

Rimozione di MIE con Ozono e Tecnologie Combinate

Politecnico
di Milano,
7/10/2026

Caso studio su scala reale e prospettive

Ing. Luca Moseneder Frajria
Industrial Applications Coordinator
Nippon Sanso Industrial srl



Indice

1. Il gruppo Nippon Sanso
2. Introduzione alla tecnologia dell'ozono
3. Trattamento dei MIE con Ozono
4. Tecnologie combinate
5. Studio su scala Pilota
6. Caso Reale: il depuratore di Aachen-Soers
7. Carbon footprint delle tecnologie

Il gruppo Nippon Sanso

Nippon Sanso in Europa fa parte di Nippon Sanso Holdings Corporation, la società capogruppo di tutte le aziende del gruppo Nippon Sanso attive nel business dei gas industriali in Giappone, Europa, Stati Uniti e Asia & Oceania, nonché del business Thermos. Il nostro gruppo vanta oltre 100 anni di esperienza, con una presenza globale e un forte orientamento al servizio locale.

Fondazione
30 Ottobre

1910

Operativi in più di
paesi

30

Sede centrale
a Tokyo

Giappone

Con più di
dipendenti

19K

La nostra presenza in Europa ci posiziona come azienda leader:

Oltre:

3.4K

Dipendenti
in Europa

14

Paesi europei
ad oggi

29.7%

Di cui
sono donne

Belgio, Danimarca, Francia, Germania, Lussemburgo,
Irlanda, Italia, Paesi Bassi, Norvegia, Polonia,
Portogallo, Spagna, Svezia e Regno Unito.

Serviamo oltre:

150K

Clienti

390K

Pazienti

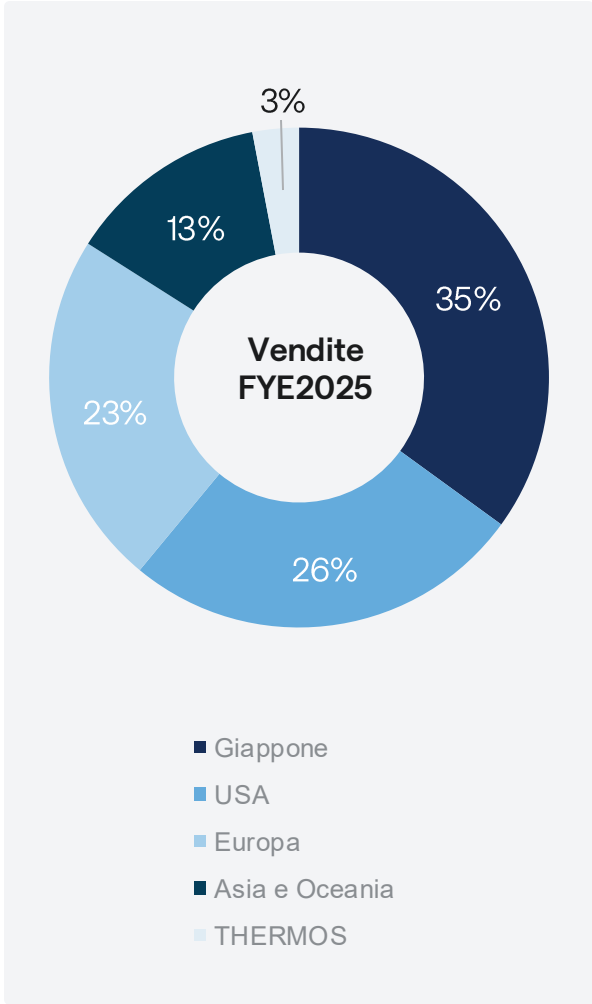
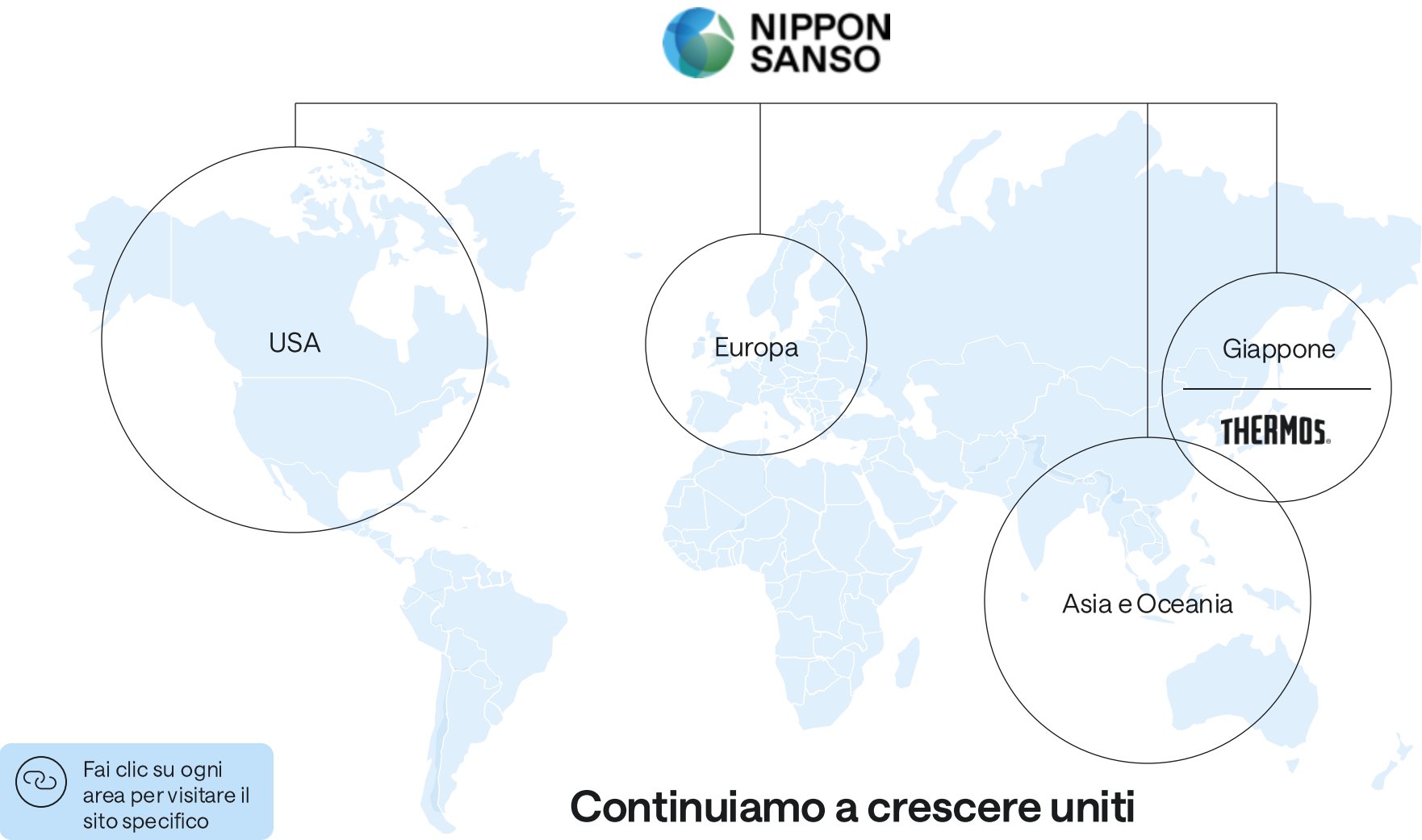
Superiamo un fatturato di:

2B€

nel FYE2025

Il Gruppo Nippon Sanso: Presenza globale

Attivi in oltre 30 paesi



Il gruppo Nippon Sanso in Europa

Tutte le regioni

 **NIPPON SANSO**

Southwestern Region

 **NIPPON SANSO**
Healthcare

 **NIPPON SANSO**
Homecare

 **OXIMESA**
NIPPON GASES

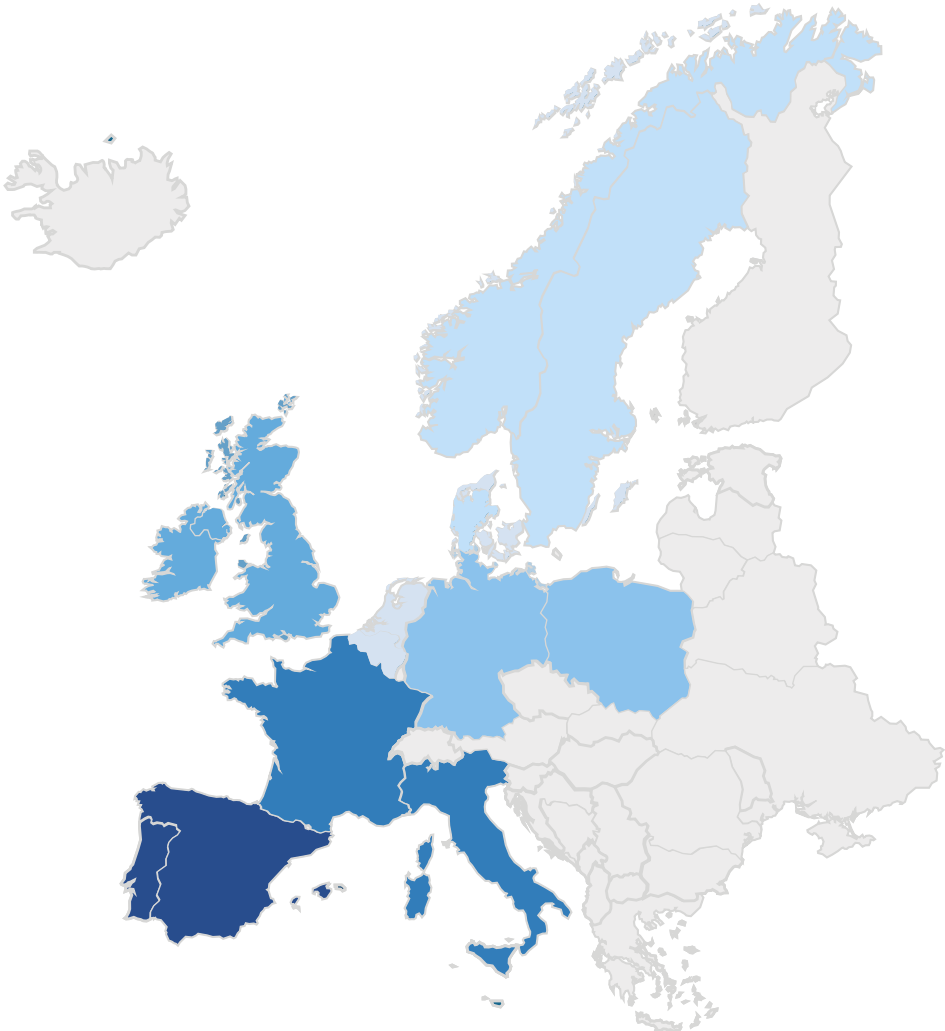
Italia

 **DRYCE**
NIPPON GASES

 **HOME MEDICINE**
The Healthcare Company

 **NOXTEC**
NIPPON GASES

Clicca su ciascun logo per visitare il sito corrispondente.



- | | | | |
|--|-------------------------------|---|-----------------------------|
|  | 14 Pipelines |  | 13 Impianti CO ₂ |
|  | 5 Laboratori per gas speciali |  | 1K Cisterne |
|  | 32 Air Separation Units |  | Oltre 2.9 M bombole |
|  | 6 Impianti HyCo |  | 40 Filling stations |
|  | 47 Impianti On-Site |  | 7 Terminal CO ₂ |
| | |  | 3 Navi CO ₂ |

 Fai clic sulla regione per visualizzare una mappa dettagliata

Introduzione alla tecnologia dell'Ozono

- Gas dal caratteristico odore pungente (molto sensibile al nostro naso)
- Soglia di percezione ~0.01ppm.v
- Gas di colorazione tendente al blueto,
- NON è un combustibile
- Si produce dall'aria o dall'ossigeno puro
- Breve vita (non può essere trasportato – deve essere generato in sito):
 - da secondi fino a 25 min in acqua
 - da secondi fino a 12 ore in aria
- Se ne produce in base alla domanda
- E' un potente ossidante



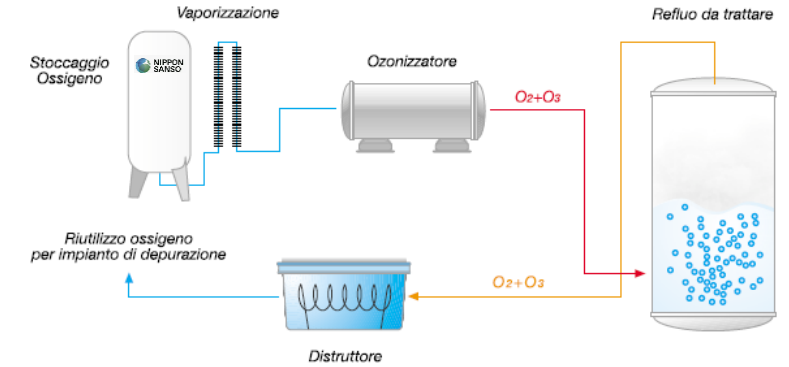
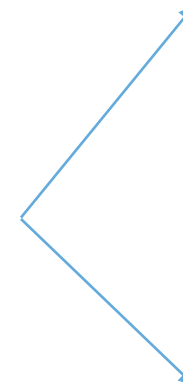
10 kW



10 kg O₂

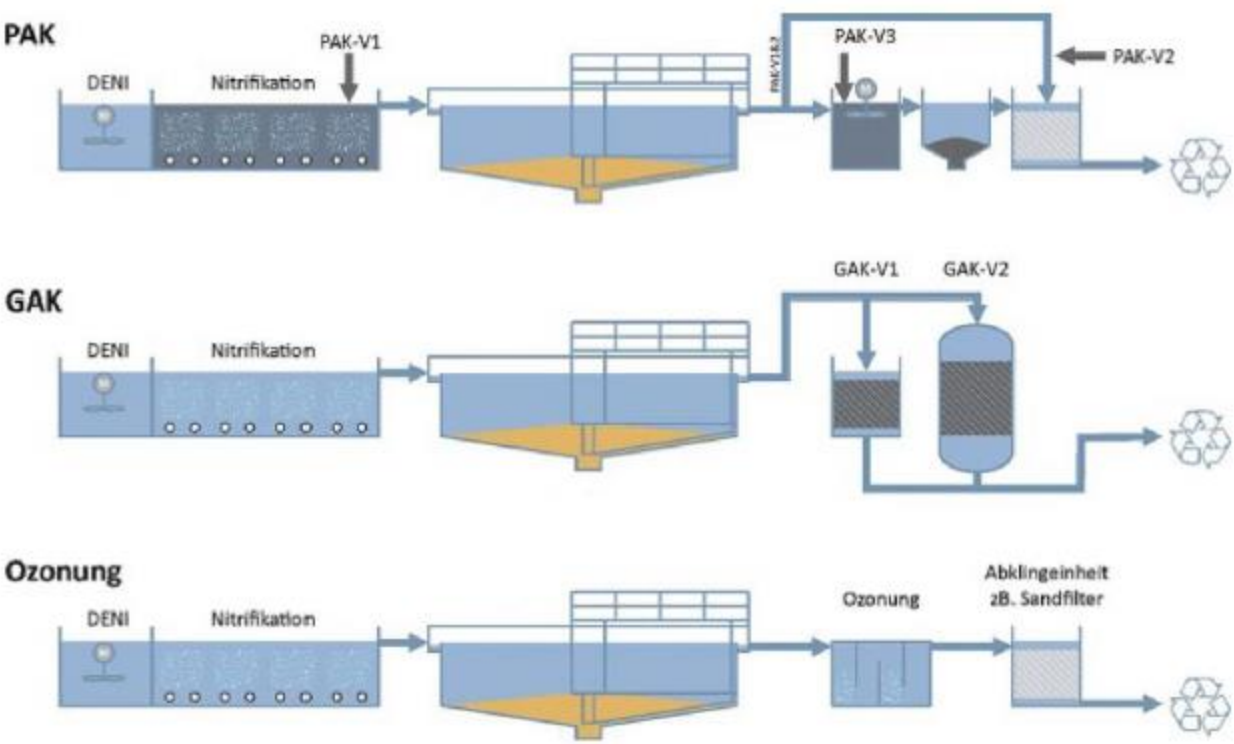
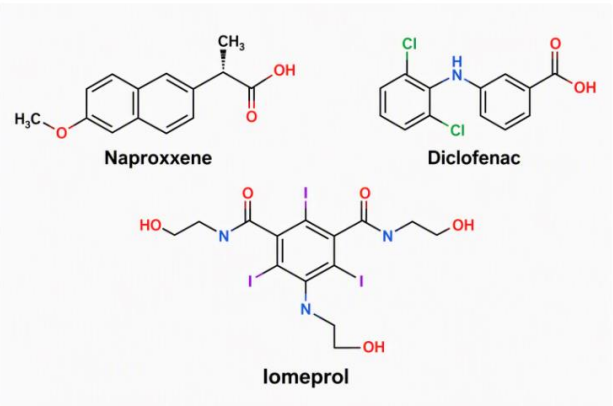
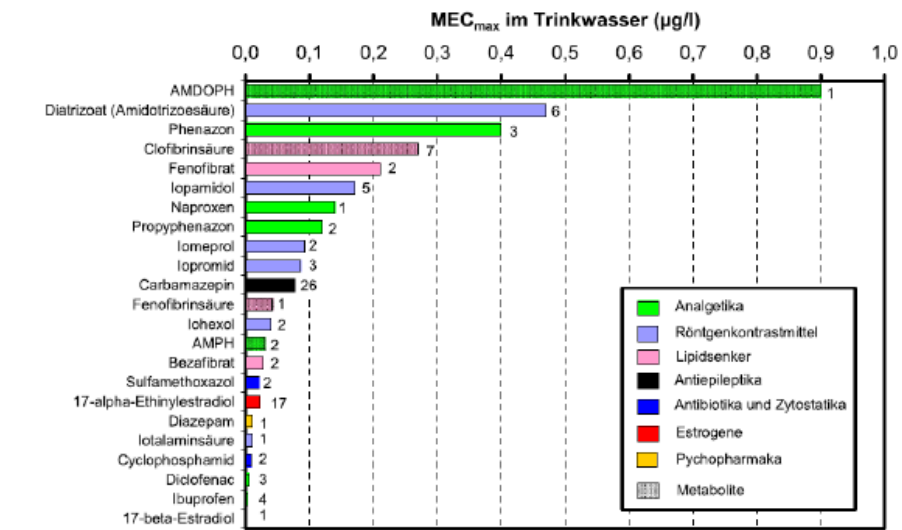


1 kg O₃



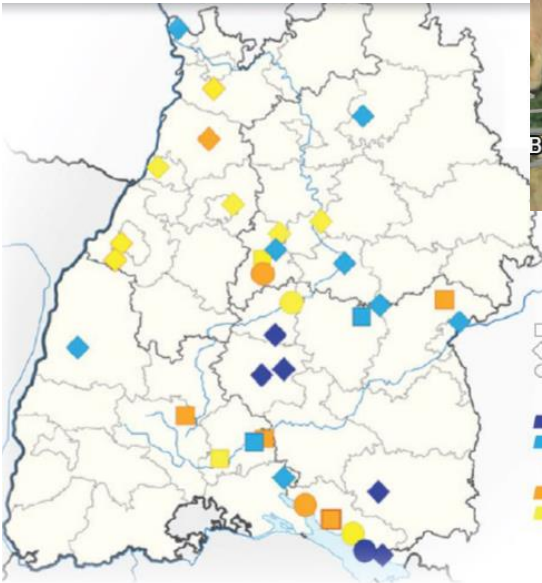
Ozono per la riduzione dei MIE

Molecole grandi in piccole quantità, molto aggredibili dall'Ozono

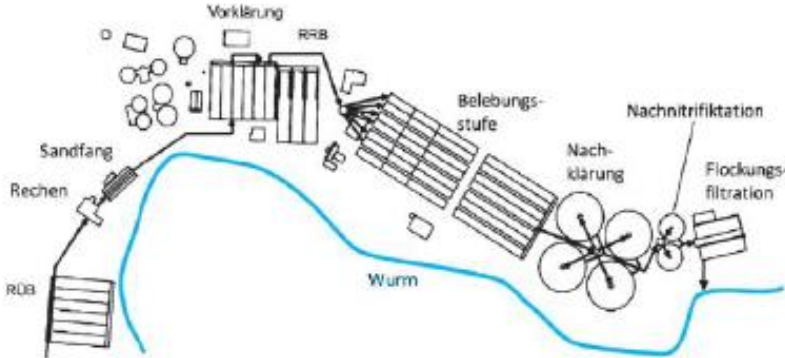


Case Study: Depuratore di Aachen-Soers

Contesto



- Verfahren:
- granulierte Aktivkohle (GAK)
 - ◇ Pulveraktivkohle (PAK)
 - Ozon
- In Betrieb:
- Vollstrom
 - Teilstrom
- In Planung oder Bau:
- in Planung
 - in Bau

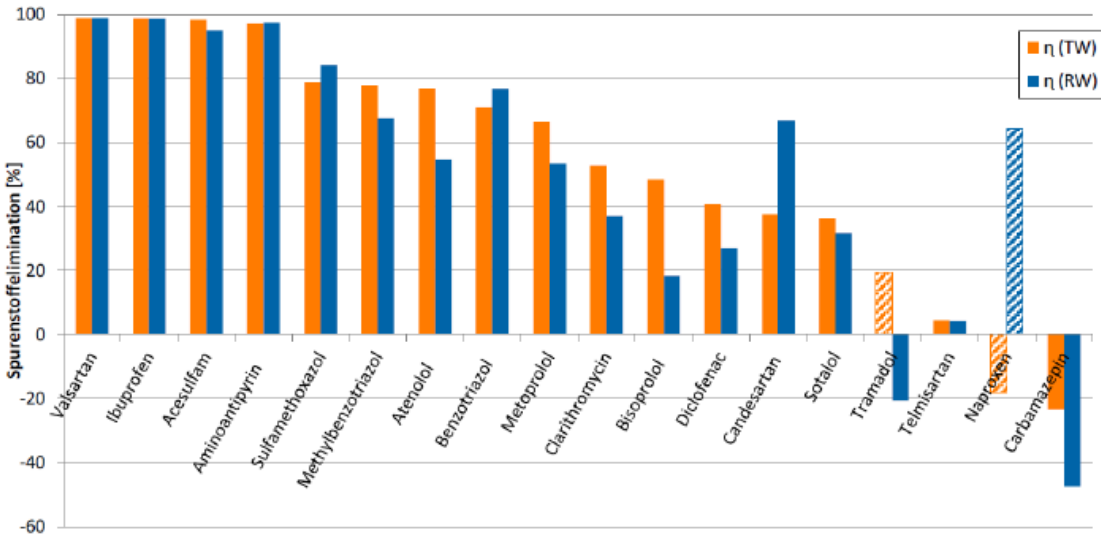
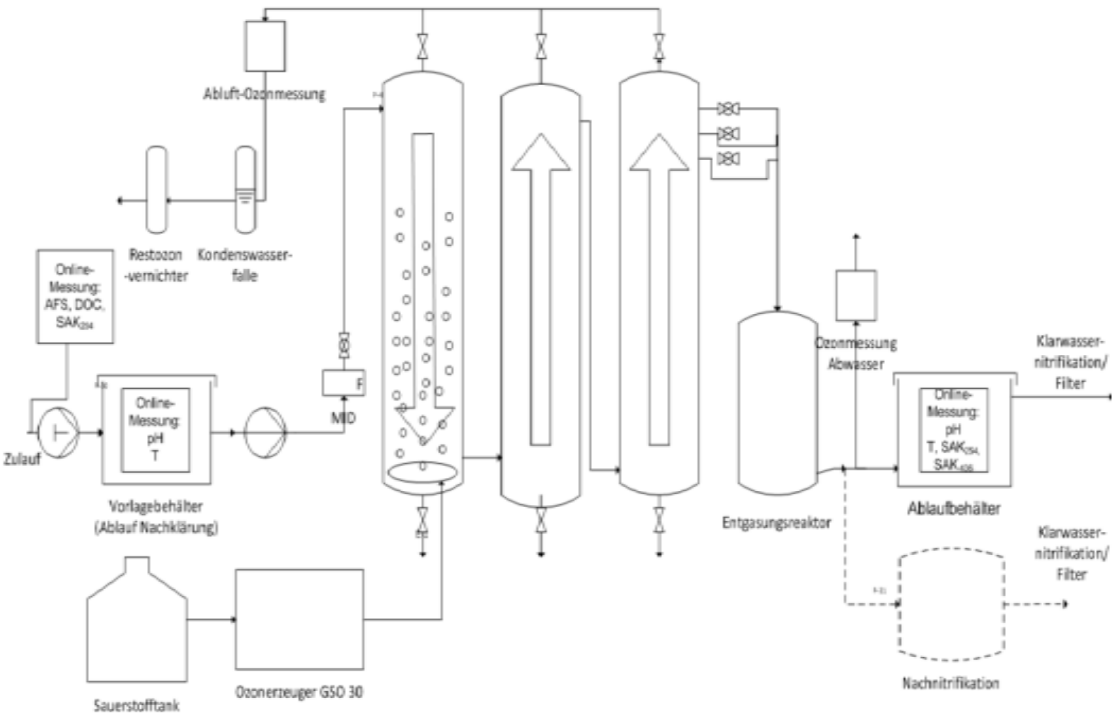


Quelle: Wasserverband Eifel-Rur (WVER)

Einwohnerwert (Ist CSB ₁₂₀):	ca. 450.000 E
Einwohnerwert (Ausbau KS):	458.300 E
Jahresabwassermenge (JAM):	ca. 25 Mio. m ³ /a
Trockenwetterzufluss Q _{TW}	6.480 m ³ /h (1.800 L/s)
Mischwasserzufluss Q _{max} :	10.757 m ³ /h (2.988 L/s)

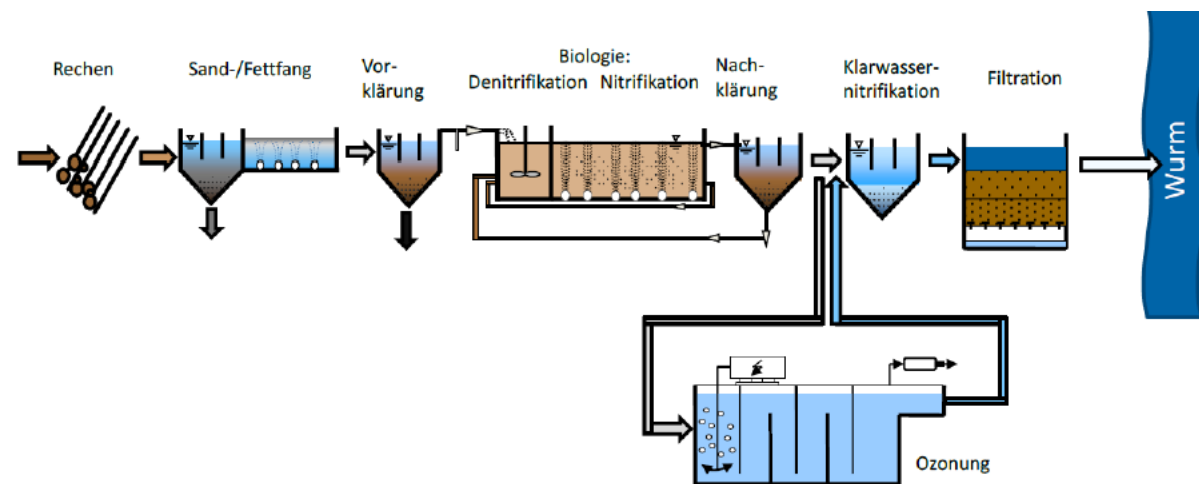
Depuratore di Aachen-Soers

Esperienza pilota



Aachen-Soers: installazione definitiva

- **Potenzialità dell'impianto:** circa **458.000 A.E.**
- **Portata annua:** circa **25 milioni m³/anno**
- **Portata di tempo secco:** **6.480 m³/h**
- **Portata massima in tempo di pioggia:** **10.757 m³/h**
- **Configurazione:** ozonazione **full-stream**, quindi dimensionata per l'intera portata
- **Produzione massima di ozono:** **32,4 kg O₃/h**
- **Dosaggio caratteristico:** **3,5 mg O₃/L**
- **Tempo di contatto:** **13,5 minuti con pioggia**, fino a **30 minuti in tempo secco**
- **Rimozione media delle sostanze indicatrici:** oltre l'**80%**
- **Investimento finale:** circa **10 milioni di euro**
- **Costo complessivo specifico:** circa **0,04-0,05 €/m³**
- **Esercizio continuo su scala reale:** da **febbraio 2018**

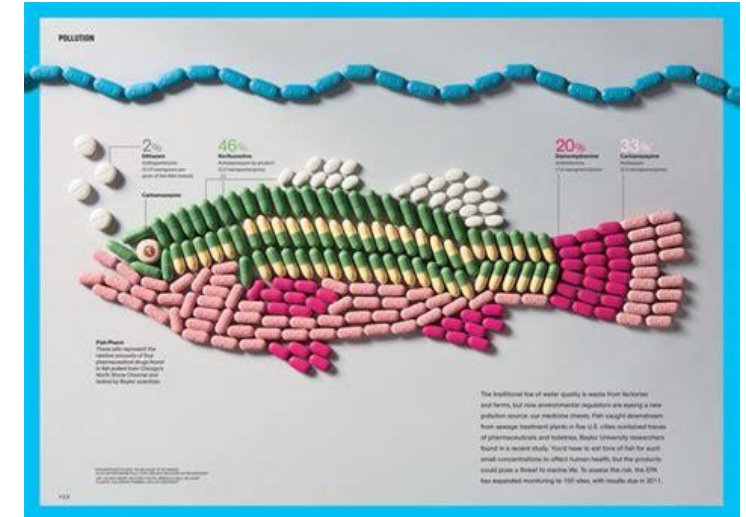


Una reale visione d'insieme

Il caso del depuratore di Aachen-Soers è un esempio di visione a 360 gradi del problema microinquinanti, non solo in ottica di rispetto di normativa, ma per la reale risoluzione della problematica e dei suoi effetti.

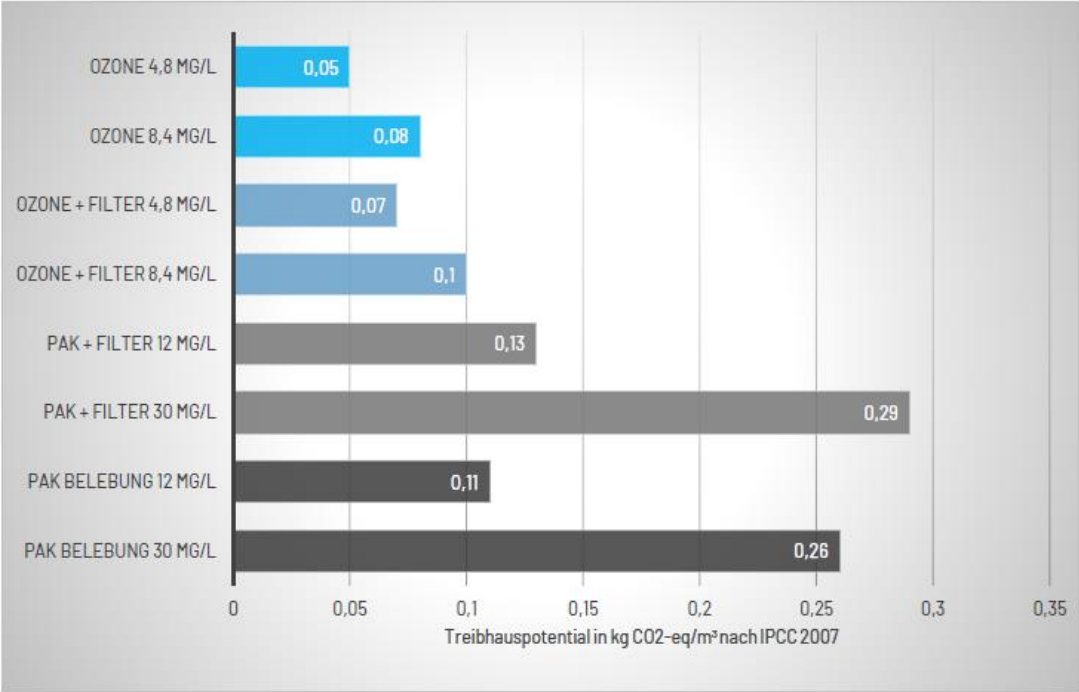
In parallelo all'esercizio dell'impianto, è stata avviata una campagna di monitoraggio continuo dei principali microinquinanti e degli effetti sulla flora e fauna fluviale.

- il potenziale estrogenico, già ridotto dal trattamento convenzionale, veniva ulteriormente diminuito dall'ozono, ma non sempre completamente eliminato (principalmente in periodi di pioggia);
- il potenziale anti-androgenico mostrava una riduzione maggiore con concentrazioni di ozono superiori a **4 mg/L**;
- le analisi di singoli composti, tra cui benzotriazolo, bisfenolo A e citalopram, evidenziavano l'importanza degli effetti di miscela, che possono essere additivi, antagonisti o sinergici.

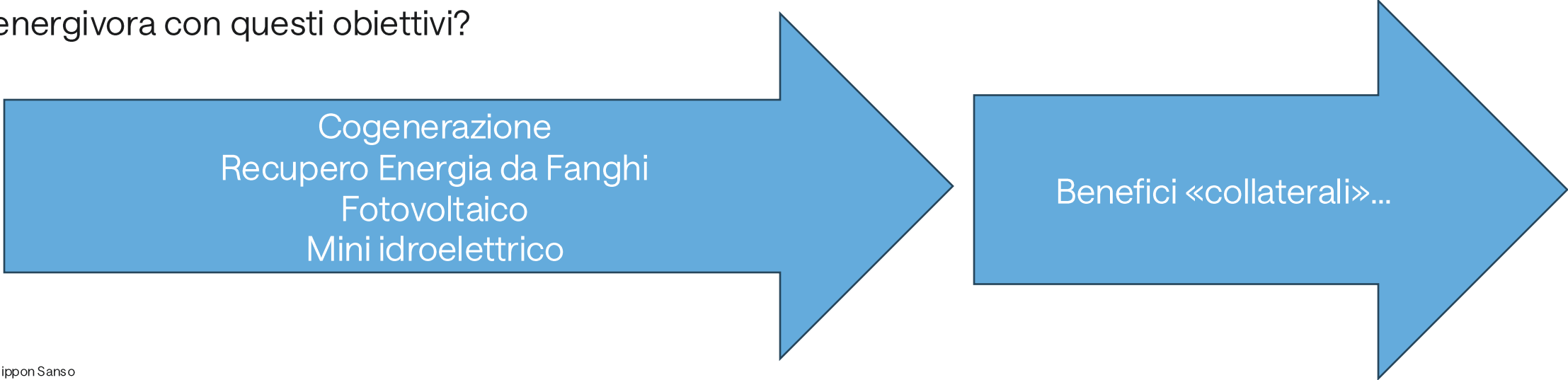


Neutralità energetica e carbon footprint

L'Ozono risulta avere la minore Carbon Footprint di qualsiasi altra tecnologia, considerando le emissioni di produzione/trasporto/smaltimento di tecnologie alternative o complementari.



La direttiva UE 2024/3019 prevede la neutralità energetica per gli impianti: come coniugare una tecnologia energivora con questi obiettivi?



Benefici aggiuntivi

La direttiva UE 2024/3019 prevede la neutralità energetica per gli impianti: come coniugare una tecnologia energivora con questi obiettivi?



Riduzione dei fanghi di supero - lisi

1. Dal 25 al 45 % in peso
2. Riduzione del consumo energetico di disidratazione del fango



Aumento della produzione di Biogas

1. Fino al 20% di metano in più grazie al fango lisato: miglioramento cogenerazione



Riuso dell'Ossigeno

1. Flusso di gas al 90% O2 puro
2. Ricircolo al biologico, riduzione dell'uso delle soffianti



Colore, odore, tensioattivi

1. Applicazioni «classiche» dell'ozono, miglioramento dello scarico soprattutto in casi di corpo idrico recettore ridotto in portata

Ottimizzazioni e sistemi combinati



Sistemi pilota combinati O3 + GAK



Iniezione ozono con sistema innovativo

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



Ing. Luca Moseneder Frajria
Industrial Applications Coordinator
Nippon Sanso Industrial srl

Luca.mosenederfrajria@eu.nipponsanso.com

+39 3403654057