

OTPADNE VODE MLJEKARA*

Darko ŠKRINJAR, dipl. inž., RO »Dukat«, OOUR Mljekara, Zagreb

Sažetak

Iznose se problemi u mljekarskoj proizvodnji u vezi pročišćavanja otpadnih voda. Razmatrani su uzroci i posljedice zagađivanja, te način planiranja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, ispitivanje i kontrola istih. Važno je brzo doći do rezultata kako bi se pravodobno mogle poduzeti odgovarajuće mjere.

Uvod

Konstantno povećanje potrošnje vode povezano je sa povećanjem standarda i industrijalizacijom zemlje. S tim u vezi povećane su i količine otpadnih voda. Proizvodnja vode, bez koje je život nezamisliv, svakodnevno je sve teža, te čak dolazi u pitanje, jer je zagađivača svakodnevno sve više, pa se mnoga vodocrpilišta moraju napuštati, budući je voda kontaminirana nedopuštenim količinama štetnih i opasnih tvari, pa i kancerogenim. Većina industrije nema riješeno pitanje pročišćavanja svojih otpadnih voda, nema ugrađenih pročišćavača, kako to naši zakoni određuju i propisuju. Industrijalizacija nije usklađena s ekologijom. Rezultati nekih analiza daju pesimističnu prognozu, da će izvjesna područja i rijeke biti i ostati zagađene i kontaminirane možda i više stoljeća!

Govorimo o propadanju okoline, smanjenoj mogućnosti upotrebe vode, uništavanju živih resursa i njihovoj degradaciji. Ako takvo zagađenje traje dugo, a količine premašuju moć samopročišćavanja, sigurno je da će s vremenom te vode postati »prehranjene« zbog visokog udjela i donosa prljavštine. Štete koje nastaju ispuštanjem industrijskih otpadnih voda izravno u kanalizaciju ogromne su i neprocjenjive.

Mljekarska industrija troši velike količine vode, koja je nužno potrebna u raznim tehnološkim obradama i preradama. U mnoge proizvode voda se dodaje, vodom se pere, te ista mora odgovarati kakvoći vode za piće. U proizvodima mljekarske, kao i prehrambene industrije ne smije biti nedopuštenih količina štetnih i opasnih tvari. Poznat je slučaj da su Švicarci vratili pošiljku prehrambenog proizvoda u Jugoslaviju, jer je sadržavao nedozvoljene količine štetnih tvari.

To nije samo naš, već i evropski problem. Prema tome, ako listu kontaminiranih, štetnih i opasnih tvari u vodi i prehrambenim proizvodima ne uskladimo sa svjetskim normativima biti će nam onemogućen izlazak na evropsko i svjetsko tržište.

Kroz mnoge tisuće godina prošlo je niz civilizacija, ali ni jedna nije postigla, kao ova sada, zastrašujuće razmjere zagađenja neposredne čovjekove okoline. Ugroženo je sve što je priroda strpljivo stvarala kroz vjekove. Danas su nam gotovo sve naše rijeke zagađene, a u njihovoj su blizini gradovi i naseljena mjesta, što im oduzima čar prirodnosti i iskonske ljepote i čini neupotrebljivom vodu za piće. Utjecaj čovjeka postaje razoran. Ugrožena je opskrba stanovništva pitkom vodom, jer su neka izvorišta ne samo zagađena, nego i zatrovana.

* Referat održan na XXIII Seminaru za mljekarsku industriju, Zagreb, 1985.

Ni najstručniji krugovi u zemlji i inozemstvu ne poriču, da je od ukupnih ekoloških problema, najakutnija zaštita rijeka, jezera i mora, odnosno podzemnih voda. To sve mnogo obavezuje, ponajprije poslovodne i rukovodeće strukture u industriji, da kontroliraju svoje otpadne vode. To je i obaveza društvenih organa, da vode stalan nadzor u skladu s postojećim zakonima. Razlikujemo nenamjerno zagađivanje npr. od potresa, poplava, požara, prometnih nesreća, eksplozija, havarija i sl., te namjerno zagađivanje.

Planiranje

Problematika otpadnih voda u mljekarskoj privredi počinje u konstrukcijskom uredu prilikom izrade projekta, planiranja i određivanja nove investicije, staje za muzna grla, sabirališta, mljekarske industrije. Građevna dozvola se ne može i ne smije izdati, bez projektne dokumentacije ovlaštene i odgovorne projektne organizacije, kojom se investitor putem tehničko-tehnoloških normativa, tehničkog opisa i nacрта obavezuje izvesti vlastito rješenje odvoda i pročišćavanja otpadnih voda, prije ispuštanja u komunalnu kanalizaciju, vodotoke ili u more. Za izbor modela i vrste pročišćavanja projektnoj organizaciji potrebni su podaci mljekarskih tehnologa. Za staje: maksimalan broj muznih grla, izvedba stajališta-ležišta, način mužnje, način pranja i čišćenja staje, postupak sa sirovim mlijekom (način skladištenja i hlađenja), maksimalne godišnje proizvedene količine sirovog mlijeka, postupak s izmetom i gnojem, način ishrane, projekt željene izgradnje staje. Za sabirališta: količina sirovog mlijeka, način hlađenja i pranja. Za mljekare: proizvodni program s maksimalnim godišnjim i dnevnim količinama i vrstama proizvoda, način pakovanja proizvoda, vrste strojeva, način čišćenja i pranja, količine i način prijema sirovog mlijeka, veličine i modeli skladišta gotovih proizvoda.

Kod projektiranja i planiranja novih investicija potrebno se je pridržavati Zakona o vodama donešenih 1965. g., 1974. g., te 1984. g., koji određuju zadatke i obaveze za sprečavanje zagađivanja voda, odnosno vodocrpilišta. Projektne organizacije u kalkulacije obično uzimaju ulazne količine sirovog mlijeka i tada na osnovu tzv. iskustvene vrijednosti izračunavaju ukupno opterećenje — prljavštinu mljekare. Takav je pristup potpuno neispravan i netočan, jer ne uzima u obzir mnoge faktore koji određuju ukupnu prljavštinu, te dovodi do pogrešne izvedbe uređaja za pročišćavanje.

Zagađenje je stalan proces, a ne samo ekscenčna i povremena situacija, jer većina mljekara ne pročišćava svoje otpadne vode. Samo apelima, propisima i zakonima zagađenost se ne može smanjiti, već mljekare moraju ugraditi određene tipove i vrste pročišćavača, koji moraju biti u skladu s medicinskim zahtjevima i svjetskim normativima. Ne mora se pročišćavati prema svim, već samo prema nekim parametrima onečišćenja otpadnih voda.

Prvenstveno treba biti odvojen sistem za pitku i tehnološku vodu. Najjednostavnije i najjeftinije se to rješava kod planiranja u projektnom uredu, budući kasnije razdvajanje nije nimalo jeftino, ni jednostavno, jer se radi o desecima kilometara vodovodne mreže i kanalizacije. No, kao i kod svakog investicionog ulaganja i ovdje smo dužni obratiti pozornost na rentabilnost i ekonomičnost, na optimalnu izvedbu i tehničko-tehnološko rješenje, kao i cijenu uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Izračunavanja i pretrage uzoraka otpadnih voda

Opterećenje otpadnim vodama očituje se i zavisi:

1. Od količine voda u m³ na sat ili na dan,
2. od količina i vrsta prljavština, koje se nalaze u otpadnoj vodi, koja se mjeri u BPK₅ (biokemijska potrošnja kisika u 5 dana) u mg ili g na litru otpadne vode ili u kg na dan,
3. od količine taloga, koji ostaje kod procesa pročišćavanja.

Ove tri vrijednosti kod planiranja, kao i u odnosu prema nadležnim organima grada i Republike, moraju se odvojeno promatrati, budući se prema ovim vrijednostima otpadne vode pojedinih mljekara znatno i razlikuju.

Prljavština otpadnih voda mljekara ovisna je od proizvodnog programa, primijenjene tehnologije i tehnike pojedine mljekare.

Za vrednovanje kakvoće, odnosno specifične štetnosti otpadnih voda primjenjuju se slijedeći kriteriji i analize:

1. količina sedimentnih tvari,
2. količina oksidacijskih tvari,
3. otrovnost, toksičnost otpadne vode,
4. određivanje kemijske potrošnje kisika — KPK,
5. određivanje biokemijske potrošnje kisika — BPK₅,
BPK₅ je mjera za sadržaj bakterijske razgradnje supstance. To je bakterijska djelatnost, koju bakterije u 5 dana kod 20 °C vrše u razgradnji prljavštine u otpadnim vodama. BPK₅ je vrlo važan parametar za vrednovanje otpadnih voda, te nakon toga određivanje načina i metode čišćenja, te izgradnje pročišćavača.
6. određivanje odnosa između BKP-KPK,
7. određivanje ukupne količine otpadne vode mljekare (sat, dan, mjesec),
8. određivanje pH
9. određivanje temperature,
10. određivanje zamućenja,
11. potrošak KMnO₄,
12. određivanje bjeljančevina, masti i mlječnog šećera.

Otpadne vode treba kontrolirati na raznim mjestima u mljekari svaki dan. Za navedene analize vodi se evidencija s naznakom dana, sata i mjesta uzimanja uzorka.

Kontrola otpadnih voda na određenim mjestima u mljekarskom pogonu ujedno može biti jedan od pokazatelja proizvodnih manjkova, kako na pojedinim tehnološkim linijama, tako u cijeloj mljekari. Dnevnom kontrolom utroška svježe vode, djelatnosti automatskog uređaja za pranje (CIP) i proizvodnih linija, moguće je pronaći mjesta i uzroke oticanja mlijeka, mlječnih proizvoda, sredstava za pranje i sl. u kanalizaciju, te otkloniti ili smanjiti dnevni kalamit i povećati ekonomičnost poslovanja.

Prljavština po stanovniku

Mljekare moraju odlučiti i pronaći pravi model pročišćavanja svojih otpadnih voda, naročito prema cijeni izgradnje. Prednje se može izračunati preko

tzv. vrijednosti prljavštine po stanovniku (VPS). VPS određuje se preko BPK. Ima naročitu snagu dokazivanja kod bioloških uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Preko vrijednosti VPS uspoređuje se stupanj zagađenja industrijskih otpadnih voda u relaciji s pojedinim stanovnikom. Može se uzeti za VPS u Evropi 54 BPK₅ i 100 l otpadne vode na dan. Povišenje životnog standarda povezano je s uvećanim potroškom vode i prljavštine, te se danas može uzeti prosjek oko 70 g BPK₅/dnevno i potrošnja vode od 150 l po stanovniku dnevno.

Na primjer. Ako uzmemo da 1 VPS iznosi 70 h BPK₅, 1000 l punomasnog mlijeka kod prerade 1200 g BPK₅ i da dopremljeno mlijeko iznosi $X \times 1000$ g,

$$\text{dobivamo } \frac{X \times 1200}{70} = X \times 17 \text{ VPS}$$

1 l punomasnog mlijeka je oko 110 g BPK₅ ili oko 2 VPS

1 l obranog mlijeka je oko 75 g BPK₅ ili oko 1 VPS

1 l sirutke je oko 42 g BPK₅ ili oko 1 VPS

Za 1000 l dnevnog protoka mlijeka oko 30 VPS

Za 100 kg dnevne proizvodnje maslaca oko 100 VPS

Za 100 kg dnevne proizvodnje sira 100 VPS

(pri čemu se naravno sirutka ne odvodi u otpadne vode).

Za 1000 l dnevne proizvodnje sušenog mlijeka 13,5 VPS

Za 1000 l dnevne proizvodnje kondenziranog mlijeka 13,5 VPS

Za 100 kg dnevnog skladištenja 20 VPS

1 kg mlječne suhe tvari s maksimalno 3,5% masti odgovara oko 1 kg BPK₅

Razgradnja 1 kg BPK₅ iznaša u prosjeku oko 1 DM (1982. godine)

Npr. kod dnevnog protoka od 1000 l opterećenje otpadnim vodama je između 1,2—2,0 kg BPK₅. Računamo li s tom vrijednosti dnevni protok mlijeka od 36.000 l (uključiv maslac i sir) postiže se opterećenje prljavštine od

$$\frac{36.000}{1.000} = 72 \text{ kg BPK}_5$$

Kod 2000 VPS \times 54 BPK₅ = 108 kg BPK₅/dnevno

Imamo dakle jednu sigurnost, obzirom na mjerene vrijednosti.

Sastav otpadnih voda mljekara

Otpadne vode sadrže, ovisno o proizvodnom programu, ostatke sirovog i pasteriziranog mlijeka, stepke, sirutke, maslaca, sira, jogurta, vrhnja, pudinga, dijelove ambalaže, plastike, mlijeka u prahu, sredstava za pranje i čišćenje, amilalkohola, sumporne kiseline, mlječne kiseline, ostatke raznih proizvoda koji su se nalazili na ispitivanju u laboratoriju, mehanička ulja i masti, ulja za loženje, talog iz separatora, razne strugotine i otpatke, amonijak itd.

Sastav i količina otpada ovisi od tehničko-tehnološke discipline, te isti ne smije odlaziti u kanalizaciju, već u uređaj za pročišćavanje otpadnih voda.

Mljekare koriste velike količine vode tijekom obrade, prerade, čišćenja i pranja. Prosječno se računa oko 6 litara vode po litri mlijeka (2—20 litara), a potrošnja je ovisna o proizvodnom programu, vrsti strojeva i broju smjena.

Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda

Nakon utvrđivanja svih karakteristika i količina otpadnih voda projektira se određen sistem i kapacitet postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, uz određeni plan nadzora i kontrole.

Ima više načina i mogućnosti izvedbe, više sistema uređaja za pročišćavanje. Prije donošenja odluke ispituje se ekonomičnost, iskorištenost i rentabilnost uređaja. Odlučuje se da li mljekara ima vlastito postrojenje ili se koristi zajedničko za određeno područje i određene potrošače. U kalkulaciju se uzima količina i sastav prljavštine i stupanj zagađenja otpadnih voda, kako mljekare, tako ostalih korisnika uređaja za pročišćavanje.

Karakteristika i količine otpadnih voda određuju sistem i veličinu postrojenja za pročišćavanje. U mnogim zemljama Evrope investicije uložene za zaštitu čovjekove okoline — uređaji za pročišćavanje otpadnih voda — subvencioniraju se u visini do 50% od ukupne cijene koštanja. Postrojenja mogu biti:

1. mehanička — odvajanje krutih otpadaka,
2. fizikalna — odstranjuje se kruti talog,
3. kemijska — dodatkom određenih kemikalija, a na osnovu prethodno izvršenih analiza vrši se koagulacija, neutralizacija, regulacija pH (6,5—9,5 pH), koncentracija,
4. biološka
5. kombinirana postrojenja — uključuju pojedine ili sve postupke, uključujući aeraciju, biološko filtriranje, flokulaciju, ultrafiltraciju, koncentraciju, ultravioletnu dezinfekciju, separaciju i razne druge suvremene metode.

Svakodnevno se na tržištu pojavljuje nova tehnika i tehnologija za pročišćavanje otpadnih voda. Razni proizvođači postrojenja i opreme nakon dobivenih karakteristika nude razne sisteme i tehnologije koje su jeftinije i uspješnije od dosadašnjih. Velik napredak u tom dala je i biotehnologija.

Međutim mljekare kao i Instituti za mljekarstvo evropskih zemalja stalno upozoravaju proizvođače mljekarskih strojeva, tehnoloških linija, aparata i uređaja, kao i građevinske tvrtke, da malo ili nikako ne obraćaju pozornost na problematiku otpadnih voda. Time je mljekarska privreda prisiljena, na vlastitu inicijativu, naknadno, poduzimati određene mjere i zahvate za poboljšanje regulacije svojih otpadnih voda.

Na tržištu se nalaze brojne tvrtke koje proizvode kompletne linije, uređaje, opremu i aparate za pročišćavanje otpadnih voda, uvijek sa suvremenijim, boljim i ekonomičnijim rješenjima.

Isto tako je na raspolaganju veliki program potrebnih uređaja i aparata za analizu, uzimanje uzoraka, registraciju i upravljanje postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda. Aparatura može biti pokretna sa baterijskim ili elektro-napajanjem ili stacionirana.

Sanacija

U svim evropskim zemljama, kao i u našoj, povećana je neposredna odgovornost poslovnih i rukovodećih struktura, uvedene određene sankcije (plaćanje dodatnih doprinosa ovisno o stupnju zagađenja), te primijenjena veća disciplina i provedba zakonske regulative.

Sanacija se mora provoditi sistematski i organizirano. Cilj je smanjenje količina otpadnih voda, kao i prljavštine. Samo povećana pažnja i određena organizacija u mljekarama može smanjiti zagađivanje okoliša. Radi toga je potrebno izvršiti mjerenje otpadnih voda uključenjem mjernih uređaja na svim tehnološkim linijama, odnosno mjestima, kako u proizvodnji, tako i u pomoćnim djelatnostima. Stavljanje sita određenih promjera rupica na odvodne šahtove (identifikacija i mjerenje prljavštine na sitima), na odvodnim šahtovima staviti mjerače, provesti kontinuirano uzimanje prosječnog uzorka iz šahtova, uz određene strojeve staviti kade ili specijalna kolica za hvatanje oštećenih pakovanja, smanjiti potrošnju, odnosno odvodnju vode diobom pitke od tehnološke vode i od fekalnih voda, identificirati sve zagađivače u krugu mljekare s naznakom količina i vrste zagađenja, izvršiti analize uzoraka, te potom odrediti način i vrstu uređaja za pročišćavanje.

Naknadna istraživanja, uzimanje uzoraka i analize kao i konstatacija da je do određenog stupnja zagađenja došlo, jesu mjere koje prekasno konstatiraju činjenično stanje i procjenjuju visinu već učinjenih šteta uslijed zagađenja voda. Troškovi sanacije ovisni su o veličini i karakteristikama zagađenja. Veliko zagađenje, veliki troškovi.

Nusprodukti uređaja za pročišćavanje mogu se prodati ili koristiti za navodnjavanje i gnojidbu poljoprivrednih površina (mljekara München), te time sniziti troškove pročišćavanja.

Mljekarski stručnjak svakodnevno mora biti obavezan voditi brigu o otpadnim vodama kao i o proizvodnji mlječnih proizvoda dobre kakvoće.

Zaključak

Na osnovu proizvodnog programa (vrste i količine proizvoda, oblik pakovanja, vrste strojeva) u projektnoj dokumentaciji treba biti određen kapacitet i model uređaja za pročišćavanje otpadnih voda mljekare, a što je sastavni dio građevne dozvole za novu investiciju.

Mljekara može izvesti vlastito pročišćavanje ili u zajednici s drugim zagađivačima, ovisno o ekonomičnosti i rentabilnosti postrojenja. Kod projektiranja i planiranja vrši se izračunavanje opterećenja otpadnim vodama, ocjenjuje štetnost, a nužno je bezuvjetno osigurati izvjesne rezervne kapacitete uređaja za pročišćavanje.

Svakodnevnom kontrolom i analizom otpadnih voda ispituje se: ukupna količina, sastav, pH, temperatura, količina sedimentnih tvari, količina oksidacijskih tvari, toksičnost, BPK₅, KPK, zamućenje, određuju se bjelančevine, masti, mlječni šećer. Na osnovu dobivenih analiza vrši se tretiranje — obrada otpadnih voda suglasno Zakonu o vodama, a prije nego se iste ispuste u kanalizaciju. Primarna obrada otpadnih voda može biti mehanička, fizikalna, kemijska, biološka (anaerobna ili aerobna), te kombinirana.

Na raspolaganju nam stoje mnogobrojna tehničko-tehnološka suvremena rješenja. Odluka se donosi na osnovu djelotvornosti uređaja za pročišćavanje kao i njegove ekonomičnosti.

U koliko mljekarska privreda nema izgrađene uređaje za pročišćavanje otpadnih voda, mora se provesti sanacija. Sanacija se provodi planski i sistematski uz svakodnevno uzimanje uzoraka na unaprijed određenim mjestima, te analize istih. Na osnovu izvršenog nadzora odlučuje se o potrebnim zahva-

tima, da se zaustavi trend zagađivanja voda. Voda — osnovna živežna namirnica, bez koje je život nezamisliv, najozbiljnije je ugrožena. Zagađeni bunari i vodocrpilišta zatvaraju se. Zahtjevi za kakvoću vode trebaju se ocjenjivati prema kriteriju Svjetske zdravstvene organizacije. Od 13 vodocrpilišta grada Zagreba koristi se 7, dok je 6 zatvoreno, što nam govori o lokalnom tehnološkom i tehničkom neredu.

Nema privrednog objekta koji na bilo koji način ne mijenja tzv. nulto stanje čovjekove okoline, tj. stanje kakvo je, uz dosadašnje zagađivače, utvrđeno prije gradnje novog objekta. Ali uz veću pažnju i organizaciju, znanje i disciplinu, mnogo nepoželjnih popratnih pojava može se izbjeći ili umanjiti njihov utjecaj na čovjekovu okolinu. Tehnološke otpadne tvari, mnogo puta otrovne, mogu se i moraju kontrolirati. Prihvaćanjem tehnoloških novosti danas se u otpadnim vodama industrije nalazi oko 5,000.000 poznatih kemijskih spojeva, a njihov se broj svake godine povećava za 25.000 novih proizvoda, za koje ne znamo kakve posljedice donose za zdravlje ljudi. No, ni danas mnogi zapravo ne razmišljaju o otpadnim vodama kada se odlučuju za novu investiciju. Još manje se to činilo jučer ili prije 10 godina. Trebalo je mnogo godina da se probije svijest da je životna sredina važnija od neke tvornice — trovačnice, pa ipak i danas se grade objekti koji onečišćuju sve oko sebe. Zaštita životne sredine nesumnjivo je skupa. Ali, mjereno čovjekovim zdravljem, pa i životom, nijedna cijena nije previsoka. Zagađivanje je postalo zabrinjavajuće, naročito što je utvrđena nedopuštena koncentracija niza toksičnih elemenata u živežnim namirnicama.

Tehnološku prošlost i budućnost nikad nije razdvajalo tako malo vremena. Vrijeme nam je da spoznamo, da se moramo najozbiljnije pozabaviti problematikom otpadnih voda i da ih sistematski rješavamo, budući je to ograničavajući faktor našeg razvoja. Ne rješavamo li to u projektnim uredima, sve će biti skuplje i teže popravljati greške naknadno.

Znanstveno-istraživački radovi moraju dobiti veću ulogu. Znanje je vrlo skupo, no neznanje, neusporedivo skuplje. Još od 1980. godine Zakon o vodama obavezuje radne organizacije, koje upotrebom vode u tehničke svrhe mijenjaju njezina svojstva, da tu vodu prije ispuštanja u javnu kanalizaciju ili otvorene tokove pročiste do određene kategorije. Međutim, provedeno je od toga neznatno. Zbog toga će zagađivači, pa i domaćinstva plaćati naknadu za onečišćenje voda. No, bez obzira na Zakone, nitko nema ovlasti uništavati najveće, vječno, neprocjenjivo i neotuđivo bogatstvo našeg naroda — naše rijeke, jezera i naš ponos — naše plavo i bistro Jadransko more. Ovo se temelji na saznanju, da ovu našu zemlju i prostor nismo dobili u trajno vlasništvo, već smo ga privremeno posudili na korištenje od naših budućih generacija, kojima pripada.

Što prije započnemo najozbiljnije razmatrati, provoditi i rješavati problematiku otpadnih voda i zagađivanja čovjekove okoline — to bolje. Da nam ne preostane jedina mogućnost proizvoditi pitku vodu u posebnim tvornicama ili vodu uvoziti.

Literatura

1. Zakon o vodama. Narodne novine, Sl. list SR Hrvatske 32 (1984).
2. WÄLZHOLZ, GRONAU, KÖSTER (1967): Die Auswirkung abwassertechnischer Sanierungsmassnahmen auf den Abwassermenge und Schmutzanteil in Molke-reien. **Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 4.**

3. BUNDESANSTALT FÜR MILCHFORSCHUNG BRD (1972): Richtlinien für abwassertechnische innerbetriebliche Massnahmen in milchwirtschaftlichen Betrieben. **Deutsche Molkerei Zeitung 46.**
4. ENGELHARDT (1972): Abwasserprobleme in milchwirtschaftlichen Betrieben. **Deutsche Molkerei Zeitung 13.**
5. BOES, HARTMANN (1972): Aussagekraft des kurzzeit — BSB für die Beurteilung von Molkereiabwasser. **Deutsche Molkerei Zeitung 13.**
6. SERVA- TECHNIK GmbH (1972): Ionenfilter zur Wasseraufbereitung. **Milchwissenschaft 27 (4).**
7. THOMAS (1973): Neutralisation alkalische Abwasser mit Kohlensäure (CO₂). **Deutsche Milchwirtschaft 3.**
8. VERBAND DER DEUTSCHEN MILCHWIRTSCHAFT (1973): Richtlinien für abwassertechnische innerbetriebliche Massnahmen in milchwirtschaftlichen Betrieben. **Molkereitechnik Heft 56, Band 26.**
9. KURZ (1974): Die Neutralisation von Molkereiabwässern mittels CO₂ und Rauchgas. **Deutsche Milchwirtschaft 28.**
10. HOMPF, SCHÖNABER, ROBERT (1982): Auswirkungen nach Inkrafttreten des Abwasserabgabengesetzes (AbwAG) für Einleiter in der Lebensmittelindustrie. **Deutsche Molkerei Zeitung 25.**
11. EISCHOFBERGER, HEGEMANN (1982): Neue Technologien in der Abwasserbehandlung. **Deutsche Molkerei Zeitung 25.**
12. FILL (1982): Massnahmen zur Reduzierung der Abwassermenge und Schmutzfracht in milchverarbeitenden Betrieben. **Deutsche Molkerei Zeitung 45.**
13. BROCKMANN (1983): Abwasserbeseitigung Richtlinien für Molkereiabwasser. **Deutsche Milchwirtschaft 29.**
14. I.M.V. SEMINAR ÜBER MOLKEREIABWÄSSER (1983): **Deutsche Molkerei Zeitung 28.**
15. WILDMOSER (1982): Variopur — ein Verfahren zur innerbetrieblichen Vorreinigung von Industriabwässern. **Deutsche Molkerei Zeitung 25.**
16. DOEDENS (1983): Verschmutzungszuschläge bzw.-abschläge bei Entwässerungsgebühren. **Deutsche Milchwirtschaft 49.**
17. BROCKMANN, POHLIG, SANDEN, WEIGAND, KOPP, BILEK, DOEDENS, BALTJES, WILLE, SCHAUFF, BOLK: Abwasseranlagen für Molkereien. Durchflussmessung — Probenahme — Untersuchung **Molkereitechnik Band 48.**
18. GIMAT (1985): Das Programm für Abwasserkontrolle. Polling BRD.