

flotates wastewater
digestate grease trap
percolate FOG
leachate
slurry
COD

MKR 증발 시스템

견고함 · 안전성 · 유연성 · 고효율

→ 열 구동 시스템

히트펌프 결합 하이브리드 시스템

전기식 MVR 증발기



혐기소화액과 슬러리는 가치 있는 유기질 비료이지만, 운송과 저장에 많은 비용이 들고 토양의 양분 균형에도 영향을 줄 수 있습니다. 증발기는 바이오가스 플랜트의 혐기소화액, 돈분뇨 또는 다양한 액상 매체를 처리하기 위한 혁신적이고 친환경적인 솔루션입니다.

- MKR Cleanwater의 증발기를 적용하면 이러한 문제를 해결하면서 동시에 청정수와 미네랄 비료를 얻을 수 있습니다.

폐열 및 하이브리드 DV 시스템:

- 180 kWth 및 500 kWth 두 가지 용량, 각 시스템은 1~4단 구성 가능
- 4단 구성 기준 최대 효율: 열에너지 1 kWh당 증류수 4.3 L 생산

전기식 증발기(기계식 증기 재압축, MVR):

- 여러 용량으로 제공되며, 증류수 생산량은 0.3~2.0 m³/h 범위
- 전력 소비량은 증류수 1 m³당 약 40 kWh의 수준

연혁

MKR Metzger는 1990년부터 산업용 재활용 기술을 개발해 왔습니다.

2009/10 혐기소화액 증발기 프로젝트 착수

기존 산업용 증발기 기술을 기반으로 한 최초 파일럿 프로젝트 수행

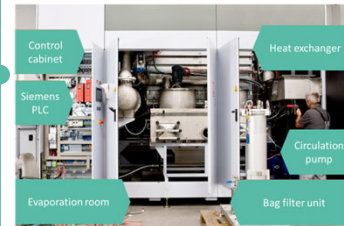
2012/13 최초 실증 플랜트 구축

단일 단계 시스템으로 약 2,000 m³ 감량 달성

2016/17 이후 다단 증발기 적용

라인당 연간 20,000 m³ 이상 감량 가능

2024년부터 암모니아 회수를 포함한 전기식 MVR 증발 시스템을 돈분뇨 및 기타 저농도 유기성 액상 매체에 맞게 적용 중



현재유럽 전역에서 활동 중이며, 주로 음식물류 폐기물 처리 플랜트와 축산분뇨 처리 플랜트에 적용되고 있습니다.

MKR 증발 시스템

견고함 · 안전성 · 유연성 · 고효율

→ 열 구동 증발기(DV 시리즈)
히트펌프 결합 하이브리드 시스템
전기식 MVR 증발기

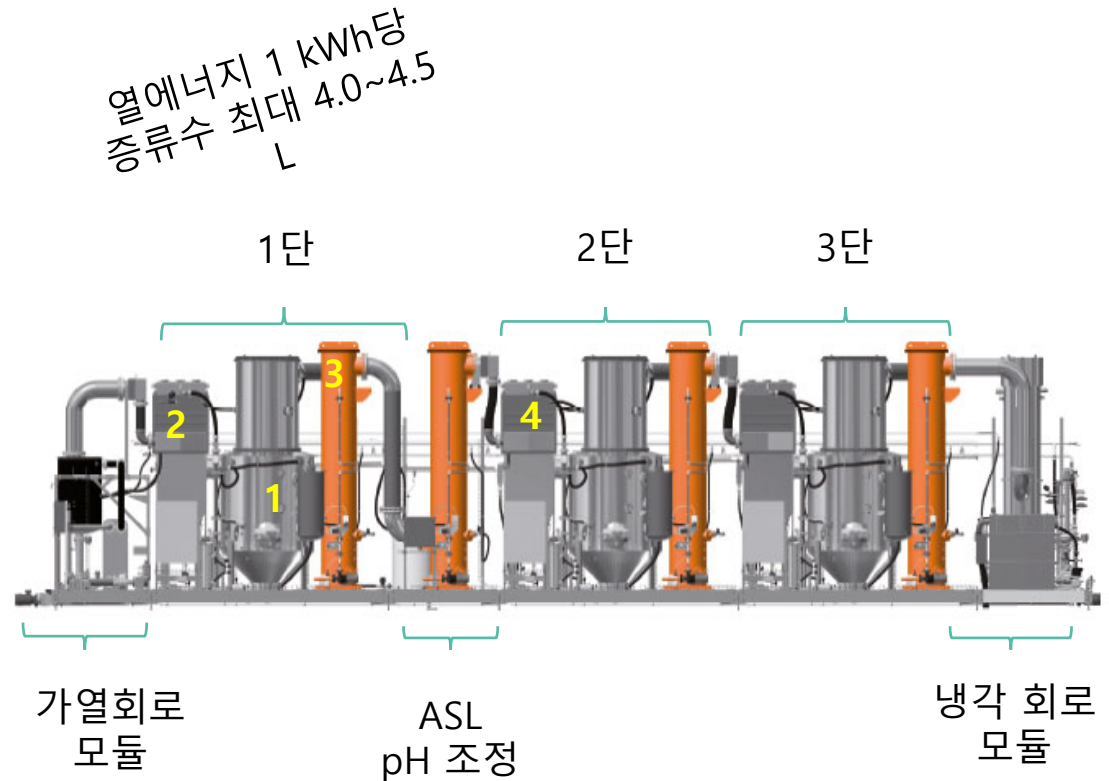
작동 원리(개요)

가열 회로 모듈에서는 CHP 회로로부터 열을 회수하며, 이미 진공 상태인 1단 증발기는 약 65°C의 증기로 가열됩니다.

공정 탱크(1)의 혐기소화액은 1단 열교환기(2)를 통해 순환됩니다. 열이 투입되면 비등점에 도달하여 수증기가 발생합니다.

발생한 증기는 질소 고정(ASL 생산)을 위해 증기 세정기(3)를 거친 후 2단 열교환기(4)로 이동합니다. 여기서 증기는 2단의 발효 잔류물을 가열하고, 동시에 응축되어 증류수로 시스템 밖으로 배출됩니다.

이후 동일한 단계가 반복되며, 마지막 단계의 증기는 냉각 회로 모듈에서 응축됩니다.

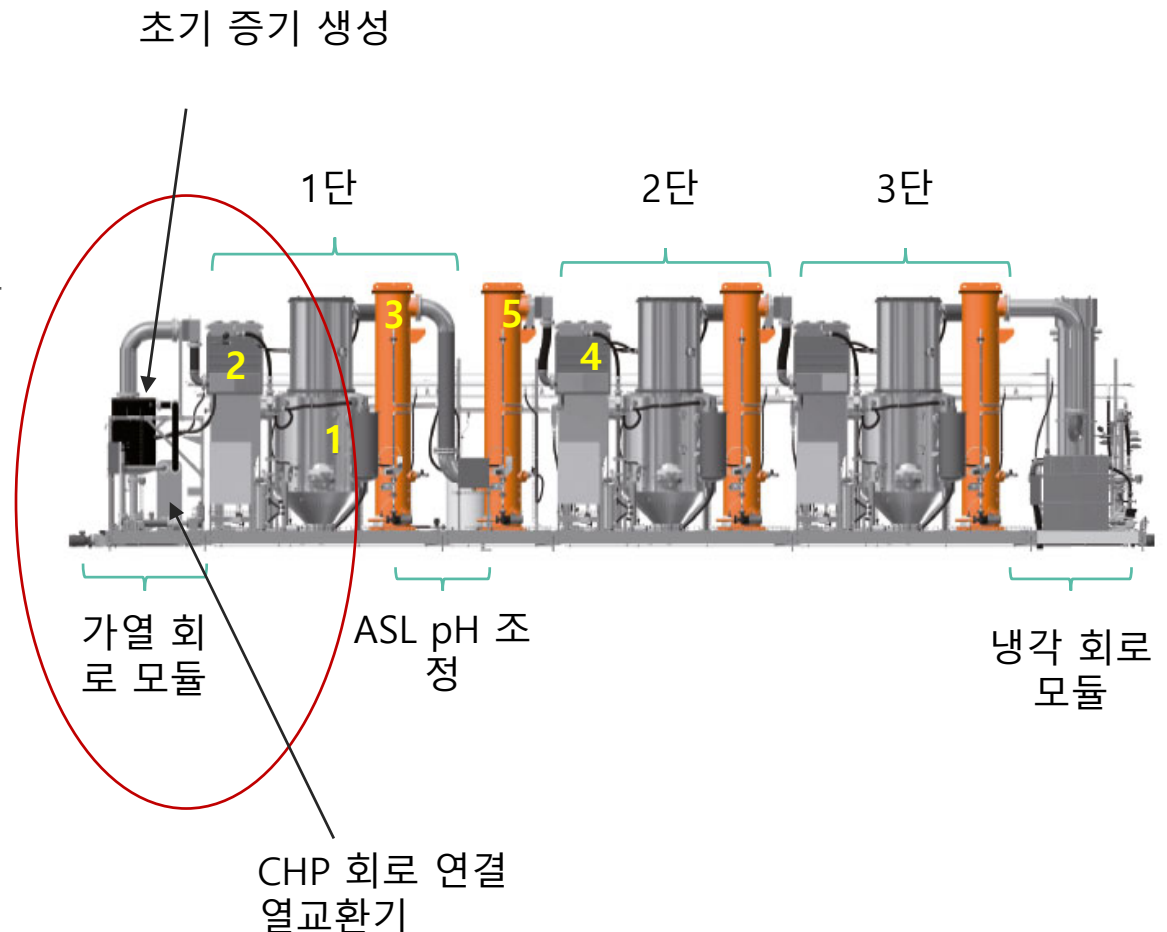


작동 원리

가열 회로 및 1단 증발:

진공 상태에서 약 70°C의 초기 증기가 생성됩니다. 이 초기 증기는 1단 증발기의 열교환기(2)로 공급됩니다.

혐기소화액은 공정 탱크(1)에 저장되어 있으며, 펌프를 통해 열교환기(2)로 순환됩니다. 열교환기에서 초기 증기가 혐기소화액을 가열하고, 초기 증기는 응축된 뒤 다시 가열 회로 모듈로 회수됩니다.



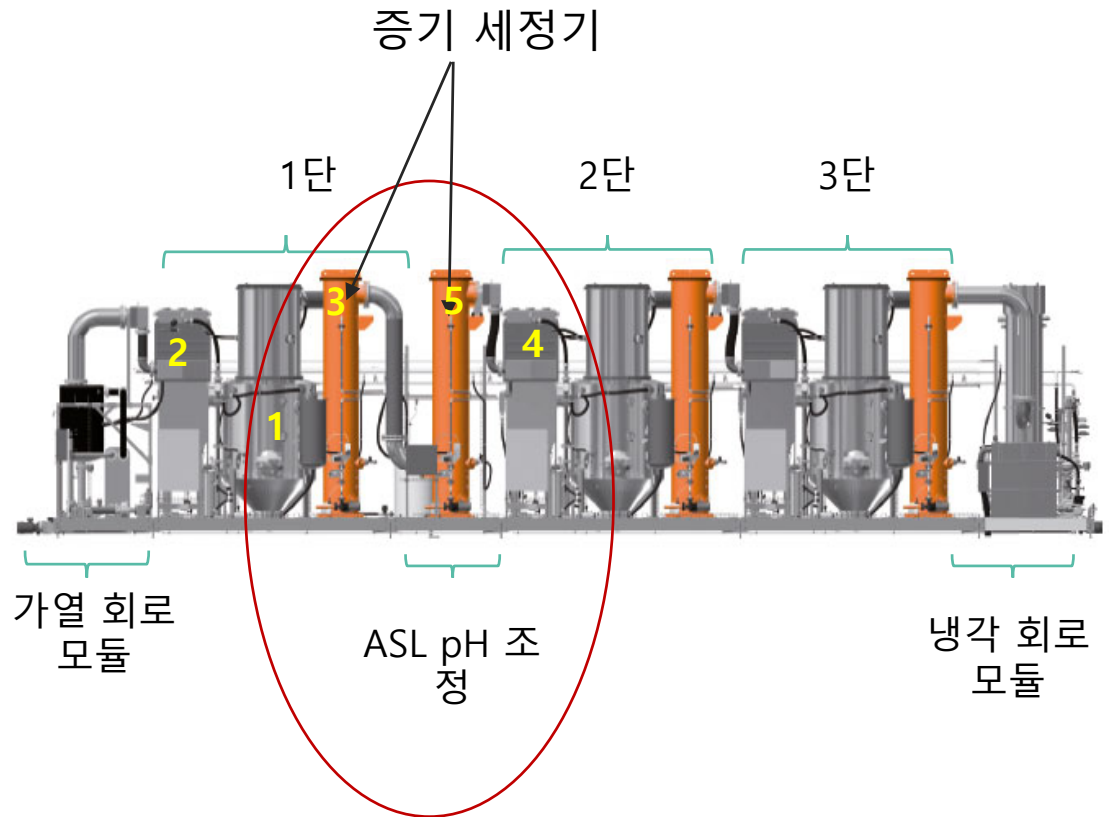
작동 원리

1단 증발 및 증기 세정기:

1단 증발기에서 혐기소화액으로부터 발생한 증기는 증기 세정기(3+5)를 통과합니다.

이 과정에서 증기 내 암모니아는 황산과 결합하여 액상 황산암모늄 비료(ASL, Ammonium Sulphate Liquid)로 전환되고, 플랜트 밖으로 배출됩니다.

증기 세정기를 통과한 증기는 2단 증발기의 열교환기(4)로 공급됩니다. 여기서 1단에서 발생한 증기는 2단 혐기소화액을 가열한 뒤 냉각·응축되어 액상 증류수로 배출됩니다.



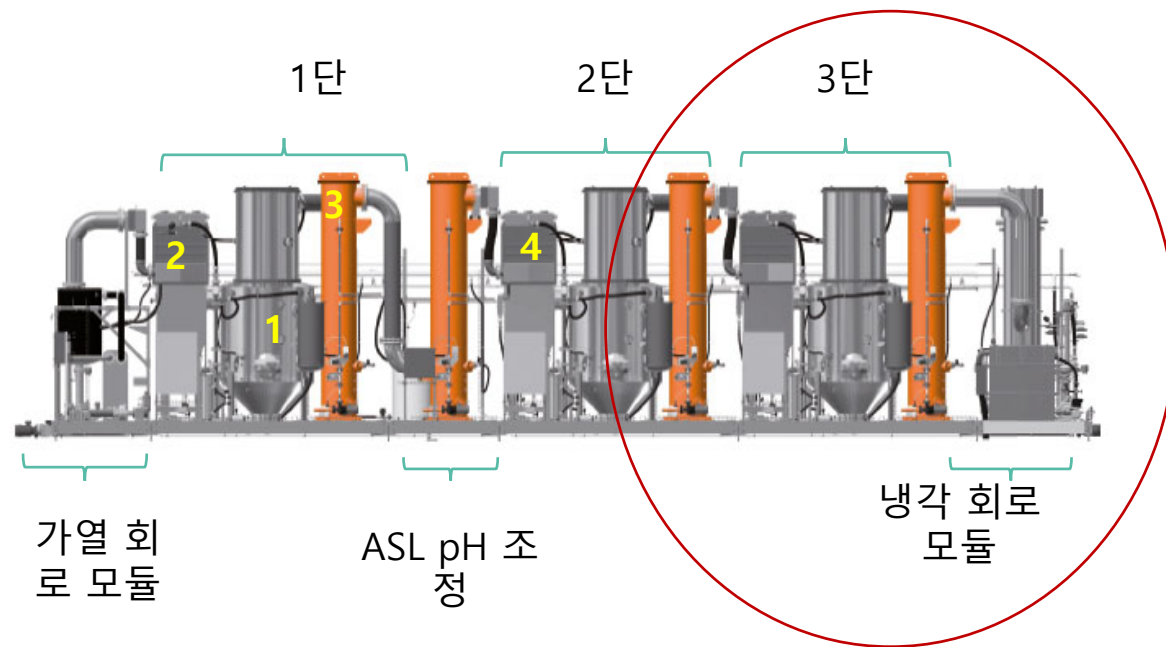
작동 원리

2단 증발, 추가 단계 및 냉각 회로:

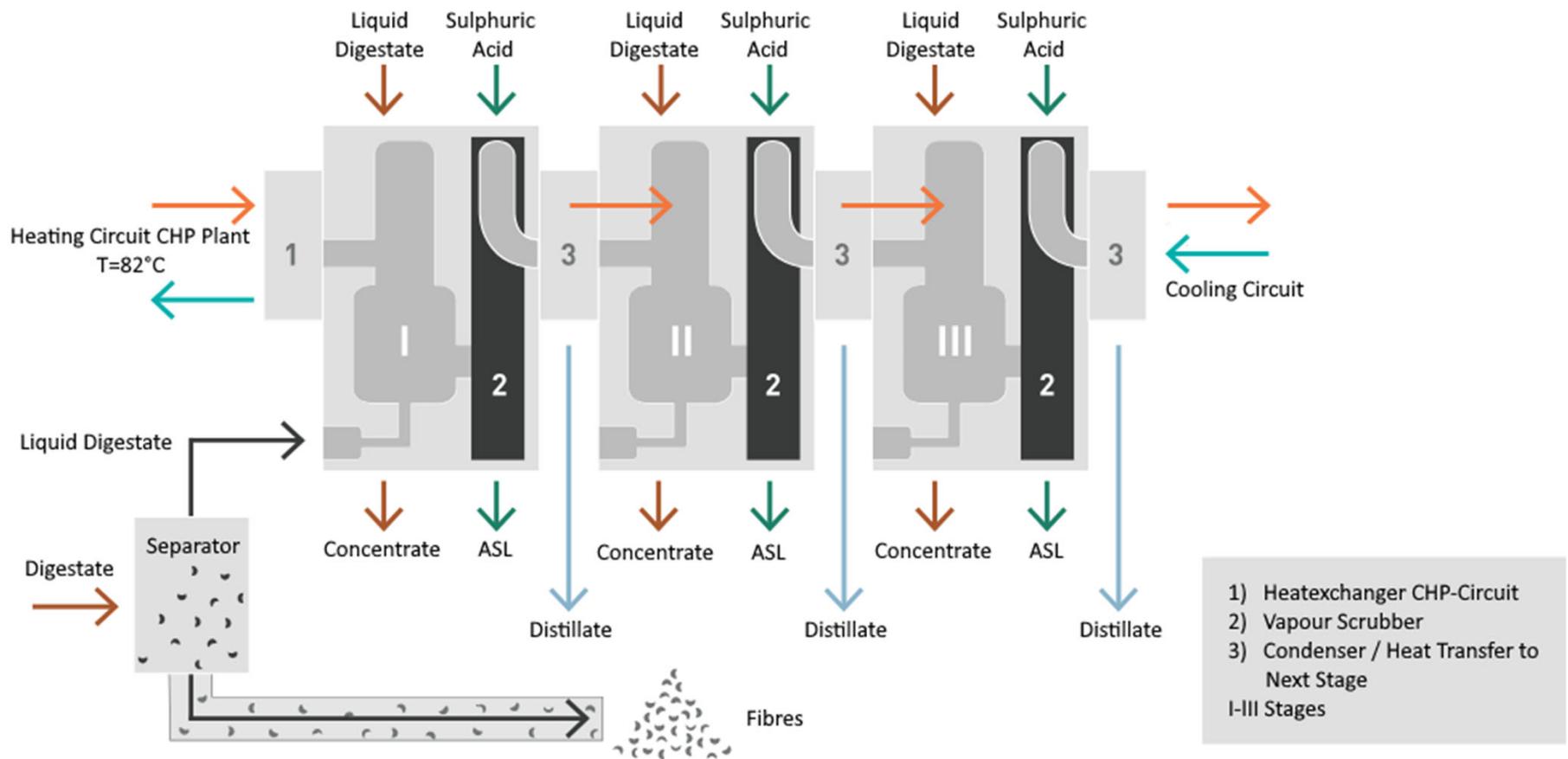
2단 증발기에서도 1단과 동일한 공정이 진행됩니다. 발효 잔류물에서 수증기가 발생하고, 이 수증기는 증기 세정기를 거친 뒤 다음 단계의 열교환기에서 열에너지를 방출하며 응축됩니다. 이 열은 다시 다음 단계의 발효 잔류물을 가열하는 데 사용됩니다.

마지막 증발 단계 이후에는 냉각 회로 모듈이 이어집니다. 여기서 마지막 증발 단계에서 발생한 증기가 냉각되어 증류수로 응축되고 시스템 밖으로 배출됩니다.

현재 이 원리에 따라 4단 진공 증발기 운전이 가능합니다.

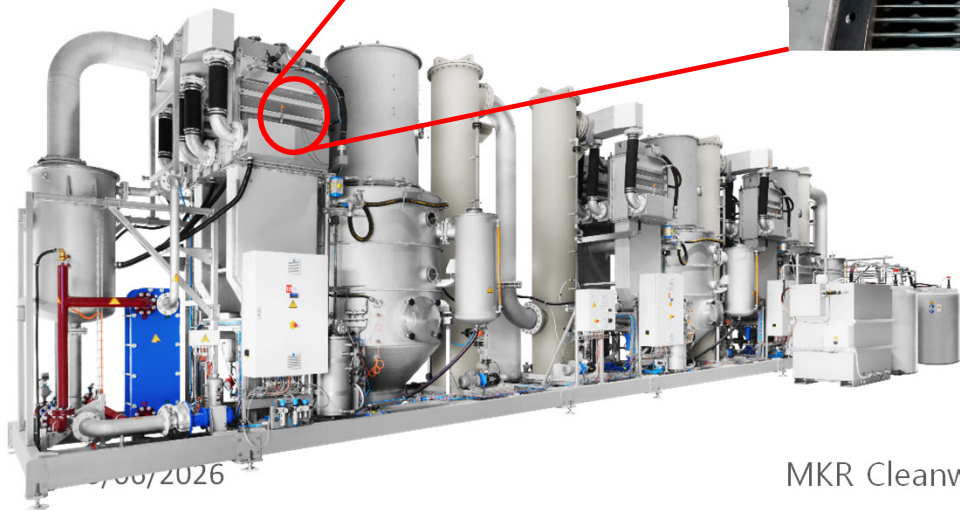
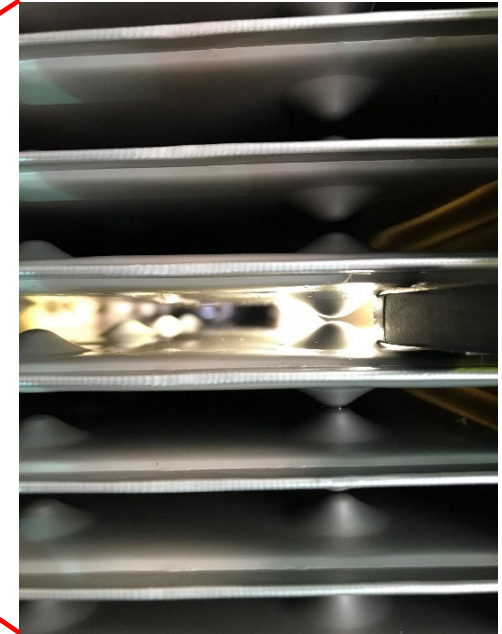
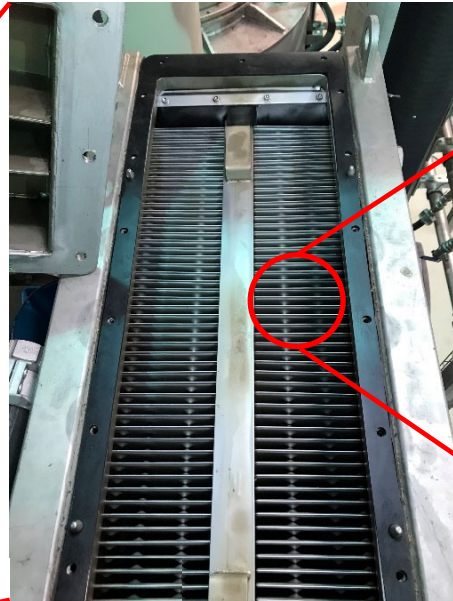


질량 및 열 흐름



내부 상태: 열교환기

2년 운전 후 열교환기
오염·스케일 없이 깨끗한 상태

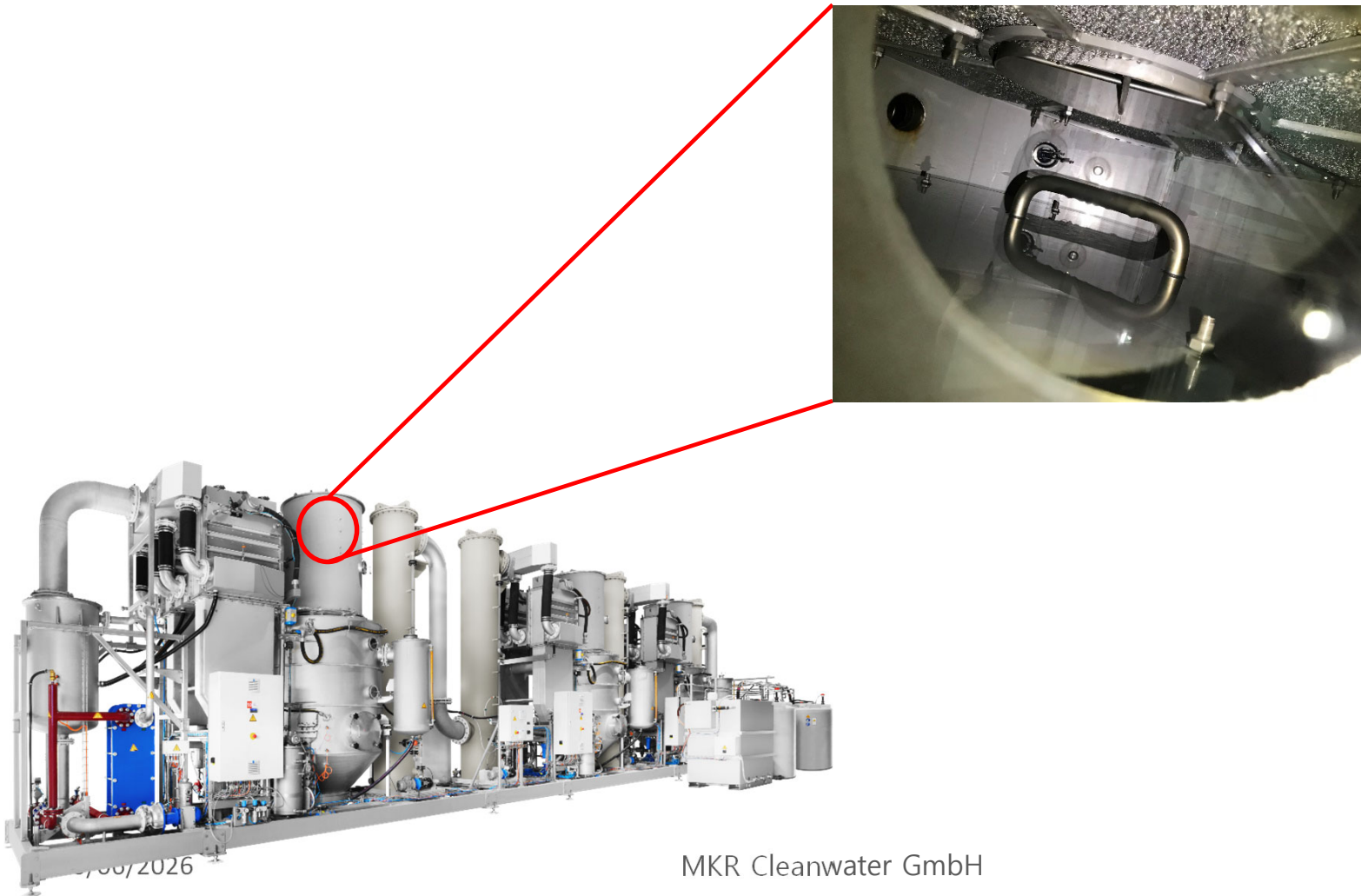


MKR Cleanwater GmbH

열 구동 증발기

내부 상태: 디미스터

디미스터(액적 분리기 - 증기 경로 일부),
2년 운전 후 오염·스케일 없이 깨끗한 상태



MKR Cleanwater GmbH

열 구동 증발기

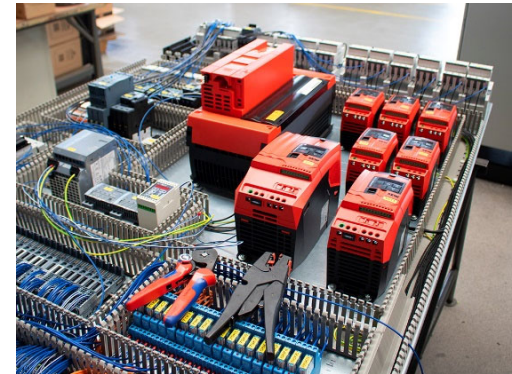
장점



혐기소화액과 접촉하는 부품은 스테인리스강으로 제작됩니다.

매체 내부에 브러시나 구동부가 없어 유지관리 비용을 낮출 수 있습니다.

PLC 프로그램과 제어반 제작은 모두 MKR에서 직접 수행합니다.



황산 및 증기 세정기 관련 부품은 PE/PP 소재로 제작되어 내구성이 높고 부식 우려가 없습니다.



무취 및 방류 가능한 품질의 증류수 확보에 대한 노하우를 보유하고 있습니다.

자세히 보기:

www.mkr-cleanwater.com



장점

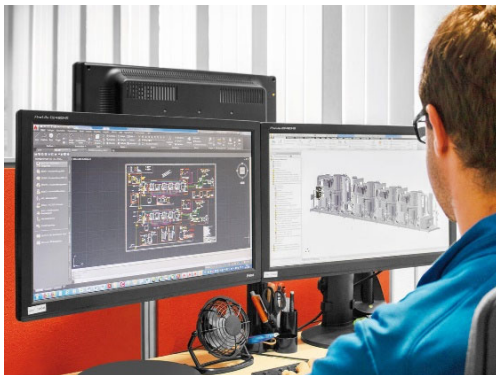
증발 시스템은 가용 열량에 맞춰 자동으로 조정되며, 65~85°C 범위에서 매우 유연하게 운전됩니다.

사용자 친화적인 제어와 VPN 연결을 통한 원격 유지관리가 가능합니다.

방류 가능한 품질의 무취 증류수 생산 노하우를 보유하고 있습니다.

산업폐수 처리 분야에서 축적한 수십 년의 경험과 2012년 이후 실증 적용된 바이오가스 증발기 경험을 기반으로 합니다.

ASL은 미네랄 비료 품질로 생산되며, 추가 약품 없이 작물 적용에 적합한 pH 5.5~6.5 범위로 조정됩니다.



적용 사례: 혐기소화액 증발 및 ASL 생산

생산 제품:

유기물의 호기성 및 혐기성 처리 과정에서 회수
한 액상 황산암모늄(ASL)

암모늄태 질소 7%

친수성 황 8%

pH: 7

밀도: 1.25 kg/L

화석연료 사용 없이 생산 가능한 특히 지속가능
한 비료 제품



적용 사례: 음식물류 폐기물 혐기소화액 증발

위치: 스위스

도입 목적:

높은 운송비 절감 및 무배출 운전에 대한 특별한 요구 대응

BGA 투입물:

다양한 음식물류 폐기물, 돈분뇨, 도축장 폐기물

증발기: DV4000 4S

시운전: 2020년 1월

열 요구량: 550 kWth

증류 효율: 4.3 L/kWth

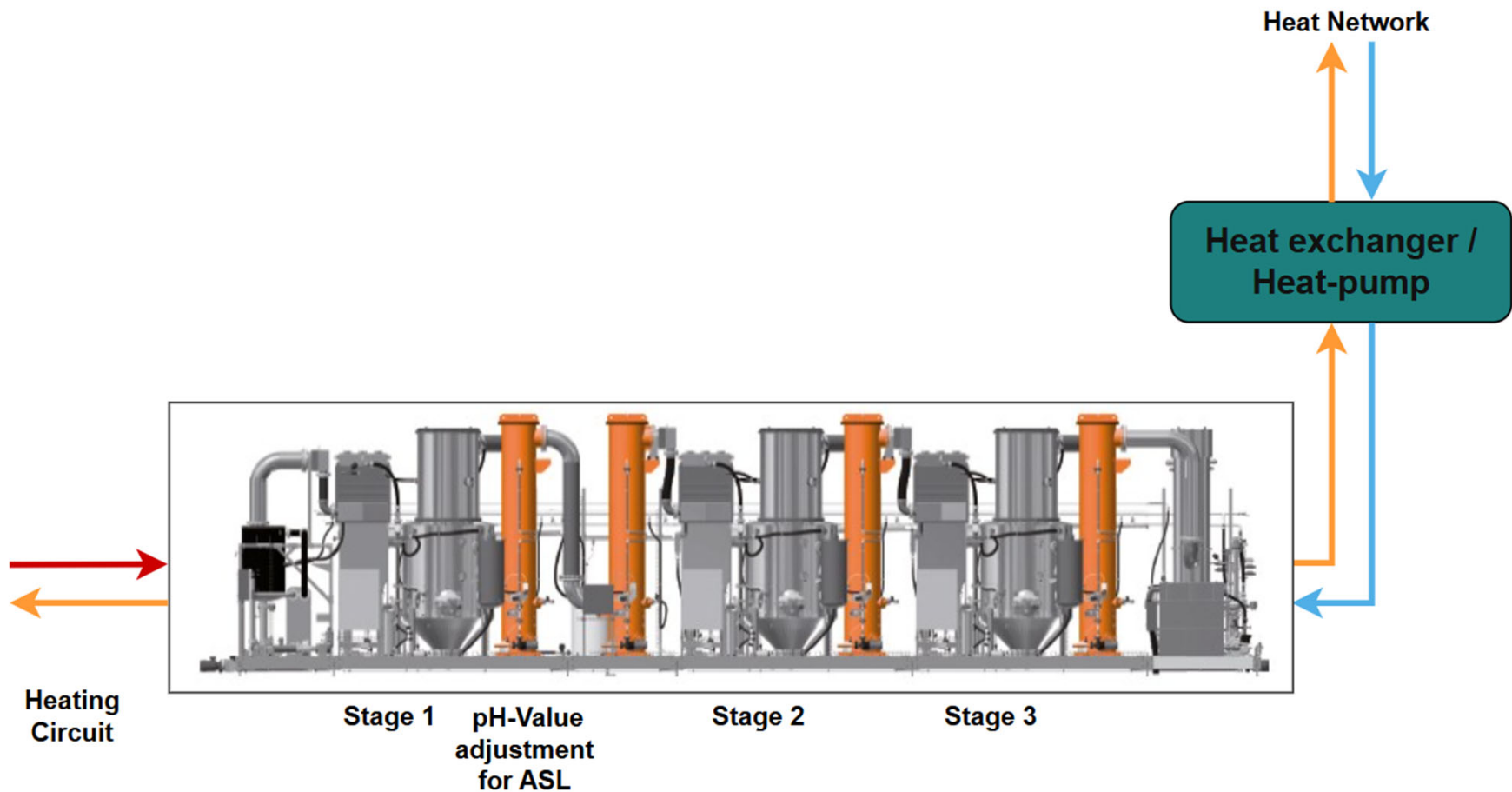
감량 규모: 최대 20,000 m³/년



운전 데이터

	DV1000 (4 Stages)	DV4000 (4 Stages)
투입 유량	1700 l/h	4300 l/h
증류수 유량(최대)	850 l/h	2400 l/h
증발 성능	4,3 l/kWh _{th}	4,3 l/kWh _{th}
공차 중량	15 t	38 t
길이	15 m	27 m
폭	2,5 m	3 m
높이	4,5 m	5,5 m
운전 전압	3/400 V N PE 50 Hz	3/400 V N PE 50 Hz
가열 회로 온도	70 – 85 °C	70 – 85 °C
열 요구량(최대)	190 kW	600 kW
건물 함량(투입)	3 – 4 % TS	3 – 4 % TS
입자 크기	< 250 µm	< 250 µm

변형 구성: 냉각 회로 폐열의 추가 활용

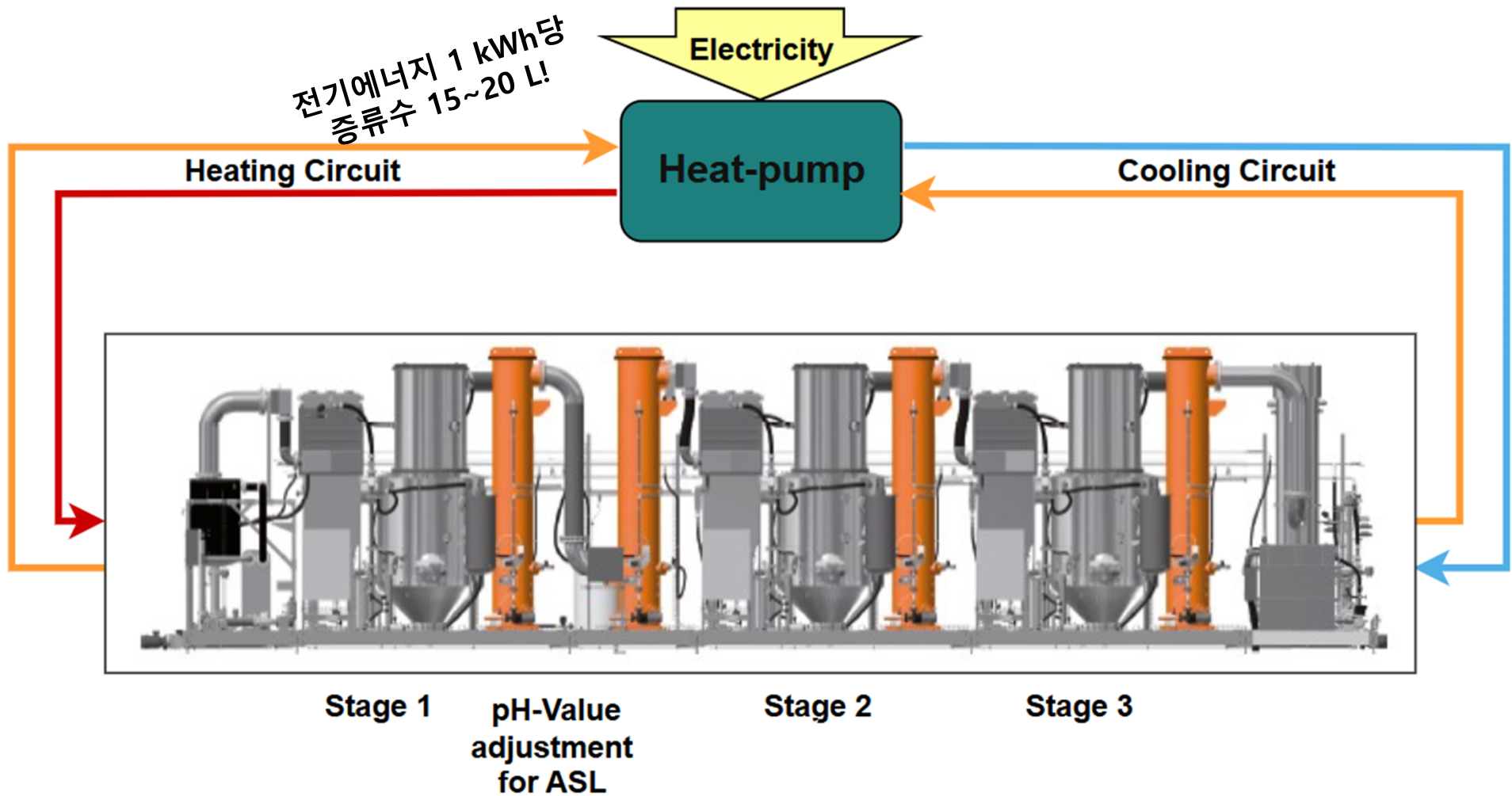


MKR 증발 시스템

견고함 · 안전성 · 유연성 · 고효율

→ 열 구동 증발기(DV 시리즈)
히트펌프 결합 하이브리드 시스템
전기식 MVR 증발기

열 구동 증발과 히트펌프 결합



MKR 증발 시스템

견고함 · 안전성 · 유연성 · 고효율

→ 열 구동 증발기(DV 시리즈)
히트펌프 결합 하이브리드 시스템
전기식 MVR 증발기

전기 구동식 증발기 (기계식 증기 압축, MVC)

작은 설치 면적

전기에너지 1 kWh당
증류수 최대 20~25 L

제어반

Siemens
PLC

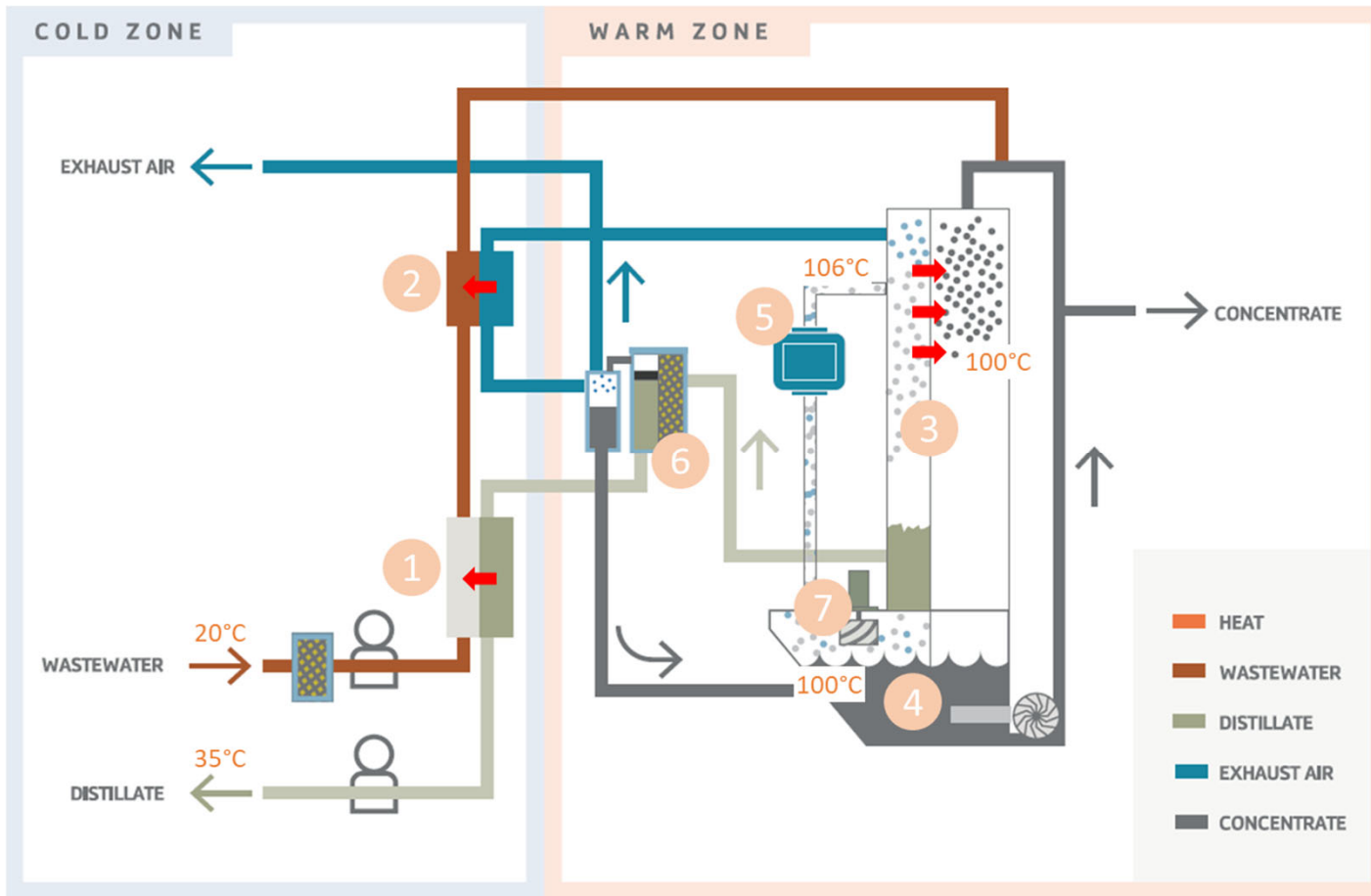
열교환기

순환 펌프

증발실

백필터 유닛

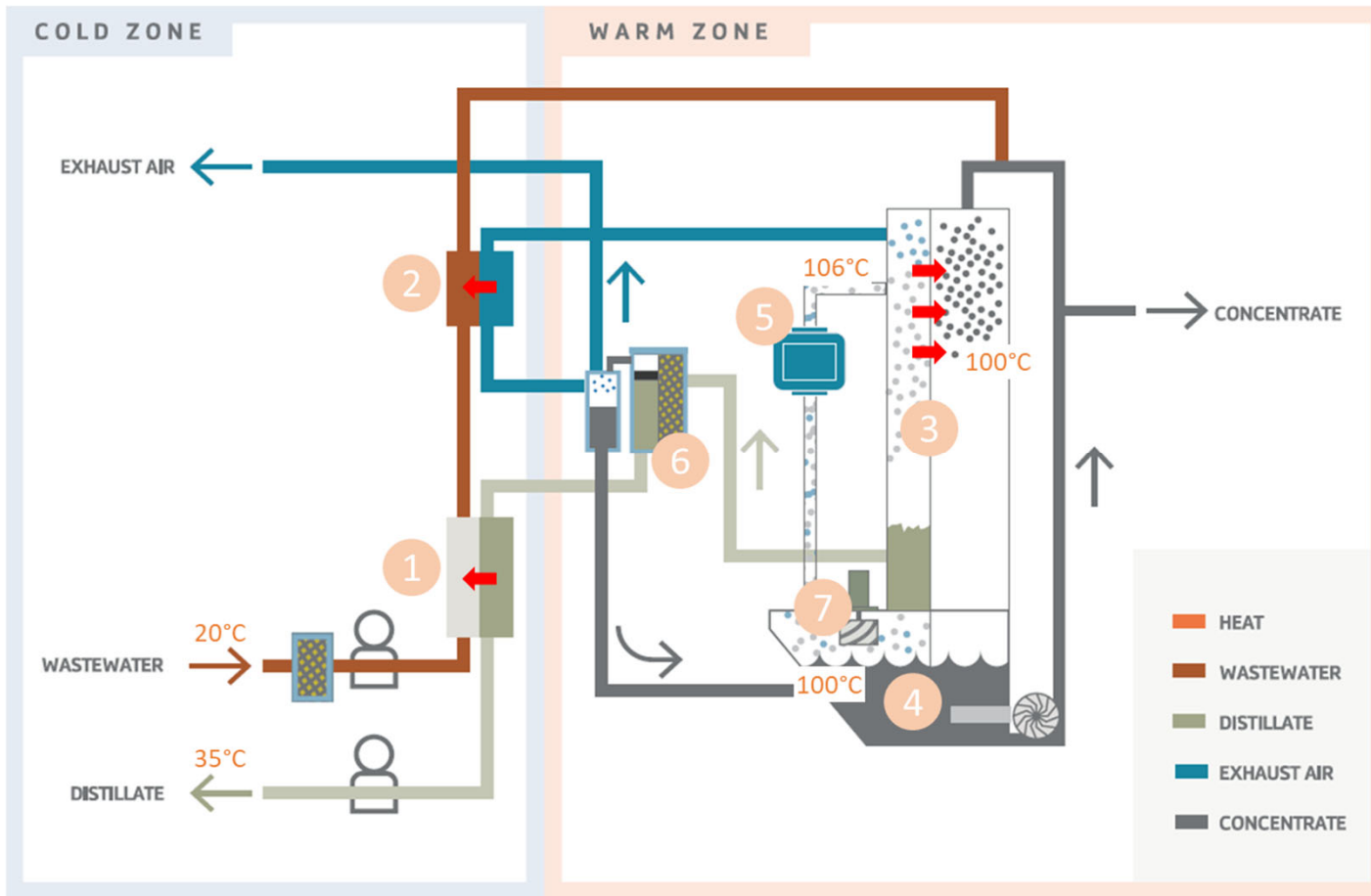
작동 원리



슬러리는 세 개의 열교환기(1, 2, 3)를 거쳐 공정 탱크(4)로 이동합니다. 공정 탱크에서는 순환되며 메인 열교환기(3)에 의해 가열됩니다.

증기(7)는 압축기(5)에서 약 +200 mbar로 압축되고, 온도는 약 106°C까지 상승합니다. 이 증기가 열교환기(3)와 접촉하면 응축되어 증류수(6)가 됩니다.

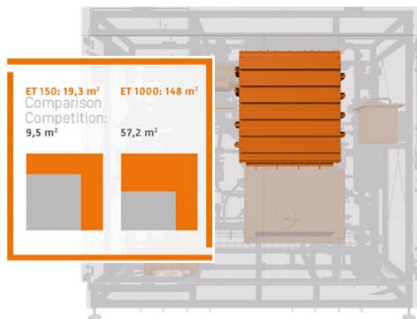
작동 원리



암모니아가 포함된 매체의 경우, 열교환기(3)에서 응축되기 전에 증기 중 암모니아를 제거하기 위해 증기 세정기가 설치됩니다.

배기 공기(열교환기 2 경우)와 증류수(열교환기 1 경우)는 증발기 밖으로 배출됩니다. 농축액(탱크 4)은 일정 주기로 장비 밖으로 펌핑됩니다.

내부 분석: 에너지 효율



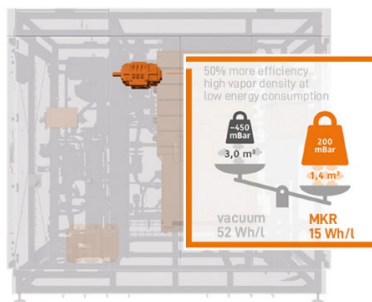
HIGH ENERGY RECOVERY

A 3-stage recuperation paired with the largest heat exchanger in its class enables a smooth and energy-saving evaporation.



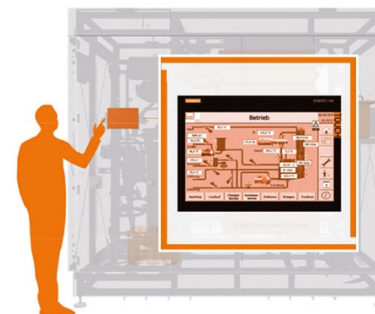
입·출구 온도차(ΔT)

MKR 증발기: 약 +12~15°C 수준
 ΔT 는 공정 중 손실되는 에너지에 해당합니다.



50% LESS ENERGY CONSUMPTION

The highest steam density requires less compressor capacity and thus a lower energy demand. (< 50%)



20 % MORE PERFORMANCE DUE TO INTELLIGENT CONTROL

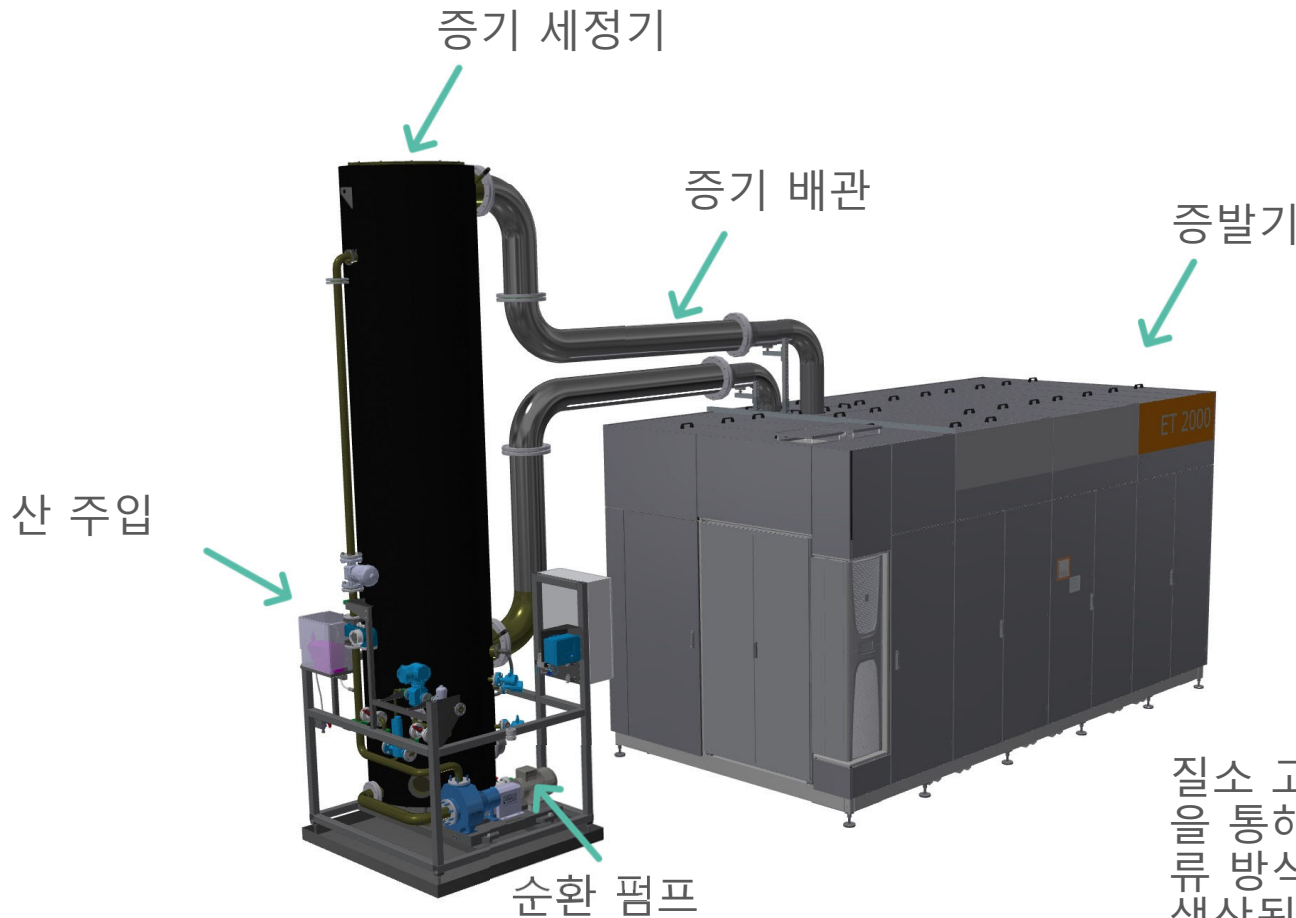
An intelligent and simple system control enables the maximum utilization of the energy used.

운전 데이터

	MVR05	MVR10	MVR20
투입 유량	500 l/h	1000 l/h	2000 l/h
증류수 유량(최대)	450 l/h	900 l/h	1800 l/h
증발 성능	25 l/kWh _{el}	25 l/kWh _{el}	25 l/kWh _{el}
공차 중량	4,8 t	8 t	14 t
길이	4,45 m	4,45 m	5,6 m
폭	2,35 m	2,8 m	2,8 m
높이	3,1 m	3,1 m	3,1 m
운전 전압	3/400 V N PE 50 Hz	3/400 V N PE 50 Hz	3/400 V N PE 50 Hz
건물 함량(투입)	< 2 % TS	< 2 % TS	< 2 % TS

중간 용량 모델도 제공 가능합니다.

증기 세정기 장착 MVR 증발기



질소 고정을 위해 증기는 증기 배관을 통해 증기 세정기로 공급되며, 역류 방식으로 황산 세정되어 ASL이 생산됩니다.

→ 통합형 스팀 스트리핑

적용 사례: 돈분뇨 증발

농장 단위 또는 분산형 처리

MVR 증발기

선택 사양:
인 제거

돈분뇨



농축 슬러리 - 혐기소화 투입물
→ 부피는 약 20% 수준이나 동일한
에너지 함량 유지, 암모니아 함량 저감

혐기소화
플랜트

“그린” 질소 황산암모늄 또는 암모니아수
→ 고농축, 운송 가능, 타 산업 분야 활용 가능

바이오메탄 또는 바이오가스 CHP 플랜트
→ 질소가 저감된 투입물로 취급 용이, CO₂
인증 옵션 확보 가능
→ 필요한 발효조 용적 대폭 감소



돈사
→ 슬러리 반출/수거 안정성 확보

적용 사례: 돈분뇨 증발

농장 단위 또는 분산형 처리

MVR 증발기

선택 사양:
인 제거

돈분뇨



돈사
→ 슬러리 반출/수거 안정성 확보

“그린” 질소
황산암모늄 또는 암모니아수
→ 고농축, 운송 가능, 타 산업 분야
활용 가능

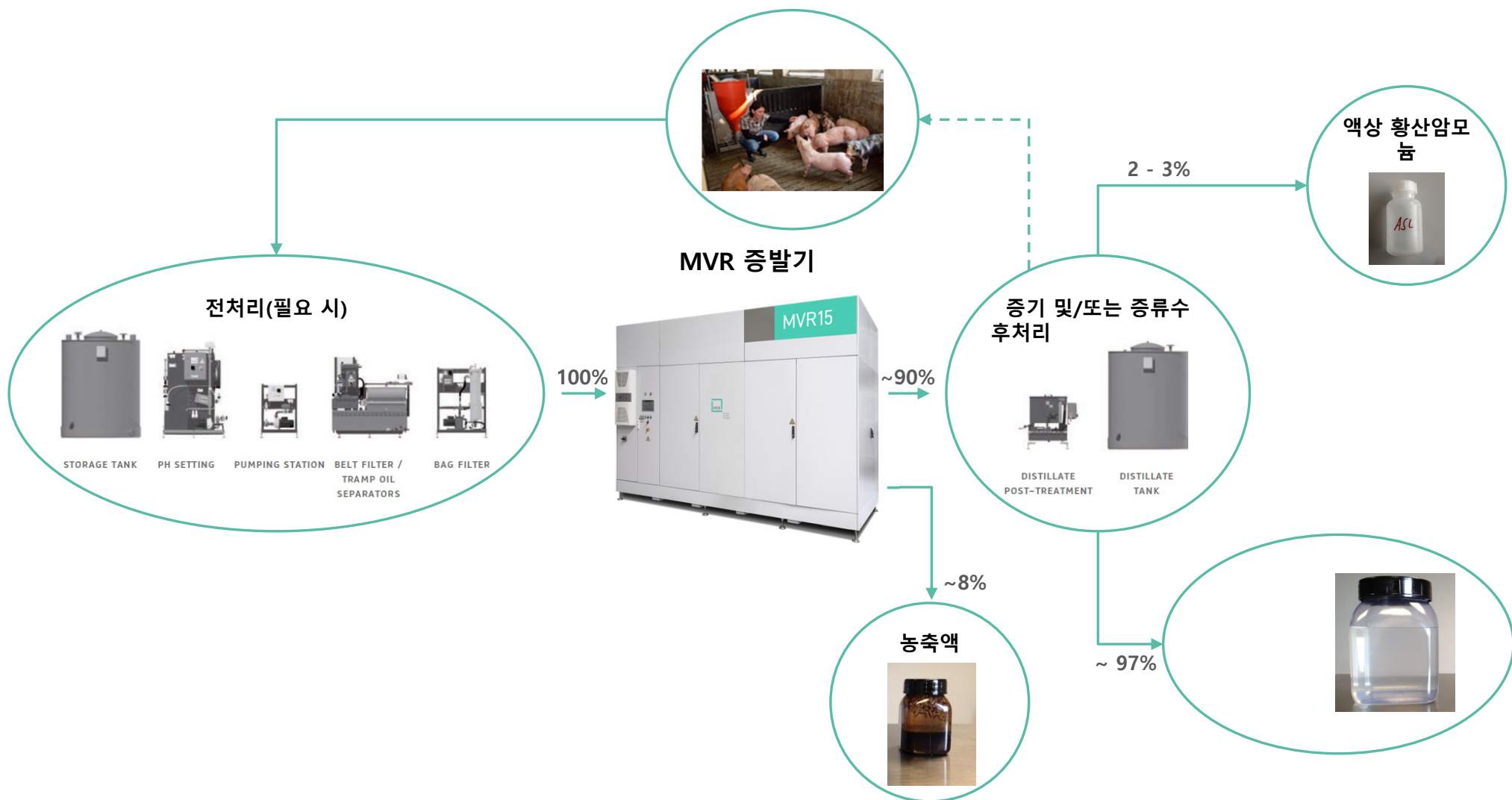


농축 슬러리 – 혐기소화 투입
→ 부피는 약 20% 수준이나 동
일한 에너지 함량 유지, 암모니
아 함량 저감



바이오메탄 또는 바이오가스 CHP 플랜트
→ 질소가 저감된 투입물로 취급 용이, CO₂
인증 옵션 확보 가능
→ 필요한 발효조 용적 대폭 감소

적용 사례: 돈분뇨 증발

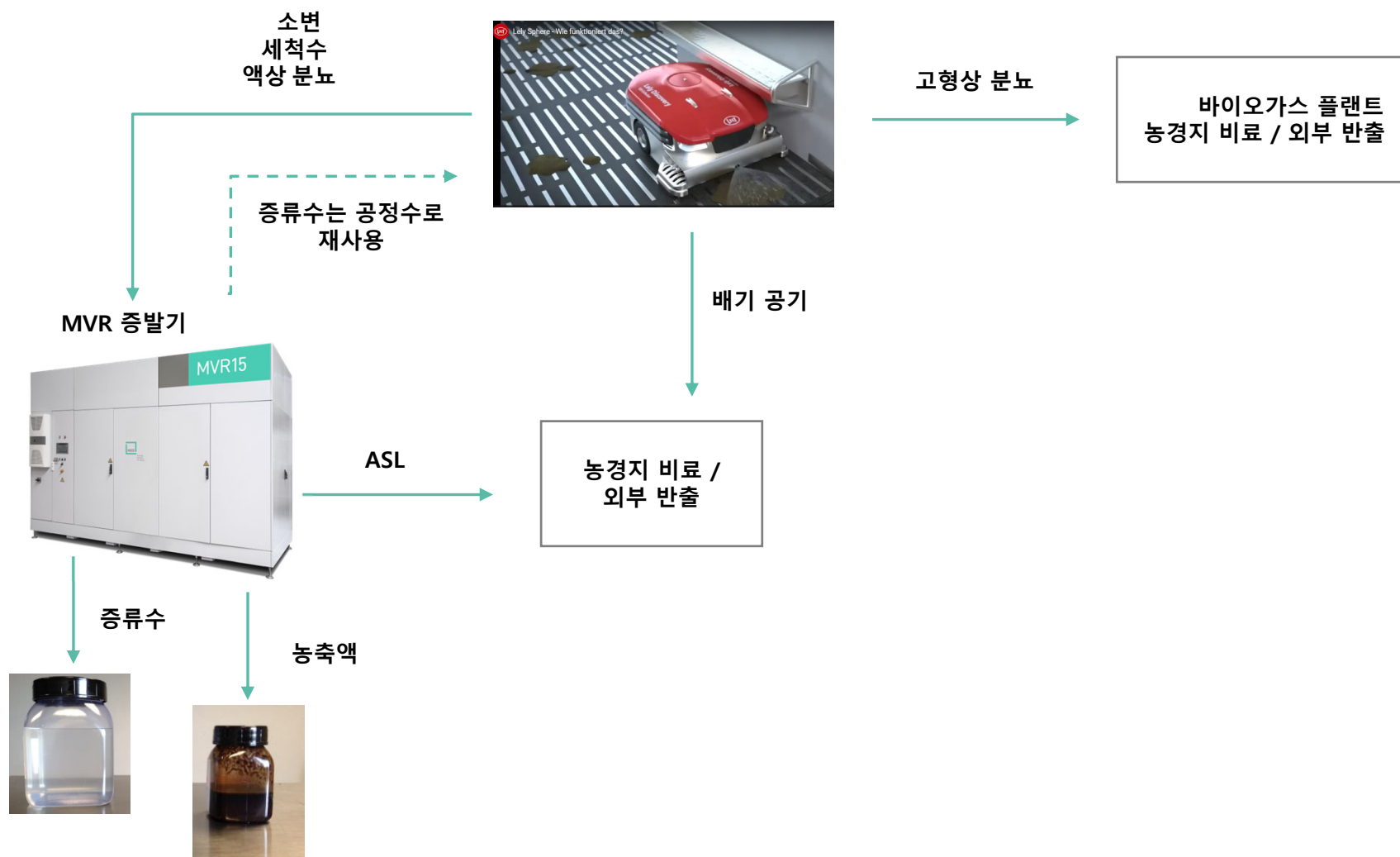


10/06/2026

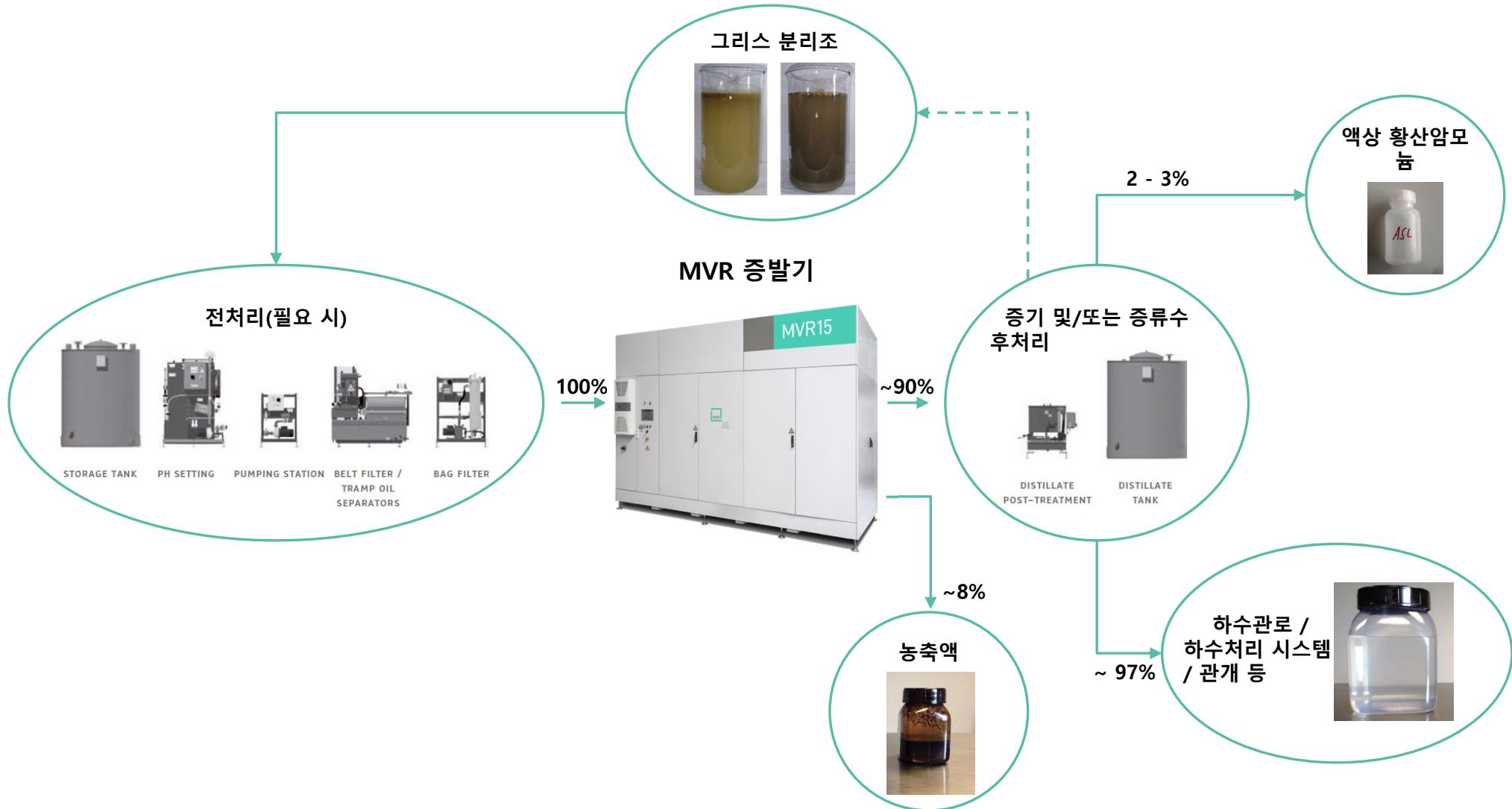
MKR Cleanwater GmbH

전기식 증발기

적용 사례: 분뇨 분리 및 증발 처리



적용 사례: 기타 매체 증발 처리



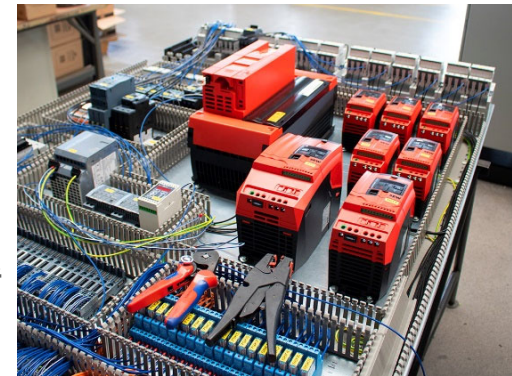
장점



험기소화액과 접촉하는 부품은 스테인리스강으로 제작됩니다.

매체 내부에 브러시나 구동부가 없어 유지관리 비용을 낮출 수 있습니다.

PLC 프로그램과 제어반 제작은 모두 MKR에서 직접 수행합니다.



황산 및 증기 세정기 관련 부품 역시 스테인리스강으로 제작되어 내구성이 높고 부식 우려가 없습니다.

무취 및 방류 가능한 품질의 증류수 확보에 대한 노하우를 보유하고 있습니다.

자세히 보기:

www.mkr-cleanwater.com



장점

- 저고형분 매체 처리에 적합

매체 접촉부는 스테인리스강 적용 – 염화물이 포함된 폐수의 경우 고급 재질 적용 가능
모듈형 설계 – 기술을 억지로 대형화/소형화하지 않고 모듈 수를 조합하여 용량 확장
혐기소화액 내부에 브러시 등 움직이는 부품이 없어 유지관리 부담이 크게 감소
정기적인 자동 산/알칼리 세정으로 미세한 유기물 및 무기물 침전까지 제거
기계식 거품 제거 장치 적용
최고 수준의 전기 효율: 전기에너지 1 kWh당 최대 20~25 L 증류수 생산
증류수 1 m³당 최저 수준의 운전비
시스템 내 혐기소화액 체류량이 모듈당 약 500 L로 적어 예열 및 기동 시간이 짧음

왜 MKR 증발 기술을 선택해야 하는가?

- 스테인리스강 기반의 견고하고 내구성 높은 기술

에너지 효율적인 4단 열 구동 시스템 및 전기 구동 시스템 모듈형.컴팩트 설계
25년 이상의 증발 기술 경험과 15년 이상의 혐기소화액 처리 경험을 기반으로 한 기술

Thank you for your interest so far.

For more information, mass balances, offers
just get in touch:

Michael Köhnlechner
Mobil: +49 172 81 80 314
Tel.: +49 9091 50 00 0
m.koehnlechner@mkr-cleanwater.de
[Michael Köhnlechner | LinkedIn](#)