

Industrial wastewaters and (municipal) wastewater treatment plants

Dr. Peter Hartwig
Aqua consult Ingenieur GmbH

IWAMA 5th Webinar “Co-operation and symbiosis”
4 December 2018

Industrial wastewaters and industrial/ municipal waste water treatment plants

Prof. Dr.-Ing. Peter Hartwig



Independent Consulting and Planning Engineers for Water, Wastewater, Solid Waste and Environmental Protection Technology Worldwide

From the last 40 years of our activity we have
more than 1,500 references worldwide



aqua consult head office, Hannover



Municipal waste water treatment

WWTP Halberstadt, 60,000 PE



Industrial Waste Water treatment

Brewery Mixing and equalization tank



Treatment of Solid waste and residues

Mechanical-biological treatment

Hannover

Townhall



University of Hannover



Solid Waste Treatment Center Hannover

ua & waste
rnational GmbH

incineration

mechanical sorting and
composting facility

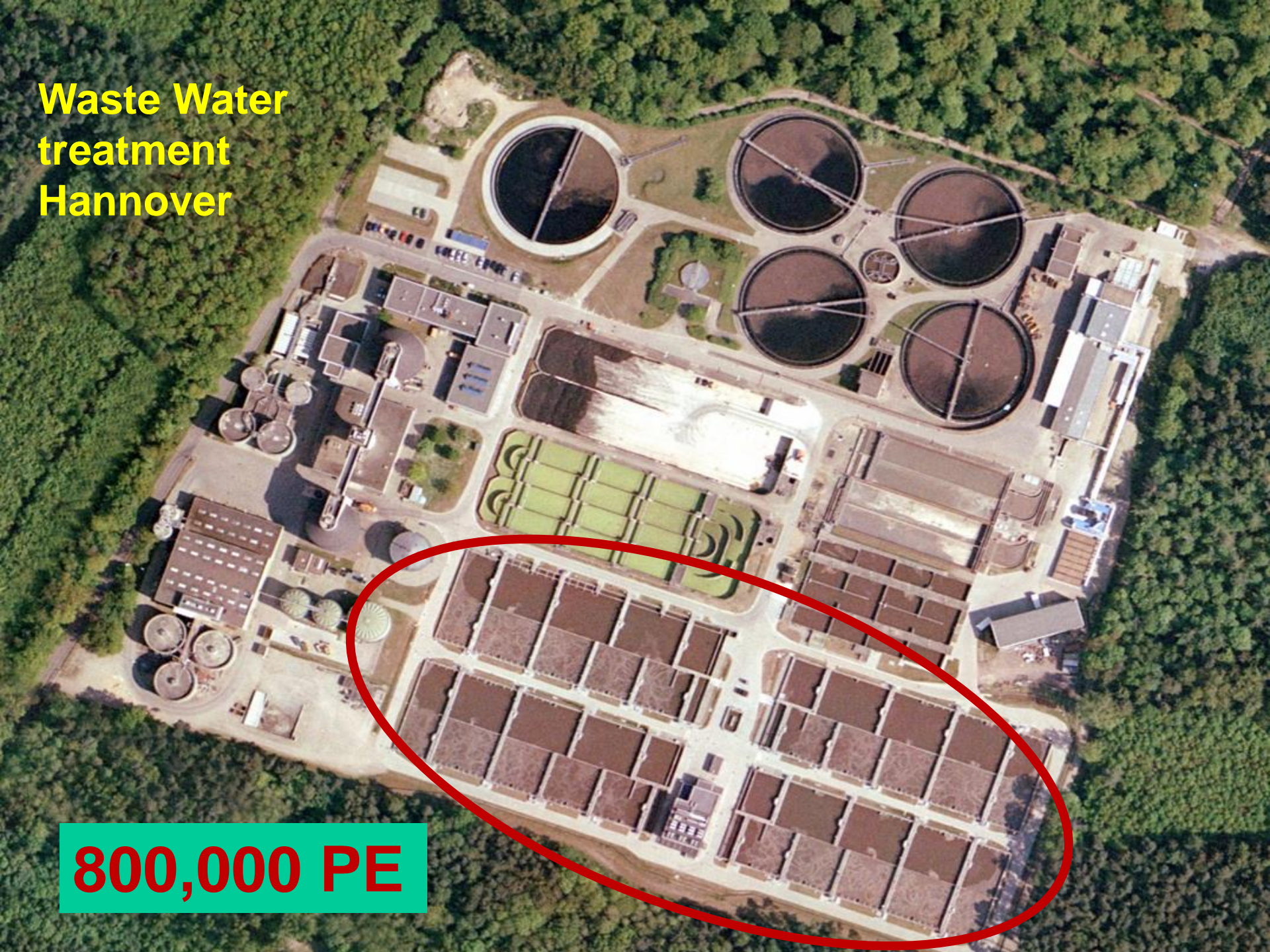
Fermentation

composting from the
fermentation plant



**Waste Water
treatment
Hannover**

800,000 PE



WWTP Hannover-Gümmerwald, 800.000 PE

-pre-denitrification and biological phosphorous removal –



Content

- **Introduction**
- **Structure of Industrial Waste Water Treatment**
- **Approved Technologies**
- **Evaluation of the costs for the treatment**
- **New developments**

Examples for municipal waste water treatment

WWTP Resse
4.000 PE



WWTP Colakli/ Turkey, 50.000 PE

aqua-compact-system



WWTP Halberstadt, cascade technology, 60.000 PE



WWTP Kranj, 95.000 EW, Cascade technology



WWTP Athens, 4,5 Mio PE





Introduction:

Goal of the industrial waste water treatment

- **Protection of the receiving waters
(surface water, groundwater)**
- **Treatment before discharge**
- **Recycling of the waste water flow**
- **Recycling of valuables from the wastewater
e.g. raw material, nutrients, metals**
- **Usage of the energy contented in the water
e.g. using residues from the treatment or the complete
waste water**

Main waste water components to be considered

- Particles
e.g. sand, stones, screws, bones, feathers
- Organic compounds
biodegradable, non-biodegradable,
measured in the sum as COD or BOD₅
- Nutrients
nitrogen, phosphorous
- Hazardous components
cyanide, arsen, phenol, chrome, mercury,
organic compounds like aromatic hydrocarbons etc.
- many thousands of parameters -

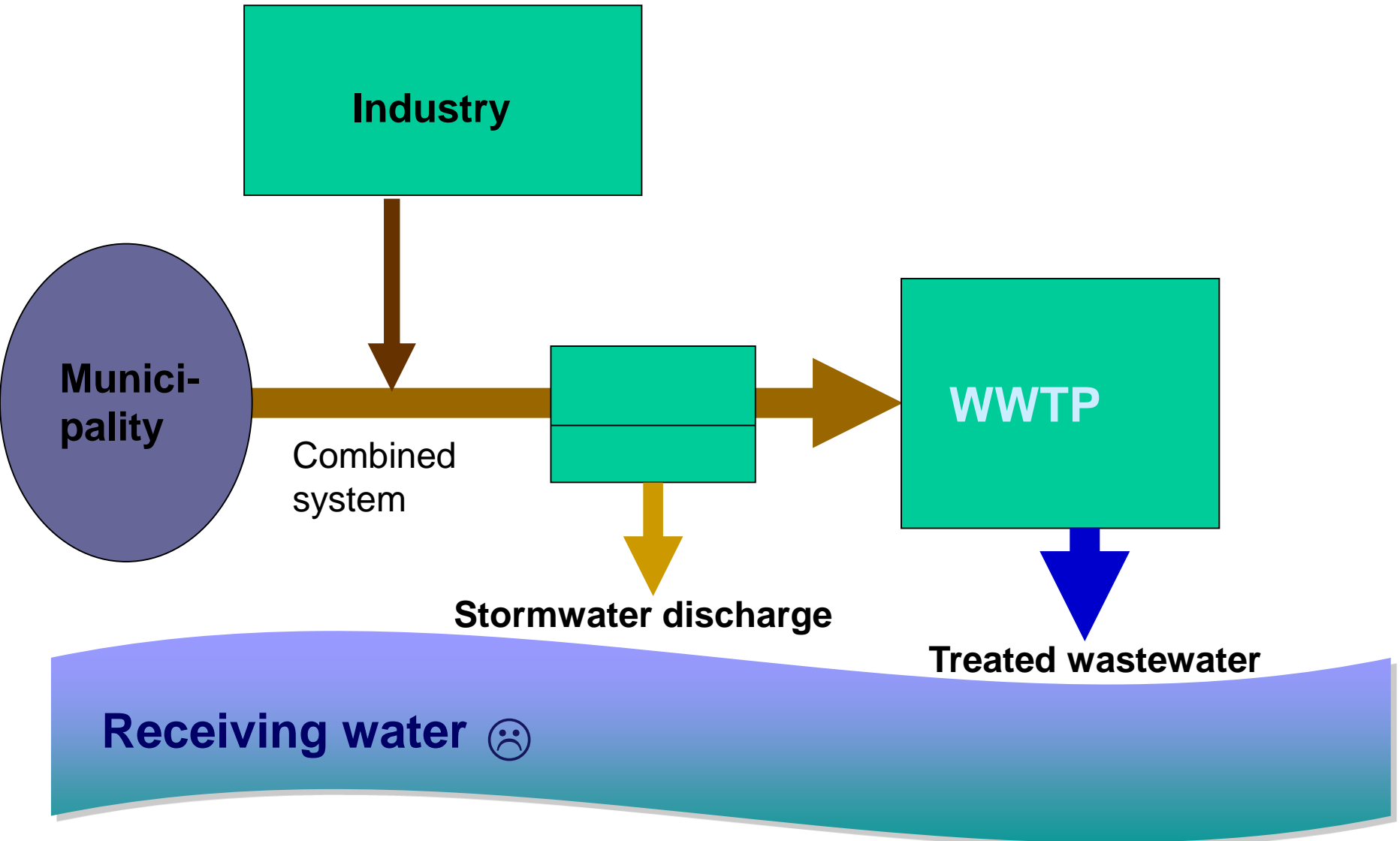
Structure of Industrial Waste Water Treatment

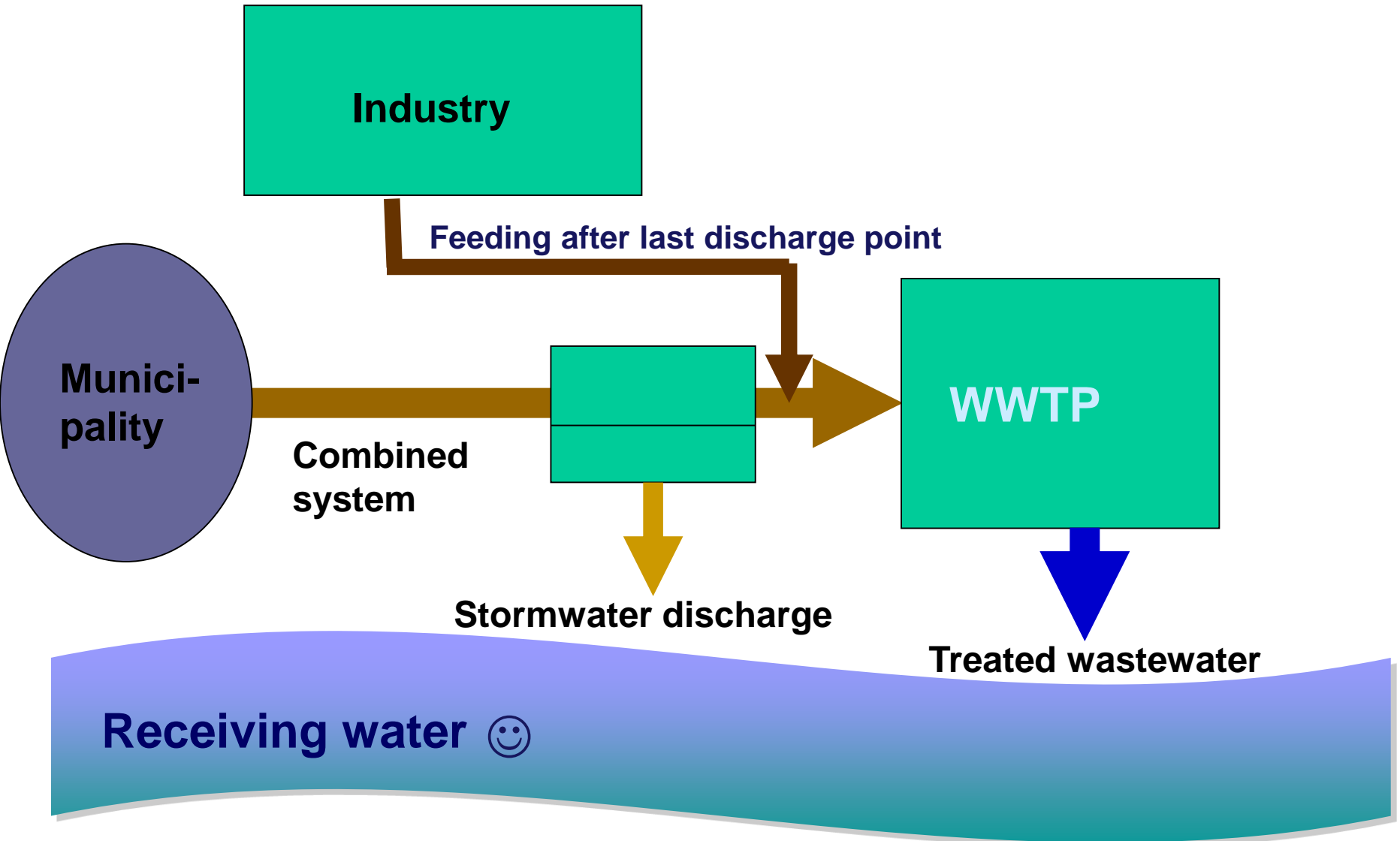
- Indirect discharge
- Direct discharge
- Internal Reuse

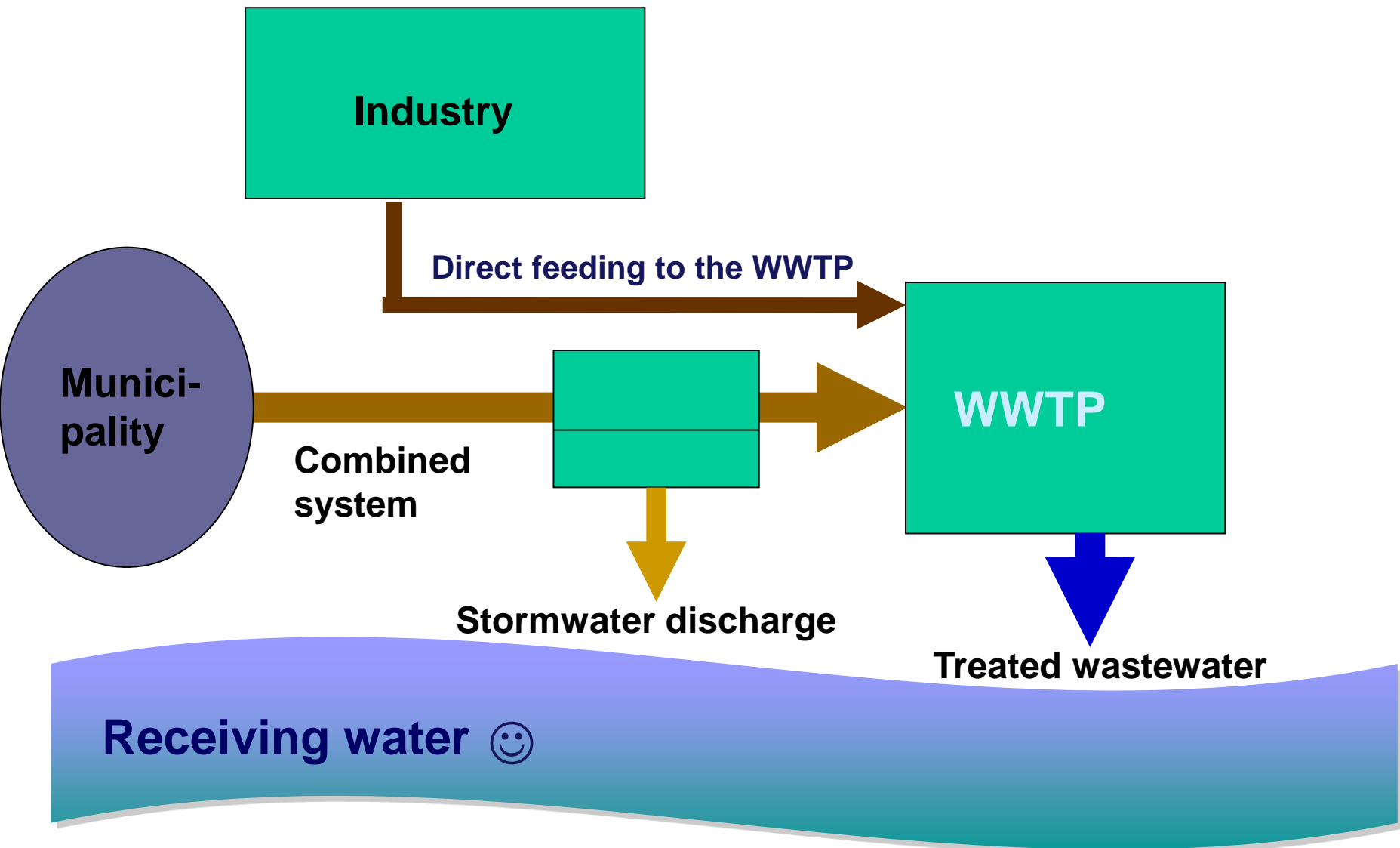
Structure of industrial waste water treatment

- **Indirect discharge**

- The industrial wastewater will be discharged to the public sewer (if required after a pre-treatment)
- Mixing with the municipal, commercial and other industrial wastewater streams
- The treatment costs for the industrial waste water in the sewerage network and in the treatment plant have to be considered
- The characteristic of the sewerage system has to be considered







Control of the industries in the catchment area

- **Cadaster of indirect dischargers**
with basic information and all measurements
- **Waste water sampling and analysing**
standard sampling/ additional sampling
- cost distribution to be agreed
- **Sewer biofilm control**
in case of toxic parameters or sludge
pollution problems: Taking samples
along the sewerage network
- **BREF** (**B**est available techniques **Ref**erence Document)
detailed information about production processes and
benchmarks for maximum allowed specific pollution



Indirect discharger control to find the reason for high Mercury contents in the sewage sludge with the biofilm method

Umweltskandal verhindert!

Quecksilber-Spur in Kläranlage wurde rasch erkannt

Der Umweltkriminalfall „Quecksilber im Klärschlamm“ im Zeitraffer

Bei einer routinemäßig durchgeführten Überprüfung (am 3. Juli 2017) des Klärschlammes des Reinhalteverbands Attersee wurde eine Quecksilberkonzentration von 9 mg/kg (Grenzwert: 7 mg/kg) gefunden – und von einem externen Labor bestätigt. Die Bezirkshauptmannschaft Vöcklabruck hat einen Entsorgungsausschuss für die Behandlung des Klärschlammes eingerichtet.

Mercury content: 9 mg/kg DS

Verursachersuche dank effizienter Methoden und Geräte erfolgreich

Die Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Oö. Landesregierung wurde zur fachlichen Unterstützung gebeten. Mittels Sielhautbeprobungen (Analyse des Biofilms an Abwasserleitungen, der Schadstoffe aufnimmt) wurden die Kanalstränge untersucht. So wurden bei zwei Kanalsträngen erhöhte Quecksilberwerte gefunden (7,7 und 12 mg Hg/kg TS). Nach der Ausschlussmethode wurden zuerst Kanalstränge von Industrie- und Gewerbebetrieben sowie Zahnarztpraxen untersucht. Nach-

Glimpfliches Ende im Umweltkrimi

Die beiden Quellen wurden beseitigt. Um auch die Belastungen im Gebäude zu reduzieren, wurde angeraten, die Wohnungen auf über 30 °C zu erhitzen und häufig zu lüften – nach etwa einer Woche konnten nur mehr Hintergrundwerte wie in der Außenluft gemessen werden.

Die betroffene Person, die die Mittel angewandt hat, befindet sich in medizinischer Behandlung. Eine Reinigung des Kanalsystems ist in den nächsten Wochen mit fachlicher Unterstützung der Fachabteilungen des Landes OÖ durchgeführt.

Tipps für Konsument/innen: Achtung bei Heilmitteln und Anwendungen im Ausland

Naturmedizin und Wellness-Anwendungen im Ausland stehen hoch im Kurs. Es gibt auch spezielle Therapien, mit denen Krankheiten behandelt werden sollen. Problematisch ist, dass hierbei die Grenzen zwischen Nahrungsergänzung, Kosmetikum und Arzneimittel vermischt sind und oft Heilaussagen getroffen werden, die Arzneimitteln vorbehalten sind.

Expert/inn/en, wie von der Charité Hochschulambulanz für

Reason:

Mercury content of cosmetic, used in one single household

Umweltskandal verhindert!

Quecksilber-Spur in Kläranlage wurde rasch erkannt

Der Umweltkriminalfall „Quecksilber im Klärschlamm“ im Zeitraffer

Bei einer routinemäßig durchgeführten Überprüfung (am 3. Juli 2017) des Klärschlammes des Reinhalteverbands Attersee wurde eine Quecksilberkonzentration von 9 mg/kg (Grenzwert: 7 mg/kg) gefunden – und von einem externen Labor bestätigt. Die Bezirkshauptmannschaft Vöcklabruck hat einen Entsorgungsauftrag für die belasteten Klärschlammengen erteilt.

Verursachersuche dank effizienter Methoden und Geräte erfolgreich

Die Abteilung Wasserwirtschaft des Amtes der Oö. Landesregierung wurde zur fachlichen Unterstützung gebeten. Mittels Sielhautbeprobungen (Analyse des Biofilms an Abwasserleitungen, der Schadstoffe aufnimmt) wurden die Kanalstränge untersucht. So wurden bei zwei Kanalsträngen erhöhte Quecksilberwerte gefunden (7,7 und 12 mg Hg/kg TS). Nach der Ausschussmethode wurden zuerst Kanalstränge von Industrie- und Gewerbebetrieben sowie Zahnarztpraxen untersucht. Nachdem diese ohne Ergebnis geblieben und 66 Sielhautbeprobungen erfolglos waren, wurde eine Privathaus-Quecksilberuntersuchung durchgeführt. Von 17 Kanälen ergab die Untersuchung

Gemessene Werte im Wohnhaus weit über Grenzwerten
Mittels des Sielhautbeprobens wurde festgestellt, dass die Abteilung Wasserwirtschaft im betroffenen Gebäude ein deutlich erhöhter Gehalt an Quecksilber im Vergleich zur Außenluft feststellte. In einer Wohnung, wo eine bestimmte Creme gefunden wurde, lag der Quecksilbergehalt bei 25 mg/kg TS und 3000 ng HgO/m³ – die Geräte führten direkt zum Verursacher.

Im Gespräch mit den Bewohner/innen wurde klar, dass von einem Auslandsaufenthalt ein Pulver sowie eine Hautcreme mitgebracht worden sind, die im Zuge von Wellness-Behandlungen empfohlen bzw. abgemischt wurden. Die Creme enthielt 32 % Schwefel sowie 27 % Quecksilber. Das Pulver enthielt 36 % Quecksilber, 20 % Kupfer und 3,8 % Schwefel.

Glimpfliches Ende im Umweltkrimi

Die beiden Quellen wurden beseitigt. Um auch die Belastungen im Gebäude zu reduzieren, wurde angeraten, die Wohnungen auf über 30 °C zu erhitzen und häufig zu lüften – nach etwa einer Woche konnten nur mehr Hintergrundwerte wie in der Außenluft gemessen werden.

Die betroffene Person, die die Mittel angewandt hat, befindet sich in medizinischer Behandlung. Eine Reinigung des Kanalstranges wird in den nächsten Wochen mit fachlicher Unterstützung der Fachabteilungen des Landes OÖ durchgeführt.

Tipps für Konsument/innen: Achtung bei Heilmitteln und Anwendungen im Ausland

Naturmedizin und Wellness-Anwendungen im Ausland stehen hoch im Kurs. Es gibt auch spezielle Therapien, mit denen Krankheiten behandelt werden sollen. Problematisch ist, dass hierbei die Grenzen zwischen Nahrungsergänzung, Kosmetikum und Arzneimittel vermischt sind und oft Heilaussagen getroffen werden, die Arzneimitteln vorbehalten sind.

Expert/inn/en, wie von der Charité Hochschulambulanz für Naturheilkunde in Berlin, warnen vor der ungeprüften Einnahme von medizinischen Präparaten vor allem in Asien. Metallhaltige Präparate sind kosmetische oder in asiatischen Ländern, gelegentlich auch in Europa, gebräuchlich.

Konsument/inn/en wird geraten, bei Heilkräutern und Gesundheits- bzw. Wellness-Einrichtungen im Ausland auf entsprechende landesspezifische Zertifizierungen zu achten. Jedenfalls sollte im Vorfeld gut recherchiert werden, ob der Anbieter nationale Qualitätsstandards erfüllt und Prüfsertifikate vorhanden sind.

Laut Agentur für Ernährungssicherheit (AGES) ist beim Erwerb von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) grundsätzlich und insbesondere über das Internet, aber auch im Ausland, zur Vorsicht zu raten. Erfolgt die Kennzeichnung eines NEM nicht in deutscher Sprache oder wird das Produkt als „Wundermittel“ beworben, ist eine kritische Prüfung angebracht. Im Bedarfsfall wird eine individuelle Beratung durch entsprechendes

Mercury content of cosmetic.

25% in a creme

36% in a powder

Structure of industrial waste water treatment

- **Direct discharge – Separate treatment**
 - The industrial production wastewater will be discharged directly into a receiving water body
 - Significant dependency from the type of production (changes in production, seasonal impacts)
 - Evtl. unilateral composed wastewater (evtl. dosage of nutrients required)
 - The sensitivity of the receiving water may have significant impact to the requirements

Example for direct discharge:

Woold Pulp Factory Estonian Cell



Anaerobic Treatment



Aerobic Treatment

Structure of industrial waste water treatment

- **Internal Reuse – up to ZLD (Zero Liquid Discharge)**
 - No connection to the sewerage system
 - No discharge possibility
 - The waste water from the production will be reused in different qualities in the factory
 - Significant dependency between production and the wastewater treatment
(Start-up phase, problems in the production)
 - Only seldom realized because of high costs
 - Requirement in textile industries in India and Bangladesh (... often this makes no sense)

Industrial Wastewater treatment - closed water cycle in the fibre board production in Switzerland



Structure of Industrial Waste Water Treatment

- Collection of specific waste water in separate networks or in one area
- Specific treatment technology can be applied to that specific waste water



Olive processing waste water network in Pillas/ Spain



8 Tanneries are resettled from Damascus center into the Industrial Park Adra in Syria

Structure of Industrial Waste Water Treatment

- Collection of several industries in Industrial parks
- Pre-treatment requirements have to be adjusted
(e.g. not to collect only unbiodegradable wastewater)
- Treatment of organic residues to be considered



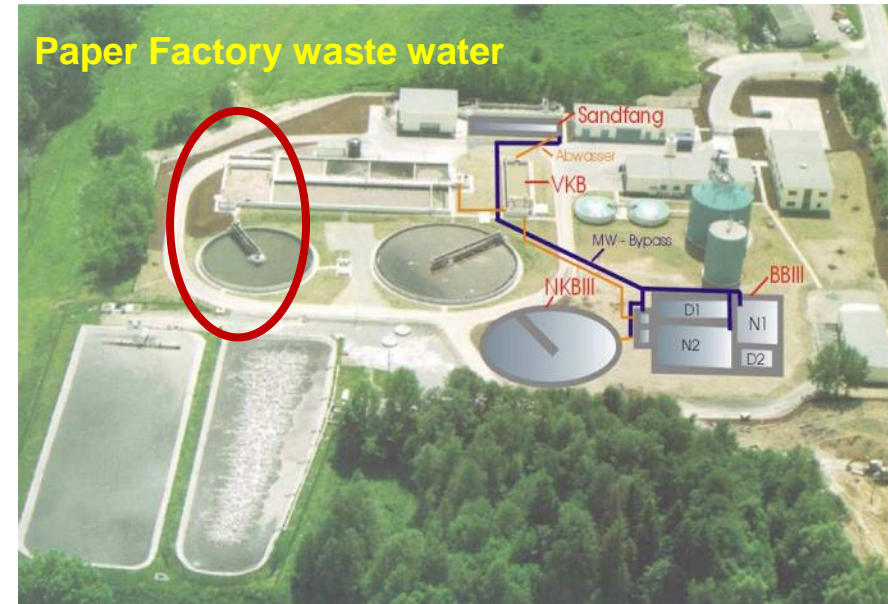
**Industrial Park
HOECHST Frankfurt,
served by infraserv**

Where is a pretreatment plant located?

- At the companies site
- On the municipal waste water treatment plant
- Separate location



**Paper production waste water
treated on the area of the municipal
waste water treatment plant site**



Who is operating the treatment facilities?

- Own staff of the company
- Experienced staff from the municipal waste water treatment plant
- Operation through a separate partner



**BECKs pretreatment facilities
operated by hansewasser Bremen**

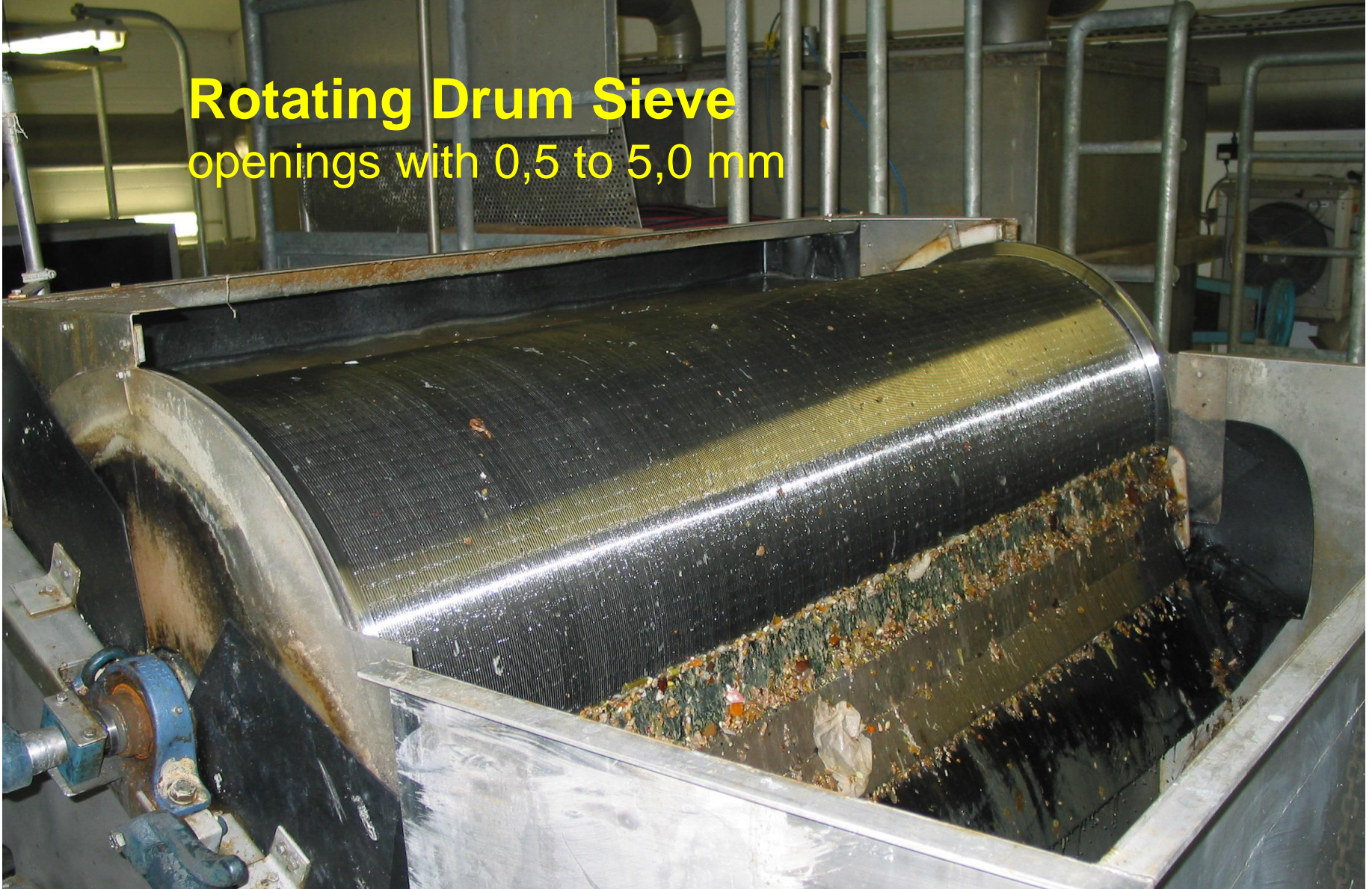
Question 1: Indirect Discharge

- **What actions can be done by an sewerage network operator to get control about indirect dischargers?**
- **What do you think about a BOD₅-removal from indirect discharged waste water?**

Technologies to be considered

- Particles removal
sieves, sedimentation, filtration, membrane
- Equalization of the flow
storage tanks (mixing, equalization, pre-degradation)
- Organic compounds degradation
aerobic or anaerobic biological systems,
suspended biomass/ biofilm systems/ pellets
- Nutrients removal
with biological treatment or with precipitation
- Hazardous components separation/ elimination
biological treatment, oxydation H_2O_2 / Ozone etc.,
membrane treatment for separation

Rotating Drum Sieve openings with 0,5 to 5,0 mm





Rotating Drum Sieve in chicken factory

Sedimentation tank (United Sugar Stach factory, India)

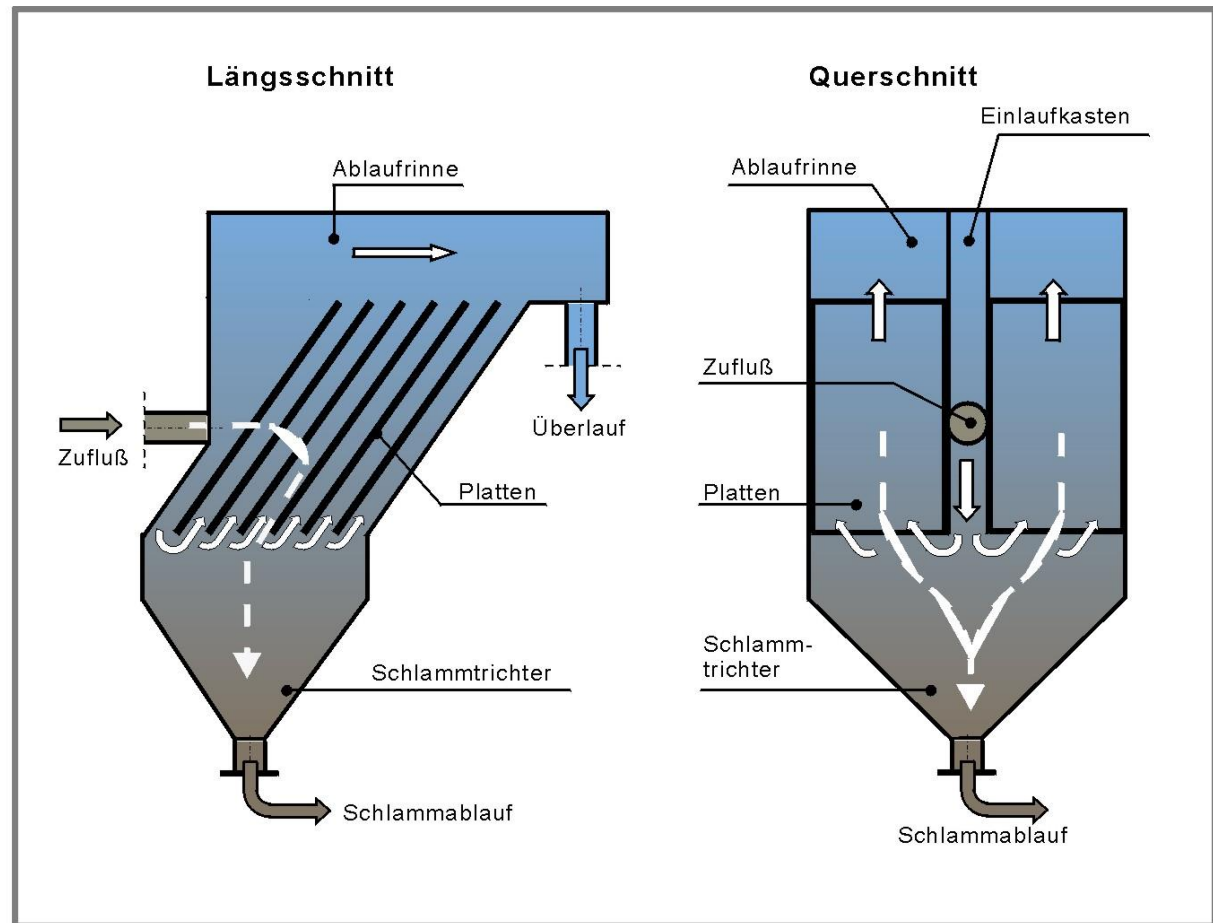


Lamella separator for effective sedimentation

only 1/8 of the area compared with sedimentation required



Foto: Axel Johnson Engineering





**Lamella
separator**

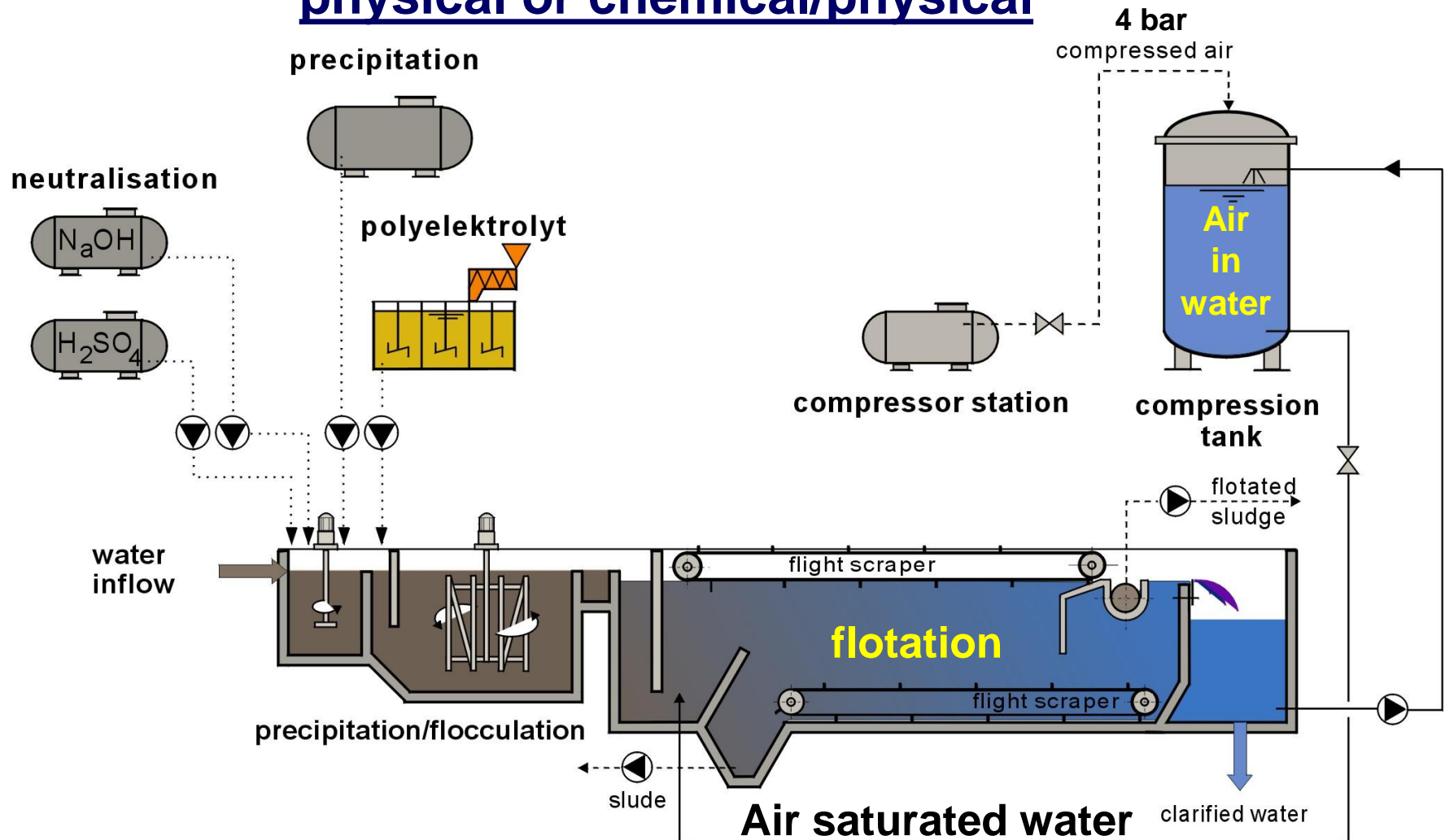
**Biological
stage**

Lamella separator

used for sludge
sedimentation in a
biological stage of
fish farming waste
water treatment plant
(instead of a final
clarifier)

**Caviar production
Jessen/ Germany**

To remove floating particles – Flotation physical or chemical/physical

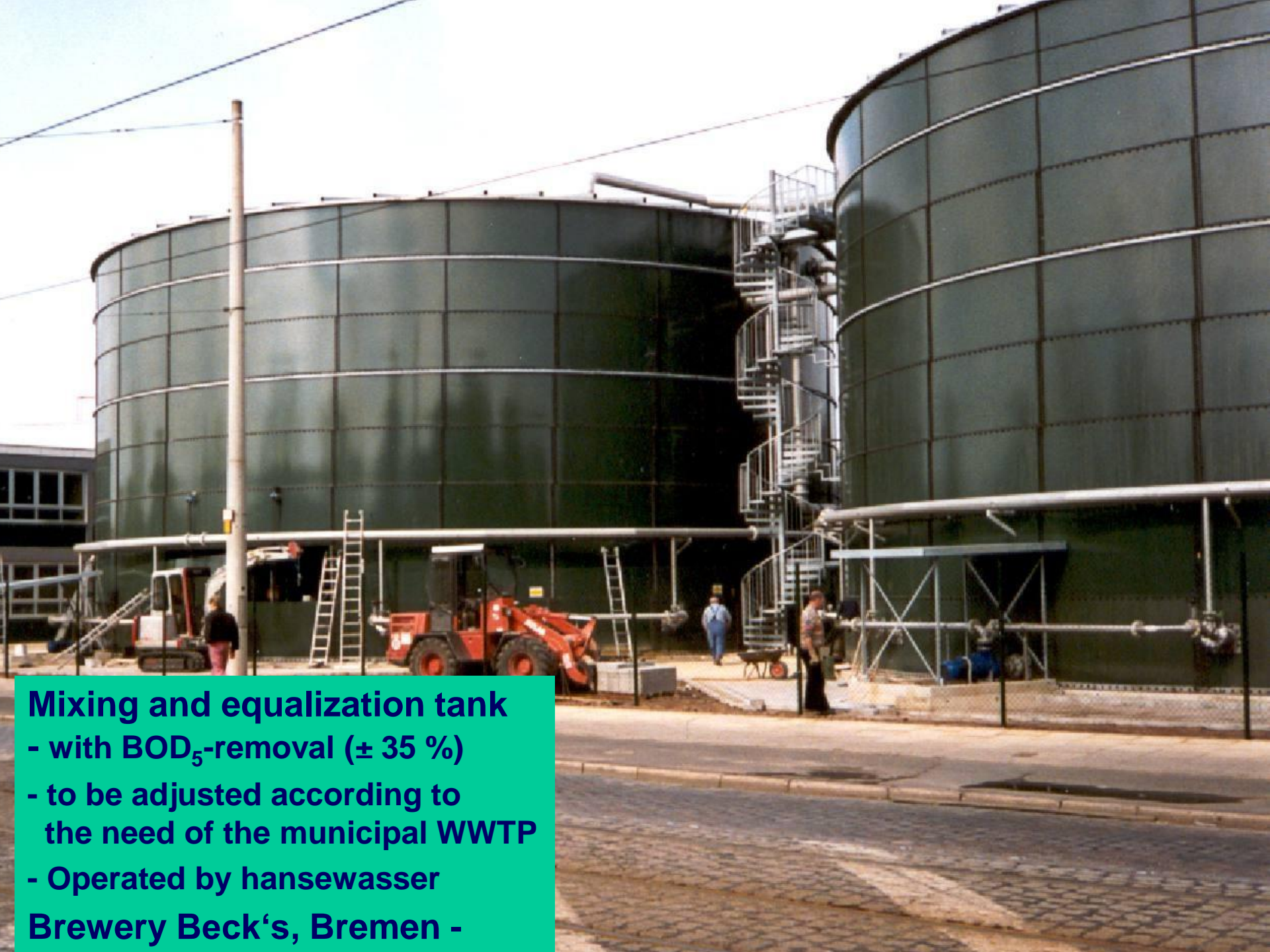




Flotation for the pre-treatment of meat processing wastewater



**Mixing and equalization tank
- Brewery Lich -**



Mixing and equalization tank
- with BOD₅-removal ($\pm 35\%$)
- to be adjusted according to
the need of the municipal WWTP
- Operated by hansewasser
Brewery Beck's, Bremen -

Mixing and equalization with biological activity

(BOD₅ efficiency 25 – 65 %)





- Biological Pre-Treatment -
**Indirect discharge of Pre-treated
waste water from chocolate factory
(Kalev/ Estonia)**



Costs for the indirect discharge – example -

Pollution class	1	2	3	4	5	6	7	8
BOD₅ (mg/l)	0 - 750			751 - 975	976 – 1,125	1,126 – 1,500	1,501 – 2,250	2,251 – 3,000

Activated Sludge Plant - Plant can be shifted to an other location



Industrial waste water treatment for fruit juice processing



Biofilm technology

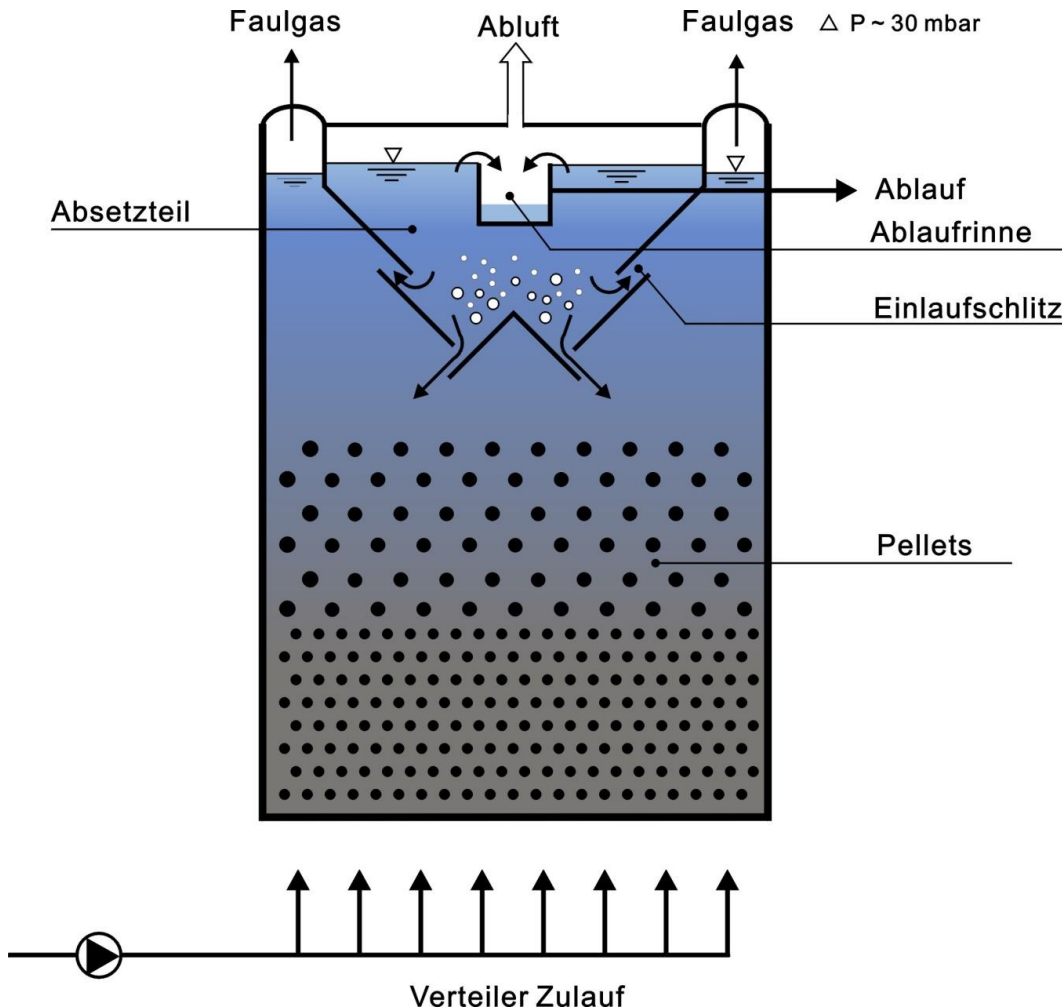
Treatment of paper
waste water with
aerobic fixed film



Anaerobic high loaded reactor

- fruit juice production -





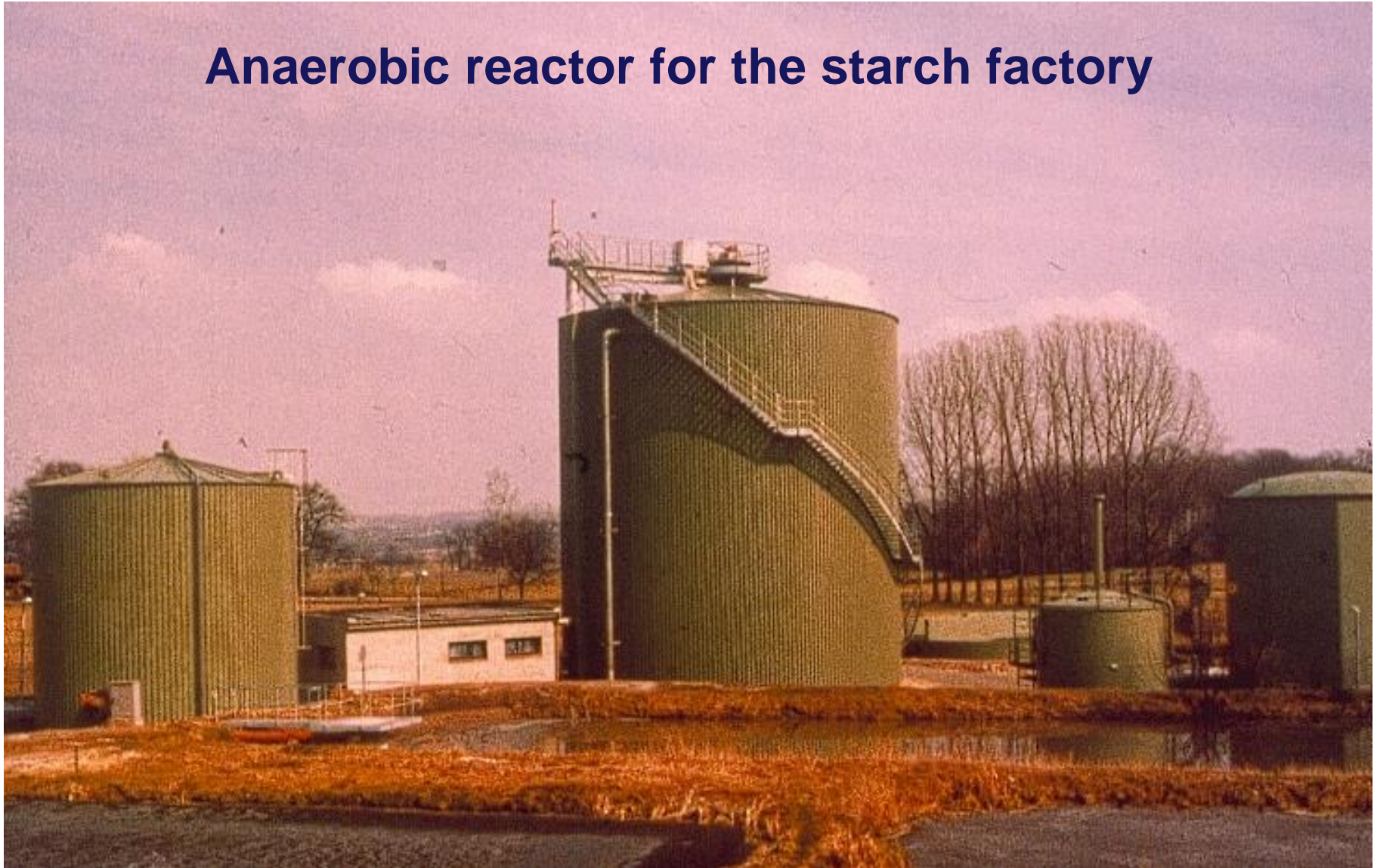
UASB- Reaktor for anaerobic waste water treatment

Upflow
Anaerobic
Sludge
Blanket

Anaerobic Dairy wastewater treatment



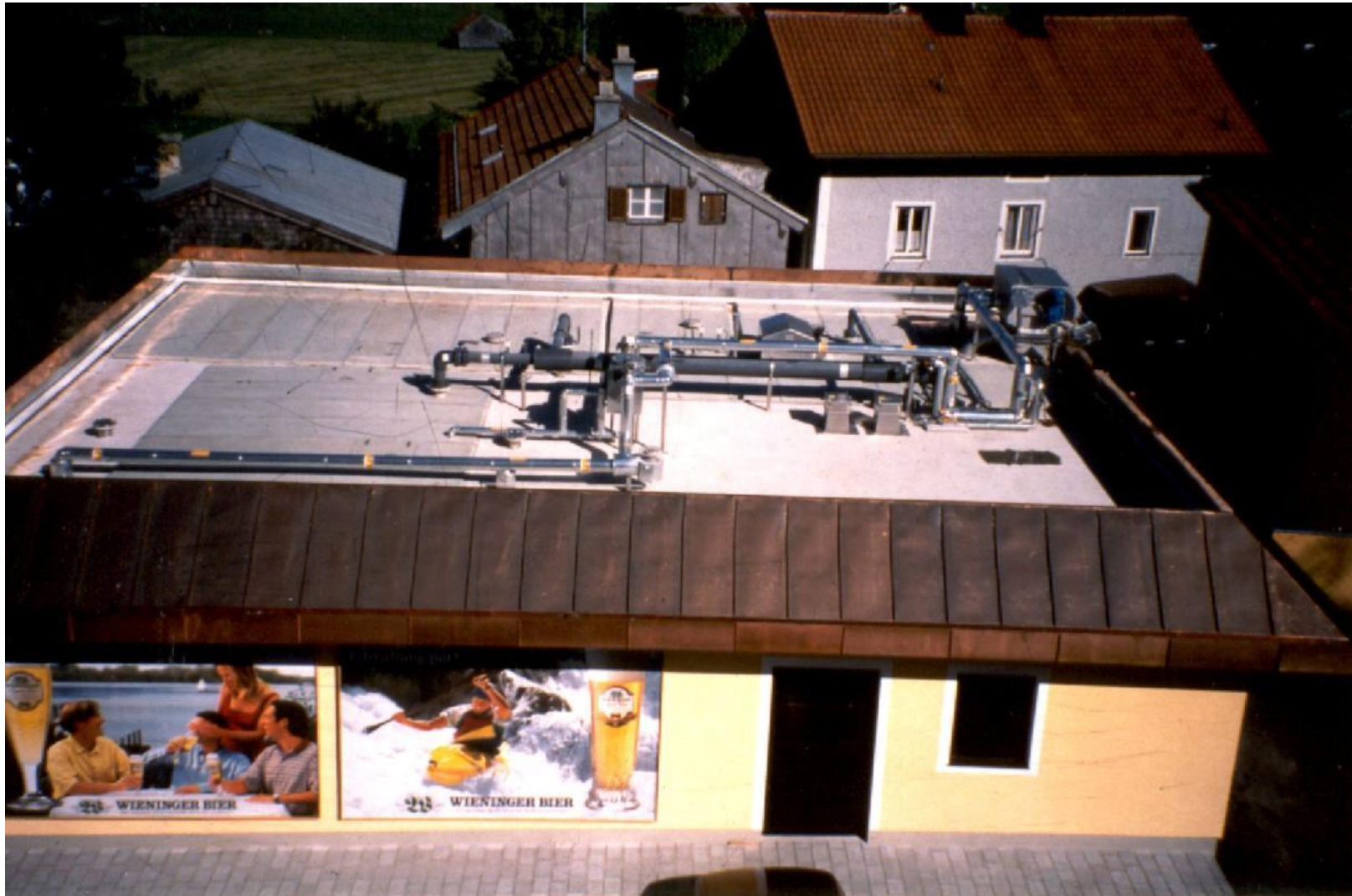
Anaerobic reactor for the starch factory





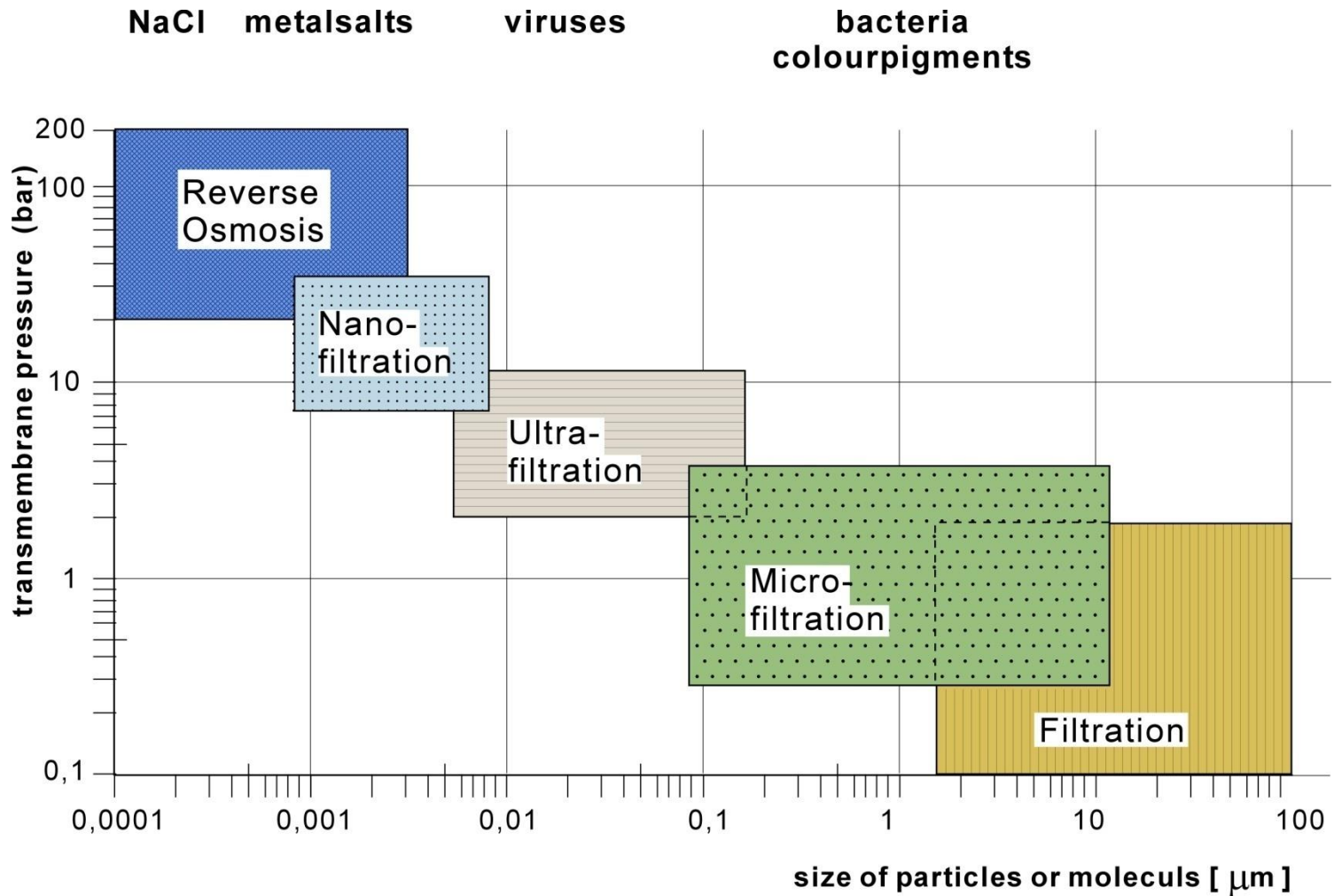
**Distillery with anaerobic treatment
Hannover/ Germany**

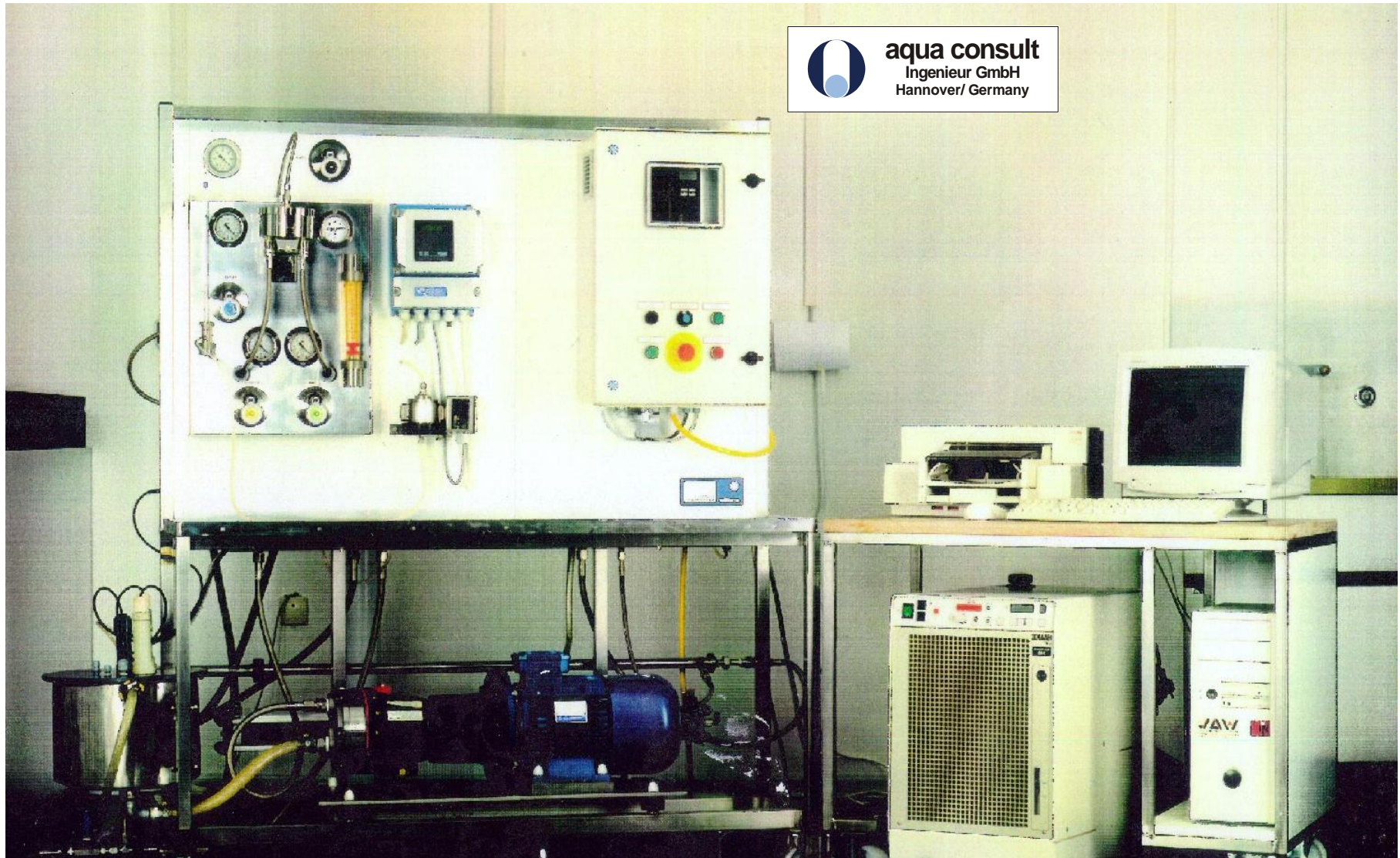




Anaerobic Treatment of brewery wastewater (UASB), inner-city

Membrane technology





Membrane Test Plant for choosing effective membranes

Results of the membrane treatment of waste water from the table olive production

Type of membrane		CM Celfa	Hoechst			
		UF- membrane	UF- membrane	NF- membrane	RO- membrane	RO- membrane
test condition		40.000 Dalton	100.000 Dalton	(Film Tec NF 45)	(Film Tec SW 30)	(Deseal 3 SC)
transmembrane pressure	[bar]	5	11	20	20	21
overflow speed	[m/s]	4	4	5,2	5,1	5,1
permeate flow	[l/(m ² *h)]	104	27,03	57,5	14,01	8,3
separation performance		retention [%]				
conductivity		17,8	24,4	74,5	97,9	99,2
COD		44,7	49,7	84,5	94,7	96,5
organic acid		14,2	23,2	66	93,4	96,8
dry residue		35,9	60,3	87,7	98,2	99,3
chlorid		11,5	24,3	8,3	75,2	91,1

Membrane test plant for the Astrico Yeast factory in Amman



Membrane test plant operation in Amman/ Jordan



Sludge treatment

- Waste water treatment = production of sludge
- Sludge fractions might be reused (e.g. flotote in paper factories)
- Sludge residues from biogas plants – What to do?
(in Germany 7,500 biogas plants)
- Thermal hydrolysis as conditioning before digestion
(to improve the performance and to replace chemicals)



Borregrad paper factory,
Saspsborg/ Norway

Co-Fermentation of organic residues with municipal sewage sludge

- Solution for the treatment of degradable organic residues
- Equalization of the co-substrate characteristic through the (slowly reacting sewage sludge
- Higher efficiency of municipal digesters
(up to 2,5 m³ biogas per m³ reactor volume
instead of only 0,5 to 1,0 m³/m³ for municipal digesters)
- Energy autarkic operation of a municipal waste water treatment plant is possible
- Inert COD and biotixoc components have to be considered ... anaerobic batch tests are helpful for evaluation

Example for Co-Fermentation

WWTP Rheda-Wiedenbrück

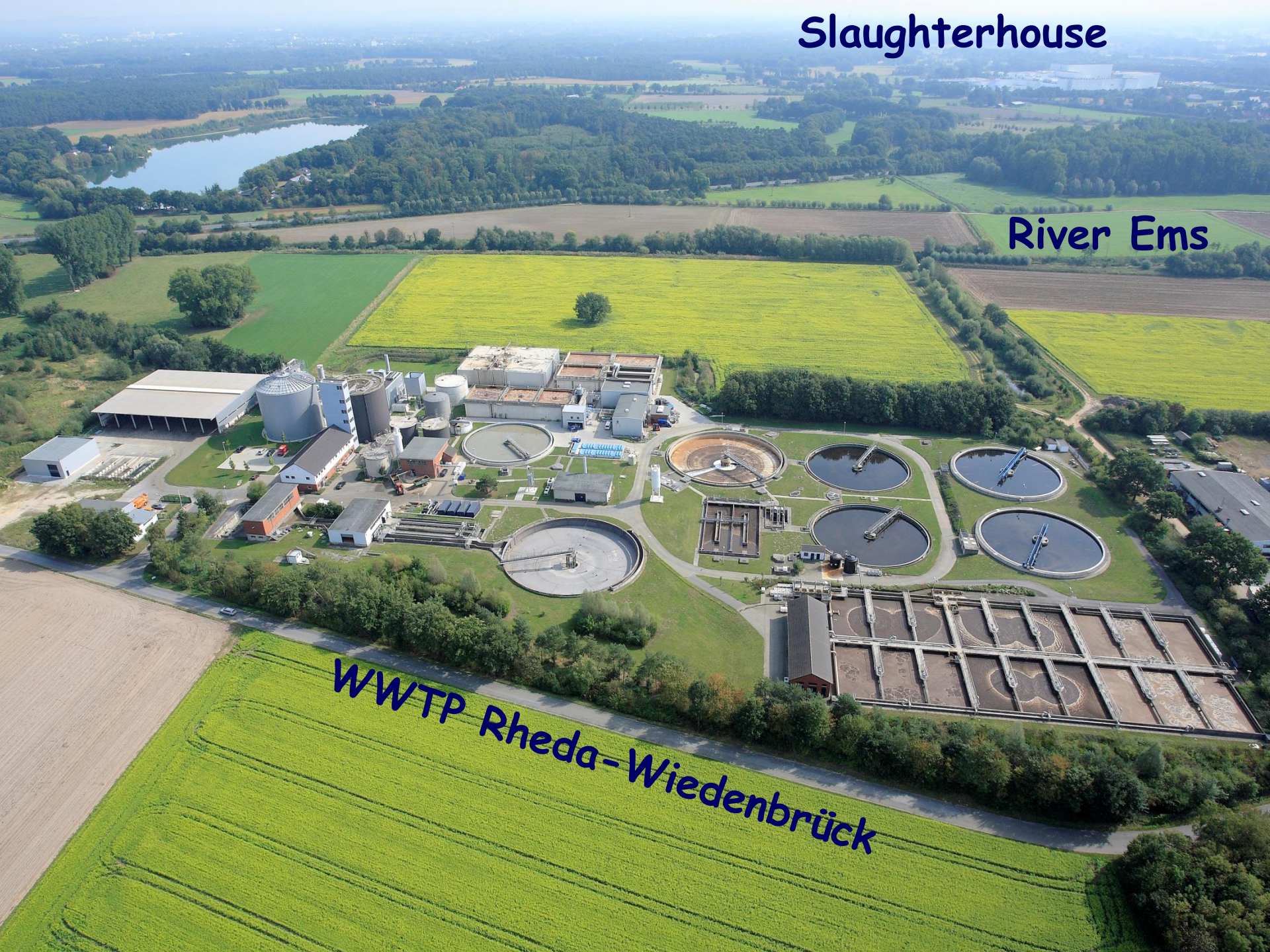
Slaughterhouse (capacity 30,000 pigs per day)



Slaughterhouse

River Ems

WWTP Rheda-Wiedenbrück

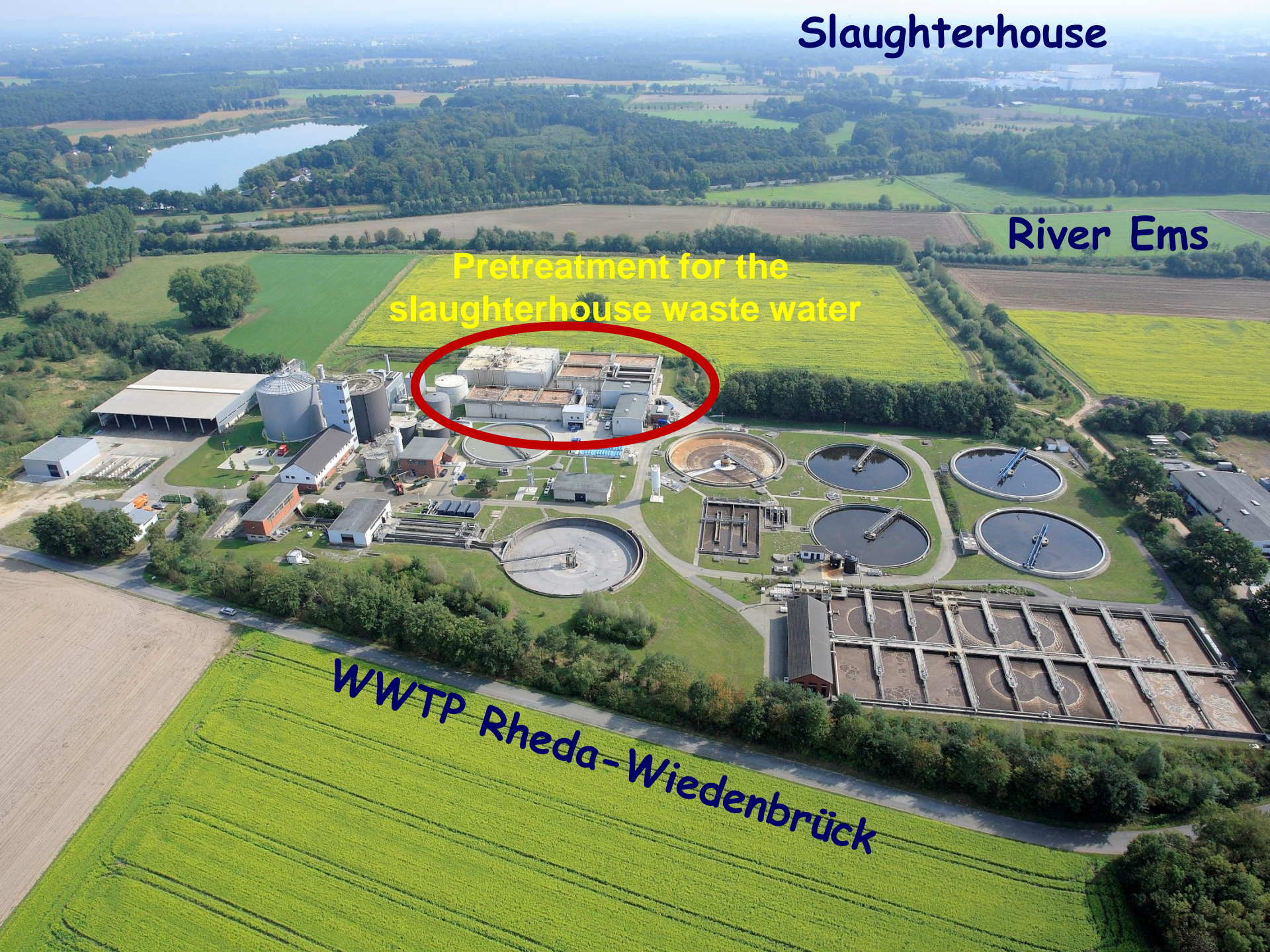


Slaughterhouse

River Ems

**Pretreatment for the
slaughterhouse waste water**

WWTP Rheda-Wiedenbrück

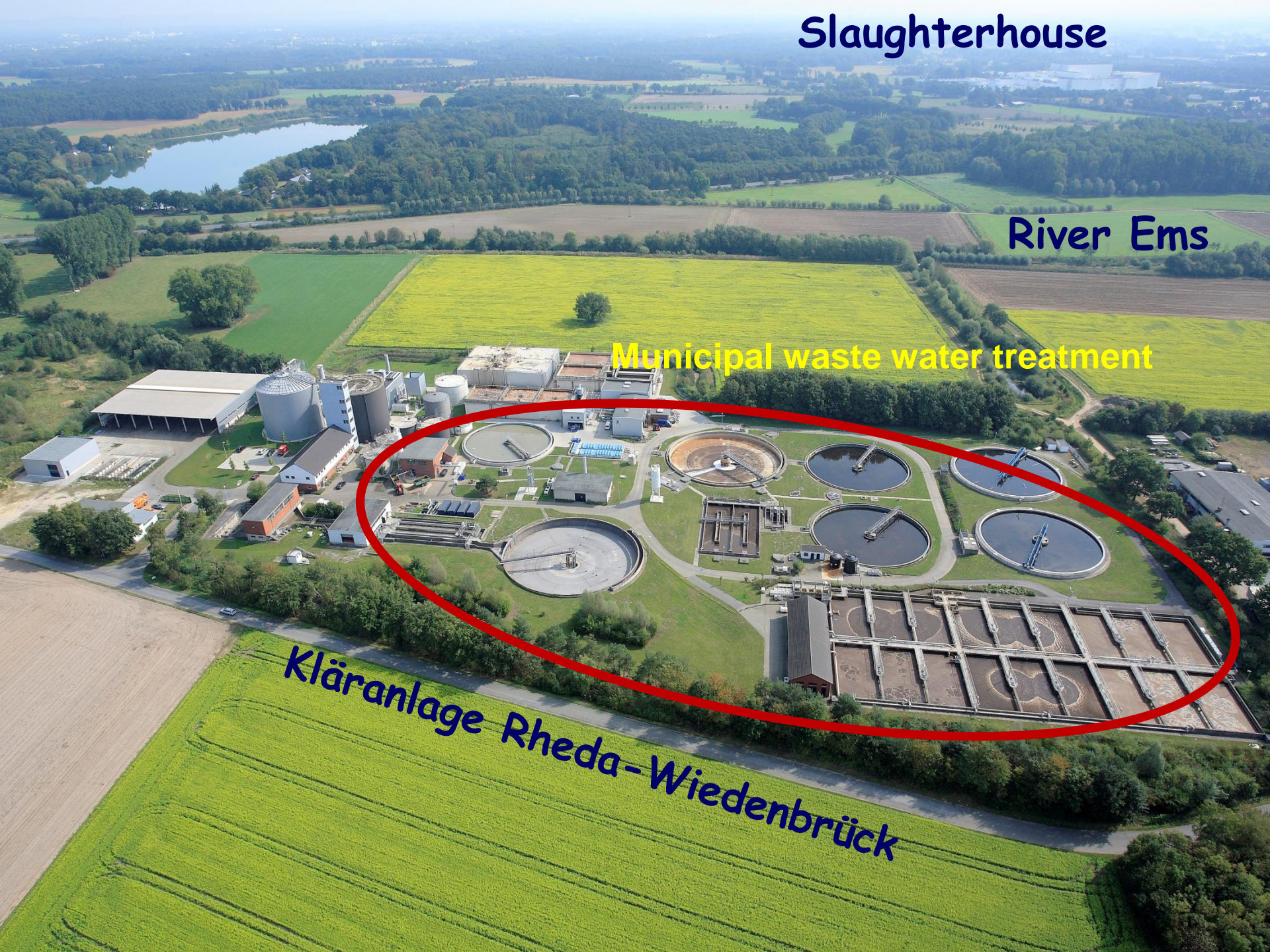


Slaughterhouse

River Ems

Municipal waste water treatment

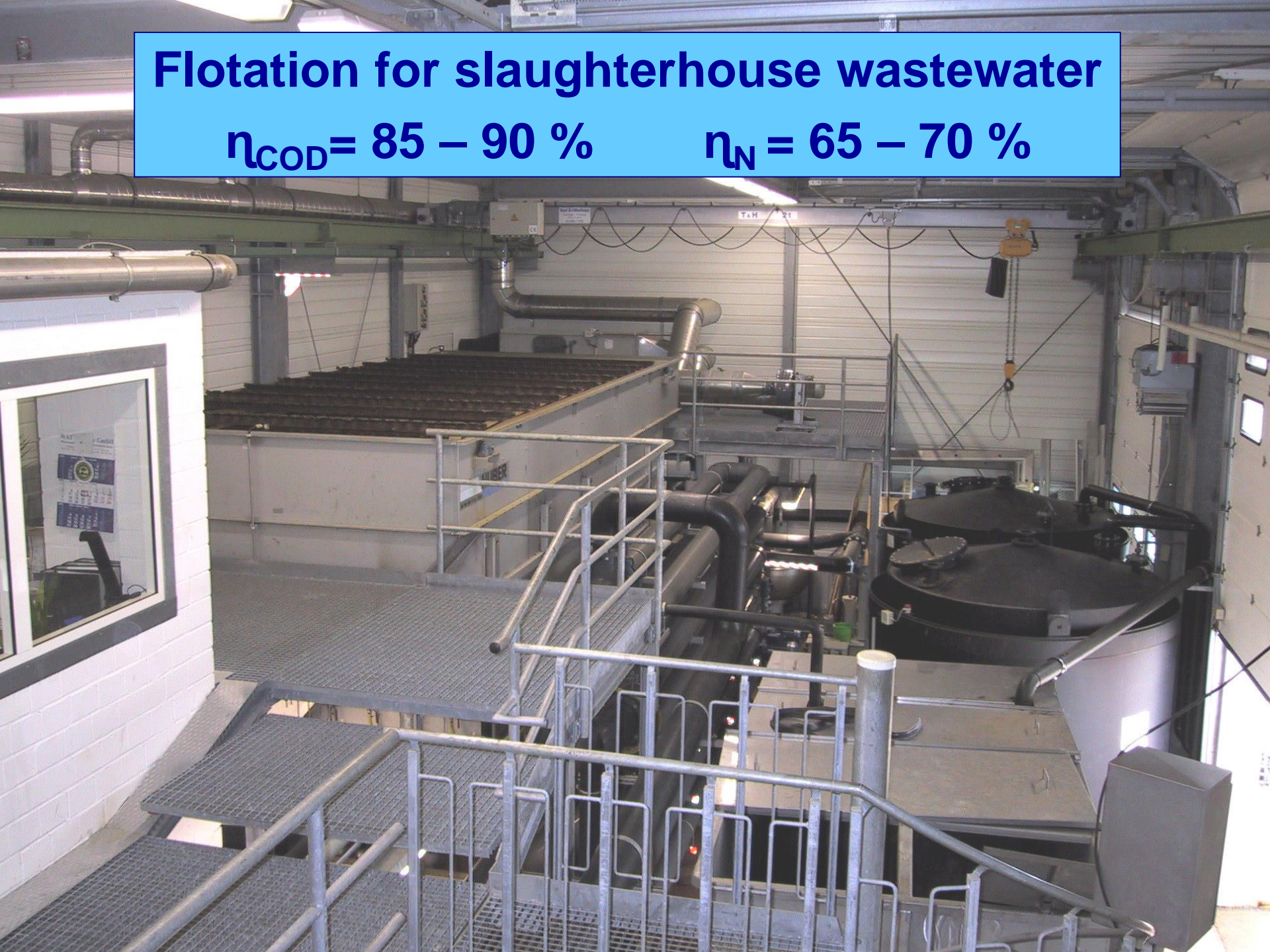
Kläranlage Rheda-Wiedenbrück

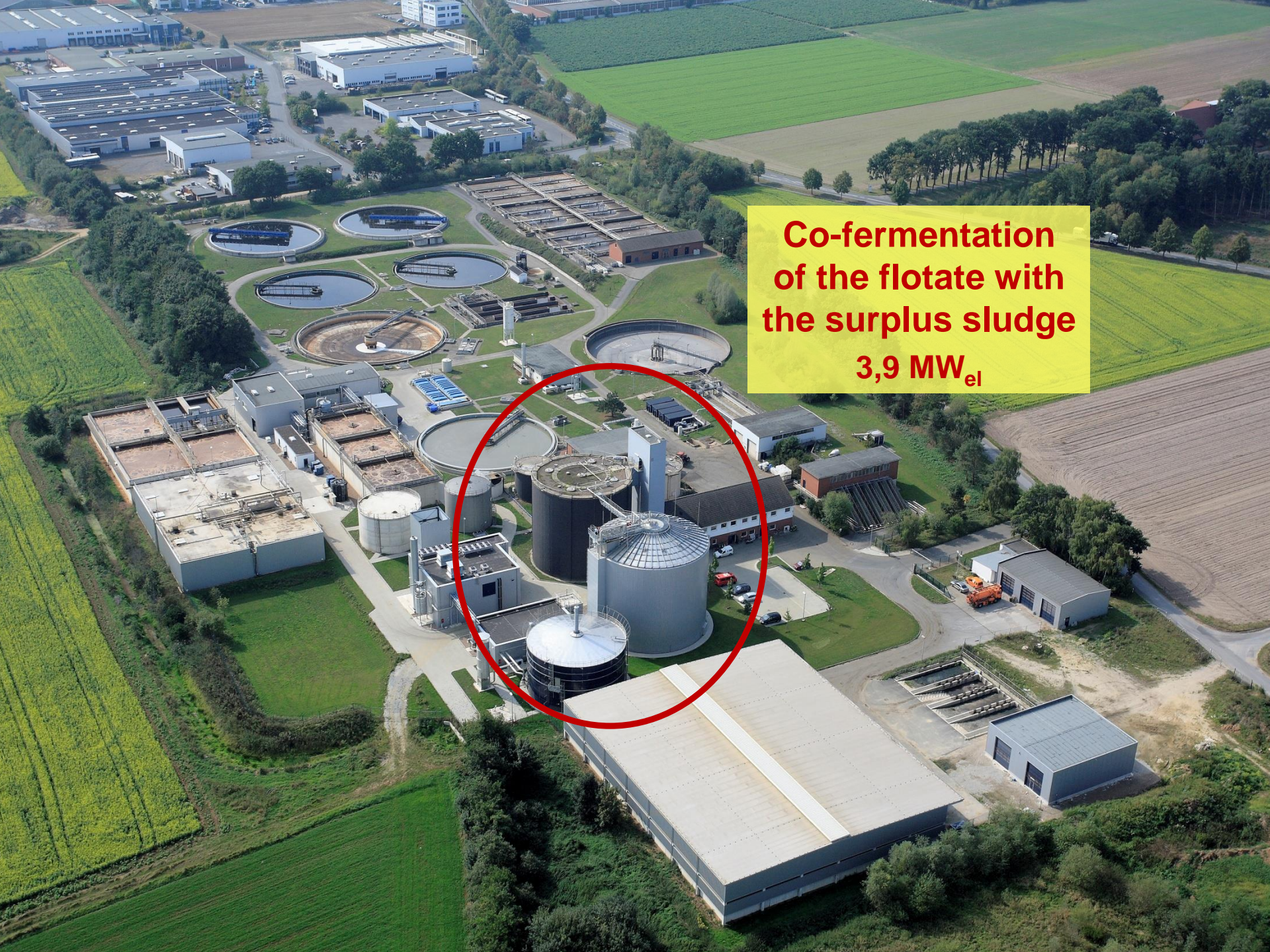


Flotation for slaughterhouse wastewater

$\eta_{\text{COD}} = 85 - 90 \%$

$\eta_{\text{N}} = 65 - 70 \%$





**Co-fermentation
of the flotata with
the surplus sludge**

3,9 MW_{el}

The image is an aerial photograph of a wastewater treatment plant. In the upper left, there are several large circular aeration tanks. To the right of these are rectangular sedimentation tanks. In the center, a red circle highlights a cluster of industrial buildings and large cylindrical storage tanks. One of the tanks has a distinctive conical roof. To the right of the red circle is a large, long rectangular building with a light-colored corrugated metal roof. The entire facility is surrounded by green fields and some trees. A yellow text box in the upper right corner contains the text 'Co-fermentation of the flotata with the surplus sludge' and '3,9 MW_{el}'.

Inspektion und cleaning of digesters



Industrial Park, Infraserb HOECHST“ in Frankfurt



Co-Fermentation of residues from Penicillin production and seage sludge (NCPC/ China) 华北制药项目的消化罐施工



Digester Construction at NCPC Project

华北制药项目的消化罐施工



A photograph of three men standing inside a large, cylindrical industrial tank. The men are wearing red hard hats and safety glasses. The man on the left is wearing a white t-shirt and grey cargo pants. The man in the middle is wearing a striped polo shirt and dark pants. The man on the right is wearing a white button-down shirt and blue jeans. The tank's interior is painted a yellowish-brown color. A large horizontal pipe is visible in the upper left, and several vertical pipes or structural supports are visible in the background. The floor of the tank is also painted the same yellowish-brown color.

Inspection of the biogasreactor

检查沼气消化罐

V= 5.000 m³, Shijiazhuang/ China

中国石家庄

Question 2: Co-Fermentation

- What are the advantages and risks of co-fermentation from industrial organic residues in sewage sludge digesters?

Evaluation of the costs of the treatment

- Invest and running costs
- Not to forget the sludge treatment costs
- Costs for combined treatment/ indirect discharge
 - evaluation according to usage of the facilities
 - relevant Parameter **Q, COD/ BOD₅, N, P, SS**
- Industrial waste water might be more or less expensive like municipal waste water

Result of detailed cost calculation

Complete running costs considering financing and operation for 9 cities in Germany

Cost Splitting for waste water treatment plants in components

Parameter	Unit	R	I	W	H	W	Z	B	K	B	Average
Capacity	PE	30.000	40.000	60.000	60.000	70.000	25.000	40.000	10.000	45.000	
Q	€/ m ³	0,40	0,48	0,24	0,19	0,18	0,37	0,42	0,32	0,21	0,31
CSB	€/ kg	0,34	0,33	0,50	0,39	0,29	0,34	0,52	0,46	0,41	0,40
N _{ges}	€/ kg	4,65	3,91	3,74	1,32	1,82	3,15	4,18	4,10	2,31	3,24
P _{ges}	€/ kg	6,51	6,29	13,16	8,76	8,69	6,72	40,63	10,69	9,33	12,31
SS	€/ kg	0,14	0,05		0,85		0,69		0,61	0,53	0,48

Through the cost evaluation structure the type of pre-treatment of the industrial indirect dischargers can be influenced ...

Recommendation: Polluter-pays-principle

New developments

- Anaerobic treatment followed by full stream deammonification – solving the N-problem
(Example: Yeast factory waste water)
- Deammonification: $\text{NH}_4\text{-N} \longrightarrow \text{N}_2$
- Organic content can be used for biogas production
- No problem with denitrification



Yeast factory Schwarzenbach/ Germany

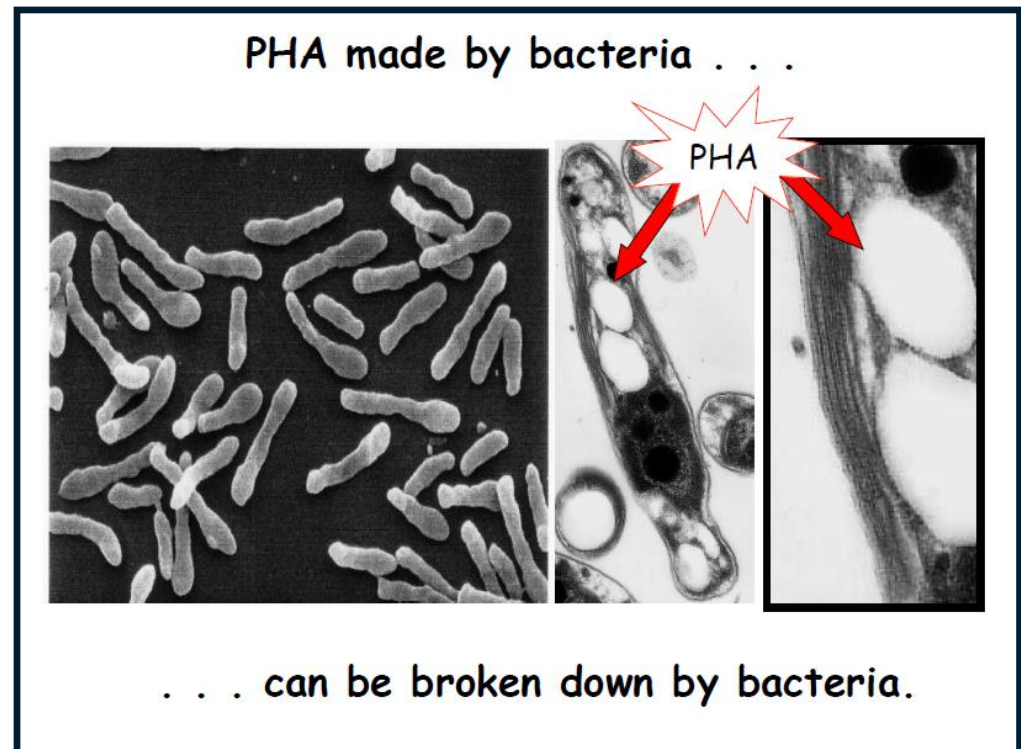
New developments

- Using aerobic granulars to reduce the footprint for biological treatment
- Perfect settling behavior
- Higher concentrations support the granular building



New developments

- **Production of Bioplastics from sewage**
(Reserach projects under execution)



New developments

- Anaerobic treatment followed by full stream deammonification – solving the N-problem
(Example: Yeast factory waste water)
- Using aerobic granulars to reduce the footprint for biological treatment
- Production of Bioplastics from sewage
(Research projects under execution)
- Zero Liquid Discharge ... where it makes sense
(.. where it makes sense only!)
- Co-fermentation of organic residues from industries – large scale application

Conclusion

- Technologies
for the treatment of all industrial waste waters
are available, up to Zero Liquid Discharge
- Most efficient solution
can be found with experience from planing,
realization and operation
- Realization of projects
mainly related to requirements from legal side,
or/ and the economy through recycling
(valuables, energy)
- Re-Financing of the projects
for this the polluters pay principle is suitable



**aqua consult as your competent cooperation
partner for all environmental projects**

