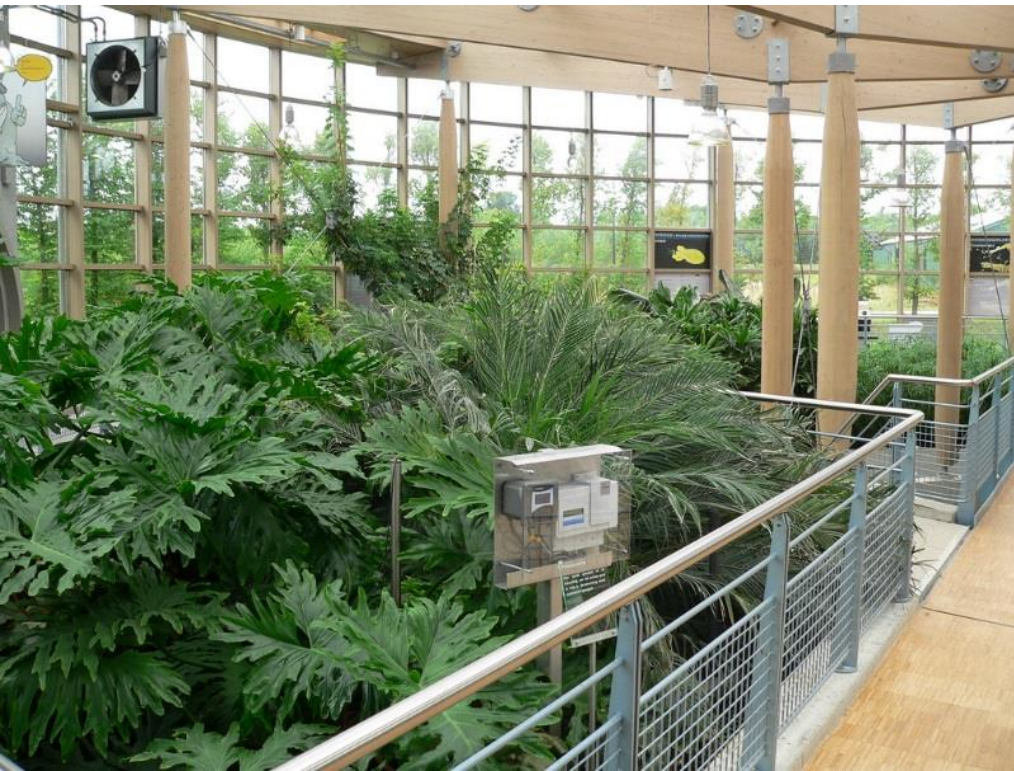


# Living Machine Emmen



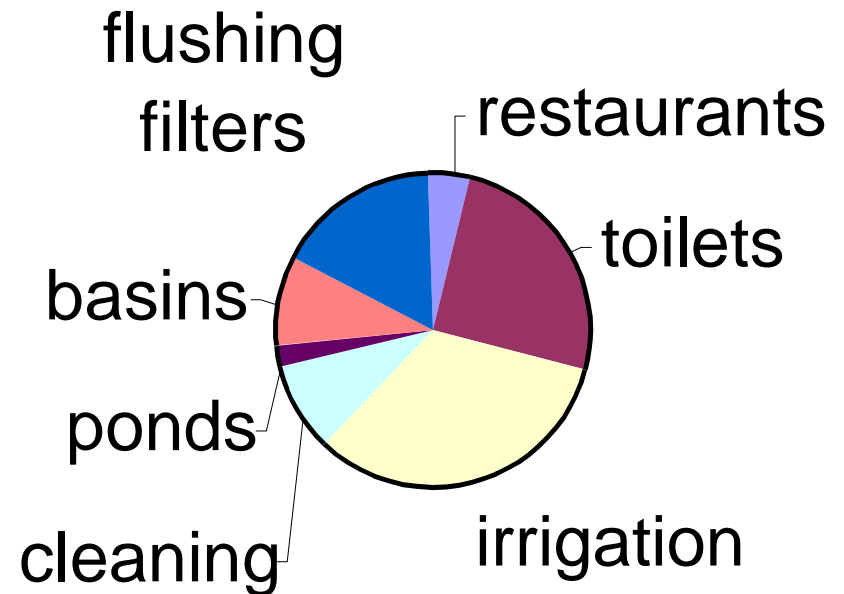
Wageningen, 13 november 2019

Peter van der Maas, PhD

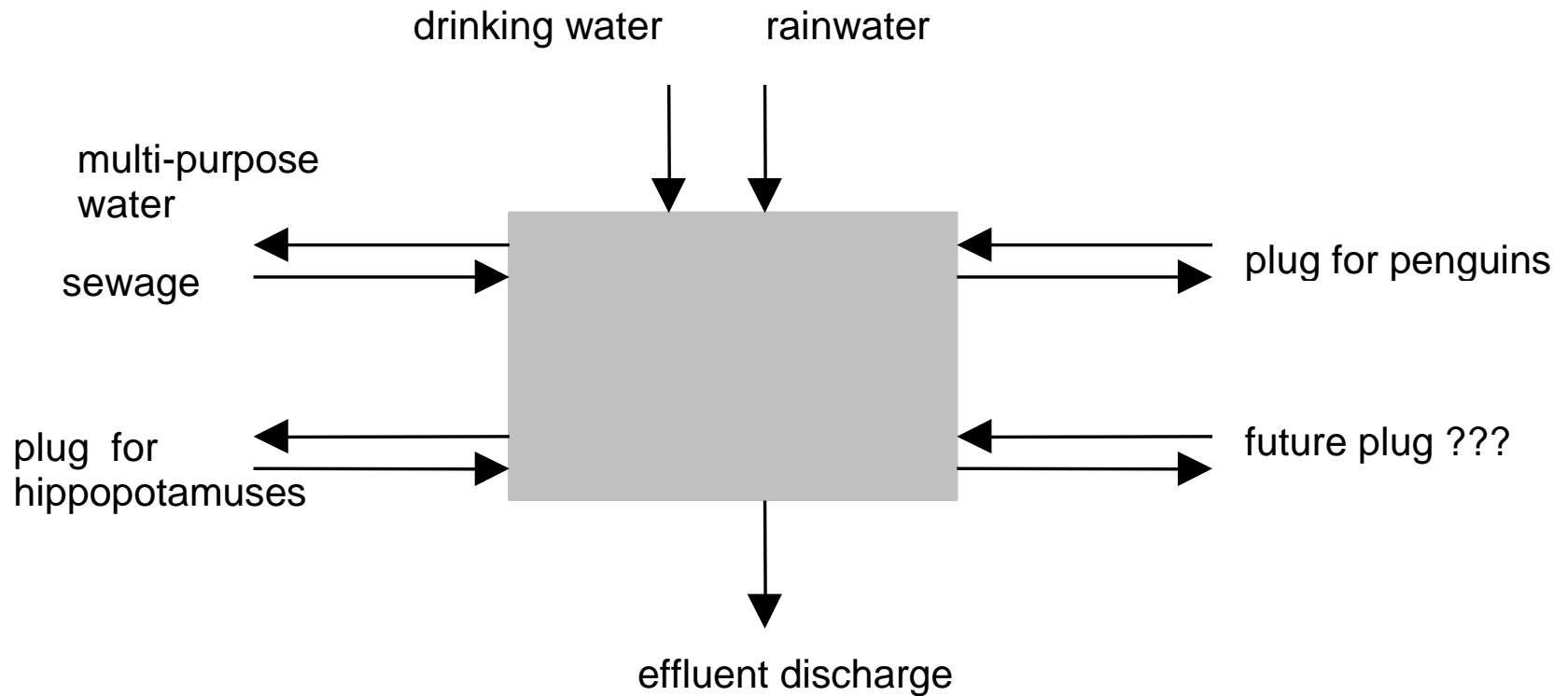


# Water use Emmen Zoo (1998)

total 180,000 m<sup>3</sup>/year → 1,200 p.e.



# Central water facility Emmen Zoo

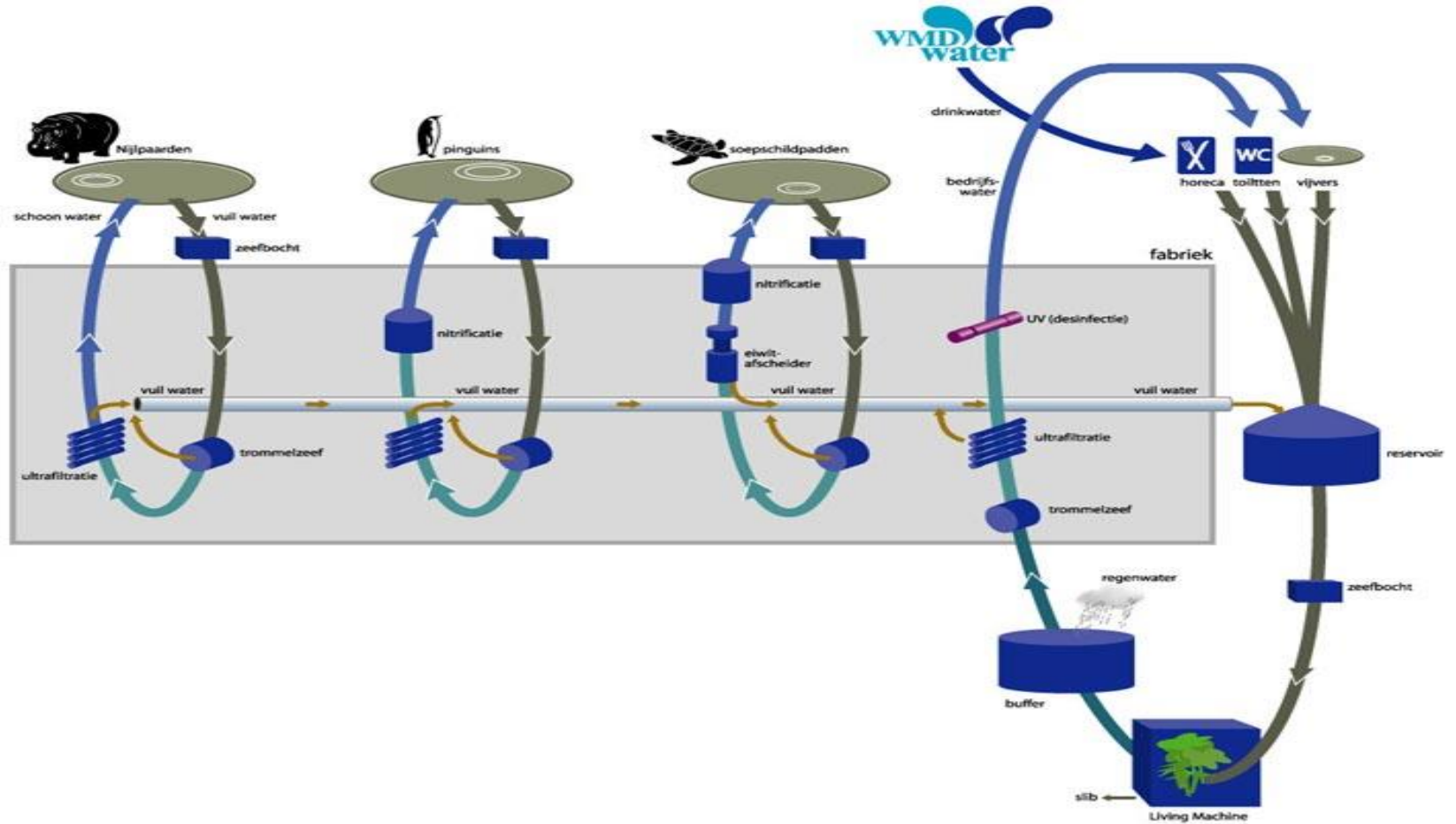


# Standards water quality

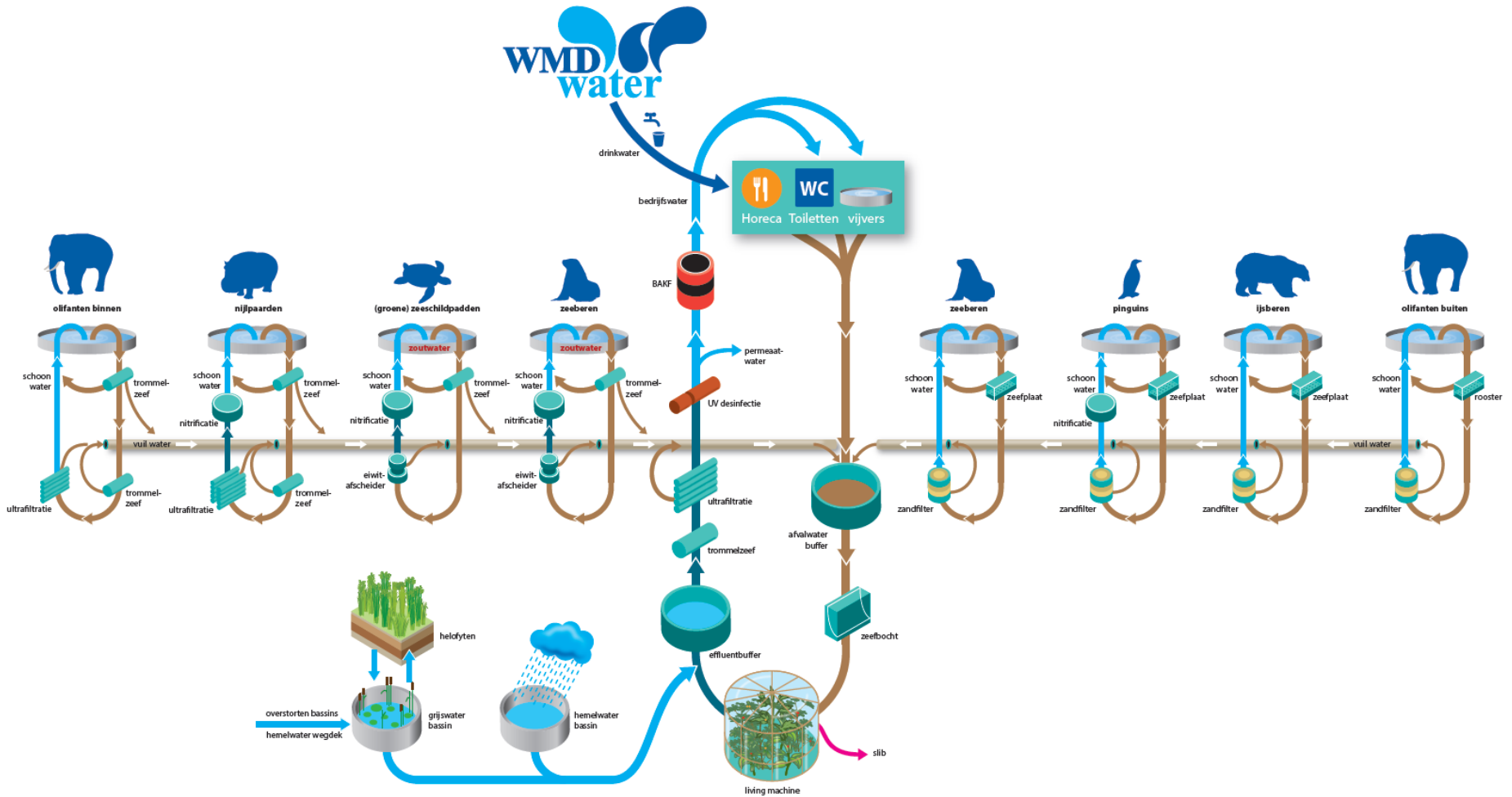
**Table 2 Main water quality standards established in designing the plant**

	Hippopotamus basin	Penguin basin	Multi-purpose water	Effluent discharge
Suspended solids (mg/l)			< 1	< 30
Turbidity (FTU)	< 0.5	< 0.5	< 1	
Colour (mg Pt/l)	< 20	< 20	< 20	
pH	6.5 – 8.0	6.5 – 8.0	6.5 – 8.0	7.5 – 9.0
Ammonium (mg N/l)		< 1		
N-Kjeldahl (mg N/l)				< 5
Nitrite (mg N/l)		< 0.3	< 0.1	
Nitrate (mg N/l)		< 15	< 10	< 10
P-total (mg P/l)				< 2
Oxygen (mg O <sub>2</sub> /l)			> 6	> 5
BOD (mg O <sub>2</sub> /l)				< 10
Fe (mg/l)			< 0.25	
E. coli (cfu/100ml)			< 1	
Viable count at 22°C (cfu/ml)			< 100	

# Water cycle Emmen 2002 - 2016



# Nieuwe situatie 2016 - heden



# Living Machine

- Combination of activated sludge and constructed wetland.
- Living Technologies claimed:
  - low energy consumption
  - No / low sludge production
- Visual attraction



# Living Technologies Findhorn



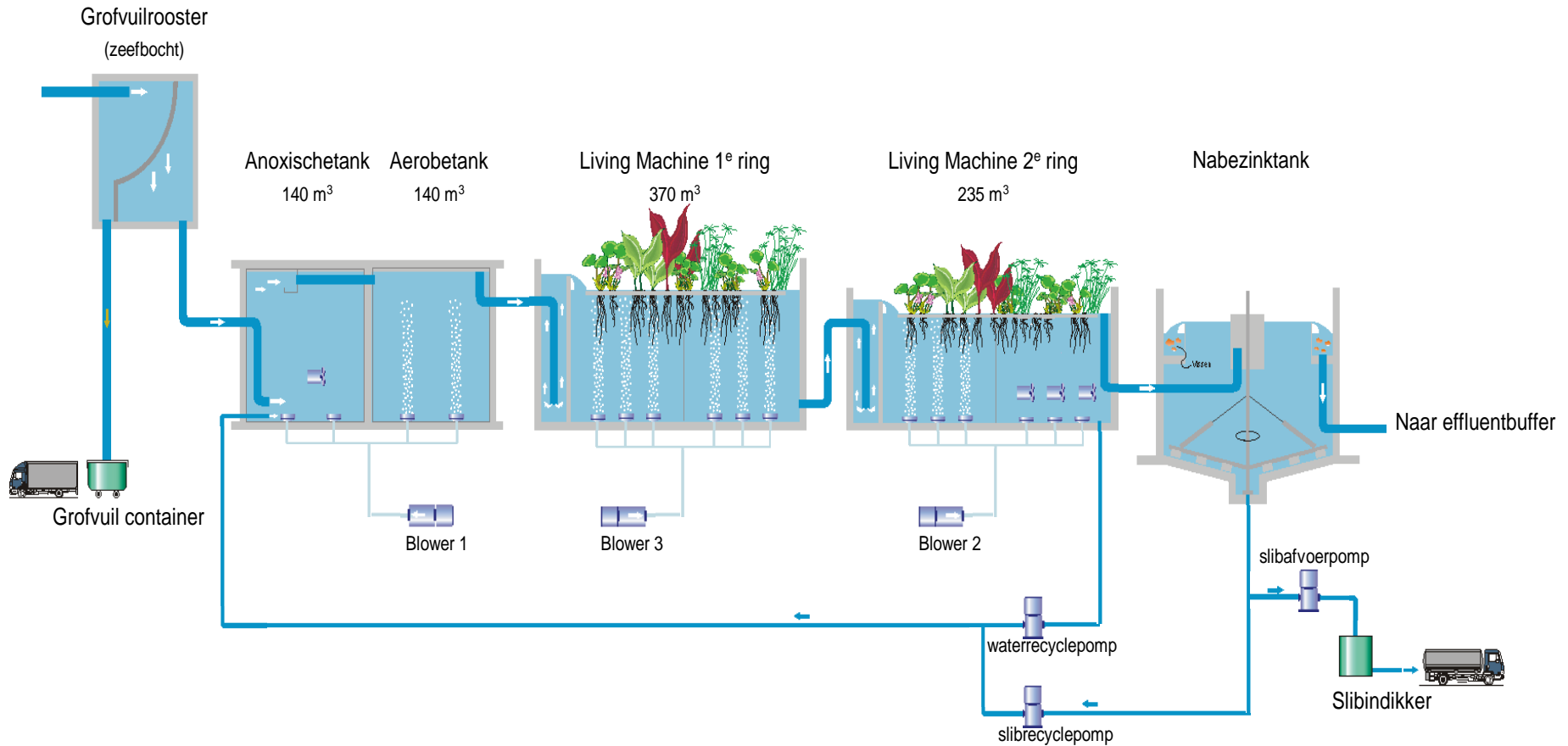


# Living Machine

- Parameters
  - Susp. Solids 43 kg/d
  - BOD 27 kg/d
  - P-total 2,1 kg/d
- Capacity: 30 - 45 m<sup>3</sup>/h



# Living Machine







*Philodendron saloon*



*Iris pseudacorus*



*Thalia dealbata*



*Sparganium erectum*



*Spathiphyllum floribundum*



*Phoenix roebelinii*



*Canna victorius*



*Phragmites australis*



*Caltha palustris*



*Water plantain*



*Cyperus umbrella*



*Schefflera arboricola*

# LM load

	N-kj		P-tot		CZV		BZV5		Debiet m3/d
	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	kg/d	mg/l	
jan	7,6	10,8	1,3	1,8	60,9	86,6	14,7	20,9	703
feb	7,4	14,3	1,2	2,3	36,4	70,6	10,2	19,7	515
mrt	7,4	9,0	1,7	2,0	77,8	94,7	16,2	19,7	821
apr	7,6	9,9	2,2	2,9	69,3	90,6	13,2	17,2	765
mei	9,1	10,6	1,9	2,3	74,4	87,3	15,2	17,9	852
jun	9,9	10,2	2,0	2,1	87,1	89,5	16,5	16,9	973
jul	8,9	8,2	1,8	1,7	107,5	98,6	17,3	15,9	1.090
aug	10,8	9,6	3,3	3,0	102,7	91,9	21,0	18,8	1.117
sep	9,1	10,7	1,6	1,9	73,8	87,1	15,9	18,7	848
okt	7,6	10,1	1,9	2,5	67,2	89,7	15,7	21,0	750
nov	8,6	10,7	1,6	2,0	70,1	87,2	14,7	18,3	804
dec	7,7	10,7	1,5	2,1	62,6	87,2	11,0	15,3	718
gemiddeld	8,7	14,1	1,8	2,9	74,7	121,8	15,7	25,5	614

**BZV / N  $\approx$  1.8**

**CZV/ BZV = 4,7**

# Aandeel planten in nutriëntenverwijdering

	Zomer	Herfst
N-verwijdering	75%	19%
P-verwijdering	54%	10%

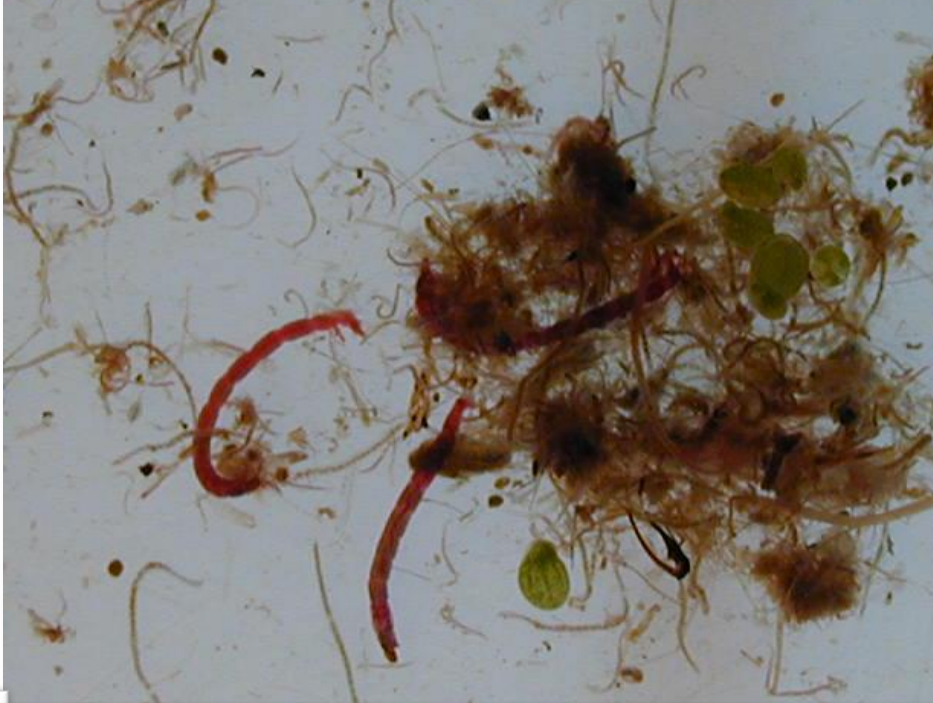
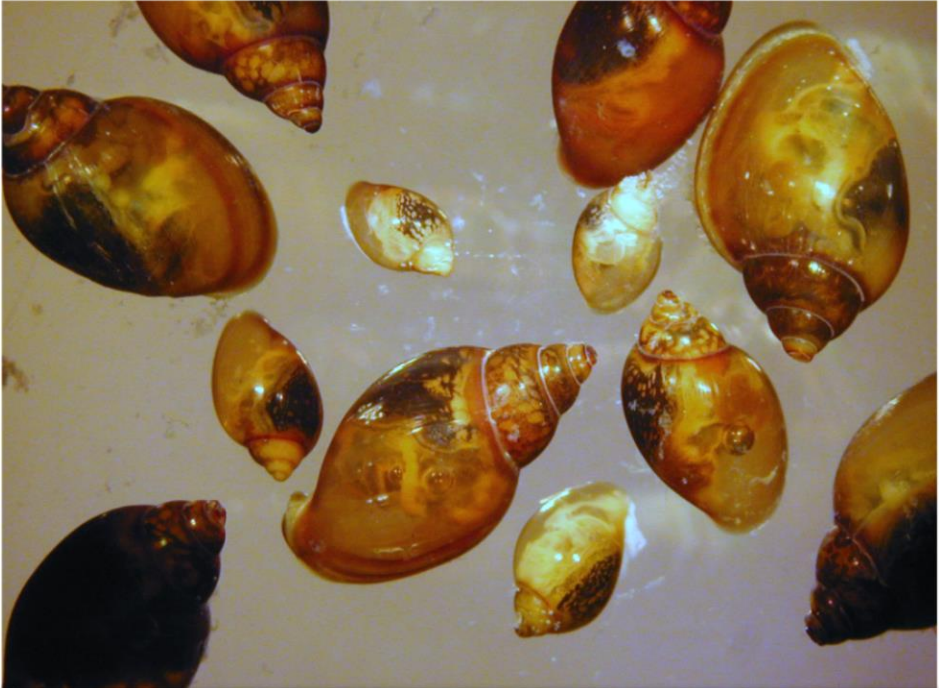
- Planten hebben significante bijdrage aan de N- en P-verwijdering.
- Assimilatie verklaart klein deel N-verwijdering
- N verwijdering via release organic C door planten?



# Living Machine Emmen

- Laag belast, dun afvalwater.
- Planten dragen bij N en P verwijdering, vooral in zomer.
- Bij dosering externe C-bron: C/N ratio  $> 3$ : zuiveringsprestaties conform actief slib.
- Effluentkwaliteit voldoet.
- Claim lage slibproductie en laag energieverbruik ?





# Energie en slib

<b>LM Emmen</b>		
Beluchttingsenergie	33	kWh/V.E.jaar
Slibproductie	9	Kg ODS/VE.jaar
<b>Rwzi Hoogezand</b>		
Beluchttingsenergie	20	kWh/VE.jaar
Slibproductie	12	Kg ODS/VE.jaar

# Tenslotte

- Claims LM m.b.t. minder beluchting en minder slib tot dusver niet bevestigd met onze data.
- Kleinschalig: prikkel voor optimalisatie ontbreekt.....?
- Gunstige zuiveringsprestaties t.o.v. actief slib???

# Thank you!

