

Zeitschrift: Anthos : Zeitschrift für Landschaftsarchitektur = Une revue pour le paysage
Herausgeber: Bund Schweizer Landschaftsarchitekten und Landschaftsarchitektinnen
Band: 4 (1965)
Heft: 3

Artikel: Die Entwässerung von Friedhöfen = L'assainissement des cimetières = Sanitary engineering work on cemeteries
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-132156>

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: 15.04.2026

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

Die Entwässerung von Friedhöfen

Die wichtigste Funktion des Friedhofes ist die Gewährleistung einer raschen und vollständigen Verwesung. Die starke Bevölkerungszunahme, die zunehmende Schwierigkeit geeignetes Gelände zu finden und die hohen Bodenpreise rechtfertigen die Anwendung neuer Verfahren zur Beschleunigung der Verwesung. Tatsächlich sehen die gesetzlichen Bestimmungen eine kürzere Ruhezeit vor, als in Lehm- und Moränenböden notwendig ist.

Die Verwesung vollzieht sich in drei Hauptformen:
a normale Verwesung unter Zutritt von frischer Luft;
b die Mumifikation;
c Verwesung ohne Zutritt von Luft, Bildung von Wachseleichen.

In unserm feuchten Klima kommt die Mumifikation praktisch nicht vor. Wir haben uns deshalb nur mit der normalen Verwesung und derjenigen ohne Zutritt von Luft zu beschäftigen.

Die normale Verwesung

ist eine Oxydation komplizierter organischer Moleküle in einfachere Verbindungen. Sie hat die Bildung von Wasser, Carbonaten, Nitriten und Nitraten, Sulfaten usw. zur Folge. Diese Produkte vermischen sich teilweise mit dem Boden, lösen sich in der Bodenfeuchtigkeit oder verflüchtigen sich als Gase in der Atmosphäre. Diese Verwesung benötigt Sauerstoff, welcher natürlicherweise in sandigem oder kiesigem Boden vorhanden ist, sofern die Särge nicht im Grundwasser liegen. Das Skelett verschwindet nicht vollständig, weil es zur Hauptsache aus kohlenstoffreichem Kalk besteht. Es ist jedoch für spätere Bestattungen ungefährlich. Die kranken Knochen, die Knorpel und die Gebeine von Kindern verschwinden zuerst. Die vollständigen Gebeine, besonders jene von alten Personen, Schienbeine, Schenkelknochen, Schädel erhalten sich sehr lange. Eine verhältnismässig hohe Temperatur begünstigt die Entwicklung von Mikroben und beschleunigt die Verwesung. Eine gewisse Menge Wasser – es darf aber nicht stagnieren – wäscht die Zersetzungsprodukte aus und spült sie fort. Das stagnierende Wasser jedoch verhindert den Luftzutritt und die normale Verwesung.

Die Verwesung ohne Luftzutritt

wird durch anaerobe Bakterien bewerkstelligt und ist nicht vollständig. Dabei entsteht Leichenwachs, mit welchem Wort man verschiedene Substanzen umschreibt. Verseifung, Umwandlung von neutralen Fetten in Glycerin und Fettsäuren. Die letzteren ergeben mit dem Kalk im Boden unlösliche Seifen.

Man kann drei Phasen der Verwesung unterscheiden:
a Während etwa 2 Monaten nach der Bestattung vollzieht sich eine normale Verwesung solange der Luftvorrat im Sarg dazu ausreicht.

b Nach und nach machen die aeroben Bakterien den anaeroben Platz. Etwa vom zweiten zum dritten Monat vollzieht sich die Verseifung der Fette.

c Die Verseifung der Eiweissstoffe dauert mehrere Jahre und endet erst, wenn diese völlig zerstört sind.

Das Leichenwachs ist eine weissliche Masse die sich ähnlich wie Stearin oder Bienenwachs anfühlt. Es ist hygroskopisch und schmilzt bei ungefähr 49 Grad. Seine physikalischen Eigenschaften ändern sich mit dem Alter. Es wird härter. Es umschliesst oft noch rote Muskelstränge. Wenn solche an die Luft kommen, verfaulen sie rasch und sind für die Erdarbeiter gefährlich. Das Leichenwachs verändert sich nicht mehr an der Luft. Man findet selten einen vollständig in Wachs verwandelten Leichnam. Der Körper konserviert sich besser als die Gliedmassen.

Wenn man den Unterschied zwischen der normalen Verwesung und derjenigen ohne Luftzutritt kennt, ist es verhältnismässig leicht zu beurteilen, welche Gelände sich ohne weitere Massnahmen für Friedhöfe eignen.

Die Drainierung

Die im Kanton Zürich sehr häufigen Moränenböden eignen sich schlecht oder gar nicht zur Anlage von Friedhöfen, weil sie zu kompakt sind. Da sie keine regelmässige Schichtung haben, sind die unterirdischen Wasserzüge sehr schwer zu bestimmen. Weil es oft

L'assainissement des cimetières

La fonction essentielle du cimetière est d'assurer une décomposition rapide et complète. L'accroissement rapide de la population, la difficulté toujours plus grande de trouver des surfaces encore disponibles, le prix des terrains justifient l'emploi de techniques nouvelles pour réduire la durée effective de décomposition. Les lois en effet prévoient un temps de repos bien inférieur à celui qui est nécessaire dans les terrains glaiseux ou morainiques.

La décomposition posthume revêt trois formes principales:

- a décomposition normale avec apport d'air frais;
- b la momification;
- c la décomposition sans apport d'air frais (formation d'adipocire).

Sous notre climat humide, la momification n'entre pratiquement pas en ligne de compte, nous nous occuperons donc seulement de la décomposition normale et de celle qui s'effectue sans apport d'air.

La décomposition normale

est une oxydation de molécules organiques compliquées en éléments plus simples. Il en résulte de l'eau, des carbonates, nitrites, nitrates, sulfates, etc. Ces produits se mélangent partiellement au sol, se dissolvent dans l'humidité sous-jacente ou s'échappent dans l'atmosphère sous forme de produits gazeux. Cette décomposition nécessite l'apport d'oxygène qui se trouve naturellement dans les sols sableux ou graveleux, pour autant que la nappe souterraine ne baigne pas les cercueils. Le squelette lui ne peut guère disparaître complètement, car il est formé principalement de carbonate de chaux. Il ne présente aucun danger pour les ensevelissements ultérieurs. Les os spongieux, les cartilages, les ossements des enfants disparaissent les premiers. Les os compacts, spécialement ceux de personnes âgées (tibia, fémur, crâne), résistent très longtemps. Une température relativement élevée favorise le développement des colonies microbiennes et accélère la décomposition. Une certaine quantité d'eau, pour autant qu'elle ne soit pas stagnante, entraîne les produits de décomposition. Empêchant l'arrivée de l'air, l'eau stagnante nuit par contre à la décomposition normale.

La décomposition sans apport d'air extérieur

Elle est provoquée par des bactéries anaérobies et ne peut être que partielle. L'adipocire (Leichenwachs) qui en résulte est une désignation globale de produits différents. Saponification, transformation de graisses neutres en glycérine et acides gras. Ces derniers combinés avec le calcaire du sol donnent des savons insolubles.

On peut distinguer trois phases de décomposition:
a Durant deux mois environ après l'enterrement, s'effectue une décomposition «normale» avec la réserve d'air contenue dans le cercueil.

b Peu à peu la faune aérobienne disparaît pour faire place aux bactéries anaérobies. Du second au troisième mois environ se produit la saponification des graisses.

c La saponification des matières albumineuses dure plusieurs années et ne se termine que lorsque toute l'albumine est détruite.

L'adipocire est une matière blanchâtre, au toucher elle rappelle la stéarine ou la cire d'abeilles. C'est une substance hydroscopique qui fond à 49 degrés environ. Ses propriétés physiques varient avec l'âge, elle durcit en vieillissant. Elle enrobe souvent des fibres musculaires encore rouges. Exposés à l'air ces muscles pourrissent rapidement et sont dangereux pour les terrassiers. L'adipocire exposée à l'air ne se décompose plus. Il est rare de trouver un cadavre totalement transformé en cire. Le tronc se conserve mieux que les extrémités.

Connaissant la différence entre la décomposition normale et celle sans apport d'air, il est relativement facile d'apprécier les terrains susceptibles d'être utilisés sans modification pour des cimetières.

Le drainage

Les terrains morainiques, si fréquents dans le canton de Zurich, ne conviennent pas ou mal à l'aménagement

Sanitary engineering work on cemeteries

The main function of a cemetery is to assure and promote rapid and complete decomposition. The rapid growth of the population, the growing difficulties of finding convenient sites for cemeteries as well as present day real estate prices justify the use of new technics to reduce the actual duration of decomposition. As a matter of fact the laws generally stipulate a resting time which is shorter than really necessary in loamy or moraine soil. In post mortem decomposition we can distinguish

- a Normal decomposition with fresh air
- b Mummification
- c Decomposition without fresh air (formation of adipocere)

In our damp climate mummification can practically be ruled out and we shall therefore confine ourselves to normal decomposition and decomposition at the exclusion of fresh air.

Normal decomposition

is an oxidation of complicated organic molecules which are reduced to simpler elements, and the result is water, carbonates, nitrates, nitrites, sulphates, etc. These products will partly mix with the soil dissolve in moisture or escape into the atmosphere in the form of gases. This sort of decomposition requires the presence of oxygen which is available in sandy or gritty soil, if the subsoil does not carry so much water that the coffins float. The skeleton, however, does normally not dissolve altogether, because it consists mainly of carbonate of lime. It represents no danger for subsequent burials. Spongy bones, cartilages, and bones of infants will disappear first, whereas compact bones, especially of old persons (tibia, femur, cranium) will resist for a very long time.

The relatively high temperature promotes the development of microbe colonies and speeds up decomposition. A certain quantity of water, if not stagnant, is useful for the process, as it washes the products of decomposition away. Stagnant water, however, impairs the process, as it shuts off air.

Decomposition without external air

This decomposition is carried out by anaerobiont bacteria, but this process never leads to full decomposition of the body. It results in the formation of adipocere, a wax-like substance consisting of different products. It is in fact a process of saponification, whereby adipose or neutral fat is turned into glycerine and acids which, combined with the lime of the soil, result in a kind of indissoluble, saponaceous substance.

One can distinguish three stages of decomposition:
a During approximately the first two months after burial normal decomposition takes place with the air reserve contained in the coffin.

b By and by the aerobic fauna will disappear and leave the place to anaerobiont bacteria. Thus after the second or third month saponification takes place.

c Saponification of albumins lasts several years and ends only when the albumins are destroyed.

Adipocere is of a whitish colour. It touches like stearin or bees' wax. It is a hydroscopic substance which melts at a temperature of about 49 centigrade degrees. Its physical characteristics vary according to age, its gets harder in growing older. It often encompasses muscular fibres while still red. When exposed to air these fibres decompose rapidly and are dangerous to the grave-diggers. Adipocere exposed to air decomposes no more. Bodies totally turned into adipocere are rarely found. The trunk is better conserved than the extremities.

When knowing the difference between normal decomposition and decomposition at the excluding of air it is relatively easy to tell which sorts of sites are suitable as cemeteries without requiring any sanitary engineering work.

Drainage

Moraine ground, so frequently encountered in the canton of Zurich, is hardly suited for cemeteries, as it is too compact. As there are no regular layers, it is difficult to find the traces of infiltration. Thus it is often impossible to find suitable ground at a spot which

Schematische Darstellung eines Grabes mit Kiesunterlage und Kieskamin für lehmige Böden.

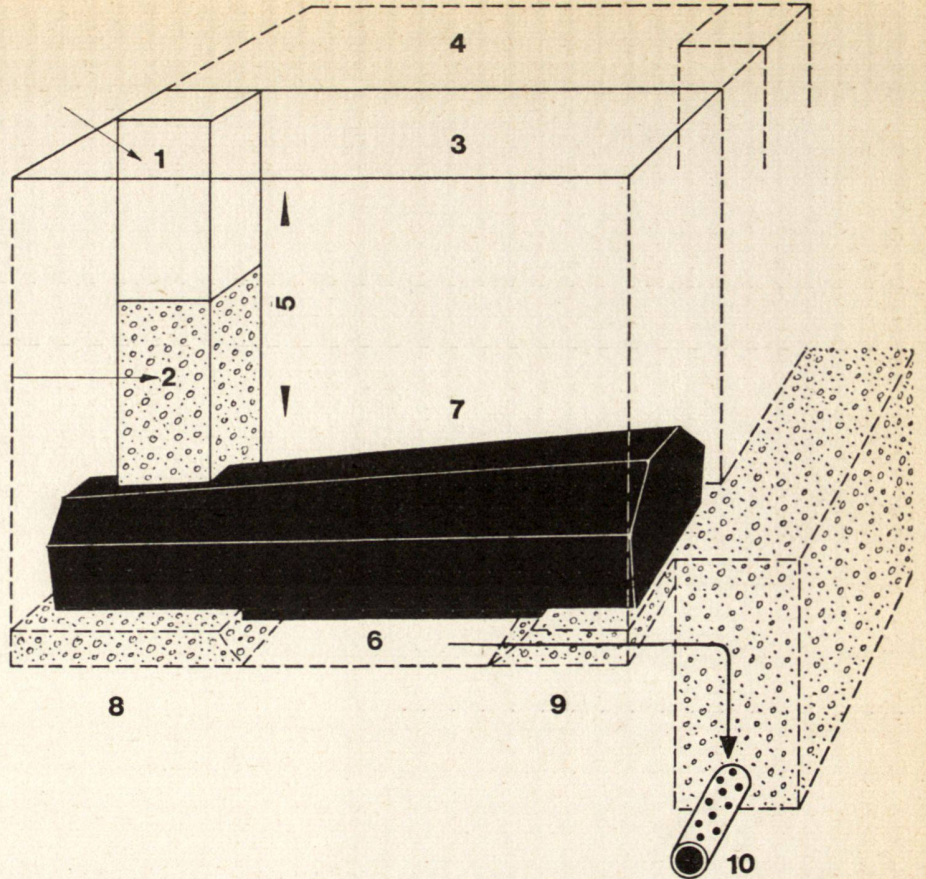
- 1 Abdeckung des Kamins mit feiner Humuserde, notwendig zur Geruchsvermeidung
- 2 Lüftungskamin aus feinem Kies oder grobem Sand
- 3 Querschnitt ca. 30×30 cm
- 4 Nebenliegendes Grab
- 5 Luftzirkulation
- 6 Entwässerung
- 7 Hohlraum zwischen Sarkgkopf (bzw. Sarkgfuß) mit Kies füllen
- 8 Kiesunterlage 15–20 cm von Grab zu Grab durchgehend
- 9 Sarg 10 cm im Kies eingebettet
- 10 Evt. Entwässerung mit ZR. Kal. 15 cm zur Kanalisation oder Klärschacht

Schéma d'une fosse en terrain glaiseux avec drainage et aération.

- 1 Couche de terreau absorbant les mauvaises odeurs
- 2 Cheminée d'aération remplie de gravier fin ou de sable grossier
- 3 Section env. 30×30 cm
- 4 Fosse voisine
- 5 Circulation d'air
- 6 Assainissement
- 7 L'espace libre entre les extrémités du cercueil et la fosse sera rempli de gravier
- 8 Lit de gravier continu, 15–20 cm d'épaisseur
- 9 Cercueil placé dans la couche de gravier
- 10 Ev. drainage avec tuyaux de ciment perforés, calibre minimum 15 cm menant à une canalisation ou à une fosse septique.

Diagram of a grave with layer of gravel and air shaft for loamy soils.

- 1 Covering of the shaft with a layer of fine humus to filter evil smelling gases
- 2 Air shaft of fine gravel or rough sand
- 3 cross section about 30×30 cm
- 4 adjacent grave
- 5 air circulation



- 6 Hollow space between coffin head and foot to be filled up with gravel
- 7 drainage
- 8+9 Gravel layer 15–20 cm thick running through the

- entire row of graves. Coffin embedded in gravel 10 cm thick
- 10 Drainage with cement tubes of at least 15 cm in Ø to drainage system or sewerage shaft

unmöglich ist, einen geeigneten Boden zu finden an Orten, die aus andern Erwägungen durchaus in Betracht kämen, so ist es unumgänglich, das Terrain seiner neuen Bestimmung anzupassen. Der Grundwasserspiegel muss so tief abgesenkt werden, dass er die Särge nicht mehr berührt. Die hierfür vorgesehene Drainage wird 2,2 bis 2,5 m unter die Planie des Friedhofes gelegt, d. h. 40 bis 70 cm unter die Gräbersohle. Die Drainiergräben sollen wegen allfälligen Reparaturen nicht unter Gräbern durchgeführt werden und werden bis etwa 1,5 m unter Planie mit Kies aufgefüllt. Der grösste Feind der Drainagen im allgemeinen und der Friedhofentwässerungen im besonderen sind die Wurzeln, welche in die Röhren eindringen und sie verstopfen. Diese sollen deshalb für die Reinigung leicht zugänglich sein (Dohlen). Die meisten Gemeinden besitzen bereits Reinigungsgeräte, auf welche bei der Projektierung zu achten ist. Der Wasserspiegel zwischen zwei Drainleitungen ist um so höher, je undurchlässiger der Boden ist. In extremen Fällen (in schweren Tonböden) ist die Drainierung ohne erkennbare Wirkung. Dann muss man eine Kiesschicht einbauen, welche den ganzen Untergrund entwässert.

Die Belüftung des Untergrundes

ist nicht immer vorhanden, auch wenn der Grundwasserspiegel genügend abgesenkt wurde. Das liegt an der Kapillarität des Bodens. Das buchstäblich an die Erdkrümelchen geklebte Wasser verstopft die Poren, durch welche die Luft eintreten sollte. Eine Scholle knetbaren Lehmes, die keinen Tropfen Wasser abgibt, enthält doch nicht weniger als 30 bis 50 Volumenprozent davon. Ein von Lehm eingehüllter Sarg bleibt hermetisch verschlossen. In derselben Reihe kann man von einem Grab zum andern sehr grosse Unterschiede feststellen. Im einen findet man nur noch Gebeine und vertorfes Holz und gleich daneben einen noch beinahe ganzen Sarg und eine gut erhaltene Leiche. Vielleicht lassen sich diese Unterschiede mit den Niederschlägen im Zeitpunkt der Bestattung erklären. Bei trockenem Wetter verhalten sich die Lehmschollen wie Kies und lassen der Luft Zutritt. Bei regnerischem Wetter wird jedoch mit aufgeweichtem Material eingefüllt. Es umhüllt den Sarg mit einer undurchlässigen Schicht welche das Holz konserviert und den Zutritt von Luft verhindert. Der ehemalige Friedhof auf der Hohen Promenade in Zürich ist hierfür ein besonders interessantes Beispiel. Nach seiner Aufhebung im Jahre 1912 wurden alle Särge exhumiert. Man fand etwa 80% der Leichen ganz oder teilweise erhalten, trotzdem der Friedhof auf einem Hügel lag, der keinen Grundwasserspiegel aufwies. Aber das Oberflächenwasser drang in

ment de cimetières, car ils sont trop compacts. Ne possédant pas de couches régulières, il est difficile de déterminer le tracé des infiltrations. Comme il est souvent impossible de trouver le sol adéquat à un endroit qui pour d'autres considérations serait tout indiqué, il est nécessaire de modifier la nature du sol en vue de sa nouvelle destination. La nappe souterraine doit être ramenée à une profondeur suffisante pour qu'elle ne baigne pas les cercueils. Le drainage disposé à cet effet aura une profondeur de 2,20 à 2,50 m en dessous du terrain après planie, soit 40 à 70 cm en dessous des fosses. Les tranchées ne passeront pas sous les tombes (réparations) et seront remplies de gravier jusqu'à une profondeur de 1,50 m. Le plus grand ennemi des drainages en général, et celui des assainissements de cimetières en particulier est constitué par les racines qui pénètrent à l'intérieur des conduites et les obstruent. Les conduites seront donc disposées de façon à être facilement accessibles pour leur nettoyage (regards). Comme la plupart des communes possèdent déjà des engins de nettoyage, il est bon d'en tenir compte lors de l'élaboration du projet. Entre deux drains, le niveau de la nappe est d'autant plus haut que le sol est plus imperméable. Dans les cas extrêmes (glaise compacte) le drainage n'a aucune action appréciable. Il faut alors recourir à une couche de gravier qui draine tout le sous-sol.

L'aération du sous-sol

Une fois la nappe souterraine ramenée à un niveau convenable, l'aération nécessaire n'existe pas toujours. C'est la capillarité du terrain qui en est cause. L'eau est littéralement collée aux granules et obstrue les pores qui normalement devraient laisser passer l'air. Une motte de glaise malléable, qui ne laisse pas échapper une seule goutte d'eau, n'en contient pas moins de 30 à 50% (en volume). Le cercueil, enrobé de glaise, reste hermétiquement fermé. Dans la même rangée, on constate de grandes différences d'une tombe à l'autre. Les unes ne renferment que des ossements et le bois du cercueil désagrégé ressemble à de la tourbe, la tombe voisine par contre pourra contenir un cercueil presque intact et un cadavre bien conservé. Il est probable que les précipitations atmosphériques lors de l'ensevelissement peuvent expliquer ces différences. Par temps sec, les mottes de glaise partiellement desséchées se comportent durant un certain temps comme du gravier et laissent passer l'air. Par temps pluvieux au contraire, le remblayage s'effectue avec du matériel rendu plastique par les précipitations, il enrobe le cercueil d'une couche étanche, conserve le bois et empêche toute circulation d'air. L'ancien cimetière de la «Hohe

otherwise would be convenient and in all these cases it will be necessary to modify the nature of the soil for the new purpose. The subterranean water level should be lowered to a sufficient depth so that the coffins will not float. Drainage should therefore be at a depth of 2.20 to 2.50 meters, that is 40 to 70 centimeters below the bottom of the graves. The section should not pass underneath the tombs (repair work) and should be filled with gravel to a depth of 150 m. The worst enemy of drainage in general and particularly of sanitary engineering work on cemeteries is roots getting inside the pipes, and therefore they should be arranged in such a manner as to be accessible for cleaning purposes. As most of the towns have already some equipment for such work, it should be taken into account when establishing the project. Between two draining sections there can still be a water level which is in proportion to the impermeability of the ground. In extreme cases (compact clay) a drainage system may have no useful effect and then the only thing to do is to put in a layer of gravel to carry away all the water.

Airing of the subsoil

If the subterranean water level is brought to a convenient depth, it does not always follow that the problem of airing is solved at the same time. Capillary rise has also to be taken into account. The water actually sticks to the granulated substance and fills the pores which should let the air pass. A lump of clay which will not let one drop of water pass, contains all the same 30 to 50 volume percent of pores. The coffin, encompassed by clay, remains hermetically closed. In one and the same row of graves one can find great differences. Whereas in one grave the wood of the coffin has disintegrated into a substance looking like peat and nothing but the rough bones have remained, the adjacent grave may contain an almost intact coffin with a well-preserved body. It is not unlikely that weather conditions on the burial day may be responsible for such differences. If the weather was dry the partly dried out lumps of clay may have behaved like gravel letting the air pass. If it was rainy, then the material to fill the grave may have become plastic, thus encompassing the wood with an airtight coat preserving the coffin in almost unaltered condition. A most interesting case of this nature is the former cemetery Hohe Promenade at Zurich. The site having no longer been used as a cemetery for a long time the Town Authorities decided to use the ground for other purposes and order was given to dig it up. Almost 80 percent of the bodies were totally or at least partly preserved. The cemetery was on a hill and there could not be any ground-water, but rain water

die Gräber ein wie in einen Sickerschacht und fand dort keinen Ablauf mehr.

Um die unerwünschte Kapillarität unschädlich zu machen müssen Kiesschichten eingebaut werden, welche den Wasserabfluss und die Durchlüftung unter den Gräbern gewährleisten. Die Särge müssen auf dieser Kiesschicht stehen.

In bestehenden Friedhöfen kann gelegentlich eine ungenügende Verwesung festgestellt werden, ohne das Vorhandensein von stehendem Wasser. In diesem Falle haben wir Belüftungskamine empfohlen (siehe Bild). Diese Kamine erleichtern den Gasaustausch zwischen dem Grab und der Atmosphäre. Nach dem Auströmen des Geruchs zu schliessen, sind sie äusserst wirksam. Es ist deshalb unerlässlich, sie mit einer geruchsbindenden Schicht von Erde, Torf oder feinem Sand abzu decken. Der Totengräber wird danach trachten, die Kiesschicht nach und nach zu erhöhen und die Erdschicht zu verringern, und er wird auch der Jahreszeit Rechnung tragen, weil sich im Sommer mehr Besucher auf dem Friedhof einfinden als im Winter.

Das Wasser aus der Drainierung

Wie gross ist die Verschmutzung des aus dem Friedhof abfliessenden Wassers? Es ist sehr gefährlich hierüber eine Regel aufzustellen. Die Krankheitskeime sterben mit der Erkaltung des Leichnams ab, mit Ausnahme der Mikroben von Thyphus, Tuberkulose und Cholera. Eine schwache Erdschicht gewährleistet eine genügende Filtration. Eine Verschmutzung von Gewässern durch Wasser aus einer Friedhof-Drainierung ohne Kiesschicht ist uns bis jetzt nicht bekannt. Wenn eine Kiesschicht eingebaut wird, so findet keine Filtrierung des Wassers durch die Erde mehr statt. Weil die Erfahrung noch fehlt, seien gewisse Vorsichtsmassnahmen empfohlen. Das Wasser aus der Drainierung wird in eine Kanalisation oder eine kleine Klärgrube geleitet.

Die Rentabilität der Drainierung

a Baukosten

Die zusätzlichen Kosten sind nicht zu übersehen, doch übersteigen sie kaum 5 bis 10% der gesamten Baukosten. Diese «zusätzliche» Ausgabe verschwindet jedoch, wenn man die grössere Nutzung einer gegebenen Fläche in Betracht zieht. In einem nicht entwässerten Moränengelände benötigt die Verwesung 30 bis 40 Jahre. Das kantonale zürcherische Gesetz verlangt aber nur eine Pietätsfrist von 18 Jahren für Erwachsene. Für 20 Bestattungen pro Jahr bei einer Pietätsfrist von 35 Jahren benötigt man 700 Gräber. 8 m² pro Grab ergeben einen Friedhof von 5600 m². Bei einer Pietätsfrist von nur 25 Jahren braucht man nur Platz für 500 Gräber, also 4000 m².

Niemand weiss, was wir in 20 oder 30 Jahren denken. Die wachsende Vermischung der Bevölkerung, die Industrialisierung, das Verschwinden des Kirchhofes im Dorf bringen es vielleicht mit sich, dass die Gefühls-motive andern Gewohnheiten Platz machen. Dann sind wir vielleicht zu einer Verkürzung der Pietätsfrist gezwungen, wenn die Verwesung dies erlaubt.

b Die Unterhaltskosten

Die Unterhaltskosten und der Schuldendienst vergrössern sich sehr schnell mit der Dauer der Pietätsfrist. Das folgende Berechnungsbeispiel zeigt dies deutlich:

Kapitalzins	3%
Amortisation	1%
Löhne, Beleuchtung, Unterhalt	2%
Total mindestens	6% per Jahr

Für eine erste Ausgabe von Fr. 1000.— pro Grab betragen demnach die Unterhaltskosten ohne Kapital für 25 Jahre Fr. 3290.— und für 35 Jahre Fr. 6690.—. Man kann andere, dem einzelnen Fall besser angepasste Zahlen annehmen. Man wird aber immer feststellen, dass die lange Pietätsfrist die öffentlichen Finanzen ausserordentlich belastet. Die Verbesserung der Wasserhältnisse und die Belüftung des Bodens werden beim Rechnungsabschluss immer eine Quelle der Ersparnis und nicht eine zusätzliche Ausgabe sein.

Die Ergebnisse

Das Meliorationsamt des Kantons Zürich beschäftigt sich seit 1906 mit der Entwässerung von Friedhöfen. Die ersten Drainierungen mit zu kleinen Röhren und ungenügender Tiefe ohne Verwendung von Kies ergaben nicht die erwarteten Resultate. Während den letzten 20 Jahren wurden 160 Expertisen durchgeführt. Mehr als die Hälfte der Projekte benötigte eine Entwässerung. Überall haben wir die Verwendung von Kies empfohlen, sei es zum Einfüllen der Drainiergräben, sei es in Form eines unterirdischen Teppichs. Die teuren Arbeitskräfte, die hohen Bodenpreise, der Mangel an Boden und die Erdbaumaschinen begünstigen mehr und mehr die Verwendung von Kies zur Drainierung und Belüftung von Friedhofsgeländen. Die Drainierung bestehender Friedhöfe musste aus Mangel an Arbeitskräften aufgegeben werden.

Die kommende Generation wird über unsere Arbeit urteilen müssen, denn bis jetzt war es der zu kurzen

Promenade» zu Zürich est particulièrement intéressant. Désaffecté en 1912, on procéda à l'exhumation de tous les cercueils. On y trouva environ 80% de cadavres totalement ou partiellement conservés. Le cimetière se trouvant au sommet d'une colline, il ne pouvait exister de nappe souterraine mais les eaux de surface pénétrèrent dans les fosses à la manière d'un puits perdu et ne purent trouver d'écoulement.

Pour annihiler la capillarité gênante, il est nécessaire de recourir à des couches de gravier permettant l'évacuation de l'eau et l'aération par dessous les tombes. Les cercueils doivent reposer sur la couche de gravier.

Dans les cimetières existants, on constate parfois une décomposition insuffisante sans qu'il y ait une nappe liquide. Nous avons recommandé dans ce cas l'utilisation de cheminées d'aération (voir figure). Ces cheminées facilitent les échanges gazeux entre tombe et atmosphère. Elles sont extrêmement efficaces à en juger par l'odeur qui s'en dégage. Il est donc nécessaire de les recouvrir d'une couche absorbante de terreau, de tourbe ou de sable fin. Le fossoyeur essaiera petit à petit d'augmenter la dose de gravier et de diminuer celle de terreau. Il tiendra également compte des saisons car en été les cimetières reçoivent plus de visiteurs qu'en hiver.

L'eau de drainage

Dans quelle mesure l'eau sortant d'un cimetière est-elle polluée? Il est extrêmement dangereux d'établir une règle à ce sujet. Les germes pathogènes meurent lors du refroidissement du cadavre à l'exception des microbes du typhus, de la tuberculose et du charbon. Une faible couche de terre suffit à assurer une filtration suffisante. Une pollution des cours d'eau par l'eau provenant de cimetières drainés, sans couche de gravier nous est jusqu'à maintenant inconnue. Avec une couche de gravier, cette filtration ne s'opère plus, il convient, faute d'expérience, de prendre certaines précautions. L'eau de drainage sera dirigée vers une canalisation ou une petite fosse septique.

La rentabilité du drainage

a Frais de construction

Les frais supplémentaires ne sont pas négligeables, ils ne dépassent toutefois guère 5 à 10% du devis global. Cette dépense «supplémentaire» disparaît toutefois lorsque l'on songe à la capacité accrue pour une surface donnée.

Dans un terrain morainique non drainé la décomposition demande de 30 à 40 ans. Or la loi cantonale zurichoise n'exige que 18 années de repos pour les adultes. Pour 20 ensevelissements annuels et 35 ans de repos il faut 700 tombes. A 8 m² par tombe, le cimetière demandera 5600 m². Avec une durée de repos de 25 ans seulement, il faut de la place pour 500 tombes seulement, avec une superficie de 4000 m². Nul ne sait ce que nous penserons dans 20 ou 30 ans. Le brassage croissant de la population, l'industrialisation, la disparition du cimetière autour de l'église de village, il est possible que les motifs sentimentaux fassent place à d'autres habitudes. A ce moment nous seront peut-être obligés de raccourcir la durée de repos, si la décomposition est achevée à ce moment.

b Les frais d'entretien

Les frais d'entretien et du service de la dette croissent très rapidement avec la durée de repos.

A titre d'exemple le calcul suivant le montre d'une manière frappante:

Intérêt du capital	3%
Amortissement	1%
Jardinier, éclairage, entretien	2%
Total, au minimum	6% p. a.

Pour une dépense initiale de fr. 1000 par tombe, en tenant compte des intérêts composés, les frais d'entretien, non compris le capital initial, se montent à 3290 fr. au bout de 25 ans et à 6690 fr. au bout de 35 ans. On peut admettre d'autres chiffres mieux adaptés à chaque cas particulier, mais on constatera toujours que la longue durée de repos charge les finances publiques d'une façon exagérée. L'aménagement hydraulique et l'aération du sol sera en fin de compte une source d'économie et non de dépenses supplémentaires.

Les résultats

Le Service des Améliorations Foncières et du Cadastre du Canton de Zürich s'occupe de l'assainissement des cimetières depuis 1906. Les premiers drainages avec des tuyaux trop petits, à une profondeur insuffisante, sans utilisation de gravier ne donnèrent pas les résultats escomptés. Durant les 20 dernières années, le Service a procédé à 160 expertises. Plus de la moitié des projets a nécessité un assainissement. Partout nous avons recommandé l'utilisation de gravier, soit pour combler les tranchées de drainage, soit sous forme de nappe sous-jacente.

Le renchérissement de la main d'œuvre, le prix des terrains, le manque de place, les pelles mécaniques

penetrated into the graves and could find no outlet. To counteract capillary rise the best thing to do is to put in a layer of gravel on which the coffins will rest which will provide an outlet for the water as well as the necessary airing.

On existing cemeteries one sometimes notices that decomposition is inadequate although there is no ground-water. In such cases we have recommended ventilation shafts (see illustration) which provide the gas exchange between the tombs and the atmosphere, and to judge by the smell they spread they must be very efficacious indeed, so that it is necessary to cover them with some absorbent material like peat or fine sand. The grave-digger will try by and by to increase the quantity of gravel and to use less of the ordinary available earth, thereby taking also the season into account, as cemeteries receive more visitors in summer than in winter.

Drainage water

To what extent is drainage water from cemeteries contaminated? To give hard and fast rules would be dangerous. Germs carrying diseases die when rigor mortis sets in, with the exception, however, of carriers of typhoid fever and tuberculosis. A light layer of earth acting as a filter will usually answer the purpose. Cases of water pollution from drainage water of cemeteries without layers of gravel have so far never come to our knowledge, but where there is a layer of gravel filtration works no more and thus, for lack of any experience, certain measures of precaution should be taken, for example by leading this water into a septic pit.

Costs of drainage and maintenance expenses

a Building costs

The additional costs are not negligible, although they will hardly add up to more than 5 to 10 percent of the total expenses. But they will pay off if we take the greater capacity of the cemetery into consideration.

In not drained moraine ground decomposition takes 30 to 40 years, whereas the Zurich law, for example, stipulates a resting period of only 18 years for adults. Consequently, at a rate of 20 burials a year and a resting time of 35 years a cemetery should be built for 700 graves, which, at 8 m² per tomb, means a surface of 5600 m². If the resting time is 25 years only, then there is need of 500 graves occupying a surface of not more than 4000 m². Nobody knows what our views will be in 20 or 30 years, but when considering the growth of population, industrialisation, the disappearance of the grave-yard next to the village church it is quite possible that shorter periods of rest will become acceptable in public opinion if decomposition requires less time.

b Maintenance expense

Maintenance costs increase rapidly with resting time. Let us take an example:

Interest on capital	3%
Amortization	1%
Gardener, light, maintenance	2%
Lowest possible total	6% per year

If we take 1000 frs. as an initial expense per tomb — disregarding the initial capital investment — then the total maintenance costs, at compound interest, will amount to 3290 frs. in 25 years and add up to 6690 frs. in 35 years. Other figures may be more realistic in certain cases, but at any rate one will find that a long period of rest means ever growing expenses and it follows that sanitary engineering work including drainage and airing will not be an additional expense but rather a source of economy in the long run.

The results

The Zurich Authorities have been carrying out sanitary engineering work on cemeteries since 1906. The first attempts produced no satisfactory results; the drainage pipes were too small, the depth was not correct and no gravel was used. During the last 20 years the Department of Public Services has demanded expert advice in 160 cases, and in one out of two cases sanitary engineering work proved necessary. In all cases the use of gravel was recommended, either for the drainage ditches or as a layer at the bottom of the graves.

Rising costs of labour, rising real estate prices, lack of space and the use of the shovel dredger have resulted in a more general use of gravel for drainage as well as for airing purposes. On account of a shortage of labour drainage of existing cemeteries is, however, no longer carried out.

It will be for the coming generations to say whether these measures were correct, as after such a short time no definite results can be ascertained. All the same, bearing the case of the Hohe Promenade Cemetery in mind, we come to the conclusion that the measures as described are efficacious inasmuch as they tend to promote decomposition, which means that in future shorter periods of rest could be taken into consideration and that better use could be made of the restricted space that most towns have at their disposal.

Blattrost an seiner roten Wucherung am Blattrand des Grashalmes.

Als Kulturmassnahmen werden harmonische Düngung, genügende Bodenbelüftung, kein stehendes Wasser, neutrale Bodenreaktion genannt. Auch organische Fungizide wie M 555, 0,4%, 4 l/m² oder 5 g Eisensulfat in 1 l Wasser gelöst / m² (Vorsicht!) schaffen hier Abhilfe.

4.5.2. Tierische Schädlinge

Gehäuftes Auftreten tierischer Schädlinge kommt in Sportrasen nur selten vor. Im Einzelfall wird ganz spezifisch und wenn möglich ohne chemische Mittel vorgegangen; z. B. gegen Maulwürfe mit den Auspuffgasen eines Explosionsmotors, gegen Engerlinge mit starkem Wässern, evtl. auch mit Aldrin-Präparaten (Alaterre 1 bis 2 kg/a) oder DDT. Regenwürmer sollten wenn immer möglich nicht bekämpft werden. Sie durchlüften den Boden und versorgen die Graswurzeln mit Nährstoffen. Wo dies trotzdem geschehen muss, hilft: 15 g Kaliumpermanganat in 5 l Wasser / m² oder Derris X-Pulver. Ein nachhaltig wirkendes Mittel besteht ferner aus 2,5 kg Bleiarzenat und 25 kg Sand auf 100 m² ausgestreut.

4. 6. Weitere Pflegearbeiten

4.6.1. Walzen

Mit dieser Arbeit darf nicht übertrieben werden. Vor allem darf nie auf nassen Böden gewalzt werden. Die Walze ist kein Gerät um Unebenheiten im Rasen auszugleichen. Jedes Frühjahr muss einmal gewalzt werden, und wenn die Anlage bespielt wird, nach dem Spiel,

zur Befestigung aller gelösten Humus- und Rasenteile; letztere müssen vorher selbstverständlich wieder an ihren Ort gebracht werden. Die Walze soll keine zu grosse Pressung ausüben. Bei einer Breite von ca. 150 cm genügen 300 kg durchaus.

4.6.2. Aerifizieren

Wirkungsvoller als die Verticurtiergeräte sind die eigentlichen Aerifizierungsmaschinen. Der Boden, d. h. die Pflanzenwurzeln brauchen viel Luft. Durch das Bespielen wird der Boden langsam immer dichter. Um eine richtiggehende Belüftung zu erreichen, müssen also Hohlräume in den Boden gemacht werden. Mit einem mittelgrossen Aerifizierungsgerät entstehen in 2 Stunden auf einem Sportplatz etwa 300 000 Löcher. Die herausgestochenen dünnen Propfen sind etwa 10 cm lang und müssen abgereicht werden. Diese Arbeit ist meistens zweimal im Jahr auszuführen, besonders aber vor einer ausgiebigen Bewässerungszeit, oder wenn anschliessend Dünger mit scharfem Sand in die Löcher eingestreut werden kann; besser noch, alle 1 bis 2 Monate.

4.6.3. Oberflächenbehandlung

Diese bezweckt die Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens. Pro Are werden ca. 5 Karetten grobkörniger Sand auf die Flächen verteilt und eingewischt. Diese Arbeit kann mit dem Einbringen organischer Dünger wie Hornspäne und Knochenmehl oder Dingtorf verbunden werden und wird vorzugsweise im Spätherbst, im Frühjahr oder in der Sommerspielpause ausgeführt.

4.6.4. Übrige Massnahmen

Solche werden bei schlecht gepflegten oder überbeanspruchten Anlagen nach einiger Zeit etwa notwendig und können eher als Reparaturarbeiten angesehen werden. Je nach Beanspruchung und Zustand kann das Überstreuen mit einem Gemisch von Humus, Sand und Samen, das Einsetzen von Rasenziegeln usw. angezeigt sein. Die zu wählenden Massnahmen sind dem jeweiligen Bedarf entsprechend kombiniert auszuführen.

4.7. Pflegeprogramm

Für die regelmässig wiederkehrenden Pflegearbeiten ist dem Platzwart ein Pflegeprogramm aufzustellen. Dieses ist laufend den gegebenen Anforderungen anzupassen. Nur so können die Aufwendungen richtig gesteuert werden. Dieses Schema kann etwa folgendermassen aussehen:³¹

Massnahme	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
Rasenschnitte (Anzahl)			1	3-4	8	9	6	5	6-7	2	1		41-43
Düngung													
Vorratsdüngung (Knochen- und Hornmehl) (oder Thomasmehl und Kali)	(alle 2 J.)	50 g								(alle 2 J.)	100 g		25-50 g
Volldüngung (Nitrophosphatkali)			40 g					40 g					80 g
Stickstoffgaben (Ammonsalpeter)					20 g	(20 g)							20-40 g
Unkrautbekämpfung (Erpan, Mai / Erpanol, Sept.)					1	(1)			1				2-3
Bewässerung (je nach Erfordernis)						1	1	1					0-7
Walzen (je nach Erfordernis)			1		1	1			1	1	1		4-6
Aerifizieren (maschinell)			1		1	1	1		1	1	1	1	8
Oberflächenbehandlung (Sand)							1				1		2
Rasensäuberung			1		1	(1)			1				3-4
Drainagekontrolle / Weissklebekämpfung (Leitungen durchspülen)			1								1		2
Pilzkontrolle / Moosbekämpfung			1						1				2

Anmerkungen:

²⁴ Rasenmischungen: «Arbeitskreis Rasen» Richtlinien für Gebrauchs-Rasenmischungen. In Garten und Landschaft, Nr. 2, 1960, Verlag Callwey, München.

²⁵ Die in der Schweiz im Handel erhältliche extrafeine Sportrasenmischung mit der Bezeichnung «LL» ist in ihrer Zusammensetzung nicht normiert. Sie enthält je nachdem 35-55% Raygras.

²⁶ Mittel von verschiedenen Lieferanten, Engros-Einkaufspreis 1960 in der Schweiz, ohne Zu-

schläge R+V, Wust, Mischen, Lagerkosten, Transport und Einbringen.

²⁷ Für ausgesprochene Fussballrasen sollte die Schnitthöhe mindestens 5 cm betragen. Das Gras kann sich dabei besser bewurzeln und wird widerstandsfähiger.

²⁸ Oft auch Rollmäher oder Messerwalzenmäher genannt.

²⁹ Siehe auch Pflegeschema.

³⁰ Die angegebene Mischung ist im Handel auch unter der Bezeichnung «Cheshunt» erhältlich. Die Queck-

silberpräparate bestehen aus 60 g Calomel (Chlorquecksilber) und 30 g Quecksilbersublimat. Mit Sand vermischt wird dieses Quantum auf 1 a verteilt. Man kann die befallenen Stellen auch mit Malachitgrün bespritzen (alle 10 bis 14 Tage, 500 g in 100 l Wasser aufgelöst für 10 a).

³¹ Pflegeprogramm: Beispiel an Hand der spez. Verhältnisse im Jahre 1964 auf dem Sportplatz der Gemeinde und des FC Küsnacht ZH. Ausführung und Pflegeberatung Fa. H. Richard + Co, Gartenbau, Zürich.

Die Entwässerung von Friedhöfen

Schluss von Seite 28

Zeitspanne wegen noch nicht möglich, wirkliche Ergebnisse festzustellen. Gestützt auf viele Beobachtungen der Totengräber bei den Exhumierungen auf der «Hohen Promenade» in Zürich, haben wir die Überzeugung, dass die vorgesehenen Massnahmen rationell sind, weil sie eine Beschleunigung der Verwesung ermöglichen. Das würde in Zukunft erlauben, eine Verkürzung der Pietätsfrist ins Auge zu fassen und dadurch eine bessere Ausnützung der beschränkten, uns zur Verfügung stehenden Flächen gestatten.

L'assainissement des cimetières

Fin de la page 28

favorisent de plus en plus l'utilisation de gravier pour former une couche drainante et favorisant l'aération. Faute de main d'œuvre, le drainage de cimetières existants est pratiquement abandonné.

La génération montante nous jugera car il n'a pas été possible jusqu'à maintenant d'observer des résultats concrets faute de délais suffisants. S'appuyant sur maintes observations des fossoyeurs sur les résultats des exhumations de la «Hohe Promenade» à Zurich, nous avons la conviction que les mesures envisagées sont rationnelles parce qu'elles permettent d'accélérer la décomposition, qu'elles pourront permettre à l'avenir d'envisager une réduction de la durée de repos et ainsi une meilleure utilisation des surfaces restreintes dont nous disposons.