Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 74 (1982)
Heft: 10

Artikel: Schrägklärer für die Sedimentation
Autor: Tylmann, Josef
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941154

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: 12.07.2025

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

5. Wie geht es weiter?

Im Bereich Abwasser wird man die wichtigen Metalleinleitungen ermitteln und die Abwasserbehandlung dieser Betriebe zu verbessern versuchen.
Im Bereich Abfall bleibt wahrscheinlich nicht viel anderes zu tun übrig, als dass alle Beteiligten die separate Metallsammlung und die Sammlung von Sonderabfällen rigoros fördern müssen.
Zu den laufenden Abklärungsarbeiten wird auch der Versuch im Anwendungsmassstab gehören, Kompost aus streng separierten, geeigneten Abfällen (Gartenabraum, Gemüseabfälle, Laub) herzustellen. Dieser Lösungsansatz wurde im bereinigten Berichtsentwurf 1982 über die Kompostierung von Siedlungsabfällen von der Eidg. Kommission für Abfallwirtschaft vorgezeichnet.

Adresse des Verfassers: Dr. *Jörg Schärer*, Bundesamt für Umweltschutz, 3003 Bern.

Referat gehalten an der Tagung der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL) vom 26. Oktober 1982 zum Thema «Probleme der Schadstoffe in der Schweiz».

Schrägklärer für die Sedimentation

Josef Tylmann

Zusammenfassung

Die Sedimentation von Wasserinhaltsstoffen stellt in der Wasser- und Abwassertechnik eine der wichtigsten Verfahrensstufen dar. Zusätzlich zu den konventionellen Schlammkontaktverfahren OPUR wurde von Sulzer eine Hochleistungssedimentation mit Schrägklärelementen entwickelt.

Summary: Lamellar flowpack clarifiers for sedimentation

Sedimentation of substances present in water is one of the most important process stages in water and wastewater treatment technology. In addition to the conventional sludge contact process OPUR, Sulzer has developed a high-performance sedimentation process using lamellar flowpacks. Two operational plants of different designs are described below.

Absetzverfahren mit Schrägklärern

Die Grundidee der Schrägklärtechnik entstand bereits am Anfang dieses Jahrhunderts. Sie basiert auf dem Koeffizienten von Hazen, der die Oberflächenbelastung von Absetzvorrichtungen definiert.
Trotzdem gilt die Schrägklärtechnik als ein modernes Verfahren, das vor allem seit den sechziger Jahren stetig an Bedeutung gewann. Zahlreiche Publikationen in der Fachliteratur und eine Fülle von Ideen, die zum Patent angemeldet wurden, zeugen davon.
Die Oberflächenbelastung ist als Quotient aus Durchsatzmenge und Oberfläche eines Absetzbeckens definiert. Je grösser die Oberfläche, desto geringer ist die Oberflächenbelastung. Damit steigt auch die Wirksamkeit der Absetzvorrichtung. Die Schrägkläreinbauten, ob Platten, Lamellen oder Rohre, sind immer nur eine hydraulische Massnahme, welche die effektive Oberfläche einer Absetzvorrichtung vergrössern. Damit reduzieren sich die Erfindungen auf diesem Sektor in der Regel auf die Formgebung, Durchströmung und Anwendung von Schrägklärern sowie deren Kombination mit Mischern, Räumern und Krähleinrichtungen.
Neu an der Schrägklärtechnik sind ausschliesslich die heute für Beckeneinbauten verfügbaren Materialien. Sie erlauben eine an sich alte Erkenntnis, die früher aus Kostengründen auf den Apparatebau beschränkt war, heute grosstechnisch in Wasserwerken und Kläranlagen einzusetzen.
In zahlreichen Publikationen werden mathematische Beziehungen über das Absetzverhalten von Wasserinhaltsstoffen in verschiedenen Vorrichtungen dargelegt. Wohl geben diese Abhandlungen Anhaltspunkte für eine mögliche Dimensionierung und Gestaltung von Absetzanlagen, doch liegt ihr Wert nur in einer vergleichenden Wertung gegenüber anderen Systemen. Analytisch ist bis heute die Lösung der Diffusionsgleichung nicht möglich, das heisst ein Absetzvorgang von Partikeln in einem strömenden Medium ist noch nicht berechenbar. Einige wissenschaftliche Institute sind bemüht, unter Einsatz der Stochastik diesem Problem näherzukommen. Damit bleibt als einzige Möglichkeit die Empirik, um Paramter für das Dimensionieren von Absetzanlagen mit Schrägkläreinbauten zu ermitteln. Doch erst die aus Pilotversuchen gewonnenen Erkenntnisse und die Erfahrung an Grossanlagen gestatten es, ein wirtschaftlich konkurrenzfähiges Produkt mit genügenden Sicherheiten für Hersteller und Betreiber auf den Markt zu bringen.

Schrägklärsysteme

Entsprechend der Strömungsrichtung des zu klärenden Rohwassers zum sich absetzenden Schlamm unterscheidet man grundsätzlich drei Schrägklärprinzipien: Das Gleichstromprinzip, das Querstromprinzip und das Gegenstromprinzip. Jedes dieser Systeme bietet Vor- und Nachteile, die jedoch hier nicht näher erläutert werden.
Einige wichtige Kriterien sind: Gestehungs- und Montagekosten der kompletten Absetzvorrichtung, Oberflächenbelastbarkeit, Durchbruchsicherheit, Unempfindlichkeit gegen Belastungsstösse, Chemikalienbedarf, Klarwasserqualität, Schlammkonzentration, gleichförmige Beaufschlagung der gesamten Schrägkläreinbauten sowie Universalität und Einfachheit. Nicht jede der drei erwähnten Prinzipien erfüllt alle diese Kriterien, so dass sich ein wirtschaftlicher Schrägklärer aus einem möglichst günstigen Kompromiss aller Kriterien ergeben wird.

Bild 1. Pilotanlage zur Optimierung von Grossanlagen.

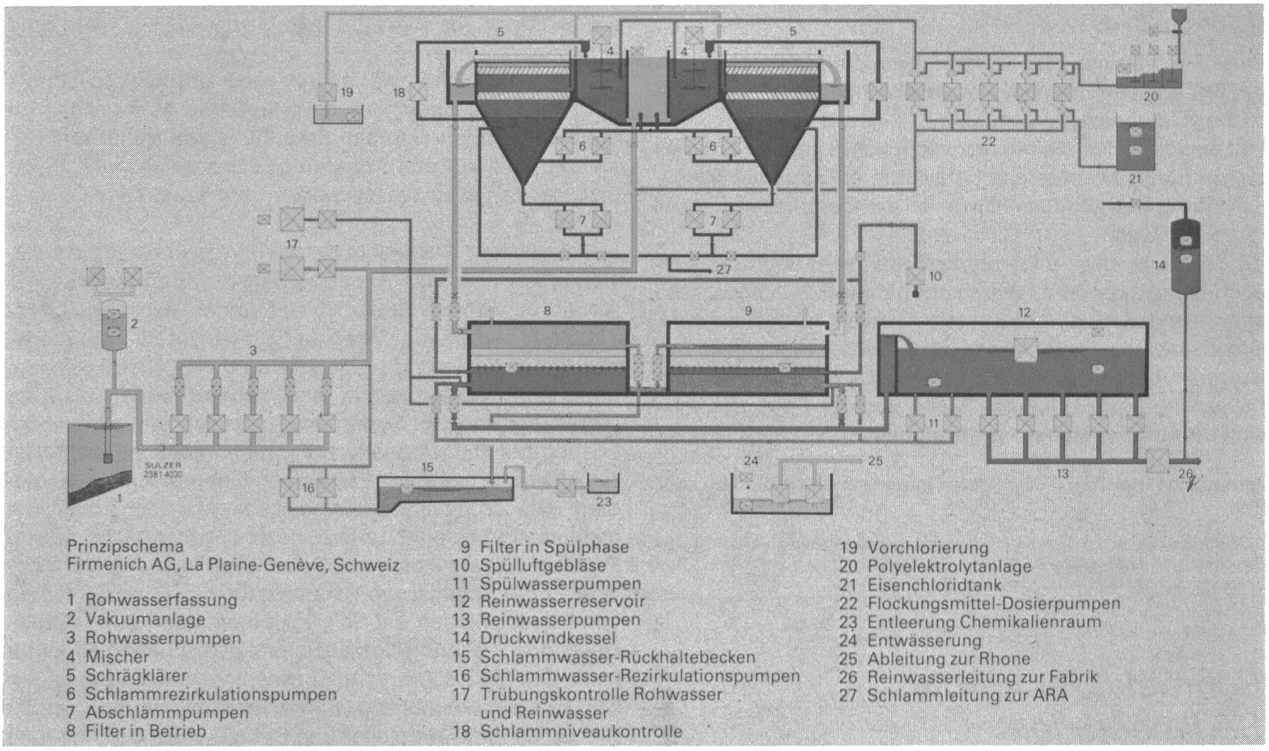


Bild 2. Flusswasser-Aufbereitungsanlage für Industriewasserversorgung Firmenich AG, La Plaine-Genève.

Die Systemwahl

Sulzer hat das Gegenstromprinzip, das dem Stand der Technik entspricht, als Hochleistungssedimentation in die Produktepalette aufgenommen.

Auch beim Gegenstromprinzip gibt es zwei unterschiedliche Bauarten. Die eine ist ein Plattenabscheider, bei dem der Rohwassereintritt seitlich direkt in den Plattenzwischenraum erfolgt. Es werden häufig hohe Platten eingesetzt, um die wirksame Absetzfläche gross zu gestalten. Der Raum unterhalb der Platten, also der eigentliche Schlammraum, wird als Eindickzone durch keinerlei Strömung gestört.

Die andere Bauform weist Lamellen- oder Rohrpakete auf, die von unten angeströmt werden. Der von den Lamellen abgleitende Schlamm durchrieselt den aufsteigenden Rohwasserfluss. Der Sulzer-Schrägklärer hat diese Bauart adaptiert.

Die Vorteile dieses Systems:

– Die vorfabrizierten Lamellenpakete weisen ein geringes Gewicht auf, wodurch Transport- und Montagekosten niedrig bleiben.

– Eine Gleichverteilung des Rohwassers über die gesamte Absetzfläche lässt sich ohne zusätzlichen Energieeintrag, der eine Flockenzerstörung zur Folge haben könnte, mit entsprechendem Einrichten der Abzugrinnen für Klarwasser erreichen.

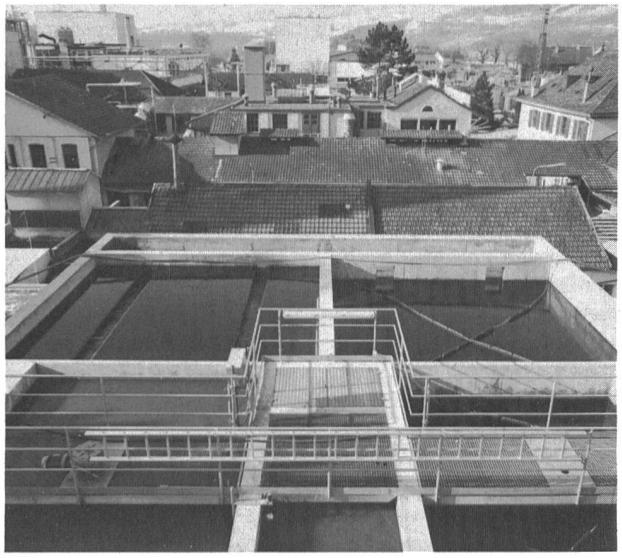
– Eine hohe Durchbruchsicherheit ist gegeben. Die meisten Schlämme gleiten von den schrägen Absetzflächen lawinenartig ab und wirbeln je nach Konsistenz nach einer kürzeren oder längeren Fallstrecke auf. Der Sulzer-Schrägklärer weist niedrige Lamellen auf, so dass dieses Aufwirbeln unterhalb der Lamellen erfolgt. Sind die abgleitenden Flocken genügend kompaktiert, durchrieseln sie das aufströmende Rohwasser und sinken in den Schlammraum ab. Leichtere Partikel werden im ungünstigsten Fall wieder in die Lamellen hochgetragen und dort erneut abgesetzt. Dies kann sich wiederholen, bis sich genügend schwere Agglomerationen gebildet haben. Da es sich aber stets um innerhalb der Lamellen absetzbare Partikel handelt, bleibt ein Durchbruch ins Klarwasser ausgeschlossen.

– Der wichtigste Vorteil dieses Systems aber ist, dass mit konstruktiven Massnahmen und gezielter Chemikaliendosierung mit den abgleitenden und aufwirbelnden Sedimenten ein ideales Schlammplankett im geeigneten Abstand unterhalb der Lamellen aufgebaut werden kann. Dieses schwebende Filter erbringt neben einer wesentlichen Einsparung an Chemikalien auch eine bedeutende Unempfindlichkeit gegenüber Lastschwankungen.

Pilotversuche

Zum Ermitteln der Auslegungsparamter für Grossanlagen und Optimieren des Systems wurde eine Pilotanlage eingesetzt (Bild 1).

Bild 3. Absetzanlage mit Vorflocker und Schrägklärer (Firmenich AG).



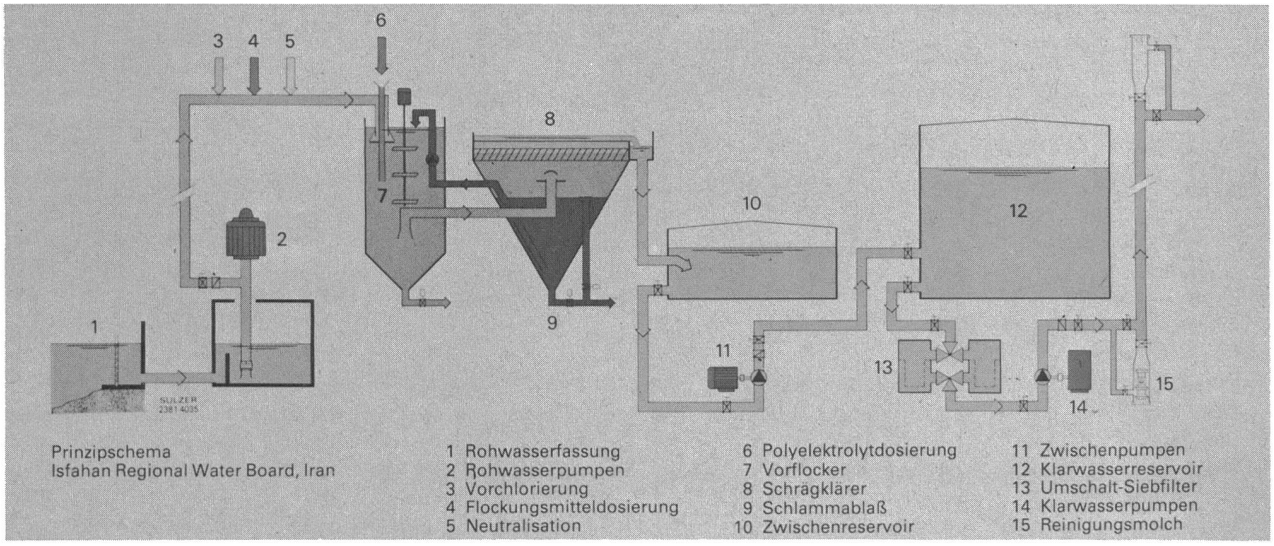


Bild 4. Flusswasser-Aufbereitungsanlage für eine Industriewasserversorgung der Raffinerie NIOC, in Isfahan, Iran.

An verschiedenen Standorten in der Schweiz und in der Bundesrepublik Deutschland wurden in Langzeitversuchen die benötigten Resultate ermittelt. Untersucht wurde vorgängig die Flockungssedimentation und Entkarbonisierung ursprungsmässig, jahreszeit- und witterungsbedingt unterschiedlich belasteter Flusswässer. Aufgrund der erzielten Ergebnisse hat Sulzer 1978 zwei Grossanlagen in Auftrag genommen.

Industriewasser aus der Rhone

Aufgabe war es, Wasser aus der Rhone durch Sedimentation und Filtration zu Kühl- und Prozesswasser für das Chemiewerk Firmenich AG (La Plaine-Genève) aufzubereiten. Aus Gründen des Umweltschutzes können die aus der Aufbereitungsanlage anfallenden Schlammwässer nicht wieder direkt in den Vorfluter zurückgeführt, sondern müssen in die Kanalisation zur bestehenden Kläranlage geleitet werden. Wegen den hohen Einleitungskosten sollte der Schlammwasseranfall auf ein Minimum reduziert werden. Der teure und sehr beschränkt verfügbare Baugrund erforderte einen Kompaktbau der Anlage.

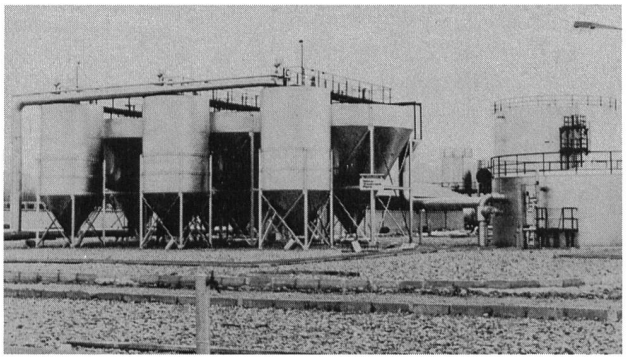
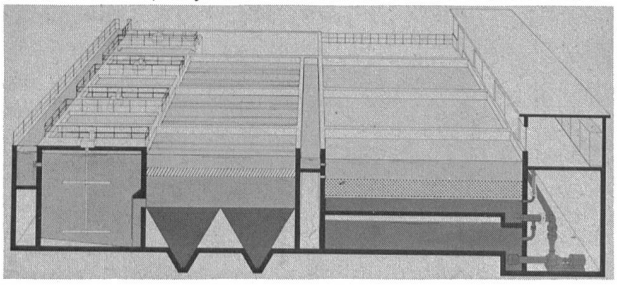


Bild 5. Absetzanlage mit Vorflocker und Schrägklärer (Isfahan).

Bild 6. Sulzer-Kompaktsystem für Sedimentation und Filter in offener Bauart.



Das Schema (Bild 2) veranschaulicht die gewählte Verfahrenskombination. Der Baukörper wurde bereits für eine totale Durchsatzleistung von 800 m³/h erstellt, doch erfolgte dessen Ausrüstung für den gegenwärtigen Bedarf von 400 m³/h.

Das mit ausreagierten Chemikalien vesetzte Rohwasser tritt in den Sedimentationsteil zwischen zwei übereinander angeordneten Schrägklärpaketen ein. Die Oberflächenbelastung beträgt 11 m³/m² h. Während das obere der Trennung von Klarwasser und Flocken dient, steigert das untere die Schlammkonzentration auf 4% Feststoffgehalt. Nur dieses Schlammwasser gelangt zur Kläranlage.

Die unterhalb der Sedimentationsanlage angeordneten Betondruckfilter sind als Zweischichtenfilter ausgebildet und werden vom Klarwasser bis zum Reinwasserreservoir mit einer Filtrationsgeschwindigkeit von 11,5 m/h durchflossen. Das aus der Rückspülung der Filter anfallende Schlammwasser wird dem Rohwasser beigemischt und in der Sedimentationsstufe geklärt.

Bild 3 zeigt die Sedimentationsanlage mit den Reaktionsräumen im Vordergrund und den nachgeschalteten Schrägklärern.

Kühlwasserversorgung der Raffinerie NIOC, Isfahan, Iran

Die Anlage dient der Aufbereitung von Flusswasser aus dem Zayandeh Roud zu Prozess- und Kühlwasser. Das Flusswasser kann eine Schwebestofffracht von über 2000 ppm aufweisen. Die geforderte Reinwasserqualität von unter 5 ppm Schwebestoffgehalt macht eine nachgeschaltete Filtration entbehrlich. Das Schema (Bild 4) zeigt das Verfahren.

Die Forderung des Kunden, die Anlage vollständig in Stahlkonstruktion auszuführen, führte zum Bau einer Hochleistungssedimentation mit Schrägklärern.

Bild 5 zeigt die fertiggestellte erste Bauetappe mit einer Durchsatzleistung von 1800 m³/h. Sie setzt sich zusammen aus fünf Einheiten, bestehend aus je einem Reaktions- und einem Absetztank. Die Schrägklärer weisen 6,8 m Durchmesser und 7 m Höhe auf. Sie werden mit einer Oberflächenbelastung von 10 m³/m² h betrieben.

Zusammenfassung und Aussichten

Die beiden aufgezeigten Anlagen stehen nun seit über zwei Jahren in Dauerbetrieb und haben die Garantiewerte voll erfüllt. Betriebserfahrungen zeigten, dass dieses Sy-

stem trotz Hochleistungsbetrieb bei der Gestehung, Wartung und dem Betrieb den konventionellen Anlagen überlegen ist. Sulzer-Schrägklärer können wesentlich höhere und auch stossartige Laständerung auffangen.
Die in Bild 1 gezeigte Pilotanlage ist seit mehr als fünf Jahren in Betrieb. An ihr werden weitere Einsatzmöglichkeiten wie beispielsweise die Aufbereitung von Spülwässern aus Filteranlagen untersucht. Eine universelle Verwendbarkeit für verschiedenartige Sedimentationsprobleme konnte nachgewiesen und entsprechende Auslegungsparameter ermittelt werden.
Die Kompaktbauweise, die Sulzer in zahlreichen Anlagen mit konventionellen Absetzanlagen und direkt nachgeschalteten Betondruckfiltern realisiert hat, führte bei der Anlage Firmenich AG zu einer weiteren Reduktion des Bauvolumens.
Sulzer hat ein weiteres Kompaktsystem entwickelt (Bild 6): die wirtschaftliche Kombination von Sedimentation und Filtern offener Bauart. Die in Baukastenform zusammengestellten Einheiten wurden für Einheitsleistungen von 360 bis 600 m^3/h standardisiert.

Literatur
Wilhelm Beckteler: Stockastische Modelle zur Simulation des Transportes suspendierter Feststoffe. «Wasserwirtschaft» *70* (1980) 5.

Cyril Gomella: Clarification avant filtration – ses progrès récents. Rapport général 1, 1974.

Sigurd P. Hansen, Gordon L. Culp, John R. Stukenberg: Practical application of idealized sedimentation theory in wastewater treatment. «Journal WPCF», August 1969.

G. Jacqueline, G. Thomas: Le séparateur lamellaire à co-courant procédé Axel-Johnson. «L'eau et l'industrie», Nr. 6, Avril 1976.

W. E. Schlitter: Lamellenklärer-Kompaktgeräte mit hohem Raumnutzungsgrad. «Aufbereitungs-Technik», Nr. 9, 1976.

Y. Richard: La décantation lamellaire et ses nouveaux développements. «T.S.M. – L'eau», mars 1974.

J. C. Ginocchio, J. Tylmann, A. Gründer: Entkarbonisierung und Aufbereitung von Kühlwasser mit Schrägklärsystem. «Chemische Rundschau», Sonderheft 1980.

Adresse des Verfassers: *Josef Tylmann,* Wasser- und Abwassertechnik, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur.

Le problème des nitrates en agriculture

Les plantes sont un élément déterminant de notre survie physique sur cette planète. L'homme a donc tout intérêt à les préserver. Pour leur part, les plantes ont un besoin vital de substances minérales, qu'elles tirent du sol. De sorte que si l'homme veut conserver la fertilité du sol et assurer la base même de son existence physiologique, il doit restituer à la terre ce que la plante y a prélevé, en lui fournissant des substances nutritives sous forme minérale.
C'est ce que le chimiste allemand Justus von Liebig avait déjà établi scientifiquement il y a plus de cent ans. Depuis lors, cette réalité (connue de manière empirique, il est vrai, depuis la nuit des temps) s'impose directement et en permanence à tous les agriculteurs. Rien d'étonnant par conséquent si la consommation d'engrais et la production de cultures vivrières se suivent dans les mêmes proportions.
Or, on entend de toute part et de plus en plus fréquemment s'élever des voix qui condamnent le principe de la fumure «artificielle». Les détracteurs affirment que les engrais minéraux ruinent la fertilité des sols, polluent les eaux, dénaturent la qualité des produits agricoles, mettent en danger notre santé et perturbent en fin de compte tout notre milieu vital.
Il n'en est pas moins vrai que les engrais minéraux garantissent à l'être humain une alimentation suffisante, précieuse et de haute qualité. Sans l'apport d'engrais de cette nature, le problème de la faim dans le monde serait autrement plus grave que ce qu'il est devenu aujourd'hui. De plus, l'industrie chimique, l'agriculture et le commerce sont conscients de la grande responsabilité qu'ils assument à l'égard de l'environnement; de ce fait ils sont tout naturellement portés à respecter les lois en vigueur dans la nature.
Nous allons tenter, dans cet article, de présenter le problème des nitrates sous ses divers aspects, en démontrant que s'ils sont appliqués de manière correcte et avec le sens des responsabilités, ces engrais d'origine minérale ne constituent aucun danger pour l'homme et son environnement.

Les plantes ont besoin d'azote

L'approvisionnement des plantes en azote ne peut être assuré pour l'essentiel que sous la forme minérale (c'est-à-dire de nitrates) dès lors que la plupart des plantes sont incapables d'assimiler directement l'azote gazeux contenu dans l'atmosphère. Il se trouve que les plantes ont un grand besoin d'azote. Selon l'intensité et le type des cultures, ce besoin peut varier entre 80 et 350 kilos d'azote par hectare. Les conditions optimales sont réunies lorsqu'il y a rendement élevé pour de bonnes caractéristiques de qualité. L'objectif de la fumure correctement appliquée est précisément de développer et de conserver ce mode de production optimal.
La fumure offre en outre la possibilité de corriger la teneur du sol en éléments nutritifs, souvent très déséquilibrée, et d'optimiser de ce fait la production d'aliments végétaux. Il est donc évident qu'avec une fumure adéquate, c'est-à-dire établie précisément en fonction des besoins spécifiques au terrain et à la plante, on peut améliorer la production de manière bien plus efficace qu'avec des engrais fabriqués empiriquement à base de mixtures et de compositions hasardeuses.

Engrais azotés d'origine organique ou engrais azotés minéraux?

Le fait que l'azote nécessaire à la croissance végétale soit fourni sous la forme d'engrais organiques (fumier, compost, farine d'os, fleur de soufre, etc.) ou d'engrais minéraux n'a en principe aucune influence sur la capacité d'assimilation des nitrates par la plante. Dans des conditions de croissance favorables, les engrais organiques sont très rapidement transformés dans le sol en nitrates, de sorte que l'on peut affirmer que l'azote d'origine organique est, pour la plante, identique à celui d'origine minérale. Même en renonçant totalement aux engrais azotés minéraux (dits commerciaux) on peut se trouver en présence de concentrations excessives d'azote dans le sol, surtout si l'on utilise des engrais à minéralisation rapide. L'emploi de composts ou d'engrais à dégradation lente est de nature à écarter ce danger dans une certaine mesure.
Les stations fédérales de recherche agricole, l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (EAWAG) de même que l'Office fédéral pour la protection de l'environnement ont publié, à l'intention des agriculteurs, des guides pratiques pour l'utilisation de moyens de fumure adéquats; il s'agit des «Directives