

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65 (1947)
Heft: 9

Artikel: Eine mechanisch-biologische Klein-Kläranlage
Autor: Wegenstein, M.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-55838>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Tabelle 9. Bei der Erstellung von Lüftungs- bzw. Klimaanlagen mindestens zugrunde zu legende Frischluftmengen. (Nach Hottinger M.: Lüftungs- und Klimaanlagen. Verlag Jul. Springer, Berlin 1940, Zahlentafel 11, S. 57.)

	pro Kopf m ³ /h	Vielfaches des Raum- inhaltes
Räume, in denen die Luft weder durch starkes Rauchen noch sonstwie in besonderem Masse verdorben wird: Säle, Theater, Kinos, Sitzungsräume, Cafés, Erfrischungsräume von Konditoreien usw.	20—30	3—5
Räume, in denen stark geraucht wird: Restaurants, Vereins- und Gesellschaftszimmer, Theater, in denen das Rauchen gestattet ist	30—50	5—10
Speisesäle in Gasthäusern		5
Kegelbahnen		3
Schaltherallen, eventuell auch Vestibüle von Banken, Verkehrsgebäuden usw.		2—3
Tresorräume von Banken		3—5
Krankensäle	20—30	2
Operationsräume		3—5
Zellen von Tobsüchtigen und Unreinlichen		3—5
Alle Räume, die zu den Röntgenabteilungen von Spitälern gehören		3—5
Schulzimmer für Schüler im Alter bis zu 12 Jahren	15	2
Schulzimmer für Schüler im Alter von über 12 Jahren, Hörsäle, Auditorien	20	3
Büros und Fabrikräume bei starker Besetzung, sonst aber ohne besondere Verunreinigung der Luft	20—30	3—5
Laboratorien je nach Art		bis 10 u. mehr
Kochküchen in Hotels, Speiserestaurants, Spitäler, Schulen, Kasernen, Fabriken usw., sowie Waschküchen in Waschanstalten, Spitäler usw. und andere zu entnebelnde Räume:		
im Sommer		25 u. mehr (u.U. bis 80*)
im Winter bei Erwärmung der Frischluft		15—20 u. m.*
Aborte, Toiletten		5—10
Dusche- und Umkleideräume in Schulen, Kasernen, Fabriken		10
Wannenbäder in Spitäler usw.		2 ^{1/2}
Wannenbäder in öffentlichen Badanstalten		5
Schwimmhallen		2
Grossgaragen		3, bei Stossbetrieb 6**)

*) Je nach Rauminhalt, Lage und Belastung der Küche, Feuerungsart des Herdes, Lüftungsmöglichkeit im Sommer durch die Fenster usw.

**) Keinesfalls darf die stündlich abgesaugte Luftmenge bei Normalbetrieb der Anlagen aber weniger als 8 m³ je m² Grundfläche betragen.

sonen nach ihrem Empfinden befragt wurden, eine gute Verwendbarkeit der Formel ergeben.

Ferner ist hier noch die Gleichung von Bedford zur Berechnung der mit dem Eupatheoskop von Dufton (Bild 15) bestimmmbaren, sog. *gleichwertigen Temperatur* (equivalent temperature) t_e angegeben, die sich auf ruhende Luft und gleiche Wand- und Lufttemperatur bezieht und in England viel benutzt wird. Sie lautet:

$$t_e = 0,522 \cdot t_l + 0,478 \cdot t_w - 0,205 \cdot \sqrt{v} \cdot (37,8 - t_l) {}^{\circ}\text{C}$$

Die Bedeutung der Buchstaben ist die gleiche wie oben und es ergibt sich für das vorstehende Beispiel

$$t_e = 0,522 \cdot 19 + 0,478 \cdot 18 - 0,205 \cdot \sqrt{0,08} \cdot (37,8 - 19) = 17,4 {}^{\circ}\text{C}$$

Die Luftfeuchte ist dabei nicht mitberücksichtigt.

4. Die Reinheit der Luft als Behaglichkeitsmasstab

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich allein auf die Entwärmungsverhältnisse des Körpers. Einleitend wurde bereits erwähnt, dass natürlich auch die Reinheit der Luft als Behaglichkeitsfaktor zu bewerten ist. Es wurde auf die Riech-, Duft- und Ekelstoffe hingewiesen. Dazu können noch weitere Verunreinigungen, wie Zigarrenrauch in Restaurants, Dämpfe und Gerüche in Kochküchen usw. hinzukommen. In diesen Fällen sind die zu erstellenden Lüftungs- bzw. Klimaanlagen selbstverständlich nicht nur nach dem Entwärmungs-

Masstab, sondern derart zu bemessen, dass Zigarrenrauch, Dämpfe und Gerüche beseitigt werden, und es ist dementsprechend für einen angemessenen Luftwechsel zu sorgen. Wie gross er pro Stunde für verschiedene Raumarten etwa anzunehmen ist, geht aus Tabelle 9 hervor. Dabei ist in erster Linie von den pro Kopf angegebenen Luftmengen auszugehen. Unterschreiten sie die nach dem Vielfachen des Rauminkaltes festgestellten Mindestmengen, so sind jedoch diese massgebend. In gewissen Fällen, besonders bei niedrigen Räumen, ist mit den obigen Werten zu rechnen, u. U. sogar noch höher zu gehen.

Sehr wichtig ist in gewissen Betrieben die Entfernung von Staub, doch ist es unmöglich, allgemeine Angaben über die Grösse der dabei abzusaugenden Luftmengen zu machen, und dasselbe gilt für die Entnebelung von Färbereien und ähnlichen Betrieben mit starker Wasserdampfentwicklung. Hierzu müssen eigentliche Entstaubungs- und Entnebelungsanlagen erstellt werden, auf die einzutreten nicht Aufgabe dieses Aufsatzes ist. Und ebensowenig ist das am Platz hinsichtlich der klimatischen Einflüsse auf das Wohlbefinden. Es sei diesbezüglich nur erwähnt, dass auch rasch erfolgende Luftdruckänderungen, Föhn usw. von Einfluss auf den Behaglichkeitzzustand sind (Wetterfähigkeit). Ferner spielen möglicherweise die in der Luft enthaltenen Kondensationskerne, sowie die Ionen und ihr Aufladezustand eine Rolle²¹⁾. Diese Gebiete zu bearbeiten, ist vorläufig jedoch weniger Sache der Klimatechniker, als, bis zu ihrer weiteren Abklärung, der Hygieniker und Biologen in Verbindung mit den Physikern und Meteorologen.

Eine mechanisch-biologische Klein-Kläranlage

Von Dipl. Ing. M. WEGENSTEIN, Zürich

1. Allgemeines

DK 628.35

Die Entwässerung der im Jahre 1941 erstellten Kasernenbauten des Flugplatzes Emmen geschieht in den sog. Augraben, der in einer Entfernung von 3 1/2 km in den Rothbach mündet und sich mit dessen Abfluss erst weitere 2 km westlich in die Reuss ergiesst. Schon vor Baubeginn machte daher das Staatswirtschaftsdepartement des Kantons Luzern die Gemeinde Emmen, auf deren Gebiet die Fliegerkasernen liegen, darauf aufmerksam, dass sowohl der Augraben wie der Rothbach in Trockenzeiten sehr wenig Wasser führen, also zeitweise ein nur geringes Selbstreinigungsvermögen besitzen, und dass daher die beabsichtigte Einleitung der Abwasser der neuen Kasernenbauten in den Augraben nur nach deren gründlichen Reinigung zu gestalten sei. Die Eidg. Baudirektion, als verantwortliche Erstellerin der Kasernenbauten, hat für die Lösung des Abwasserreinigungsproblems eine Spezialfirma zugezogen. Zu jener Zeit waren die neuesten Erfahrungen im Bau und Betrieb kleiner Kläranlagen schon in verschiedenen Veröffentlichungen, unter anderem in einem in der «Schweiz. Zeitschrift für Strassenwesen» 1936, Nr. 8 u. 9 erschienenen Artikel von H. F. Kuisel, G. Lüthi und J. Müller, Zürich, zusammengestellt.

Trotzdem hat man für die Reinigung der sehr konzentriert und stossweise anfallenden Schmutzwässer nur zwei gewöhnliche Frischwasser-Hauskläranlagen eingebaut, deren kreisrunde Absetz- und Faulräume knapp 1/3 der rechnerisch notwendigen Abmessungen aufwiesen. Auf die in Anbetracht des kleinen Vorfluters notwendige biologische Nachreinigung

²¹⁾ Vgl. hierzu:

Kunow: Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Luftelektrizität und Wohlbefinden des Menschen. Z. Hyg. Bd. 80 (1915), S. 485/503.

Korff-Petersen, A.: Untersuchungen über den Einfluss luftelektrischer Faktoren, insbesondere der Ionisation, auf das Wohlbefinden des Menschen. Z. Hyg. Bd. 80 (1915), S. 505/548.

Missenard, A.: Siehe Fussnote 12, Abschnitt 6: Einfluss des Erdkraftfeldes und der Ionisation der Luft. S. 100/114.

Brezin und Schmidt: Siehe Fussnote 2, Abschnitt: Ionisierung. S. 73/75.

Meixner, H. A.: Der Einfluss der Luftelektrizität bei Lüftungs- und Klimaanlagen. Gesundh.-Ing. Bd. 60 (1937), H. 52, S. 782/785.

Liese, W.: Die heutigen Anschauungen über die Frage der Luftelektrizität im Raum. Gesundh.-Ing. Bd. 61 (1938), H. 36, S. 495/499, und Bd. 61 (1938), H. 52, S. 751.

Böhmecke, F.: Der Gehalt der Luft an Ionen und Staub bei Klimaanlagen. Gesundh.-Ing. Bd. 62 (1939), H. 18, S. 249/253.

Meixner, H. A.: Die elektrischen Eigenschaften des Raumklimas und ihre Bedeutung für den Menschen. Heizg. u. Lüftg. Bd. 13 (1939), H. 10, S. 145/148.

Förster, H.: Studien über Kondensationskerne; ihre physikalische und biologische Bedeutung im Außen- und Innenklima. Diss. Eidgen. Techn. Hochschule, Zürich 1940.

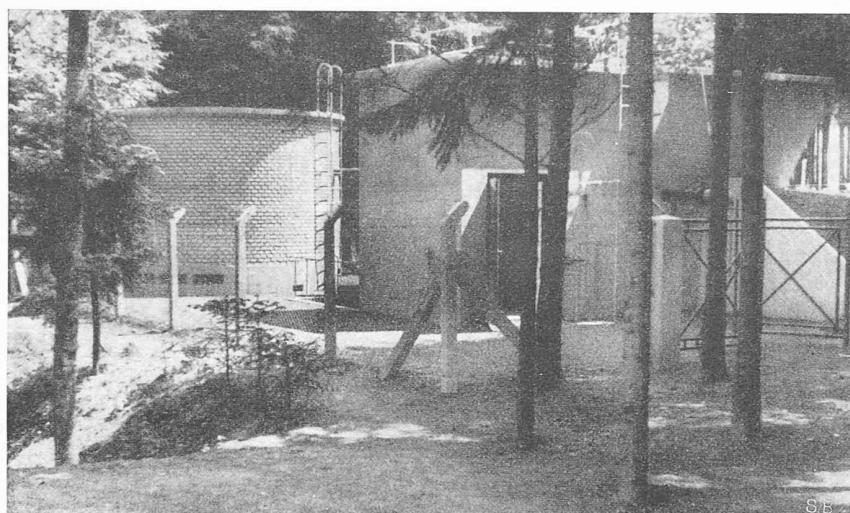


Bild 1. Gesamtansicht. Rechts Vorklarbecken über dem Faulraum, anschliessend Pumpenhaus, Nachklärbecken im Boden versenkt, hinten links Tropfkörper

der mechanisch geklärten Abwasser wurde unbegreiflicherweise verzichtet. Es ist daher nicht verwunderlich, dass schon wenige Wochen nach Inbetriebnahme der neuen Kasernenbauten diese Kläranlage völlig überlastet war. Aus ihrem Ablauf traten Papierfetzen, Fäkalien und andere Schmutzstoffe aus, was bald zu einer starken Verunreinigung der Bachufer, zu Beschwerden der Uferanstösser und zu Klagen der verschiedenen Schul- und Kurskommandanten über unerträgliche Gerüche führte. Ein von der Flugplatzdirektion direkt unterhalb des Schmutzwassereinlaufs in den Augraben durch Einbau einer Staumauer geschaffener Feuerweiher hat die Sauerstoffaufnahme und damit die Selbstreinigungskraft des Vorfluters an jener Stelle noch weiter vermindert (Bild 2). Namens der Direktion der Eidg. Bauten in Bern hat darauf die Eidg. Bauinspektion in Zürich den Verfasser mit der Sanierung der unehaltbar gewordenen Abwasserverhältnisse beauftragt. Auf Wunsch der Bauherrschaft ist das Vorprojekt durch die Beratungsstelle der E. T. H. für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung — der heutigen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der E. T. H. (EAWAG) — begutachtet worden.

2. Bauprojekt

Die ganze Anlage der neuen Fliegerkaserne in Emmen ist nach dem *Trennsystem* entwässert, d. h. alle anfallenden Schmutzwässer werden in eigenen tiefliegenden Kanälen kleineren Durchmessers direkt zur Kläranlage geführt, während das von Dach- und Hofflächen abfließende Regenwasser in besonderen Leitungen in den Augraben gelangt (Bild 2). Eine solche Anordnung erleichtert die Projektierung einer Kläranlage, da in diesem Fall nur mit dem einfachen Trockenwetteranfall des Abwassers gerechnet werden muss und man auf die Anordnung von Regenüberfällen, wie sie bei einer nach dem Mischsystem gebauten Kanalisationsanlage notwendig werden, verzichten kann. Der militärische Betrieb in einer Kaserne bringt es mit sich, dass der spezifische Wasserverbrauch pro Kopf und Tag gering, die Verschmutzung des Abwassers aber umso stärker ist. Dieser Umstand, und das in Trockenzeiten geringe Selbstreinigungsvermögen des Vorfluters machen — im Gegensatz zur ursprünglich eingebauten nur mechanischen Absetz- und Faulanlage — eine biologische Vollreinigung der Abwasser zur Notwendigkeit. Für den Fall, dass die neue Kläranlage für Reinigung, Revision oder Reparatur ausser Betrieb gesetzt werden muss, ist die

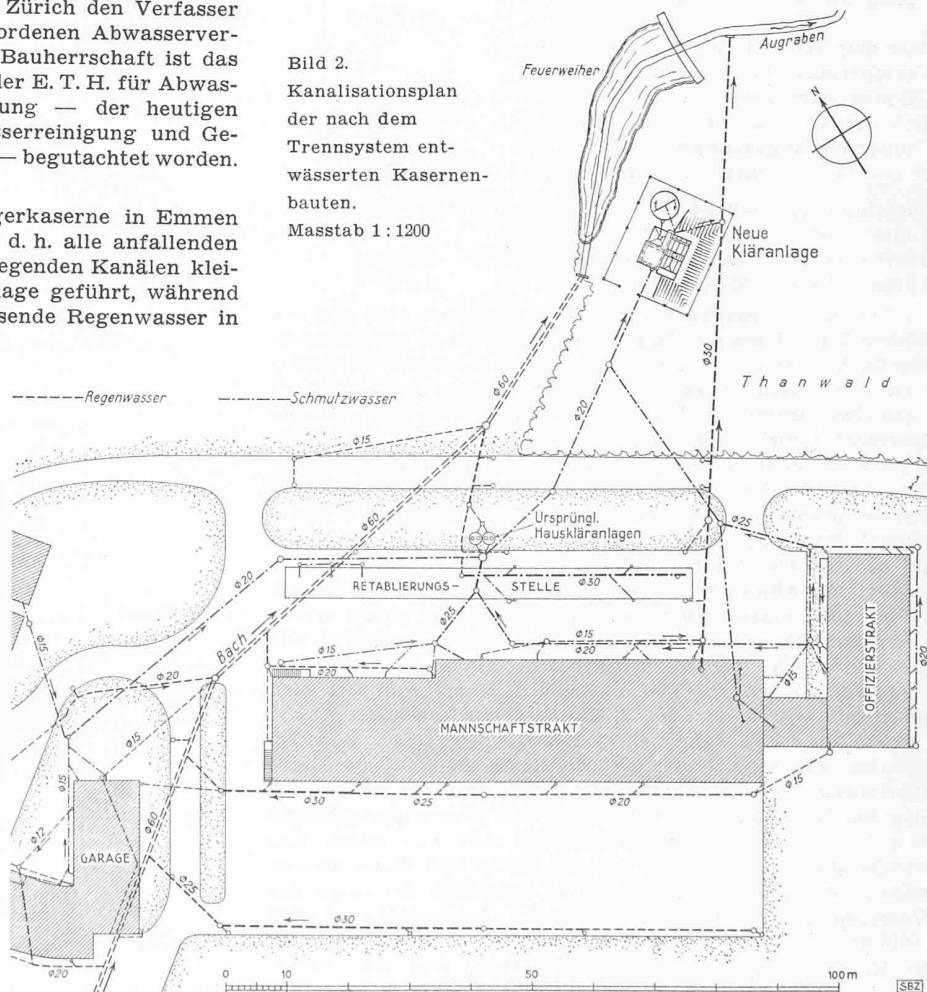
ursprüngliche Ableitung zu den beiden Hauskläranlagen als Notauslass beibehalten worden. Diese wirken in solchen Fällen als Grobreinigung.

Während für die mechanische Reinigung bei Kleinkläranlagen eine zweistöckige Absetzanlage das gegebene ist, fehlen uns in der Schweiz bis heute noch eigene, längere und praktische Betriebserfahrungen, um entscheiden zu können, welchem der beiden hauptsächlich in Frage kommenden biologischen Reinigungsverfahren — Tropfkörper- oder Belebtschlammmanlage — der Vorzug zu geben ist. Die kurz vor und während des vergangenen Krieges im Ausland gemachten Erfahrungen weisen eher in der Richtung des hochbelasteten Tropfkörpers, dessen einfache Bedienung und Unempfindlichkeit gegen Änderungen in der Art und der Konzentration des Abwassers ihn für Kleinkläranlagen besonders geeignet erscheinen lassen. Diesen neuesten, hauptsächlich amerikanischen Erkenntnissen folgend, habe ich einen hochbelasteten Tropfkörper mit teilweiser Rückführung des

biologisch gereinigten Abwassers vorgesehen, um auch nachts, wenn die ankommende Abwassermenge zeitweise auf Null zurückgeht, eine gleichmässige Beschickung des Tropfkörpers zu erzielen, und damit das Entstehen der lästigen Psychodafliegen und allfälliger unangenehmer Gerüche zu vermeiden.

Die Gefällsverhältnisse hätten es erlaubt, Absetzbecken und Tropfkörper vom Abwasser in freiem Gefälle durchfliessen zu lassen. Dabei wäre aber der Faulraum ganz und der Tropfkörper teilweise unter Boden zu liegen gekommen, was neben grossen Kosten für Fundamentaushub einen teilweisen Rückstau des Tropfkörperabflusses bei Hochwasser im Augraben zur Folge gehabt hätte. Absetzbecken und Tropfkörper sind

Bild 2.
Kanalisationsplan
der nach dem
Trennsystem ent-
wässerten Kasernen-
bauten.
Masstab 1:1200



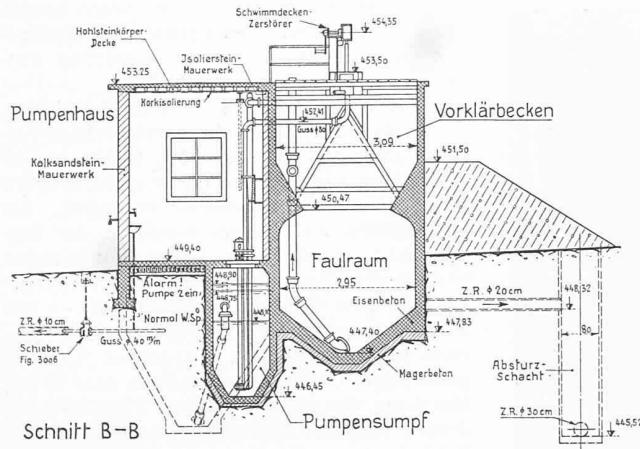


Bild 3. Schnitt B-B (siehe Bild 5)

daher über Boden angeordnet worden. Dies bedingt allerdings eine ständige künstliche Hebung des an kommenden Abwassers mittels eines Schmutzwasserpumpwerkes.

Die in enger Zusammenarbeit mit der EAWAG bereinigten Projektgrundlagen sind nachfolgend zusammengestellt:
Maximale Belegschaft der Bauten 510 Personen
Spezifischer Wasserverbrauch 100 l/Kopf u. Tag
Mittlerer Anfall an Schmutzwasser somit . 51 m³/Tag
Mittlerer Stundenanfall

(Kasernenbetrieb, 8 Betriebstunden)	6,4 m ³ /h
Sicherheitszuschlag	
für Stossbetrieb, rd. 50 %	3,6 m ³ /h
Maximaler Stundenanfall an Abwasser . . .	10 m ³ /h
Aufenthaltszeit im Vorklärbecken	2 h
Grundzahl für Faulraumberechnung bei einer mittleren Faulraumtemperatur von 15 °C mit Nachklärslamm aus hochbelastetem Tropfkörper	60 l/Kopf
Zuschlag für tiefere Faulraumtemperatur, da Faulraum über Boden angeordnet 50 % =	30 l/Kopf
Sicherheitszuschlag für Anlagen unter 5000 angeschlossenen Personen	20 l/Kopf

Berechnungsgrundlage für Faulraum somit 110 l/Kopf
Raumbelastung des Tropfkörpers 17 Personen/m³
Oberflächenbelastung des Tropfkörpers 0,7 m/h
Aufenthaltszeit im Nachklärbecken 1,5 h

Die allgemeine Anordnung der Kläranlage geht aus den Bildern 2 bis 6 hervor. Das in einem etwa 1 m unter Bodenoberfläche verlegten Zementrohrkanal an kommende Schmutzwasser durchfliesst vor dem Eintritt in den Pumpensumpf einen Grobrechen von 4 cm Oeffnungsweite, der die grössten Sperrstoffe zurückhält. Dieser Rechenkorb wird vom Wärter täglich zweimal gehoben, das Rechengut entleert und abgeführt. Die für 10 m³/h bemessene Pumpe 1 fördert das Abwasser ununterbrochen in die rd. 5 m über mittlerem Wasserspiegel des Pumpensumpfes gelegene Einlaufrinne zum Vorklärbecken. Der Einlauf erfolgt von unten in Rinnenmitte, sodass das Abwasser entgegen der Richtung zum Beckenablauf gleichmässig überfällt. Dabei werden in einem ersten Klärraum die grössten Schmutzstoffe sofort abgesetzt und rutschen durch einen 50 cm breiten Schlitz in den Faulraum hinunter (Bild 3). Die kontinuierlich laufende Pumpe 1 wird durch den Wärter von Hand ein- und ausgeschaltet.

Für die Bewältigung eines abnormal grossen Abwasseranfalles, wie er sich bei gleichzeitigem Betrieb von Retablirungsstelle, Waschplätzen, Bade- und Duschenanlagen für über 400 Rekruten ergeben kann, ist eine Reservepumpe 2 von 30 m³/h Fördermenge vorgesehen, die aber nur selten und jeweils nur für kurze Zeit arbeiten muss, und daher zweckmässig durch einen Schwimmer in Funktion der Lage des Wasserspiegels im Pumpensumpf ein- und ausgeschaltet wird (Bild 6). Die Druckleitung dieser Pumpe tritt seitwärts in die Einlaufrinne zum Absetzbecken ein, was eine periodische Spülung dieser Rinne von allfällig abgesetzten Schmutz-

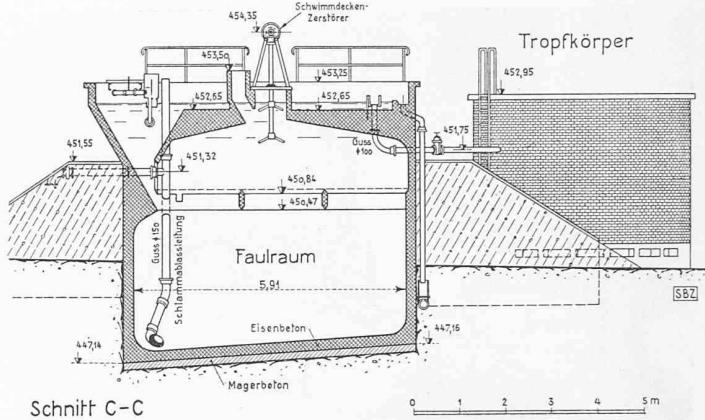


Bild 4. Schnitt C-C

Masstab 1 : 160

stoffen gestattet. Die Druckleitungen beider Pumpen haben keine Schieber und Rückschlagklappen, da solche Absperrorgane bei den verhältnismässig kleinen Durchmessern innert kurzer Zeit durch die im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe verstopft würden. Das Vorklärbecken von 20 m³ Absetzinhalt ist mit dem darunter gelegenen, 50 m³ Speichervolumen enthaltenden Faulraum in eine einheitliche Eisenbetonkonstruktion zusammengefasst. Auf Rutschflächen von 60° Neigung gelangt der abgesetzte Schlamm durch 20 cm breite Schlitze in den Faulraum, wo er in alkalische, geruchlose Ausfaulung übergeht und dabei unter intensiver Entwicklung von Faulgas auf rd. 1/4 seines ursprünglichen Volumens zurückgeht. Der Anfall an hochwertigem Methangas ist jedoch bei dieser Anlage zu gering, um es zu Kraft- oder Heizzwecken wirtschaftlich verwenden zu können. Je nach Belegung der Kasernen muss der Faulraum alle 3 bis 6 Monate entleert werden, wobei der Schlamm vom eigenen Landwirtschaftsbetrieb zu Düngzwecken verwendet wird.

Die Entstehung einer schädlichen Schwimmdecke über dem Faulraum wird durch die tägliche Betätigung eines Dorr-

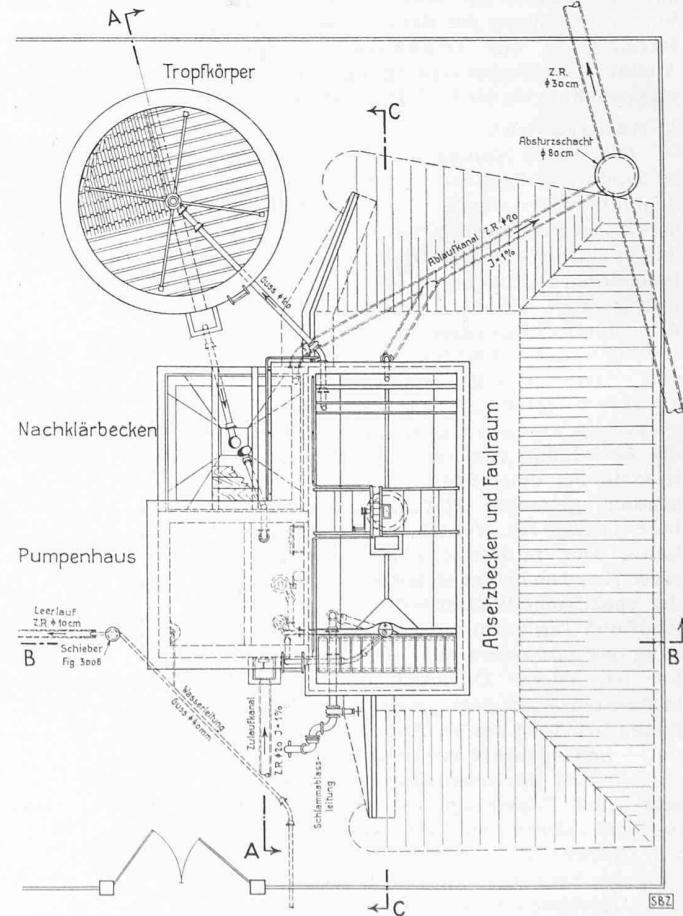


Bild 5. Grundriss der Kläranlage, 1 : 160

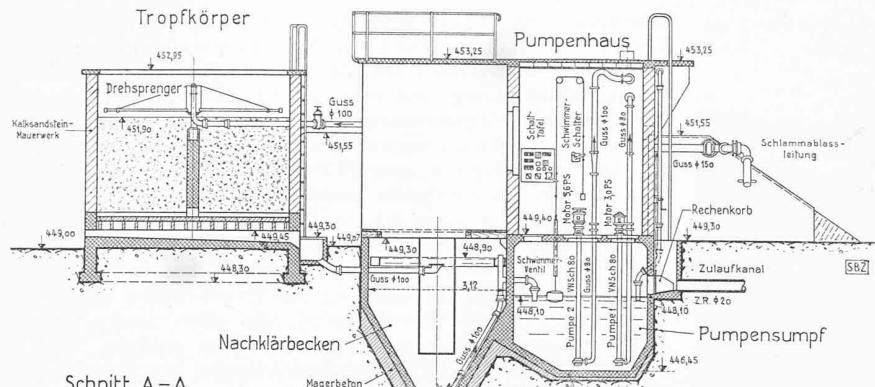


Bild 6. Schnitt A-A

Schwimmdeckenzerstörers¹⁾ verhindert (Bilder 4 bis 7). Am anderen Ende des Absetzbeckens gelangt das mechanisch geklärte Abwasser in eine Abflussrinne und von dort auf den Tropfkörper. Bei Einschalten der Pumpe Nr. 2 erhöht sich die Durchflussmenge sprungartig von 10 auf 40 m³/h, wodurch die Absetzzeit von 2 auf 1/2 h zurückgeht, was für kurze Zeit zulässig ist. Einer derartigen Mehrbelastung von 300 % der normalen Leistung darf nun aber der nachgeschaltete Tropfkörper nicht ausgesetzt werden. Es ist daher hinter der Abflussrinne zum Tropfkörper ein Notüberfall angeordnet, der in Tätigkeit tritt, sobald der Zulauf in die Abflussrinne zum Tropfkörper 50 % der normalen Belastung, d. h. 15 m³/h übersteigt. Statt über eine gewöhnliche Ueberfallkante tritt das Wasser durch eine Reihe von kreisrunden Öffnungen von 20 mm Durchmesser in die Ablaufrinne ein, wobei der Zufluss zum Tropfkörper trotz einem Spiegelunterschied im Absetzbecken von 4 cm in den gewünschten Grenzen gehalten werden kann (Bild 8).

Der Spül-Tropfkörper von 4,2 m Ø und 2,15 m aktiver Höhe (30 m³ Rauminhalt) wurde ursprünglich aus gebrochenen, ungebrannten Backsteinen von 3 bis 8 cm Korndurchmesser auf einer kreuzweise verlegten, doppelten Stützschicht aus Zementsteinen aufgebaut und von einem ringförmigen Mantel aus Kalksandstein-Mauerwerk gehalten. Das aus der Abflussrinne des Absetzbeckens ankommende Abwasser wird mittels eines vierarmigen Dorr-Sprinklers¹⁾, der nach dem Prinzip des Segner'schen Wasserrades sich selbstständig langsam dreht, auf den Tropfkörper gleichmäßig verteilt (Bild 9). Der gemauerte Tropfkörpermantel ist 1 m über O. K. Tropfkörper hochgeführt, um das Einfrieren des Sprinklermechanismus zu verhindern. Aus dem selben Grunde kann bei sehr kaltem Wetter der Tropfkörper mittels Holzbohlen abgedeckt werden. Nachdem das Abwasser den Tropfkörper durchsickert hat, wird es auf dem Boden gesammelt und gelangt in den Zulauf zum Nachklärbecken.

Der grösste Teil der im nur mechanisch gereinigten Abwasser noch kolloidal und gelöst enthaltenen Schmutzstoffe,

¹⁾ Lieferung Dr. C. E. Mosmann, Meilen.

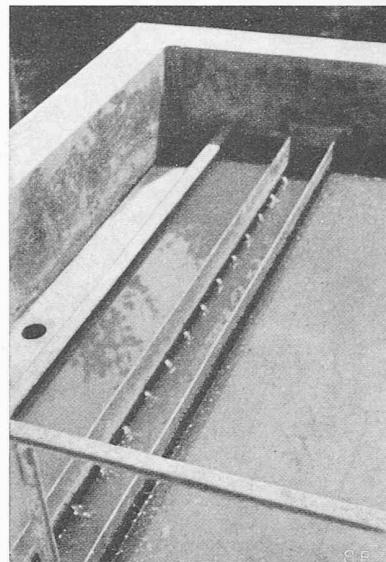


Bild 8 (rechts). Gelochte Ablaufrinne für das mechanisch gereinigte Abwasser aus dem Vorklärbecken. Von hier fliesst das Wasser zum Tropfkörper

die bis zu $\frac{2}{3}$ der gesamten Verschmutzung ausmachen können, wird durch die Wirkung der Bakterien im Tropfkörper ebenfalls abgebaut. Diese Abbauprodukte bilden Flocken, die in einem dem Spül tropfkörper nachgeschalteten Nachklärbecken vom biologisch gereinigten Abwasser abgetrennt werden. Bei der hierfür benötigten Absetzzeit von 1,5 h ergibt sich der Inhalt dieses Nachklärbeckens zu 15 m³. Für die vorliegenden Verhältnisse bildet ein Trichterbecken die beste Lösung. In dieses wird das Abwasser in einem zentralen, hölzernen Einlaufschacht zugeführt und durchläuft das Becken von unten nach oben. Der abgesetzte Nachklär schlamm gelangt zusammen mit der für die Rückführung benötigten Abwassermenge in den Pumpensumpf. Von dort wird er durch die Pumpe ins Vorklärbecken gefördert und rutscht aus diesem, zusammen mit den primären mechanischen Schmutzstoffen, in den Faulraum hinunter.

Durch einen gezahnten Ueberfall tritt das Abwasser in die Ablaufrinne des Absetzbeckens und verlässt, sowohl mechanisch wie biologisch gereinigt, die Anlage. Der Ablauf wird dabei in den schon bestehenden Sammler der Regenwasserkanalisation geführt (Bilder 2 und 5), der unterhalb der Staumauer des Feuerweihers in den Augraben austritt. Von dort wirkt sich die biologische Selbstdreinigungskraft des Vorfluters wieder voll aus, um auch noch die letzten, im Abwasser enthaltenen Schmutzstoffe auf natürlichem Wege abzubauen.

3. Betriebserfahrungen

Die auf Grund obiger Grundlagen und Ueberlegungen projektierte und gebaute Anlage ist im Dezember 1943 in Betrieb genommen worden. Da sie die erste in unserem Lande mit biologischer Nachreinigung in Form eines hochbelasteten

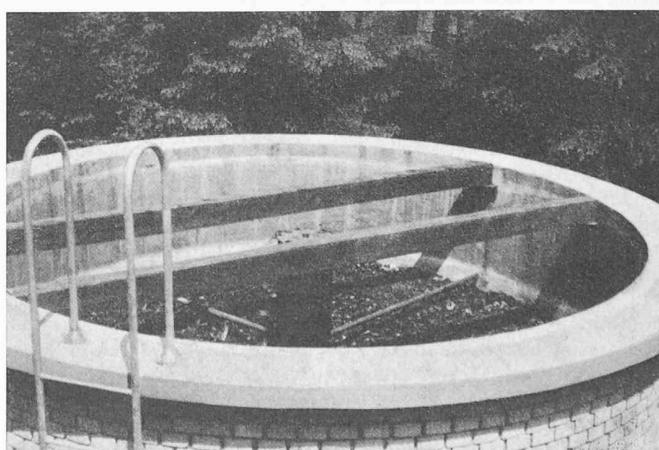
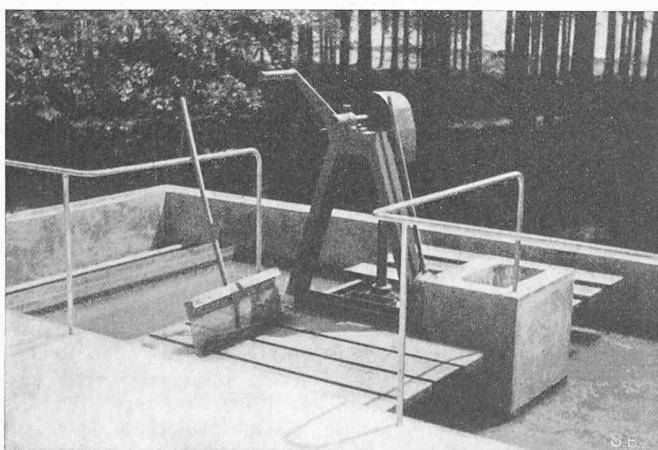


Bild 7. Schwimmdeckenzerstörer mit Handantrieb

Bild 9. Selbstdrehender vierarmiger Sprinkler zur gleichmässigen Verteilung des mechanisch gereinigten Abwassers auf dem Tröpfkörper

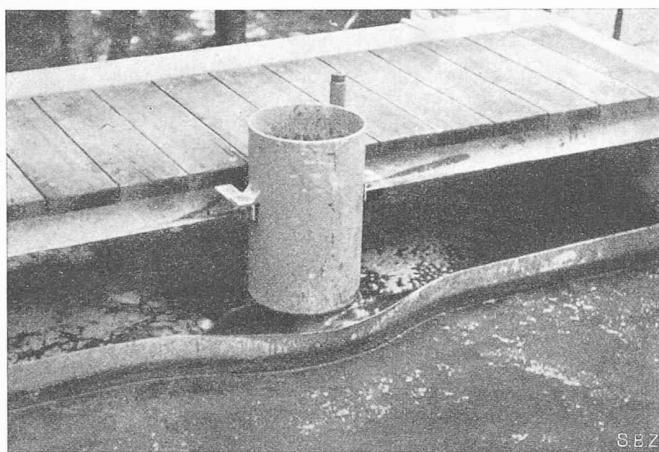


Bild 10. Dosiergefäß über der Einlaufrinne zum Vorklärbecken

Tropfkörpers mit teilweiser Abwasser-Rückführung ist, soll auf die in den drei vergangenen Jahren gemachten Erfahrungen kurz eingetreten werden.

a) *Schmutzwasserpumpwerk*. Die von der Maschinenfabrik E. Häny & Cie., Meilen, gelieferten Schmutzwasserpumpen besaßen die für solche Pumpen charakteristischen Merkmale, d. h. Einlaufseher mit parallelwandigen Eintrittsöffnungen, fliegend angeordnetes Laufrad mit nur drei, besonders geformten Schaufeln und getrennter Führung der Druckleitung neben der eingeschalteten Pumpenachse (Bild 6). Während sich die Pumpe Nr. 2 von 30 m³/h Förderleistung und einer Stutzenweite von 80 mm bis heute bewährt hat, zeigten sich bei der kleinen Pumpe Nr. 1 von 10 m³/h Leistung und nur 50 mm Stutzenweite bald nach deren Inbetriebnahme schwerwiegende Störungen. Lumpen, starkes Papier und Putzfäden wickelten sich um Laufradwelle und Schaufelung, verengten dabei die ohnehin schmalen Durchtrittsöffnungen und führten durch teilweise Verstopfung zu exzentrischer Belastung der Lager und so zu deren Zerstörung. Eine vorerst veranlasste Verengerung der Stabweite des Grobrechens auf 2 cm führte wohl zu einer Verminderung der Verstopfungserscheinungen, belastete aber den Wärter zu stark, da eine mehrmalige Reinigung des Rechenkorbes im Tage notwendig wurde. Wie schwierig das Problem wirklich einwandfrei arbeitender, kleiner Schmutzwasserpumpen zu lösen ist, geht unter anderem daraus hervor, dass eine vom Projektverfasser für den allfälligen Ersatz der kleinen Pumpe zugezogene, für den Bau von Schmutzwasserpumpen ebenfalls bekannte andere Maschinenfabrik nicht in der Lage war, die Garantie für die einwandfreie Funktion ihrer Pumpen in der verlangten Grösse zu übernehmen.

Die Lösung wurde schliesslich darin gefunden, dass einerseits auch für die kleinere Pumpe Nr. 1 das Modell der grösseren Pumpe Nr. 2 mit 80 mm Anschlusstutzen gewählt und die Kanten von Leitrad und Schaufeln dieser Pumpe geschliffen wurden, was zur Zerschneidung und Verkleinerung der bisher die Pumpe umwickelnden und verstopfenden Schmutzstoffe im Abwasser führte. Diese Pumpe arbeitet also heute gewissermassen als Desintegrator. Die diesem Modell entsprechende grössere Fördermenge wird in einem über der Einlaufrinne im Absetzbecken angebrachten Dosiergefäß so geregelt (Bild 10), dass nur die vorgesehenen 10 m³/h dort hinein gelangen, der Ueberschuss aber in einer besonderen Rücklaufleitung wieder in den Pumpensumpf zurückfliesst. Beide Schmutzwasserpumpen sind überdies nachträglich mit automatisch wirkenden Zentral-Schmierpressen ausgerüstet worden. Die getroffene Lösung hat sich bis heute bewährt. Dabei müssen allerdings gegenüber dem ursprünglichen Projekt erhöhte Stromkosten für den Pumpenbetrieb in Kauf genommen werden, und es wird beim Bau ähnlicher Anlagen zu untersuchen sein, ob die Anordnung eines flachen Absetzbeckens vor dem Pumpwerk nicht wirtschaftlicher wäre, trotzdem die bauliche Trennung von Absetzbecken und Faulraum natürlich wesentlich höhere Baukosten bedingt.

b) *Tropfkörpermaterial*. Etwa ein Jahr nach Inbetriebsetzung der Anlage zeigten sich auf der Oberfläche des Tropfkörpers kleine Wasserpützen, die auch nach Umgraben der

obersten Tropfkörperschicht nicht verschwanden und auf eine tiefergehende Verstopfung des Tropfkörpermaterials schliessen liessen. Der Ablauf des Wassers auf die Tropfkörpersohle war ungleichmässig und eine von der EAWAG am 29. Mai 1945 erstmals vorgenommene Untersuchung der Anlage ergab eine schlechte Reinigungswirkung.

Das ursprünglich eingefüllte Material aus gebrochenen Backsteinen hat sich nicht bewährt. In der kurzen Zeit von nur 1 1/2 Jahren wurden die einzelnen Brocken durch die Einwirkung des Abwassers zersetzt und zerbröckelten, sodass ganze Partien der Tropfkörperfüllung vollkommen verstopft waren; die Reinigungswirkung des Tropfkörpers wurde dadurch entsprechend herabgesetzt. Es blieb nichts anderes übrig, als die ganze Tropfkörperfüllung zu ersetzen. Weil zu jener Zeit die auf andern ähnlichen Anlagen als Tropfkörperfüllung bewährte Hochfenschlacke zu vernünftigen Preisen noch nicht erhältlich war, wurde im Herbst 1945 der Tropfkörper mit gebrochenem Alpenkalk in 40/80 mm Korndurchmesser neu gefüllt. Mit diesem Material arbeitet der Tropfkörper seither zufriedenstellend.

c) *Reinigungswirkung der Anlage*. Eine durch die EAWAG am 7. Mai 1946 vorgenommene zweite Untersuchung der Kläranlage ergab folgendes:

	Permanganat-verbrauch KMnO ₄ mg/l	Fünftägiger bio-chemischer Sauerstoffbedarf: BSB ₅ in mg O ₂ /l
Rohwasser vor Passieren des Grobrechens	964	Reinigung in %
Abfluss aus dem Vorklär- becken	373	61
Abfluss des Tropfkörpers .	329	66
Abfluss des Nachklärbe- kens	291	70
	330	Reinigung in %

Sowohl die Werte für Permanganatverbrauch, wie BSB₅ zeigen die starke Konzentration des von den Kasernenbauten in Emmen anfallenden Schmutzwassers, die ungefähr dem doppelten Wert eines normal zusammengesetzten häuslichen Abwassers entspricht. Diese Erscheinung ist auf den geringen spezifischen Wasserverbrauch, die konsequente Durchführung des Trennsystems bei der Kanalisation und auf das Fehlen jeglichen Sickerwassers aus dem lehmigen Untergrund zurückzuführen. Auffallend ist die starke Reinigungswirkung des Vorklärbeckens, ein besonderes Merkmal der biologischen Reinigung eines Spül tropfkörpers mit teilweiser Rückführung des gereinigten Abwassers zum Vorklärbecken.

Die Wartung der Anlage geschieht durch einen Angestellten der Kasernenverwaltung Emmen und ist durch Betriebsvorschriften des Projektverfassers genau geregelt. Sie besteht in einer täglichen Kontrolle von Rechen, Pumpwerk, Vorklärbecken, Tropfkörper und Nachklärbecken, sowie in einem alle 3 bis 6 Monate notwendigen Ablassen des Faulschlamms. Der leicht alkalisch reagierende Schlamm weist eine gute Gasungs- und Drainagefähigkeit auf, sodass seiner landwirtschaftlichen Nutzung nichts im Wege steht. Der Wärter absolvierte im Frühjahr 1946 auf der Versuchsanlage der EAWAG im Werdhölzli Zürich einen zweitägigen Instruktionenkurs im Betrieb und in der Wartung von Kläranlagen.

Seit Inbetriebsetzung der Kläranlage im Dezember 1943 haben sich im vorher total verschmutzten Vorfluter wieder Grünalgenbeläge gebildet. Klagen über Geruchbelästigungen sind seither weder von den verschiedenen Schul- und Kurs-Kommandanten noch von den Anwohnern am Unterlauf des Augrabens eingegangen.

Nordostschweizerische Kraftwerke A.G. (N.O.K.)

DK 621.311(494)

Im Bericht über das Geschäftsjahr 1945/46 wird u. a. ausgeführt, dass neben den Bestrebungen um den Ausbau der Hinterrheinwerke auch noch andere Möglichkeiten geprüft wurden. So erwarben die N.O.K. im Jahre 1941 auch Rechte an den Konzessionen für die Greina-Somvixer-Werke und prüften vor allem den Ausbau der Linth-Limmeren-Wasserkräfte. Diese liegen näher am Konsumgebiet als jene von Greina-Somvix und weisen hinsichtlich Ergiebigkeit, Qualität der Winterenergie und Gestehungskosten ähnliche Verhältnisse auf. Leider ergaben die während zwei Sommerhalbjahren