Beiträge zur Kenntnis des Vitamingehaltes von Belebtschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen

Von V. KOCHER und ULRICH A. CORTI

(Mitteilung aus dem Mikrobiologischen Laboratorium an der Organisch-Chemischen
Anstalt der Universität Basel und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung,
Abwasserreinigung und Gewässerschutz [EAWAG.] an der Eidgenössischen
Technischen Hochschule, Zürich)

Eingegangen am 22. Februar 1952

In Verbindung mit Untersuchungen, welche nähere Aufschlüsse über die Eigenschaften und insbesondere die Wirkungsweise des bei modernen Abwasserreinigungsanlagen eine fundamentale Rolle spielenden Belebtschlammes (*boue activée, activated sludge*) liefern sollen, wurden in demselben einige Vitamine bestimmt.

Als Material diente Belebtschlamm aus der technisch-biologischen Versuchsanlage der EAWAG. im Werdhölzli, der im mechanisch vorgereinigten Abwasser der Stadt Zürich erzeugt worden war.

Frischer Belebtschlamm vom September 1951 wurde zentrifugiert (Wassergehalt des Zentrifugates im Mittel aus drei Einzelbestimmungen 91,2%) und das stichfeste Gut (B_I) *tel quel* untersucht.

Ferner wurde frischer Belebtschlamm vom August 1951 zentrifugiert, bei 105° C getrocknet und fein vermahlen. Diese Trockensubstanz (B_{II}) wurde ebenfalls auf Vitamingehalt geprüft.

Die beiden mikrobiologisch analysierten Proben von Belebtschlamm enthalten nicht unbeträchtliche Mengen sogenannter «Schwebestoffe», das heisst Stoffe, welche in der biologischen Abwasserreinigungsstufe vorgeschalteten mechanischen Kläranlage (Absetzbecken) nicht sedimentierten. Der Belebtschlamm besteht ausserdem aus Bakterien, Protozoen undsonweiter.

In der Tabelle 1 sind unsere Untersuchungsbefunde zusammengestellt. Die Unterschiede zwischen den einander entsprechenden Werten in den Kolonnen für B_I und B_{II} dürften sich, wenigstens zum Teil, durch die

Verschiedenheit der Zusammensetzung der beiden zu verschiedenen Zeiten erhobenen Belebtschlammproben und die beim Trocknen der Probe B_{II} aufgetretenen Vitaminverluste (bakterielle Zersetzungen, Thermolabilität einzelner Vitamine) erklären lassen.

Tabelle 1

Vitamingehalt von Belebtschlamm, berechnet auf 100 g Trockensubstanz

Vitamin	B_I	B_{II}	Testorganismus
Aneurin	2,05 mg	0,63 mg	<i>Phycomyces blakesleeana</i> s
Laktoflavin	2,16 mg	1,3 mg	<i>Sc. faecalis</i>
Adermin	Spuren	0,7 mg	<i>Neurospora sitophila</i>
Nikotinsäure	13,6 mg	10,0 mg	<i>Lb. arabinosus</i>
Pantothensäure	4,6 mg	4,4 mg	<i>Lb. arabinosus</i>
Biotin	158 γ	83,4 γ	<i>Lb. arabinosus</i>
Folsäure	182 γ	140 γ	<i>Sc. faecalis</i>
$B_{12}^*)$	159 γ	100 γ	<i>Lb. leichmannii</i>
*) Die angegebene Aktivität entspricht reinem Vitamin B_{12} . Dies wurde mit Hilfe der papierchromatographisch-mikrobiologischen Methode bewiesen.			

Ein Vergleich unserer Befunde mit dem Vitamingehalt anderer Substrate zeigt, dass die im Belebtschlamm vorkommenden Vitaminmengen nicht zu unterschätzen sind. So enthalten:

1000 g Kuhmilch	0,2–0,4 mg Aneurin
1000 g Kuhmilch	1,0–2,5 mg Laktoflavin
1000 g Kuhmilch	1,0–3,0 mg Adermin
1000 g Kuhmilch	1,0–4,0 mg Pantothensäure
1000 g Kuhmilch	0,05 mg Biotin
100 g Trockenmilch	0,1–0,4 mg Nikotinsäureamid
100 g Hefenextrakt	0,1–0,35 mg Folsäure
100 g Rindsleber, getrocknet . .	47 γ $B_{12}^1)$
100 g Forellenleber, getrocknet .	42 γ $B_{12}^2)$

In der mechanischen Kläranlage der Stadt Zürich betrug der mittlere Abwasserzufluss bis vor kurzem zirka 2 m³/s. Würde dieses Abwasser mechanisch vorgeklärt und anschliessend daran mittels eines Belebtschlammverfahrens einer sogenannten Teilreinigung unterzogen, analog wie dies im August und September 1951 in der technischen Versuchsanlage der EAWAG der Fall war, so würden pro 1 m³ Abwasser zirka 100 g Belebtschlamm-Trockensubstanz produziert werden. Rechnet man

¹⁾ H. T. THOMPSON, L. S. DIETRICH, C. A. ELVEHJEM, J. Biol. Chem. 184, 175 (1950).

²⁾ U. A. CORTI und V. KOCHER, Schweiz. Z. Hydrol. 13, 29 (1951).

darnach mit einem Tagesanfall von 172 800 m³ Abwasser, entsprechend 63,07 · 10⁶ m³ pro Jahr, so würden sich auf Grund unserer Analysendaten die in der Tabelle 2 angeführten Werte als pro Jahr im erzeugten Belebtschlamm (Überschussschlamm ~ 6307 t Trockensubstanz) enthaltene Vitaminmengen ergeben.

Tabelle 2

Vitamin	B _I in Kilogramm	B _{II} in Kilogramm
Aneurin	129,3	39,7
Laktoflavin	136,2	82,0
Adermin	—	44,1
Nikotinsäure	857,8	630,7
Pantothensäure	290,1	277,5
Biotin	10,0	5,3
Folsäure	11,5	8,8
B ₁₂	10,0	6,3

Besondere Beachtung scheint uns der relativ hohe Gehalt des Belebtschlammes an Vitamin B₁₂ (Antiperniziosafaktor) zu verdienen. Die 6,3 bzw. 10,0 kg B₁₂ entsprechen ~ 13 420 bzw. ~ 21 340 t getrockneter Rindsleber¹⁾.

Man wird die Frage prüfen müssen, ob sich einwandfrei desinfizierter Belebtschlamm nicht eventuell als vitaminhaltiger Zusatz zu Tierfutter verwenden liesse. In diesem Zusammenhange erschiene es wünschenswert, zum Beispiel auch noch den Gehalt des Belebtschlammes an den fettlöslichen Vitaminen A (bzw. Karotin), D, E und K zu ermitteln.

SUMMARY

The vitamin content of activated sludge (pilot activated sludge plant treating predominant domestic sewage) has been measured microbiologically. Relatively high amounts of thiamin, riboflavin, pyridoxine, nicotinic acid, pantothenic acid, biotin, folic acid and vitamin B₁₂ were found. B₁₂ was present in especially outstanding quantities.

¹⁾ Als die vorliegende Mitteilung bereits abgeschlossen war, erhielten wir Kenntnis der Publikation von S. R. HOOVER und Mitarbeitern, *Activated sludge as a source of vitamin B₁₂ for animal feeds*, Sewage and Industr. Wastes 24, 38–44 (1952). Die Verfasser fanden in getrocknetem Handelsdünger aus Belebtschlamm ca. 3,5–4 mg B₁₂ pro Kilo. Leider ist uns die vorläufige Notiz von HOOVER, L. JASEWICZ und N. PORGES, *Vitamin B₁₂ in Activated Sewage Sludge*, Science 114, 213 (1951), entgangen.