

# Thermische Müllverwertungsanlagen

NOI Techpark Bozen 21.02.2024

AMBIENTE.UMWELT  
ACQUA.WASSER  
RETE.NETZ  
ANALISI.ANALYSEN



# Abfall Ressource oder Problem?



***Richtlinie  
2008/98/EG***



**Abfall ist eine Ressource!**

## Art.4: Abfallhierarchie

- a) Vermeidung
- b) Vorbereitung zur Wiederverwertung
- c) Recycling
- d) Sonstige Verwertung
- e) Beseitigung

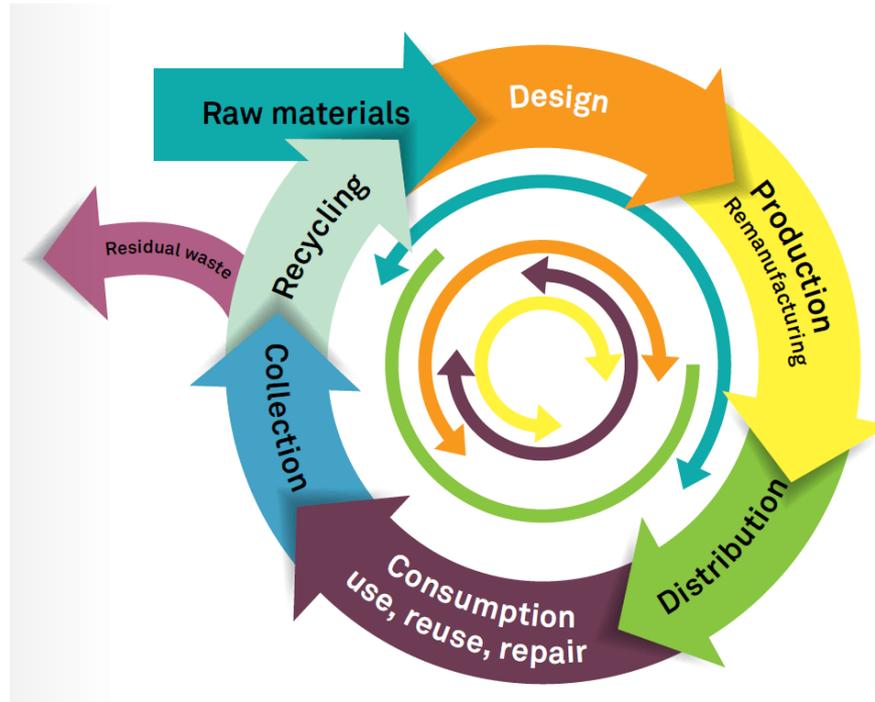
## Art.6: Ende der Abfalleigenschaft

- a) Bestimmte Zweckverwendung
- b) Markt und Nachfrage
- c) Technische Eigenschaften ok
- d) Keine schädlichen Folgen

# Den Kreislauf schließen (Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament 614 des 02.12.2015)

## Kap. 3

...Wenn **Abfälle weder vermieden noch recycelt werden können**, ist ihre energetische Verwertung aus ökologischer und ökonomischer Sicht in den meisten Fällen einer Ablagerung auf Deponien vorzuziehen. Die „Energieerzeugung aus Abfällen“ kann hier eine Rolle spielen und Synergien mit der EU-Energie- und Klimapolitik schaffen.....

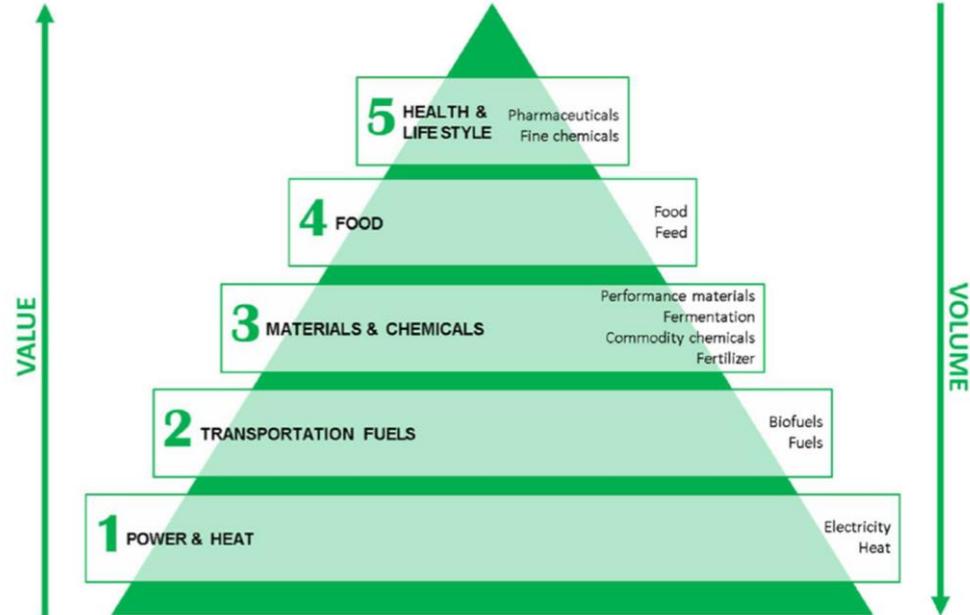


# Den Kreislauf schließen

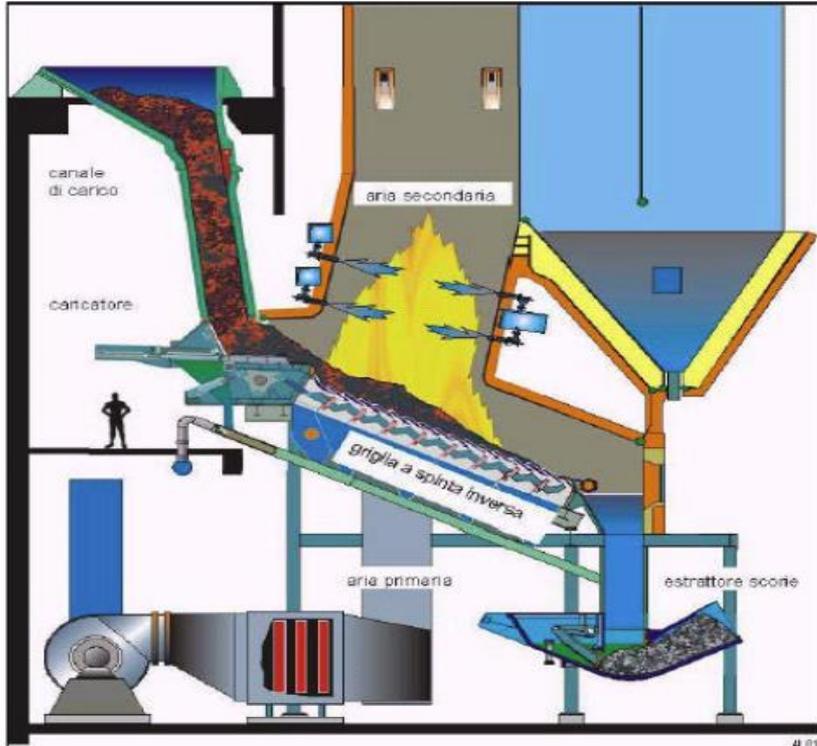
**Die**

## **Wertschöpfungspyramide.**

In der Wiederverwertung von Abfällen wird oft die Wertschöpfungspyramide erwähnt. Aufgrund der Ereignissen der letzten Jahren und des Konzeptes der kurzen Lieferkette und lokale Nachhaltigkeit ist diese Pyramide immer noch dieselbe?



# Wie funktionieren die meisten TMV (Rostofen)



## Verbrennungstemperatur im Rostofen:

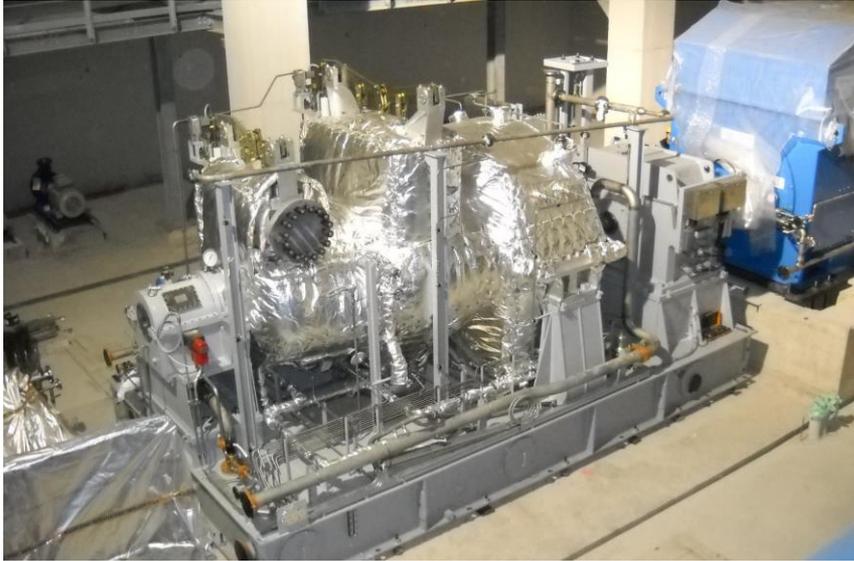
900÷1200 °C (muss immer >850 °C sein).

Heizwert vom Restmüll: unterschiedlich, hängt von getrennter Sammlung ab. Bozen ca. 12.000 kJ/kg. (Kunststoffe > 20.000 kJ/kg)

## Dampfkessel:

Eingangstemperatur der Rauchgase wie im Ofen. Ausgangstemperatur hängt vom Rauchgasreinigung System ab (Nass, Halbtrocken, Trocken). In Bozen (Trocken) liegen wir bei 200°C. Die abgegebene Energie wird als gesättigtem Dampf in einer Dampfturbine verwertet.

# Wie funktionieren die meisten TMV: Energie



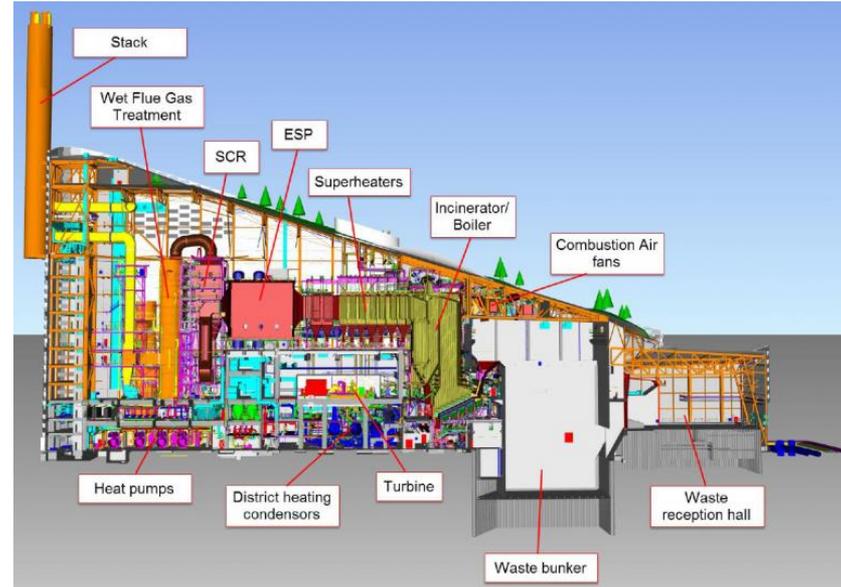
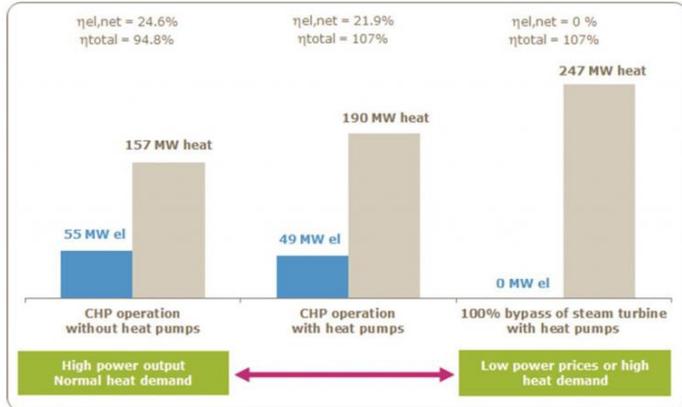
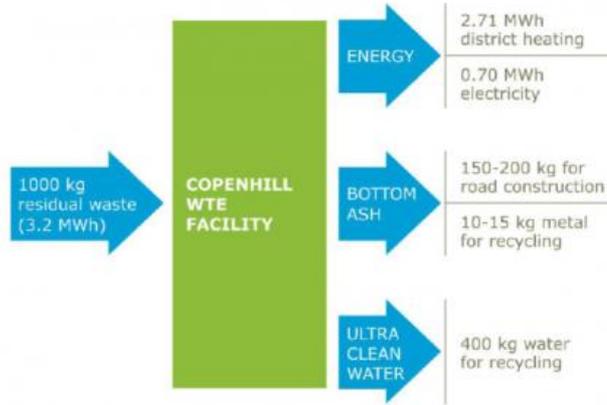
## Dampfturbine:

In der Dampfturbine wird mit der Entspannung vom Dampf Strom erzeugt. Am Ende der Turbine habe ich Dampf mit Niedertemperatur welcher durch dem Kondensationssystem als Warmwasser wieder zum Kessel fließt.

Man kann aber auch Dampf vor den Letzten Stufe der Turbine entziehen und damit Wärme (z.B. Warmwasser bei ca. 110 °C für ein FHW) erzeugen. Bei einer solchen Betriebsweise steigt der energetische Wirkungsgrad sehr stark!

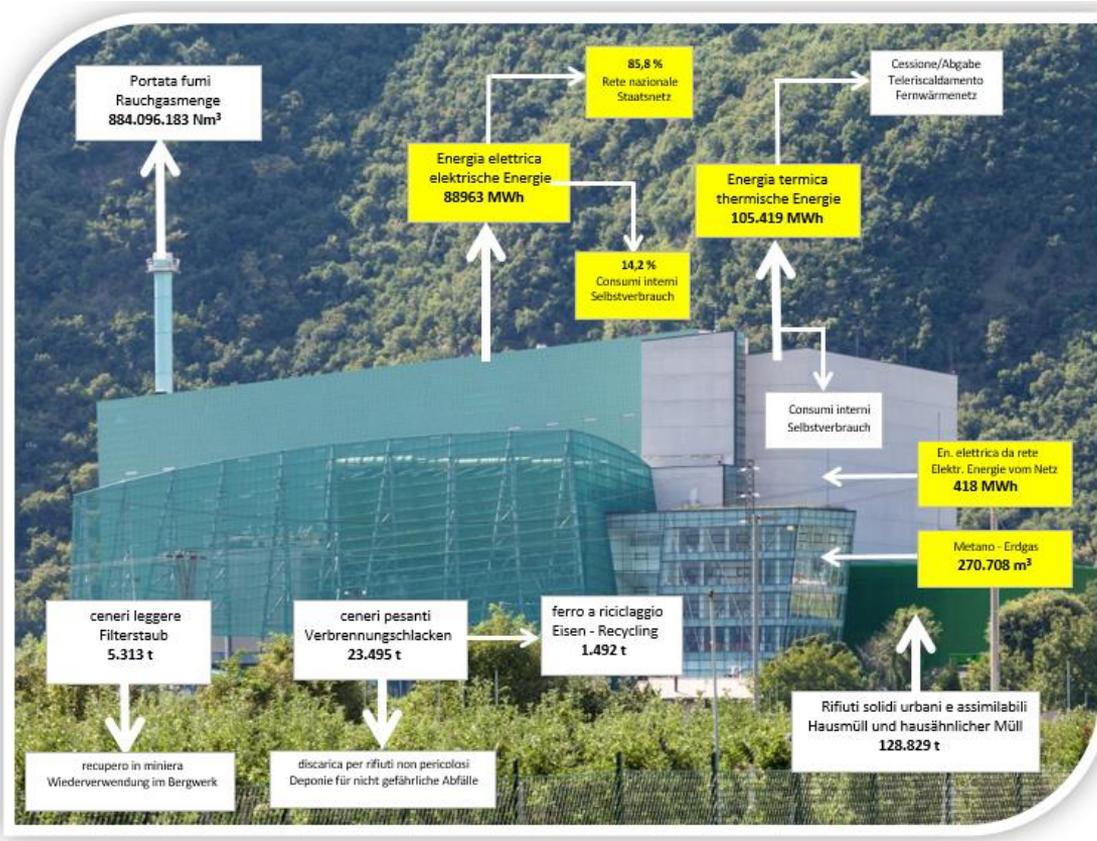
**Energetischer Wirkungsgrad:** nur Strom (Bozen) ca. 25%  
Strom + Wärme (Bozen) ca. 70%  
Strom + Wärme (Kopenhagen) ca. 107%

# TMV mit maximaler Energienutzung (Kopenhagen)



Unterkühlung der Rauchgase + Absorptionswärmepumpe  
= gesamter thermischer Wirkungsgrad 107%

# TMV und Umweltbelastung (Beispiel Bozen Daten 2023)



## Input:

Abfälle 128.829 t

## Output:

Schlacken 23.495 t  
(Wiederverwertung ca. 98%)

Filterstaub 5.313 t  
(mögliche Wiederverwertung)

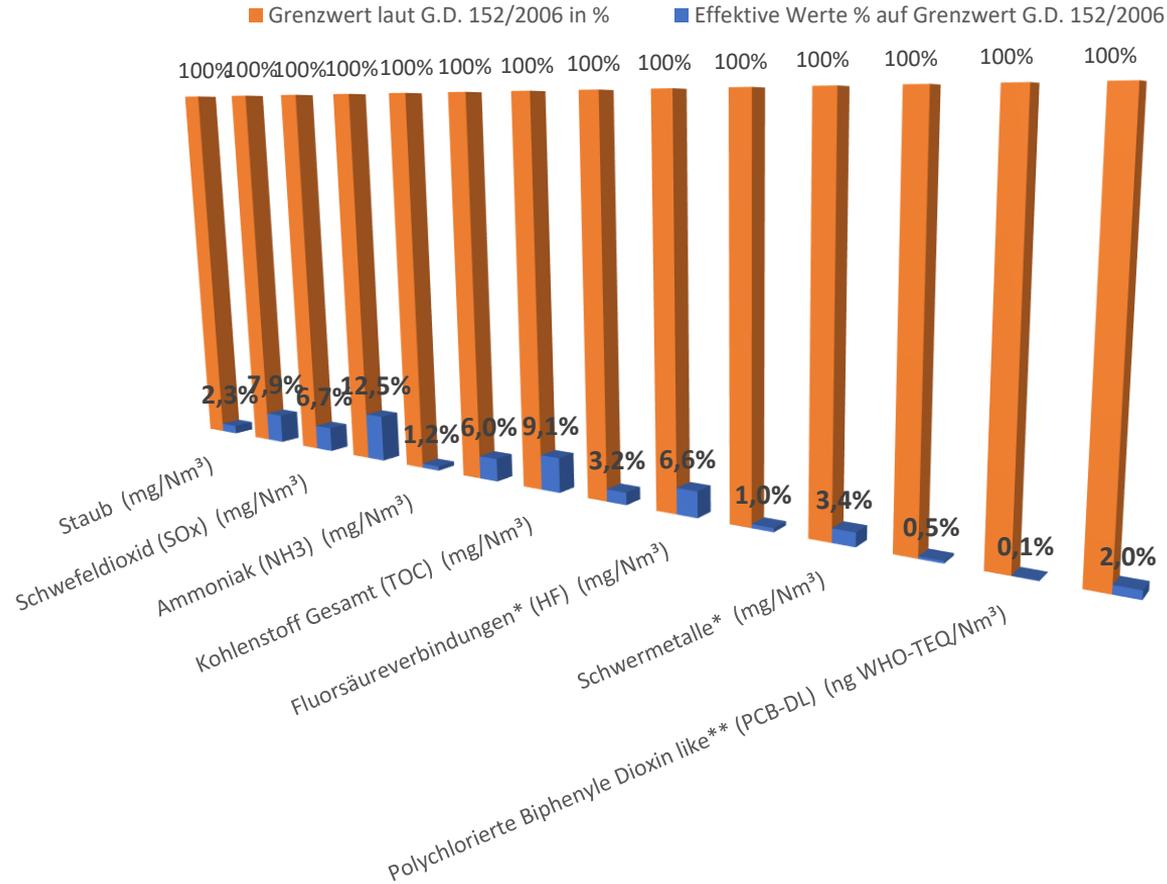
Strom (Netz) 76.328 MWh  
Wärme (FHW) 105.419 MWh

Emissionen?

# TMV und Umweltbelastung (Beispiel Bozen Daten 2023)

| Müllverwertungsanlage Bozen, durchschnittliche Tagesemissionswerte 2023       |                         |   |                 |   |
|---|-------------------------|---|-----------------|---|
| Stündliche Durchflussmenge Rauchgase am Kamin: 113.034,10 Nm <sup>3</sup> /h  |                         |   |                 |   |
| Parameter   | Grenzwert G.D. 152/2006 | Grenzwert Integrierte Umweltgenehmigung | Effektiver Wert | Reduzierung in % in Bezug auf G.D. 152/2006 |
| Staub (mg/Nm <sup>3</sup> )   | 10                      | 5                                       | 0,23            | 97,7%                                       |
| Salzsäureverbindungen (HCL) (mg/Nm <sup>3</sup> )                             | 10                      | 10                                      | 0,79            | 92,1%                                       |
| Schwefeldioxid (SO <sub>2</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )                       | 50                      | 50                                      | 3,33            | 93,3%                                       |
| Stickoxide (NO <sub>x</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )                           | 200                     | 200                                     | 24,95           | 87,5%                                       |
| Ammoniak (NH <sub>3</sub> ) (mg/Nm <sup>3</sup> )                             | 30                      | 30                                      | 0,35            | 98,8%                                       |
| Kohlenmonoxid (CO) (mg/Nm <sup>3</sup> )                                      | 50                      | 50                                      | 3,02            | 94,0%                                       |
| Kohlenstoff Gesamt (TOC) (mg/Nm <sup>3</sup> )                                | 10                      | 10                                      | 0,91            | 90,9%                                       |
| Quecksilber (Hg) (mg/Nm <sup>3</sup> )  | 0,05                    | 0,05                                    | 0,00158         | 96,8%                                       |
| Fluorsäureverbindungen* (HF) (mg/Nm <sup>3</sup> )                            | 1                       | 1                                       | 0,066***        | 93,4%                                       |
| Cadmium + Thallium und seine Verbindungen* (Cd+Tl) (mg/Nm <sup>3</sup> )      | 0,05                    | 0,05                                    | 0,0005***       | 99,0%                                       |
| Schwermetalle* (mg/Nm <sup>3</sup> )  | 0,5                     | 0,5                                     | 0,0171          | 96,6%                                       |
| PAK Polzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe** (IPA) (mg/Nm <sup>3</sup> ) | 0,01                    | 0,01                                    | 0,000055        | 99,5%                                       |
| Polychlorierte Biphenyle Dioxin like** (PCB-DL) (ng WHO-TEQ/Nm <sup>3</sup> ) | 0,1                     | 0,1                                     | 0,000139        | 99,9%                                       |
| Dioxine-Furane** (PCDD + PCDF) (ng TEQ/Nm <sup>3</sup> )                      | 0,1                     | 0,1                                     | 0,002020        | 98,0%                                       |
| * Messungen mit Probenahme von 1 Stunde                                       |                         |   |                 |   |
| ** Messungen mit Probenahme von 8 Stunden                                     |                         |   |                 |   |

# TMV und Umweltbelastung (Beispiel Bozen Daten 2023)



# Die Müllverwertungsanlage BZ

## Projekt «Landmonitoring» 2016-2018



## ERGEBNISSE

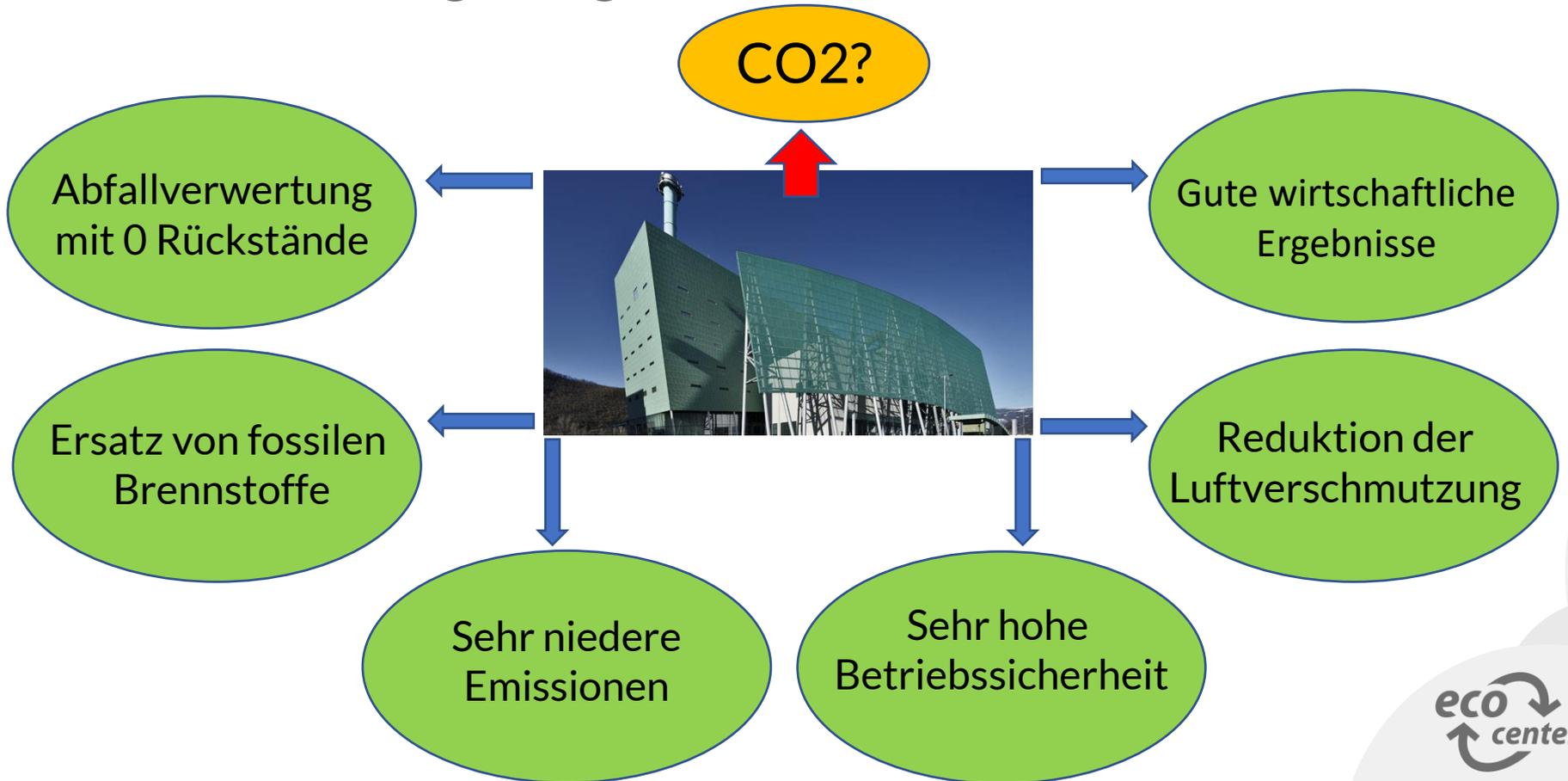
- Der am meisten betroffene Ort am meteorologisch ungünstigsten Tag (und zur ungünstigsten Uhrzeit) des Jahres: die Deponie Schloss Sigmundskron.
- Dort wurde unter diesen ungünstigen Wetterbedingungen ein Einfluss der Müllverwertungsanlage von **0,08% bei Feinstäuben** und von **0,9% bei Stickoxiden** gemessen.
- Der Niederschlag auf den Boden wurde mit einer **Verdünnung  $1,45 \times 10^{-7}$**  überprüft (1 wird ausgebreitet und 0,000000145 schlägt nieder).
- In vielen anderen Zonen des Talkessels konnte man den Prüfgas nicht entdecken.

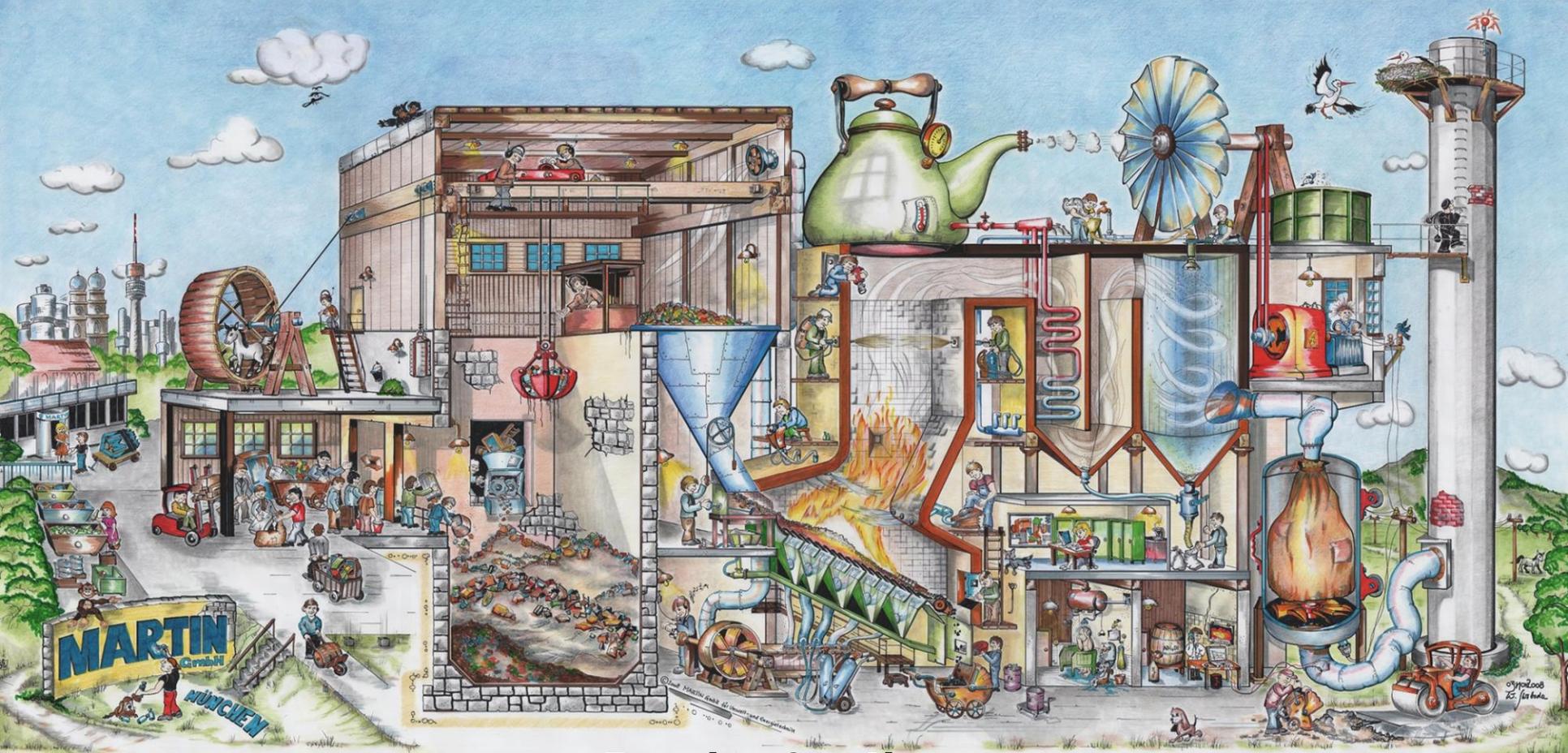
# Die Müllverwertungsanlage BZ: CO2 Bilanz

| CO2 Bilanz TMV Bozen        |        |        |        |        |        |        |        |         |        |         |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
|                             | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | 2021    | 2022   | 2023    |
| Strom zum Stromnetz (MWh)   | 37.895 | 68.396 | 72.742 | 78.438 | 82.524 | 75.438 | 77.435 | 77.945  | 76.433 | 76.328  |
| Wärme zum FHW Bozen (MWh)   | 9.948  | 37.376 | 49.533 | 55.561 | 70.282 | 78.281 | 89.500 | 103.938 | 94.335 | 105.419 |
| CO2 Einsparung Strom (T/J)  | 10.611 | 19.151 | 20.368 | 21.963 | 23.107 | 21.123 | 21.682 | 21.825  | 21.401 | 21.372  |
| CO2 Einsparung Wärme (T/J)  | 2.039  | 7.662  | 10.154 | 11.390 | 14.408 | 16.048 | 18.348 | 21.307  | 19.339 | 21.611  |
| CO2 Einsparung Gesamt (T/J) | 12.650 | 26.813 | 30.522 | 33.353 | 37.515 | 37.170 | 40.029 | 43.132  | 40.740 | 42.983  |

Wert der positiven CO2 Umweltauswirkung der TMV Bozen, wobei die Methangasheizung mit einem Produktionskoeffizienten  $\text{CO}_2=205 \text{ Kg/MWh}$  und die Stromproduktion mit einem Produktionskoeffizienten  $\text{CO}_2=280 \text{ Kg/MWh}$  angesetzt wird

# TMV Schlussfolgerungen





**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit.**

© 2024 eco center SpA - AG

