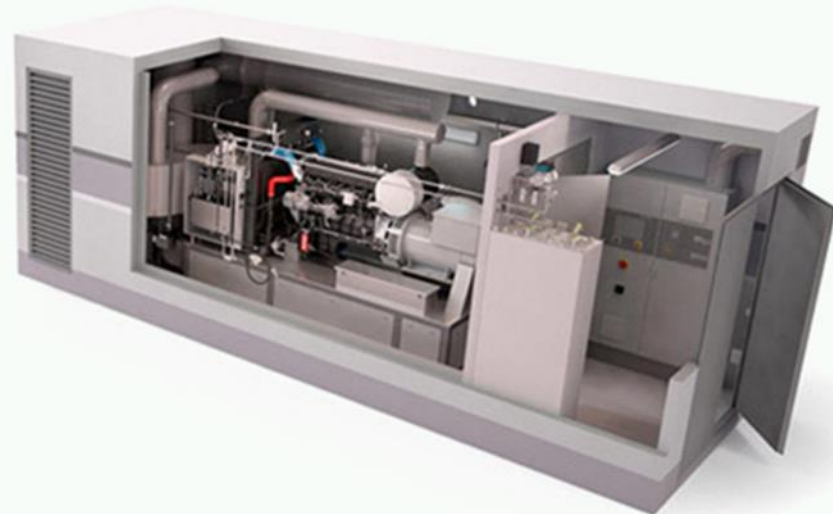


Source: www.volter.fi

Tokyo, November 2017

ガス化・ガスエンジン－製品 ブルグハルト（ドイツ）

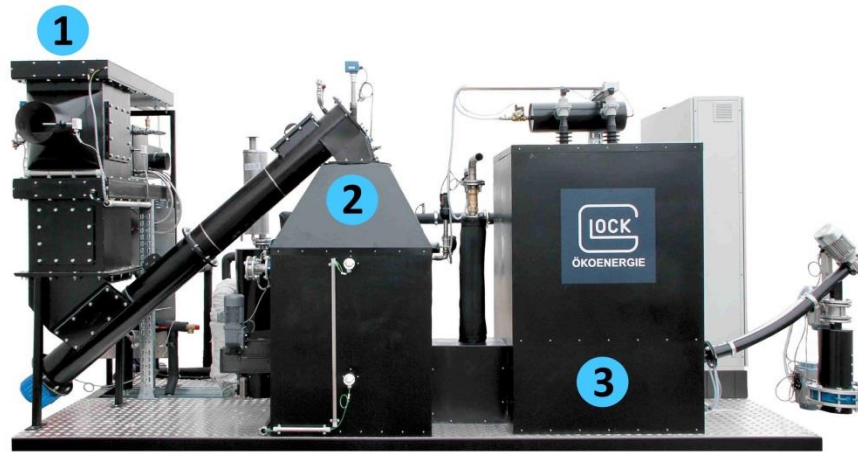
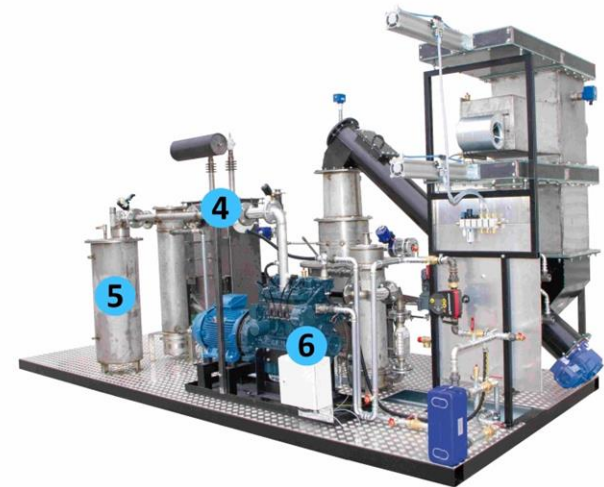
- 固定床式ガス化
- 発電能力: 50 - 180 kW
- 熱供給: 110 - 270 kW
- 燃料: 木質ペレット



Source: <http://burkhardt-energy.com>

ガス化・ガスエンジン - 製品 グロック・エコエネルギー（オーストリア）

- 固定床ガス化
- 発電能力: 18 - 55 kW
- 熱供給: 40 - 120 kW
- 燃料: 木質チップ



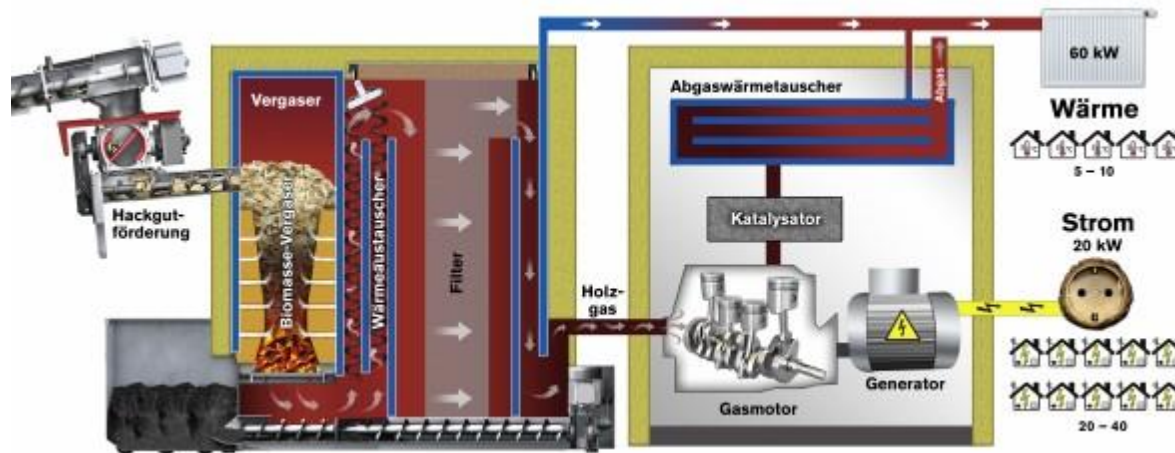
1. 乾燥機
2. ガス化炉
3. ガスフィルター
4. ガス冷却
5. 安全フィルター
6. エンジン

Source: <http://www.glock-oeko.at>

Tokyo, November 2017

ガス化・ガスエンジン - 製品 ハーガスナー（オーストリア）

- 固定床式ガス化
- 発電能力: 20 kW
- 熱供給: 60 kW
- 燃料: 木質チップ



Source: <http://hargassner.at>



現状と将来展望

現状

- 初期のマイクロCHPシステムは利用可能
- 多くの研究開発が継続中
- 経済性についてはいまだよくわからない

将来展望

- どの技術がマーケットで成立するのは予測不能
- マイクロCHPのマーケットが確立するまでにはもう少し時間がかかる

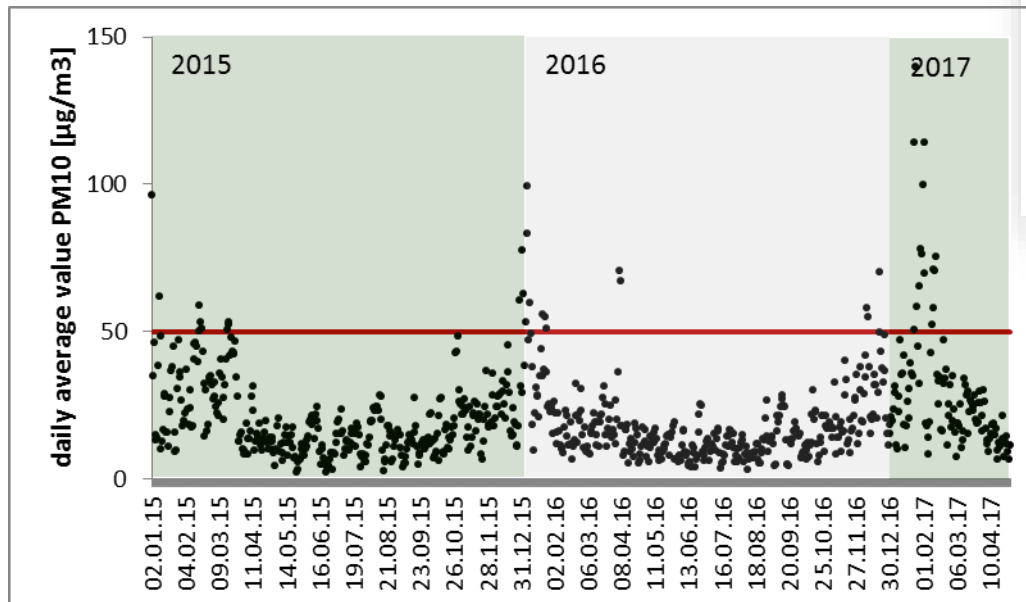
Index

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

CleanAir by biomass

はじめに

- Regular exceedances of PM10 thresholds during heating season
- PM10 measurements indicate seasonal variations as a consequence of
 - Heating activity
 - Meteorologic conditions



Data from: <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/11710598/2060750/>

Das Land Steiermark
AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG
Abteilung 15
Energie, Wohnbau, Technik

Öffentlichkeitsinformation (Freiwilliger)

Erstellt am

Sehr geehrte Damen und Herren!

Auf Grund der aktuellen Feinstaubbelastung wird weiter:

„Die Feinstaubbelastung im Großraum Graz in der nächsten Zeit nicht mit einer Verbotsmaßnahme zu verhindern ersuchen wir Sie“

Graz (AT): Prohibition of operation of manually fed secondary heating systems in times of increased PM10 concentrations

Holzofen-Verbot an Alarmtagen ab 1. März

Von Konstantin Schwarz 13. Januar 2017 - 18:45 Uhr

Die Zahl der Feinstaub-Überschreitungstage im Jahr 2016 am Neckartor in Stuttgart steht fest: Es waren 63. Das sind fast doppelt so viele wie erlaubt. Um die Luftverschmutzung in den Griff zu bekommen, gibt es nun ein verbindliches Verbot.

Stuttgart - In der Landeshauptstadt ist der EU-Grenzwert für Feinstaub an der Messstation Neckartor im vergangenen Jahr an 63 Tagen überschritten worden. Diese Zahl hat die Landesanstalt für Umwelt und Messung (LUBW) am Freitag veröffentlicht. Im Jahr 2015 waren es 72 Überschreitungen der Grenzwert von 50 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft überschritten.

Stuttgart (DE): Prohibition of operation of „comfort stoves“ in times of increased PM10 concentrations

<http://www.stuttgarter-nachrichten.de/inhalt.feinstaub-komfortofen-verbot-an-alarmtagen-ab-1-maerz.d1334dec-e6b4-42c6-bc68-582dfcda35e8.html>

Tokyo, November 2017



目的

The CleanAir by biomass program aims at proving that

- the use of **state-of-the-art technology**
- combined with **best-practice application**

leads to a **significant improvement of air quality** as well as to compliance with European air quality regulations.

... to support sustainable development of low-emission technology

... to increase end-user acceptance

... to demonstrate impact of low-emission biomass technology on air quality

アプローチ 基本概念

- A model region is selected where various optimization measures are implemented in at least 600 households.
- Emission and immission monitoring measurements are carried out.
- The effect of state-of-the-art technology and best practice application of biomass heating systems on air quality is demonstrated.



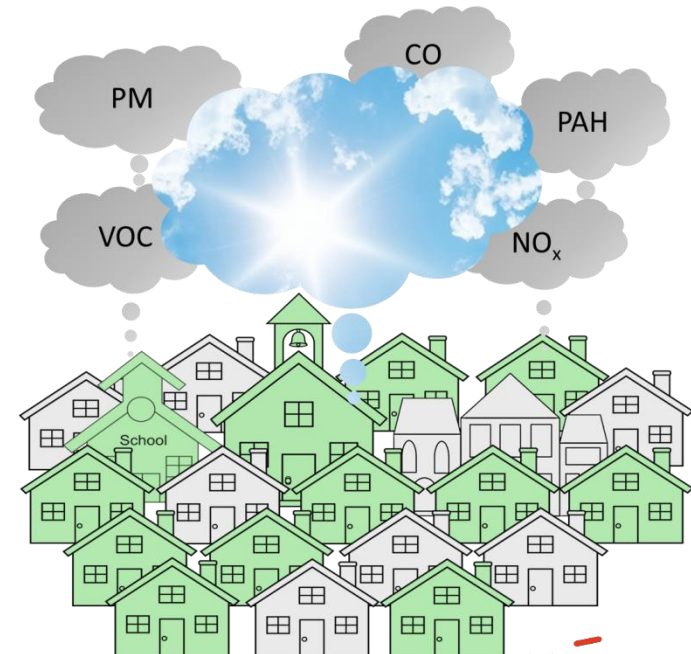
CleanAir by biomass
optimization measures in the
selected model region

Replacement of old stoves and
boilers by modern biomass
heating systems

Installation of secondary
emission abatement

Improvement of
end-users' behaviour

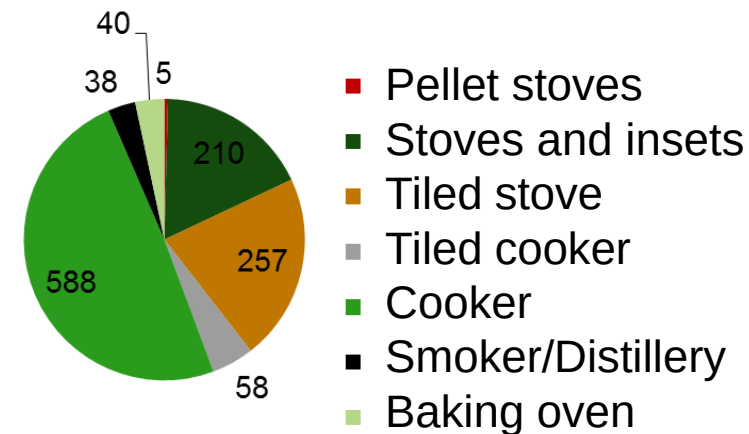
Optimization of the central
heating systems



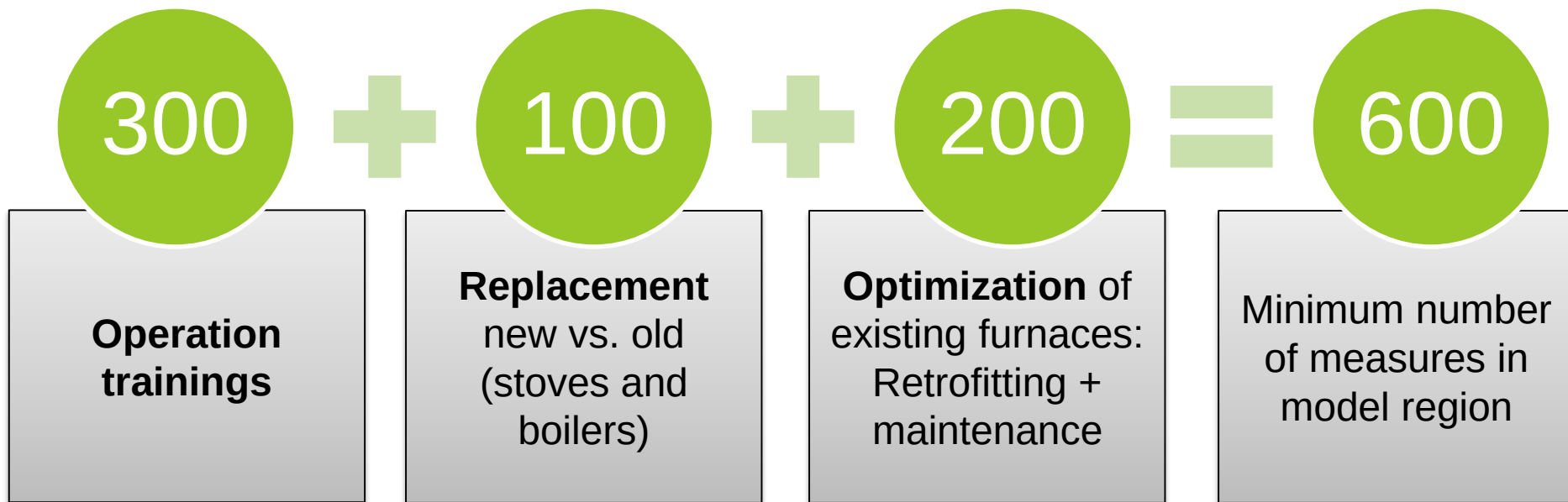
Tokyo, November 2017

アプローチ モデル地域

- Vorau in Styria (AT)
- 4783 inhabitants, ~1600 households
- Acceptance of inhabitants
 - Goal to become a climatic spa
 - Co-benefit of project for municipality
 - Intrinsic motivation of stakeholders
- Located in a topographic basin
 - In case of atmospheric inversion
 - determination of local pollution

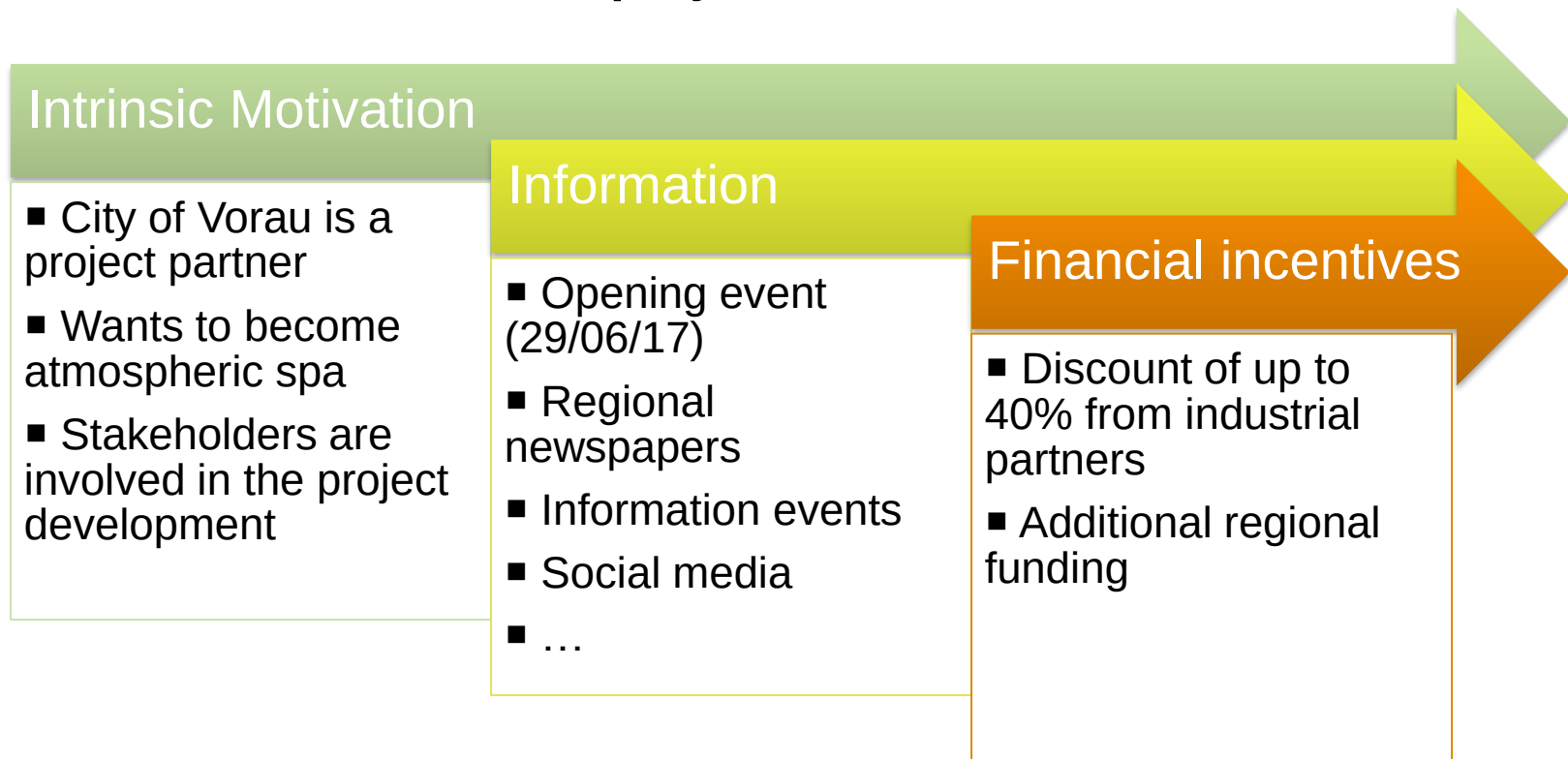


アプローチ 計測の実施



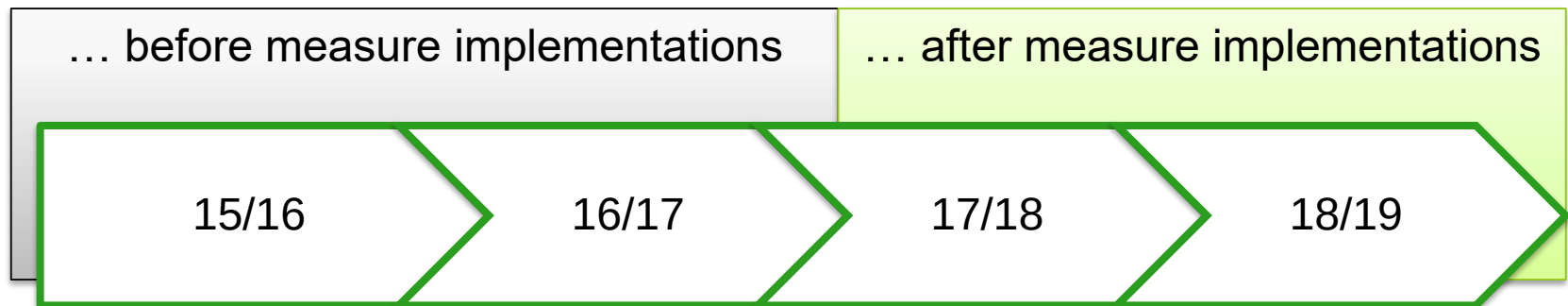
アプローチ 計測の実施

- Participation of the inhabitants of the model region is essential for the success of the project!



アプローチ 大気品質モニタリング

- Air quality monitoring in 4 heating seasons



- Air quality monitoring allows comparison of:
 - air quality prior and after the implementation of measures from periods of similar meteorologic periods
 - Comparison of air quality trends with the results of emission inventory

期待されている成果

- Effects of different measures on emissions:
 - Sustainability of measures
 - Influence of end-user operation
 - Cost-value analysis of implemented measures

- Effect of measure-implementation on immissions:
 - Reduction of wood smoke ratio in PM10
 - General air quality improvement



科学研究 + 公共 + 産業パートナー



Index

- 会社概要
- 小規模CHP技術の現状
 - 定義
 - 技術
 - マーケットと技術開発の現状
 - 要約と将来展望
- クリーン・エアー計画
- 資金拠出の機会 - COMET

COMET計画の性質



- **COMET** is funding the installation of competence centers, which is based on a research program jointly defined by economy and science

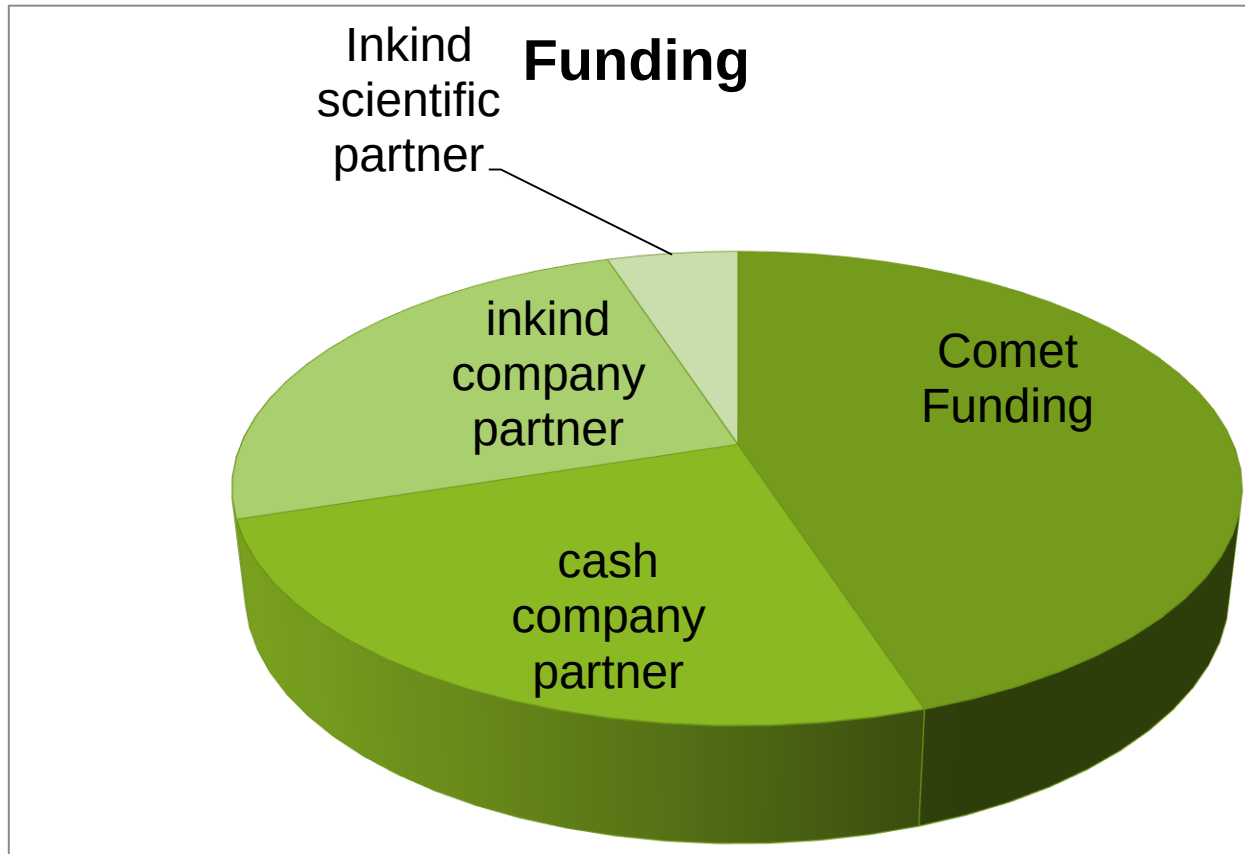
■ 目的

- Strengthen the cooperation of economy and science
- Build up common competences in R&D
- Ambitious orientation on excellence
- Integration of international scientific know-how
- Settle and secure the technology leadership of companies to enhance

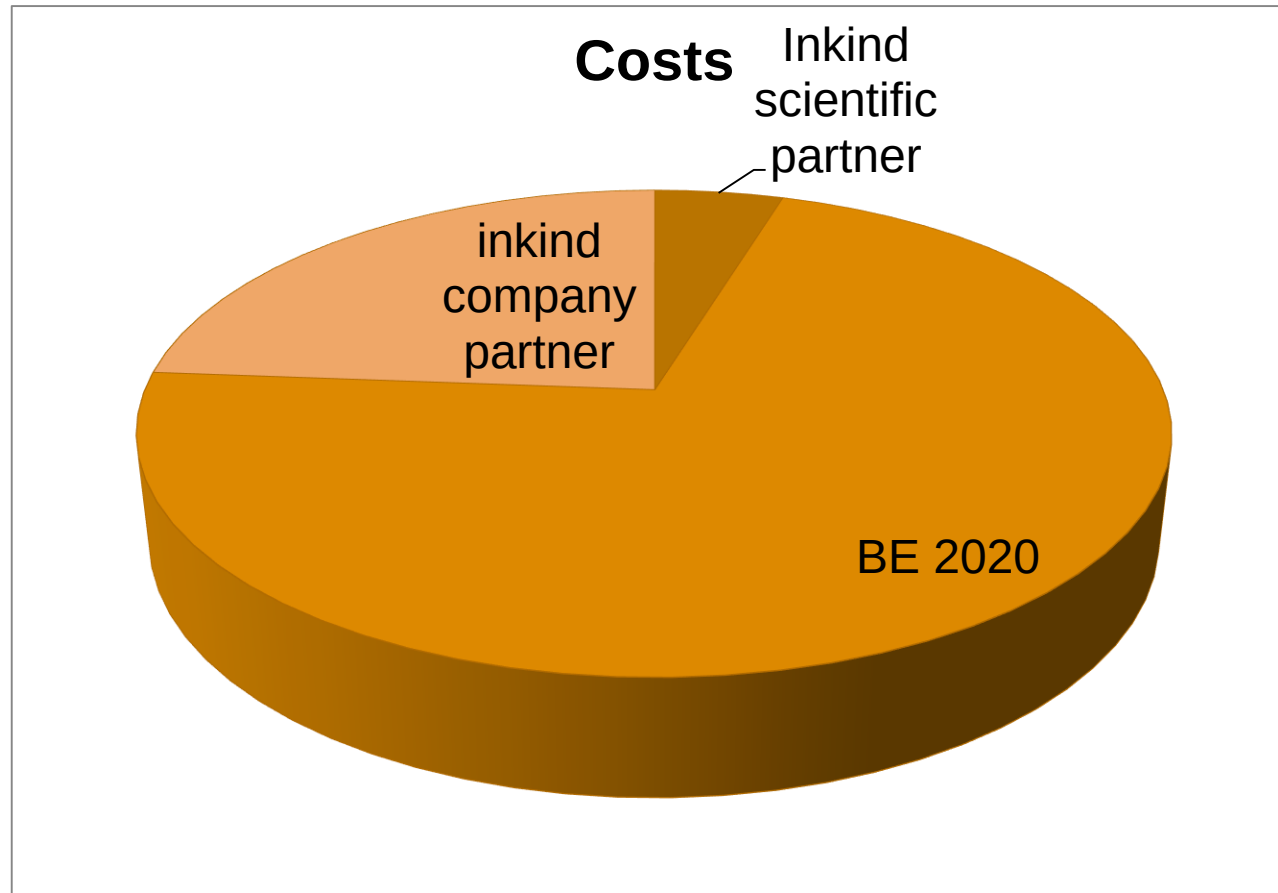
■ 計画の規則:

- 45% of project volume is funded by FFG
- 50% In-kind and cash contribution of industry partners
- 5% of scientific partner in-kind

COMET プロジェクトの資金



COMET プロジェクトの経費





bioenergy2020+

ご清聴ありがとうございました

Ernst Höftberger

Head of Unit Technical Energy Systems
Area Combustion

Ernst.hoeftberger@bioenergy2020.eu

Tel: +43 7416 52238 22

BIOENERGY2020+ GmbH
Location Wieselburg

Tokyo, November 2017

innovations 
kompetenz

COMET

Competence Centers for
Excellent Technologies