

ÉLIMINATION DE L'AZOTE DANS LES STEP SUISSES

FICHES DESCRIPTIVES DE CERTAINES STEP

CONTEXTE

En Suisse, environ 700 stations d'épuration des eaux usées (STEP) d'une capacité de traitement supérieure à 200 équivalents-habitants (EH) sont en service¹. La plupart des STEP (environ 500) utilisent un procédé à boues activées (conventionnel, A/I, SBR, MBR, forte/faible charge), tandis qu'environ 180 STEP utilisent un procédé à biofilm (biologie à biomasse fixée, lit fluidisé/hybride, lit bactérien, disques biologiques).

La performance de chaque STEP en matière d'élimination d'azote dépend essentiellement du volume des bassins disponibles, du procédé et du mode d'exploitation, ainsi que des paramètres des eaux usées (température, du rapport DCO/N, débit d'alimentation, etc.). La performance moyenne d'élimination de l'azote en Suisse est de 52 % et varie fortement d'une STEP à l'autre². Les grandes STEP ont généralement une meilleure élimination que les petites. Selon une modélisation de la FHNW³, lorsque le rapport DCO/N est suffisamment élevé (DCO/N : 8) et que la température des eaux usées est supérieure à 10 °C, les volumes de bassins biologiques approximatifs suivants sont nécessaires pour obtenir une élimination de l'azote de 80 % en moyenne annuelle:

Procédé	Volume de bassin requis (biologie) ²
Boues activées conventionnelles et A/I	200 l/EH
Boues activées SBR	300 l/EH*
Lit fluidisé/hybride	250 l/EH
Biologie à biomasse fixée et lit bactérien	À étudier cas par cas

* Le volume du réacteur d'un SBR est utilisé à la fois pour la dégradation biologique et pour la sédimentation. Le volume du bassin indiqué ne peut donc pas être directement comparé au volume biologique des autres procédés.

Ces informations sont des valeurs indicatives qui peuvent être utilisées comme première approximation. Les volumes varient selon les paramètres des eaux usées et les optimisations. Chaque STEP doit donc déterminer la solution optimale spécifique et le volume nécessaire pour augmenter l'élimination de l'azote. Grâce à des optimisations techniques et des paramètres favorables, une élimination élevée de l'azote peut également être obtenue avec des volumes de bassin plus faibles.

¹VSA 2023, Coûts et prestations de l'assainissement

²Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW (2024). Gesamtbetrachtung Weiterentwicklung Reinigungsleistung ARA, https://www.bafu.admin.ch/dam/de/sd-web/3-zivW-XJFTS/Gesamtbetrachtung_Weiterentwicklung_ARA.pdf

³ FHNW = Fachhochschule Nordwestschweiz, Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse

APERÇU DES STEP ÉDUTIÉES

Dans le présent document, les données d'exploitation de neuf STEP présentant une élimination de l'azote relativement bonne ont été évaluées. La sélection couvre un éventail de procédés aussi large que possible, c'est pourquoi une STEP allemande utilisant une dénitrification en cascade est également présentée.

STEP	Procédé	Mesure visant à augmenter l'élimination de l'azote	Capacité de traitement [équivalents-habitants]	Rapport DCO/N, entrée biologie	Page
STEP Glarnerland	Boues activées	Boues granulaires, traitement des eaux putrides avec Anammox	105 000	7	3
STEP Bachwis (Fällanden)	Boues activées	Fonctionnement alterné/intermittent	45 000	7,7	7
STEP Birs	SBR (réacteur séquentiel discontinu)	Régulation par gradient	150 000	8,3	11
STEP Hofen St. Gallen	Boues activées	alternée/intermittente, régulation dynamique	69 200	7,9	15
STEP Neugut	Boues activées	Dénitrification en amont	100 000	8	18
STEP Stetten	SBR (réacteur séquentiel discontinu)	Régulation par gradient	19 500	9,1	23
STEP Thunersee	Boues activées avec Bio-P	Fonctionnement intermittent, recirculation interne, traitement des eaux putrides avec Anammox	200 000	6,2	18
STEP Wetzikon	Boues activées	Fonctionnement alterné/intermittent	37 000	6,3	33
STEP Kamen (Allemagne)	Boues activées	Dénitrification en cascade	160 000	7,6	38

1 STEP GLARNERLAND

Procédé : boues granulaires

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Charge d'entrée(85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	105 000	75 000	89 000	95 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	105 000	65 000	66 000	69 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	254		213		254	
Débit par temps sec [L/s]	171		151		161	
Qmax, traité [L/s]	562		526		580	
Concentration moyenne en entrée N _{tot} [mg/L]	31		39		38	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/L]	15		15		13	
Charge DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	4 070		4 533		4 810	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	640		651		649	
Rapport DCO:N (en entrée de biologie, moyenne)*	6,4		7,0		7,4	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	92 %	95 %	92 %	96 %	91 %	98 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	57 %**	51 %	61 %**	61 %	63 %**	68 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	40 %	31 %	50 %	47 %	50 %	59 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	73 %	69 %	72 %	75 %	74 %	79 %
Performance d'épuration P (85e centile)		94 %		95 %		95 %

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

** Les retours internes ne sont enregistrés qu'à partir de la décantation primaire, c'est pourquoi la performance d'épuration totale peut être inférieure à la performance biologique.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (débit journalier)	
Minimum (débit maximal par temps de pluie)	46 min
Valeur moyenne	110 min
Maximum	231 min
Q_{max} / Q_{TS}	3,6
Procédé biologique	Boues granulaires
Nombre de lignes de la biologie	4
Âge des boues (total)	Valeur moyenne : 16 jours
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	87 l/équivalent-habitant (dimensionné) 106 l/équivalent-habitant (selon charge actuelle DCO ; 85e centile)
Volume des bassins non-aérés (intermittent)/volume aéré	11
Recirculation interne	Non
Gestion de la zone bivalente	Identique en été et en hiver
Extraction des boues en excès	À partir des boues recirculées, puis épaissement direct, pas de pré-épaissement dans la décantation primaire

Dimensionnement et équipement biologique

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartment 1	4 * 2 100 m ³	Agitateurs, aération, sonde de conductivité, sonde de pH, sonde NH ₄ , sondes O ₂ , sonde de nitrate, analyseur de PO ₄ , analyseur de nitrite	Intermittent
Compartment 2	4 * 185 m ³	Aération, sondes O ₂ , sonde nitrate, analyseur PO ₄ , analyseur nitrite	Aération permanente

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation des phosphates (simultanément en biologie avec des sels de fer)
Autres	Réception de boues externes, traitement des concentrats par Anamox, réception de co-substrats, installation de séchage des boues, part industrielle des charges 45 %

Élimination de l'azote atteinte en biologie

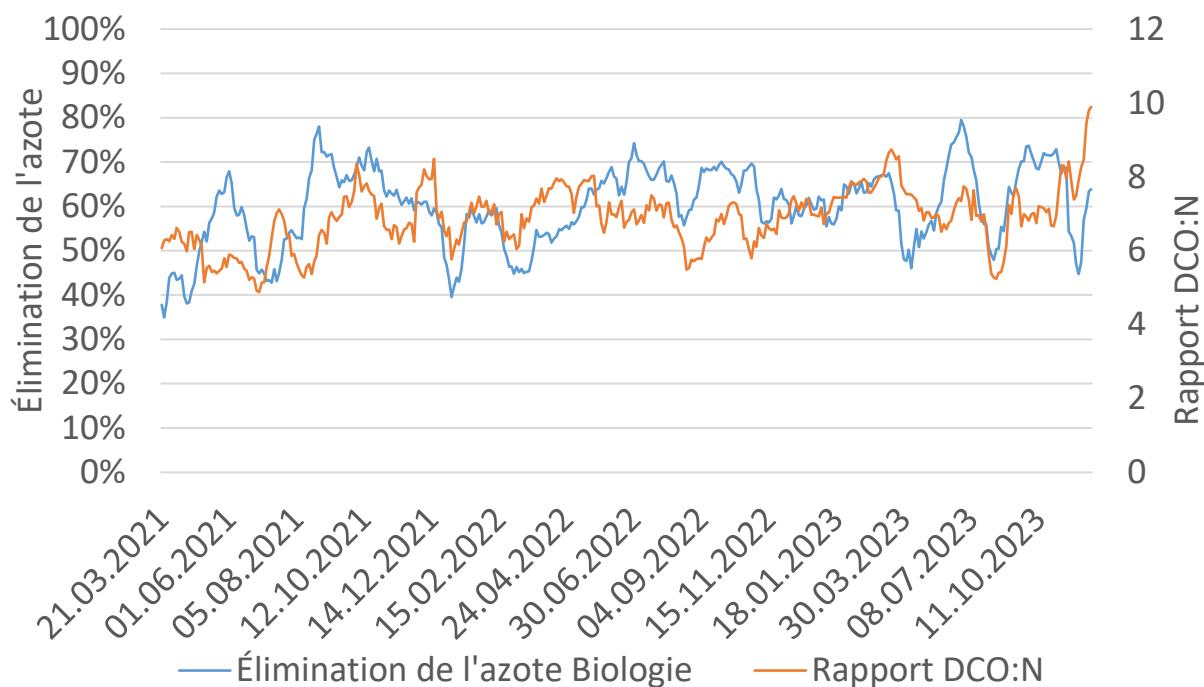


Illustration1 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP Glarnerland a atteint une élimination de l'azote d'environ 60% en moyenne annuelle entre 2021 et 2023. Depuis, la performance moyenne a pu être progressivement augmentée à 76% (2025). Au cours des prochaines années, l'élimination de l'azote devrait être portée à 80%. Il est prévu de raccourcir le temps de séjour dans le traitement primaire afin d'augmenter la disponibilité des composés carbonés pour la dénitrification (meilleur rapport C/N). La quantité de boues primaires disponibles pour la production de gaz d'épuration diminuera ainsi. Le système biologique doit être converti en un fonctionnement A/I (alterné/intermittent). À la STEP de Glarnerland, cela ne nécessite que des ajustements techniques au niveau du système de contrôle.

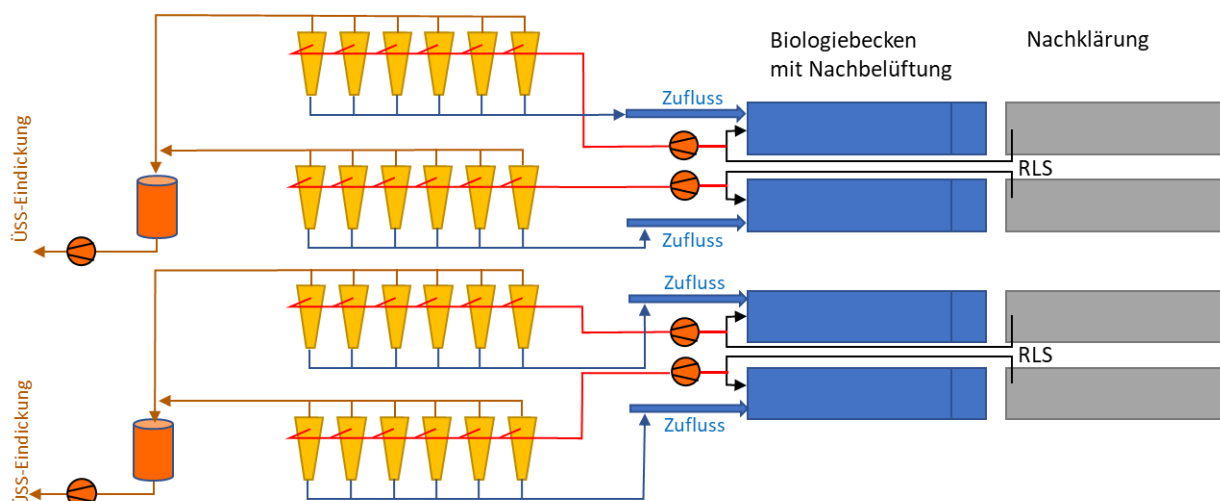
Ces mesures n'entraîneront pas d'augmentation de la consommation d'énergie.

Depuis 2019, la partie biologique de la STEP Glarnerland fonctionne avec des boues granulaires. Les granules de boues activées sont sélectionnés à l'aide d'hydrocyclones. Les granules présentent de meilleures propriétés de décantation que les boues activées conventionnelles, ce qui leur permet de mieux sédimenter dans le clarificateur secondaire. Cela permet d'augmenter la concentration de boues dans la biologie, ce qui améliore également les performances d'épuration. La capacité de la biologie a ainsi pu être augmentée d'environ 50 % par rapport au procédé conventionnel à boues activées pour un volume de bassin identique. Cette augmentation résultait d'un indice de volume de boues très élevé, de sorte qu'elle ne peut pas être directement transposée à d'autres STEP.

Les retours issus du traitement des boues sont traités dans un réacteur Anammox à un étage. Celui-ci élimine environ 250 kg d'azote par jour, ce qui correspond à près de 40 % de la charge moyenne entrant dans la partie biologique et la soulage considérablement.

Schéma du traitement biologique

Schéma du procédé S::Select avec les hydrocyclones (jaunes) pour la sélection des granules de boues activées. Les granules sont sélectionnés à partir des boues recirculées. Les flocons de boues activées de densité inférieure sont extraits sous forme de boues excédentaires.



Contact

Abwasserverband Glarnerland
Interlocuteur
Exploitation : Niklaus Wick
www.avglarnerland.ch
Tél. +41 55 619 21 41
E-mail : info@avglarnerland.ch



Informations complémentaires :

https://www.aquaetgas.ch/wasser/abwasser/20210927_ag9_bessere-schlammeigenschaften-mit-sselect/

2 STEP BACHWIS

Procédé: boues activées A/I

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Taux d'utilisation (85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	45 000	60 000	59 000	60 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	45 000	65 000	56 000	50 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	165		127		152	
Qmax, traité [L/s]	488		416		423	
Charge en DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	3 774		3 699		3 675	
Concentration moyenne en entrée N _{total} [mg/L]	44		47		43	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/L]	11		10		8	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	551		489		475	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	58		60		54	
Rapport C:N:P (entrée de biologie)	100:14,6:1,5		100:13,2:1,6		100:12,9:1,5	
Rapport DCO:N (entrée biologie, moyenne)*	7,2		8,0		7,8	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	91 %	96 %	92 %	96 %	93 %	97 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	74 %	81 %	79 %	74 %	79 %	79 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	64 %	74 %	69 %	61 %	69 %	70 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	85 %	88 %	88 %	85 %	87 %	88 %
Performance d'épuration P (85e centile)		94 %		93 %		94 %

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (débit journalier)	
Minimum (débit maximal par temps pluvieux)	36 min
Valeur moyenne	112 min
Maximum	296 min
Traitement biologique	A/I
Nombre de lignes de la biologie	2
Âge des boues (total)	11 jours
Recirculation interne	Oui. Régulation en fonction du débit. Rapport de retour env. 1 : 2-3
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire) (6'920 m³ y compris anox)	154 l/équivalent-habitant (dimensionné) 116 l/équivalent-habitant (charge DCO ; 85e centile)

Dimensionnement et équipements de la biologie

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartiment 1	2 400 m ³	Agitateur, aération, sonde NH ₄ , sonde O ₂	Anoxique/intermittent/aérobie/...
Compartiment 2	540 m ³	Aération, sonde O ₂ , sonde TS	Régulé par sonde O ₂

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation du phosphate (simultanément en biologie avec des sels de fer, régulée par un analyseur de phosphore)
Boues en excès	Extraction et épaissement séparés (pas via la décantation primaire)

Élimination de l'azote obtenue en biologie

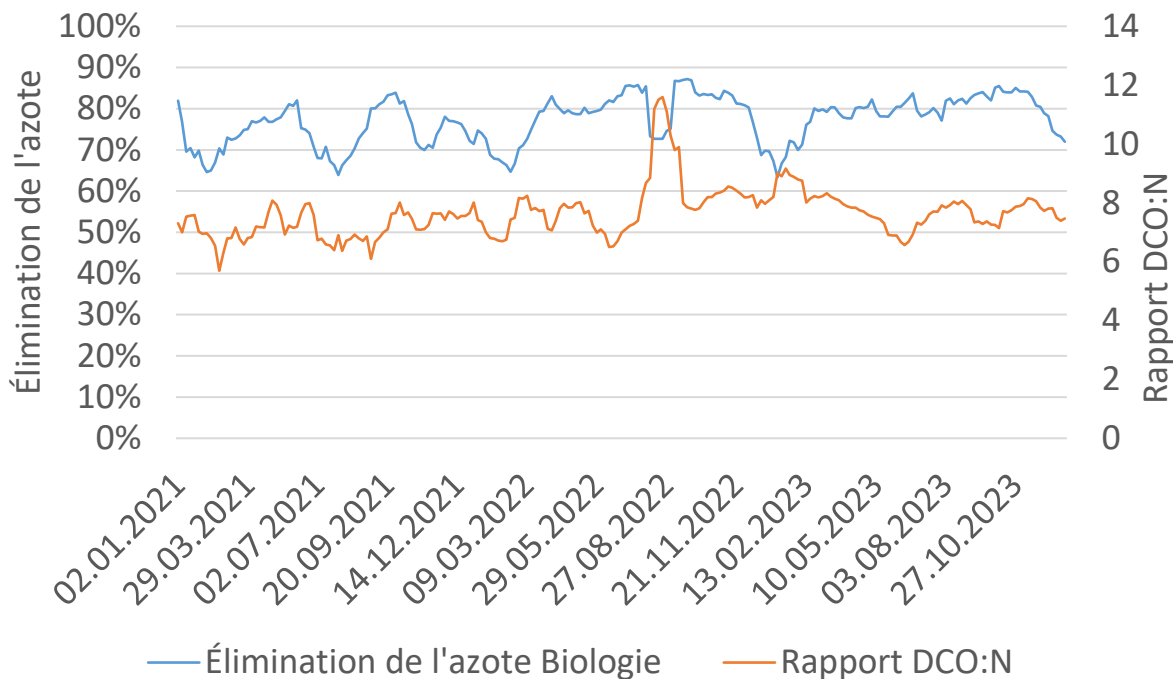
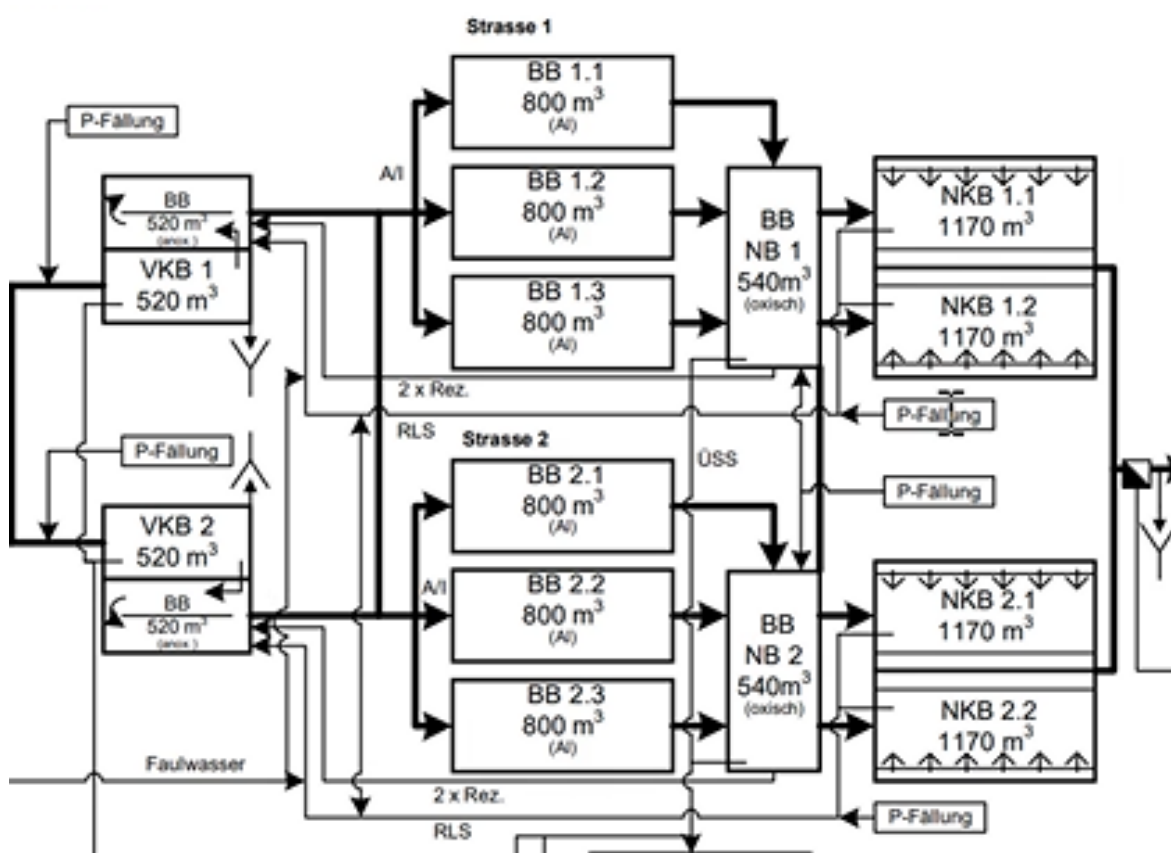


Illustration2 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N en biologie dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP Bachwis atteint une élimination de l'azote d'environ 80 % en moyenne annuelle en 2023. Ce résultat est favorisé par un bon rapport C/N. La STEP fonctionne selon le procédé A/I et dispose d'une grande zone anoxique en amont. Dans le procédé A/I, les bassins d'activation sont alimentés et aérés en alternance, de sorte que le nitrate recyclé via les retours internes est utilisé pour la dégradation des composés carbonés. L'élimination de l'azote peut ainsi être considérablement augmentée tout en réduisant la consommation d'énergie pour l'aération nécessaire à la dégradation des composés carbonés.

Schéma du traitement biologique



Contact

ARA Bachwis
Industriestrasse 50
8117 Fällanden
Martin Moos

www.arabachwis.ch

Tél. : +41 43 355 33 33

E-mail : info@arabachwis.ch



3 STEP BIRS

Procédé : réacteur séquentiel discontinu (SBR) avec régulation par gradient

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Charge d'entrée(85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	150 000	112 000	105 000	103 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	150 000	89 000	95 000	89 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	336		286		306	
Qmax, traité [L/s]	927		911		891	
Charge DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kg DCO/j]	11 075		9 137		10 053	
Concentration moyenne en entrée N _{total} [mg/L]	33		39		38	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/L]	7		8		8	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	1 327		1 159		1 211	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	116		116		116	
Rapport DCO:N (entrée biologique, moyenne*)	8,4		7,9		8,5	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	97 %	97 %	95 %	96 %	97 %	98 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	85 %	77 %	83 %	77 %	84 %	78 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	80 %	69 %	78 %	68 %	71 %	79 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	88 %	85 %	87 %	83 %	89 %	84 %
Performance d'épuration P (85e centile)	91 %	91 %	91 %	91 %	93 %	93 %

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (850 m³)	
Minimum	15 min
Moyenne	42 min
Maximum	75 min
Traitement biologique	Réacteur séquentiel discontinu (SBR)
Nombre de lignes de la biologie	5 SBR, 8500 m ³ chacun
Âge des boues (total)	Environ 26 jours au total / environ 8 jours en aérobie
Volume biologique spécifique (SBR)	283 l/EH (dimensionné) 398 l/EH (selon un selon charge actuelle à 85 % de la DCO)
Extraction des boues en excès	Directement vers l'épaississement

Dimensionnement et équipements de la biologie (description du cycle SBR)

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Par ligne	8 500 m ³	Agitateur, aération, sonde NO ₃ , sonde O ₂ , sonde TS (mesure de la turbidité), mesure du niveau	Anoxique / aérobie Durée du cycle 4h en cas de pluie sans fonctionnement anoxique 5 à 8,33 h par temps sec

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation des phosphates (simultanément en biologie avec des sels de fer)
Autres	Acceptation de boues externes, acceptation de co-substrats, déshydratation des boues propres

Élimination de l'azote atteinte en biologie

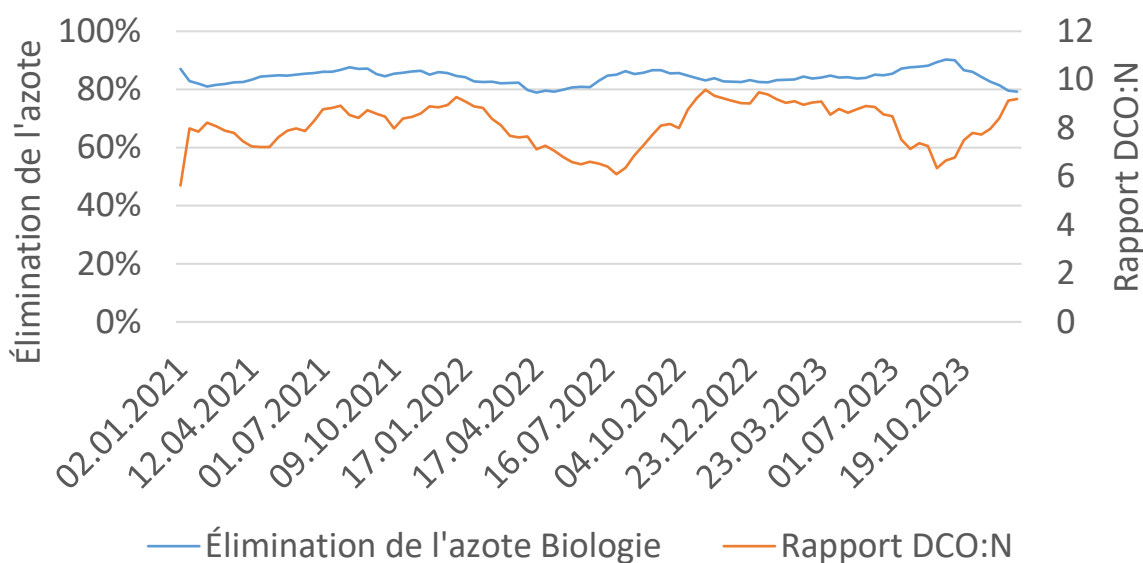


Illustration3 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP Birs atteint une élimination annuelle moyenne de l'azote de près de 80 %. Ce résultat est favorisé par un bon rapport nutritif (rapport C/N).

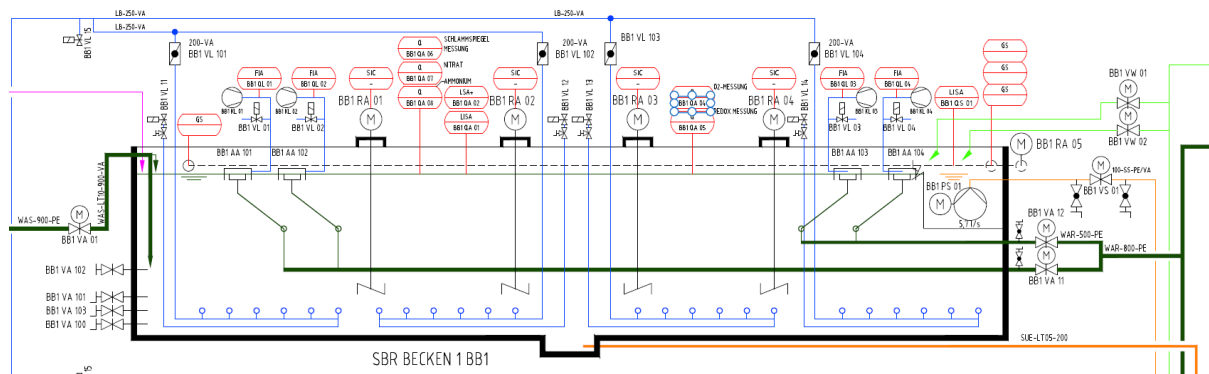
Dans le procédé SBR (Sequence Batch Reactor), toutes les étapes (nitrification, dénitrification, sédimentation) se déroulent successivement dans un seul réceptacle. Il est important que la durée des cycles soit optimisée. À cette fin, une régulation par gradient a été mise en place à la STEP Birs et les prévisions météorologiques sont également prises en compte comme paramètre supplémentaire.

Dans le cadre de la régulation par gradient, des sondes sélectives d'ions mesurent la variation de concentration de l'ammonium et du nitrate. Le signal brut de la mesure varie en fonction des variations de concentration. Si la concentration reste constante, le gradient est nulle et le cycle suivant peut démarrer. La durée du cycle est ainsi optimisée en fonction des étapes du procédé et la meilleure performance d'épuration possible est obtenue. Par rapport aux valeurs absolues, le signal brut est moins sensible aux perturbations et nécessite donc moins d'entretien.

En plus de la régulation par gradient, deux modes de fonctionnement (temps sec et temps pluvieux) sont réglés en fonction des prévisions météorologiques. Par temps pluvieux, la durée du cycle est raccourcie et la phase de dénitrification est supprimée afin de disposer d'une capacité suffisante pour la nitrification. De plus, par temps pluvieux, le niveau de remplissage minimal est réduit afin de pouvoir traiter davantage d'eaux usées par cycle.

Extrait R&I de l'étape biologique

La STEP Birs exploite cinq réacteurs séquentiels discontinus (SBR) de construction identique.



Contact

ARA Birs
Martin Vogt

<https://www.baselland.ch/politik-und-behorden/direktionen/bau-und-umweltschutzdirektion/amt-industrielle-betriebe/abwasseranlagen/anlagen-birs-und-birsigtal>

Tél. : +41 61 315 10 17

E-mail : martin.vogt@bl.ch



Informations complémentaires :

https://www.aquaetgas.ch/wasser/abwasser/20210111_ag1_ara-birs-dynamisches-sbr-verfahren/
<https://www.aquaetgas.ch/vsa-news/mitteilungen/ara-birs/>

4 STEP HOFEN, ST. GALLEN

Procédé : boues activées A/I avec régulation dynamique

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Charge d'entrée(85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	74 900	101 000	108 000	107 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	69 200	83 000	96 000	93 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	340		286		332	
Qmax, traité [L/s]	960		749		927	
Concentration moyenne en entrée N _{tot} [mg/L]	33		38		36	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/L]	10		9		10	
Charge DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	7 350		8 235		7 262	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	915		962		1 005	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	98		113		98	
Rapport DCO:N (entrée de biologie)*	8,0		8,6		7.2	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	96 %	97 %	97 %	97 %	97 %	97 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)**	71 %	66 %	77 %	75 %	75 %	71 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	47 %	57 %	65 %	70 %	56 %	64 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	82 %	82 %	85 %	84 %	86 %	84 %
Performance d'épuration P (85e centile)		97 %		97 %		97 %

* Le rapport DCO:N optimal pour la dénitrification est d'environ 8.

** Les retours internes ne sont enregistrés qu'à partir de la décantation primaire, c'est pourquoi la performance d'épuration totale peut être inférieure à la performance biologique.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (débit journalier)	(pour un volume de 2100 m ³)
Minimum (débit maximal par temps de pluie)	46 min
Valeur moyenne	110 min
Maximum	230 min
Q_{max} / Q_{TS}	3,5
Traitement biologique	A/I, boues activées avec régulation dynamique
Nombre de lignes de la biologie	3 (3 000 m ³ chacune)
Âge des boues (total)	10 jours
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	120 l/équivalent-habitant (dimensionné) 85 l/équivalent-habitant (charge DCO, moyenne)
Recirculation interne	Non. Seulement boues recirculées.
Gestion de la zone bivalente	En fonction de la valeur N, toute l'année
Extraction des boues en excès	Épaississement par décantation primaire

Dimensionnement et équipement biologie

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartment 1	500 m ³	Agitateur, aération, sonde O ₂	Anoxique/intermittent/aérobie
Compartment 2	500 m ³	Aération, sonde O ₂	Aérobie
Compartment 3	500 m ³	Ventilation, sonde O ₂	aérobie

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation du phosphate (sels de fer sortie décantation primaire; régulé par analyseur)
Autres	---

Élimination de l'azote atteinte par la biologie

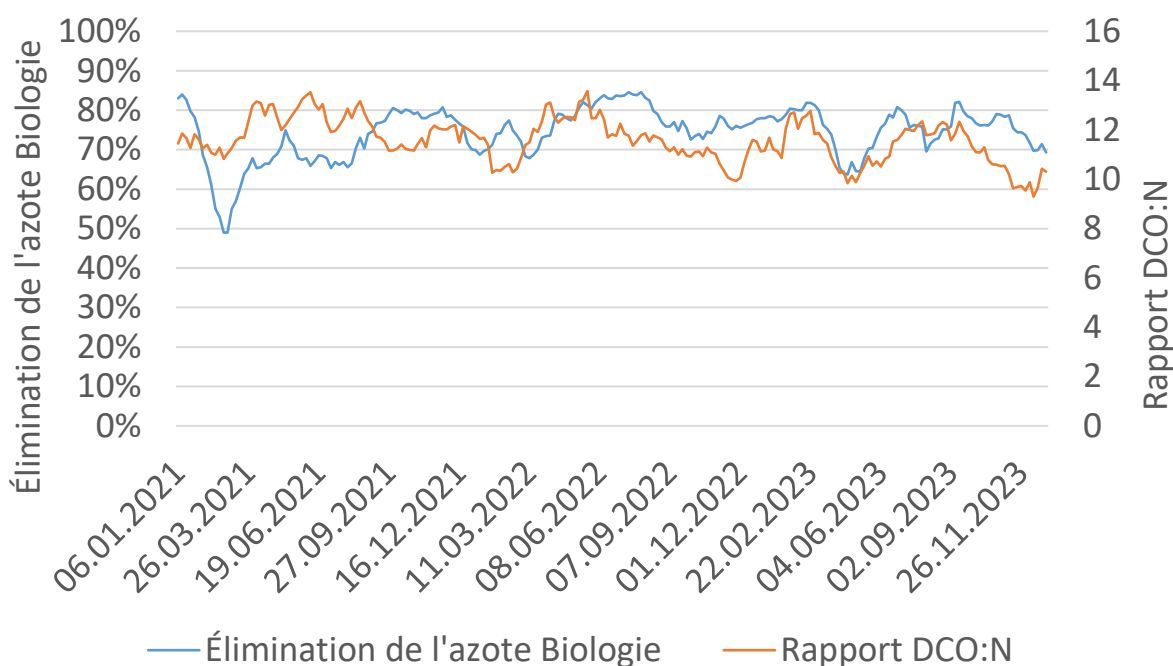


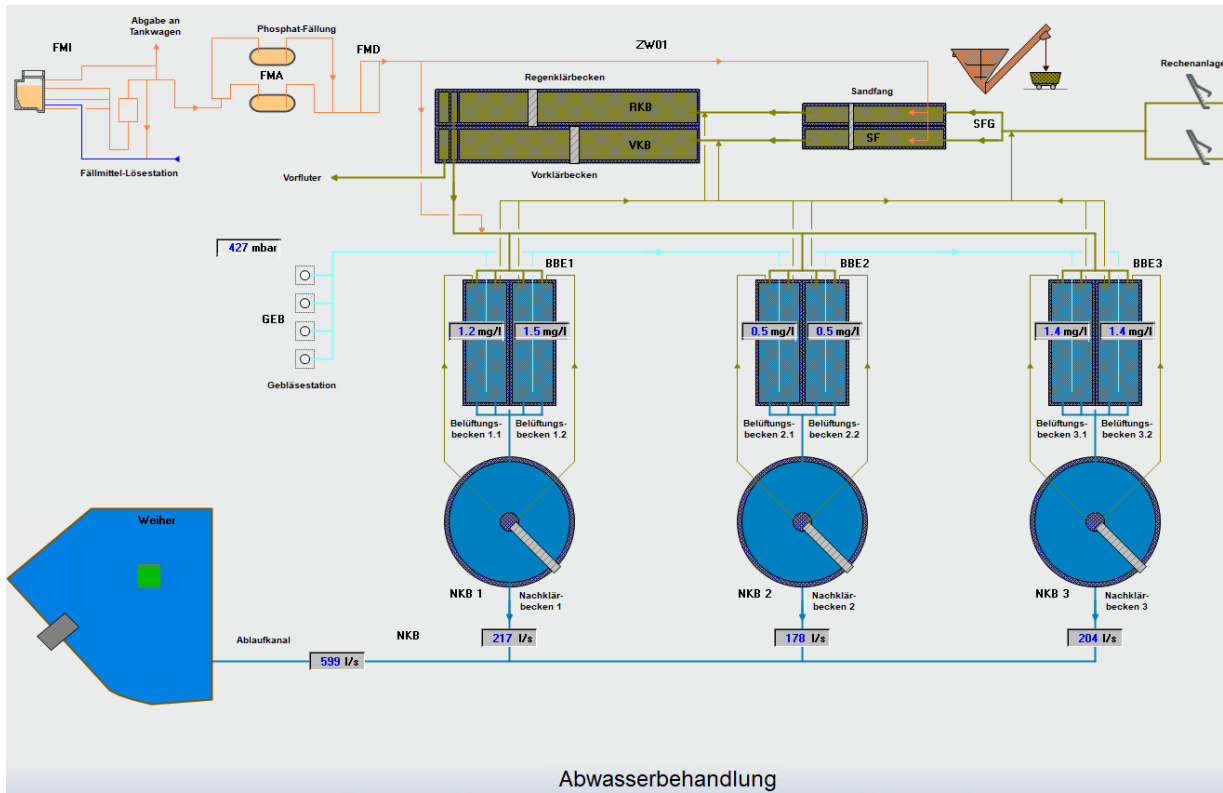
Illustration4 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP Hofen St. Gallen atteint une élimination annuelle moyenne de l'azote d'environ 70 %. Malgré un rapport nutritif supposé bon, la STEP présente une composition nutritive plutôt défavorable (disponibilité du carbone) pour une élimination supplémentaire de l'azote. Grâce à des optimisations techniques, l'élimination de l'azote a pu être augmentée de 35 % à 70 % au cours des dernières années. Pour ce faire, la biologie a été équipée d'une densité d'aérateurs plus élevée, ce qui a amélioré l'apport en oxygène, et optimisée grâce à une division des bassins en trois compartiments, ce qui permet d'adapter le fonctionnement de manière plus flexible à la charge actuelle. Un nouveau concept de régulation basé sur le contrôle dynamique selon Dyrpa (régulation dynamique et surveillance des procédés dans le traitement des eaux usées) garantit une gestion efficace des procédés. L'objectif de cette régulation est d'adapter de manière optimale le fonctionnement de la STEP aux charges d'entrée des polluants, qui varient au cours de la journée, de la semaine et de l'année. Afin de garantir un fonctionnement stable, une liste de priorités comprenant neuf facteurs (notamment la sécurité de fonctionnement, la protection des agrégats, la dégradation de l'ammonium, la dénitrification, la gestion des eaux putrides, la consommation d'énergie) a été élaborée. En cas de faible charge, tous les objectifs doivent être atteints dans la mesure du possible. En cas de charge accrue, l'accent est mis sur la nitrification. L'expérience opérationnelle montre une performance stable de l'installation et une économie d'énergie d'environ 15 % par rapport au mode de fonctionnement précédent. De plus, les émissions de protoxyde d'azote ont pu être réduites d'un facteur 5, ce qui a considérablement amélioré le bilan environnemental.

La description détaillée du procédé figure dans la publication mentionnée ci-dessous.

Schéma du traitement biologique



Contact

Entsorgung St.-Gallen
ARA Hofen St. Gallen
Abwasserbetriebe
9300 Wittenbach
Tél. : +41 71 272 60 06
E-mail : hanspeter.bauer@stadt.sg.ch



Informations complémentaires

[Aqua & Gas | Plateforme pour l'eau, le gaz et la chaleur | 20220104 A&G1 Dynamische Regelung der ARA Hofen \(aquaetgas.ch\)](#)

Aqua & Gas avec plus d'informations sur :

- Réduction du protoxyde d'azote
- Lauréat du prix de l'innovation Infrawatt 2021
- Participation à divers articles spécialisés

5 STEP NEUGUT

Procédé : boues activées conventionnelles

Dimensionnement, indicateurs

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Taux d'utilisation (85 85e centile)*		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	100 000	74 000	76 000	89 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	100 000	71 000	72 000	78 000
Équivalents-habitants Q	122 222			

* Données d'affluent calculées sur la base des écoulements de décanteurs primaires et de taux d'élimination typiques de décanteurs primaires.

Charge polluante et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	251		216		259	
Qmax, traité [L/s]	624		561		676	
Charge DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	4 697		4 832		5 637	
Charge N_{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	607		616		653	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	56		62		71	
Rapport C:N:P (en entrée de biologie)	100:13:1,2		100:13:1,3		100:12:1,3	
Rapport DCO:N*	7,7		7,8		8.6	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	95 %	n.d.	95 %	n.d.	96 %	n.d.
Performance d'épuration N_{tot} (valeur moyenne)	69 %	n.d.	73 %	n.d.	74 %	n.d.
Performance d'épuration N_{tot} (15e centile)	60 %	n.d.	68 %	n.d.	66 %	n.d.
Performance d'épuration N_{tot} (85e centile)	77 %	n.d.	79 %	n.d.	80 %	n.d.
Performance d'épuration P (85e centile)	97 %	n.d.	97 %	n.d.	98 %	n.d.

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

n.d. = no data, pas de données

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (apports journaliers moyens)	(volume : 1 200 m ³)
Minimum	33 min
Moyenne	85 min
Maximum	151 min
Q_{max} / Q_{TS}	3,7
Traitement biologique	Boues activées conventionnelles
Nombre de lignes de la biologie	4
Âge des boues (total)	16 jours (moyenne 2022-2023, IPS)
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	121 l/équivalent-habitant (dimensionné) 152 l/équivalent-habitant (selon charge actuelle DCO en entrée, 85e centile)
Recirculation interne	Non
Gestion de la zone bivalente	Depuis novembre 2023 de manière intermittente, auparavant aération permanente toute l'année
Extraction des boues en excès	Directement vers l'épaississement (sans prétraitement)

Dimensionnement et équipements de la biologie

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartment 1	650 m ³	Agitateur	Anoxique
Compartment 2	541 m ³	Agitateur, aération, sonde O ₂	Aérobic (ligne 2 aérobic jusqu'au 23 octobre, puis anoxique et intermittent)
Compartment 3	541 m ³	Agitateur, aération, sonde O ₂	Aérobic (ligne 2 aérobic jusqu'au 23 novembre, puis intermittent)
Compartment 4	669 m ³	Agitateur, aération, sonde O ₂	Aérobic
Compartment 5	625 m ³	Agitateur, aération, sonde O ₂	Aérobic

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation des phosphates (simultanément en biologie avec des sels de fer), 1/3 de l'élimination totale du P (reste – Bio-P)
Autres	Traitement de boues externes : rare Traitement en parallèle : aucun Acceptation de co-substrats : toilettes chimiques Déshydratation des boues en interne : oui Source externe de carbone : aucune Composition particulière éventuelle de la Charge N _{tot} : 50 % des eaux usées proviennent de l'industrie, pas de charge ponctuelle

Élimination de l'azote obtenue par la biologie

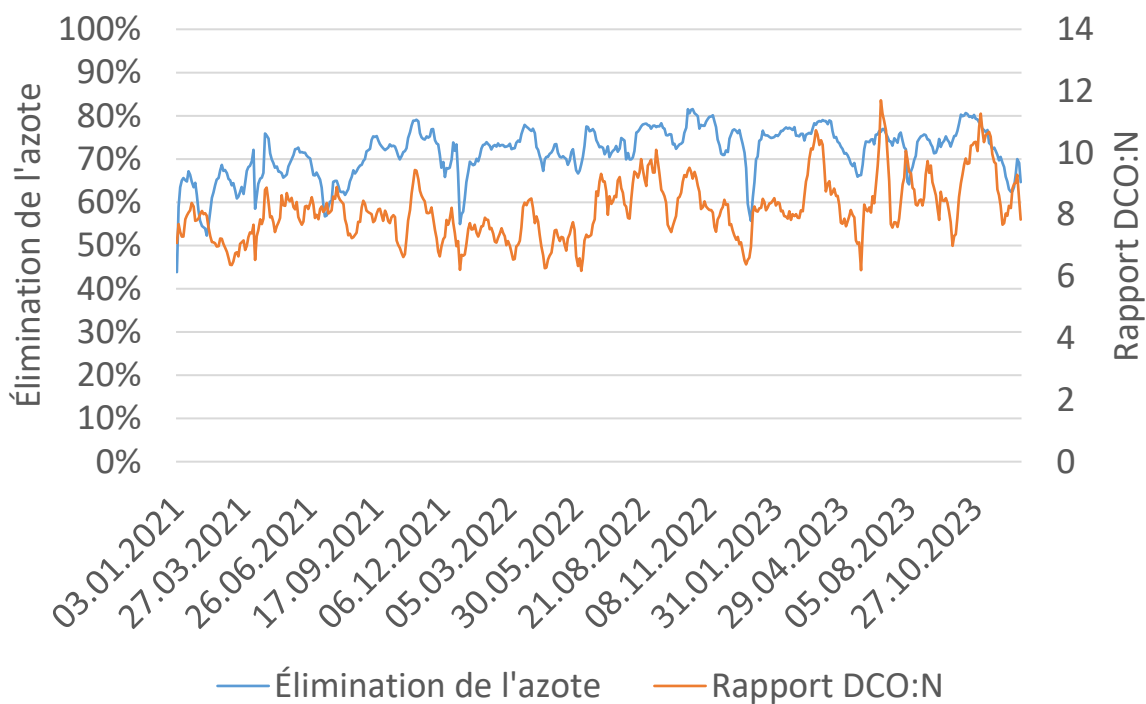


Illustration 5 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

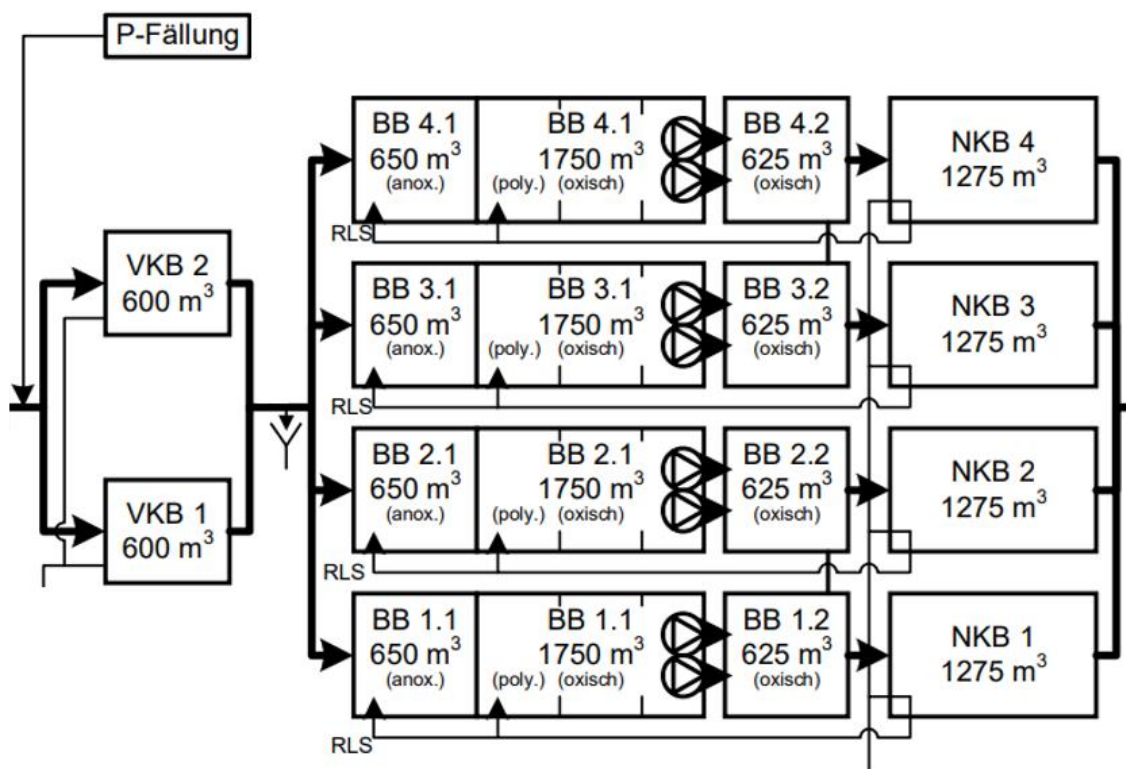
La STEP de Neugut atteint une élimination moyenne annuelle de l'azote supérieure à 70 %. L'élimination de l'azote s'effectue par dénitrification en amont, favorisée par un rapport nutritif avantageux.

La phase d'épuration biologique de la STEP comprend quatre lignes sur lesquelles les eaux usées sont réparties de manière uniforme. Chaque ligne se compose d'une zone anoxique et de quatre zones aérées. Jusqu'en 2023, les boues recirculées étaient évacuées à un débit constant de 100 L/s par ligne, ce qui correspondait à environ 200 % du volume d'entrée des eaux usées dans le traitement biologique. À partir de 2023, le retour dans la ligne 2 a été progressivement adapté à l'affluent (50 %). L'objectif de cette mesure était de favoriser la croissance des granules.

L'alimentation en air automatisée s'effectue via des disques à membrane au fond des bassins et est régulée de manière à maintenir une concentration d'oxygène dissous constante. Parallèlement à l'ajustement des boues recirculées, une aération intermittente a été introduite dans la ligne 2 afin d'optimiser la performance de dénitrification.

La STEP de Neugut a la particularité d'effectuer le traitement biologique sur deux étages. La quatrième zone aérée se trouve à l'étage supérieur, tout comme la décantation secondaire, ce qui explique pourquoi environ 25 % de la consommation totale d'énergie de la STEP est consacrée au pompage des eaux usées au deuxième étage. La consommation d'énergie pour le traitement biologique représente environ 50 % de la consommation totale d'énergie de la STEP.

Schéma du traitement biologique



Contact

ARA Neugut

Nathalie Hubaux

www.neugut.ch

Tél. : 044 818 80 20

E-mail : info@neugut.ch



Informations complémentaires : https://www.aquaetgas.ch/aktuell/prolog/20250203_herausfordernder-weg-in-nachhaltige-zukunft/

6 STEP RÉGION STETTEN

Procédé : réacteur séquentiel discontinu (SBR) avec régulation par gradient

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Charge d'entrée(85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	19 500	14 800	15 400	16 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	19 500	14 800	13 800	13 800

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	72		55		62	
Qmax, traité [L/s]	125		119		124	
Concentration moyenne en entrée N _{tot} [mg/L]	29		36		46	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/L]	10		9		9	
Charge DCO en entrée de biologie* (valeur moyenne) [kgDCO/j]	1 188		1 240		1 293	
Charge N _{tot} en entrée de biologie* (valeur moyenne) [kgN/j]	143		134		134	
Charge de P en entrée de biologie* (valeur moyenne) [kgP/j]	3,6		4,6		4,0	
Rapport DCO:N:P (alimentation biologique)	100:9:1,4		100:8:1,3		100:8:1.2	
DCO:N**	8,3		9,3		9.7	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	94	96	96	97	96	97 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	63	67	71	75	70	74 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	53	59	64	69	59	64
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	73	76	79	82	83	85
Performance d'épuration P (85e centile)	93	95	94	95	98	98

* Les valeurs d'entrée de la biologie ont été déterminées à partir des données d'entrée de la STEP et des taux d'élimination de différents jours d'échantillonnage (C: 33 %, N: 12 %, P: 21 %).

** Le rapport DCO:N optimal pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (230 m³) (débit journalier)	
Minimum (débit maximal par temps de pluie)	36 min
Moyen	71 min
Maximum	165 min
Traitement biologique	SBR
Nombre de ligne dans la biologie	3 SBR
Âge des boues (total)	10 à 12 jours
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	230 l/EH (dimensionné) 290 l/EH (selon un selon charge actuelle à 85 % de la DCO)
Extraction des boues en excès	Directement vers l'épaississement (sans passer par le décanteur primaire)

Dimensionnement et équipement biologie SBR avec régulation dynamique

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartment 1	1490 m ³	Agitateur, aération, sonde ISE, sonde O ₂	240/360 min
Compartment 2	1490 m ³	Agitateur, aération, sonde ISE, sonde O ₂	240/360 min
Compartment 3	1490 m ³	Agitateur, aération, sonde ISE, sonde O ₂	240/360 min

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation des phosphates dans la conduite d'alimentation SBR (sels d'aluminium)
Autres	Déshydratation des boues, microturbine à gaz

Élimination de l'azote obtenue par la biologie

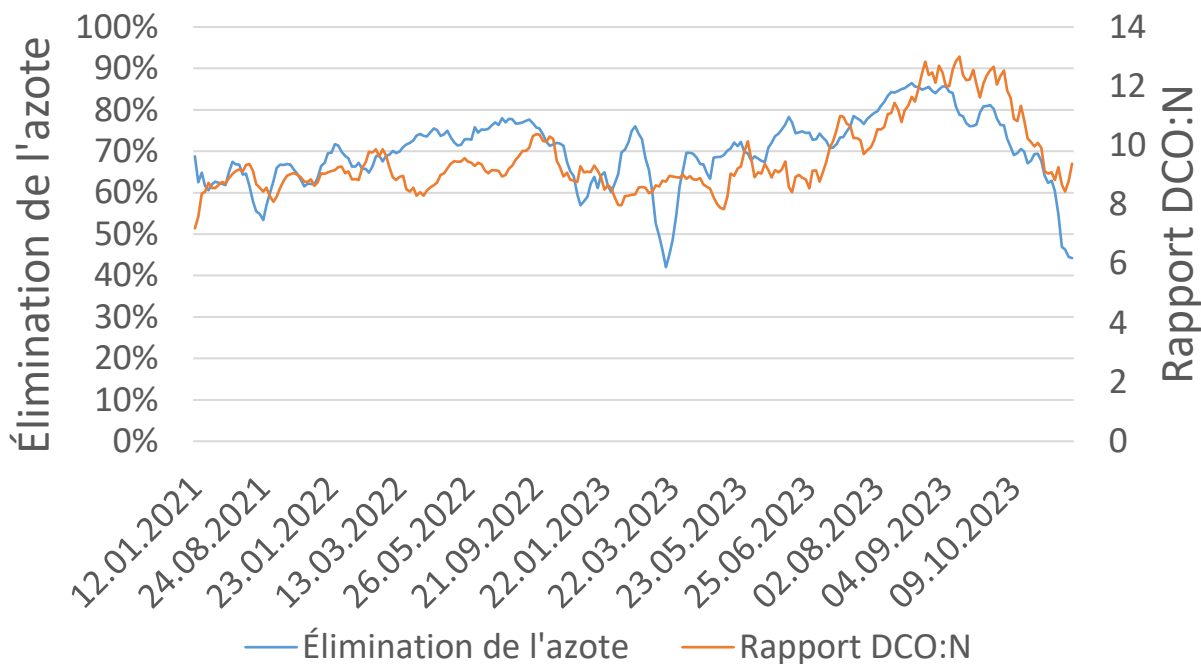


Illustration6 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP de Stetten atteint une élimination moyenne annuelle de l'azote d'environ 75 %. Ce résultat est favorisé par un rapport nutritif favorable (rapport C/N). Depuis que le fonctionnement de l'installation est passé d'une alimentation basée sur le temps à une régulation dynamique du procédé, l'élimination de l'azote a pu être considérablement augmentée.

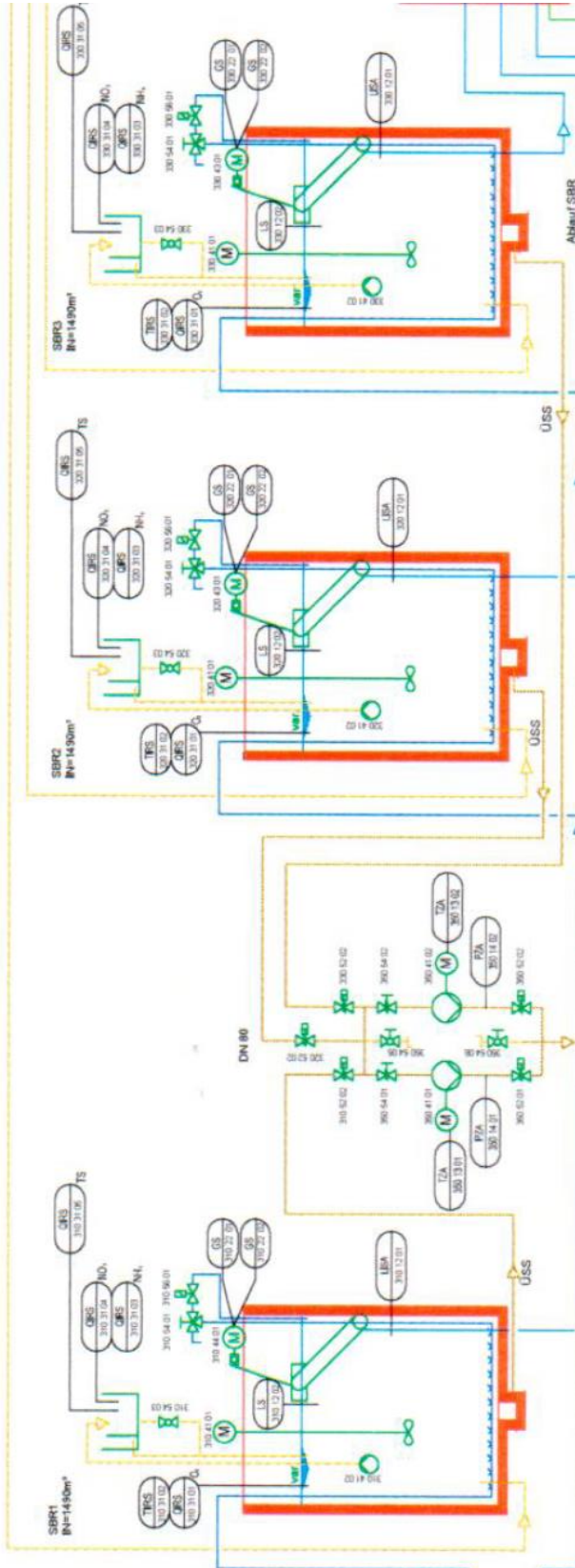
Dans le procédé SBR (Sequence Batch Reactor), toutes les étapes (nitrification, dénitrification, sédimentation) se déroulent successivement dans un seul réceptacle. Il est important que la durée des cycles soit optimisée. À cette fin, une régulation par gradient a été mise en place à la STEP de Stetten et les prévisions météorologiques sont également prises en compte comme paramètre supplémentaire.

Dans le cadre de la régulation par gradient, des sondes sélectives d'ions mesurent les variations de concentration d'ammonium et de nitrate. Le signal brut de la mesure varie en fonction des variations de concentration. Si la concentration reste constante, le gradient est nul et le cycle suivant peut démarrer. La durée du cycle est ainsi optimisée en fonction des étapes du procédé et la meilleure performance d'épuration possible est obtenue. Le signal brut est nettement plus robuste que la mesure de la concentration absolue, car la dérive du capteur, le vieillissement et les ions perturbateurs n'ont aucune influence directe. Cela élimine également les efforts de calibrage.

En plus du contrôle par gradient, deux modes de fonctionnement (temps sec et temps pluvieux) sont réglés en fonction des prévisions météorologiques. Par temps pluvieux, la durée du cycle est raccourcie et la phase de dénitrification est supprimée afin de disposer d'une capacité suffisante pour la nitrification. De plus, le niveau de remplissage minimum est réduit afin de pouvoir traiter davantage d'eaux usées par cycle.

Un article spécialisé décrivant le procédé en détail est disponible via le lien ci-dessous.

Extrait R&I de la biologie



Contact

Abwasserverband Region
Stetten
Thomas Stenz
Tél. : +41 79 400 62 15
E-mail : arastetten@bluewin.ch



Informations complémentaires

Aqua & Gas, 12/2024

https://cdn.prod.website-files.com/64dde35bb83c59b66c0310f6/6773d64d66503868561bbb60_242012_AG_Gradientenregelung%20ARA%20Stetten_optimiert.pdf

7 STEP THUNDERSEE

*Procédé : boues activées avec élimination biologique du phosphore,
Anammox*

Dimensionnement, chiffres clés

Capacité de traitement et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Taux d'utilisation (85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	200 000	169 000	176 000	166 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	200 000	165 000	163 000	170 000
Équivalents-habitants Q (180 l/j)	200 000	182 000	163 000	174 000

Charge polluante et capacité d'épuration

	2021		2022		2023	
Débit moyen traité [L/s]	--		--		--	
Q débit par temps sec [L/s]	380		339		362	
Q _{max,traité} [L/s]	1 390		1 390		1 390	
Concentration moyenne en entrée N _{tot} [mg/L]	42,0		49,0		45,3	
Concentration moyenne à la sortie N _{tot} [mg/L]	8,93		11,0		10,09	
Charge DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	9 932		9 547		9 109	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	1 447		1 434		1 475	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	212		211		205	
Rapport DCO:N:P (apport biologique)	47:7:1		45:7:1		44:7:1	
DCO:N*	6,9		6,7		6,2	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	88 %	96 %	91 %	97 %	88 %	96 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	70 %	79 %	74 %	77 %	74 %	78 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	66 %	75 %	71 %	72 %	74 %	74 %
Performance d'épuration P (85e centile)	83 %	98 %	85 %	98 %	84 %	98 %

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le décanteur primaire (débit journalier), volume : 2 x 3 500 m³	
Temps sec (350 L/s)	170 min (bassin de décantation primaire uniquement)
Temps pluvieux (1 390 L/s)	84 min (décanteur primaire et bassin de décantation)
Traitement biologique	Traitement à boues activées avec élimination biologique du phosphore
Q_{max} / Q_{T5}	3,8
Nombre de lignes de la biologie	2
Âge des boues (total)	15 à 20 jours
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	125 l/équivalent-habitant (dimensionné) 147 l/équivalent-habitant (charge DCO ; 85e centile)
Recirculation interne	Oui, en fonctionnement continu du compartiment 4 vers le compartiment 2. Par temps sec : 600 L/s (total pour toutes les lignes) Par temps de pluie : 200 L/s
Zone intermittente ou zone biva-lente	Une zone est exploitée de manière intermittente : 20 min ventilée / 20 min non ventilée
Extraction des boues en excès	Les boues en excès sont extraites des boues recirculées. Une extraction via le prétraitement n'est pas possible en raison de l'installation Bio-P.

Dimensionnement et équipement biologique

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Compartiment 1	4* 930 m ³	Agitateur	Anaérobie
Compartiment 2	4* 930 m ³	Agitateur	Anoxique
Compartiment 3	4*2 290 m ³	Aération, sonde O ₂	Intermittente
Compartiment 4	4* 2 100 m ³	Ventilation, sonde O ₂ , analyseur NH ₄	Aérobie

Particularités

Étape MP	L'élimination des micropolluants s'effectue selon le procédé Ulmer. Le fer nécessaire à la floculation est également utilisé pour la précipitation du phosphore résiduel issu de l'étape biologique (Bio-P).
Autres	<ul style="list-style-type: none"> - Très grand bassin versant avec de longs temps d'écoulement. Il en résulte, surtout pendant les étés chauds et secs, une limitation du carbone dans la STEP due à la dégradation du carbone dans le réseau d'assainissement et, par conséquent, de mauvaises conditions pour le Bio-P et la dénitrification pendant cette période. - Traitement des eaux putrides avec le procédé DEMON®, actuellement retour des eaux putrides traitées dans l'affluent, à l'avenir (après achèvement de la rénovation) également possible dans la zone anoxique de la biologie.

Élimination de l'azote atteinte par la biologie

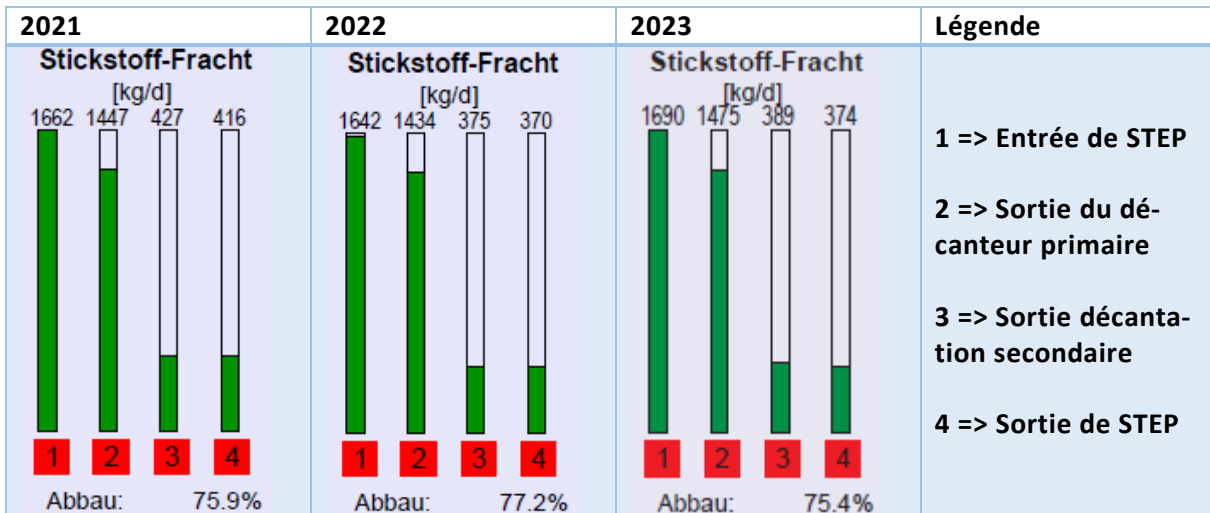


Illustration 1 : charges totales d'azote en kg/jour et élimination de l'azote en %, calculées à partir de la moyenne annuelle

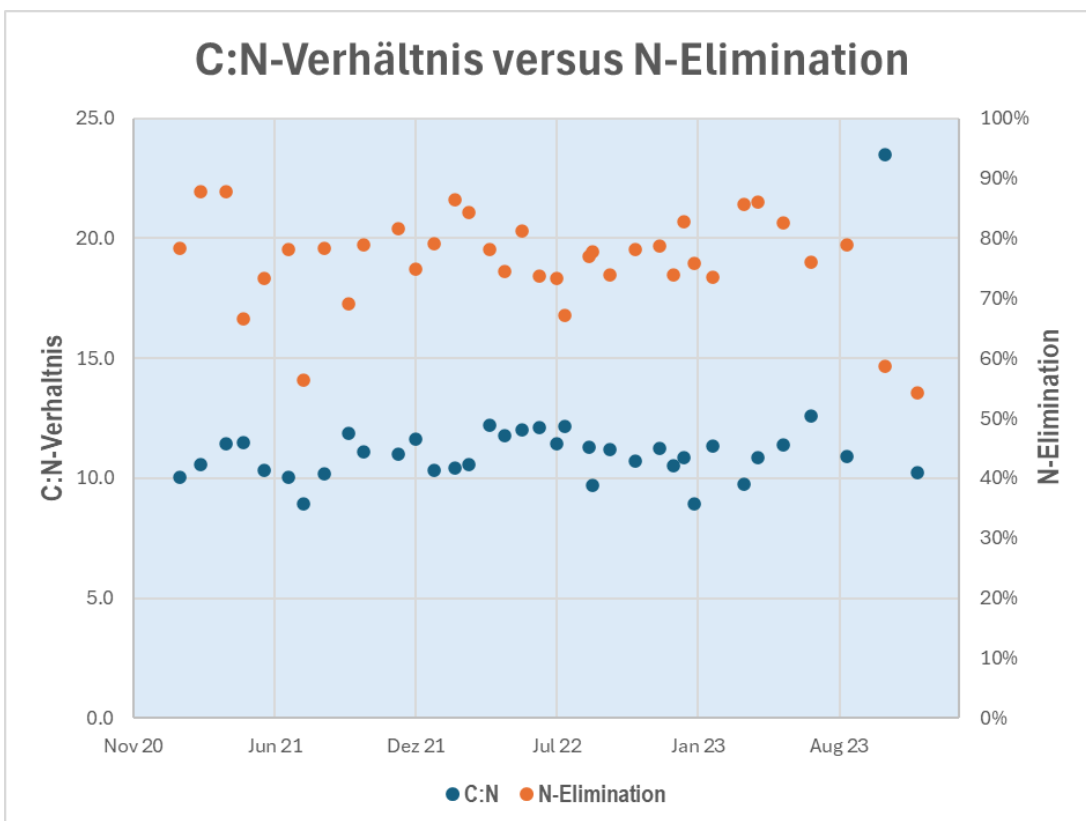


Illustration 2 : Évolution de l'élimination de l'azote en % (orange) et du rapport DCO:N sans unité (bleu) entre 2021 et 2023. Les valeurs proviennent d'un échantillon composite proportionnel au débit sur 24 heures au cours du mois respectif en entrée de la STEP (la valeur moyenne dans le tableau ci-dessus se réfère à l'entrée de biologie).

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP Thunersee atteint une élimination moyenne annuelle de l'azote comprise entre 75 % et 79 %. En hiver, la STEP est limitée en volume pendant quelques jours très froids et en été, elle est limitée en carbone en raison des longs temps de séjour et d'une dégradation dans le réseau d'assainissement – ces deux effets influencent d'abord l'élimination biologique du phosphore, puis la dénitrification. Ces effets sont toutefois négligeables dans une perspective annuelle et/ou globale.

Sur le plan technique, la STEP fonctionne en deux lignes. Deux bassins biologiques appartiennent à chaque ligne. Chaque bassin biologique dispose des compartiments suivants :

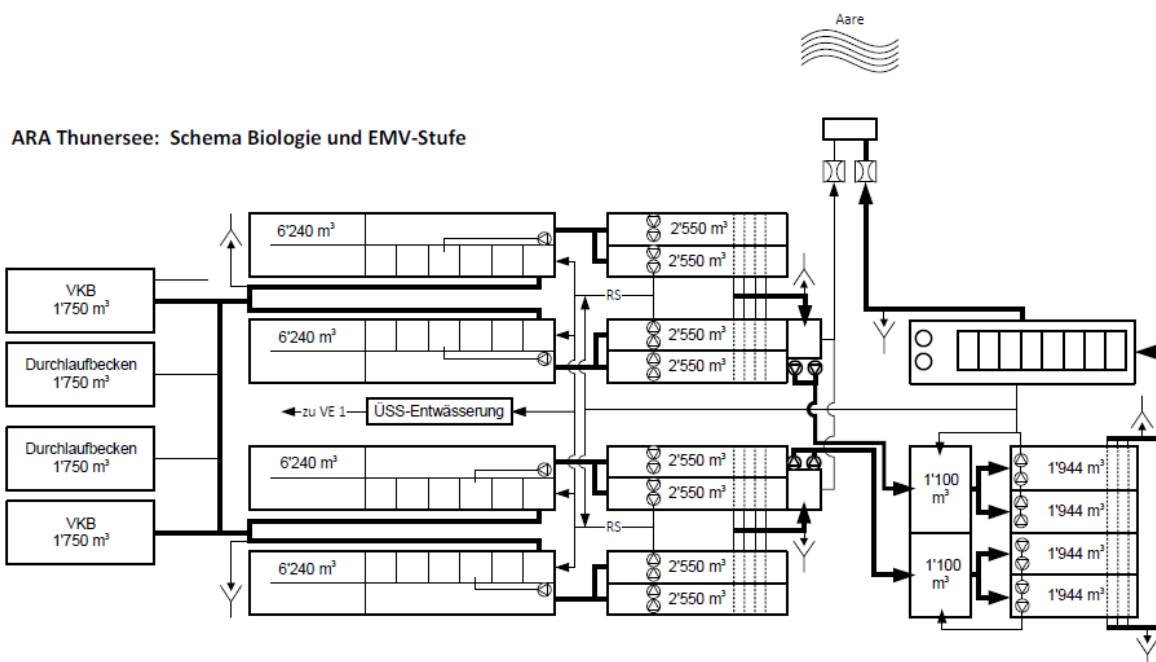
1. Zone anaérobie : 3 ou 2 compartiments agités de 310 m³ chacun
2. Zone anoxique : 3 ou 4 compartiments agités de 310 m³ chacun
3. Zone intermittente : 1 compartiment aéré de 2290 m³ (aéré pendant 15 minutes, puis non aéré pendant 15 minutes)
4. Zone aérobie : 1 compartiment aéré de 2 100 m³

L'élimination élevée de l'azote est principalement obtenue grâce à une dénitrification efficace fonctionnant toute l'année. La part importante de recirculation interne assure une dégradation élevée des nitrates. Comme la STEP dispose d'un système d'élimination biologique du phosphore fonctionnant toute l'année, l'eau de recirculation anoxique doit être acheminée derrière la zone anaérobie (voir schéma ci-dessous).

Les boues recirculées provenant de la décantation secondaire sont pompées en entrée des bassins biologiques. L'eau de la décantation secondaire présentant une concentration importante en nitrates, les boues recirculées sont épaissies autant que possible (19-25 g TS/l) afin de réduire au maximum les charges en nitrates dans la zone anaérobie.

Une installation Anammox séparée est utilisée pour le traitement de l'azote fortement chargé en ammonium. Celle-ci permet d'éliminer en moyenne environ 300 kg d'azote, ce qui correspond à environ 20 % de la charge d'entrée. Cela soulage considérablement le traitement biologique régulier, qui serait sinon beaucoup plus chargé par les boues externes traitées.

Schéma du traitement biologique et de l'étape MP



Contact

ARA Thunersee

Ingo Schoppe

www.arathunersee.ch

Tél. : +41 33 346 03 71

E-mail : schoppe@arathunersee.ch



8 STEP FLOS (WETZIKON)

Procédé : boues activées A/I

Dimensionnement, chiffres clés

Taille et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Taux d'utilisation (85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	37 000	45 000	44 000	41 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	37 000	34 000	31 000	31 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	140		112		128	
Q _{max} , traité [L/s]	394		323		350	
Concentration moyenne en entrée N _{tot} [mg/L]	32		33		29	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/l]	19		14		12	
Charge de DCO en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgDCO/j]	2 348		1 974		2 205	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgN/j]	392		328		314	
Charge de P en entrée de biologie (moyenne) [kgP/j]	54		59		60	
Rapport DCO:N:P (en entrée de biologie)	100:17:2		100:17:3		100:14:3	
Rapport DCO:N	6,0		6,0		7	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	96 %	98 %	95 %	98 %	96 %	98 %
Performance d'épuration N _{tot} (moyenne)	47 %	38 %	61 %	57 %	60 %	56 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	21 %	12 %	38 %	32 %	43 %	31 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	70 %	63 %	80 %	79 %	80 %	79 %
Performance d'épuration P (85e centile)	99 %	99 %	99 %	99 %	99 %	99 %

* Le rapport DCO:N optimal pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (débit journalier)	
Minimum	28 min
Moyen	86 min
Maximum	175 min
Traitement biologique	Boues activées (alternées/intermittentes)
Q_{max} / Q_{TS}	3,7
Nombre de lignes de la biologie	2
Âge des boues (total)	10 jours
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	168 l/équivalent-habitant (dimensionné) 143 l/équivalent-habitant (charge DCO ; 85e centile)
Recirculation interne	Non
Gestion de la zone bivalente	Alternée/intermittente
Extraction des boues en excès	Directement vers l'épaississement (pas dans la décantation primaire)

Dimensionnement et équipement de la biologie

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Bassin 1, ligne 1	2070 m ³	Agitateur, aération, sonde NH ₄ , sonde O ₂ , temp.	A/I
Bassin 2, ligne 1	2070 m ³	Agitateur, aération, sonde NH ₄ , sonde O ₂ , temp.	A/I
Bassin 1, ligne 2	1035 m ³	Agitateur, aération, sonde NH ₄ , sonde O ₂ , temp.	A/I
Bassin 2, ligne 2	1035 m ³	Agitateur, aération, sonde NH ₄ , sonde O ₂ , temp.	A/I

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Précipitation des phosphates (simultanément en biologie avec des sels de fer / sels d'aluminium)
Autres	Dosage de CAP directement dans les bassins à boues activées

Élimination de l'azote atteinte par la biologie

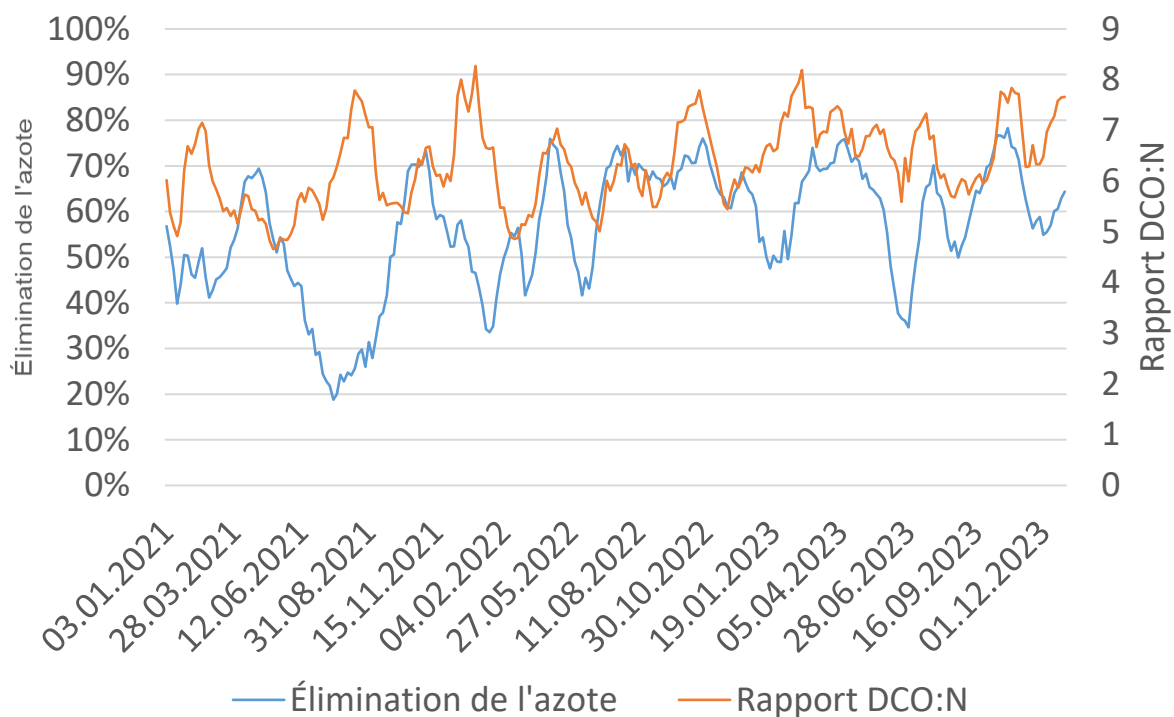
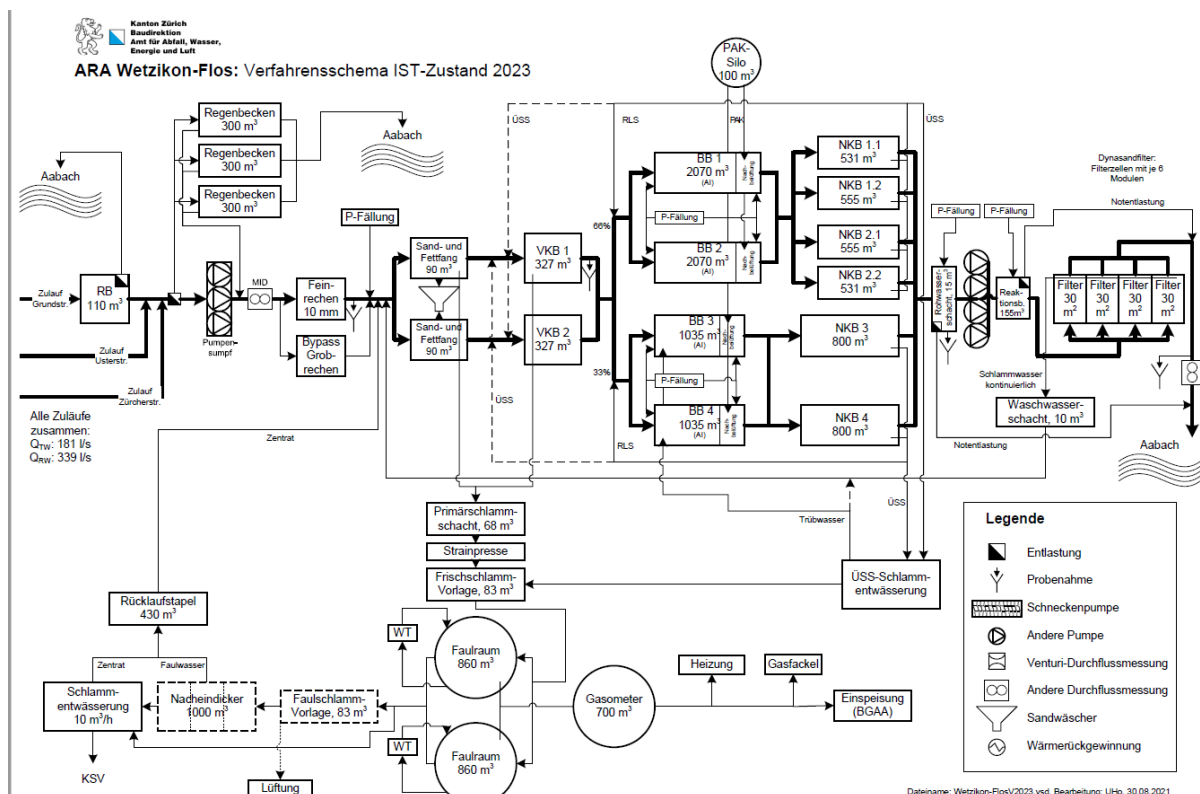


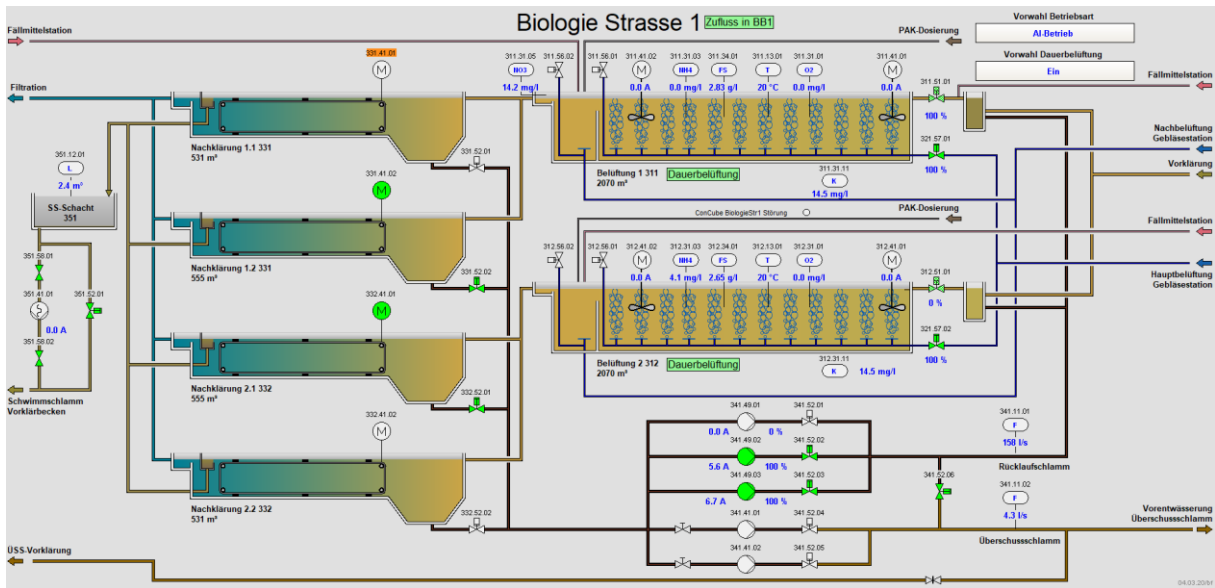
Illustration 7 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP de Flos atteindra une élimination de l'azote de près de 60 % en 2022 et 2023. La charge de la STEP est supérieure à sa capacité, ce qui limite son élimination de l'azote. La suppression de la déshydratation des boues externes a permis d'améliorer considérablement les performances d'élimination de l'azote à partir de 2020. De plus, le dosage du centrat a été optimisé. Le centrat est dosé en fonction des concentrations d'ammonium dans l'affluent, l'effluent de la décantation secondaire et les bassins biologiques. Le contrôle biologique a été encore optimisé en 2022/2023. La STEP fonctionne selon le procédé A/I (alterné/intermittent). Une grande partie des bassins d'aération est soit agitée, soit aérée, puis soumise à une aération continue.

Schéma du traitement et R&I de la biologie





Contact

ARA Flos
 Thomas Bhend
ara@wetzikon.ch
 Tél. : +41 44 933 65 30
 E-mail : thomas.bhend@wetzikon.ch



9 STEP KAMEN (ALLEMAGNE)

Procédé : dénitrification en cascade

Dimensionnement, charge, chiffres clés

Capacité et selon charge actuelle

	Capacité de traitement	Taux d'utilisation (85e centile)		
		2021	2022	2023
Équivalents-habitants DCO (120 g/j)	160 000	140 000	135 000	133 000
Équivalents-habitants N (11 g/j)	160 000	136 000	135 000	147 000

Charge polluante des eaux usées et performance d'épuration

	2021		2022		2023	
Volume moyen d'eaux usées traitées [L/s]	405		402		635	
Charge DCO en entrée de biologie (moyenne) [kgDCO/j]	9 350		9 784		8 746	
Concentration moyenne en entrée N _{total} [mg/l]	41		42		30	
Concentration moyenne en sortie N _{tot} [mg/l]	7		9		8	
Charge N _{tot} en entrée de biologie (moyenne) [kgN/j]	1 191		1 229		1 255	
Charge de P en entrée de biologie (valeur moyenne) [kgP/j]	151		169		150	
Rapport DCO:N (apport biologique, moyenne)*	7,9		8,0		7,0	
	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total	Biologie	STEP total
Performance d'épuration DCO (85e centile)	95 %	97 %	95 %	97 %	95 %	97 %
Performance d'épuration N _{tot} (valeur moyenne)	80 %	82 %	75 %	77 %	68 %	68 %
Performance d'épuration N _{tot} (15e centile)	71 %	73 %	61 %	63 %	50 %	55 %
Performance d'épuration N _{tot} (85e centile)	88 %	89 %	88 %	89 %	83 %	85 %
Performance d'épuration P (85e centile)		97 %		97 %		95 %

* Un bon rapport DCO:N pour la dénitrification est d'environ 8.

Procédés de traitement

Généralités

Temps de séjour dans le bassin de décantation primaire (débit journalier)	(Volume de décantation primaire : 2 083 m ³)
Minimum	22 min
Moyenne	72 min
Maximum	201 min
Traitement biologique	Dénitrification en cascade, 3 étapes
Nombre de lignes de la biologie	1
Âge des boues (total)	14,4 jours (âge de boue de référence), régulation du retrait après TS
Volume biologique spécifique (sans décantation secondaire)	170 l/équivalent-habitant (dimensionné) 200 l/équivalent-habitant (selon charge actuelle DCO)
Extraction des boues en excès	Élimination et épaissement directs (sans pré-décantation)

Dimensionnement et équipement biologiques

	Volume	Équipement	Mode de fonctionnement
Bassin anaérobie 1	2 948 m ³	4 compartiments (en série), agitateur Entrée : 40 % (→ cascade 1) + recirculation interne à partir de Deni1 (total : 100 %)	Bio-P, bassin anaérobie
Cascade 1 (Deni)	3 596 m ³	2 compartiments (2 agitateurs),	anoxique
Cascade 1 (Nitri)	4 495 m ³	Aération, 2 mesures d'O ₂	aérobie
Cascade 2	3 596 m ³	2 compartiments (2 agitateurs),	anoxique
Cascade 2	4 495 m ³	Aération, 2 mesures d'O ₂	aérobie
Cascade 3	3 596 m ³	2 compartiments (2 agitateurs),	anoxique
Cascade 3	4 495 m ³	Aération, 2 mesures d'O ₂	aérobie

Particularités de l'exploitation et précipitation du phosphore

Étape chimique	Bio-P, précipitation sortie de biologie
Divers	Prise en charge de boues externes, traitement des eaux troubles

Élimination de l'azote obtenue dans l'étape biologique

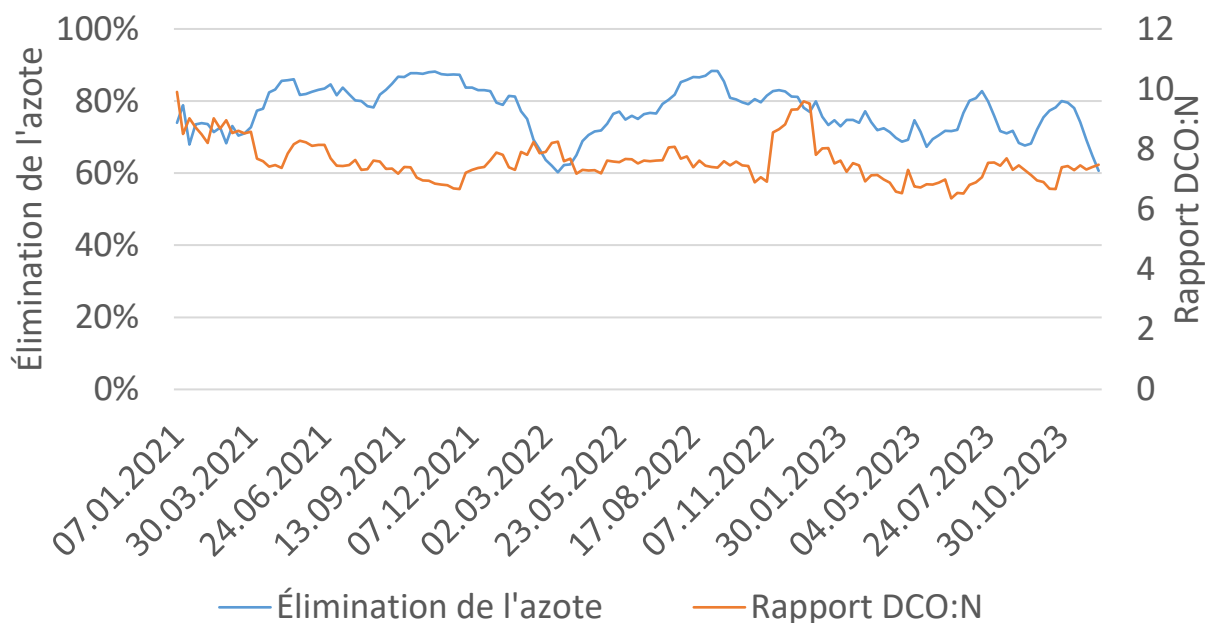


Illustration8 : Évolution de l'élimination de l'azote et du rapport DCO:N dans la moyenne mobile sur 7 valeurs.

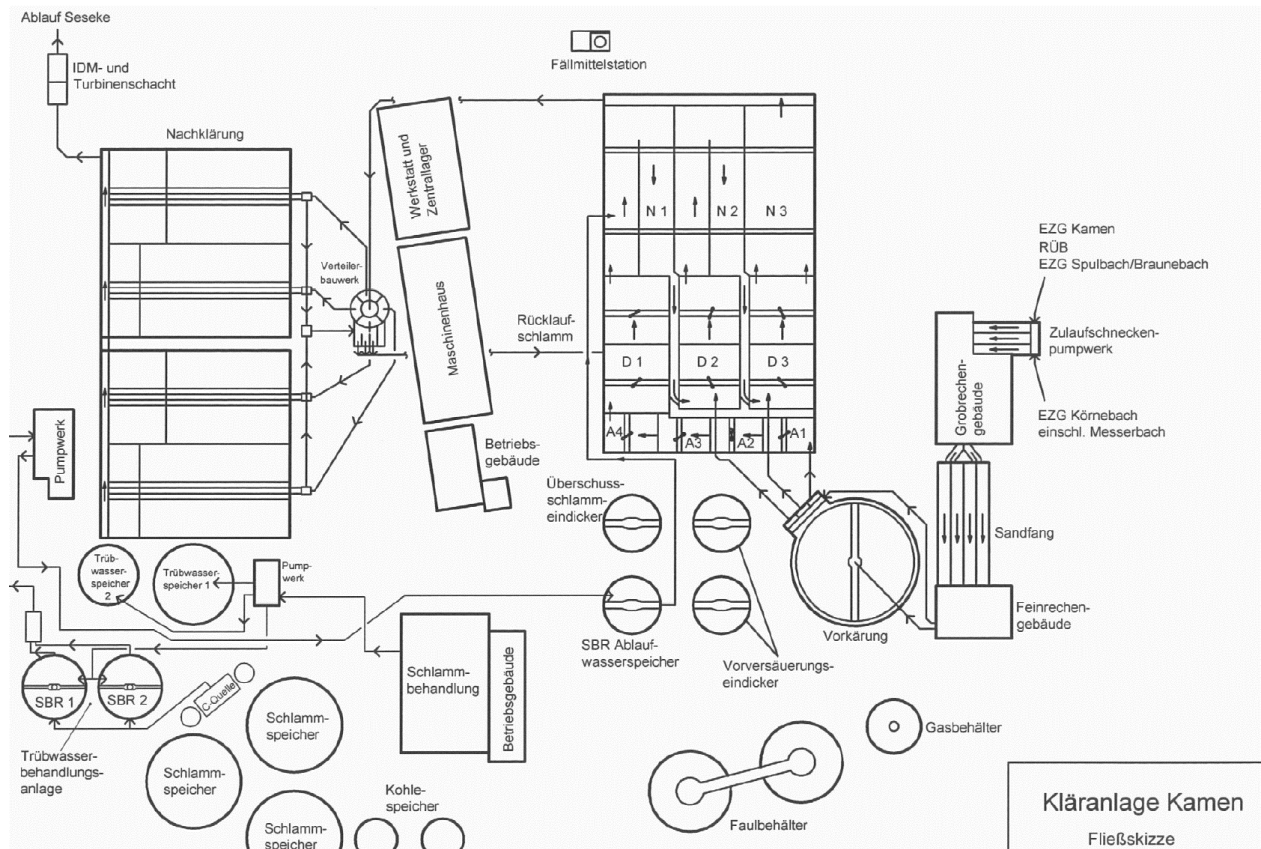
Description du procédé d'élimination de l'azote

La STEP de Kamen fonctionne avec une dénitrification en cascade et atteint une élimination de l'azote supérieure à 85 %. Le rapport nutritif en entrée de biologie est dans un bon rapport pour cela (7 – 8). Lors de la dénitrification en cascade, les eaux usées passent par plusieurs étapes de dénitrification et de nitrification. Pour la dénitrification du nitrate formé dans les étapes de nitrification, des composés carbonés doivent être ajoutés aux étapes de dénitrification.

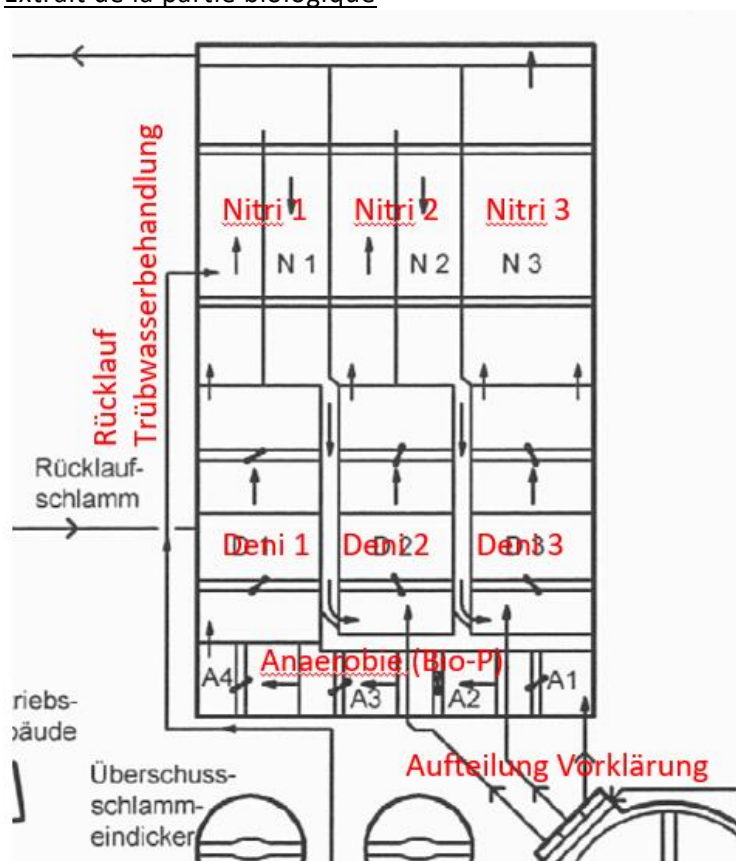
À la STEP de Kamen, les eaux usées sont réparties après la décantation primaire dans les trois niveaux de cascade, où elles sont soumises à la dénitrification. La cascade 1 reçoit 40 % de l'affluent, la cascade 2 32 % et la cascade 3 28 %. Avant la cascade 1, les eaux usées traversent le bassin anaérobie (4 compartiments, Bio-P). Les retours provenant du traitement des eaux troubles sont ajoutés à la cascade 1 pour la nitrification.

Schéma du traitement de la STEP et extrait de la partie biologique

Kläranlage Kamen



Extrait de la partie biologique



Contact

Emschergenossenschaft und Lippeverband
Martin Hetschel
Tél. : +49 (201) 104 - 2301
E-mail : hetschel.martin@eglv.de



Informations complémentaires :

Emschergenossenschaft und Lippeverband :
<https://www.eglv.de/>