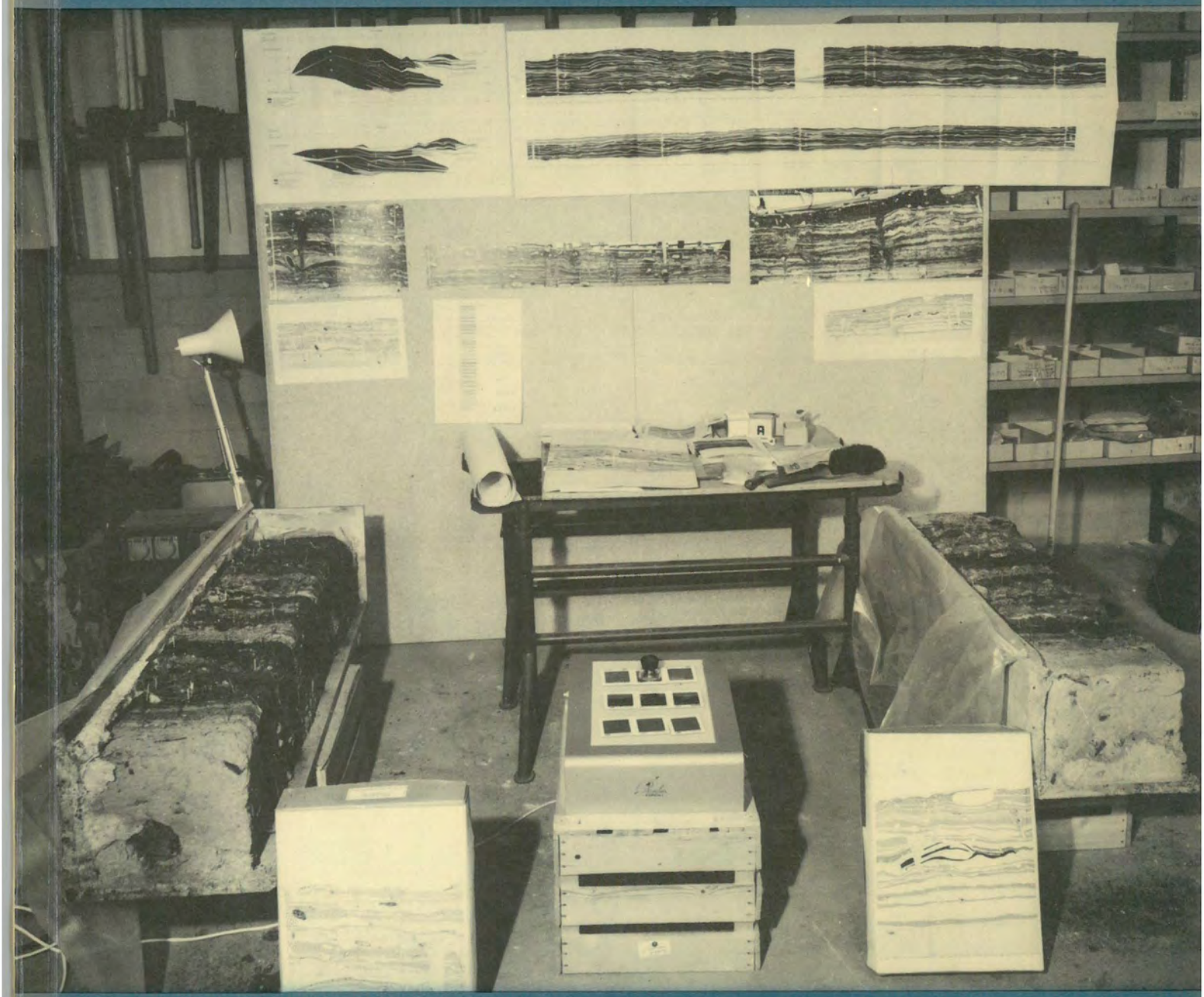
Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann



Die Profilkolonne X/42
La colonne de sédiments X/42

Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann Band 6

Les fouilles néolithiques de Douanne Volume 6

Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann
Les fouilles néolithiques de Douanne

Band 6
Volume 6

Die Profilkolonne X/42

Archäologie, Botanik, Palynologie, Sedimentologie

La colonne de sédiments X/42

Archéologie, botanique, palynologie, sédimentologie

Brigitta Ammann, Marcel Joos, Alain Orcel, Werner Schoch, Fritz H. Schweingruber

unter Mitarbeit von
Barbara Pawlik, Beatrix Ritter und Giulia Scheller

Staatlicher Lehrmittelverlag Bern 1980

Schriftenreihe der Erziehungsdirektion des Kantons Bern
herausgegeben vom
Archäologischen Dienst des Kantons Bern

Titelbild/couverture:
Die Profilkolonne X/42 (links), vorbereitet
zur Probenentnahme im Werkhof des
Archäologischen Dienstes des Kantons Bern

La colonne de sédiments X/42
(à gauche) lors du prélèvement des échantillons
(Foto Iris Krebs)

© Staatlicher Lehrmittelverlag
CH-3000 Bern 25 (Bezugsort), 1980
Satz und Druck: Paul Haupt AG, Bern

Inhalt/Table des matières

Vorwort (Hans Grütter) 9

Partie archéologique (Alain Orcel) 11
I. Introduction 11
II. Présentation de la colonne de sédiments X/42 11
1. Généralités 11
2. La grille archéo-stratigraphique 14
III. Analyse archéologique des sédiments: résumé de la démarche 15
1. Principes 15
2. Terminologie et symboles 15
A. Distinction des fumiers limoneux et des limons organiques 15
B. Distinction entre les fumiers d'installation et les fumiers limoneux de couverture 18
C. Les chapes 18
D. Conclusions 18
3. Les données archéologiques et conclusions préliminaires connues lors du prélèvement des échantillons 18
IV. Confirmation de l'analyse archéologique ou morphoscopique des sédiments 21
1. Généralités 21
2. L'étude des diagrammes 22
A. La méthode d'exploitation par les valeurs relatives 22
B. Les courbes de tendance 22
3. Application de la méthode 23
A. La tendance relative des pourcentages de matière organique supérieure à 0.25 mm contenus dans les trois catégories de strates 23
B. Tendance relative des pourcentages de matière non organique supérieure à 0.25 mm 23
C. Tendance relative des pourcentages de matière éliminés au tamisage dans les fractions inférieures à 0.25 mm 24
4. Exploitation des valeurs absolues 24
A. Exploitation isolée 24
B. Exploitation complémentaire 25
5. L'importance des fines fractions inférieures à 0.25 mm 26
V. L'apport spécifique des sciences naturelles aux problèmes des palafittes 26
1. Analyses chimiques et granulométriques 26
A. Analyses chimiques 26
B. Analyses granulométriques 27
C. Valeur du sédiment 30
2. Les mollusques et les autres indicateurs lacustres 31
A. Analyses botaniques 31
B. Analyses sédimentologiques 31
C. Exploitation des analyses botaniques et sédimentologiques 32
VI. Comportement des différents restes organiques dans la couche archéologique 32
1. Les graines 33
2. Les restes de poissons 33
3. Les pollens 34
A. La fréquence pollinique absolue par cm³ 34
B. Exploitation sans tenir compte de l'évolution stratigraphique 35
VII. Précisions sur la nature et l'état de chaque strate sur la base de l'exploitation des résultats des sciences naturelles et des données archéologiques 35
1. Echelles de pollution et de remaniement des fumiers 36
2. Les chapes et les périphéries de chapes 37
3. Les craies et les strates stériles de base 37

4. Le fumier limoneux de couverture et son prolongement ... 37
VIII. Conclusions ... 37
1. Conclusions générales ... 37
2. Courbe des variations du niveau du lac de Bienne durant l'époque de Cortaillod ... 38
A. Hypothèse archéologique ... 38
B. Tentative de corrélation avec le schéma proposé d'après les analyses botaniques ... 39
3. Conclusion synthèse ... 42
IX. Zusammenfassung ... 43
X. Summary ... 44

Pollenanalytische Untersuchung des Profilblockes X/42 aus der cortaillodzeitlichen Schichtabfolge in Twann (Brigitta Ammann) ... 45
I. Methoden ... 45
1. Labormethoden ... 45
2. Die graphischen Darstellungen ... 45
II. Beschreibung und Diskussion der Ergebnisse ... 47
1. Einleitung ... 47
2. Einzelergebnisse ... 47
3. Pollengruppen als Fazies-Hinweise ... 47
4. Palynologische Schicht-Beschreibung ... 48
5. Vergleich der Schichten ... 50
6. Absolutwerte ... 52
7. Allgemeine Tendenzen ... 52
III. Stellungnahme zur Typisierung der Schichten von A. Orcel und Zusammenfassung ... 53
IV. Résumé ... 53
V. Summary ... 53

Analyse der Makroreste aus dem Profilblock X/42 der cortaillodzeitlichen Schichtabfolge in Twann (Werner Schoch und Fritz H. Schweingruber, unter Mitarbeit von Barbara Pawlik) ... 55
I. Einleitung ... 55
II. Untersuchungsmethode ... 55
1. Probenentnahme ... 55
2. Probenaufbereitung ... 55
3. Nass-Sieben ... 55
4. Fraktionentrennung ... 55
5. Analyse der einzelnen Fraktionen ... 56
6. Botanische Bestimmung ... 56
7. Zeitaufwand ... 56
8. Berechnungen ... 56
9. Aufbewahren der Proben nach der Analyse ... 56
10. Graphische Darstellung ... 56
III. Die Zusammensetzung der Schichten ... 56
IV. Die ökologischen Zeigergruppen ... 57
1. Die terrestrischen, organischen Elemente ... 57
2. Limnische Elemente ... 57
V. Die Entstehung der Schichten in den Profilen X/42 und V/25 ... 59
VI. Die Wasserstände im Profil X/42 ... 59
1. Die Indikatoren ... 59
2. Vorbehalte bei der Rekonstruktion der Wasserstandslinien ... 61
3. Rekonstruktion der Seespiegelstände ... 61
VII. Zusammenfassung ... 63
VIII. Résumé ... 63
IX. Summary ... 63
X. Anhang: Verzeichnis der in den einzelnen Schichtproben nachgewiesenen botanischen Makroreste ... 63

Die sedimentologische Analyse von Profil X/42 und ihr Beitrag zur Stratigraphie der Cortaillod-Siedlungen von Twann (Marcel Joos, unter Mitarbeit von Beatrix Ritter und Giulia Scheller) ... 69
I. Einleitung ... 69
II. Methodik ... 69
III. Chemische Analysen und Volumengewicht ... 70

IV. Sedimentwert ... 71
V. Granulometrie ... 71
VI. Ton/Silt/Sand/Kies ... 72
VII. Zum Verhältnis Karbonat/Quarz/Silikat ... 74
VIII. Die unterschiedenen Sedimentarten im Lichte der chemischen, granulometrischen und mineralogischen Analysen ... 76
IX. Die Kornverteilungskurven ... 77
X. Zum Verhältnis mineralisch/organisch ... 80
XI. Optische Bestimmungen ... 81
XII. Prinzipielles zur Stratigraphie ... 83
XIII. Nomenklatur und Definitionen ... 83
XIV. Zur Probenentnahme und Schichtinterpretation ... 85
XV. Zur Bedeutung der organischen Silte (= limons organiques) ... 90
XVI. Korrigierte Sedimentzuweisung ... 91
XVII. Die Linsen ... 97
XVIII. Organische Schichten ... 98
XIX. Kurzer Vergleich von X/46.8 mit X/42 ... 99
XX. Zum Problem der Seespiegelschwankungen ... 102
XXI. Bemerkungen zu einem Sedimentationsmodell ... 103
XXII. Zusammenfassung und Ausblick ... 105
XXIII. Résumé ... 106
XXIV. Summary ... 106
XXV. Anhang: Prozentuales Verhältnis Mineralisches/Kalkkonkretionen ... 107
XXVI. Analysenwerte, nach Sedimentarten geordnet ... 107

Verzeichnis der nachgewiesenen Kleintiere und Algen ... 113

Verzeichnis der Pflanzennamen/Liste des plantes ... 114

Bibliographie ... 117

Abbildungsnachweis/Réalisation des illustrations ... 119

Abkürzungen/Abréviations ... 119

Vorwort

Hans Grütter

Im vierten Bande der Twanner Publikationsreihe hat A. Orcel die Stratigraphie der zentralen Abschnitte 6 und 7 vorgelegt. Er stützte sich dabei vor allem auf das enge Netz der Profile und auf seine eingehenden Beobachtungen, welche er während den Untersuchungen in den Abschnitten 6 bis 12 anstellen konnte. Die minutiöse Bearbeitung des Schichtverhaltens auf einer Länge von über 70 m erlaubten ihm schliesslich, die Veränderung der Seekreiden landeinwärts in einen sogenannten „Limon organique" festzustellen. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen hat er beim Studium der Schichtabfolgen in den Abschnitten 6 und 7 systematisch verarbeitet, was ihm erlaubte, die Seeablagerungen in einem Bereich der Stratigraphie durchgehend zu fassen, wo eine isolierte Betrachtung der Profile mit ihren dichten Abfolgen von organischen Schichten („Fumier") und den Lehm-Kies-Linsen dies anderswie niemals zugelassen hätte. Es war indes zu prüfen, inwieweit einer solch weit gehenden Schichtunterteilung Subjektivität anhaftet. Deshalb entschlossen wir uns mit A. Orcel, die postulierten Unterteilungen anhand des Profilblockes X/42 (Abschnitt 6) durch sedimentologische, palynologische und makrobotanische Analysen überprüfen zu lassen. Dabei musste die Frage in den Vordergrund gestellt werden, ob die optisch unterschiedenen Schichten auch in Feinanalysen Differenzen aufweisen, die die vorgenommene Aufgliederung der Horizonte rechtfertigen. Erst in zweiter Linie konnte es darum gehen, zu Interpretationsfragen bezüglich des Pfahlbauproblems Stellung zu beziehen.

Bedauerlicherweise bereitete die Zusammenarbeit und Verständigung zwischen Archäologen und Naturwissenschaftlern einige Mühen, welche bereits in der Phase der Probeentnahmen auftraten und bis zum Abschluss der Arbeiten nicht überwunden werden konnten. Da sich diese Schwierigkeiten in der vorliegenden Publikation klar abzeichnen, scheint es uns notwendig, auf die Vorgeschichte des Unternehmens hinzuweisen.

Die immensen Ausmasse der Grabung von Twann haben Fakten geschaffen, wie solche anhin weder in Bergungs- noch in Auswertungsphasen bewältigt werden mussten. Der Umstand, dass – im Gegensatz zu den Naturwissenschaftlern, die meist schon zu Beginn der Grabungen zur Bearbeitung fachspezifischer Fragestellungen herangezogen und zu Publikationsprogrammen verpflichtet werden konnten – erst gegen Ende der Feldforschungsphase feststand, wer die archäologische Fund- und Befundauswertung zu übernehmen bereit war, konnte der Zusammenarbeit der beiden Fachrichtungen wenig einträglich sein. Die Koordination der naturwissenschaftlichen Erhebungen mit denen der Archäologen, namentlich mit den von A. Orcel gewonnenen stratigraphischen Erkenntnissen, wollte nicht gelingen. Immerhin wurden, in Absprache mit den Naturwissenschaftlern, über das ganze Ausgrabungsgebiet verteilt, Profilblöcke für spätere Untersuchungen freigestellt und in Holzverschalungen eingeschäumt. Nachdem A. Orcel 1978 die Stratigraphie der Abschnitte 6 und 7 (Twann 4) vorgelegt hatte, schien uns der Zeitpunkt gekommen, einen Profilblock aus der Feingrabung zu öffnen und damit erneut einen Anlauf bezüglich Koordination von archäologischen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu unternehmen. A. Orcel sollte dabei die Aufgabe zukommen, im Beisein der Naturwissenschaftler genau die Schichten abzutragen, die er aufgrund der Gesamtanalyse unterschieden hatte. Jede Schicht sollte alsdann Analysenmaterial für sedimentologische und makrobotanische Untersuchungen liefern. Nach zum Teil langwierigen Verhandlungen gelang es, B. Ammann, M. Joos und F.H. Schweingruber, welche alle schon während der Grabung Proben entnommen und untersucht hatten, für das Projekt zu interessieren.

Während der im Verlaufe von drei Tagen im März 1978 erfolgten Probeentnahmen musste festgestellt werden, dass die Einschäumung das Austrocknen der Sedimente nicht verhindert hatte; die Frage, inwiefern eine Lagerung in Kühlräumen den Austrocknungsprozess wesentlich reduziert hätte, bleibt vorläufig unbeantwortet. Immerhin konnten die beiden ebenfalls anwesenden Makrobotanikerinnen B. Pawlik und S. Jacomet den einwandfreien Erhaltungszustand der Samen trotz Austrocknung feststellen. Damit war die Grundlage für die bis heute einzigen Untersuchungen, welche sich auf archäologische Auswertungsresultate abstützen konnten, geschaffen. Wie sich zeigte, ist es A. Orcel überzeugend gelungen, aufgrund seiner Erkenntnisse die Ablagerungshorizonte visuell zu unterscheiden (s. Twann 4).

Dem Leser der nachfolgenden Aufsätze wird es nicht entgehen, dass sich die beteiligten Naturwissenschaftler schwer daran taten, die vertretenen Fachbereiche bezüglich Interpretationsfragen zu verweben. Wir unsererseits bedauern, auf eine Synthese in diesem Zeitpunkt verzichten zu müssen, da das Erscheinen des vorliegenden Bandes bereits um mehr als ein halbes Jahr hinter den im Publikationsprogramm vorgesehenen Termin nachhinkt, hoffen aber bei der Abfassung des Schlussbandes aufgeworfene Fragen verbindend aufzugreifen. Abschliessend bleibt festzustellen, dass auch 1979, im Jahre des 125-jährigen Bestehens der Pfahlbautheorie, die Meinungen noch immer heterogen aufeinanderprallen.

Trotz diesen Feststellungen möchte ich nicht versäumen, den Autoren für ihren Einsatz, den sie oftmals unter unerfreulichen Umständen zu erbringen bereit waren, meinen anerkennenden Dank auszusprechen.

Partie archéologique

Alain Orcel

I. Introduction

Dans la série de publications consacrées aux fouilles néolithiques de Douanne (en allemand: Twann) dans le canton de Berne, pour tenter de résoudre le problème des palafittes, nous avons consacré le volume "Twann 4" (voir bibliographie) à l'étude de la genèse des sédiments, d'après une analyse morphoscopique de grande surface de la couche archéologique, en se basant sur la couleur et la texture des dépôts ainsi que sur leur extension, leur évolution et leur position stratigraphique. La logique et l'exactitude de nos interprétations dépendent donc essentiellement du repérage et de l'existence effective des strates reconnues. Nous devions donc, en collaboration avec les sciences naturelles, analyser une colonne de sédiments et tenter d'apporter la preuve que la reconstitution stratigraphique et planigraphique que nous proposons (Twann 4) était une base d'investigation suffisante.

Dans un premier temps, les résultats des sciences naturelles devaient donc confirmer les caractéristiques spécifiques que nous avions attribuées à chaque strate, prouvant ainsi leur individualité, leur homogénéité et aussi les hypothèses sur leur origine.

Dans un deuxième temps, ces analyses nous apporteraient des données supplémentaires susceptibles de confirmer ou de contredire l'interprétation basée sur l'organisation des dépôts. Enfin, ces analyses pouvaient préciser l'évolution climatique, économique et écologique au cours de cette période.

L'exploitation d'une colonne de sédiments, par quatre spécialistes ayant chacun une discipline complémentaire, est difficile: chacun travaille sur un matériel différent dont il tire des données différentes. Celles-ci orientent non seulement ses conclusions mais aussi ses objectifs. En effet, la valeur et le nombre des données récoltées par chacun restreignent leur champs d'exploitation et les contraignent souvent à s'organiser, à travailler et à s'exprimer au nom et dans les limites de leur discipline respective. Cette ligne de conduite provoque souvent un choix commun âprement discuté et pas forcément satisfaisant pour tous. En outre, les conclusions personnalisées sont parfois contradictoires en apparence, mais souvent il ne faut y voir ici que l'expression des limites de chaque discipline.

En précisant notre démarche archéologique, nous pouvons déjà atténuer l'importance de certaines de ces conclusions contradictoires.

Archéologiquement, constater l'état d'un dépôt et comptabiliser le nombre d'indicateurs d'origine lacustre ou anthropogène qu'il contient ne suffit pas pour définir directement son origine. Cette opération, même effectuée sur une grande surface, indique seulement l'état et la nature actuels des sédiments. Or, pour étudier et comprendre la genèse des sédiments, c'est l'état primaire originel du sédiment que nous devons découvrir. Pour ceci, il nous faut imaginer toutes les influences et transformations primaires et secondaires dont les effets se sont accumulés au cours des siècles. Le remontage de ce mécanisme destructif, réalisé grâce à l'ensemble des données archéologiques disponibles et confronté à l'état actuel des sédiments peut alors nous renseigner sur l'origine et la genèse des sédiments. C'est donc dans cet esprit que nous avons mené l'ensemble de nos recherches et exploité la colonne de sédiments X/42 que nous présentons dans ce volume. Cette méthode de travail s'oppose quelques fois au système classique d'exploitation dont les conclusions sont souvent tirées uniquement d'après les résultats d'analyses. C'est sans doute la raison principale pour laquelle les différents articles de ce volume manquent dans quelques cas d'homogénéité.

Nous remercions les auteurs du présent volume et leurs assistants pour leur collaboration.

L'équipe de personnes que nous avions déjà eu le plaisir de remercier pour leur collaboration à l'élaboration du volume Douanne 4, à savoir: madame M. Kummer, mademoiselle I. Krebs, monsieur H. Grütter, archéologue cantonal, messieurs A. Bocquet, A. R. Furger, H. M. von Kaenel, J. Lambert, Ch. Orcel, F. Roulet, W. E. Stöckli, P. J. Suter et tant d'autres, sont les mêmes qui à présent soutiennent nos travaux ou y participent, nous tenons encore à les en remercier vivement et espérons qu'ils trouveront dans ce volume une part de la justification de leur engagement.

II. Présentation de la colonne de sédiments X/42

1. Généralités

Lors de la fouille, des colonnes de sédiment ont été prélevées (Twann 3, 91) dans les témoins systématiquement et provisoirement laissés en place (Twann 4, Fig. 4; 6). Les profils de ces témoins préalablement préparés, photographiés, étudiés et dessinés (Twann 4, 19 s., Fig. 8) laissent donc apparaître une face de chaque colonne dont toute strate peut être ainsi parfaitement mise en corrélation avec l'ensemble de la stratigraphie. L'emplacement des colonnes a été choisi en fonction de l'état de la stratigraphie et des sections de profil qui étaient les plus représentatives des gisements. Chaque colonne, placée dans une caisse en bois, était

protégée et maintenue en place par une mousse synthétique[1] infiltrée entre cette armature de bois et la colonne de sédiment.

La colonne présentée ici provient du nord du caisson 6, zone B, mètre X/42,10 à X/42,35 (Fig. 1–8; Pl. 1; Twann 4, Pl. 1; 2). Elle présente l'avantage d'avoir été prélevée là où la couche archéologique atteint presque son maximum d'épaisseur dans la surface fouillée (Fig. 1; 3; 4). Elle est située dans les caissons fouillés le plus minutieusement et sur une section des 70 mètres de profil déjà publiés (Twann 4, Pl. 7; 20).

La fouille de cette colonne en vue de prélever une suite d'échantillons a été effectuée au mois de mars 1978 dans les ateliers du service archéologique du canton de Berne, donc relativement bien à l'abri des pollutions de pollens et à une époque où ces derniers sont encore rares dans l'air ambiant. La fouille de cette colonne ayant duré quelques jours, il a été nécessaire de vaporiser un peu d'eau distillée sur sa surface pour éviter son dessèchement. Cette opération a été réalisée en prenant soin d'éviter au maximum les infiltrations en n'humidifiant que très peu les deux surfaces découvertes. En effet, la colonne était installée horizontalement et maintenue en

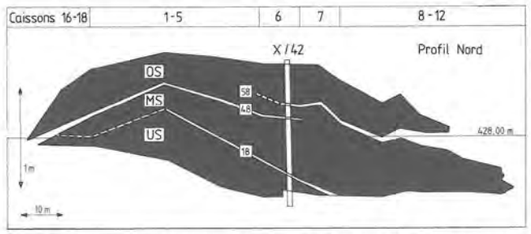


Fig. 1: Douanne. Caissons 18–16, 1–12. Profil nord longitudinal: emplacement de la colonne de sédiments X/42 (voir Twann 4, Pl. 3).

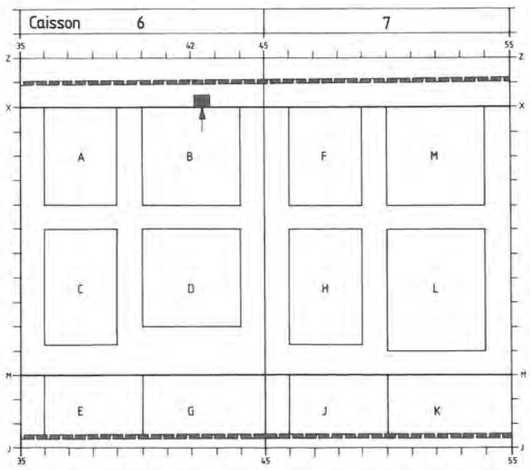


Fig. 2: Douanne. Caissons 6 et 7: emplacement de la colonne de sédiments X/42 (voir Twann 4, Pl. 2).

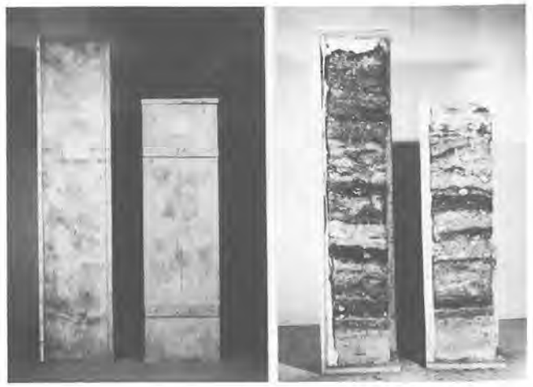


Fig. 3: Douanne. Photographie de la colonne de sédiments X/42 (la plus haute des deux) soumise aux différentes analyses (l'autre colonne n'a pas été analysée).

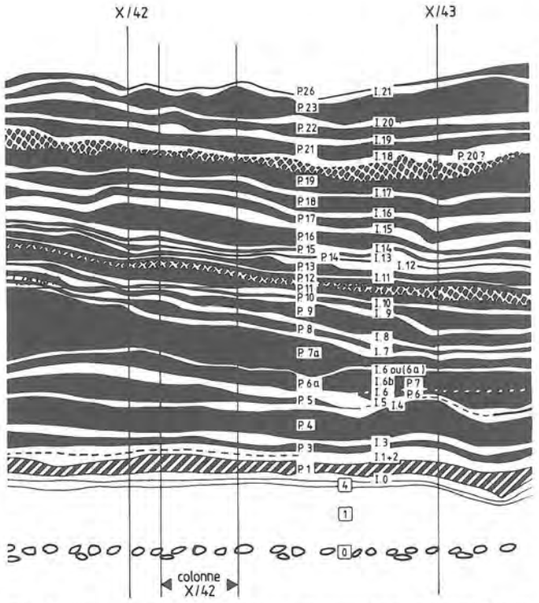


Fig. 4: Douanne. Caisson 6: phases d'occupation et d'inondation repérées précédemment (voir Twann 4, Pl. 20A) à l'emplacement de la colonne de sédiments X/42.

1 Voir Fig. 5. Nous remercions F. Reber qui est chargé de ces préparations et qui nous a assisté lors de l'ouverture de la colonne de sédiments X/42.

Fig. 5: Vue de l'installation de la colonne de sédiments X/42 (à gauche) lors du prélèvement des échantillons du 8 au 12 mars 1978, dans les ateliers du service archéologique du canton de Berne. Les diapositives (au centre) et les différents profils déjà connus (au fond) ont été utilisés pour retrouver les strates et orienter les divers spécialistes.

place par deux côtés seulement de la caisse en bois dans laquelle elle était préservée (Fig. 5). La mousse synthétique collée aux faces intérieures de la caisse et à la colonne, maintenait celle-ci bien en place et avait, avant l'ouverture de la caisse, évité le tassement des sédiments.

La colonne a été fouillée de bas en haut et bien que la surface des strates ne dépasse pas 25 x 25 cm, il n'a pas été prélevé d'échantillon sur les bords de la colonne afin d'éviter là encore les pollutions. Pour les mêmes raisons, le remplissage des cônes d'enfoncement de deux pieux qui sont apparus successivement a été éliminé. Par chance, la surface perturbée était seulement limitée à l'angle inférieur gauche de la surface fouillée, c'est à dire contre les planches de soutien, laissant ainsi intactes les deux surfaces découvertes. Le repérage de la limite de chaque strate a été ainsi facilité (Fig. 7).

Les échantillons ont été pris strate par strate, sur la base de notre analyse archéologique des sédiments (Twann 4), avec l'aide des divers spécialistes[2].

On a pu ainsi constater la similitude entre le profil connu et les strates repérées sur cette petite surface (Fig. 8 et 9). Optiquement, les échantillons prélevés ont en général tous présenté les caractéristiques descriptives attribuées lors de l'analyse de la stratigraphie.

On notera tout de même trois changements:

- le no 14bis confirme la séparation entre les strates nos 14 et 15, cette nappe est, soit un fumier limoneux, soit un limon organique.
- les nos 22bis et 23bis sont apparus localement dans la chape 24.

Chaque planche (Pl. 2ss.) est accompagnée, à gauche, d'une grille archéo-stratigraphique, qui permet d'établir

2 Le prélèvement des échantillons a été effectué en présence de B. Ammann, S. Jacomet, M. Joos, B. Pawlik et de l'auteur.

la correspondance entre les diverses numérotations des échantillons et des strates et leur interprétation finale:

Fig. 6: Avant le prélèvement, des aiguilles avaient été placées sur toute la colonne de sédiments X/42 afin de marquer la limite des différentes strates (ou échantillons) à prélever. Ce système facilite le repérage des strates, surtout lorsqu'une partie de celles-ci sont déjà prélevées.

Fig. 7: Prélèvement des échantillons. Remarquons la présence d'un pieu qui, par chance, était situé dans l'angle inférieur gauche de la colonne de sédiments X/42.

2. La grille archéo-stratigraphique

La première colonne de la grille indique le no attribué à l'échantillon lors de la fouille de la colonne X/42.
La deuxième colonne est une représentation par symbole de la stratigraphie découverte lors de la fouille de la colonne X/42.
La troisième colonne est une représentation par symbole de la stratigraphie X/40–44 déjà publiée dans le volume Twann 4, Pl. 7.
La quatrième colonne indique le no déjà attribué à chaque strate dans le volume Twann 4, 37 ss.
Ces quatres colonnes (litho-stratigraphiques) sont fixes et définitives en tant que strates "homogènes"; même les résultats des sciences naturelles n'auront aucune influence sur la division de ces quatres colonnes puisque les analyses elles-mêmes sont inévitablement conditionnées par la limite géographique de l'échantillon choisie optiquement. Le choix d'un échantillon ayant d'autres limites créées arbitrairement (tous les 2 cm) ou choisies d'après les limites fixées par l'analyse archéologique mais ensuite fractionné, ne correspondrait plus à une analyse de strates homogènes, mais déboucherait probablement sur la création de strates artificielles ne reposant pas sur des données objectives. En effet, les pourcentages des valeurs obtenues pour chaque échantillon d'une strate homogène fractionnée seront différents par le simple jeu des variations statistiques, ou même des variations dues à la texture des sédiments (fumier) ou encore des variations provoquées par le développement vertical des strates. Ce dernier implique qu'au point de contact entre une strate de fumier et une strate de craie par exemple se constitue un sédiment de quelques millimètres d'épaisseur qui résulte de la pollution d'une strate à l'autre (strate de contact). Cette pollution est due au tassement naturel du terrain, aux infiltrations d'eau, au piétinement à l'époque néolithique, etc. . . A cette époque, les strates de craie assez fluides s'infiltraient probablement un peu dans les fumiers encore aérés et inversement. Sans l'analyse archéologique, le prélèvement d'un échantillon dans cette zone de pollution "normale" risque de déboucher sur la création d'une nouvelle séquence stratigraphique pourtant archéologiquement inexistante et construite avec deux strates homogènes et différentes. Une strate homogène est insérée entre deux autres strates. Elle représente une unité dans sa globalité mais peut très bien être composée de sédiments de différentes textures ou de différentes couleurs qui eux-mêmes ne formeront pas une strate avec une extension conséquente mais des composants de l'unité considérée. En effet, si une strate de fumier est homogène, le fumier, lui, n'est en général pas homogène. Or, nous ne pouvons pas constituer une strate avec chaque graine ou chaque brindille.
Si un fumier change de texture de façon assez caractéristique mais sur un même horizon entre deux couches toujours identiques, le numéro de strate est conservé pour l'horizon repéré même si le symbole est différent.
En résumé, nous pouvons considérer qu'une strate de craie repérée dans cette colonne reste dans son faciès latéral une strate de craie, qu'une strate de fumier demeure une strate de fumier, l'épaisseur ou la pureté de cette craie peut évoluer d'un point à l'autre et la texture et les composants du fumier aussi. Concernant les pourcentages des espèces végétales ou animales repérées, il serait donc imprudent de croire que les résultats d'une colonne illustrent ceux de toute une surface même si la strate est homogène.
La cinquième colonne de la grille précise quelles strates ont été constituées durant une phase d'inondation (en blanc). Ces inondations sont numérotées de bas en haut avec l'abréviation I. (Twann 4, 29 ss.).
La sixième colonne illustre, entre deux inondations, les phases d'occupation (en gris) souvent composées d'un fumier et d'une chape (Twann 4, 29 ss.).
Les colonnes 5 et 6 sont le résultat de conclusions logiques certes mais qu'on peut considérer comme interprétatives: craie = inondation, fumier + chape = occupation. Bien que pour nous ces colonnes soient fixes et définitives, d'autres personnes pourraient éventuellement considérer les fumiers comme apport lacustre (ou phases d'inondation) et les craies comme apport anthropogène. Ces raisons font que ces deux colonnes sont totalement indépendantes des quatre précédentes qui, elles, sont fixes et définitives.
La septième colonne indique les ensembles (Twann 4, 23; 28; 223) composés de plusieurs phases d'occupation et d'inondation. Bien que les limites de ces ensembles correspondent en général au changement ou déplacement des structures d'habitation, il s'agit là d'un regroupement tout à fait arbitraire aboutissant à des notions culturelles d'ordre typologique ou technologique et qui doivent rester indépendantes des colonnes 1–4 et des colonnes 5 et 6.
La huitième colonne (OS, MS, US) indique en fait trois grands ensembles (Twann 4, 13).
La neuvième colonne de la grille situe la colonne de sédiments en altitude.
La dixième colonne donne l'équivalence des numéros utilisés par le laboratoire de sédimentologie.
Pour faciliter la lecture de notre texte, nous utilisons toujours le no d'échantillon de la première colonne. Si nous utilisons le no de la quatrième colonne nous le ferons précéder du mot strate, de la cinquième par I., de la sixième par P., de la septième par E., de la dixième par no de laboratoire.

III. Analyse archéologique des sédiments: résumé de la démarche

1. Principes

A Douanne les données archéologiques acquises et exploitées montrent déjà que, pour maîtriser efficacement une stratigraphie complexe en milieu lacustre, il est absolument indispensable de considérer:

a. La nature physique des strates: leur texture grossière et leur couleur.
b. Leur extension et leur répartition: Dans un premier temps nous faisons abstraction des diverses perturbations locales.
c. L'évolution du faciès latéral: Notamment l'évolution des strates dans le sens terre-lac qui permet de déterminer si ces dernières sont principalement lacustres ou non.
d. L'intercalation stratigraphique relative des strates dans le cas particulier des chapes d'argile: Entre deux niveaux de chapes, la présence d'un limon organique est presque systématique. Il est donc nécessaire de le rechercher lorsqu'il n'a pas encore été découvert.

L'ensemble de ces opérations ne peut se faire que sur un travail portant sur des grandes surfaces. Plus le travail est extensif, mieux sont saisies la nature globale des strates, leur unité et leur signification plani-stratigraphique. La prise d'échantillon peut alors se faire strate par strate.

2. Terminologie et symboles

La terminologie utilisée archéologiquement est à trois degrés décrivant: le faciès latéral des strates, leur nature, et leur intercalation stratigraphique. Chacune de ces notions est représentée sur les planches et dans les grilles par un symbole précis.

A. Distinction des fumiers limoneux et des limons organiques (Twann 4, 29 s.)

Nous avons constaté que ces deux strates de même texture ont une évolution de faciès latéral opposée et une origine différente: Le fumier limoneux évolue en fumier côté terre et le limon organique évolue en craie côté lac. Or, dans la terminologie nous voulons conserver cette information archéologiquement primordiale. Pour expliquer la raison de cette distinction fondamentale, nous prenons donc un exemple concret:
Rien ne distingue l'aube du crépuscule si l'on ne connaît ni l'avant ni l'après de l'instant. Seule, l'origine géographique de la lumière pourrait nous indiquer si c'est une fin de nuit ou une fin de jour. La terminologie "aube" et "crépuscule" est une convention qui nous aide alors à désigner l'origine de cet instant précis sans en changer les caractéristiques. C'est ainsi que nous employons les termes de "fumier limoneux" et "limon organique" pour désigner deux sédiments de même couleur et de même texture, indépendamment de leur composition locale (un instant de crépuscule peut être plus clair qu'un instant de l'aube et inversement, comme un limon organique peut être plus organique qu'un fumier limoneux ou un fumier limoneux plus limoneux qu'un limon organique), donc:
Premièrement, nous conservons l'information de l'évolution du faciès latéral en employant les substantifs *limon* (pour le limon organique qui indique un sédiment dont l'origine est lacustre) et *fumier* (pour le fumier limoneux, qui indique un sédiment dont l'origine est incontestablement anthropique; Twann 4, 29 s.).
Deuxièmement, en second lieu un qualificatif précise le substantif: Le qualificatif *organique* indique simplement une certaine teneur en matière organique dans les strates de limon organique; le qualificatif *limoneux* précise une certaine teneur en matière minérale des fumiers limoneux.
Dans les deux cas, l'origine et la nature des strates sont ainsi indiquées.

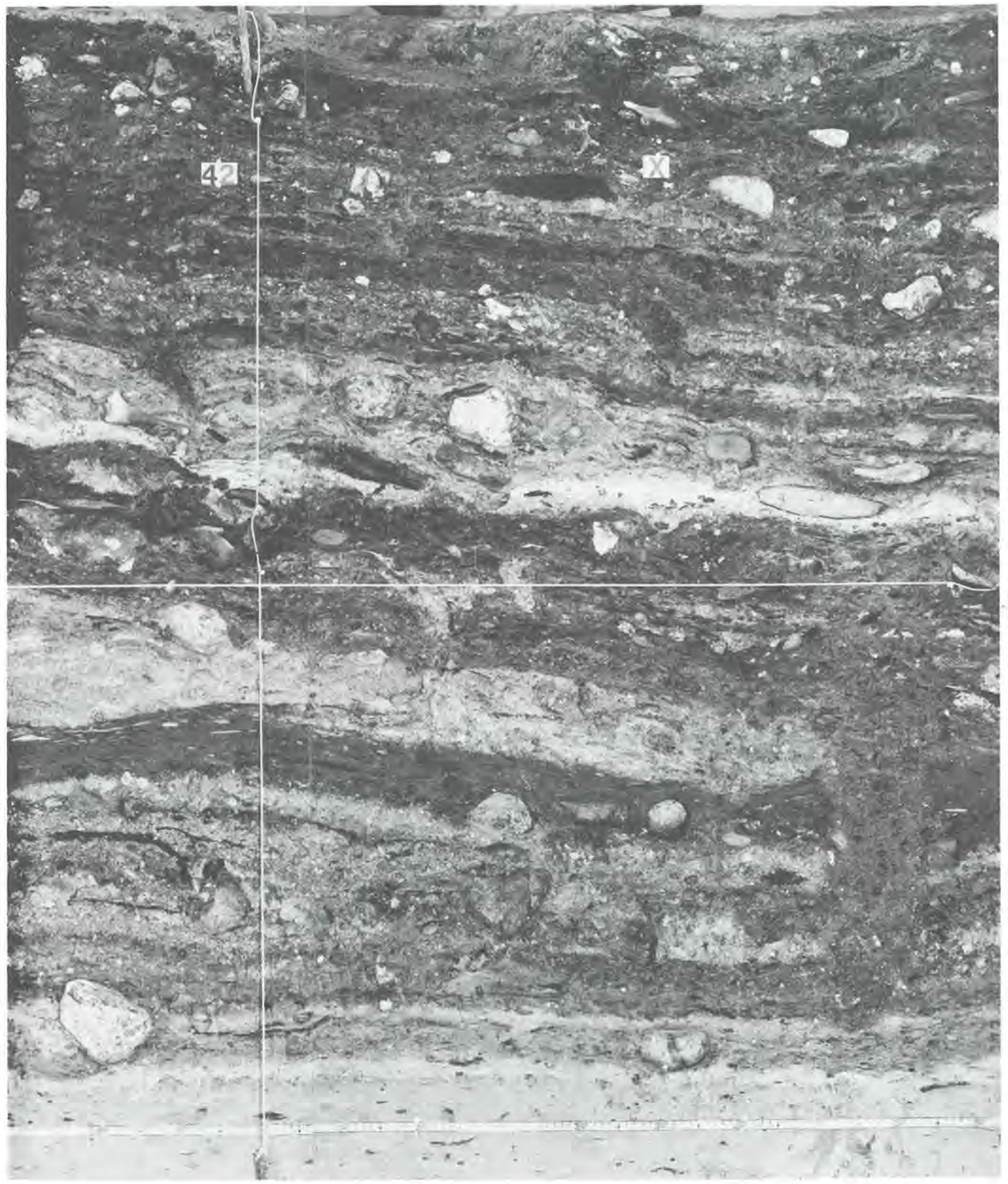


Fig. 8: Douanne. Photographie du profil X/42 à l'emplacement de la colonne de sédiments. Echelle 1:7.

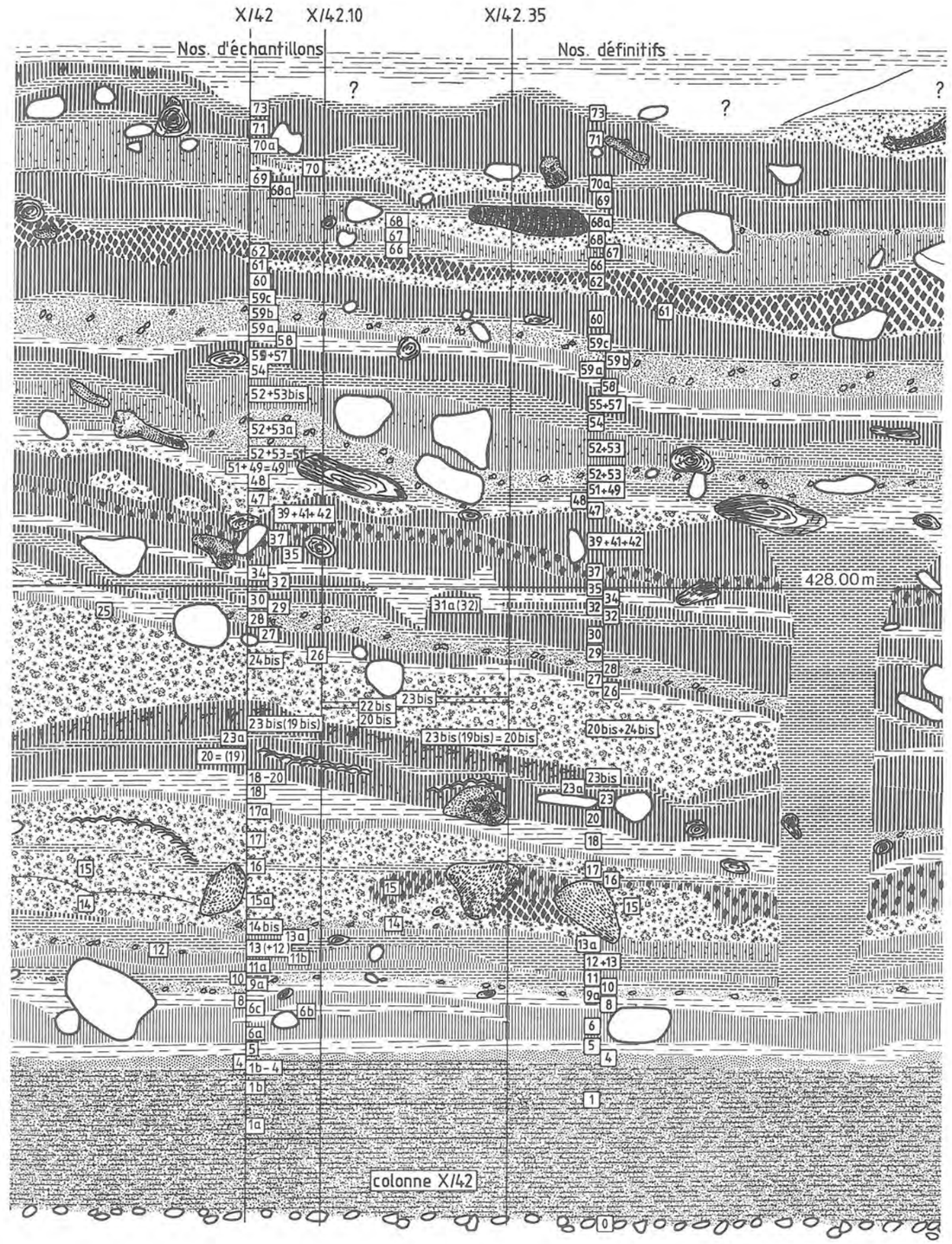


Fig. 9: Douanne. Profil X/42: pour chaque strate, numérotation définitive (Twann 4) et numérotation des échantillons lors du prélèvement des échantillons (voir aussi Pl. 1). Echelle 1:7.

B. Distinction entre les fumiers d'installation et les fumiers limoneux de couverture (Twann 4, 32)

Dans les deux cas le mot fumier précise que la strate est d'origine anthropique (Twann 4, 29 s.). Le qualificatif limoneux pour le 2ème cas, précise encore que cette strate a toujours une forte teneur en matière minérale (l'origine de cette strate peut être remise en cause [voir p. 37]), dans ce cas le terme "limon organique de couverture" s'imposerait). L'intercalation stratigraphique de ces strates est indiquée par le mot "installation" d'une part et le mot "de couverture" d'autre part.
En effet: Le fumier d'installation est toujours situé en partie *sous* les chapes et généralement entre les craies (ou les limons organiques); le fumier limoneux de couverture est, lui, toujours situé en partie *sur* les chapes et sous les craies mais sur le fumier d'installation.

C. Les chapes (Twann 4, 32)

Les trois notions sont contenues dans ce terme: Premièrement, il suggère un faciès latéral ponctuel mais généralement répété de cette strate. Deuxièmement, il a été volontairement employé pour désigner sans tenir compte des proportions exactes de gravier, de sable et d'argile, un dépôt d'origine anthropique (Twann 4, 32; 84). Troisièmement, dans une stratigraphie complexe la chape signale toujours le centre d'investigation d'une nouvelle séquence stratigraphique. Cette terminologie prend toute sa valeur lorsque la chape est le seul vestige sédimentaire d'une phase d'occupation érodée.
L'ensemble de cette terminologie est donc d'abord descriptif et il reste à interpréter, pour les chapes par exemple, si elles représentent un four, un foyer, un sol aménagé ou un vestige de parois délabrées etc.

D. Conclusions

Cette analyse à trois degrés conduit à distinguer trois catégories principales de strates présentées sur la figure 10 soit:

A. les strates à dominante organique,
B. les strates à grains fins dominants,
C. les strates non organiques à gros grains.

Sur ces bases nous avons notamment démontré (Twann 4) qu'une phase d'occupation est constituée de l'une ou l'autre des deux succession-types suivantes:
Fumier d'installation, chape et éventuellement fumier limoneux de couverture (dans ce cas, une craie ou un limon organique ferme ce cycle).
Fumier d'installation, chape et charbon (dans cet autre cas un fumier d'installation peut fermer ce cycle et ouvrir le suivant).

3. Les données archéologiques et conclusions préliminaires connues lors du prélèvement des échantillons

Chaque commentaire de strate est précédé du numéro d'échantillon correspondant et du numéro de la Phase d'occupation (P.) ou du numéro de la phase d'Inondation (I.). La corrélation entre ces numéros et ceux déjà fixés lors de l'analyse archéologique des sédiments (Twann 4, Fig. 41) est visible sur la grille archéo-stratigraphique disposée à gauche de chaque planche.

	Catégorie A Strates à dominante organique	*Catégorie B* Strates à grains fins dominants	*Catégorie C* Strates non organiques à gros grains
Terminologie:	1. Fumier très organique 2. Fumier organique 3. Fumier limoneux 4. Fumier très limoneux 5. Fumier . . . d'installation 6. Fumier limoneux de couverture ou Limon organique de couverture*	7. Craie 8. Limon organique	9. Chape Gravier Sable (Argile)
Interprétation:	Apport d'origine principalement anthropique Phase d'occupation (P.)	Inondation Apport d'origine lacustre Phase d'inondation (I.)	Apport d'origine anthropique Phase d'occupation
Symboles:		Craie: Limon organique:	
Courbes de tendance (Pl. 2; 3; 4):	———	.....	▲

Fig. 10: L'analyse archéologique des sédiments a conduit à distinguer trois catégories principales de strates; *voir p. 29.

1: D'après sa couleur, sa texture, son évolution et son extension, la strate 1 est homogène. Archéologiquement, nous n'avons donc pas divisé cette strate de sable crayeux (voir profil X/40–44; Pl. 1). Toutefois, pour le prélèvement des échantillons, nous avons partagé cette strate en trois parties:
1a: Sable crayeux.
1b: Sable crayeux.
1b–4: Sable crayeux (1b) et croûte de sable bleu (4).
4: "Croûte" de sable bleu.
5: I.0. Craie. Dépôt lacustre, preuve d'une inondation. Cette craie est érodée au sud et à l'est (côté lac).
6a: P.1. Fumier d'installation très limoneux, il se situe à la périphérie du village. Sa texture et sa couleur sont comparables à celles d'un limon organique (apport lacustre) mais son évolution et son extension prouvent que c'est un dépôt d'apport humain contaminé par des éléments d'apport lacustre. Une analyse isolée de ce sédiment fera apparaître une forte proportion d'éléments d'apport lacustre, alors qu'une analyse comparative avec les strates inférieure (5) et supérieure (6b) mettra en évidence son origine d'apport humain. En effet, ces proportions d'éléments d'apport lacustre des strates sous-jacente (5) et sus-jacente (6b) seront probablement plus élevées, principalement celles de la première (5).
6b: P.1. Craie, dépôt lacustre. Proportion plus élevée d'éléments d'apport lacustre que dans les strates 6a et 6c. Cette craie n'est repérable que localement.
6c: P.1. Fumier limoneux, il n'est aussi repérable que localement.
8: I.1. Craie. Proportion très importante d'éléments d'apport lacustre. Cette craie assez pure est érodée au sud. Si nous reconsidérons les strates 6b, 6c et 8, la présence des deux premières pourrait être expliquée par les deux éventualités suivantes:
Premièrement, puisque la répartition des strates 6b et 6c n'est visible que localement, il est probable, que ces strates se soient formées lors de l'inondation (craie 8) par un phénomène de "lessivage" de la strate 6a redéposée partiellement et localement en mince filet (6c) après la formation d'un premier dépôt de craie 6b. Les strates de craie 6b et 8 sont, dans ce cas, le produit de la même inondation.
Deuxièmement, la strate de fumier très limoneux 6c évolue au nord en une couche de fumier organique (faciès latéral) représentant une phase d'occupation située plus au nord de la surface fouillée. La limite de la fouille mètre Y ne permet pas de contrôler cette éventualité. Dans le cas où celle-ci serait retenue, la craie 6b serait totalement indépendante de la craie 8 et toutes deux seraient séparées dans le temps par la phase d'occupation intermédiaire signalée par le fumier limoneux 6c. Toutefois, la craie 6b n'est pas repérable au sud et, si ce n'est pas un argument décisif pour retenir l'une ou l'autre des éventualités, archéologiquement, nous avons néanmoins choisi la première solution. Celle-ci n'a, d'une part, aucune incidence sur l'interprétation de la surface fouillée (290 m²) et d'autre part, elle présente l'avantage de ne pas ajouter de phases douteuses d'occupation et d'inondation supplémentaires à une suite déjà très importante mais parfaitement justifiée (respectivement 26 et 21).
9a: P.2. Filet de sable. Il provient incontestablement du "lessivage" de la chape 9a, zone A, qui se limitait sans doute à l'origine, avant l'inondation (limon organique 10), au mètre X/39, donc trois mètres plus à l'ouest (voir profil X/35–45; Twann 4, Pl. 5–7). Un os trouvé dans ce filet de sable confirme l'existence d'une activité humaine sur ce niveau représentatif d'une phase d'occupation.
10: I.2. Limon organique (inondation). Puisque ce limon organique n'est pas repérable au sud et dans le cas où il ne serait pas érodé, nous émettons l'éventualité suivante: Ce limon organique aurait-il été repris dans la craie 8, en aval de la phase d'occupation 2 (strates 9 et 9a) et redéposé en amont sur cette phase alors recouverte par un sédiment moins récent qu'elle? En effet, dans ce cas, le limon organique trouverait son origine dans la craie 8 stratigraphiquement plus ancienne que la phase d'occupation 2.
11a et 11b: P.3. Fumiers limoneux. Nous avons divisé le fumier limoneux 11 en deux parties. L'échantillon 11a contient peut-être moins d'éléments d'apport lacustre que le 11b qui a probablement été plus contaminé par le limon organique supérieur 13 (inondation). Toutefois, nous pouvons considérer que l'addition des résultats des analyses des deux échantillons donnera la composition du fumier d'installation de cette nouvelle phase d'occupation. La confirmation de cette interprétation dépendra naturellement de l'étude comparative de l'échantillon 11a et 11b avec les échantillons 10 et 13.
12: P.3. Sable et gravier qui proviennent du "lessivage" de la chape 12. Cette strate fait partie de la phase d'occupation numéro 3 (fumier limoneux 11a et 11b).
13 (+12): I.3. Limon organique 13: Inondation. L'éventuelle présence de sable et de gravier dans ce limon organique devra être interprétée comme une pollution (contamination) de la chape 12.
13a et 13a': P.4. Fumier limoneux d'installation, base d'une nouvelle phase d'occupation. Il est contaminé par le limon organique 13 et par le sable de la chape 14. Toutefois, une analyse comparative avec le limon organique 13 démontrera que cette strate est essentiellement d'apport humain.
14: P.4. Sable et gravier se situant en périphérie de la chape 14. A cet endroit, la proportion d'argile est très faible ou même nulle alors qu'au centre de la chape, la proportion de ce sédiment est au moins égale à celle du gravier et du sable. Cette évolution est typique de l'ensemble des chapes. En effet, dans leur partie principale, ou la plus épaisse (environ 25 cm), les chapes sont composées de gravier, de sable et d'argile en proportion égale. Dans la périphérie immédiate (moins épaisse), la proportion de gravier et de sable domine celle de l'argile, et dans la périphérie éloignée, il n'y a plus qu'un mince filet de sable qui disparaît progressivement. L'action lacustre est probablement liée à cette évolution qui peut varier si l'on observe le faciès latéral côté lac, ou celui côté terre, des chapes. Signalons encore dans cette strate de sable et de gravier la présence d'un fragment de céramique, d'un os et d'une petite lame en silex. Puisqu'il est très rare de trouver de la céramique ou des artefacts à l'intérieur des chapes, nous avons là la confirmation que le sable et le gravier de la périphérie des chapes ne sont pas dans leur position initiale. La position stratigraphique parallèle de la chape et des artefacts prouve que l'activité humaine s'est déroulée à même le sol sur le même niveau que celui où se situe la chape.
14bis: Fumier limoneux ou limon organique. Nous avions déjà remarqué sur le profil que la chape 15 était indépendante de la chape 14. Un trait noir de séparation marquait cette division. En effet, lors de la fouille de la colonne cette séparation était précisée par un très fin fumier limoneux ou limon organique mais ne couvrait pas la totalité de la surface (25 cm x 25 cm). Toutefois, nous avons pu prélever un échantillon que nous avons numéroté 14bis.
15a et 15a': P.4. (numéroté 15 sur le profil). Chape composée de gravier, de sable et d'argile. Il est probable que cette argile ait été utilisée pour la fabrication de pesons en céramique (une quinzaine ont été découverts sur ce niveau). En effet, sur les diapositives, nous avons remarqué que la chape avait la même texture et la

même couleur que l'intérieur des pesons (argile non cuite?), la surface de ces derniers ayant l'apparence de la céramique bien cuite (de couleur noire). Dans cette chape d'argile, deux échantillons supplémentaires ont été prélevés pour le sédimentologue: l'un de couleur noire ayant l'aspect de la suie, l'autre de couleur blanche et qui serait probablement de la craie. Les deux échantillons ne proviennent pas de strates visibles sur une grande surface mais seulement d'un dépôt de quelques centimètres carrés mêlé à la chape. Ces imperfections font peut-être partie d'une structure non expliquée.

15: P.4. Charbon de bois, fumier (et limon organique). La dénomination principale de cette strate: charbon de bois, rappelle que celui-ci est présent dans des proportions importantes et qu'il est le vestige d'une phase d'incendie.

16: I.4. Limon très organique (inondation). Au sud des caissons 6 et 7, le limon a aussi piégé le charbon de bois (strate 15) mais il est directement recouvert par la craie 18 alors qu'ici il est recouvert par la chape 17.

17: P.5. Chape: gravier, sable et argile. Cette chape représente le foyer ou le sol artificiel d'une cabane.

17a: P.5. Fumier limoneux de couverture. Ce fumier est probablement composé des vestiges des toits et parois des habitations détruites par l'inondation signalée par la craie 18. Cette strate 17a est donc représentative d'une phase d'occupation, même si de nombreux éléments lacustres la composent.

18: I.5. Craie (inondation). Très bien marquée dans la partie est de la fouille, cette craie est localement très contaminée par la chape 17. Elle se compose donc de gravier, de sable, d'argile et de craie dans des proportions sensiblement égales.

18–20: P. + I. Cet échantillon supplémentaire (couche de contact) est composé de la strate de craie 18 (surface) et de la strate de fumier organique d'installation 20 (base). Cet échantillon présente les caractéristiques d'un limon organique ou d'un fumier limoneux avec une dominante de limon. Nous avons donc là un échantillon composé à la fois d'éléments anthropogènes contenus dans une phase d'occupation et ceux d'origine naturelle contenus dans une phase d'inondation.

20 (= 19): P.6a. Fumier organique d'installation. Le numéro 20 est normalement attribué à un niveau de chapes. Dans cette section de profil, nous avions donc attribué le numéro 20 au sable visible dans le fumier, sous les écorces à mi-hauteur et sur la gauche du peson en céramique. Par erreur, lors de la mise au propre des profils, lorsque nous avons déplacé la numérotation des strates pour la mettre en colonne, le numéro 20 a été attribué à la strate de fumier. *La strate et l'échantillon numérotés 20 sont en fait la strate de fumier 19.* Sur le profil, nous n'avons pas marqué de séparation entre les strates 20 et 23, nous avons voulu ainsi marquer la présence théorique du fumier limoneux de couverture 23. Cet échantillon 20(= 19) est représentatif d'une phase d'occupation.

23a et 23a': I.6 ou I.6a. Limon organique (inondation). Ici, B. Ammann a prélevé un échantillon très pur et un autre très contaminé par les phases d'occupation sus-jacente et sous-jacente. Une étude comparative des analyses des strates 20, 23a et 23bis (19bis) mettra en évidence l'origine lacustre de cette strate 23a beaucoup plus limoneuse que les deux autres.

23bis(19bis): P.7a. Fumier organique d'installation composé de nombreuses brindilles (phase d'occupation). Le numéro composé de cet échantillon n'indique pas un mélange de deux strates, mais précise seulement que la strate 23bis pourrait être la strate (19bis). De plus, ce système permettra encore de différencier cet échantillon avec celui que nous avons plus haut et qui a seulement le numéro 23bis.

23bis – 20bis: P.7a. Cet échantillon est composé de la partie supérieure du fumier d'installation 23bis(19bis) et de la partie inférieure de la chape 20. Il sera donc, comme ces deux strates, représentatif d'une phase d'occupation.

20bis: P.7a. Chape composée de gravier, de sable et d'argile. Il est possible que cette chape s'élève jusqu'à la strate de craie 26. Toutefois, nous avons préféré la diviser en plusieurs couches: 20bis, 22bis, 23bis et 24bis. En effet, lors de la fouille de la colonne, nous nous sommes aperçus que les strates 22bis et 23bis séparaient par endroit les chapes 20bis et 24bis. Là où la séparation n'existait pas (comme c'est le cas sur la face apparente de la colonne ou du profil) les deux chapes 20bis et 24bis ne formaient plus qu'une seule chape homogène. L'interprétation de la superposition des strates varie suivant que l'on considère les strates de séparation 22bis et 23bis soit comme un phénomène local, soit comme de véritables strates ayant un faciès latéral bien représenté. Dans ce dernier cas, la numérotation employée pour les échantillons correspondrait à ceux des strates et serait justifiée. Dans l'autre cas, il faudrait considérer ces numéros comme une simple indication nominative des échantillons.

22bis: P.7a. Craie, répartition probablement très locale sans faciès latéral. Elle n'indique pas obligatoirement une inondation de ce niveau.

23bis: P.7a. Fumier limoneux, répartition probablement très locale qui ne doit pas être obligatoirement considérée comme fumier d'installation.

24bis: P.7a. Chape composée de gravier, de sable et d'argile. Elle pourrait faire partie de la même installation que la chape 20bis. Elle est en tout cas représentative d'une phase d'occupation.

26: I.7. Craie (inondation).

27: P.8. Fumier organique d'installation (phase d'occupation).

28: P.8. Gravier et sable comme il en existe en périphérie des chapes (phase d'occupation).

29: I.8. Limon organique (inondation).

30: P.9. Fumier organique d'installation (phase d'occupation).

31a(32): I.9. Limon organique (inondation).

32: P.10. Fumier organique d'installation (phase d'occupation).

34: I.10. Craie (inondation).

35: P.11. Fumier d'installation très pur. Il a été protégé de l'action lacustre par la couche de charbon de bois 37 et le fumier d'installation 39. En outre, les phases d'occupation ne sont pas, en général, très contaminées par les strates de craie ou de limon organique qu'elles recouvrent (dans le cas présent: La craie 34.). Ce sont plutôt les strates d'apport lacustre placées sur les phases d'occupation qui sont à l'origine du lessivage de ces phases (fumier d'installation et chape) et qui sont responsables pour l'essentiel de la présence d'éléments lacustres dans les phases d'occupation. Donc, la strate de fumier d'installation 35, peu contaminée à sa base par la craie 34 et protégée en surface par deux strates d'apport humain, est l'un des fumiers d'installation le plus pur de cette séquence (X/42) avec le fumier d'installation 23bis(19bis) qui, lui, était protégé par l'épaisseur de la chape (20bis).

37: P.11. Charbon de bois. Ce charbon de bois a approximativement les mêmes limites que les strates de fumier 35 et de chapes 36 constituant cette phase d'occupation. Ce charbon a été protégé par le fumier 39. En conséquence, il ne doit pas présenter les caractéristiques d'un charbon roulé par les eaux, mais au contraire celles d'un charbon en bon état de conservation (angles assez vifs). Puisque ce charbon représente très probablement une partie des structures d'habitation dépassant du sol (toits et parois détruits par un incendie), il fait donc partie de la phase d'occupation comprenant les strates 35 et 37.

39+41+42: P.12 + I.11 + P.13: Cet échantillon se compose, de bas en haut, d'un fumier limoneux (39) d'un limon organique (41) et d'un fumier limoneux (ou très peu organique) d'installation (42). Il n'a donc pas été possible à cet endroit

(X/42), comme nous l'avions déjà indiqué sur le profil, de séparer ces trois strates pourtant bien repérées sur une grande partie de la surface des caissons 6 et 7 (290 m^2). Les strates 39 et 42 sont des apports humains, alors que la strate 41 est un apport d'origine lacustre. Nous sommes donc en présence d'un échantillon composé à la fois d'éléments provenant de deux phases d'occupation et d'éléments provenant d'une phase d'inondation. Les résultats des analyses sédimentologique, botanique et palynologique devront en conséquence être exploités très prudemment. En effet, cet échantillon se composera probablement de nombreux éléments lacustres, mais un échantillon de fumier limoneux bien séparé de deux limons organiques et incontestablement d'apport humain pourrait contenir autant ou encore plus d'éléments d'apport lacustre. Il ne faudra donc pas conclure que cette strate est d'un apport essentiellement d'origine lacustre. Au contraire, puisqu'il est peu probable de trouver autant d'éléments organiques de gros calibre dans un limon organique.

Nous avons donc là, l'exemple type qui démontre l'intérêt qu'il y a à faire une prise d'échantillon sur la base des données archéologiques.

47: P.14 (aurait dû être numérotée 43): L'absence ou la petite quantité d'argile contenue dans ce gravier et ce sable indique qu'ils ont été très lessivés par les eaux du lac.

48: I.13. Cette craie est très épaisse à l'ouest et évolue en mince limon organique à l'est. Le mètre X/42 où nous avons prélevé l'échantillon se situe dans la portion de terrain où s'effectue cette transformation. En se basant sur une analyse optique et lorsque l'évolution est très progressive, comme c'est le cas ici, il est difficile de décider à cinq mètres près où commence la craie et où finit le limon organique. Cette décision, basée essentiellement sur la couleur du sédiment, ne dépend pas seulement de l'évolution latérale de la strate, mais elle est aussi conditionnée par la couleur des autres strates d'apport lacustre inférieures et supérieures. Bien que nous ayons décidé que cet échantillon représentait une craie, il pourra être éventuellement considéré archéologiquement comme un limon organique.

51+49: P.15. La strate 49 est un fumier limoneux; la strate 51 est un limon organique (P.14). Sur le profil, mètre X/42, il n'a pas été possible de séparer ces strates. Puisque le fumier limoneux 49 terminait quelques mètres plus loin, nous avons dessiné uniquement le limon organique tout en précisant par la numérotation l'existence théorique du fumier limoneux 49 (51+49). Or, lors de la fouille de la colonne, nous avons pu, par le décapage horizontal, mettre en évidence la strate de fumier limoneux 49. Ceci a sensiblement compliqué la corrélation de la numérotation des échantillons et de celle du profil.

Le numéro d'échantillon de la strate 49, numéroté sur le profil 51+49, est donc le no d'échantillon *51+49: P.15* (fumier limoneux).

Le numéro d'échantillon de la strate 51, numéroté sur le profil 51+49, est donc le no d'échantillon *52+53: I.14* (limon organique).

Le numéro d'échantillon de la strate numéroté sur le profil 52+53 (inférieur) est donc le 52+53a (sable: P.16). Le numéro d'échantillon de la strate numérotée sur le profil 52+53 (supérieur) est donc le 52+53bis (fumier limoneux). Il est situé directement sous la strate 54 (P.16).

52+53a: P.16. Sable avec très peu d'argile. Il se situe probablement en périphérie d'une chape située plus au nord.

52+53bis: P.16. Fumier limoneux.

54: I.15. Limon organique.

55+57: P.17. 55 est un fumier d'installation très organique et pur; 57 quelques charbons de bois.

58: I.16. Craie. Contrairement à la craie 48, cette strate de craie est très épaisse à l'est et évolue en fin limon organique à l'ouest. Comme pour la craie 48, la transformation de la craie vers l'état de limon organique s'effectue progressivement sur quelques mètres. Ceci rend difficile sur cette distance le choix de détermination de ce sédiment, limon organique ou craie.

59a: P.18. Fumier limoneux d'installation.

59b: P.18. Chape, sable et argile. C'est à partir de ce niveau que les chapes ne sont plus de la même texture. Auparavant très gravillonneuses, elles sont, depuis cette strate, très sableuses ou très argileuses.

59c: I.17. Limon organique (inondation). Ce limon organique n'est plus repérable au sud. A partir de la ligne U il se confond alors avec la strate de craie 58.

60: P.19. Fumier organique d'installation avec de petits gravillons blancs, calcaires.

61: P.19. Chape: sable et argile (foyer).

62: P.19. Charbon de bois très pur, représentant les structures d'habitation (toit et parois) qui ont été détruites par un incendie.

66: I.18. Limon organique (inondation). Cette strate de limon organique est bien repérable sur l'ensemble de la surface fouillée.

67: P.21. Fumier limoneux d'installation.

68: P.21. Chape composée de sable et d'argile, elle est très peu gravillonneuse comme l'ensemble des chapes supérieures.

68a: I.19. Limon organique très contaminé par le sable et l'argile de la chape directement sous-jacente.

69: P.22. Fumier limoneux d'installation.

70: P.22. Chape très argileuse. Sa partie la plus importante est probablement au nord.

70a: I.20. Limon organique. Il a été très difficile de prélever cette dernière strate qui, d'une part n'est naturellement pas très bien représentée, et d'autre part a été en partie détruite sur la fouille par les écoulements d'eau et les piétinements.

71: P.23. Fumier organique, probablement pollué et en partie détruit.

73: I.21. Limon organique, probablement pollué et en partie détruit.

Dans cette colonne d'échantillon, les autres strates ne sont pas représentées.

IV. Confirmation de l'analyse archéologique ou morphoscopique des sédiments

1. Généralités

Lors de l'ouverture de la colonne de sédiments X/42, l'objectif principal était de retrouver l'ensemble des strates dessinées sur le profil déjà publié (Twann 4, Pl. 7), de soumettre aux différentes disciplines un échantillon de chaque strate repérée optiquement afin de vérifier le caractère spécifique que nous leur avions attribué, valorisant ainsi les 70 mètres de relevé stratigraphique précédemment publiés (Twann 4). Avant d'entreprendre la lecture des différents résultats et pour faciliter leur exploitation, précisons qu'à Douanne, contrairement à d'autres sites de cette même période néolithique (Auvernier, Yverdon, Vinelz), il n'existe pas de strate de sable (dépôt lacustre) séparant les différents niveaux archéologiques, mais plutôt des strates de craie ou de limon. Les quelques filets de sable emprisonnés dans les couches proviennent incontestablement du lessivage des chapes (Twann 4, 32).

2. L'étude des diagrammes

A. La méthode d'exploitation par les valeurs relatives

L'analyse archéologique des sédiments a démontré que des strates d'origine tout à fait différente pouvaient avoir optiquement la même texture et la même couleur (fumier limoneux et limon organique). Il était donc probable que les valeurs sédimentologiques, botaniques et palynologiques de ces différentes strates soient aussi dans certains cas approximativement les mêmes. Une strate anthropogène très contaminée par des strates d'apport lacustre peut même présenter plus de caractéristiques lacustres qu'une fine strate d'origine lacustre très contaminée par des strates anthropogènes. Dans ce cas et dans un premier temps, il est donc inutile de comparer des valeurs absolues de strates sans relation stratigraphique puisqu'il est déjà évident qu'elles ne seraient pas significatives. Nous commençons donc l'exploitation de ces analyses par une étude des *valeurs relatives* de strates en tenant compte de leur relation et insertion stratigraphique. En effet, dans une séquence stratigraphique suivie, les strates dont l'évolution du faciès latéral est opposée (fumier/craie) s'intercalent presque systématiquement. Deux strates à même faciès sont donc généralement séparées par une strate à faciès inverse. Notons que, dans ce schéma, nous faisons abstraction des chapes qui, comme nous l'avons déjà mentionné, ne sont représentées que ponctuellement. Si nous comparons donc les valeurs d'une strate avec celles des strates immédiatement sous-jacente et sus-jacente ses caractéristiques devront être systématiquement opposées aux deux autres:
Dans le cas où la strate centrale est à *dominante organique* par exemple, les deux autres seront donc à grains fins dominant; dans l'autre cas, la strate centrale est à *grains fins dominants*, les strates sous-jacente et sus-jacente seront donc à dominante organique.
Dans les deux cas, peu importe le pourcentage des valeurs caractérisant ces strates par rapport aux valeurs d'une quelconque autre strate sans relation stratigraphique puisque, nous l'avons vu, les valeurs de ces strates sont variables d'un point à l'autre et non spécifiques.

B. Les courbes de tendance

L'application sur les diagrammes de la méthode d'exploitation par les valeurs relatives implique donc de toujours comparer en même temps trois valeurs d'une séquence stratigraphique suivie après avoir repéré à quel type de strate elles appartiennent (exclure les chapes). Rappelons que nos symboles indiquent précisément le type des strates et donc aussi l'évolution du faciès latéral (voir p. 15). Pour simplifier cette méthode de lecture un peu complexe, nous avons mis au point un système qui donne pour toute la séquence stratigraphique la tendance relative de chaque type de strate. Cette tendance est représentée par une "courbe de tendance" (Pl. 2; 3)[3].

La courbe de tendance des *fumiers organiques ou limoneux:* La courbe de tendance représentative du type de strate dont l'évolution du faciès latéral se développe côté terre relie chaque valeur des échantillons que nous avions désignés auparavant comme fumier organique ou limoneux (stratigraphiquement les symboles sont des hachures verticales). La courbe est représentée en trait gras continu.
La courbe de tendance des *craies ou des limons organiques:* La courbe de tendance représentative du type de strate dont l'évolution du faciès latéral se développe côté lac relie chaque valeur des échantillons que nous avions auparavant désignés comme craie ou limon organique (stratigraphiquement les symboles sont des hachures horizontales). La courbe est dessinée en pointillé gras.
Dans deux cas, ces courbes passent par la même valeur ou échantillon: Dans le 1er cas no 39 + 41 + 42, l'échantillon est un mélange de deux fumiers limoneux et d'un limon organique (évolution des faciès latéraux opposés et mélangés), nous annulons ainsi la tendance des courbes afin qu'elle ne soit pas faussée pour les autres échantillons. Dans le 2ème cas no 14bis, l'échantillon est, soit un fumier limoneux, soit un limon organique (faciès latéral inconnu), la tendance des courbes est aussi annulée.
La tendance des *valeurs des chapes:* Les deux courbes de tendance signalées précédemment ne passent jamais par la valeur des chapes (stratigraphiquement dessinées par un symbole combiné) pour les raisons suivantes:
Si nous voulons prouver que la valeur relative des strates ayant une évolution de faciès latéral opposée est typique, il ne serait pas logique de fausser la tendance de ces deux courbes en les faisant passer par une troisième catégorie de strate.
En outre, la surface de ces chapes étant très limitée, leur environnement sédimentologique est effectivement caractérisé par la succession stratigraphique suivante: craie (ou limon organique), fumier (organique ou limoneux), craie; ces deux catégories de strates étant d'ailleurs les seules dont le faciès latéral est généralement ininterrompu sur l'ensemble du gisement justifiant ainsi leur étude comparative qui est spécialement caractéristique de la totalité de celui-ci.
Pour d'autres fondements, la valeur des échantillons de ces chapes est primordiale, c'est la raison pour laquelle celle-ci est indiquée par un symbole en forme de triangle qui favorise le repérage de cette 3ème catégorie de strate par rapport aux deux autres courbes.

3 Notons que l'on pourrait aussi utiliser les courbes de tendance pour faciliter la lecture des valeurs absolues des strates. Ces courbes donneraient dans ce cas, sans tenir compte de l'intercalation stratigraphique, seulement une tendance graphique moyenne des valeurs absolues pour toute la séquence stratigraphique. Mais, puisque nous tenons compte tout au long de cette séquence du fait que les strates à faciès latéral opposé s'intercalent systématiquement, nous démontrons en plus et principalement la tendance relative de chaque strate dans la séquence stratigraphique.

Les valeurs des trois échantillons des *strates de charbon de bois* sont aussi indépendamment indiquées par un symbole en forme de cercle. Il aurait été possible de faire passer la courbe des valeurs des échantillons de fumier organique et limoneux par ces trois points, mais la valeur de ces derniers ne serait pas aussi bien repérable.

3. Application de la méthode

Dans un premier temps nous devons confirmer l'existence des trois catégories principales de strates présentées sur la figure 10, à savoir:
A. Les strates dont l'évolution du faciès latéral se développe côté terre et qui sont à dominante organique (fumier organique ou limoneux).
B. Les strates dont l'évolution du faciès latéral se développe côté lac et qui sont à grains fins dominants (craie ou limon organique).
C. Les strates à gros grains dominants (chapes) dont le faciès latéral est ponctuel et répété.
Les résutats de l'analyse botanique (Pl. 2) concernant les pourcentages de matières organique et non organique et ceux des fractions inférieures à 0.25 mm peuvent être exploités dans ce but. Sur le premier diagramme de la planche 2 on constate incontestablement que les courbes de tendance et le symbole représentant les valeurs de chaque catégorie de strate se distinguent parfaitement l'un de l'autre.

A. La tendance relative des pourcentages de matière organique supérieure à 0.25 mm contenus dans les trois catégories de strates (Fig. 10; Pl. 2)

a. Première catégorie de strates
Les strates dont le faciès latéral se développe côté terre et désignées comme fumier organique ou limoneux contiennent toutes à une exception près[4], plus de matériel organique que les strates de la deuxième et troisième catégories. La courbe de tendance de cette première catégorie de strates se détache donc bien des deux autres et se situe à droite du premier diagramme de la planche 2.
Comme prévu, les valeurs des trois strates de charbon de bois s'apparentent à cette courbe.

b. Deuxième catégorie de strates
Les strates dont le faciès latéral se développe côté lac et désignées comme craie et limon organique contiennent toutes moins de matière organique que les strates de la première catégorie. La courbe de tendance de cette deuxième catégorie de strate se place donc, par rapport à la courbe précédente, sur la gauche.

c. Troisième catégorie de strates
Les strates dont le faciès latéral est ponctuel et répété et désigné comme chape contiennent généralement moins de matière organique que la première et la deuxième catégories de strates. Les valeurs de ces strates indiquées par un triangle se situent donc presque toutes à gauche des deux courbes de tendance.
Puisque les courbes de tendance de la première et deuxième catégorie de strates ne se croisent jamais, nous constatons: Premièrement, que le faciès latéral de ces strates a été correctement repéré; deuxièmement, que leur nature et leur texture grossières sont effectivement connues; troisièmement, qu'elles ont été correctement échantillonnées; quatrièmement, que toutes les strates auparavant considérées comme anthropogènes sont toujours plus riches en matière organique que les strates désignées comme d'origine lacustre. En outre, les strates stériles de base contiennent tout de même un petit pourcentage de matière organique.

B. Tendance relative des pourcentages de matière non organique supérieure à 0.25 mm

Il s'agit donc de sable et de gravier.
Sur le deuxième diagramme de la planche 2, les plus forts pourcentages de matière non organique supérieure à 0.25 mm sont typiques des strates dont le faciès latéral est ponctuel et répété, et désignées comme chape (gravier, sable et argile).
Les trois premières constatations précédentes relatives au pourcentage de matière organique supérieure à 0.25 mm peuvent s'appliquer pour ce deuxième diagramme.
Les proportions inférieures de gravier et supérieures d'argile (Twann 4, 224) contenues dans les chapes de l'ensemble OS par rapport à celles des ensembles US et MS annulent la tendance des valeurs dans l'ensemble OS. Toutefois, les valeurs des douze premières chapes parfaitement isolées sur la droite du diagramme attestent qu'incontestablement cette troisième catégorie de strates devait être étudiée distinctement des deux autres.
Le pourcentage minimum de matière organique contenu dans la première catégorie de strate (faciès latéral plus développé côté terre) et celui plus important contenu dans la deuxième catégorie de strate (faciès latéral plus développé côté lac) indique que le lac est probablement à l'origine de l'apport d'une part des fractions non organiques supérieures à 0.25 mm. Le pourcentage de ces dernières contenu dans les strates stériles de base précise les proportions de cette part. La planche/

4 On note une seule anomalie: Le no. 23bis (fumier limoneux) contient moins de matière organique que le no 22bis (craie). Les courbes se croisent alors à cet endroit et indiquent que la tendance n'est pas respectée. Nous avions indiqué, lors de la prise des échantillons (p. 20) que ces deux strates sans faciès latéral étaient probablement très locales. Nous avions émis quelques réserves quant à l'utilisation d'une terminologie précise. Cette analyse devrait nous orienter vers une nouvelle terminologie: le no 22bis plus riche en matière organique serait plutôt un fumier limoneux et le no 23bis une craie. Ce changement est sans conséquence puisqu'il concerne deux échantillons non représentés en dehors de la colonne X/42.

Tafel 10 relative aux analyses sédimentologiques nous renseigne sur la proportion des différentes fractions de sable.

C. Tendance relative des pourcentages de matière éliminés au tamisage dans les fractions inférieures à 0.25 mm

Sur le troisième diagramme de la planche 2, on constate que 90 % environ de matière composant les strates stériles de base d'origine lacustre sont éliminés au tamisage. Or, ces strates sont composées essentiellement d'argile, de limon et de sable, c'est à dire de matière non organique (minérale) comme les strates de la deuxième catégorie dont le faciès latéral se développe aussi côté lac. C'est pourquoi, la courbe de tendance des craies et des limons organiques (2ème catégorie) est dominante. Toutefois, les valeurs des craies 18 et 34 et des limons organiques 68a et 70a perturbent cette tendance. Dans les deux cas, la forte teneur de matière non organique supérieure à 0.25 mm contenue dans les strates explique cette contradiction. En effet, bien que repérable optiquement, il est techniquement très difficile de prélever un échantillon de limon organique ou de craie situé sur une chape, puisque les strates généralement très minces (dépôt minimum sur les buttes) et composées de fines fractions s'infiltrent entre les graviers et les sables de la chape sur laquelle elles reposent. Idéalement, lors de la prise d'échantillons, nous aurions dû isoler beaucoup plus minutieusement la part de limon organique ou de craie qui était en contact avec les chapes (gravier, sable, argile), augmentant ainsi la proportion de ce sédiment lacustre. Cette opération est techniquement difficile mais réalisable; la barrière psychologique est peut-être un obstacle plus difficile à franchir. En effet, nous aurions pu trier l'échantillon pour prélever les agents contaminants existant, mais ce système appliqué trop tôt aurait enlevé de la crédibilité à nos résultats avant même d'avoir prouvé la nécessité d'utiliser une telle méthode. Puisque notre premier objectif est d'apporter la preuve par les sciences naturelles de l'existence d'un dépôt lacustre (ou inondation) à un moment précis dans cette séquence stratigraphique, ce n'est pas en prélevant plus de sédiments provenant de la chape ou du fumier directement en contact, que de sédiment de la strate de limon organique ou de craie à soumettre à l'analyse, qu'on donnera la preuve évidente de son existence. Tout le fondement de l'analyse morphoscopique ou archéologique des sédiments et celui de la prise d'échantillon de la colonne X/42, en opposition à un prélèvement traditionnel d'échantillon basé sur une observation ponctuelle et effectuée par les auteurs de l'analyse est soulevé par ce problème. Dans cet exemple, il ne s'agit pas d'interpréter ou d'extrapoler comme on peut le penser à première vue, mais simplement de s'adapter à de nouvelles données qui rendent les sciences naturelles encore plus indispensables puisqu'elles améliorent leurs résultats et les possibilités qu'elles ont de résoudre les problèmes archéologiques, mais qui en contrepartie, leur enlève un peu d'autonomie. Celle-ci qui, en apparence, pourrait favoriser l'objectivité des résultats, implique dans le cas présent le mélange de deux strates dans un échantillon. On constate bien en effet que, dans les échantillons de craie nos 18 et 34, le pourcentage de fractions fines non organiques est anormalement bas, proportionnellement à l'importance du pourcentage de matière non organique à grosses fractions (chapes) alors que la présence des indicateurs lacustres (Pl. 2; Taf. 9) prouve bien l'existence de strates d'apport lacustre. Dans les autres strates de limon organique directement en contact avec une chape, bien que la proportion de fractions fines non organiques soit plus proche de la réalité, cette pollution (artificielle) existe. Il n'est naturellement pas question de trier les échantillons sans objectivité, les contaminations naturelles fumier-craie, craie-fumier, chape-fumier, chape-craie etc. existent réellement, elles nous donneront d'ailleurs approximativement une échelle de remaniement des strates (voir p. 36), il est donc nécessaire de la protéger, mais avec discernement, en fonction des objectifs et des exigences.
Notons encore que le troisième diagramme de la planche confirme que les chapes de l'ensemble OS se caractérisent par un important pourcentage de fines fractions d'argile éliminées au tamisage (Twann 4, 224).
La présence de fractions supérieures à 0.25 mm dans les strates stériles de base est aussi à remarquer.
L'exploitation avec les courbes de tendance de ces résultats de l'analyse botanique (les trois premiers diagrammes de la planche 2) prouve incontestablement l'existence des trois catégories de strates qui se différencient, dans un premier temps, principalement par l'évolution de leur faciès latéral. Mais, puisque ce n'est là qu'un aspect de la description et que la méthode de repérage des strates implique l'utilisation d'une terminologie descriptive à trois degrés (décrite précédemment p. 15), nous utiliserons dès lors cette terminologie pour faciliter le compte-rendu de notre exploitation.

4. Exploitation des valeurs absolues

A. Exploitation isolée

Sur le premier diagramme de la planche 2, si l'on compare par exemple les échantillons de limon organique 23a et 59c, on constate que ce dernier est largement dominé par l'autre en pourcentage de matière organique. Il contient même plus de matière organique que le fumier limoneux 67, ce qui pourrait signifier que ce limon organique 23a serait plutôt à classer dans les fumiers limoneux, mais l'on compare ainsi des strates qui n'ont aucune connection[5] entre elles et il est en tout cas logique qu'un limon organique entre deux fumiers très organiques soit plus organique qu'un fumier limoneux entre deux craies puisque la proportion des composants (organiques ou non organiques) de ces deux strates dépend des strates immédiatement sous-jacente et sus-jacente et de l'épaisseur même des strates (Twann 4, 30 s.)
Cet exemple montre à quel point il faut manipuler les valeurs absolues avec prudence. Toutefois, sur la base des données archéologiques précédentes et après l'exploitation des valeurs relatives, l'étude des valeurs absolues est complémentaire et significative.

5 Voir distinction des fumiers limoneux et des limons organiques p. 15.

B. Exploitation complémentaire

En général, le pourcentage de matière organique contenu dans les craies ou les limons organiques est faible. Il ne dépasse pas 35 %. Excepté l'échantillon no 8, il n'est jamais inférieur à 10 %, la moyenne se situant à 23 %.
Le pourcentage de matière organique contenu dans les fumiers est rarement inférieur à 30 %–40 % sauf dans le cas des échantillons nos 23bis et du 17a considéré comme un fumier limoneux de couverture (Twann 4, 32), issu du remaniement lacustre des couches archéologiques.
La moyenne de matière organique contenue dans les fumiers se situe à 51 % si l'on exclut les fumiers précédemment cités et les nos 6a et 6c (voir p. 31), ce qui ne signifie pas que les 49 % manquants sont constitués par un apport essentiellement lacustre puisque dans ces 49 % est compris la part non organique (grosse fraction) provenant essentiellement des chapes (apport humain). Si l'on additionne les pourcentages de ces deux catégories de sédiments d'apport humain, pour les comparer au pourcentage de fines fractions inférieures à 0.25 mm (apport lacustre), la moyenne des pourcentages obtenue dans les strates de fumiers et caractéristique d'apport humain est de 69 % opposée donc à 31 % d'apport lacustre. Celle obtenue dans les limons organiques ou les craies est de 47 % opposée à seulement 53 % d'apport lacustre, pourcentage faiblement majoritaire pour une strate considérée comme un dépôt lacustre! Notons que les 47 % sont composés essentiellement de matière non organique à grande fraction (chape). Cette proportion d'apport humain et lacustre contenue dans les fumiers semble acceptable à tout point de vue; au contraire, celle obtenue dans les limons organiques ou les craies est discutable parce qu'elle n'est pas très représentative de la réalité. Pour ce dernier cas, le problème de la prise d'échantillon sur les chapes est à prendre en considération (voir p. 24).
De la strate 5 à la strate 18, les échantillons de fumier et de limon organique contiennent une proportion de matière organique bien inférieure à la moyenne générale, en même temps qu'une part non organique de grosses fractions minimum favorisant ainsi un fort pourcentage de matière non organique de fines fractions précisant une importante influence lacustre (voir p. 24). Le fumier d'installation 13a constitue l'exception avec 92 % de matière organique, 10 % de matière non organique à grosses fractions et 0 % de non organique à fines fractions. Bien que ce fumier d'installation soit essentiellement constitué d'apport humain, comme nous l'avions constaté, (voir p. 19) et que ces chiffres confirment notre point de vue, dans le cas présent, ils nous semblent excessifs. Sauf exceptionnellement sous une chape (voir no 23bis[19bis]) et ici il ne s'agit que d'un sable, l'élément lacustre (fines fractions) peut-il être totalement absent de la couche archéologique (voir plus loin)? Le sable aurait-il constitué un très bon filtre de protection aussi efficace qu'une chape? Le peu d'indicateurs lacustres (Pl. 2) contenus dans cette strate de fumier 13a le laisse supposer.
Terminons nos observations sur les généralités de ces trois colonnes en constatant que les fumiers situés sous les chapes sont les plus riches en matières organique et non organique (grosses fractions): 76 % en moyenne, laissant ainsi seulement 24 % de matière non organique (fines fractions) d'apport lacustre. Ce dernier chiffre est très faible si l'on admet que la couche archéologique peut être contaminée ou polluée par des éléments lacustres apportés ou déposés autrement que durant l'inondation.
En effet, on peut admettre que les matières organiques (branches, feuilles, brindilles, copeaux, mousses, graines, écorces etc.) qui composent les fumiers sont déposées sur terre ferme après le retrait des eaux, mais sur un sol de craie ou de limon organique encore un peu humide. La formation de ce dépôt organique étant progressive, il y aura, au début de celle-ci, une pollution évidente des deux strates, les matières organiques pénètrent la craie et inversement. L'homme néolithique a probablement contribué à cet échange par piétinement et il a probablement lui-même transporté sous ses pieds une part de cette craie ou de ce limon organique qui constitue le sol sur lequel il évoluait quotidiennement. Le transport des matériaux de construction que l'homme aura traînés le long des rivages constitue aussi une source de pollution. Bien d'autres exemples dus à l'activité de l'homme durant la formation de ce dépôt organique pourraient être cités. Rappelons aussi que le fumier d'installation est aussi pour une part, alimenté par les vestiges des anciennes constructions alors démolies (Twann 4, 32). Celles-ci, durant l'inondation, se sont donc imprégnées d'éléments lacustres que l'on redécouvre au sol à l'intérieur de la strate de fumier polluée dans des proportions variables. Les fumiers les mieux préservés sont les numéros: 60 avec seulement 17 % de matière non organique à fines fractions; 23bis (19bis) = 0 %; 20(=19) = 7 %; 13a = 0 %. Les chiffres prouvent incontestablement que ces fumiers ont été constitués par l'homme, sur terre ferme.
On est donc, dans ces cas là, en présence de dépôts anthropogènes non remaniés par l'action lacustre. L'absence totale d'indicateur lacustre dans ces strates exclut la possibilité d'une inondation durant leur formation et avant le dépôt des chapes sus-jacentes. Sauf pour le no 20(=19), ces chapes ont donc efficacement protégé ces fumiers de l'action lacustre au moment de l'inondation, contrairement à d'autres fumiers contaminés et remaniés dans des proportions variables (voir p. 36).

5. L'importance des fines fractions inférieures à 0.25 mm

Sans les données archéologiques précédentes, et en ne tenant donc pas compte de la part des fines fractions disparue au tamisage, en exploitant seulement les parts organique et non organique contenues dans les échantillons, il n'est pas possible de faire la distinction entre les chapes et les limons organiques, si ce n'est par l'absence presque totale de matières organiques dans les chapes (information aussi archéologique). Par ailleurs, la distinction existant entre les limons organiques et les fumiers ou entre les apports anthropogènes et les apports d'origine lacustre est effacée. En effet, si l'on se réfère aux analyses sédimentologiques (Pl./Taf. 12) concernant les pourcentages (poids) de matières minérales/organiques (tamisage) ne comportant que les grosses fractions VIII, IX et X (excluant ainsi les fines fractions I–VII représentatives des apports lacustres), les couches stériles de base 1a à 5 se caractérisent par un très faible pourcentage de matières minérales dissimulant ainsi l'action lacustre, et, par un fort pourcentage de matières organiques faisant ressortir l'influence d'origine humaine; en réalité, ces couches sont composées presque exclusivement de matières minérales, de fines fractions (argile, limon et sable), dépôts constitués exclusivement sous l'influence naturelle. S'il est nécessaire de connaître les pourcentages organiques et minérales dans ces fractions, il nous semble indispensable de les connaître dans les fractions dominantes de l'échantillon, ou, puisque nous savons que cette fraction fine est composée essentiellement de matière minérale, de connaître la proportion de celle-ci par rapport à la totalité de l'échantillon.
Dans la fraction X, les chapes se caractérisent en général par une dominante minérale et les fumiers par une dominante organique, mais quelques exceptions nous empêchent d'en faire une règle.
Les analyses sédimentologiques dans les relations minérale/organique sur la base du volume (Pl./Taf. 12) sont négatives pour notre interprétation puisque les courbes de tendance se croisent systématiquement, ne donnant l'avantage du volume, ni au fumier, ni au limon organique, mais là encore la base de calcul n'est pas exacte puisque la fraction VII dans laquelle est effectuée cette analyse ne retient pas lors du tamisage les fractions fines de limon organique ou de craie qui rendraient leur volume spécifique. L'exemple type pour constater cette erreur sont les strates 1 à 5 (couches lacustres stériles) dont le volume est effectivement constitué de matières organiques (après tamisage), pourcentage plus important que dans les couches archéologiques (!), alors qu'en réalité ces strates sont composées pour l'essentiel de matière minérale qui, il est certain, constitue l'essentiel de leur volume.
L'examen des analyses botaniques et sédimentologiques concernant les proportions de matières organique, non organique et de fractions fines inférieures à 0.25 mm est le contrôle le plus efficace et le plus adapté à l'analyse archéologique des sédiments. Ce contrôle valide les caractères spécifiques déjà attribués à chaque strate et la reconstitution stratigraphique sur laquelle nous avons basé nos interprétations (phases d'occupation et d'inondation, mode d'habitation, ensembles etc.; voir Twann 4).
Ces analyses montrent que les fumiers comportent effectivement plus de matières organiques que les strates de limon organique ou de craie immédiatement en contact, et inversement, que les limons organiques et les craies comportent moins de matières organiques que les fumiers sous- et sus-jacent, que les chapes sont composées de gravier de sable et d'argile. Elles prouvent aussi qu'à Douanne, il existe véritablement une succession logique dans l'organisation des dépôts. Les analyses ne portent que sur une colonne de sédiment, mais elles attestent que si nous avons pu exactement définir les caractéristiques et les limites des 71 échantillons de cette colonne avant même la prise d'échantillon, il est tout à fait certain que nous ayons aussi bien pu repérer le faciès latéral de ces strates (par exemple: craie → limon organique; fumier → fumier limoneux; chape → sable). Outre cette organisation, le faible pourcentage de limon organique ou de craie (fines fractions) en relation, nous l'avons vu, à l'inexistence d'indicateur lacustre dans ces mêmes strates souligne déjà que la reconstitution stratigraphique et planigraphique était une base d'investigation suffisamment exacte pour déjà tirer des conclusions sur la genèse des sédiments et le mode d'habitation. Néanmoins, les autres résultats d'analyses sédimentologique, botanique et palynologique que nous examinons dans le chapitre suivant apportent des données supplémentaires pour préciser ces conclusions.
On peut déjà noter que si ces nouvelles données ne sont pas repérables par une simple analyse archéologique, la prise d'échantillon qui les conditionne dépend directement de cette analyse (voir p. 14).

V. L'apport spécifique des sciences naturelles aux problèmes des palafittes.

1. Les analyses chimiques et granulométriques

A. Analyses chimiques

Comme pour l'ensemble des analyses précédemment exploitées et pour les mêmes raisons, nous utilisons les courbes de tendance. Celles-ci nous permettent de connaître les valeurs de chaque strate d'origine lacustre par rapport aux strates anthropogènes immédiatement en contact (voir Pl. 3).

a. Les pH
Nous avons basé notre exploitation sur les premières mesures (Pl. 3) que nous a communiquées le sédimentologue. Ce dernier exploite des valeurs corrigées (Pl./Taf. 10). Sur la planche 3, on ne constate qu'une très faible différence et écart entre les deux courbes de tendance. Toutefois, comme les strates stériles de base (1a–5), les limons organiques et les craies sont toujours plus basiques que les strates de fumier organique ou limoneux qui ont une teneur supérieure en acide humique. Comme nous le fait remarquer M. Joos, les premières mesures des strates supérieures (35–73) sont trop basiques (valeur entre 8 et 8,5) principalement par rapport aux couches inférieures (6–34; valeur entre 7–7,5; voir p. 70). Il compare à juste titre ces résultats avec des résultats d'un prélèvement effectué dans le profil X/46.8 (zone F; Abb. 47) et ne voit pas de connexion entre ces deux colonnes, concluant qu'il est possible d'être en présence d'un phénomène secondaire. Pour notre part nous n'excluons pas cette possibilité mais constatons néanmoins que les courbes de tendance restent significatives, et envisageons donc aussi, que la teneur en acide humique est plus forte dans les strates supérieures du profil X/46, parce que celui-ci est plus riche à cet endroit en matière organique que le profil X/42, et inversement pour les couches inférieures. En effet, dans le profil X/46.8 les couches supérieures ne sont pas fournies en chapes contrairement au profil X/42, à l'inverse dans les couches inférieures, il y a une importante succession de chapes. Par ailleurs, dans le profil X/46.8, en opposition à ce que donne l'image générale des couches sur l'ensemble de la fouille, les couches supérieures semblent un peu moins riches en matière organique que les couches inférieures (Twann 4, Pl. 8). Puisque la teneur d'acide humique contenue dans les strates dépend de leur richesse en matière organique, cette autre possibilité est aussi à envisager.

b. L'humus
En général les hautes valeurs d'humus sont caractéristiques des fumiers organiques ou limoneux en opposition aux basses teneurs attribuables aux craies ou aux limons organiques comme aux strates stériles de base. Contrairement au pH, les courbes de tendance sont accidentées et les écarts entre chacune sont importants.

c. Les phosphates
La très basse teneur en phosphate dans les strates stériles de base (1a–5) laissait supposer une même tendance pour les strates de craie et les strates de limon organique, et, comme pour les autres analyses, une courbe de tendance opposée pour les strates de fumier. Or ce n'est pas le cas, les courbes de tendance s'entrecroisent anarchiquement avec une valeur généralement inférieure à 10. M. Joos explique ce phénomène par une infiltration des phosphates au travers des différentes strates (barbe de phosphate). Nous avons donc là l'exemple de ce que serait l'image des courbes de tendance de l'ensemble des analyses si les strates homogènes typiques d'apport d'origine lacustre ou d'apport anthropogène n'avaient pas été repérées ou si celles-ci avaient été totalement remaniées au-delà de 50 %. En effet, comme c'est le cas pour les phosphates, les strates n'auraient plus de type caractéristique. Le désordre des deux courbes de tendance des phosphates prouve que l'ordre reconnu pour les autres analyses n'est pas dû au hasard et que le système ne fonctionne pas obligatoirement.
Non seulement cette analyse apporte la preuve que les courbes de tendance sont un outil de travail efficace pour distinguer deux types de sédiment d'origine différente mais encore M. Joos souligne que si le phosphate présente des valeurs de ce type, les villages ont dû obligatoirement être à sec, cette dernière observation allant justement dans le sens de nos conclusions: village construit à même le sol.

d. Le carbonate
Stratigraphiquement, les strates désignées comme des craies ou des limons organiques sont incontestablement les plus carbonatées de la colonne X/42. La courbe de tendance représentative de ces strates se distingue très précisément de la courbe des fumiers toujours moins carbonatés. M. Joos précise qu'à Douanne il n'y a pas de craie (Seekreide) puisqu'aucune valeur en carbonate n'atteint 75 % (Pl. 3). Nous devions donc changer notre terminologie et appeler les craies: limons (Silte). Dans ce cas, la distinction terminologique nécessaire (Twann 4, 30) entre les limons (craies) et les limons organiques resterait possible. Toutes les strates que nous avons désignées comme craies (5, 6b, 8, 18, 26, 34, 48; sauf 58) ont une teneur en carbonate équivalente ou supérieure à 50 % alors que celles désignées comme limon organique ont une teneur en carbonate inférieure à 50 %. Cette limite des 50 % repérée optiquement est archéologiquement significative (Twann 4, 30). La limite à 75 % qui n'est probablement repérable que chimiquement signale-t-elle un phénomène archéologique?

B. Analyses granulométriques

a. Les courbes cumulatives
Les numéros utilisés sur les figures 10–16 sont ceux du laboratoire de sédimentologie.
L'étude granulométrique du pourcentage des fractions d'argile, de limon, de sable et de gravier contenu dans chaque strate est présentée sur deux sortes de diagrammes:
Dans les premiers diagrammes (Abb. 32a), les pourcentages sont calculés uniquement sur les fractions inférieures à 2 mm, le cent pourcent ne comprend donc pas les graviers et les pierres, et les valeurs représentées en courbes ne donnent pas des courbes cumulatives exactes.
Sur la deuxième série de diagrammes (Abb. 32b), les pourcentages sont calculés sur la globalité de l'échantillon, les graviers et les pierres compris, donnant ainsi des pourcentages absolus qui ne déforment pas le relief des courbes. Sur ce dernier modèle et dans une autre série de figures nous avons regroupé les différentes catégories de strates.
La forme de chaque courbe (Fig. 17) est caractéristique d'une catégorie des sédiments signalés précédemment: craies, fumiers organiques, chapes de l'ensemble OS, chapes des ensembles US et MS, fumiers limoneux, limons organiques et les strates stériles de base.
Les courbes cumulatives des échantillons des *strates stériles de base* (no de laboratoire 1–4; Fig. 11) s'élè-

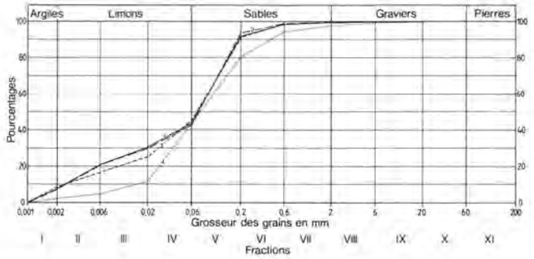


Fig. 11: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *strates stériles de base 1–4* (no de laboratoire).

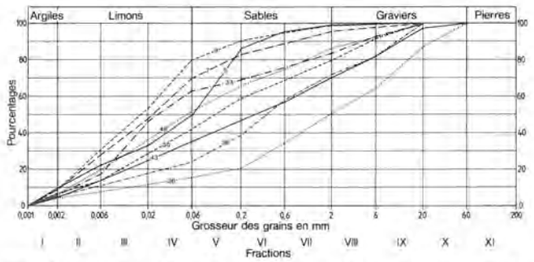


Fig. 12: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *strates de craie* (no de laboratoire).

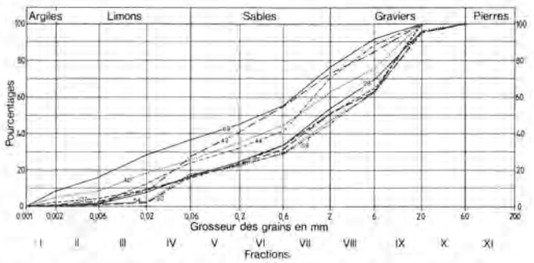


Fig. 13: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *strates de fumier organique* (no de laboratoire).

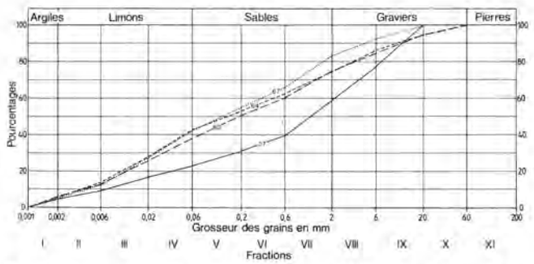


Fig. 14: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *chapes de l'Ensemble OS* (no de laboratoire).

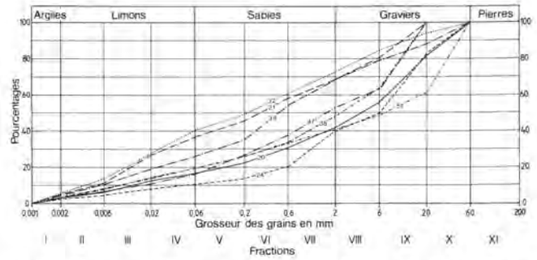


Fig. 15: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *chapes des Ensembles US et MS* (no de laboratoire).

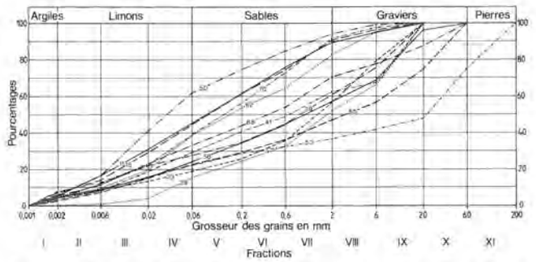


Fig. 16: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *limons organiques* (no de laboratoire).

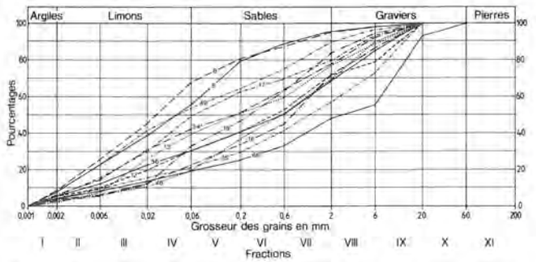


Fig. 17: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives des *fumiers limoneux* (no de laboratoire).

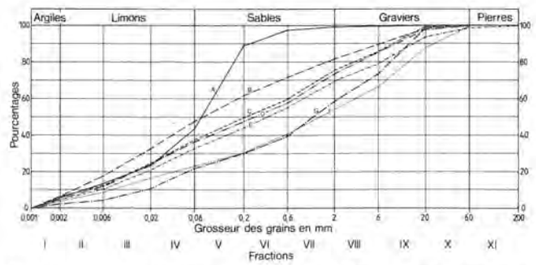


Fig. 18: Douanne. Colonne de sédiments X/42: courbes cumulatives *moyennes de chaque catégorie de strates.*

A: Moyenne des strates stériles de base.
B: Moyenne des craies.
C: Moyenne des fumiers limoneux.
D: Moyenne des chapes de l'Ensemble OS.
E: Moyenne des limons organiques.
F: Moyenne des chapes des Ensembles US et MS.
G: Moyenne des fumiers organiques.

vent assez rapidement jusqu'à la fraction 0.06 mm comme la plupart des strates d'origine lacustre qui se caractérisent par une importante teneur en argile et limon. Les quatre courbes se redressent brutalement à cause du fort pourcentage de sable qui complète ces volumes: 50 % environ dans la fraction 0.06 mm à 0.2 mm. Le regroupement des strates 1a et 1b = 1 (voir p. 19) se justifie parfaitement puisque les deux courbes de ces échantillons se superposent exactement. Granulométriquement, le sable bleu no 4 est effectivement plus sableux et la courbe de la couche de contact no 1b–4 se situe entre ces deux extrêmes.

Les courbes cumulatives des échantillons de *craie* (Fig. 12) se développent dans un mouvement convexe régulier dû au fort pourcentage de limon contenu dans ces strates. Elles s'allongent au-delà de la fraction de 2 mm et sont plutôt aplaties lorsque l'échantillon est pollué par une chape (voir p. 24). Les courbes de craie sont à opposer à celles des fumiers organiques et des chapes (Fig. 18) dont la forte teneur en grosses fractions (organiques ou non organiques) 0.6 mm à 60 mm les font se développer dans un mouvement concave. Ce mouvement est particulièrement accentué par la rareté des fines fractions inférieures à 0.02 mm.

Les courbes cumulatives des *fumiers organiques* (Fig. 13) ne se distinguent pas beaucoup de celles des chapes des ensembles US et MS (Fig. 15) puisque les grosses fractions organiques des premiers se confondent aux grosses fractions non organiques des secondes. Toutefois, la courbe des chapes se développe sensiblement plus dans la fraction X (20 mm à 60 mm).

Les courbes cumulatives des *chapes de l'ensemble OS* (Fig. 14) sont plus aplaties que celles des ensembles US et MS (Fig. 15) puisque les premières sont moins riches en gravier (voir les proportions signalées dans Twann 4, 224).

Les courbes cumulatives des *limons organiques* (Fig. 16) comme celles des fumiers très limoneux (Fig. 17) sont assez aplaties bien que celles de certains limons organiques comparables à celles de craie aient une forme plutôt convexe. Situées entre les strates des craies et des fumiers, les strates de fumier limoneux et des limons organiques (Fig. 18) rappellent encore une fois que ces deux catégories de strates se distinguent l'une de l'autre plus particulièrement par le développement de leur faciès latéral que par leur texture qui est un mélange de "craie" et de fumier dans des proportions variables (voir p. 22).

b. Les paramètres granulométriques (Sk, log Sk, C)

Les paramètres granulométriques (Brochier 1978/79, 2 ss.) doivent être manipulés avec prudence pour les valeurs concernant la couche archéologique. Ils font ressortir les caractéristiques suivantes: L'asymétrie par exemple (log Sk) est généralement plus positive pour les strates de limon organique et de craie que pour les strates de fumier si l'on compare les valeurs de strates directement en contact, mais l'asymétrie de ces dernières n'est que rarement positive (Pl. 3). Donc, comme pour les analyses exploitées dans le précédent chapitre, l'utilisation des courbes de tendance est indispensable pour reconnaître les différents dépôts. Seules les valeurs des strates stériles de base qui n'ont pas subi le mécanisme classique des pollutions peuvent être exploitées sans les courbes de tendance et présentent des caractéristiques granulométriques et chimiques traditionnellement attendues par les sédimentologues dans le cadre d'une exploitation classique. Le Sorting-index de ces strates 1–4 par exemple est très bas, la courbe cumulative (Fig. 18) est redressée indiquant un sédiment bien classé par l'action lacustre. L'exploitation de ces courbes cumulatives dans la séquence de la couche archéologique doit être au contraire plus nuancée et nécessite des informations archéologiques précises.

Par exemple, il faut savoir que si la courbe cumulative des chapes est généralement concave (Fig. 15) du fait même de sa texture d'origine, grosse fraction non organique, elle n'est pas plus aplatie lorsqu'elle est remaniée mais simplement lorsque sa texture d'origine est différente. La courbe cumulative des fumiers organiques a une forme aussi concave (Fig. 13) mais qui est provoquée cette fois par la présence de grosses fractions organiques, elle est plus aplatie lorsque le fumier a été contaminé par des éléments lacustres lors d'un remaniement partiel ou contaminé par des éléments lacustres dont la présence n'a pas forcément pour cause des remaniements lacustres mais seulement la minceur de la strate de fumier emprisonnée entre deux limons organiques ou craies (voir les possibilités de pollution normales p. 25). Cet exemple est valable pour les courbes de limons organiques généralement convexes mais parfois aplaties. Dans ce dernier cas, la pollution de cette strate d'origine lacustre est provoquée, soit naturellement lors de la formation de la strate (remaniement des fumiers alors lessivés), soit par l'homme qui dépose des déchets organiques sur cette strate qui constitue le sol sur lequel il vient habiter et vivre. La courbe des craies généralement convexe peut être concave si, lors de la prise d'échantillon, elle n'a pas été correctement séparée d'une chape sur laquelle elle reposait (Fig. 12, no 36).

Il s'avère donc que les différentes catégories de courbes cumulatives ont un type ou une tendance précise. Mais pour les repérer et les interpréter, il est indispensable d'effectuer auparavant une analyse archéologique précise des sédiments qui dépasse le rôle du sédimentologue. Ce dernier aura donc naturellement des difficultés pour exploiter efficacement ses propres résultats d'analyses, comme le botaniste d'ailleurs, s'il ne tient pas précisément compte des données archéologiques. Cette dépendance des différents spécialistes rend donc nécessaire une continuelle et intense collaboration interdisciplinaire.

Les courbes cumulatives des fumiers limoneux 6a et 6c (Fig. 17, nos 6 et 8) s'apparentent à celles des craies et indiquent peut être que ces fumiers limoneux sont probablement en fait des strates essentiellement formées par le lac (voir aussi p. 31). Elles seraient donc en réalité la suite d'un fumier limoneux de couverture et dans le prolongement et non le prolongement du fumier d'installation zone A (Fig. 19; Twann 4, 52).

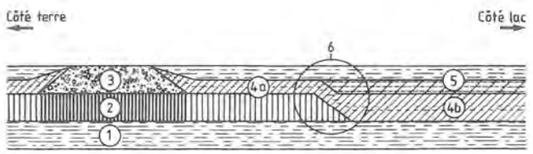


Fig. 19: Schématiquement, évolution du faciès latéral du fumier limoneux de couverture situé dans le prolongement du fumier d'installation. Succession de la formation des couches:
1: Craie
2: Fumier d'installation
3: Chape
4a: Fumier limoneux de couverture
4b: Prolongement du fumier limoneux de couverture situé dans le prolongement du fumier d'installation
5: Craie
6: Situation non repérée stratigraphiquement mais probable.

Dans le prolongement du paquet de couches OS dans les caissons 8 à 14, le même problème est à résoudre. La rupture entre le fumier d'installation et le prolongement du fumier limoneux de couverture n'a pas encore été repérée stratigraphiquement. Seule l'absence de chapes, d'éléments lourds, d'artefacts etc. et naturellement la teneur en matière organique des strates peuvent nous indiquer approximativement cette limite.

C. Valeur du sédiment

a. Les courbes de tendance et l'origine des strates
Obtenue par une formule qui regroupe les différentes analyses chimiques (voir p. 71), cette valeur-synthèse précise pour chaque échantillon soit une formation résultant d'une action essentiellement anthropogène, soit d'origine lacustre ou naturelle. Dans le premier cas, il s'agit des valeurs les plus négatives, dans le deuxième cas des valeurs les plus positives.
En premier lieu, nous avons constaté l'exactitude de cette formule en prenant pour exemple le fumier organique no 23bis (19bis) et les strates stériles de base 1a–4 (Pl. 4). La valeur du premier était effectivement négative, inférieure à – 250, et les valeurs des strates stériles incontestablement lacustres étaient positives, supérieures à + 150.
En second lieu, nous avons constaté que la craie 5 très bien repérable stratigraphiquement et incontestablement d'origine lacustre avait une valeur positive supérieure à + 100 mais inférieure à + 150 (précédentes strates stériles 1a–4). La craie 8 aussi sûrement repérée que la craie 5 avait une valeur aussi positive supérieure à + 50 mais inférieure à + 100 (précédente craie). Il est apparu dès lors qu'une strate d'origine incontestablement lacustre pouvait avoir une valeur positive qui se rapproche de la limite zéro (anthropogène-naturelle) et même la franchir comme c'est le cas de la craie 34 dont la valeur négative est rabaissée à –10 très probablement à cause des contaminations de la couche archéologique. On constate donc que la valeur d'une craie peut être négative mais que néanmoins elle devra toujours être plus positive que celle des fumiers directement en contact (dans le cas contraire, la strate serait mal définie). Le même raisonnement peut être appliqué aux strates de fumier: leur valeur pourrait être éventuellement positive mais plus négative que les strates d'apport lacustre immédiatement en contact. La ligne zéro ne peut donc pas constituer une frontière au-delà de laquelle une strate est, soit d'origine lacustre, soit anthropogène.
Nous savons par ailleurs que des strates de fumier s'intercalent entre des strates de craie, ou inversement: Ayant, lors de l'analyse archéologique des sédiments (Twann 4), repéré ces différentes strates, nous devons donc découvrir dans ce tableau (Pl. 4) les valeurs des strates de craie ou de limon organique (vers le +) placées entre deux fumiers (vers le –) et inversement les valeurs des strates de fumier (vers le –) emprisonnées entre deux strates de craie (vers le +). Dans un premier temps, il est inutile de tenir compte des valeurs absolues, puisqu'une contamination existe dans des proportions variables (craie 34 = – 10), mais uniquement de la valeur relative des strates directement en contact. C'est pourquoi nous utilisons les courbes de tendance. L'utilisation de celles-ci nous permet de constater rapidement ces relations. En effet, lorsqu'un fumier a des valeurs plus positives que les deux couches de craie immédiatement en contact, ou inversement, les courbes de tendance se croisent, signalant ainsi que cette strate fait plutôt partie du domaine lacustre qu'anthropique (voir no 59a). Si les courbes de tendance ne se croisent pas comme c'est généralement le cas, c'est que les strates repérées font effectivement partie du domaine auquel nous les avons attribuées, anthropique pour les fumiers, lacustre pour les craies (voir page 22 pourquoi les courbes de tendance ne passent pas par les chapes). Or, les courbes de tendance de la valeur du sédiment appliquées à la colonne X/42 (Pl. 4) démontrent de façon presque idéale l'exacitude de l'analyse archéologique des sédiments et prouvent incontestablement que les différentes analyses chimiques attestent l'ensemble des données comprises dans la grille archéo-stratigraphique à gauche de la planche.
Sur ces bases, il est donc possible de comparer les valeurs absolues des différentes catégories de strates.

b. Les valeurs absolues par catégorie de strates
Nous examinons dans ce paragraphe, sur la base de la formule sédimentologique "valeur du sédiment", quel est le rapport entre les différentes catégories des strates (chapes, craies, fumiers organiques, fumiers limoneux et limons organiques) sur toute la séquence stratigraphique et l'échelle des valeurs positives et négatives proposée par le sédimentologue (Pl./Taf. 11).
Les chapes: Les valeurs absolues des chapes se situent toutes entre –100 et +100 sauf les nos 12 et 14 qui sont des échantillons prélevés en périphérie des chapes (essentiellement du sable). La majorité de ces valeurs varie entre 0 et +100, donc dans le domaine lacustre ou fluvial. La forte proportion de sédiment non organique contenue dans ces chapes influence probablement cette position, néanmoins il est certain que ces dépôts à caractère sédimentologique lacustre ou fluviatile (argile, sable, gravier) sont incontestablement apportés par l'homme et qu'ils sont restés en partie dans leur position initiale. En effet, comme nous le signalons encore plus loin (p. 31), les fumiers organiques (nos 13a, 23bis (19bis) et 27), les mieux préservés de l'action lacustre, se situent sous ces chapes. Ce qui implique, d'une part que les chapes définitivement en place n'ont pas permis que leur fumier de base soit pollué par le lac, d'autre part que ces chapes comme les fumiers aient été déposées en milieu aérien. Dans le cas contraire, tous les fumiers auraient été préalablement pollués par le lac.
Mis à part les échantillons prélevés en périphérie de chape, tous les échantillons des chapes se situant au dessous de la craie 58 ont une valeur entre –50 et +100 donc plutôt positive, alors que les échantillons des chapes situées au dessus de la craie 58 ont une valeur plutôt négative –100 à 0. Cette classification souligne celle que nous avons faite d'après les textures des chapes (Twann 4, 224).
Les craies: Les échantillons de craie (et les strates stériles de base) ont des valeurs qui se situent entre –50 et +175 (pour le no 58 situé à –60 environ voir le commentaire p. 24), ce qui devrait nous indiquer que toutes les valeurs contenues dans cette tranche (sauf les chapes) sont issues de dépôt d'origine lacustre ou de dépôt anthropogène remanié dans de telles proportions qu'il ne constitue plus un dépôt primaire. Pour nous, morphoscopiquement cette limite de –50 correspond approximativement au passage d'une craie vers l'état de limon organique (lacustre pur → lacustre contaminé); il est possible qu'inversement elle correspond pour les fumiers limoneux au passage anthropogène contaminé → lacustre pur. Les fumiers limoneux compris dans cette tranche de –50 à +175 peuvent effectivement être considérés comme dépôt lacustre[6]. Bien que le fumier 6 (a et c) soit stratigraphiquement *dans* le prolongement du fumier limoneux d'installation 6 (sous les chapes), il est probablement en fait *le* prolongement du fumier limoneux de couverture (dépôt essentiellement lacustre). Le fumier limoneux 17a est lui aussi probablement un fumier limoneux de couverture et le no 51+49 est en bordure de la limite du village (voir Twann 4, 144 et 148: La limite de la 15ème phase d'occupation). Enfin le no 23bis est un fumier limoneux repéré uniquement localement dans une chape, donc sans signification précise.
Les fumiers: Nous scindons l'échelle des valeurs en trois tranches. Une première tranche de –300 à –100 dans laquelle se trouvent les fumiers organiques et les fumiers limoneux. Une deuxième tranche de –100 à –50 dans laquelle se trouvent uniquement les fumiers limoneux. Une troisième tranche de –50 à +50 dans laquelle se trouvent uniquement les fumiers limoneux cités précédemment dans la rubrique craie: fumiers limoneux de couverture et leur prolongement et fumier limoneux local.
Donc, mis à part ces derniers, tous les fumiers se situent dans le négatif de l'échelle des valeurs, c'est à dire le domaine anthropique. Dans la première tranche des fumiers, nous pouvons encore faire une distinction importante puisque les strates contenues dans la partie de l'échelle des valeurs les plus négatives –300 à –250 sont uniquement des fumiers protégés sous les chapes (fumiers organiques 13a et 23bis[19bis]) et que ceux compris dans la section –250 à –200 sont aussi des fumiers protégés sous une chape ou surmontés d'une phase d'incendie (no 35 et no 55+57).
Entre –200 et –50 les fumiers sont, soit sous une chape, soit directement en contact avec un dépôt lacustre.
Les limons organiques: Ils sont contenus dans quasiment toutes les sections négatives et positives de –300 à +50. Ce phénomène est logique si l'on tient compte qu'un très fin dépôt lacustre ne peut pas être par sa texture même, isolé précisément des autres strates. Lors de son dépôt, il s'intègre à la strate sous-jacente. Lors de l'occupation, il constitue le sol sur lequel l'homme évolue, et lors de la prise d'échantillon, il serait nécessaire de trier le prélèvement (voir p. 24).

2. Les mollusques et les autres indicateurs lacustres

Nous tirons nos conclusions de deux sources d'informations distinctes: D'une part des analyses botaniques (Pl. 2); d'autre part des analyses sédimentologiques (Taf. 12).

A. Analyses botaniques

a. La méthode (voir p. 55 s.)
Comptage et détermination effectués dans les fractions supérieures à 0.25 mm et pour 100 g de sédiment.

b. Système de présentation des résultats sur la planche 2
Nous avons utilisé les courbes de tendance. Les valeurs sont données pour 100 g de sédiment et nous avons utilisé une échelle logarithmique. Celle-ci à pour principal défaut d'imposer les chiffres les plus insignifiants au dépens des chiffres les plus significatifs. En outre, graphiquement encore, ces derniers sont ramenés au rang des premiers. L'échelle logarithmique allant à l'encontre de notre démonstration c'est une échelle inverse que nous aurions dû utiliser ou pour être tout à fait objectif une échelle linéaire. La même méthode et la même présentation sont appliquées pour l'étude des graines et celle des restes de poissons.

B. Analyses sédimentologiques

a. La méthode (voir p. 70)
Comptage et détermination effectués dans la fraction VII (0.6 mm–2 mm) et pour 4 cm^3 de sédiment.

6 Ne pas voir là une contradiction avec la terminologie, c'est elle qui nous permet de franchir cette seconde étape d'interprétation.

b. Système de présentation des résultats sur la planche/ Tafel 12

Les valeurs sont données graphiquement pour 4 cm^3 de sédiment sur la base d'une échelle linéaire. Nous n'avons pas utilisé les courbes de tendance. La même méthode et la même présentation sont appliquées pour l'étude des graines et celle des restes de poissons.

C. Exploitation des analyses botaniques et sédimentologiques

a. Analyses botaniques

Du quatrième au douzième diagramme de la planche 2, sous le titre "apport lacustre", les résultats sont graphiquement assez confus. Deux raisons à cela: Premièrement, le problème graphique abordé précédemment; deuxièmement, les valeurs de deux échantillons perturbent fortement la tendance générale des courbes de tendance. Or, il s'agit du no 22bis qui représente une nappe sans extension stratigraphique (voir p. 20) et du no 52+ 53 qui provient d'une strate qui n'avait pas été à cet endroit de la colonne repérée stratigraphiquement (voir p. 21).

En excluant ces deux perturbations, les courbes de tendance des quatrième et douzième diagrammes de la planche 2 précisent que les indicateurs lacustres sont majoritaires dans les strates de craie et de limon organique. Seul, le no 67 est à tendance opposée.

b. Analyses sédimentologiques

Les cinq premiers diagrammes de la Pl./Taf. 12 donnent une autre image des résultats. Indépendamment des restes de poissons, les indicateurs lacustres sont essentiellement concentrés dans les strates de craies 5, 8, 26, 34, 48 et 58. Dans les autres strates, leur absence est presque totale. Ces résultats vont parfaitement dans le sens de nos conclusions. Dans les 2ème, 3ème, 4ème et 5ème diagrammes de la Pl./Taf. 12 l'utilisation des courbes de tendance n'est pas nécessaire et sans celles-ci il est aussi possible de repérer les principales strates d'origine lacustre.

Ces deux diagrammes d'une même analyse botanique et sédimentologique qui donnent une image aussi différente des caractéristiques d'une même suite d'échantillons prélevés dans la même colonne de sédiments posent le problème des méthodes d'analyse. Dans le premier cas, les valeurs obtenues dépendent du poids de l'échantillon (100 g) alors que dans le deuxième cas, elles sont conditionnées par le volume (4 cm^3). Notons que 100 g de limon correspondent approximativement à huit fois 4 cm^3. Or, en multipliant par 8 le nombre d'indicateurs lacustres ou celui des graines découvert dans les échantillons soumis aux analyses sédimentologiques, on est loin d'aboutir au nombre de ceux découverts dans les échantillons soumis aux analyses botaniques. Il semble donc préférable de travailler non seulement sur un volume déterminé mais aussi sur la globalité de l'échantillon, et non sur des fractions arbitrairement choisies. En effet, le total d'indicateurs lacustres, celui des mollusques et celui des graines découvert dans les échantillons soumis aux analyses botaniques nous semble trop important pour 100 g (no 1a: 105 593 fragments de mollusques, et plus de 160 000 autres indicateurs lacustres; no 67: plus de 5000 graines alors que 28 g seulement de l'échantillon sont organiques auquel nous devons déjà soustraire 25 % de charbon de bois et 47 % d'écorces, de copeaux et de brindilles), surtout que les fractions inférieures à 0.25 mm ont été éliminées, le volume de chaque reste comptabilisé est donc au minimum proportionnel à cette fraction. Nous pensons qu'en éliminant les fractions fines avant le travail de détermination, on élimine du même coup le composant principal de la strate (argile et limon inférieurs à 0.25 mm) en ne conservant que les agents secondaires, les mollusques par exemple, qui sont presque seuls à être comptabilisés et considérés finalement comme le 100 % des composants de la strate. Une partie seulement de l'échantillon de 100 g ayant été soumise à l'analyse, les botanistes ont dû diviser le nombre de mollusques comptés dans cette partie par le poids de cette même partie et le multiplier par 100 g, pour obtenir une valeur pour 100 g. Or, puisque le poids de la partie de l'échantillon retenue est plus bas que le poids réel du sédiment (argile ou limon), le nombre de mollusques est encore proportionellement augmenté. Nous voyons donc là deux fautes possibles qui font ressortir de fausses valeurs. Il serait donc à tout point de vue indispensable de travailler sur la globalité du sédiment et ceci pour l'ensemble des analyses.

Notons encore pour ces deux Pl./Taf. 2 et 12 en ce qui concerne les graines et les restes de poissons que sur la planche sédimentologique les pics vont généralement par deux, craie et fumier ou fumier et craie, alors que sur la planche botanique les résultats ne présentent pas ce type particulier. Nous étudions dans le chapitre suivant le comportement de ces deux composants de restes organiques dans la couche archéologique.

VI. Comportement des différents restes organiques dans la couche archéologique

L'évolution du faciès latéral des strates, la répartition organisée de la part de matière organique et celle non organique contenue dans les strates (analyses botanique, sédimentologique et archéologique), les résultats des analyses granulométrique et chimique ainsi que la répartition des mollusques et autres indicateurs lacustres dans les strates ont démontré que les indices lacustres sont généralement concentrés dans les strates de craie et de limon organique mais laissent aussi supposer que les indices d'une activité humaine se déroulant sur terre ferme sont à attendre dans les strates de fumier et dans les chapes. Or, comme pour la part des sédiments contenus dans ces différentes strates et pour les mêmes raisons, les pourcentages des différents restes organiques étudiés dans ce chapitre sont à attendre dans des proportions variables (Twann 4, 30 s.). Toutefois, une autre possibilité est à envisager pour exploiter logiquement ces résultats. En effet, si l'indice lacustre ou anthropique de

certaines analyses indique incontestablement l'origine de la strate, d'autres analyses indiquent plutôt les proportions d'un indice incontestablement lacustre contenu dans les strates précédemment désignées comme anthropogènes ou celles d'un indice incontestablement anthropogène contenu dans les strates précédemment définies comme lacustres.

Enfin, d'autres analyses indiqueront uniquement les valeurs d'un indice sans que nous sachions précisément s'il représente un apport anthropogène ou d'origine lacustre (restes de poissons), seule l'interprétation de l'ensemble des résultats peut nous apporter la réponse.

Nous étudions donc le comportement des différents restes organiques en tenant compte de ces trois notions.

1. Les graines

Les différentes espèces de graines (fraises, mûres, framboises etc.) qui sont incontestablement cueillies par l'homme et apportées dans le village, ne se trouvent pas précisément dans les fumiers mais aussi dans les craies et les limons organiques. Les courbes de tendance pour cette catégorie d'analyse se croisent presque systématiquement, prouvant ainsi que ces graines ne sont pas plus typiques des strates anthropogènes que des strates d'origine lacustre. Ayant néanmoins été apportées par l'homme dans la couche archéologique, il est indiscutable qu'elles sont secondairement passées dans les strates d'apport lacustre. Cette contamination d'une strate à l'autre est d'autant plus évidente que le mouvement général des deux courbes de tendance est identique (voir seulement ici les valeurs des analyses sédimentologiques Pl./Taf. 12). D'une part, ceci prouve le lien qui existe entre les deux catégories de strates (pollution). Il est donc indispensable de travailler avec des valeurs relatives. D'autre part, ceci permet de savoir quelle strate a été contaminée par l'autre. Ainsi, puisque les nos 20 (=19) et 23a ont tous les deux une importante quantité de graines, il est probable que celles contenues dans la strate 20(=19) aient été mises en suspension lors de l'inondation (limon organique 23a) et ont donc enrichi la strate 23a. A l'inverse, celles contenues dans la strate 59a ont probablement contaminé la strate inférieure no 58, de même que celles de 67 ont probablement contaminé le no 66, et celles de 69 le no 68. Dans ces trois derniers cas, c'est probablement l'activité de l'homme sur la surface de craie qui est à l'origine de la pollution de ces strates. Les graines de pavot (Papaver sp.) pratiquement absentes des couches stériles de base, comme les autres graines, sont très bien représentées depuis la première couche archéologique. Elles sont donc liées à la présence de l'homme mais comme les autres graines, remises en suspension lors de l'inondation ou éparpillées sur le sol de craie ou de limon organique lors de l'occupation, elles ne sont pas plus typiques des strates de fumier anthropogène que des strates de craies d'origine lacustre.

Il est intéressant de constater que s'il n'y a pas d'artefact dans le fumier sous les chapes, il existe néanmoins de nombreux restes organiques (nourriture) tels que les graines qui indiquent une activité humaine conséquente antérieure au dépôt des chapes.

Les graines de blé (cultivées) semblent moins abondantes sous les chapes (nos 13a, 23bis[19bis], 27, 59a, 60, 67 et 69) que dans les fumiers situés entre les chapes. L'exemple type est le fumier 20(=19). Néanmoins, les valeurs du lin, des graines de pavot (cultivées) ou des autres graines cueillies ne correspondent pas à ce cas type et pourraient être un argument sérieux contre nos théories[7], puisque, d'une part les proportions des valeurs étudiées dépendent aussi des saisons auxquelles se sont constituées les couches et des saisons durant lesquelles ces différentes espèces apparaissent, d'autre part, compte tenu des méthodes d'analyse précisées précédemment et qui influencent directement les résultats d'analyses, il n'est peut-être pas très prudent d'approfondir ces observations. Néanmoins, il serait intéressant que des recherches s'effectuent encore dans cette direction. La dendrochronologie peut dans certains cas éliminer la première inconnue et la pratique d'une méthode d'analyse plus rigoureuse, la seconde.

2. Les restes de poissons

Il s'avère que les restes de poissons (Pl. 2; Taf. 12), absents des strates stériles de base et apparaissant avec les premières couches archéologiques, seraient un apport anthropogène mais qui, comme les graines, très légers et susceptibles de flotter, se concentrent souvent dans les strates d'apport lacustre (craies et limons organiques). Si l'on refuse l'hypothèse de ce mécanisme, on devrait alors, plutôt, les considérer comme un apport lacustre puisque les valeurs dominantes sont dans ces strates-là. Comme les graines de blé, sauf pour la strate no 67, on en dénombre un minimum dans les fumiers sous les chapes.

L'importante quantité de restes de poissons contenus dans les strates depuis le no 61 signale soit une activité économique différente, éventuellement influencée par l'écologie du moment (lac plus poissonneux), soit que la formation du fumier se soit constituée sur une plus longue période ou encore, que les inondations moins importantes que dans les strates inférieures aient moins retiré de la couche archéologique le matériel flottant. Dans le cas présent, un choix s'avère difficile, mais pour les graines dont la quantité est aussi généralement plus importante que dans les strates inférieures, c'est la première hypothèse que nous retenons puisque dans la séquence no 20(=19) recouverte par une faible inonda-

7 On doit aussi envisager que les fumiers entre les chapes (planigraphiquement parlant) sont soumis à l'action lacustre. Or, puisque les graines flottent, il est probable qu'une partie d'entre elles sont éliminées de la strate de fumier. Au contraire, la totalité des graines contenue dans le fumier sous les chapes est encore présente.

tion 23a, le comportement et la quantité des graines sont identiques à ceux observés dans les strates supérieures.
Pour l'ensemble des résultats d'analyses de sciences naturelles, le facteur concernant la durée pendant laquelle la couche s'est constituée est très important et influence probablement les pourcentages obtenus pour chaque valeur. On peut supposer que la richesse en pollens, en graines et en divers restes nutritifs en particulier, sera d'autant plus importante que la formation de la couche aura duré longtemps. En outre, le lieu du prélèvement influence probablement aussi les résultats d'analyse: échantillon prélevé sous une chape ou à côté d'une chape, dans le centre du village ou en bordure du village, dans une ruelle etc. . .
Indépendamment de la durée et de l'emplacement de formation d'une strate, la saison pendant laquelle cette couche se développe et qui pour le moment nous est inconnue freine aussi l'exploitation maximum de ses valeurs.
Toutefois, le fumier no d'échantillon 27 semble être le cas type d'un fumier d'installation constitué rapidement et résultant de la destruction par l'homme des anciens vestiges existant encore après le dépôt de la craie 26 et les déchets de construction du nouveau village, avant même que soit rapidement déposée la chape no 28. Cette dernière a alors été une protection pour le fumier no 27, expliquant que ce dernier ne soit constitué que de matières organiques utilisées pour la construction (écorces, copeaux, brindilles) mais non de celles propres à la nutrition de l'homme (graines diverses, restes de poissons etc.). Pour les mêmes raisons, ce fumier no 27 est très pauvre en pollens. Ce cas idéal est stratigraphiquement situé après une importante inondation, probablement de longue durée, provoquant un réaménagement total et nouveau du village (déplacement des chapes). Dans d'autres cas, inondation moins importante, par exemple, le fumier d'installation sous les chapes peut éventuellement être pollué par une occupation partielle avant même que l'homme ait déposé une nouvelle chape.

3. Les pollens

Nous ne développons pas un important chapitre sur les analyses polliniques puisque B. Ammann a déjà exploité dans le détail et avec discernement les résultats de ces analyses (p. 47 ss.). La figure qu'elle présente (Abb. 23) montre bien que comme pour les autres analyses de sciences naturelles, il est possible, en maîtrisant les données archéologiques, d'exploiter au maximum ces résultats. Il ressort toutefois que ceux-ci sont les moins faciles à interpréter, puisque les caractéristiques polliniques existant entre les strates anthropogènes et celles d'origine lacustre sont les moins contrastées. Bien qu'il existe des phénomènes type dans les transitions fumier → craie, fumier → limon organique, craie → fumier (diminution des NAP et augmentation des AP + STP dans les deux premiers cas et l'inverse pour le troisième cas), l'utilisation des courbes de tendance ne suffit pas pour faire ressortir ces résultats. En effet, la transition limon organique → fumier n'est pas repérable et les valeurs anarchiques de ces derniers tout du long de la séquence stratigraphique font que les courbes s'entrecroisent. Mises à part quelques hypothèses de travail, nous n'expliquons pas pourquoi la transition fumier → limon organique est repérable alors que la transition limon organique → fumier ne l'est pas. En poussant l'exploitation de cette colonne au-delà de l'utilisation des courbes de tendance que nous avions préconisée, B. Ammann a encore prouvé que les résultats dépendent autant de la méthode d'exploitation que de l'analyse elle-même ou que du prélèvement des échantillons.

A. La fréquence pollinique absolue par cm³

(Voir les trois derniers diagrammes de la planche/Tafel 5). Sur toute la séquence stratigraphique nous constatons trois phénomènes: Premièrement, l'absence de NAP dans les strates stériles de base 1–4 signale que l'influence anthropogène est inexistante ou non repérable; deuxièmement, nous constatons qu'il y a un nombre inférieur de NAP par rapport aux AP + STP dans les strates 4–18 (sauf la chape 14 et la strate 14bis). L'influence anthropogène est donc présente mais non dominante. Deux conclusions différentes peuvent être tirées de ces données: Soit, l'influence de l'homme sur le milieu n'est pas encore dominante, le déboisement est encore réduit. Dans ce cas, il est normal que les AP + STP soient encore majoritaires; soit, puisqu'à l'emplacement de la colonne de sédiments X/42, toutes ces strates se situent en périphérie de village (voir le profil nord Fig. 1), nous sommes en présence d'une importante influence lacustre qui se traduirait par un apport de AP + STP dans les strates anthropogènes durant les inondations (remaniement conséquent). Troisièmement, depuis la strate 18 jusqu'à la strate 73, nous constatons généralement une dominance des NAP, sauf dans les strates de craie 18, 26, 34, 48 et 58 qui sont marquées par une recrudescence des AP + STP. Toutefois les strates immédiatement sus-jacente et sous-jacente à ces craies s'enrichissent aussi de AP + STP. Ici encore, deux conclusions sont possibles: Soit, l'influence de l'homme sur le milieu devient très importante, le déboisement est intensif d'où l'augmentation des NAP. Dans ce cas, l'augmentation des AP + STP dans les craies signalent un reboisement durant les périodes d'inondation, ce qui nous paraît guère possible sur des périodes aussi courtes (qu'il reste toutefois à déterminer). Soit, la diminution des AP + STP dans la séquence 18–73 est simplement locale et limitée à la couche archéologique. En effet, l'apport par l'homme de NAP dans les dépôts anthropogènes diminue proportionnellement le pourcentage des AP + STP, mais ce phénomène est limité à la couche archéologique à l'extérieur de laquelle aucun changement notable ne serait à signaler (voir les craies 18, 26, 34, 48 et 58). Dans ce cas, pour constater un changement écologique dans l'environnement immédiat du village, il serait donc nécessaire d'analyser une colonne de sédiments à l'extérieur de la couche archéologique où les pourcentages de NAP et de AP + STP signaleraient des proportions de végétation réellement existante et non des chiffres artificiellement provoqués par des concentrations exceptionnelles dues à l'homme. Toutefois, l'augmentation des pollens de céréales, de bas en haut dans la séquence stratigraphique (Cortaillod classique 10 % des NAP – Cortaillod tardif 60 % des NAP) indique réellement une activité économique agricole toujours plus importante et presque maximale au Cortaillod tardif[8]. Celle-ci n'a pas forcément pour conséquence un déboisement ou un défrichement de l'environnement immédiat. En effet, les pentes abruptes du bord du lac à Douanne se prêtent moins aux travaux de culture que les plaines situées en haut des gorges du Twannbach.

B. Exploitation sans tenir compte de l'évolution stratigraphique

Nous avons formé des groupes caractérisant les principaux dépôts: craies, limons organiques, fumiers organiques, fumiers limoneux, fumiers sous les chapes, fumiers à côté des chapes, chapes, périphérie des chapes, charbons, strates stériles prénéolithiques.
A cet effet, pour chaque groupe cité, nous avons additionné les différents pourcentages de pollens contenus dans chaque strate et divisé les totaux obtenus par le nombre de strates, réalisant ainsi la moyenne des pollens contenus dans une strate caractéristique de chaque groupe.
Les résultats confirment ainsi le mode de dépôt des sédiments tel que nous l'avons préconisé (Twann 4). La moyenne des herbacées (NAP) contenues dans les craies est bien inférieure à celle obtenue dans les fumiers organiques; les fumiers sous les chapes contiennent 67 % d'herbacées alors que ceux à l'extérieur des chapes n'en contiennent que 39 %, prouvant que le fumier sous les chapes est constitué essentiellement sous l'influence de l'homme et rapidement protégé d'éventuelles pollutions naturelles. Les limons organiques contiennent aussi un peu moins d'herbacées que les fumiers limoneux, ce qui semble logique puisque le premier est d'origine naturelle ou lacustre alors que le second est anthropogène. Inversement, la moyenne des pollens d'arbres et arbustes (AP + STP) est supérieure dans les craies, inférieure dans les fumiers. Les fumiers sous les chapes contiennent 33 % de ces AP + STP alors que ceux à l'extérieur des chapes en contiennent 61 %. La moyenne des pollens de céréales était de 40.6 % dans les chapes, dominant ainsi celle de tous les autres groupes.
Mais attention, ces résultats sont artificiels puisque le nombre des pollens de NAP et de céréales augmente progressivement des couches inférieures (20 % environ) jusqu'aux couches supérieures (70 % environ) et comme les strates les plus organiques proviennent des couches supérieures, le pourcentage des NAP contenu dans les fumiers organiques est naturellement proche des 70 % du paquet de couches supérieures. D'où l'illusion que les couches organiques contiennent plus de NAP que les limons organiques ou les craies prises en général dans les couches inférieures qui, elles, contiennent moins de NAP.
Il en est de même pour le fumier sous les chapes par rapport au fumier extérieur aux chapes: les chapes étant plus nombreuses dans les couches supérieures, les premiers fumiers sont puisés là où le nombre de NAP est le plus important et le second fumier plutôt dans les couches inférieures, là où les NAP sont le moins bien représentés.
La même constatation est à faire pour les chapes. Ce système d'exploitation prouve bien qu'il est imprudent de réaliser des moyennes ou de créer des groupes pour exploiter les résultats puisque dans ce cas, on ne tient absolument pas compte de l'évolution stratigraphique. L'utilisation des courbes de tendance est un premier pas pour comparer des valeurs en tenant compte de cette évolution. L'exploitation telle que l'a pratiquée B. Ammann précise encore qu'une incidence est possible dans les courbes de tendance de certaines analyses alors qu'il y a encore de sérieuses possibilités d'exploitation en tenant compte de l'évolution stratigraphique, uniquement d'une strate à l'autre.
Dans le cas des pollens, comme dans celui des graines et celui des restes de poissons, leur position dans la couche archéologique est aussi influencée en partie par leur bonne flottabilité.

VII. Précisions sur la nature et l'état de chaque strate sur la base de l'exploitation des résultats des sciences naturelles et des données archéologiques

En se référant au diagramme de "la valeur du sédiment" (Pl. 4), nous avons indiqué sur la figure 20 la répartition des différentes catégories de strates par rapport à l'échelle positive et négative du sédimentologue (l'échelle est indiquée en haut des deux figures). Cette figure est donc en fait le résumé de la répartition des valeurs des strates obtenues par la synthèse "valeur du sédiment".
Après l'exploitation des autres analyses et des données archéologiques, nous proposons au bas de cette figure et en parallèle à l'échelle des valeurs positives et négatives deux colonnes:
La première colonne est une estimation du pourcentage de pollution lacustre des strates de fumier, de 0 à 100 %.
La deuxième colonne en relation avec la première concerne une échelle de remaniement fractionnée en cinq sections. Sur la base de cette figure, nous tirons donc les conclusions des différentes analyses et l'interprétation définitive de chaque strate.

8 H. Liese-Kleiber (1977) signale une dominance des pollens de céréales au sein des NAP du Cortaillod tardif d'Yverdon (Garage Martin et Avenue des Sports) en comparaison au Lüscherz et au complexe néolithique récent-final de ce même lieu.

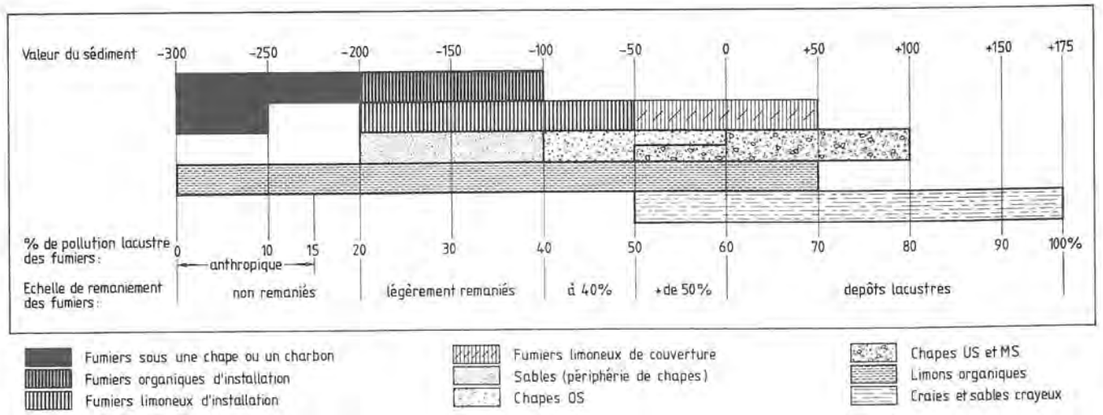


Fig. 20: Répartition des différentes catégories de strates par rapport à l'échelle des valeurs positives et négatives du sédimentologue (valeur du sédiment, voir Pl. 4) et estimation du pourcentage de pollution lacustre des strates de fumier et de leur degré de remaniement en parallèle à cette même échelle (voir aussi Pl./Taf. 11 et Abb. 50).

1. Echelles de pollution et de remaniement des fumiers

A/1: 0 % à 15 %: Entre 0 et 15 %, nous pensons que la pollution des strates de fumier par des éléments lacustres peut être éventuellement provoquée par l'homme (voir p. 25) et croyons que ces strates ne sont pas remaniées. Dans cette tranche sont compris les nos 13a, 23bis(19bis), 27 et 35. Les éléments lacustres contenus dans ces strates sont si peu nombreux qu'on ne peut pas objectivement supposer, compte tenu des autres indices que nous connaissons, que le lac ou l'action lacustre les ait directement intégrés à ces dépôts. La strate no 13a ne contient aucun mollusque, 1 bethynia-"Deckel", 2 chara, 1 larve de thrichoptère. Le no 23bis (19bis) contient 90 fragments de mollusque et 38 autres indicateurs lacustres. Signalons que pour constituer 1 mollusque, il faut probablement au moins 10 fragments de mollusque et que les strates stériles de base typiquement lacustres contiennent jusqu'à 105 593 fragments de mollusque et plus de 160 000 autres indicateurs lacustres toujours pour 100 g de sédiment. Nous ne pensons donc pas que la strate no d'échantillon 23bis(19bis) ait subi l'action lacustre. Le no 27 ne contient que 10 fragments de mollusques et 8 autres indicateurs lacustres alors que la strate de craie immédiatement sous-jacente no 26 en contient 884. Le no 35 ne contient que 24 mollusques et 42 autres indicateurs lacustres alors que la strate de craie immédiatement sous-jacente no 34 contient 310 mollusques et 529 autres indicateurs lacustres.

A/2: 15 % à 20 %: De 15 à 20 %, la pollution des strates de fumier peut être effectivement déjà due à une action lacustre directe sur la couche archéologique comme c'est le cas pour les fumiers nos 20(=19) et 55+57, tous les deux en contact avec un dépôt lacustre sus-jacent. Toutefois, nous estimons encore que ces dépôts n'ont pas été remaniés. Le no 20(=19) avec un pourcentage de 66 % de matière organique et 27 % d'inorganique à grosse fraction, c'est-à-dire 93 % d'apport humain (voir p. 25), ne contient aucun mollusque et 7 autres indicateurs lacustres. Le no 55+57 directement recouvert par l'importante inondation (craie 58) a été apparemment assez contaminé par les infiltrations de fractions fines (42 %) et des mollusques (160), toutefois les 29 autres indicateurs lacustres contenus dans cette strate en opposition aux 694 contenus dans la strate de craie immédiatement sus-jacente prouvent que cette strate 55+57 a bien résisté à l'action lacustre (probablement presque nulle dans le cas d'un haut niveau du lac).

B: 20 % à 40 %: Le rapport pollution – remaniement des strates 55+57 et 58 annonce la troisième tranche des fumiers (valeur du sédiment entre –200 et –100) qui, estimons-nous, n'a subi qu'un très faible remaniement bien qu'étant contaminée de 20 à 40 %. Ce remaniement provenant, soit de l'action lacustre quand la strate est en contact direct avec un limon organique sus-jacent ou une craie (nos 11a et 11b, 30, 32, 39+41+42, 71), soit éventuellement de l'activité humaine et du dépôt lacustre immédiatement sous-jacent dans le cas où le fumier est recouvert par une chape (nos 60, 67). Dans le cas du fumier no 11 divisé arbitrairement en deux strates (11a et 11b), on notera que la base contient plus de mollusques et d'indicateurs lacustres que le sommet. Signalons toutefois une importante anomalie pour le fumier no 67 qui, d'après la quantité de mollusques (2408) et les autres indicateurs lacustres (288) qu'il contient, présente plus de caractéristiques d'origine lacustre qu'anthropogène. Les 2951 restes de poisson découverts dans cette strate signalent peut-être une activité de pêcheur à cet emplacement ou une pollution locale en rapport direct avec ces restes de poissons.

C: 40 à 50 %: Dans la quatrième tranche (valeur du sédiment entre –100 et –50) nous estimons que pour 40 à 50 % de pollution les strates de fumier sont remaniées à environ 40 % (nos 59a et 69). En tenant compte uniquement du pourcentage des mollusques et de celui des indicateurs lacustres contenu dans les strates, cette estimation est confirmée par les valeurs du no 59a, mais excessive pour la strate no 69 qui ne contient que 24 mollusques et 50 autres indicateurs lacustres, mais compte tenu de l'ensemble des résultats d'analyses, nous pensons que ces strates ont subi un remaniement conséquent.

D: 50 à 60 %: Les fumiers dont les valeurs du sédiment varient entre –50 et 0 et la pollution par les dépôts lacustres entre 50 et 60 % sont probablement remaniés à plus de 50 % (pour les nos 17a et 23bis, voir p. 25). Il s'agit donc plutôt de dépôts lacustres pollués par des éléments d'apport humain. Dans ces deux cas, les indices lacustres ne sont pas significatifs, mais les fractions fines éliminées lors du tamisage et qui constituaient 51 % de leur composant restent une inconnue trop importante pour tirer de conclusions définitives, sans tenir compte des autres analyses.

E: 60 à 80 % Les numéros d'échantillon compris entre les valeurs du sédiment 0 et +100, pollués de 60 à 80 %, sont des dépôts lacustres (voir p. 37) dont les valeurs indiquent qu'ils se sont enrichis durant leur formation d'éléments anthropogènes puisés dans un dépôt anthropogène immédiatement sous-jacent. Cette influence d'un dépôt à l'autre a pu être repérée par le comportement des valeurs des différents restes organiques étudiés dans le chapitre précédent.

2. Les chapes et les périphéries de chapes

Sur les premier et deuxième diagrammes de la planche 2, l'existence des chapes est incontestablement prouvée par la caractéristique du sédiment qui les compose (voir p. 23). Sur la figure 20, l'évolution typologique des chapes déjà signalée (Twann 4, 224) et les périphéries de chapes se distinguent particulièrement bien:

A gauche de la planche 4, sous –100 (valeur du sédiment), on trouve uniquement des échantillons représentatifs des *périphéries de chapes* (dominante de sable), ce sont les numéros 12 et 14.

Les *chapes de l'ensemble OS* (dominante d'argile et de sable) se situent au centre de la planche 4 entre –100 et 0 (valeur du sédiment), ce sont les numéros 59b, 61, 68 et 70.

Les *chapes des ensembles US et MS* (dominante de gravier) se situent à droite de la planche 4 entre –50 et +100 (valeur du sédiment), ce sont les numéros 17, 20bis, 24bis, 28, 47 et 52+53a.

3. Les craies et les strates stériles de base

Sur la planche 4, elles sont toutes réparties dans le domaine opposé à celui des fumiers d'installation entre –50 et +175 (valeur du sédiment), ce sont les numéros 1a, 1b, 4, 5, 8, 18, 26, 34, 48 et 58.

4. Le fumier limoneux de couverture et son prolongement

Le fumier limoneux de couverture no 17a, le prolongement du fumier limoneux de couverture 6(a,b,c) et 51+49 (= fin d'une phase d'occupation) se situent dans le domaine des craies et des strates stériles de base entre –50 et +50 (valeur du sédiment). A ce titre, ils s'opposent aussi aux fumiers d'installation et sont peut-être à rattacher, comme nous l'avons déjà signalé page 29, à un dépôt essentiellement lacustre (plus de 50 % de remaniement). Cette situation appuie la proposition que nous avons faite précédemment pour la terminologie, à savoir: remplacer le terme "fumier limoneux de couverture" par celui de "limon organique de couverture" (évolution du faciès latéral côté lac; Fig. 19).

VIII. Conclusions

Nous présenterons nos conclusions en trois paragraphes: Le premier paragraphe concerne les conclusions générales, le deuxième paragraphe se rapporte aux conclusions que nous pouvons tirer de notre travail pour proposer une courbe des variations du niveau du lac de Bienne durant l'époque de Cortaillod et le troisième paragraphe est un résumé du contenu global de ce volume, mais naturellement du point de vue archéologique.

1. Conclusions générales

Dans une première partie, en expliquant avec précision le sens de notre terminologie descriptive, nous indiquons, d'une part sur quel critère ont été prélevés les échantillons et facilitons, d'autre part, la lecture de la liste descriptive des échantillons (p. 18 ss.) qui étaient déjà soumis à l'interprétation archéologique préliminaire (Twann 4).

Dans une deuxième partie, l'exploitation des analyses botanique et sédimentologique concernant les parts de matière organique et non organique contenues dans les strates a prouvé l'existence des trois catégories de strates repérées lors de l'analyse archéologique des sédiments (Twann 4). Bien que les proportions des différents sédiments aient déjà été approximativement repérées optiquement, deux faits essentiels marquent ce deuxième chapitre: D'une part, la méthode d'exploitation par les valeurs relatives, d'autre part, l'utilisation des courbes de tendance, nouveau système qui favorise la lecture des résultats en tenant compte des données archéologiques et de la dynamique des dépôts.

Enfin, nous avons souligné l'importance des fractions fines inférieures à 0.25 mm qui faussent, si on les élimine des différents calculs, les valeurs à exploiter et évidemment l'interprétation globale des résultats puisqu'elles représentent l'essentiel de l'indice lacustre.

Dans une troisième partie que nous avons consacrée plus spécialement aux analyses sédimentologiques, nous

avons vu, sur la base de nouvelles données non repérables optiquement, que les caractéristiques chimique et granulométrique étaient typiques pour chaque catégorie de strates. Aucun type, au contraire, n'est incompatible avec l'interprétation archéologique effectuée auparavant (Twann 4).
Sur la base de l'exploitation par les valeurs relatives de la synthèse sédimentologique "valeur du sédiment" qui confirme globalement l'ensemble de la grille archéostratigraphique située à gauche de chaque diagramme, nous avons, avec les valeurs absolues, analysé par rapport à l'échelle des valeurs négative et positive la répartition des différents types de strates. Cette analyse confirme et précise encore notre interprétation préliminaire. En outre, nous confrontons les méthodes et les résultats des analyses botanique et sédimentologique relatives aux mollusques et aux autres indicateurs lacustres et proposons une amélioration de ces méthodes.
Dans une quatrième partie, nous étudions le comportement des différents restes organiques (graines, restes de poissons et pollens) dans la couche archéologique. C'est probablement la première fois qu'une telle étude est réalisable puisque l'origine de chaque strate est déjà connue avant même et indépendamment de l'exploitation de ces restes.
Dans une cinquième partie (voir pages 36 ss.), avec la synthèse des précédentes données, nous élaborons, sur la base de l'échelle des valeurs négative et positive de la valeur du sédiment, une échelle de pollution et une échelle de remaniement des fumiers (Fig. 20). Nous ne faisons pas correspondre ces deux échelles de valeur, d'une part parce que nous croyons qu'il existe dans les fumiers une proportion d'indicateur lacustre apporté par l'homme, d'autre part parce qu'une pollution par infiltration sans remaniement des strates est possible. Enfin la présence de l'eau n'implique pas toujours le même remaniement, c'est aussi pourquoi nous ne tenons pas compte des différents restes organiques étudiés p. 32 ss. qui peuvent tous être mis en suspension à la surface de la couche archéologique et dans les craies sans qu'il y ait un remaniement conséquent des strates. Donc la pollution d'un dépôt n'implique pas forcément son remaniement. Certains dépôts ne sont absolument pas remaniés et les autres le sont dans des proportions variables.
En général, le remaniement des strates ne devrait pas empêcher la recherche des structures (trous de pieu encore existants, chapes non déplacées et concentrations d'artefacts en position probablement primaire autour des chapes [voir Twann 2, Abb. 16–21] ni l'étude typologique ou technologique de ces derniers). Au contraire, l'étude sur la répartition horizontale des différents restes organiques étudiés p. 32 ss. est compromise puisqu'une partie de ceux-ci au moins ne sont plus en position primaire. L'étude d'une répartition stratigraphique reste néanmoins possible.
Avec ces deux échelles de valeurs (pollution et remaniement) et sur la base de l'exploitation des résultats des sciences naturelles et des données archéologiques, nous précisons donc la nature et l'état de chaque strate. Là encore, l'exploitation de la colonne de sédiments X/42 atteste l'exactitude de l'analyse archéologique des sédiments (Twann 4), à savoir: Le repérage et la détermination des strates, des phases d'inondation, des phases d'occupation, du mode d'occupation sur terre ferme et non au-dessus de l'eau ni sur plate-forme, des ensembles, de la typologie des chapes, de la dynamique des villages etc.
Nous pouvons estimer que cette analyse archéologique des sédiments est un système d'investigation suffisant pour mener à terme et dans de bonnes conditions l'exploitation des caissons 6 à 12 avec ou sans autres analyses de sciences naturelles. En effet, comme nous l'avons constaté pour l'essentiel, l'analyse archéologique des sédiments est autonome et principale alors que les autres analyses exploitées ici sont complémentaires et secondaires. Toutefois, dans le cadre d'une étude globale du gisement, elles sont incontestablement nécessaires. Nous ne remettons nullement en cause leur utilité et leur efficacité mais nous voulons seulement signaler la limite de leur possibilité pour le cas où l'on serait tenté de les substituer à l'analyse archéologique (voir le problème de la prise d'échantillons pages 14 s.).

2. Courbe des variations du niveau du lac de Bienne durant l'époque de Cortaillod

A. Hypothèse archéologique

Le schéma que nous proposons figure 21 sur les conditions hydrodynamiques du lac de Bienne durant l'époque de Cortaillod est fondé sur les critères suivants:
Premièrement, le repérage des inondations et des phases d'occupation réalisé d'après l'analyse archéologique des sédiments (Twann 4). Nous avons vu à la lecture des résultats d'analyses de la colonne X/42 et en particulier avec l'utilisation des courbes de tendance que la reconstitution stratigraphique sur laquelle nous nous basons est tout à fait justifiée.
Deuxièmement, le mode d'habitation est présumé sur terre ferme. Dans ce cas, et durant l'occupation de chaque village, le niveau du lac est forcément plus bas que le plus bas niveau reconnu de ces phases d'occupation. Les différents indices que nous a fournis l'exploitation de la colonne X/42 et en particulier les pourcentages de mollusques ou d'autres indicateurs lacustres contenus dans les fumiers (p. 36 ss.) mais aussi la teneur en phosphate des différentes strates (p. 27) excluent en outre la présence des inondations durant les séquences retenues comme phases d'occupation.
Troisièmement, nous avons retenu l'altitude maximum et minimum des ensembles US, MS et OS sans tenir compte du tassement des strates. D'une part, puisque nous ne connaissons pas précisément l'importance du tassement ou celle de l'affaissement de la couche archéologique, nous ne retenons pas l'altitude précise de chaque phase d'occupation, mais plutôt celle des principaux ensembles dans lesquels sont contenues ces phases d'occupation. Ce système laisse généralement une marge variant de 30 cm à 40 cm au maximum qui n'a aucune incidence sur l'estimation approximative que nous pouvons faire actuellement sur les niveaux du lac durant cette période.
D'autre part, nous retenons comme base de travail l'ensemble de la surface fouillée des villages plutôt que celle de la colonne X/42 afin de connaître les points les plus hauts et les plus bas de chaque village. Par ailleurs, cette méthode nous permet de retenir les deux critères importants suivants:
Quatrièmement, le développement côté terre ou côté lac des villages. Ce développement est principalement repérable par la répartition des chapes et l'extension des fumiers dont la mise en place est probablement fonction du niveau du lac.
Cinquièmement, l'estimation de l'étendue des villages au-delà des limites de la fouille. Ce critère assez sûr, compte tenu de la répartition des chapes d'une même phase d'occupation et de leur localisation, nous permet encore de mieux estimer les limites recherchées.
Sixièmement, l'épaisseur de la craie et du limon organique dans la couche archéologique. Avec cette information, nous pouvons mieux préciser la durée de l'inondation plutôt que son amplitude.
Septièmement, l'organisation des chapes d'un niveau à l'autre. Ce critère généralement lié aux précédents nous permet aussi d'estimer la durée des inondations les unes par rapport aux autres (voir Twann 4, 79).
Huitièmement, l'exploitation de la colonne de sédiments X/42. Dans de nombreux cas, l'exploitation des résultats d'analyses de la colonne X/42 précise nos hypothèses de travail.
Dans ce schéma (Fig. 21), basé sur les critères précédemment définis, l'exactitude ou la précision des différentes informations que nous donnons n'est pas toujours la même. En effet, le nombre de transgressions et régressions ou le mouvement des niveaux du lac durant l'époque de Cortaillod entre les altitudes 427.20 m et 428.80 m est probablement assez exact, tout comme les différents niveaux de régressions (flèches vers le bas) assez bien repérables par la dynamique de l'habitat, alors que le niveau des transgressions désigné par une courte flèche vers le haut et supposé supérieur à 429 m est difficilement estimable. En effet, l'altitude maximum des dépôts de craie ou de limon organique ne suffit pas pour nous renseigner sur le niveau maximum du lac. La présence de l'un ou l'autre de ces sédiments dépend probablement plus de la durée de l'inondation que de son amplitude.
Dans cette figure, pour les informations situées au dessus de la ligne des 429 m, il est donc préférable de retenir la durée des inondations plutôt que leur niveau; c'est la raison pour laquelle, en plus d'une estimation personnelle intuitive plus que scientifique, nous ramenons tous ces niveaux à 431 m (en pointillé). Notons encore que les régressions de longue durée signalées par un symbole en hachures verticales a pour base la texture très organique des fumiers et leur épaisseur. L'estimation des transgressions de longue durée est motivée par la présence des craies ou par le changement des positions de chapes d'une phase à l'autre. Celui-ci indique généralement un réaménagement total des structures d'habitation et non une restauration comme c'est le cas en présence des strates de limon organique.
Durant les phases P.14 et P.15, nous avons repéré dans les zones e et f du caisson 10 une succession de strates de limon organique et de chapes que nous n'avons pas encore comptabilisée précisément. Nous avons donc indiqué sommairement dans notre schéma cette suite de transgressions et de régressions par un symbole spécial (ligne inclinée).
Puisque d'après les données archéologiques, l'occupation à Douanne semble continue durant cette période et en dehors des phases d'inondation, il est probable que nous avons repéré la presque totalité des mouvements du niveau du lac entre les altitudes 427.20 m et 428.80 m.
Il aurait été intéressant d'attendre les résultats dendrochronologiques pour proposer ce tableau, mais il nous a semblé utile de faire connaître tout de suite notre hypothèse sur ce sujet et ses bases de fondement.

B. Tentative de corrélation avec le schéma (Abb. 27) proposé d'après les analyses botaniques

La corrélation entre notre figure 21 et la figure/Abbildung 27 est presque impossible, les divergences entre les deux figures sont fondamentales et les quelques parallélismes existants sont provoqués par le système de repérage des strates et donc par le choix des limites de l'échantillon.
Le fait que dans la figure/Abbildung 27 les échantillons dits "de contact" soient considérés au même titre qu'une strate pour définir les différents niveaux du lac, caractérise ces divergences. Pour notre part, nous ne considérons pas ces échantillons comme les autres, puisqu'en fait nous sommes les inventeurs de ces strates. Elles représentent dans le cas d'un contact craie-fumier, à la fois une phase d'inondation (lac présent) et une phase d'occupation (lac en retrait) donnant ainsi l'illusion par rapport aux autres strates d'une séquence supplémentaire intermédiaire. A nos yeux, ces échantillons de contact sont intéressants uniquement parce qu'ils éliminent, lors du prélèvement, la pollution artificielle existant au contact de deux strates (voir p. 14).
Par ailleurs, dans la figure proposée par les botanistes, les échantillons des chapes marquent aussi un mouvement du niveau du lac indépendant de celui enregistré avec les échantillons de fumier. Or pour nous, il est impossible de dissocier les chapes et les fumiers d'une même phase d'occupation parce qu'ils marqueront exactement les mêmes variations du niveau du lac, en l'occurence le retrait total du lac durant la période d'occupation sur terre ferme.
Nous pensons en outre que la présence des indices lacustres comptabilisés dans les fumiers et les chapes ne dépendent nullement du niveau du lac durant leurs périodes de formation mais uniquement de leur degré de remaniement ou de pollution durant les périodes d'inondation. L'exploitation de la présence et de la quantité d'indicateurs lacustres pour définir les différents niveaux

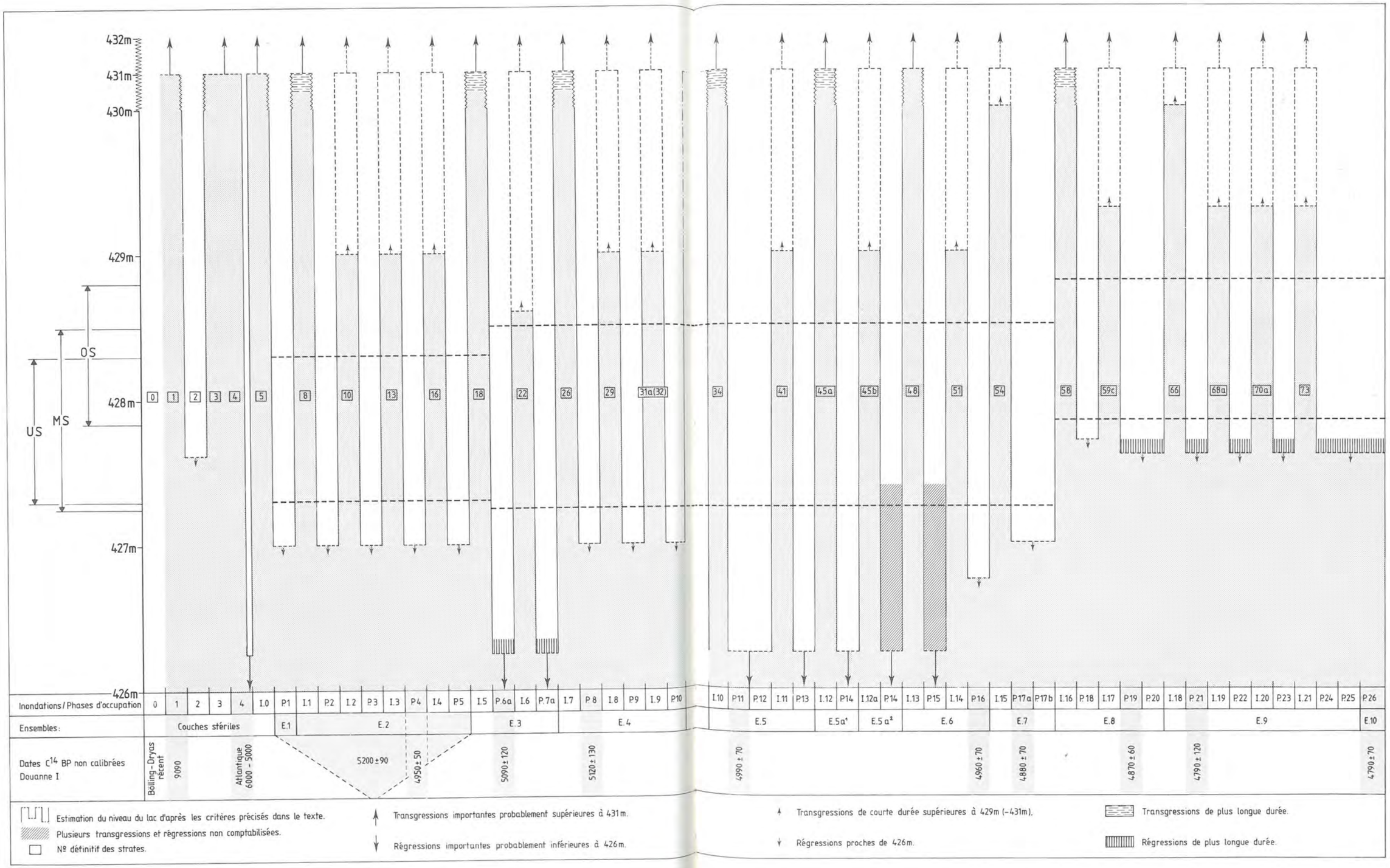


Fig. 21: Douanne. Courbe des variations du niveau du lac de Bienne durant l'époque de Cortaillod (voir p. 38).

du lac semble donc valable uniquement dans les craies et les limons organiques. Par ailleurs, pour préciser les différents niveaux du lac, nous tenons compte de la surface totale de chaque phase d'occupation et d'inondation repérée sur la totalité de la surface fouillée (caissons 1 à 18) et de leur point le plus bas et le plus haut alors que sur la figure/Abbildung 27, c'est uniquement la colonne X/42 qui est à la base de l'hypothèse.
Enfin, le fait de créer des classes de valeurs sans tenir compte pour chaque strate des valeurs relatives, de sa relation ou de son insertion stratigraphique et de sa dynamique, débouche automatiquement sur la comparaison de valeurs de strates totalement indépendantes dont l'environnement climatique, écologique, économique, architectural etc. est différent. L'exploitation des résultats par de telles méthodes, engendre automatiquement des erreurs de classification des strates et de détermination concernant leur origine et leur genèse.

3. Conclusion synthèse

Comme le démontrent les différentes analyses de sciences naturelles, toutes les strates supposées d'origine anthropique comportent un certain nombre d'éléments d'origine lacustre, de même toutes les strates supposées d'origine lacustre comportent un certain nombre d'éléments d'origine anthropique. De ce fait, si l'on tient uniquement compte des valeurs absolues des résultats d'analyses et si l'on ne tient pas compte du mécanisme par lequel il y a eu échange et mélange des composants primaires de chaque type de strate, il est impossible de reconnaître les différentes catégories de strates. La couche archéologique sur 1.40 mètre d'épaisseur pourrait être alors considérée comme parfaitement hétérogène. Ceci serait d'autant plus vraisemblable que, dans le cas présent, le comportement spécial dans la couche archéologique de certains restes organiques, qui flottent particulièrement bien, ne favorisent pas, quel que soit le type d'exploitation, le repérage des différentes catégories de strates. C'est pourquoi, l'exploitation des résultats d'analyses, botaniques en particulier, dans le cadre de cette spécialité, n'a pas précisé l'existence de ces types et débouche sur des conclusions qui stipulent, soit un remaniement total des différents dépôts, soit un mode d'habitation sur plate-forme qui engendre probablement la formation d'un dépôt hétérogène. Il en est de même pour les analyses palynologique et sédimentologique, mais dans le premier cas, le spécialiste accepte et tient compte dans son exploitation et ses conclusions des données archéologiques, et réussit, malgré l'étude d'un matériel très flottant, à discerner des phénomènes-type (voir p. 34 s.) dans les transitions des catégories de strates repérées optiquement. Dans le deuxième cas, le sédimentologue rejette l'ensemble de la terminologie archéologique, qui, reconnaissons le, du point de vue purement sédimentologique, n'est pas orthodoxe. Mais, cette terminologie à trois degrés établie pour repérer optiquement des strates homogènes, et qui a été au préalable précisément définie, s'est révélée être la base et le complément indispensables à l'exploitation d'une colonne de sédiments. Elle débouche principalement sur l'étude des valeurs relatives des strates, seul système par lequel il est possible de repérer précisément l'existence des différents types de strates. Or, les analyses sédimentologiques que nous avons d'abord exploitées par cette méthode se sont avérées être les plus révélatrices. En effet, dans un premier temps, les analyses sédimentologiques ainsi exploitées, démontrent incontestablement (voir p. 26) la présence des différents types de strates repérées lors de l'analyse archéologique des sédiments (p. 18 ss.; Twann 4). Elles confirment et précisent aussi la nature déjà approximativement connue de ces types. Dans un deuxième temps, l'exploitation des valeurs absolues des types et catégories de strates, déjà classées sur la base des valeurs relatives, a permis d'évaluer les proportions de l'interaction des dépôts qui, compte tenu du mécanisme primaire ou secondaire de remaniement et de pollution des strates dévoilent la nature initiale des strates et le degré éventuel de pollution ou de remaniement. Certaines analyses (les phosphates par exemple) précisent en outre que le mécanisme de sédimentation et par là même le caractère initial des dépôts, sont justement estimés.
Puisque les strates homogènes ont été correctement repérées, sur une grande surface, et que leur nature initiale est retrouvée, nous reconstituons alors le mode d'habitation et d'occupation en éliminant les hypothèses qui sont incompatibles avec le système de formation des strates ou avec leur insertion stratigraphique. Il ressort donc que le mode d'habitation n'était pas sur plate-forme[9] ou au-dessus de l'eau mais à même le sol et que chaque phase d'occupation, interrompue par une inondation (craie ou limon organique), a laissé un dépôt organique anthropogène dû à l'occupation elle-même et un dépôt non organique (chape) volontairement apporté par l'homme pour installer un sol, un foyer ou un four. C'est sans doute ces dépôts homogènes, stables, systématiques, dont la répartition horizontale est organisée (probablement au centre des maisons) et qui sont construits au début ou pendant l'occupation qui sont à la base de nos conclusions et de nos interprétations. C'est aussi la raison pour laquelle la notion d'intercalation stratigraphique contenue dans la terminologie descriptive à trois degrés est précisée par rapport à ce dépôt.
Toutefois, la notion de l'évolution du faciès latéral des strates est aussi primordiale puisqu'elle est à la base de l'exploitation par les valeurs relatives. Quant à la notion de la nature et de la texture grossière du sédiment aussi précisée dans notre terminologie, on ne saurait évidemment s'en passer. En conclusion, disons que pour exploiter une autre colonne de sédiment, nous voudrions consacrer à sa préparation au moins autant de temps que pour celle-ci, sans quoi les résultats obtenus nous paraîtraient illusoires. En effet, nous avons constaté que le choix de la limite des échantillons conditionne tous les résultats, mais que ce choix dépend en principe du repérage des strates effectivement homogènes, ce qui implique donc que les principaux résultats soient correctement anticipés lors de l'analyse archéologique des sédiments "préliminaire". Or, jusqu'aujourd'hui, en présence d'une stratigraphie complexe en milieu lacustre comme celle de Douanne, nous attendions des sciences naturelles des éléments de jugement alors que l'archéologie doit leur fournir ces mêmes éléments comme base de travail pour les rendre vraiment efficaces.

9 Les habitations sur terre ferme mais sur plate-forme comme le propose Ch. Strahm (1972/73) sont aussi exclues, car dans ce cas, les inondations justifiant ce mode d'habitat auraient été repérables par un nombre supérieur d'indicateurs lacustres contenus dans les fumiers. En outre, pour plusieurs raisons, nous ne croyons pas qu'il y ait eu des foyers sous des planchers en bois (risques d'incendie, fumée incommodante dans l'habitation, absence de chaleur dans l'habitation durant les nuits d'hiver, absence de foyer durant les inondations etc.).

IX. Zusammenfassung

S. 11–15: Ziel und Zweck der Analyse und Auswertung der zwei Jahre nach Beendigung der Grabung, d. h. im März 1978, entnommenen Bodenproben der Kolonne X/42 (Abschnitt 6, Zone B, Nordprofil; Fig. 1–9; Taf. 1) durch die Pollenanalytikerin (B. Ammann), die Botaniker (F. H. Schweingruber, W. Schoch und B. Pawlik), den Sedimentologen (M. Joos) sowie den Archäologen war einerseits die Untermauerung oder Widerlegung der im Twanner Band 4 (Analyse archéologique des sédiments) vorgelegten Vorstellungen der Bildung der Twanner Schichtabfolge und andererseits das Erlangen zahlreicher weiterer Detailkenntnisse zur Entwicklung des Klimas, der Ökonomie und Ökologie innerhalb der Cortaillod-Kultur.
Trotz einer angestrebten Zusammenarbeit variiert die Methode der Auswertung der Analysenresultate durch die einzelnen Autoren dermassen, dass auch die Resultate teilweise stark divergieren.

S. 15–21: Der Beschreibung der einzelnen der Kolonne X/42 entnommenen Proben/Straten (1–73) stellen wir einige ergänzende Betrachtungen zu der in Band 4 vorgelegten Schichtinterpretation voran, auf der auch die hier vorgenommene Probenentnahme basiert. Für die Untersuchung einer komplizierten Schichtabfolge, wie sie diese von Twann darstellt, müssen folgende Punkte berücksichtigt werden: a) Struktur und Farbe der einzelnen Schichten, b) deren Ausbreitung und c) Entwicklung in der Richtung See-Land, sowie d) die Art der benachbarten liegenden und hangenden Schichten. Die angewandte Terminologie ist dreistufig und berücksichtigt: a) die (Ausbreitung und) Entwicklung der Schichten in Richtung See-Land (z. B. Fumier), b) ihre Natur (z. B. Fumier organique) und c) ihre Lage in bezug auf die benachbarten hangenden und liegenden Schichten (z. B. Fumier organique d'installation; vgl. auch Fig./Abb. 10).

S. 21–26: Der vergleichenden Betrachtung der absoluten Zahlenwerte der verschiedenen Schichttypen stellen wir die vergleichende Betrachtung der relativen Werte der einzelnen Schichten in bezug auf ihre benachbarten liegenden und hangenden Schichten (die entgegengesetzten Ursprungs sind) gegenüber. Mittel zu dieser Betrachtungsweise sind die *Tendenzkurven*, die die Schichttypen gleichen Ursprungs (Schichtkategorien) verbinden: a) Tendenzkurven der organischen, vom Menschen abgelagerten Schichten (– – –), b) Tendenzkurven der limnischen Ablagerungen (···); die einzelnen Werte der c) Lehmlinsen (▲) und d) Holzkohleschichten (⊙) sind nicht untereinander verbunden.
Die Tendenzkurven der drei ersten Diagramme der Tafel 2 (organ. Anteil > 0.25 mm / anorgan. Anteil > 0.25 mm / Schlämmverlust < 0.25 mm) verdeutlichen die Existenz dreier Hauptkategorien von Schichten: Der organische Anteil liegt im ersten Diagramm bei den vom Menschen abgelagerten (organischen) Schichten durchwegs höher als bei den benachbarten liegenden und hangenden limnischen Ablagerungen; die beiden Kurven überschneiden sich nicht. Das Bild des zweiten Diagramms ist fast ebenso klar. Mit Ausnahme der tonreichen Lehmlinsen ab Schicht 61 (siehe dazu drittes Diagramm) liegen die anorganischen grobkörnigen Anteile der Lehmlinsen hier besonders hoch; ihre Werte dominieren die beiden Tendenzkurven. Zudem müssen wir die Wichtigkeit einer aufgeschlüsselten Analyse (organisch-anorganisch) auch der fein(st)en Fraktionen (Schlämmverlust < 0.25 mm) unterstreichen und fordern, verbirgt man doch bei deren Vernachlässigung den spezifischen, mehrheitlich anorganischen Charakter der limischen Ablagerungen (vgl. dazu die zu 90 % unbestimmten Anteile der sterilen Schichten 1 bis 5).

S. 26–32: Die chemischen Analysen (Tendenzkurven der pH-Werte, des Humus- und Karbonatgehaltes, sowie des organischen Anteiles; Taf. 3) und granulometrischen Analysen (kumulative Kurven Fig. 11–17 und die daraus gewonnenen Mittelkurven der verschiedenen Schichttypen Fig. 18) verdeutlichen die Unterschiede zwischen den drei Schichtkategorien. Die grösseren Anteile der gröberen Fraktionen in den vom Menschen abgelagerten organischen Schichten und US/MS-Lehmlinsen heben diese deutlich von den feinkörnigeren limnischen Ablagerungen ab. In den sterilen Schichten 1–4 fehlen die groben Fraktionen praktisch ganz.
Die Tendenzkurven des die verschiedenen sedimentologischen Untersuchungen zusammenfassenden Sedimentwertes (Taf. 4) zeigen ein besonders klares Bild. Figure/Abbildung 20 zeigt den absoluten Schwankungsbereich des Sedimentwertes der einzelnen Schichttypen: Die Seekreiden (–50 bis +175) und die organischen Fumiers (–300 bis –100) menschlichen Ursprungs (wobei die durch Lehmlinsen geschützten organischen Fumiers die niedrigsten Werte aufweisen) liegen an den beiden gegenüberliegenden Enden der von –300 bis +175 reichenden Wertskala. Die Sedimentwerte der siltigen Deckfumiers (–50 bis +50) zeigen deren limnische Entstehung und es wäre in Anbetracht dessen wohl angebrachter von organischen Decksilten zu sprechen (vgl. auch Fig./Abb. 19). Die Werte der Lehmlinsen streuen vom negativen (Peri-

pherie der Lehmlinsen) bis zum positiven Skalenbereich (Lehmlinsen unterhalb der Seekreide 58). Die Werte der organischen Silte reichen über fast die ganze Skala.
Die unterschiedlichen Methoden der Botanik (nach Gewicht) und der Sedimentologie (nach Volumen) zur Zählung der Mollusken und der anderen limnischen Elemente (aber auch der Samen) führen zu unterschiedlichen Resultaten. Wir glauben, dass die letztere Zählart vorzuziehen ist, allerdings unter Berücksichtigung auch der feineren Fraktionen. Tafel 12 zeigt, dass sich grössere Anteile limnischer Elemente mehr oder weniger auf die vom See abgelagerten Sedimente (Seekreiden, organische Silte) beschränken.

S. 32–35: Die Tendenzkurven der Fischreste – sie können sowohl menschlichen wie auch limnischen Ursprungs sein – sowie der Samen (Taf. 2) zeigen eine Verunreinigung der einzelnen Schichten durch die benachbarten liegenden und hangenden Schichten. Ähnlich verhält es sich mit den Pollen, doch zeigen die Untersuchungen der Pollenanalyse durchaus auch positive Resultate.

S. 35–37: Ausgehend vom Sedimentwert-Diagramm (Taf. 4) erarbeiteten wir eine Skala für die Verunreinigung und Vermischung der einzelnen Schichten (Fig. 20, unten). Die Verunreinigung einer Schicht durch die benachbarten liegenden und hangenden Schichten bedingt nicht unbedingt eine Vermischung der beiden Schichten durch aufwühlendes Wasser, sondern kann auch auf die Schwimmfähigkeit (leichtes spezifisches Gewicht) und Resedimentierung bestimmter verunreinigender Elemente (z. B. Samen, Pollen) oder auf Infiltration zurückgeführt werden. Wir unterscheiden fünf Stufen der Vermischung eines organischen Fumiers; sie reichen von A: 0–20 % (nicht/kaum vermischt, eher Verunreinigung durch den Menschen) bis zu D/E: > 50 % (limnische Ablagerung).
Die in Twann festgestellte Vermischung der Schichten verhindert weder eine Untersuchung der Dorfstrukturen (Lehmlinsen sowie Pfosten bzw. Pfostenlöcher in situ) noch die stratigrafische Auswertung des Fundmaterials (Artefakte mehr oder weniger in situ).

S. 37–43: Die naturwissenschaftlichen Analysen untermauern u. E. demnach die von uns in Band 4 vorgelegten Hypothesen der Bildung der einzelnen Schichttypen – menschliche Ablagerungen (Fumiers und Lehmlinsen = Siedlungsphasen) bzw. limnische Ablagerungen (Seekreiden, organische Silte = Überschwemmungsphasen) – und damit auch die postulierte ebenerdige Siedlungsweise (vgl. auch Anm. 9).
Gleichzeitig zeigt sich auch, dass die naturwissenschaftlichen Analysenresultate durch ihre Anwendung auf das vorgelegte Modell an Aussagekraft gewinnen.
Die Gesamtheit unserer Untersuchungen, die auch die ausserhalb der Probenkolonne X/42 gewonnenen Erkenntnisse miteinschliesst, ermöglicht uns eine unseren Vorstellungen entsprechende Kurve der Seespiegelschwankungen des Bielersees in der durch die Twanner Siedlungsschichten belegten Phasen der Cortaillod-Kultur aufzuzeichnen (Fig./Abb. 21). Sie weicht stark von denjenigen der Botaniker (Abb. 27) bzw. des Sedimentologen (Abb. 49) ab, da diese ihre Analysenresultate anders interpretieren.

(Übersetzung Peter J. Suter)

X. Summary

The ground samples of column X/42 (Figs. 1–8, Planche 1), taken in March 1978, have been analyzed by the pollen analyst (B. Ammann), the botanists (F. H. Schweingruber, W. Schoch and B. Pawlik) and the sedimentologist (M. Joos). In spite of efforts at cooperation, the authors' methods of evaluating the analysis results vary so much that there is a strong divergence even among some of the results.
In our view, our evaluation of the scientific analyses by means of the tendency curves (Planches 2 and 3; Figs. 19 and 20) corroborates the hypotheses – published in Twann Volume No. 4 – concerning the formation of the various layer types: sedimentation of human origin ("fumiers" and clay lenses = settlement phases) and limnical sedimentation (lake marls, organic silts = flooding phases; cf. Fig. 9). The evaluation also indicates settling on the ground, as has been maintained. At the same time it becomes obvious that the scientific analysis results get more instructive when referred to the suggested model.
Our studies (including the results gained outside sample column X/42) together allow us to draw, according to our views, a curve of the water level variations of Lake Biel in those phases of Cortaillod culture of which the Twann settlement layers give evidence.

(Translation Thomas Kohler)

Pollenanalytische Untersuchung des Profilblockes X/42 aus der cortaillodzeitlichen Schichtabfolge in Twann

Brigitta Ammann

I. Methoden

Material, Fragestellung und Probenentnahme werden in den Kapiteln von A. Orcel dargestellt (S. 11 ff.).

1. Labormethoden

Um die Berechnung des absoluten Pollengehaltes pro Volumeneinheit Sediment zu ermöglichen, wurden während der Probenentnahme vom 8.–10. März 1978 bekannte Volumen herauspräpariert. Der Probenstecher, den uns das Botanische Institut der Universität Oulu/Finnland zur Verfügung stellte, fasst 1 cm^3. In den meisten Schichten wurden 3 cm^3 entnommen. In dünnen Filmen wie Probe 12, 23a und 23a' konnte kein bestimmtes Volumen ausgestochen werden, was die Lücken respektive gestrichelten Linien in den Kurven der Pollenfrequenz erklärt. 4 cm^3 konnten für die Proben 16, 47 und 48, 5 cm^3 für die Probe 15a abgemessen werden.
Alle Proben wurden unter Zugabe einer Tablette von Lycopodium-Sporen (Stockmarr 1971) aufbereitet mit HCl, HF, HCl, Acetolyse, KOH und in Glycerin-Präparate übergeführt. Wie sich später herausstellte, hätten wir in der Mehrzahl der Proben mehrere Stockmarr-Tabletten zufügen müssen, um die etwa 40 % Lycopodium der Pollensumme zu erreichen, welche für die Berechnung den geringsten statistischen Fehler aufweist (vgl. Standardabweichung von 1 Sigma in der ersten Kurve der Pollenfrequenzen rechts aussen im Gesamtdiagramm Taf. 5). Die Stockmarr-Tabletten enthalten eine bekannte Anzahl Bärlapp-Sporen. Das Zahlenverhältnis zwischen den im Präparat wiedergefundenen und den mit den Tabletten künstlich zugegebenen Bärlapp-Sporen entspricht dem Verhältnis zwischen den im Präparat gezählten und den im Probenvolumen enthaltenen fossilen Pollenkörnern (PK/cm^3).
Schwerwiegender für die Bestimmung der Pollenzahl pro Volumen ist das Problem der Heterogenität des Sediments: bei dem geringen Probenvolumen von 3–5 cm^3 fallen lokale Zufälligkeiten wie Vorhandensein oder Fehlen von Steinchen oder Grobsand stark ins Gewicht. Zudem ist eine volumengerechte Probenentnahme im trockenen Sediment oft schwierig: ohne die Sedimentstruktur zu verändern, sollte das Metallgehäuse des Probenstechers weder zu locker noch gepresst mit Material erfüllt sein. Auch standen im konservierten Block von 25 x 25 cm Querschnittsfläche oft geringe Ausweichsmöglichkeiten zur Verfügung, um lokale Störungen wie Pfähle zu umgehen.
Die Standard-Abweichung, die im Gesamtpollendiagramm (Taf. 5) in der drittletzten Kurve rechts aussen mit 1 Sigma angegeben ist, gibt nur den Fehler der Sporen- und Pollenzählung und der Tabletten-Kalibrierung wieder, nicht aber die Fehler, die von der Heterogenität des Sediments und von der Probenentnahme herrühren: diese letzteren sind im hier angewandten Verfahren nicht abschätzbar.

2. Die graphischen Darstellungen

Die Ergebnisse wurden erstens in einem Gesamtdiagramm (Taf. 5) dargestellt, das die Pollenprozente bezogen auf die Gesamtpollensumme wiedergibt (PS = BP + STP + NBP = 100 %). Bloss in den Proben 52+53 und 52+53a wurden Allium, in den Proben 66 und 67 Allium und die Campanulaceae aus der Gesamtpollensumme ausgeschlossen, da die hohen Einzelwerte das übrige Spektrum komprimieren würden. Die Einzelwerte wirken zwar dadurch noch höher, die übrigen Werte bleiben aber besser vergleichbar mit benachbarten Proben. Die Gruppierung der Taxa im Gesamtdiagramm ist aus dessen Kopf ersichtlich. Einige Arten wurden dabei unter die „Kulturzeiger, gesammelte Arten" gestellt, da sie einerseits in siedlungsfernen, gleichaltrigen Spektren (z. B. in Seemitte) fast nie vorkommen, und da für sie andererseits eine Nutzung durch den Menschen wahrscheinlich ist, so Malva (z. B. Malva neglecta = Käslikraut: Blätter für Tee, Früchte essbar), Valeriana (z. B. Valeriana officinalis: Beruhigungstee aus Wurzelstock), Polypodium vulgare (vitaminreicher, süsser Wurzelstock), Dipsacaceae (z. B. Dipsacus silvester = Wilde Karde: Fruchtstände zum Karden der Wolle, Stengel als Gemüse; doch sind auch andere Arten möglich, welche pollenmorphologisch nicht unterschieden sind), Mentha (= Minze, verschiedene Arten: Blätter als Tee und Gewürz), Allium (= Lauch, z. B. Bärlauch; vgl. Heitz-Weniger 1978, 82). Tilia, die Linde, die auch oft übervertreten ist, wurde dagegen im Hilfsdiagramm des Eichenmischwaldes belassen (vgl. Heitz-Weniger 1978, 63; 81; 88).
Zweitens sind zwei vereinfachte Diagramme nach Liese-Kleiber 1976 und 1977 wiedergegeben (Taf. 6), wobei als Bezugsbasis einmal die Gesamt-Pollensumme und einmal die Summe der Baum- und Strauchpollen dient. Drittens liegt für drei wichtige Gruppen ein Diagramm in Absolutwerten vor (Abb. 22).

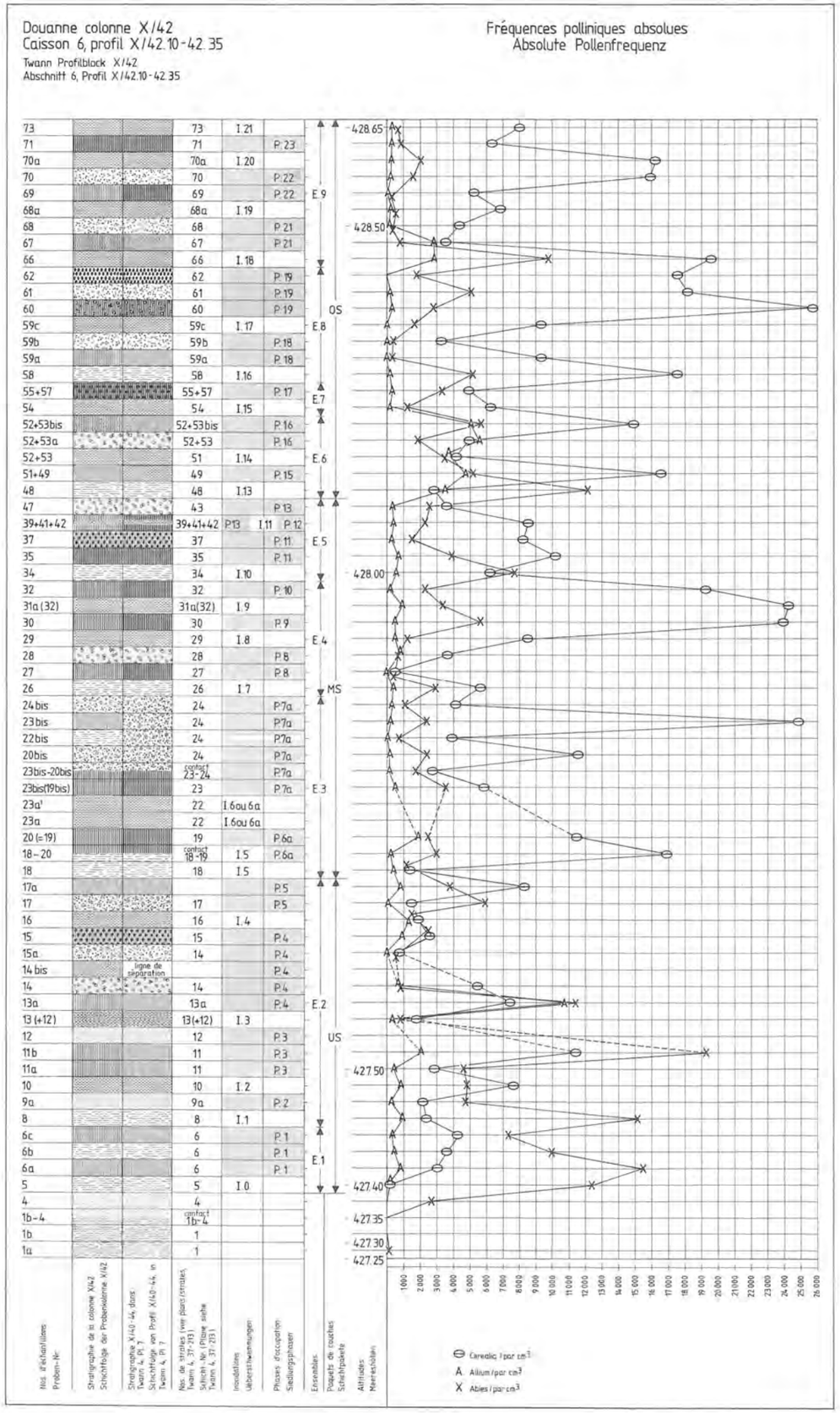


Abb. 22: Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42. Absolute Pollenfrequenzen von Getreide, Lauch und Weisstanne. Analysen B. Ammann.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

anthropogener Ursprung

limnischer Ursprung

anthropogener Ursprung

II. Beschreibung und Diskussion der Ergebnisse

1. Einleitung

Rufen wir uns in Erinnerung, wie die Fragestellung der Archäologie an die Palynologie lautete: lassen sich von den Pollenspektren her die von A. Orcel (Twann 1, 13 ff.; Twann 4) entwickelte Feingliederung und Typisierung der Schichten so wie die daraus gefolgerte Sukzession von Siedlungs- und Überschwemmungsphasen nachvollziehen und damit bestätigen? Oder verlaufen die Mechanismen der Pollensedimentation anders als die des Schichtauftrages der von A. Orcel unterschiedenen Materialien? Im folgenden sollen die Resultate der Pollenanalyse beschrieben und die Spektren mit zunehmend gröberem Tiefenmassstab verglichen werden. Für die oben gestellte Frage sind dabei vor allem die Seiten 50 f. aufgeführten Beobachtungen wichtig.
Analog zu vielen technischen Fachausdrücken aus dem Englischen werden im folgenden als Bezeichnungen für die Schicht-Typen die französischen Begriffe von A. Orcel (Twann 1, 13 ff.; Twann 4) übernommen, da sie dort präzis definiert sind (fumier, fumier organique, fumier limoneux, craie, limon organique, sable, chape, charbon de bois).

2. Einzelereignisse (Tafel 5)

Im Kurvenbild sehr auffallend sind einige starke Ausschläge von jeweils *einem* Pollentyp in oft nur *einer* Probe. Unter den Baumpollen fallen die Gipfel von *Abies* und *Picea* (48 % und 25 %) in Schicht 17 und der *Ulmus*-Gipfel (37 %) in Schicht 32 auf. Unter den Kräutern springen ins Auge die Allium-Spitzen in den Proben 13a, 16, 52+53 und 52+53a (= Schichten 51 und 52+53) und die Campanulaceen-Spitzen in den Proben 66 und 67. Trotz ihrer Auffälligkeit sind solche Kurvengipfel wohl kaum von grosser Bedeutung. Vielmehr ist für diese vom Menschen in die Siedlung eingetragenen Arten (z. B. Ulmus für Laubfütterung, Allium cf. ursinum als Wildsalat) die Wahrscheinlichkeit zufälliger, lokal unregelmässiger Pollenverteilung gross (vgl. Heitz-Weniger 1978, 77 f.). Auch ist die Wahrscheinlichkeit, dass einzelne Blühjahre erfasst wurden, bei der vorliegenden Probedichte recht hoch: wenn mit einer regelmässigen Sedimentationsrate gerechnet werden könnte – was sicher angesichts des starken menschlichen Auftrags und schwer feststellbarer Hiaten nicht zulässig ist – würde überschlagsmässig in den rund 300 Jahren des Profilblocks etwa eine Pollenprobe auf vier Jahre entfallen.
Einzelfunde, die nicht quantitativ, sondern qualitativ auffallen, sind z. B. die Körner von Epilobium in den Schichten 66, 67, 68. Möglicherweise handelt es sich um die Art Epilobium angustifolium (= Wald-Weidenröschen), welche sich nach Rodungen und Bränden rasch einstellt, also Pionier auf der Holzkohle von Schicht 62 gewesen wäre. Falls dies richtig ist, ergäbe dies ein Beispiel von kaum umgelagertem, schichttreuem Pollen.

3. Pollengruppen als Fazies-Hinweise

A. Heitz-Weniger (1978) gibt eine differenzierte Gliederung von Pollentypen (besonders NBP) in sogenannte Zeigergruppen. Für die Deutung des Profils X/42 wählten wir aus folgenden Gründen eine andere Gruppierung (vgl. Kopf des Gesamtdiagramms Taf. 5):

Pollen von Wasserpflanzen, Auenwald-Arten (ausser Salix, Alnus, Betula) und von Hochstaudenriedpflanzen sind zu spärlich, um aus ihrem Auftreten (oder besonders aus ihrem Fehlen) auf die Lage der Ufergürtel zu schliessen.

Segetal- und Ruderalpflanzen können wir hier zusammenfassen („Unkräuter").

Einige Gattungen oder Arten ordnen wir andern Gruppen zu, so z. B. Malva sp., Polypodium vulgare und Allium cf. ursinum zu den „gesammelten Arten" (vgl. S. 45).

X/42 umfasst nur Cortaillod-Schichten (etwa 300 Jahre) und nicht die von Seekreiden getrennte Abfolge von Egolzwiler bis Spätbronze-Kulturen des unteren Zürichsees.

Wir versuchen, hier fazielle Unterschiede herauszuarbeiten (apport humain und apport lacustre), also die Lage des Profilpunktes zur Siedlung oder deren Peripherie.

Als Elemente des menschlichen Einflusses (= apport humain) bieten sich die Kulturzeiger an wie Cerealia, Allium, Plantago lanceolata, Plantago major-media-Typ, Centaurea cyanus u. a., aber auch die Nichtbaumpollen als Ganzes (vgl. z. B. Welten 1955; 1967). Wie ein Vergleich mit wenig beeinflussten Profilen aus der Seemitte (Ammann, unpubl.; Twann 7, Abb. 72) oder der Kulturschichten mit den trennenden Seekreiden im unteren Zürichsee (Heitz-Weniger 1978) zeigt, kann der höhere Anteil der Baumpollen, insbesondere unter Ausschluss von Alnus und Betula, als Hinweis auf verstärkten natürlichen Einfluss (= apport lacustre) gelten.

Ein spezielles Problem bieten die Lehmlinsen (chapes) oder deren Überreste (sables et graviers, chapes lessivées): durch den Menschen wurden Lehmpakete von unbekanntem, oft spätglazialem oder interstadialem Alter eingetragen; durch die menschlichen Aktivitäten in der Nähe der Herdstelle gelangen Pollen aus der Siedlungszeit in den Lehm. Falls der Lehm aus dem Spätglazial stammt, würde man vielleicht erwarten, dass dies pollenanalytisch feststellbar wäre. Doch erweist sich unglücklicherweise eine grosse Zahl von heliophilen Arten der spätglazialen Steppen als pollenmorphologisch kaum unterscheidbar von denjenigen der „Kultursteppe", so z. B. Plantago-Typen, Centaurea div. spec., Artemisia, Chenopodiaceae. Neue Anstrengungen zur morphologischen Trennung z. B. innerhalb der Gattung Artemisia wären von grossem Nutzen. – Als *Arbeitshypothese* wählen wir also in erster Näherung die Baumpollen als Elemente des natürlichen Pollenregens, die Nichtbaumpollen, insbesondere die Cerealia, und andere Kulturzeiger als Elemente des menschlichen Einflusses.

4. Palynologische Schicht-Beschreibung

Die basale *Schicht 1* (Probe 1a, 1b) ist gekennzeichnet durch hohe Anteile von Tilia und Ulmus und das Fehlen von Abies und Fagus. Die NBP-Summe liegt unter 1 %. Die gleichzeitige Gegenwart von 22–26 % Pinus und von 39–46 % Corylus lässt vermuten, dass das Material aus dem Übergang vom Ende des Boreal zum Anfang des Älteren Atlantikum stammt (etwa 8 000 B. P.). Für eine Einstufung ins Ältere Atlantikum (etwa 8 000–7 000 B. P.) müssten sowohl die hohen Pinus- wie die Coryluswerte als lokal bedingt angenommen werden, z. B. als Pollenniederschlag aus Strand-Föhrenwäldchen und aus Haselgebüsch vom Jurahang.

Die *Schicht 4*, la croûte de sable bleu, weist in ihrem Pollenspektrum folgende Merkmale auf: hohe Linden- und Ulmenwerte (je 11 %), erstes Auftreten von Buche, Weiss- und Rottanne (4,5 %, 8,7 %, 0,6 %), Fehlen von Cerealia und andern Kulturzeigern. Die Schicht stammt entweder aus der ersten Hälfte des Jüngeren Atlantikums (etwa 7 000–5 000 B. P.) oder stellt eine Kondensationsschicht dar, die entweder durch Sedimentationsstillstand oder durch Erosion entstanden ist und Elemente aus dem Älteren und dem Jüngeren Atlantikum enthält. In beiden Fällen müssen wir sowohl im Liegenden als auch im Hangenden (vgl. unten) von Schicht 4 einen Hiatus von unbekannter Dauer annehmen (Grössenordnung: bis zu einigen Jahrhunderten).

Schicht 5, eine archäologisch sterile Seekreide, erbrachte die ersten Kulturpollen: Cerealia, Allium, rund 6 % NBP, darunter erstmals Plantago lanceolata und Rumex; die NBP-Typenzahl hat sich gegenüber der vorigen Schicht verdoppelt. Dies scheinen Spuren einer Siedlung zu sein, die nicht unmittelbar am Ort lag. Doch ist die Distanz aus unseren Hinweisen nicht abzuschätzen.

Unter den Baumpollen fallen Ulmus und Tilia ab, dagegen steigt Fagus auf 11 %, Abies sogar auf 32 %. Damit zeigt die Pollenzusammensetzung die Züge der zweiten Hälfte des Jüngeren Atlantikums (Heitz-Weniger 1976; Wegmüller 1966). Alnus tritt verstärkt auf. Leider lassen sich aus den vorhandenen Pollenspektren keine Argumente für oder gegen torrentielle Erosion ableiten (Twann 4, 49 ff.).

Probe 6a, aus dem ersten Fumier, bringt gegenüber Schicht 5 einen 20-fach erhöhten Cerealien-Anteil; Allium nimmt zu, Centaurea cyanus, Chenopodiacea und Urtica tauchen auf, die NBP steigen auf 19 % an.

Die *lokale Seekreide 6b* fügt sich fast ohne Rückschlag in diese soeben beschriebene Zunahme der anthropogen geförderten Pollentypen, die dann auch in *Probe 6c* weitergeht.

Craie 8 jedoch bringt eine Zunahme der Baumpollen und Abnahme der Nichtbaumpollen (inklusive Kulturzeiger), wie sie beim Rückgang des menschlichen Einflusses zu erwarten ist. Dieser Unterschied zwischen 6c und 8 bestätigt die Interpretation von A. Orcel, wonach nur der Schicht 8 eine Überschwemmung zugeordnet wird (Trennung von Ensemble 1 und Ensemble 2).

Schicht 9a als ausgewaschene Lehmlinse weist eine Zunahme von Cerealien und NBP auf, welche auch in *Schicht 10* anhält (d. h. der Limon organique von Schicht 10 zeigt in seiner Pollenzusammensetzung kaum Ähnlichkeit mit der Craie von Schicht 8 – Twann 4, 62 f. –, sondern ist vom zunehmenden Kultureinfluss geprägt).

Die *Fumiers limoneux 11a und 11b* stimmen unter sich für die meisten Pollentypen weitgehend überein, so für BP, NBP, Corylus, Cerealia u. a. Nur der Gipfel von Alnus in 11b bildet einen markanten Unterschied; doch möchten wir diesem einzelnen Gipfel eines Uferbewohners nicht zuviel Bedeutung beimessen. Im Vergleich zum Limon 10 im Liegenden und zum Limon 13 (+12) im Hangenden liegen die Prozentwerte von Abies, Quercus und Betula (respektive Alnus) im Fumier 11 höher, die NBP aber um 10–15 % tiefer, was unserer Arbeitshypothese widerspricht (vgl. S. 48).

Die *Chape 12* führt beträchtliche Pollenmengen von Cerealia, Allium, Plantago lanceolata und verschiedenen andern NBP-Gruppen; die Baumarten dagegen gehen alle zurück, was eine intensive Siedlungsaktivität widerspiegelt.

Im *Limon organique 13 (+12)* ist kaum ein Rückgang menschlichen Einflusses abgebildet.

Der *Fumier limoneux d'installation 13a* enthält neben vielen andern Kulturzeigern eine erste Allium-Spitze von 16 %.

Die *Chape 14* ergibt das bisher und für ganz US am stärksten menschlich beeinflusste Pollenspektrum: 27 % Cerealia, 9,5 % Artemisia, erste Körner von Linum, BP ohne Corylus nur 24 %.

Die *Chape 15a* in Schicht 14 zeigt ebenfalls hohe Artemisia-Werte und zudem das Minimum der Pollenfrequenz für das gesamte Profil (3 800 Pollenkörner/cm^3), vgl. dazu S. 52.

Der *Fumier charbonneux 15* ähnelt in mancher Hinsicht den Chapes im Liegenden und wird auch bei A. Orcel derselben Siedlungsphase zugeordnet.

Im *Limon organique 16* sind die menschlichen Spuren reichlich vertreten, so Allium mit 11 %, Linum cf. usitatissimum mit 1,5 % (dem höchsten Wert für US und MS) und kleinen Spitzen anderer NBP (Campanulaceae, Rosaceae); vom Einfluss der Überschwemmung ist im Pollenspektrum kaum etwas sichtbar.

Die *Chape 17* ist von einem scharfen Abies- und Piceagipfel gekennzeichnet. Mit der „Seeblüten-Theorie" (Ammann-Moser 1975; Liese-Kleiber 1976; 1977; Heitz-Weniger 1978 u. a.) kann im vorliegenden Fall nicht mit Eindeutigkeit argumentiert werden; denn wir haben ja nicht limnische Sedimente vor uns, deren Wasserbedeckung vorübergehend geringer (damit der Einfluss von litoralem Sediment mit Übervertretung der Nadelhölzer grösser) wird, vielmehr liegt die Lehmlinse 17 zwischen einem Limon (16) und einem von der Craie 18 beeinflussten Fumier limoneux (17a), d. h. der See-Einfluss ist zwar in den beiden sedimentologisch und stratigraphisch benachbarten Proben, nicht aber in Chape 17 manifest. Der Nadelholz-Gipfel in Probe 17 ist so schmal und hoch, dass wir zwei andere Deutungsmöglichkeiten in Erwägung ziehen möchten: er könnte von einem einzelnen, reichlichen Blühjahr oder aber von Material-Eintrag durch den Menschen herrühren.

Der *Fumier limoneux 17a* enthält viele Cerealia (26 %) und eine höhere NBP-Typenzahl als die Schichten im Liegenden und im Hangenden, was ein verstärktes Einwirken des Menschen reflektiert.

Die *Craie 18* bringt einen Rückgang der Cerealia mit sich; die Kulturzeiger Allium und Artemisia weisen aber kleine Gipfel auf. Die zu erwartende Zunahme der BP ist gering. Die optisch markante Seekreide 18, die die Ensembles 2 und 3 bzw. US von MS trennt, zeigt also in ihrem Pollenspektrum die erwarteten Tendenzen zwar nicht sehr deutlich, aber doch klarer als in den vorangehenden Überschwemmungshorizonten (16, 13 [+12]: zwei Limons organiques).

Die *Kontaktschicht 18–20* enthält einen erstmaligen Cerealien-Gipfel über 50 %.

In der *Probe 20 (=19)*, Schicht 19, einem Fumier organique d'installation, geht die kräftige menschliche Beeinflussung weiter: reichlich Cerealia, Allium, verschiedene Kräuter; diese Probe erreicht mit 33 die für das ganze Profil maximale Typenzahl der NBP.

Die *Proben 23a und 23a'* in Schicht 22, zeigen keine auffallenden Unterschiede untereinander. Auch sind die Spuren der Überschwemmung in diesem Limon organique gering, so finden sich relativ wenige Cerealia und relativ viel Salix (Ufergehölz).

Probe 23bis (19bis), ein Fumier d'installation und die Kontaktprobe *23bis (19bis)–20bis* enthalten neben relativ hohen Kulturpollenwerten (z. B. Maximalwert von Centaurea cyanus = 3,4 %) auch ziemlich viel Gehölzpollen, besonders Abies und Tilia (vgl. S. 45, 49 und 52).

Die *Chape 20bis* ist in ihrem Pollenspektrum dominiert von einem Cerealienwert von 62 % (vgl. S. 48 und 52).

Die *Craie 24* trägt keine Züge einer Überschwemmung.

Der *Fumier limoneux 23bis* in Schicht 24 weist für MS das Cerealien-Maximum von 67 % und das BP-Minimum von 24 % auf.

Die *Chape 24bis* in Schicht 24 gleicht in mancher Hinsicht der Chape 20bis, doch steigen Betula und Alnus an.

Die *Craie 26* scheint mit ihrem hohen Baumpollenanteil (EMW, besonders Quercus, Fagus, Corylus, weniger auch Abies, Alnus und Betula) eine deutliche, wohl länger andauernde Überschwemmungsphase zu repräsentieren. Dieser Befund stimmt mit der stratigraphischen Bedeutung der Seekreide 26 überein, die nicht nur die Phasen 7a und 8, sondern auch die Ensembles 3 und 4 trennt.

Der *Fumier d'installation 27* ergab keine zuverlässige Analyse, da trotz der Durchmusterung des gesamten Materials nur 44 Pollenkörner gefunden wurden. Gegenüber der vorhergehenden Schicht kann zwar eine Abnahme der BP, aber keine Zunahme der NBP oder Cerealia beobachtet werden, wohl aber eine Zunahme von Corylus (auf 39 %) und Alnus. Ob die Prozentwerte dieser zwei Pollentypen anwachsen durch vermehrtes Aufkommen der beiden Gattungen auf aufgelassenen Feldern oder aber, weil sie durch den Menschen mit Holz, Geäst und Laub eingebracht wurden?

Der *Gravier et Sable 28* (ausgewaschene Lehmlinse) ist reicher an Cerealia (25 %), Artemisia, Allium und andern NBP als der Fumier d'installation im Liegenden.

Der *Limon organique 29* zeigt kaum einen Rückgang der anthropogenen Pollentypen; die Überschwemmung scheint von geringem Ausmass und/oder kurzer Dauer gewesen zu sein. Laut der Interpretation von A. Orcel trennt Schicht 29 auch nur zwei Siedlungsphasen, nicht zwei Ensembles.

Im *Fumier organique d'installation 30* erreichen die Cerealia wieder 42 %.

Der *Limon organique 31a(32)* ist ebenfalls sehr reich an Kulturzeigern. Der EMW-Anstieg kann als Überschwemmungszeiger gewertet werden; doch lässt die Nachbarschaft zum Fumier 32 auch an Infiltration denken.

Der *Fumier 32* ist durch den Ulmus-Gipfel von 37 % dominiert. Dass dieser ein natürliches Ereignis in der Vegetationsentwicklung darstellt, ist auszuschliessen, denn er kommt in keinem Pollenprofil der Umgebung vor (Welten 1947; Häni 1964; Liese-Kleiber 1976; 1977). In einem Fumier d'installation ist vielmehr damit zu rechnen, dass Ulmenpollen vom Menschen eingetragen wurde; ob dabei die Zweige als Futterlaub für Vieh (Faegri 1940; 1944; Troels-Smith 1960; Welten 1955; Heitz-Weniger 1976; 1978) oder als Fussbodenmaterial verwendet wurden? Dieser Fumier ergab zudem die höchste Pollendichte pro Kubikzentimeter in X/42 (91 000 Körner/cm^3).

Die *Craie 34* enthält nur 20 % NBP, dafür aber 29 % Corylus und 17 % Alnus, was zusammen mit einem Cerealia-Minimum für das Zurücktreten des menschlichen Einwirkens plausibel ist. Die Überflutung scheint bedeutender gewesen zu sein als während der Bildung von Limon 29 und Limon 31a(32). Dies stimmt überein mit Orcels Interpretation, wonach Schicht 34 nicht bloss zwei Siedlungsphasen (10 und 11), sondern zwei Ensembles trennt (E 4 und E 5).

Der *Fumier d'installation 35* bringt vermehrt anthropogene Pollen mit sich, so Cerealia, Plantago lanceolata, Allium sowie andere NBP.

In der *Holzkohleschicht 37* erscheint der siedlungsbedingte Anteil sogar noch verstärkt.

Die Mischprobe aus der *Schichtgruppe 39+41+42* zeigt im allgemeinen einen abgeschwächten menschlichen Einfluss verglichen mit den Schichten 35 und 37, doch erbringt sie auch das Maximum für Plantago lanceolata von 5,3 %.

Die *Probe 47* aus Schicht 43 (ausgewaschene Lehmlinse) ist relativ reich an Quercus und Alnus, aber auch an Cerealia und andern NBP.

Die *Craie 48* belegt eindeutig eine Überflutung: Abnahme von Cerealia, Plantago lanceolata und andern NBP, Zunahme von EMW, Abies, Alnus, Betula. Die Baumpollen erreichen 85 %, was seit den Seekreiden von Schicht 8 und 6b nicht mehr vorkam (mit Ausnahme der Nadelholz-dominierten Chape 17). Es herrscht also Übereinstimmung mit der archäologischen Interpretation, wonach die Craie 48 nicht nur die zwei Ensembles E 5 und E 6, sondern auch MS und OS scheidet.

Die *Probe 51+49*, Schicht 49, ein Fumier limoneux, zeugt wieder von einer Siedlungsphase: die Prozente der Cerealia, Allium und NBP steigen an, diejenigen der meisten Baumpollen sinken ab; Corylus steigt jedoch auf 33 % an (vgl. Fumier 27).

In der *Probe 52+53*, Schicht 51, einem Limon organique, erholen sich einige Baumarten wieder, die Kräuter gehen etwas zurück; wir können also auf eine Überschwemmung von geringem Ausmass schliessen. In dieser und der folgenden Probe wurde für die Berechnung der Prozente Allium aus der Pollensumme ausgeschlossen. Dadurch soll verhindert werden, dass die Werte der andern Pollentypen rechnerisch flachgedrückt und mit benachbarten Werten schlecht vergleichbar werden. Die Spitzen der „Störefriede" wachsen natürlich durch den Ausschluss aus der Bezugssumme noch an.

Der *Sable 52+53a*, wohl der Überrest einer Lehmlinse, reflektiert

mit zunehmenden NBP (Cerealia u. a.) den verstärkten menschlichen Einfluss. Allium erreicht bezogen auf die Gesamtpollensumme 24 %, unter Ausschluss von Allium 32 %).

Der *Fumier limoneux 52+53bis* spricht mit hohen NBP-Werten für andauernde Siedlungsaktivität (Cerealia 24 %, Artemisia 11 %, Allium 8,3 %).

Der *Limon organique 54* zeigt kaum die Charakteristika einer Überschwemmung: zwar nehmen die Baumpollen etwas zu, doch auch die Cerealia (33 %).

Die *Schicht 55+57* (Fumier d'installation organique und Holzkohle) bringt – ähnlich wie der Fumier d'installation 27 – ein NBP-Minimum von 35 % und ein Corylus-Maximum von 27 % mit sich (vgl. dazu S. 52).

In der *Craie 58* treten kaum Merkmale einer Überflutung auf, z. B. liegt gegenüber Schicht 55+57 keine Zunahme der BP vor. Einzig die hohe Pollenfrequenz könnte eventuell als ein Indiz für ein limnisches Sediment gewertet werden. Angesichts der starken (und zunehmenden) Kulturpollen-Anteile in OS drängt sich die Frage auf, ob entweder Infiltration von oben oder aber Aufarbeitung älterer Schichten, also Einfluss von unten, mitverantwortlich ist für die hohen NBP-Prozente in Schicht 58. Aus dem Vergleich mit der Seekreide 48 möchten wir aber nicht den Schluss ziehen, dass der Siedlungsunterbruch während der Bildung von Schicht 58 kürzer gewesen sei als derjenige während der Ablagerung von 48. Die stratigraphische Untersuchung von A. Orcel (Twann 4, 143) beweist viel mehr, dass in unserem Profil X/42 (Abschnitt 6) die Craie 58 sich schon eher zu einem Limon organique entwickelt hat, also weniger limnischen Charakter zeigt, während Craie 48 noch als echte Craie anzusprechen ist.

Im *Fumier limoneux d'installation 59a* setzt wieder eine kräftige Siedlungsphase ein mit NBP = 77 % und Cerealia = 50 %.

Die *Chape 59b:* trotz einer geringen Zunahme der BP ist der menschliche Einfluss auf das Pollenspektrum sehr gross und recht ähnlich wie in 59a.

Der *Limon organique 59c* erbringt auch pollenalaytisch einige Hinweise auf eine Überschwemmung: NBP und Cerealia gehen etwas zurück.

Der *Fumier organique d'installation 60* enthält wieder mehr Cerealia (50 %), Linum cf. usitatissimum überschreitet 1 %.

Auch die *Chape 61* ist sehr reich an kulturbedingten Pollen. Abies erreicht hier 15 %.

Die *Holzkohleschicht 62* enthielt noch erstaunlich viel Pollen und zwar vor allem Siedlungszeiger (Cerealia = 67 %, NBP = 74 % und das Linum-Maximum für die ganze Kolonne von 3,1 %).

Der *Limon organique 66* weist einen Abies-Gipfel von 18 % (= Uferanschwemmung?) und wie die folgende Schicht einen Campanulaceen-Gipfel auf (bezogen auf Gesamtpollensumme = 24 %, unter Ausschluss von Campanulaceen = 34 %; vgl. Kommentar bei Probe 52+53). Ob eventuell eine Infiltration von Schicht 67 her vorliegt?

Der *Fumier limoneux d'installation 67* ist reich an EMW-Pollen (vgl. S. 52). Die zwei Gipfel von Allium und Campanulaceae sind sicher als Ergebnis menschlichen Einwirkens zu werten. Allium könnte Allium ursinum sein, welches als Salat und Medizinalpflanze gedient haben mag. Campanulaceae sind als Unkräuter (z. B. Legousia = Frauenspiegel), als Wildgemüse (z. B. Phyteuma spicata = ährige Rapunzel) oder als Zierpflanzen (z. B. Campanual = Glockenblumen) in Siedlungsnähe zu erwarten. Die hohen hier vorgefundenen Prozentwerte stellen wohl lokale Zufallsereignisse dar.

Die *Chape 68* weist mit 18 % das Baumpollen-Minimum der Kolonne X/42 auf; der Getreide-Typ erreicht 61 %, der Mentha-Typ 4,4 %.

Der *Limon organique 68a* zeigt kaum Spuren einer Überschwemmung (geringe Abnahme der Cerealia, Zunahme der BP); dies wird verständlich, wenn wir bei A. Orcel (S. 21) lesen: „. . .contaminé avec 68".

Im *Fumier organique 69* finden sich wiederum reichlich NBP, besonders Cerealia. Polypodium vulgare (vgl. S. 45) erreicht mit 3,5 % das Maximum des Blocks X/42. Eine grosse Siedlungsaktivität ist evident.

In der dazugehörigen *Chape 70* erreichen die Cerealia mit 70 % ihren maximalen Wert für das vorliegende Profil.

Der *Limon organique 70a* weist keine Überschwemmungsspuren auf, sondern gleicht weitgehend der darunterliegenden Lehmlinse 70.

Die letzten zwei *Schichten 71 und 73* sind wohl während der Grabung durch Tritt und Wassereinwirkung weitgehend gestört worden.

5. Vergleich der Schichten

Wie A. Orcel (S. 22 f.) ausführt, müssen menschlicher und natürlicher Einfluss im Vergleich direkt benachbarter Schichten gesucht werden (vgl. Abb. 23). Der räumlichen und faziellen Ausdehnung wegen ist nicht unbedingt zu erwarten, dass alle gleich benannten Schichten einander gleichen.

Der Übergang Fumier → Craie zeigt in den meisten Fällen die gemäss Arbeitshypothese erwartete Zunahme der Baumpollen und Abnahme der Cerealia, Kulturzeiger und NBP. Zu 6a → 6b: 6a ist ein Fumier an der Peripherie des Dorfes, die Craie 6b nur lokal, eventuell mit Aufarbeitung. Zu 32 → 34: der BP-Wert des Fumier 32 ist durch den aussergewöhnlichen Ulmus-Gipfel stark erhöht. Zu 55+57 → 58: der Fumier 55+57 ist sehr reich an BP (s. links oben). Die Arbeitshypothese wird auch in den zwei Fällen bestätigt, in welchen zwischen dem Fumier und der Craie eine Chape liegt.

Der Übergang Craie → Fumier ist mit einer Ausnahme in allen beobachteten Fällen von dem zu erwartenden BP-Abfall und von der Zunahme der NBP, Cerealia und Kulturzeiger begleitet. Zu 26 → 27: der Fumier 27 ist von Corylus dominiert (vgl. S. 49).

Der Übergang Fumier → Limon bringt fast regelmässig eine Zunahme der BP und eine Abnahme der NBP und Cerealia mit sich, was mit der Arbeitshypothese übereinstimmt. Zu 51+49 → 52+53: die Kulturzeiger steigen wegen der aussergewöhnlichen Entwicklung von Allium in 52+53 an. Zu 52+53bis → 54: der Cerealien-Anstieg ist eine Ausnahme, die vielleicht noch im Bereich der statistischen Schwankung liegt. Wenn zwischen dem Fumier und dem Limon eine Chape liegt, stimmen die Kurventendenzen nicht mehr mit der Erwartung überein.

Der Übergang Limon → Fumier ist von keiner Kurventendenz charakterisiert.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich die Craies durch die Kurvenentwicklung der BP respektive der NBP, Cerealia und Kulturzeiger meist gut von den Fumiers im Hangenden und im Liegenden abheben.

Die Unterscheidung zwischen Limon und Fumier ist weniger einfach: in der Entwicklungsrichtung Fumier → Limon kommt die Arbeitshypothese recht gut zum Tragen (Rückgang des menschlichen Einflusses, Rückgang

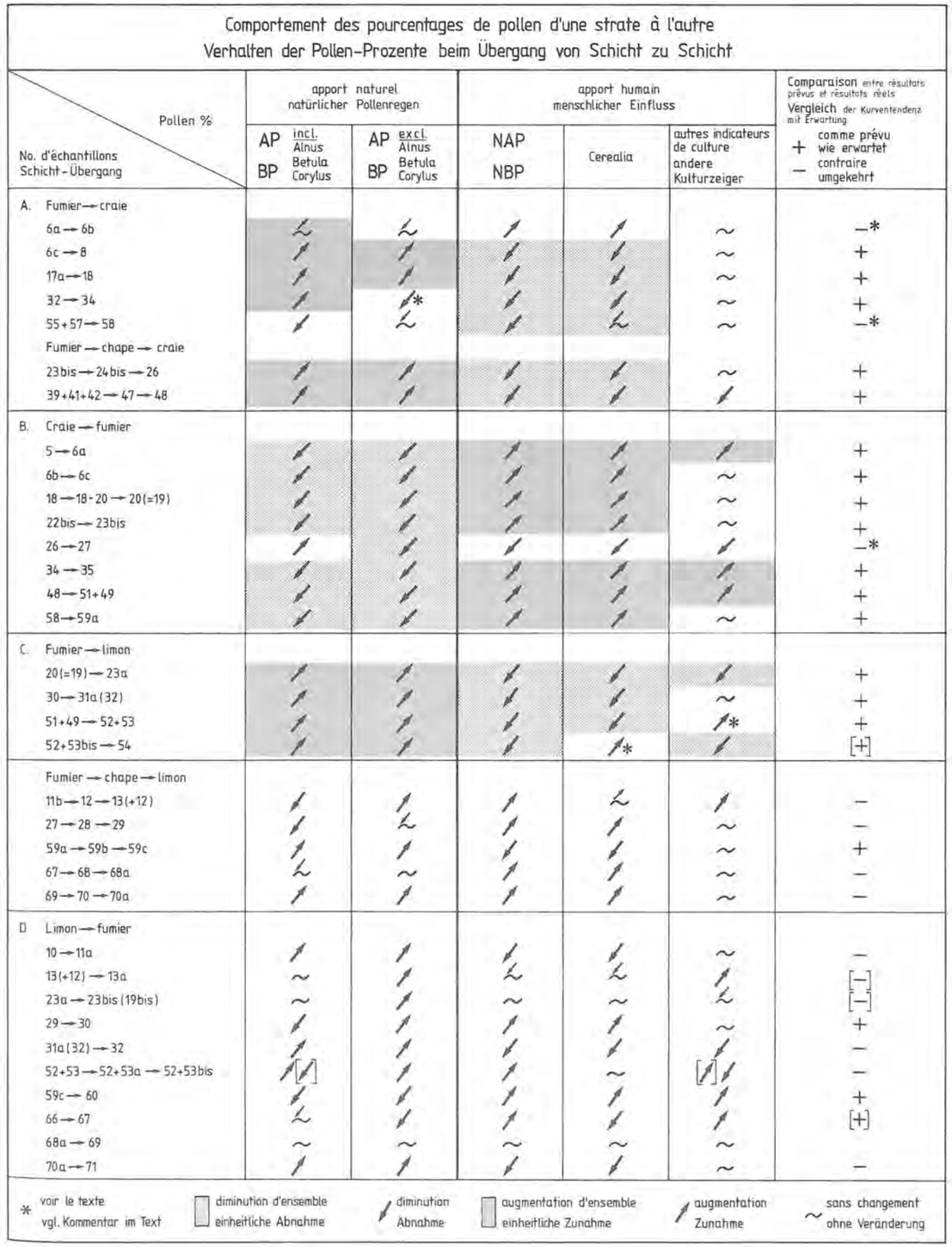


Abb. 23: Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42. Verhalten der Pollenprozente bei verschiedenen Schichtübergängen.

der NBP, Cerealia und Kulturzeiger); doch wenn eine Chape zwischen dem Fumier und dem Limon liegt, so scheint die Pollenzusammensetzung des Limon weitgehend von derjenigen der Chape bestimmt zu sein. Es ist denkbar, dass bei ansteigendem Seespiegel Pollen aus den Chapes aufgearbeitet und in den Limons redeponiert wird (Limons im Hangenden einer Chape sind die Schichten 13[+12], 29, 59c, 68a und 70a). Ob wohl die Aufarbeitung aus den Chapes grösser ist als aus den Fumiers?

Die Entwicklungsrichtung Limon → Fumier weist im Verhalten der Pollen-Prozente keine Übereinstimmung mit der Arbeitshypothese auf. Letztere scheint zu ungenau zu sein, vor allem in der Beurteilung des zu erwartenden Pollengehaltes der Fumiers: ausser den beiden Proben 17a und 52+53bis, die *über* einer Chape liegen (Fumiers de couverture), sind alle Fumiers nach A. Orcel als Fumiers d'installation zu bezeichnen. Dieses Einsetzen der Siedlungstätigkeit war aber nicht nur mit der Einbringung von NBP, sondern stark auch mit derjenigen von BP, besonders Pollen des EMW, verbunden (z. B. Hausbau, Wände aus Zweigen, Futterlaub vgl. Heitz-Weniger 1978, 63; 81; 85 ff.; 88; 98). Auch Corylus-Spitzen liegen gelegentlich in Fumiers d'installation (z. B. 27, 51+49, 55+57).

6. Absolutwerte (Abb. 22)

Im Gesamtpollendiagramm Tafel 5 sind rechts aussen die drei Kurven für die absolute Pollendichte (pro Kubikzentimeter Sediment) der Pollensumme, der Gehölze und der Kräuter zu finden. In Abbildung 22 sind zudem die Absolutwerte von Cerealia, Allium und Abies dargestellt. Die Spitzen der Kurven fallen am häufigsten mit den Fumiers (6a, 11b, 13c, 17a, 20[=19], 23bis, 30, 32, 51+49, 52+53bis, 60) zusammen, doch gelegentlich auch mit Limons (10, 16, 66, 70a) oder mit Craies (8, 26, 48, 58; wobei in 8 und 48 kein Gipfel in den NBP). Auch Minima können in allen drei Schicht-Typen auftreten, so für die Fumiers in 27 oder 69, für die Limons in 13(+12), 52+53, 54 oder für die Craies in 18 und 22bis.

Die Chapes sind im allgemeinen der pollenärmste Sediment-Typ (Ausnahme: 20bis), z. B. liegen in der Kurve der Baumpollendichte alle Werte für die Chapes deutlich unter dem tiefsten BP-Gehalt der anthropogen unbeeinflussten Proben 1a und 1b (unter 20 000 BP/cm³). Auch in der Kurve der Krautpollenfrequenz liegen die Chapes meist bei den Minima, doch wesentlich über den äusserst geringen Werten in 1a und 1b.

Die Chapes als eingebrachter Lehm enthielten wohl ursprünglich wenig (ev. spätglaziale) Pollen und wurden dann durch die menschlichen Aktivitäten mit siedlungssynchronem Pollen durchmischt (vgl. S. 48 f.). Die Sables und Graviers 1a, 9a, 12, 14, 28, 52+53 und 59b können auch in bezug auf ihre geringe Pollendichte mit den Chapes vereinigt werden (vgl. Twann 4, 32 bzw. 228 f.). Die Schicht-Übergänge wie sie in Abbildung 23 gruppiert sind, weisen zwar für die Absolutwerte der Gesamtpollensumme und der Baumpollen keine Gesetzmässigkeit auf. Für die NBP-Dichten und die Cerealia-Dichten dagegen überwiegen an den Übergängen von Fumiers zu Craies die Abnahmen, an den Übergängen von Craies zu Fumiers die Zunahmen (vgl. Taf. 5 und Abb. 22); diese Kurventendenzen stimmen mit der Erwartung überein, dass der menschliche Einfluss in den Fumiers grösser ist als in den Craies (S. 48).

Die Übergänge von Fumiers zu Limons und umgekehrt zeigen keine regelmässigen Tendenzen in den Absolutwerten.

Wie bei der Diskussion der Prozentkurven (S. 50 f.) stellen wir fest, dass die Pollenfrequenzen unter den visuell und stratigraphisch festgelegten Schicht-Typen zwar den starken Gegensatz zwischen Craies und Fumiers (trotz einer gewissen Streuung und Unschärfe) widerspiegeln; für den schwächeren Gegensatz aber, nämlich zwischen Fumiers und Limons, weisen die Pollenfrequenzen keine signifikanten Tendenzen auf. Wir können mit den vorhandenen Daten dabei nicht entscheiden, ob tatsächlich kein Unterschied der Pollenfrequenz zwischen Fumiers und Limons vorliegt, oder ob durch die Heterogenität der Sedimente (vgl. S. 45) das Auflösungsvermögen der Methode zu stark beeinträchtigt ist, um diesen Unterschied zu erfassen.

7. Allgemeine Tendenzen

Wenn man das Pollenprofil X/42 als Ganzes betrachtet (Taf. 5 und 6), fällt sicher auf, dass die NBP und insbesondere die *Cerealia* nach oben hin zunehmen:

	Variation der Getreide-Prozente:
OS, oberhalb Schicht 58	36–70 %
OS, unterhalb Schicht 58	20–33 %
MS	7–67 %
US	6–27 %

Die untere Hälfte von OS gleicht offenbar mehr dem MS (vgl. dazu Twann 4, 143; 163).

Für die generelle Zunahme der Cerealia gibt es zwei Erklärungen:

- die Getreidekulturen nahmen zu
- der Profilpunkt X/42 rückt von der Dorfperipherie zur Dorfmitte.

Aus der Stratigraphie von A. Orcel (Twann 4, Pl. 3) ist ersichtlich, dass zumindest für den Übergang von US zu MS die zweite Erklärung zutrifft. Auch eine Kombination der zwei Deutungen mag richtig sein.

Linum tritt ab Schicht 14 auf, am reichlichsten allerdings im oberen OS. *Artemisia, Gramineen, Compositae liguliflorae, Papilionaceae* incl. *Trifolium pratense, Ranunculaceae, Rubiaceae* u. a. NBP dagegen gehen im oberen OS zurück (oberhalb Schicht 58). *Artemisia* kommt in US am häufigsten vor.

Alnus und *Betula* treten vermehrt zwischen Probe 8 und 15a und zwischen Probe 24bis und 58 auf. Da im letztgenannten Abschnitt auch Salix höhere Werte erreicht, lässt sich ein Näherrücken des Auenwaldes vermuten.

Abies ist zwischen Probe 5 und Probe 13a in grösseren Anteilen vertreten als später. Möglicherweise spiegelt sich darin die grössere Nähe des Sees mit gelegentlichen Uferanschwemmungen, möglicherweise eine andere Polleneinschleppung durch die Siedler wieder.

III. Stellungnahme zur Typisierung und Interpretation der Schichten von A. Orcel und Zusammenfassung

Vergegenwärtigen wir uns, was wir in den vorangehenden Kapiteln (S. 50 ff.) in bezug auf den Vergleich von Schicht zu Schicht feststellten:

In den *Prozentkurven* ist eine Craie jeweils von einem Fumier im Liegenden oder im Hangenden durch ihren geringen Gehalt an NBP, Cerealia und Kulturzeigern, respektive durch grössere BP-Werte zu unterscheiden. Der Übergang von Fumier zu Limon ist dann vom erwarteten Rückgang des menschlichen Einflusses begleitet, wenn keine Chape dazwischen liegt (die Chape scheint den Limon stark zu beeinflussen). Der Übergang von Limon zu Fumier geht mit keinen gesetzmässigen Tendenzen einher.

In den *absoluten Pollenfrequenzen* fallen die Chapes als der pollenärmste Sediment-Typ auf. Unter den Schicht-Übergängen kann als einzige Tendenz erwähnt werden, dass die NBP- und die Cerealien-Dichten von Fumier nach Craie absinken und von Craie nach Fumier ansteigen.

Mit andern Worten: pollenanalytisch lassen sich die kräftigen Veränderungen von Craie nach Fumier meist mit einer Zunahme (und von Fumier nach Craie mit einer Abnahme) der NBP, Cerealia und anderen Kulturzeiger nachvollziehen und bestätigen. Die Veränderungen von geringerer Amplitude, nämlich von Limon nach Fumier und von Fumier nach Limon lassen sich nicht oder nur schwer erfassen (vgl. Abb. 23). Die vorgelegte pollenanalytische Untersuchung kann die Typisierung und Interpretation der Schichten von A. Orcel (Twann 4) jedenfalls nicht widerlegen.

Es scheint uns, dass das Auflösungsvermögen der pollenanalytischen Methode für die Feindifferenzierung der Schichten an einer einzigen Profilsäule an seine Grenzen stösst oder sogar schon überfordert ist. Die rein visuell arbeitende Stratigraphie, die mit den Kriterien von Farbe und Struktur in der Fläche die Ausdehnung und fazielle Entwicklung verfolgen kann, ist hier überlegen.

IV. Résumé

Le diagramme pollinique du bloc X/42 de Douanne montre d'une façon *générale* une augmentation des pollens d'herbacées (NAP), en particulier des pollens de céréales à mesure que l'on atteint les couches supérieures. A ce sujet, deux interprétations sont possibles:

- la culture des céréales augmente
- le point du profil X/42 se trouve au début à la périphérie, puis au centre du village.

La *comparaison relative d'une couche à l'autre* permet d'examiner la question que l'archéologie pose à la palynologie: est-il possible d'établir et de confirmer, à partir des spectres polliniques, la caractérisation des couches, la stratigraphie detaillée et la succession des phases d'occupation et d'inondation qui en découle selon A. Orcel (p. 18 ss.; Twann 1 et 4)?

Au moyen des *courbes de pourcentage* il est possible de distinguer une craie d'un fumier sous-jacent ou sus-jacent par son plus faible contenu en pollens d'herbacées, de céréales et d'autre indicateurs de culture, ou respectivement par de plus grandes valeurs de pollens sylvatiques (AP). Le passage d'un fumier à un limon s'accompagne en général de la diminution attendue de l'influence humaine, quand il n'y a pas de chape entre deux (la chape semble influencer fortement le limon). Le passage d'un limon à un fumier n'obéit à aucune tendance régulière.

Au moyen des *fréquences absolues des pollens* (grains/cm³), les chapes apparaissent comme étant le type de sédiment qui contient la plus petite quantité de pollen. Parmis les différentes transitions sédimentaires, une seule tendance se manifeste: c'est la diminution des concentrations de pollens d'herbacées et de céréales lors du passage d'une craie à un fumier.

En d'autres termes, l'analyse pollinique permet de suivre et de confirmer les brusques transitions d'une craie à un fumier ou d'un fumier à une craie. Les changements de moindre amplitude, c'est-à-dire d'un limon à un fumier ou d'un fumier à un limon, ne sont que peu ou pas visibles. L'analyse pollinique ne peut cependant pas contredire la typologie et l'interprétation des couches selon A. Orcel (Twann 4 et dans ce volume).

Il nous semble qu'avec l'aide d'une seule colonne de sédiment la méthode de l'analyse pollinique est limitée ou même dépassée dans sa capacité de différencier exactement les couches. La méthode basée sur la stratigraphie, en appliquant des critères visuels tels que la couleur et texture d'une surface et en observant la répartition et le développement du faciès latéral des strates, est, dans ce cas, supérieure à l'autre méthode.

(Traduction Raymond Lauener et Marie-José Gaillard)

V. Summary

As a *general tendency* in the pollen diagram of Block X/42, the rise in concentration of non-arboreal pollen (NAP and particularly cerealia) towards the top is evident. There are two possible reasons for this:

- There was an increase of grain cultivation.
- Profile point X/42 is shifting from the outskirts to the centre of the village.

A *comparison from layer to layer* permits the palynologists to investigate the problem, raised by archaeology, whether the differentiation and interpretation of the layers (developed by A. Orcel: p. 18 ff.; Twann 1 and Twann 4) as well as the resulting succession of settling and flooding phases can be reconstructed and thus proved by means of the pollen spectra.

In the *percentage curves* a "craie" (lake marl layer) can be distinguished from a "fumier" (organic cultural layer) at its top or base by its small concentration of NAP (non-arboreal pollen), cerealia and other culture indicators, and, on the other hand, by higher AP (arboreal pollen) concentration. The transition from a "fumier" to a "limon" (organic silt) is accompanied by the expected decrease of human influence, unless there is a "chape" (clay lens: fire-place) in between (the "chape" appears to have a great influence on the "limon"). The transition from a "limon" to a "fumier" does not show any regular tendencies.
With respect to the *absolute pollen frequencies*, the "chapes" stand out as the sediment type with the lowest pollen concentration. The only tendency that can be seen in the different types of transitions is that the NAP and cerealia concentrations decrease from "fumier" to "craie" and increase from "craie" to "fumier".
In other words: It is possible, by pollen analysis, to reconstruct and prove the substantial changes from "craie" to "fumier", and from "fumier" to "craie". The changes of smaller amplitude (from "limon" to "fumier" and from "fumier" to "limon") can hardly – if at all – be determinded (Abb. 23).
At any rate, the present pollen analysis cannot disprove the determination and interpretation of the layers by A. Orcel (in Twann 4 and in this volume).
It seems to us that the workability of the method of pollen analysis for the differentiation of the layers in a single profile column is pushed to its limits, or that the method is even insufficient. Stratigraphy, working purely visually, is superior here, as it can register the extension and facial development by means of the criteria of colour and texture.

(Translation Thomas Kohler)

Mein Dank geht an A. Orcel, der als Leiter der Profilblock-Untersuchung in vielen Diskussionen manches klären half sowie an H. Haas und M. Kummer für technische Hilfe.

Analyse der Makroreste aus dem Profilblock X/42 der cortaillodzeitlichen Schichtabfolge in Twann

Werner Schoch und Fritz H. Schweingruber, unter Mitarbeit von Barbara Pawlik
(Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

I. Einleitung

Bereits zu Beginn der Pfahlbauforschung in der Mitte des 19. Jahrhunderts hat der damalige Professor am Polytechnikum in Zürich, Oswald Heer, belegt, dass mit botanischen und zoologischen Makroresten aus Seeufersedimenten archäologische, ökologische und sedimentologische Fragen zu beantworten sind (Heer 1865). In sehr vielen Arbeiten ist im Laufe des folgenden Jahrhunderts die paläobotanische und später auch die ökologische Bedeutung studiert worden. Aber erst in jüngster Zeit ist versucht worden, das zoologisch-botanische Artenspektrum als Indikator für die hydrologischen Bedingungen bei der Ablagerung der Kulturschichten zu verwenden (Schweingruber 1976). Da an der Gültigkeit der Ergebnisse von Profil V/25 (Schweingruber 1976, 60, Tab. 40) Zweifel aufgetreten sind, wird nun hier über das Profil X/42 berichtet, dem bei der Probenentnahme, der Aufbereitung, der Analyse und der Interpretation grösste Aufmerksamkeit geschenkt worden ist. Leider war der Erhaltungszustand des Schichtmaterials zum Zeitpunkt der Untersuchung schlecht, da infolge unsachgemässer Lagerung das ganze Profil vollständig austrocknete. Alle unverkohlten Hölzer und vermutlich auch einige fragile Samen sind dabei zerstört worden. Trotz dieser Mängel lohnte sich eine gründliche Untersuchung.
Mit der vorliegenden Studie versuchen wir abzuklären, unter welchen hydrologischen Bedingungen die cortaillodzeitliche Schichtabfolge in der Koordinate X/42 der Ausgrabung Twann abgelagert worden ist.

II. Untersuchungsmethode

1. Probenentnahme

Der mit der Schichtabfolge bestens vertraute Archäologe (A. Orcel in: Twann 4) legte die Schichtgrenzen bei der Probenentnahme am archivierten Blockprofil fest. Durch feines Abschaben wurde das Schichtmaterial für die Sedimentologie, die Pollen- und die Makrorestanalyse gewonnen.

2. Probenaufbereitung

Wassergesättigte Proben bilden die Basis für alle Vergleiche. Um diesen Zustand zu erreichen, werden etwa 200 g der Sedimentprobe in einem Plastiksack mit Wasser angesetzt. Es ist darauf zu achten, dass das Wasser überstehend ist. Die Probe bleibt im verschlossenen Sack 6 bis 12 Stunden, d. h. bis zur Wassersättigung, hängen. Nach sorgfältigem Anstechen des Beutels unmittelbar über der Sedimentoberkante kann das überstehende Wasser abfliessen. Im anschliessend schräg gestellten Sack sammelt sich das restliche Wasser in einer Ecke, es lässt sich mit einer Pipette absaugen.

3. Nass-Sieben

100 g der wassergesättigten Schichtprobe in ein Becherglas einwägen, Wasser zugeben und umschwenken. Das Wasser wird durch einen Siebsatz von 8, 4, 2, 1, 0.5 und 0.25 mm Maschenweite gegossen. Dieser Vorgang ist zu wiederholen, bis die ganze Probe nass gesiebt ist. Aneinanderhaftende Sedimentteilchen lassen sich mit dem Wasserstrahl zerkleinern. Ein zu harter Strahl zerstört aber tierische und pflanzliche Reste. Das erste Sieb mit der grössten Maschenweite wird herausgenommen, in einem grösseren mit Wasser gefüllten Gefäss sachte hin- und herbewegt, damit kleinere Partikel noch durchfallen können. Das Waschwasser ist durch den restlichen Siebsatz zu giessen. Diesen Vorgang mit den anderen Sieben wiederholen.

4. Fraktionentrennung

Der erste Schritt besteht in der Trennung von organischem und anorganischem Anteil. Durch wiederholtes Schlämmen mit reichlich Wasser in grossen flachen Porzellanschalen lässt sich das spezifisch leichtere organische Material abtrennen und auf ein feinmaschiges tariertes Sieb giessen. Eine saugende Unterlage (Tuch oder Schwamm) entfernt auf einfache Weise das überschüssige Wasser aus der Probe. Darauf erfolgt das Wägen des organischen Anteils. Analoges Verfahren mit dem anorganischen Teil. Um ein Austrocknen und damit ein Zerfallen des organischen Materials zu verhindern, muss dieses bis zur weiteren Verarbeitung in Wasser aufbewahrt werden, dem ein Fungizid (z. B. Phenol) zugesetzt ist.
Die Differenz der Gewichte der organischen und anorganischen Anteile aller Fraktionen zu den eingewogenen 100 g ergibt den Schlämmverlust, d. h. den Anteil, welcher kleiner als 0.25 mm ist.

5. Analyse der einzelnen Fraktionen

Holzkohle; Zweige, Rinden und Splitter; übrige Pflanzenteile: Diese botanischen Reste werden in den Fraktionen 8, 4, und 2 mm gezählt, in der Fraktion 1 mm partiell gezählt und prozentual berechnet. Die prozentualen Anteile von Holzkohle und übrigen Pflanzenteilen in den Fraktionen 0.5 und 0.25 mm lassen sich durch Schätzung aufgrund einer Versuchsreihe ausreichend gut bestimmen. Eine Unterscheidung in Zweige, Rinden und Splitter sowie übrige Pflanzenteile ist in diesen Fraktionen nicht mehr möglich.
Samen und Fruchtreste: In allen Fraktionen werden sämtliche Samen und Samenfragmente bestimmt und gezählt. Kommen in einer Fraktion Samen einer Art besonders häufig vor, ist die entsprechende Art nur in einem Viertel der Fraktion zu zählen und mit Faktor vier zu multiplizieren.
Sammelpflanzen: Alle Reste und Fragmente von Abies-Nadeln, Neckera crispa, Moosen sp. und Sphagnumblättern zählen als je ein Stück.
Wasserzeiger: Ganze Reste und Fragmente aus allen Fraktionen erscheinen zusammen als Anzahl der bestimmten Arten.
Fischreste: Da diese fast immer in kleinen Fragmenten vorkommen (Schuppen und Gräte zerfallen sehr leicht), sind zehn Stück in den Tabellen als ein Stück aufgeführt.

6. Botanische Bestimmung

Als Bestimmungunterlagen für die Samen dienten hauptsächlich folgende Werke: Bertsch 1941; Körber-Grohne 1967 und die Samensammlung unseres Labors.

7. Zeitaufwand

Je nach Probenbeschaffenheit ist für das Sieben, Auslesen und Bestimmen der Materialklassen mit einem Zeitaufwand von einem bis zu zehn Tagen pro Probe zu rechnen. So lässt sich eine beinahe sterile, lockere Seekreideschicht mit wesentlich geringerem Arbeitsaufwand analysieren als eine stark gepresste, organische Schicht mit möglicherweise über 100 verschiedenen Samenarten. Ebenso spielt der Erhaltungszustand eine Rolle; korrodierte oder durch Austrocknung und mechanische Beanspruchung beschädigte Samen sind oftmals nur sehr mühsam oder kaum zu bestimmen. Mikroskopische Merkmale der Holzarten sind an ausgetrockneten Proben selten erkennbar, durch den Abbau der Hölzer schwinden diese bei Wasserverlust sehr stark und zerfallen – eine Bestimmung ist, wenn überhaupt, nur mit sehr grossem Zeitaufwand möglich.

8. Berechnungen

Für alle Samen und in der Graphik aufgeführten botanischen und zoologischen Reste gilt folgende Formel:

$$\text{Stückzahl/100 g} = \frac{\text{gezählte Stückzahlen x Einwaage}}{\Sigma \text{ der organischen und anorganischen Anteile} > 0.25 \text{ mm}}$$

Proben, bei denen weniger als 100 g Material vorhanden war, wurden auf 100 g berechnet. Für die Berechnung der organischen und anorganischen Anteile und des Schlämmverlustes dienten die Gewichte, bei den Materialklassen die Stückzahlen als Grundlage.

9. Aufbewahren der Proben nach der Analyse

Für eine langfristige Aufbewahrung von Samen und botanischen Resten eignet sich eine Lösung mit folgender Zusammensetzung:

Glycerin	1 Teil
dest. Wasser	1 Teil
Alkohol 96 %	2 Teile.

Als Konservierungsmittel enthält die Lösung 0.5 % Thymol.

10. Graphische Darstellung

Da mit der Untersuchung von nur 100 g Material im Vergleich zur flächenhaften Ausdehnung der ganzen Schicht in vielen Fällen Zufallsergebnisse erzielt werden, ist es nicht sinnvoll, jeden Einzelwert zu interpretieren. Deshalb wurden in den Diagrammen Massstäbe gewählt, die die geringen Werte deutlich hervortreten lassen – die Art als solche wird betont – die extrem hohen dagegen erscheinen bloss hoch. Je nach Präsenz einer Art wurden grössere oder kleinere Werte gewählt.
Vergleichende Betrachtungen sind leicht möglich, wenn aus den Profilen Auszüge in Form von Punktdiagrammen mit den Wertungen „vorhanden", „wenig", „viel", „sehr viel" gemacht werden.

III. Die Zusammensetzung der Schichten

Wie aus vielen Profilansichten prähistorischer Grabungen bekannt ist, lassen sich die Teilschichten sehr gut von blossem Auge erkennen, charakterisieren und in einen stratigraphischen Zusammenhang bringen. Mit unseren einfachen sedimentologischen Analysen (organische und anorganische Anteile in verschiedenen Korngrössenklassen, Schlämmverlust) sind kaum mehr Informationen zu erhalten als durch okulare Begutachtung des Profils. Eine ökologische Interpretation unserer sedimentologischen Ergebnisse (Abb. 24) scheint praktisch unmöglich. Diese Untersuchung wurde nur deshalb durchgeführt, damit die Ergebnisse der botanisch-zoologischen Bestimmungen in einen sedimentologischen Kontext gestellt werden konnten.
Der Aufbau des Profils ist sehr komplex. Weder mit sedimentologischen noch mit botanischen und zoologischen Methoden konnte eine gewisse Regelmässigkeit im Wechsel zwischen Seekreide, Lehm, Kies, Fumier festgestellt werden. Die von A. Orcel (Twann 4) in benachbarten Flächen festgestellten regelmässigen, archäologisch-sedimentologisch interpretierbaren Schichtabfolgen konnten von uns im Profil X/42 nicht festgestellt werden.

IV. Die ökologischen Zeigergruppen

Sämtliche Samen und Früchte sind bestimmt worden (S. 64 ff.). Aus dem reichen Spektrum von etwa 180 Arten wurden für die Profildarstellungen nur jene ausgewählt, die ökologisch besonders aussagekräftig sind oder zumindest in einzelnen Profilabschnitten häufig auftreten. Ihre Anteile in den Schichten sind auf den Tafeln 7–9 dargestellt.
Grundsätzlich sind folgende ökologische Gruppen zu bilden:
- terrestrische Elemente:
  - natürlich ins Sediment gelangt
  - vom Menschen ins Sediment eingebracht
- litorale und limnische Elemente

1. Die terrestrischen, organischen Elemente

Unverkohltes Holz: Obwohl in diesem Profil die Arten infolge Austrocknung nicht bestimmt werden konnten, ist analog zu anderen bekannten Untersuchungen anzunehmen, dass sowohl Splitter als auch Zweige vom Menschen eingebracht worden sind. Im weiteren ist es wahrscheinlich, dass ein grosser Teil der Zweige während der Vegetationsperiode vom Menschen geschlagen worden ist. Alle Zweige und Splitter dürften wie in allen anderen Schichten der Grabung Twann von Pilzhyphen sauerstoffbedürftiger Arten durchwachsen sein.
Nach ein bis drei Jahren Lagerungszeit in mässig feuchten Verhältnissen (nicht unter Dach, nicht im Boden oder im Wasser) gelangten die Hölzer, wie übrigens auch alle anderen organischen Elemente, in den Bereich der Wassersättigung (hoher Wasserspiegel des Sees, Kapillarbereich des Grundwassers oder Grundwasser). Ohne diese Annahme ist die Erhaltung der organischen Partikel in den Schichten nicht denkbar.
Holzkohlen: Die vom Menschen eingebrachten Hölzer wurden in Feuerstellen oder bei Feuersbrünsten verkohlt. Mit Ausnahme der archäologisch praktisch sterilen Basisschichten enthalten alle Schichten Holzkohlen. Sie sind aufgrund dieser Tatsache und anhand vieler Beobachtungen von archäologischen Schichten meistens als unspezifische Indikatoren für Kulturschichten anzusprechen. Wie vor allem am Profil festzustellen war, bestehen einige Schichten praktisch nur aus Holzkohle, z. B. Schichten 15, 37 und 62.
Kultivierte Pflanzen: Aufgrund ihrer Häufigkeit im Sediment (Papaver somniferum) und dem noch heute praktizierten Anbau von Lein und Getreide ist anzunehmen, dass die neolithischen Menschen diese Arten anbauten; sie wuchsen ausserhalb des überschwemmungsgefährdeten Siedlungsbereiches.
Wie in anderen Siedlungen sind die Samen des Schlafmohns in äusserst grossen Mengen vorhanden, und es ist heute nicht ohne weiteres verständlich, wozu sie verwendet worden sind. Getreidereste dagegen sind in den Schichten durchschnittlich wenig vorhanden, konzentrieren sich aber auf eng begrenzte Zonen im Siedlungsareal. Im Vergleich zu allen anderen Arten sind Reste von Kulturpflanzen im Sediment in grossen Mengen vorhanden, z. B. Schlafmohn in 100 g durchschnittlich mit mehr als 100 Samen (5–3000).
Beeren, Früchte, Nüsse: Diese nährstoffreichen Elemente sind nach pflanzensoziologischen Befunden nicht im engeren Wohnbereich gewachsen; der Mensch hat sie in die Siedlung gebracht. Nach unseren Befunden sind nur die in der Umgebung wachsenden Erdbeeren, Brombeeren und Himbeeren intensiv gesammelt worden. Die im Gebiet von uns vermuteten Stachel- und Berg-Johannisbeeren sind nicht vorhanden. Wildäpfel erfreuten sich grosser Beliebtheit. Unzählige Reste von Fruchtblättern zeugen vom reichen Angebot.
Diverse Sammelpflanzen: Die Gruppe ist in ihrer Bedeutung für den Menschen und auch in ökologischer Hinsicht heterogen. Nur Chenopodium sp. kann allenfalls in der ruderalen Umgebung der Siedlung gewachsen sein. Alle anderen, besonders die Trockenheit ertragenden Hypericum und Origanum sind in Hecken oder an Waldrändern am südlich exponierten Hang im Rücken der Siedlung zu suchen. Physalis alkekengi ist sicher gesammelt worden. Der Verwendungszweck ist jedoch nicht klar.
Isolationsmaterial: Es ist anzunehmen, dass benadelte Tannenzweige in reicher Menge gesammelt und zur Stabilisation und Isolation des feuchten Untergrundes verwendet wurden. Moose, eingeschlossen Sphagnum Magellanicum, dürften bei der Isolation der Blockhütten eine wichtige Rolle gespielt haben.
Unkräuter: Mit Ausnahme von Moehringia trinervia und Sonchus asper sind alle anderen Arten an nicht feuchten oder nicht wechselfeuchten Standorten gewachsen. Sie dürften zufällig mit Erntegut (Getreide, Lein, Mohn) in das Siedlungsareal geschleppt worden sein.
Strandpflanzen: Die selten auftretenden, feuchtigkeitsliebenden Pflanzen des Strandes, der Rodungsflächen im Uferbereich, werden als Indikatoren niedrigen Wasserstandes gewertet.

2. Limnische Elemente

Submers lebende Pflanzen und Tiere werden in dieser Gruppe zusammengefasst. Ausgeschlossen sind die Fischreste, da sie zum Teil vom Menschen ins Siedlungsareal gebracht worden sind. Mit diesen Arten wird nachgewiesen, dass Wasser die Schicht beeinflusst hat. Gerundete Holzkohlen geben zudem die mechanische, rollende Wirkung des Wassers (Wellenwirkung am Strand) an.

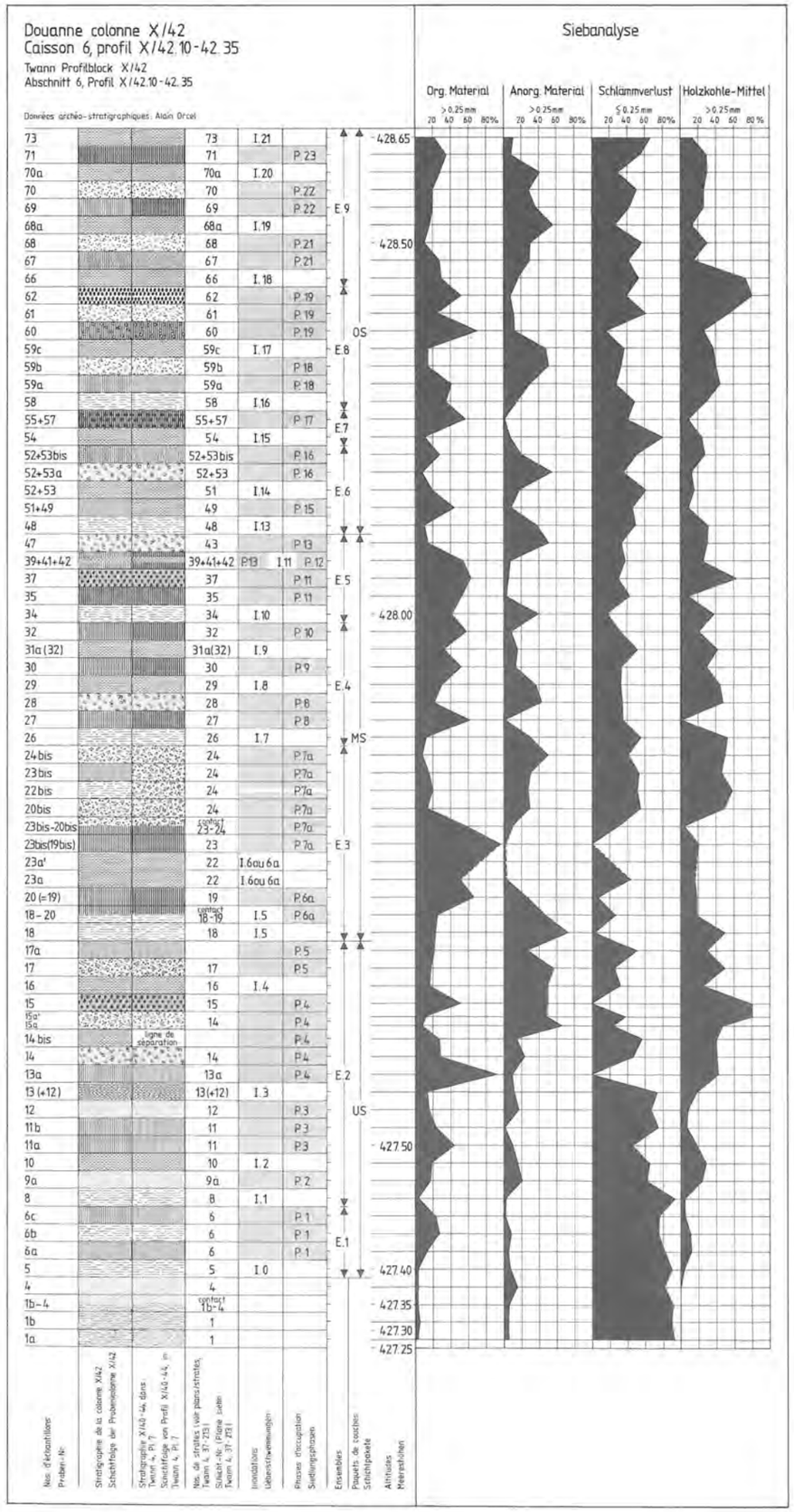


Abb. 24: Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42. Diagramm der Materialklassenanteile und des Schlämmverlustes. Analysen F. H. Schweingruber, B. Pawlik, W. Schoch.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

limnischer Ursprung / anthropogener Ursprung

anthropogener Ursprung

V. Die Entstehung der Schichten in den Profilen X/42 und V/25

Ausgehend von der archäologischen Annahme, dass einzelne Schichten terrestrischen, andere limnischen Ursprungs seien, wurden von allen relativ gut vertretenen Makroresten einzelne Diagramme zur Visualisierung der Ergebnisse hergestellt. Sowohl hier als auch in den Zahlenwerten kommt die sehr unterschiedliche Präsenz und die absolute Menge in den Schichten und bei einzelnen Arten zum Ausdruck.

Aus Abbildung 25 ersehen wir, dass, ungeachtet der Schichtzusammensetzung (organisch/anorganisch), Vertreter aller Zeigergruppen vorhanden sind.

Wie schon im Profil V/25 (Schweingruber 1976, Tab. 40) nachgewiesen wurde, ist keine einzige Schicht völlig frei von limnischen Elementen. Aus der Sicht der Makrorestanalyse ist nur ein Schluss möglich: *Alle Schichten wurden mehr oder weniger vom Wasser beeinflusst.*

Diese Aussage wird erhärtet durch die Tatsache, dass in allen Schichten ein Gemisch von verschiedensten Materialklassen vorliegt:

Materialklasse, Art	*ökologische/ethnologische Bedeutung*
Werkzeuge, Gebrauchsgegenstände	Artefakte anthropogenen Ursprungs
Zweige, Splitter, Moose	Bodenstabilisation, Baumaterial
Holzkohlen	Brandrest
Pilzhyphen	Vorhandensein von Luft während der Wachstumsphase im Neolithikum
Getreide	Erntereste kultivierter Pflanzen
Samen von Beeren	Sammelpflanzen frisch
Fruchthäute von Äpfeln	Sammelpflanzen gedörrt Samen, Samen von Beeren und Apfelreste dürften mit Fäkalien ins Wasser gelangt sein.
Origanum vulgare	Gewürz
Hypericum perforatum	Medizinalpflanze
Senecio paludosus	Pflanze im Uferbereich
Limnische Elemente: Chara, Nitella	Unter Niedrigwasserstand: In Wassertiefe > 1 m (Optimum)
Trichoptera	In Wassertiefe 1 m
Bithynia	In Wassertiefe 20 cm–5 m
Runde Holzkohlen	Wellenwirkung am Strand

Eine derartig vollständige Durchmischung ist nur bei Vorhandensein von bewegtem Wasser möglich. Bei der allenfalls im ruhigen Wasser erfolgten Sedimentation kann in gewissen Fällen eine Fraktionierung erzeugt worden sein. Die okular feststellbaren Schichten mögen teilweise paketweise gleichzeitig entstanden sein. Die offensichtlich vom Menschen eingetragenen Lehmlinsen sind wohl nachträglich intensiv vom Wasser beeinflusst worden. Wir nehmen an, dass mit Ausnahme der Lehmlinsen alle vom Menschen eingebrachten organischen Elemente vom Wasser aus ihrer ursprünglichen Lage entfernt und anschliessend resedimentiert worden sind.

VI. Die Wasserstände im Profil X/42

Mit dem Vorhandensein mehrerer limnischer und litoraler Elemente mit verschiedenen ökologischen Amplituden eröffnet sich die Möglichkeit, den Gang der Wasserstandslinien im ganzen Profil zu rekonstruieren.

1. Die Indikatoren

Als Grundlage zur Rekonstruktion dienten uns die in Abbildung 25B aufgeführten Indikatoren:

Ostrakoden, Muschelkrebse: Die Arten wurden nicht bestimmt. Anhand des Vorkommens in den eindeutig limnischen Basisschichten nehmen wir an, dass es sich um Arten handelt, die nur im Wasser leben können und Austrocknung nicht ertragen.

Najas sp., Nixenkraut: Mehrheitlich handelt es sich um Najas marina. Es ist eine eindeutig hydrophile Art. Die zartwandigen Gewebe ertragen Austrocknung nicht.

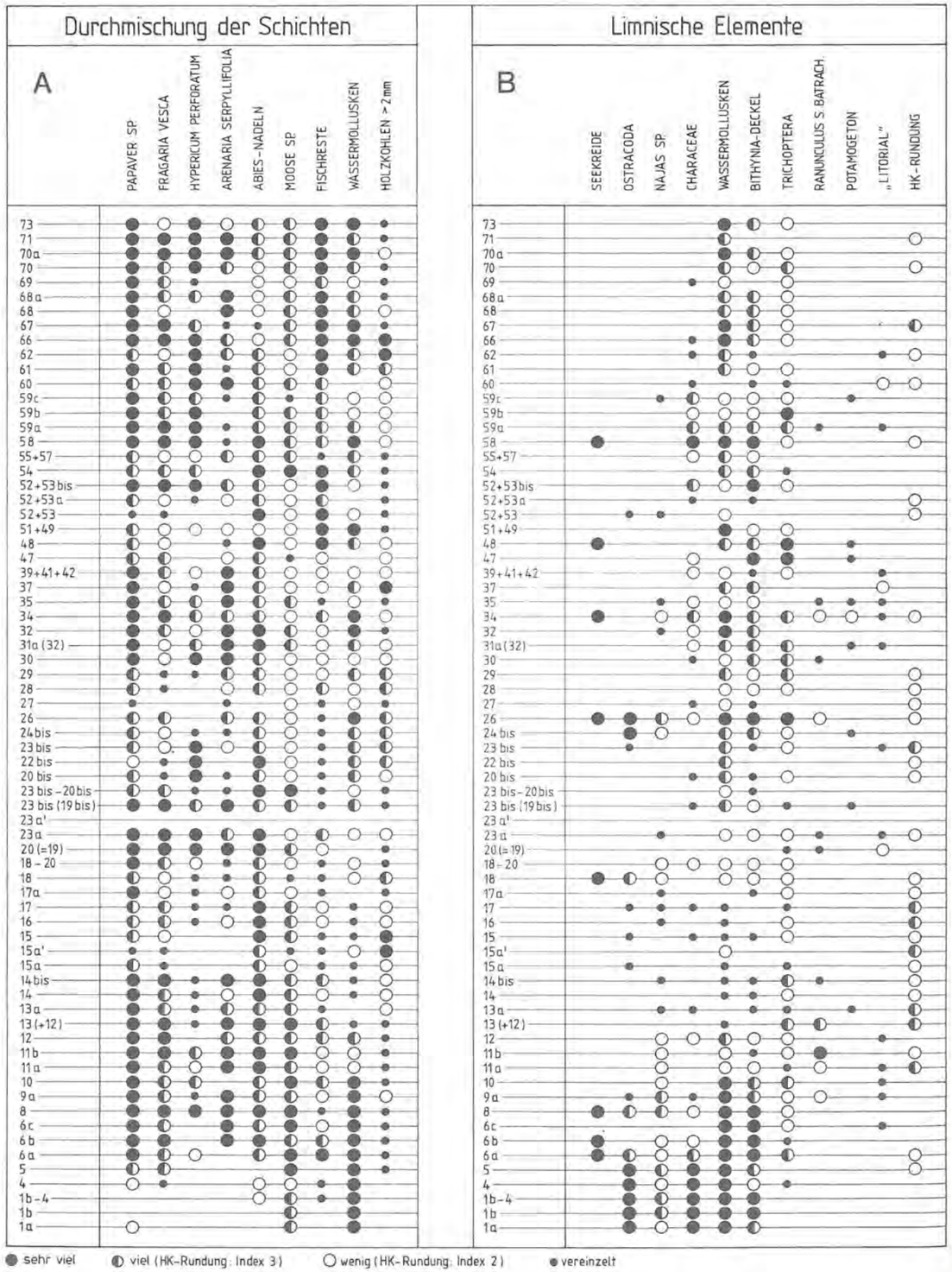


Abb. 25: Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42. Punktdiagramme.
A: Punktdiagramm von Vertretern verschiedener Materialklassen zur Verdeutlichung des Schichtgemisches (Rundungsindex der Holzkohlen nach Bräker 1979, 34).
B: Punktdiagramm der limnischen und der litoralen Elemente im Profil.

Characeae, Armleuchteralgen: Es sind Arten aus den Gattungen Chara und Nitella vertreten. Die Verbreitung im Profil lässt vermuten, dass sie im Vergleich zur Samenproduktion von Najas mehr Oogonien bilden, aber wohl auch ein breiteres ökologisches Spektrum haben. Kurze Austrocknungsphasen werden wohl lebend überdauert.

Wassermollusken: Bei den Resten von Molluskenschalen handelt es sich fast ausschliesslich um solche wasserlebender Arten. Bithynia tentaculata-Schalen und -Deckel sind am stärksten vertreten. Sie belegen nur das Vorhandensein von Wasser in der Schicht.

Trichoptera, Köcherfliegenlarvenhüllen: Die Arten wurden nicht bestimmt. Aufgrund des Fehlens in den Basisschichten des Profils scheint es wahrscheinlich, dass diese Arten nicht in tieferem Wasser leben können.

Ranunculus, Sect. Batrachium, Potamogeton sp., Wasserhahnenfuss, Laichkraut: Beide Arten belegen praktisch dauernde Wasserbedeckung.

Seekreide kann nur aus dem Wasser ausfallen.

Elemente der Strandgesellschaften im Uferbereich: Das Vorkommen von Samen und Früchten solcher Arten ist gering. Im Profil wurden folgende Arten gefunden: Stellaria aquatica, Ranunculus lingua, Ranunculus sceleratus, Senecio paludosus, Carex distans, Eupatorium cannabinum, Galium palustre, Lycopus europaeus, Lythrum salicaria, Mentha aquatica, Mentha pulegium. Ein Auftreten dieser Arten und gleichzeitiges Fehlen der Hydrophyten deutet auf eine Bildung der Schicht bei geringer Wasserbedeckung hin.

Gerundete Holzkohlen: Nach O. U. Bräker (1979) sind Rundungsgrade über Index 2 eindeutig auf die mechanische Beanspruchung in der Brandungszone zurückzuführen. Rundungen können nur bei längerer Bearbeitung erfolgen. Wir werten sie deshalb als Indikatoren für einen mittleren Seespiegel (Raum zwischen periodischem Hoch- und Niedrigwasserbereich). Die Brandungszonen waren wohl sehr ausgeprägt, da – nach den vorliegenden Ergebnissen und den Beobachtungen von A. Heitz-Weniger (1978) – an den schweizerischen Seeufern keine Schilfgürtel bestanden haben. In Twann fehlte auch eine ausgesprochene Schoenoplectus-Zone (vgl. aber Heitz-Weniger 1978, 78 und Twann 7 – Anm. der Redaktion).

2. Vorbehalte bei der Rekonstruktion der Wasserstandslinien

Wir sind uns bewusst, dass bei der Interpretation der Befunde mehrere Unbekannte nicht berücksichtigt worden sind:

- Die zeitliche Dauer der Schichtbildung ist unterschiedlich und kann wohl von einem Tag bis zu mehreren Jahren dauern.
- Schichtbildungen können bei einem Überschwemmungsereignis infolge Fraktionierung bei der Sedimentation entstanden sein.
- Der Sameninhalt ist je nach Saison unterschiedlich. Ablagerungen des Spätherbstes enthalten wohl mehr Samen von Wasserpflanzen als solche aus dem Frühjahr.
- Die durch Schichtpressung erfolgte Reduktion der Schichtmächtigkeit haben wir nicht berücksichtigt, da sie nach unserer Meinung nicht berechnet werden kann.
- Die statistische Basis ist in einzelnen Schichten und vor allem bei den gerundeten Holzkohlen oft zu schmal.

Die Aussagen haben nur gerade für das untersuchte Profil Gültigkeit. Wenn wir die Schichtabfolge trotzdem charakterisieren, so darum, weil es eines Tages möglich sein wird, mittels dendrochronologischer Daten den hier skizzierten Seespiegelverlauf zeitlich genau einzuordnen. Es wird von Interesse sein, die vorliegende Kurve in den Rahmen der hydrologischen Geschichte der schweizerischen Mittellandseen zu stellen.

3. Rekonstruktion der Seespiegelstände

Für die Rekonstruktion des Bildungsmilieus der Schichten treffen wir folgende Annahmen:

- Die Wasserstandsschwankungen sind ähnlich wie im Zürichsee (Schindler 1971). Der Unterschied zwischen dem mittleren periodischen Hochwasserstand im Sommer und dem mittleren periodischen Niedrigwasserstand im Winter beträgt ungefähr einen Meter. Der Unterschied zwischen den episodischen Hoch- und Niedrigwasserständen dagegen ungefähr drei Meter.
- Die einzelnen Organismen haben ökologische Schwerpunkte. Unsere Annahme ist in Abbildung 26 festgehalten.
- Die ökologischen Eigenschaften der Arten änderten sich im Laufe der ungefähr 300jährigen Ablagerungsphase nicht (nach C^{14}-Datierungen; A. Orcel mdl.). Gleiche Assoziationen von Indikatoren bedeuten in unterschiedlichen Profilhöhen jedoch gleiche Wasserbedeckung.

Aufgrund von Abbildung 25, rechts und der Assoziierung der limnischen Indikatoren ist die in Abbildung 27 eingezeichnete Wasserstandslinie entstanden. Während der ungefähr 300 Jahre ist ein durchschnittlicher Seespiegelanstieg von etwa einem Meter erfolgt. Dies ist wohl in Zusammenhang mit dem gesamten hydrologischen System der Jurarandseen zu bringen. Dieser zeitlich kurze Abschnitt korrespondiert nicht mit den Ergebnissen von W. Lüdi (1935) und R. Müller (1973). Innerhalb dieses generellen kontinuierlichen Anstieges fanden jedoch abrupte Änderungen des Seespiegels statt, die vermutlich drei Meter umfasst haben dürften. Bemerkenswert sind während der Siedlungszeit die Tiefstände in den Schichten 6, 20(19) und die Hochstände in den Schichten 8, 18, 18–20, 24bis, 26 und die anschliessende Phase der Schichten 47 bis 59c. Nur während relativ kurzen Phasen wie 13a bis 17a und 61 bis 73 lag das Profil im Bereich des mittleren Seespiegelstandes.

Wenn auch noch etliche Fragen offenstehen oder mangelhaft beantwortet sind, so glauben wir, dass mit der Analyse der Makroreste Änderungen der Seespiegel bedeutend genauer erfasst werden können, als dies mit allen anderen Methoden möglich ist.

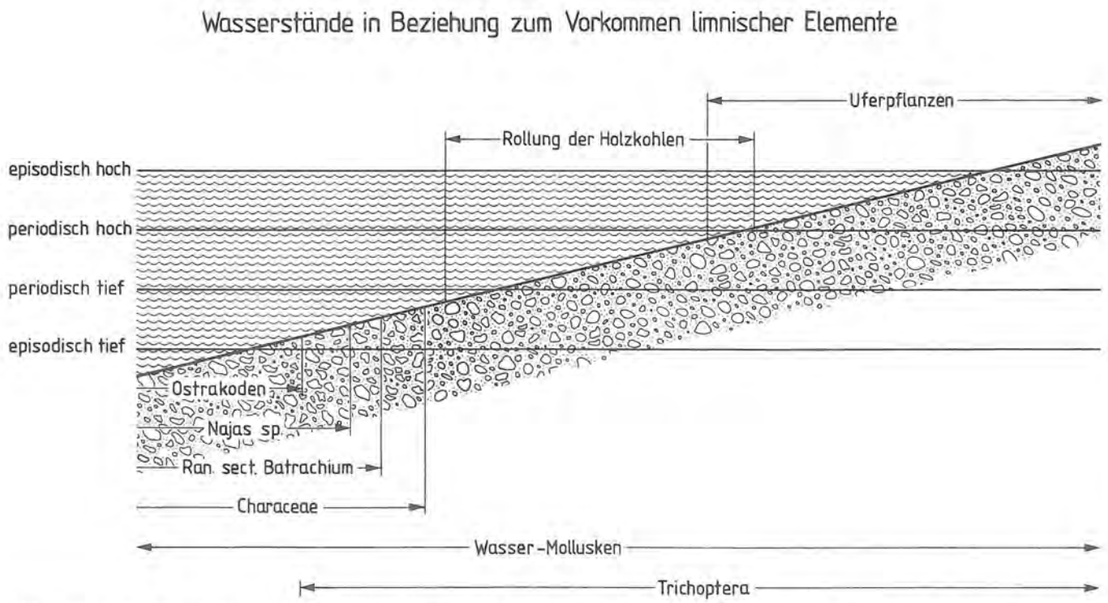


Abb. 26: Lage der limnischen und der litoralen Elemente in Beziehung zu den Wasserständen (episodisch = nicht alle Jahre, periodisch = alljährlich).

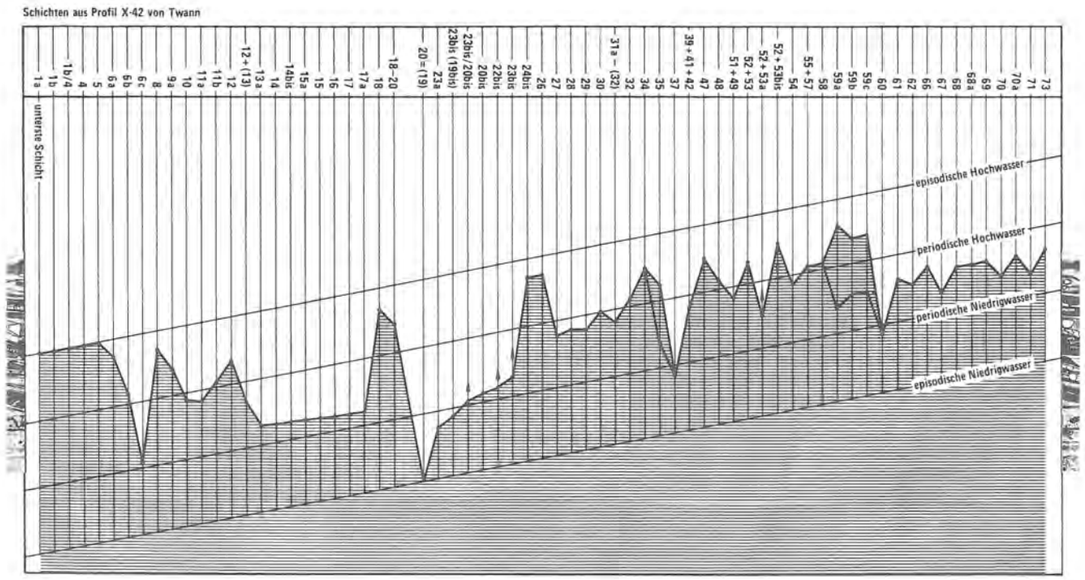


Abb. 27: Rekonstruktion der Seespiegelstände während der Ablagerung der Schichten aufgrund der in Abbildung 25, B dargelegten Befunde und der in Abbildung 26 getroffenen Annahmen.

VII. Zusammenfassung

Mit der Analyse botanischer und zoologischer Makroreste wurde die biologische Zusammensetzung jeder Schicht des Profils X/42 ermittelt. Die Frage nach der Entstehung der Schichten konnte anhand der limnischen Elemente wie Samen von Wasserpflanzen, Wassermollusken und gerundeten Holzkohlen beleuchtet werden.
Die Ablagerung aller Schichten – mit Ausnahme der Lehmlagen – erfolgte durch das Wasser. Dafür sprechen die extrem guten Durchmischungsgrade der Schichten, z. B. Holzkohlen, Zweige, Fäkalienreste und das Vorhandensein von limnischen Elementen in jeder Schicht (Abb. 25). Mit der ökologischen Klassierung der Reste hinsichtlich Wasserüberdeckung lassen sich mit aller Vorsicht Seespiegelschwankungen zur Zeit der Cortaillod-Phase rekonstruieren (Abb. 27).

VIII. Résumé

La composition biologique de chaque couche du profil X/42 a été établie par l'analyse de macrorestes botaniques et zoologiques. Le problème de la formation des couches a pu être élucidé grâce aux éléments limniques tels que graines (semences) de plantes aquatiques, mollusques aquatiques et charbons de bois arrondis.
La sédimentation – à l'exception des couches d'argile – s'est effectuée sous l'influence de l'eau. La présence de charbon de bois, de branches, de matières fécales et d'éléments limniques dans chaque couche prouve que les couches sont extrêmement bien mélangées l'une à l'autre (Abb. 25). En ce qui concerne la couverture des eaux, la classification écologique permet de reconstituer très prudemment des variations du niveau du lac à l'époque de la phase de Cortaillod (Abb. 27).

(Traduction Raymond Lauener)

IX. Summary

By analyzing botanical and zoological macro-remains, the biological composition of each layer of profile X/42 has been determined (Twann 1; Twann 4). The circumstances causing the sedimentation have been illuminated through limnical elements such as water plant seeds, water molluscs and rounded charcoals.
The sedimentation of all except the clay layers was done by the water. This is proved by the extremely good integration of the layers, e. g. charcoals, twigs, remains of excrements, as well as by the presence of limnical elements in each layer (Abb. 25). The ecological classification of the remains according to their water coverage permits a careful reconstruction of the lake level variations during the Cortaillod phase (Abb. 27).

(Translation Thomas Kohler)

X. Anhang: Verzeichnis der in den einzelnen Schichten nachgewiesenen botanischen Makroreste

(siehe die nächsten beiden Doppelseiten)

	1a	1b	1b/4	4	5	6a	6b	6c	8	9a	10	11a	11b	12	13 (+12)	13a	14	14bis	15a	15 a'	15	16	17	17a	18	18–20	20 (–19)	23a	23bis (19bis)	23bis 20bis	20bis	22bis	23bis	24bis	26
Achillea millefolium																													1						
Aethusa cynapium							2	1									2												1						
Agrimonia eupatoria											1	5					1							2						1					
Alchemilla arvensis																		1			1	1		1	2	2	11	2	2	2					1
Allium sp.		6																								1									
Alnus glutinosa																										1	23	6	21	1	1		4	2	8
Arenaria serpyllifolia							11	12	2	8	5	17	18	5	8	16	3	23				4	1	4	2			1							
Artemisia vulgaris													1		1			6			2							1							
Atriplex hastata cf.								1																											
Atriplex sp.						1																													
Ballota nigra																											1								
Barbarea stricta																											2					1			
Betula sp.	1	2					1				1		1		1	2										1	1	5		2			3		1
Brassica campestris																																			
Brassica sp.							1	1			2				4		3	1			1			1			1	2	1				1		
Calamintha clinopodium															1			1					1		2	2	1		1						
Calamintha vulgaris																								1			1								
Campanula sp.								1		1					1	4	1	2							2		2	1	1	2	1		2		
Campanula spicata																																			
Capsella bursa-pastoris																								1											
Carduus acanthoides																																			
Carex distans																											2								1
Carex hirta																																			
Carex otrube																					1														
Carex pulicaris																																			
Carex sp.																1								1			3		1				1		
Caryophyllaceae					1			1						1	2	8	1	2				1	1	1			3		6		2		2	1	
Cerastium caespitosum																								1			2								
Cerastium sp.															2		3	1																	
Chenopodium album							3	4	2	5	6					5	1						1	1			1								
Chenopodium polyspermum															1																				
Chenopodium sp.						1		1								1										1									
Chrisanthemum leucanthemum																																			
Cirsium arvense																												1							
Cirsium palustre																																			
Cirsium sp.																		1									1								
Compositae																		1			2	1	1												
Cornus sanguinea																													1						
Corylus avellana							1				2		1		4		3				1	1		4		1	5	15	16	2		1	1	10	2
Crataegus oxyacantha																					1														
Cruciferae														1			3	9	4	1		8	1	1	1		1	3	1						
Cyperaceae												1																							
Cyperus fuscus																											1		1	1					
Daucus carota																																			
Dianthus armeria																																			
Epilobium hirsutum																												1							
Epilobium roseum																							1												
Erophila verna																																			
Eupatorium cannabium																											8								
Fagus silvatica, Cupula				1	1																														
Fragaria vesca		2		1	15	38	81	69	25	49	60	92	168	227	174	209	149	175	1	2	16	52	82	8	29	50	725	556	321	41	1	1	12	11	25
Fumaria officinalis																											1								
Galeopais tetrahit/bifida								1																											
Galium aparine																																			
Galium palustre																											1								
Glechoma hederacea																											1								
Gnaphalium silvaticum cf.														2	1		3		6			1	2	1		1		1	3						
Gramineae																							2				1								
Helianthemum sp.																		2	1							2									
Hordeum sp.																																			
Hordeum vulgare																										1									
Hypericum hirsutum						1			2	1	4	4	3		1	3	1	1				1	2	1		4	7	80	30	19	3	14	11	17	1
Hypericum perforatum																																			
Juncus acutiflorus																																			
Juncus articulatus																											1								
Juncus conglomeratus																																			
Juncus effusus												1																							
Juncus gerardi															1																				
Juncus sp.																																			
Knautia arvensis cf.																																			
Labiatae																		1	1											1					
Lamium album																						4					1								
Lapsana communis						2	2	3	1	2	1	4	9	1	5	15	11	1								1	1	5	2	2	1		2	6	
Leontoden autumnalis													1																						
Linum usitatissimum					9	51	21	81	18	26	25	34	24	66	158	214	157	226	16	2	34	21	43	30	50	32	50	38	45	6	14	47	25	19	9
Lin. usitat. Kapselfragm.				2	7	13	10	24	13	17	12	24	20	7	16	36	84	114	9	8	74	36	53	2	9		21	47	5		37	29	25	12	
Lothus corniculatus																												1							
Luzula campestris																																			
Lychnis sp.																																			
Lycopus europaeus								1				1	1																						
Lythrum salicaria																											1								1
Melandrium rubrum																																			
Mentha aquatica																																			
Mentha arvensis																											1								
Mentha pulegium																																			
Mentha sp.																						1					2	1	2						
Moehringia trinervia		1			1																	1						1							
Najas marina	2	18	7	7	16	8	9		13	30	14	14	6	4		1		1			1			2	10	7								16	28
Onopordum acanthium																																			
Origanum vulgare								8	1		1	3	4	3		10	2	4			1		1		6		2		4	1	3	1	7	1
Oxyria digyna cf.																							1												
Papaver somniferum	1			2	12	137	86	138	27	159	221	456	189	263	578	500	1159	318	44	5	55	97	121	529	205	288	699	1661	584	90	23	18	61	68	60
Papaver sp.															5		14	186	1			1	4				14	10	15		3	1			5
Papilionaceae																									1										
Physalis alkekengi									1	1		4	1	1		1		2	2		2	2	3		1		1	3	1					1	
Physalis vel Solanum																6		1																	
Phyteuma sp.								1							1	2										1				1					
Phyteuma spicatum							1					1															7	1	2						
Picris hieracioides																2	1								1										
Pinus silvestris, Zapfen				1																															
Pinus communis																													2						
Pinus malus					2	2	1	4		3	1	8	1		2	3	44	29	4	1	4	2	8	1	3		2		3						
Pinus sp. Fruchtblätter						24	18	81	21	24	28	37	27	46	32	73	125	120	6	1	10	13	3	4	102	10		209	3	409	4		1	3	
Pisum sativum																					2														
Pisum sp.																												1							
Plantago major												1			1																1				
Plantago media																																	2		
Poa palustris																																			
Polygonum aviculare							1									1	1											1	3						

	27	28	29	30	31a (32)	32	34	35	37	39+41 +42	47	48	51+ 49	52+ 53	52+ 53a	52+ 53bis	54	55+ 57	58	59a	59b	59c	60	61	62	66	67	68	68a	69	70	70a	71	73
Achillea millefolium										2																								
Aethusa cynapium																																1		
Agrimonia eupatoria						2		2	5	29	8																							
Alchemilla arvensis				1																1														
Allium sp.																																		
Alnus glutinosa																		1	1															
Arenaria serpyllifolia	1	5	7	17	12	18	8	14	21	18	4	2	3		4	6		10	2	3		1	23	1	10	5	2	17	17		9	28	170	3
Artemisia vulgaris																																		
Atriplex hastata cf.																																		
Atriplex sp.																																		
Ballota nigra																																		
Barbarea stricta																																		
Betula sp.			3	1		1		1		1	1					1	3						1											
Brassica campestris							5													3	3	1												
Brassica sp.		1	1		3					7	4		2	8		7		6	1				13	4	3	6	13	1	1		5	13	1	2
Calamintha clinopodium																																		
Calamintha vulgaris																																		
Campanula sp.				1					2					1	1	2	1	4	1							1				1				
Campanula spicata									1	3																								
Capsella bursa-pastoris																																		
Cardus acanthoides					1																													
Carex distans																																		
Carex hirta									1																									
Carex otrube							1																											
Carex pulicaris																1								1						1			1	
Carex sp.		1	1	4	7	2		1		1	2							1		2	2	3		3		1	2							
Caryophyllaceae																2			1				1											
Cerastium caespitosum																		1																
Cerastium sp.						1			1		1					3		1																
Chenopodium album								1								2																		
Chenopodium polyspermum																								2	3			1						
Chenopodium sp.																																		
Chrisanthemum leucanthemum					1																		1											
Cirsium arvense																																		
Cirsium palustre					1																		1											
Cirsium sp.																		1																
Compositae																																		
Cornus sanguinea		1	32	23	1	3	4	1								1		3	5			5	3				18	3	3	2	5	7	9	1
Corylus avellana				1																														
Crataegus oxyacantha																																		
Cruciferae					2				2	1	1	1							1	2	4		1			1					2		2	2
Cyperaceae																			1				1											1
Cyperus fuscus																									2									
Daucus carota					1			1										1					1											
Dianthus armeria								1																										
Epilobium hirsutum						1					1							1																
Epilobium roseum					1																													
Erophila verna																																		
Eupatorium cannabium					2																													
Fagus silvatica, Cupula																							2											
Fragaria vesca		3	6	18	23	57	404	47	11	59	77	18	14	2	7	171	11	28	236	269	138	53	103	58	23	665	842	12	48	47	114	494	175	6
Fumaria officinalis																																		
Galeopsis tetrahit/bifida																				1				1										
Galium aparine																							1											
Galium palustre																																		
Glechoma hederacea																																		
Gnaphalium silvaticum cf.				3	1						1					1										1								
Gramineae									1																									
Helianthemum sp.																																		
Hordeum sp.																																		
Hordeum vulgare																								1										
Hypericum hirsutum			1	4	8	6	10	8	3	3					1	13	2	4	31	19	20	8	27	8	24	64	11		8	2	72	111	83	11
Hypericum perforatum								2		2																								
Juncus acutiflorus																																		
Juncus articulatus								1		1																								
Juncus conglomeratus							1																											
Juncus effusus									2																		1							
Juncus gerardi																																		
Juncus sp.																																		
Knautia arvensis cf.																																		
Labiatae						2				1													1											
Lamium album																							4	2	1	2	3	1	3		2	4	2	
Lapsana communis				3	1		2	2	3	1								6	1	2	2											1		
Leontoden autumnalis																																		
Linum usitatissimum	3	4		3	70	21	122	20	13	32	20	22	503	86	95	195	61	91	308	227	260	76	142	110	53	188	340	69	98	156	120	169	90	29
Lin. usitat. Kapselfragm.		2				40	24	11	8	13	12	4		26		26	59	36		41	22		33	9	21		2	11	14	12	68	70	105	16
Lothus corniculatus																														1				
Luzula campestris																																		
Lychnis sp.																																		
Lycopus europaeus									1																									
Lythrum salicaria																							1											
Melandrium rubrum									1																									
Mentha aquatica																							2											
Mentha arvensis																					1													
Mentha pulegium																																		
Mentha sp.																		1																1
Moehringia trinervia						1	1	2	1	1		1	2			3		1					3	1		1			3		1	2		1
Najas marina			1			1	16	2								2		1				1												
Onopordum acanthium																																		
Origanum vulgare			1		2	5	1	1	1	1	1					4		1		2	11	4	10	4	3	8	2		2	4	2	8	12	
Oxyris digyna cf.	1																																	
Papaver somniferum	1	44	46	490	273	411	520	573	569	341	126	36	33	2	135	214	49	35	462	436	407	238	153	204	54	195	416	154	148	346	291	175	179	37
Papaver sp.						30		6	68									5					5											
Papilionaceae								1																										
Physalis alkekengi					1	1	3	1	1								1	1		5	2	1												
Physalis vel Solanum																																		
Phyteuma sp.																		1										2		1				
Phyteuma spicatum									1										1				5											
Picris hieracioides																																		
Pinus silvestris, Zapfen										1																								
Pinus communis										1																								
Pinus malus		5	2	10		3	4	2		1			5	7	7			1		8	2	1	1	1		2	3		4	1	3	5	1	
Pinus sp. Fruchtblätter		5	20	235	119	422	211	2	14	12	10		161	38	131	6	7		109	215	137	109	6	15	8		14	19	14	18	27	57	36
Pisum sativum								7		6																								
Pisum sp.											1																							
Plantago major						1																												
Plantago media																																		
Poa palustris							1		1	5	1																							
Polygonum aviculare																																		

	1a	1b	1b/4	4	5	6a	6b	6c	8	9a	10	11a	11b	12	13 (+12)	13a	14	14bis	15a	15 a'	15	16	17	17a	18	18–20	20 (–19)	23a	23bis (19bis)	23bis 20bis	20bis	22bis	23bis	24bis	26
Polygonum convolvulus								1			1				1	3	8		1		1	1	1				21	7	4		1	2	1		
Polyg. avic. vel convolv.																		2												1					
Polygonum dumetorum																																			1
Polygonum lapathifolius																1																			
Polygonum persicaria			1																																
Polygonum sp.																																			1
Potamogeton crispus																																			
Potamogeton friesii																																			
Potamogeton natans																																			
Potamogeton perfoliathus																1													1					1	
Potamogeton sp.																																			
Potamogeton vaginatus																																		1	
Potentilla reptans	1						1				2	2	1		1	1	1					1			2	3	3		1	4	8	2	1	2	1
Potentilla supina																											1								
Potentilla sp.			1																																
Prunella vulgaris							2	1			1				2	2	1		1									4							
Prunus sp.					2																														
Quercus sp., Fruchtboden																																			
Ranunculus acer																												1							
Ranunculus lingua																											1								
Ranunculus repens																1											1					1			
Ranunculus sceleratus																																			
Ranunculus sect. Batrachium										1		2	4		2			1									1	1							2
Ranunculus sp.																1		2									1								
Reseda luteola																						1						1							
Rosa sp.						2	2			3		2				2		1		1		5	9	2	2	2	14	21	4					2	5
Rubus caesius							1										1	1			1	1	1					1							
Rubus fruticosus						13	7	7		17	18	18	8	8	23	71	55	38	3		4	1		13	14	17	64	39	37		1	2		1	7
Rubus idaeus				1	3	7	4	3		5	9	13	4	4	5	11	12	6			2					2	57	58	35					1	3
Rubus sp.																3	2				3		8				10	5	1						
Rumex acetosella																																			
Rumex crispus																3																		1	1
Rumex sanguineus																																			
Rumex sp.												1				3						1													
Sambucus ebulus																1																			
Sambucus nigra							1									1																1			
Sambucus racemosa																					1														
Sambucus sp.															1		2	4			1	1					2	2							
Sanguisorba minor																																			
Saponaria officinalis																												1							
Satureja vulgaris						1										1																			
Scirpus lacustris				2	2			1																											
Scrophularia sp.																											1								
Senecio paludosus																																			
Silene inflata																																			
Silene nutans																		1																	
Silene sp.																													1						
Silene vulgaris																															1	2			
Sinapis arvensis																5																			
Solanum dulcamara						1													1																
Solanum nigrum					1												1	2	4			1	4				2		3	1					
Solanum sp.						1	1	1				1																1							
Sonchus arvensis																																		1	
Sonchus asper																9	1	2								2	3	3	3						2
Sonchus oleraceus																											1								
Stachys arvensis																																			
Stachys germanica																																			
Stachys recta																																			
Stellaria alsine																																			
Stellaria aquatica																																			
Stellaria graminea																											1								
Stellaria media						2	1				2	1		1		1												1							
Stellaria nemorum																																		1	
Taraxacum sp.																																			
Teucrium scorodonia	1																																		
Tilia platyphyllos																																			
Tilia sp.	2	3																																	
Torilis japonica																				2															
Triticum aestivum																																			
Triticum aest.-comp.																								1								1			
Triticum compactum																1																			
Triticum dicoccum																																			
Triticum monococcum																																			
Triticum sp.																			3		15	7	1				1		1		1		1		3
Typha angustifolia																																			
Typha latifolia																													1						
Typha sp.																													1						
Umbelliferne																1		2							1										
Urtica dioeca						1	2	6	3	4	4	2	2			4	1								1		2	1							
Valerianella dentata								1					1		1	2	1	2	1						1	2	2	6	11	7				4		2
Valerianella locusta																																			
Valerianella sp.								1			3					6		1									3			1					
Verbascum sp.																															1				
Verbena officinalis								1	1	1	2	3				3	1	2			1	1					3	9	10	3	1	13	1	3	2
Viburnum lantana															1	4	1	1										2		1					
Viburnum opulus																																			
Viola elatior																														1					
Viola sp.		1														1	1										1	2		1			1		
Viola tricolor																																			
Triticum sp., Ährenreste						2	1	1		1	2	6	10	4	2		6	4		2	20	2				15	483	59	29	3	3	9	2	13	5
Bithynia-Deckel	9	68	53	2	11	154	76	89	55	77	73	14	1	7		1	2	2			1			1	19	34		24	19	4	2		4	39	449
Wassermollusken	7410	7988	3391	3480	3236	3299	1747	471	378	641	257	16	3	25	1		3	1	4	21	5	2	6		49	15		15	90	20	26	30	25	66	417
Trichoptera-Larvenhüllen				1		28	2	4	2	8	30	4	4	8	15	1	11	36	5		26	7	1	7	17	7	7	20	7		15		7	11	304
Fischreste			1	1		20	11	5		6	29	11	4	22	9	10	14	20	1	2	9	10	12	7	2	6	23	23	11	2	2	3	2	2	3
Chara			106	63	29	36	12		2	1				11		2					1		1		14				1		1				8
Nitella																																			
Ostracoda	10707	11688	3859	900	424	24			15	3									2		2		1		200								1	169	120
Sphagnum sp.						1	2			2		1	6	9			1	1	2		3	24	13			2		12	14					4	

	27	28	29	30	31a–32	32	34	35	37	39+41+42	47	48	51+49	52+53	52+53a	52+53bis	54	55+57	58	59a	59b	59c	60	61	62	66	67	68	68a	69	70	70a	71	73
Polygonum convolvulus		1		3	2	3		1	3	2	2				1					1			6											
Polyg. avic. vel convolv.											2																							
Polygonum dumetorum																																		
Polygonum lapathifolius										1									1															
Polygonum persicaria				1		1																												
Polygonum sp.							4																											
Potamogeton crispus							1																											
Potamogeton friesii																					1													
Potamogeton natans							3	1		1																								
Potamogeton perfoliathus																																		
Potamogeton sp.					1		1				1	2																						
Potamogeton vaginatus					4		1				1		1																					
Potentilla reptans																																		
Potentilla supina																								1										
Potentilla sp.				1					4	4	1												8		1	2							1	1
Prunella vulgaris			1				1																											
Prunus sp.																							1											
Quercus sp., Fruchtboden																																		
Ranunculus acer																																		
Ranunculus lingua																																		
Ranunculus repens			1					1		2								2		1			3									1		
Ranunculus sceleratus																				1														
Ranunculus sect. Batrachium				1			3	1												1														
Ranunculus sp.																						1												
Reseda luteola																																		
Rosa sp.		1		5	1	3	6		1	2	1	1	11	3	9	32			6	6	4	2	2	3	1	8	1	1	4	2	24	61	13	2
Rubus caesius		1						2															2				1					1		
Rubus fruticosus		1	2	18	11	17	63	19	17	49	21	14	16		12		7	12	58	50	64	22	95	131	16	344	871	41	75	41	188	704	367	5
Rubus idaeus				3		1	9	3				1				1		2	9	6	7	1	10	70	4	39	85	2	11	3	51	75	158	3
Rubus sp.								1	2	4	6	7			1			1				1	20										1	
Rumex acetosella																																		
Rumex crispus							1									4																		
Rumex sanguineus								1																										
Rumex sp.							1									1	1												1					
Sambucus ebulus				2																														
Sambucus nigra																																		
Sambucus racemosa																																		
Sambucus sp.																1	1																	
Sanguisorba minor																							1											
Saponaria officinalis								1																										
Satureja vulgaris																									3	1						1		
Scirpus lacustris																																1		
Scrophularia sp.																																		
Senecio paludosus									1																									
Silene inflata													4		1	15	9				1					4								
Silene nutans														3				4				2	1		1				1					
Silene sp.																																		
Silene vulgaris																			1		1													
Sinapis arvensis				4		1																												
Solanum dulcamara																																		
Solanum nigrum				1			1			1								1	3	1														
Solanum sp.																					1													
Sonchus arvensis			1	1	1			7	25	20		1	1					4	1	1	1		6	1			1	1		1	1			
Sonchus asper							1																											
Sonchus oleraceus							1																1											
Stachys arvensis									1																									
Stachys germanica										1																								
Stachys recta																																		
Stellaria alsine																																		
Stellaria aquatica																																		
Stellaria graminea									1														1									3		
Stellaria media																			1															
Stellaria nemorum																																		
Taraxacum sp.										2																						1		
Teucrium scorodonia							1					1													1	2			1			1		
Tilia platyphyllos																																		
Tilia sp.							2	1		1																								
Torilis japonica										4																								
Triticum aestivum							1																											
Triticum aest.-comp.					1													1																
Triticum compactum																																		
Triticum dicoccum																																		
Triticum monococcum																																		
Triticum sp.			1	1		2		1		1	1				1	1		7	23	1			1								1	2		
Typha angustifolia										1																								
Typha latifolia							2	1		1		1				2		1	1															
Typha sp.																																		
Umbelliferne							2																	2										
Urtica dioeca						1		1														1	1											
Valerianella dentata				1	5	8	4	1	10	4	3	1				7		1	5	3	2		17			7	4	2	6		4	11	6	3
Valerianella locusta																							2											
Valerianella sp.																						3												
Verbascum sp.																																		
Verbena officinalis		3	1	6	4	3	5		9	5						2			2	1		1	2		1			3	25	8	5	1	3	
Viburnum lantana					3		1																											
Viburnum opulus																			1															
Viola elatior																																		
Viola sp.							2			1					1	1				1	1			1										
Viola tricolor																							1											
Triticum sp., Ährenreste	2	7	40	15	16	6	105	4	19	16	11		16	116	103	25	4	19	57	13	3		13	3	4	3	4		3	2	6	16	3	4
Bithynia-Deckel	4	10	7	109	122	108	150	12	107	2	223	133	9		5	233	12	11	291	117	10	22	3	12	1	31	144	25	61		9	97		19
Wassermollusken	10	22	112	7	105	302	310	24	100	6		111	306	15		7	14	160	216	105	8	14		144	77	320	1376	64	155	12	27	809	66	193
Trichoptera-Larvenhüllen		8	120	200	131		208			6	205	205	10			8	1		19	109	204	10	5	8		8	16	5	28	24	39	8		4
Fischreste	3	28	10	12	13	16	66	3	24	13	10	46	48	47	45	44	23	2	26	28	43	41	47	248	116	549	1686	405	352	33	238	698	289	102
Chara	1			6	6	8	90	26		16	23				1	28		18	377	60	18	32	1		4	4				1				
Nitella					3		5	1								1			7	7		6												
Ostracoda															5																			
Sphagnum sp.								2																		4								

Die sedimentologische Analyse von Profil X/42 und ihr Beitrag zur Stratigraphie der Cortaillod-Siedlungen von Twann

Marcel Joos, unter Mitarbeit von Beatrix Ritter und Giulia Scheller
(Seminar für Ur- und Frühgeschichte der Universität Basel, Ältere und Naturwissenschaftliche Abteilung, CH-4051 Basel)

I. Einleitung

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, mit verschiedenen naturwissenschaftlichen Methoden ein Profil gemeinsam zu untersuchen und die von A. Orcel aufgestellte Sedimentationshypothese (Twann 1, 13 ff.; Twann 4) zu überprüfen. Zu diesem Zwecke wurden während der vom 1. Juli 1974 bis zum 15. April 1976 dauernden Grabungskampagne mehrere Profilzeugen mit Polyurethan eingeschäumt und in Kisten verpackt eingelagert (vgl. Twann 3, 41 Anm. 1; 89).

Zur gemeinsamen „Profilschlachtung" trafen sich am 8. und 9. März 1978 in Bern B. Ammann (Pollenanalyse) und F. Schweingruber (Makrobotanik) sowie M. Joos (Sedimentanalyse) zusammen mit A. Orcel (Stratigraphie) und weiteren Mitarbeitern und Interessierten (S. Jacomet, W. Schoch, B. Pawlik).

Zur Ausarbeitung des Manuskripts standen uns neben den analysierten Sedimentproben (B. Ritter: Granulometrie; G. Scheller: chemische Analysen) der Band Twann 4 von A. Orcel mit Plana und Profilen aus den Abschnitten 6 und 7 der Feingrabung sowie die Bände Twann 1–3 zur Verfügung. Gute Dienste leisteten ferner eine Foto im Massstab 1:5, ein Lackprofil 1:1 und von A. Orcel sorgfältig vorbereitete Unterlagen zur Schichtkorrelation (S. 11–21). Durch die detaillierte Probenentnahme am Profilblock bedingt, hatten wir vor allem bei heterogen beschaffenem Sediment (Kies und zum Teil organische Kulturschichten) gelegentlich zu wenig Ausgangsmaterial, so dass die resultierende Granulometrie (Fraktionierung) nicht überall absolut repräsentativ sein kann[1].

Der Aufbau unserer Arbeit ist so konzipiert, dass wir uns zuerst ganz auf die Sedimentanalyse beschränken (S. 70 ff.) und erst im zweiten Teil (S. 83 ff.) Kritik am stratigraphischen Konzept üben, um dann mit eigenen Vorstellungen zur Stratigraphie (S. 102 ff.) abzuschliessen[2].

Unser Dank gilt allen, die auf irgend eine Weise am Zustandekommen dieser Arbeit mitgewirkt haben, namentlich M. Kummer, E. Hefel und K. Riva.

Leider war zum Schluss durch eigene Schuld die nötige Musse zur Überarbeitung des Manuskriptes nicht mehr gegeben, so dass einige Längen und Wiederholungen stehen blieben.

II. Methodik

Wiederholt sind wir schon auf die Untersuchungsmethodik zu sprechen gekommen (Imhof et al. 1977; Twann 3, 41 ff.; Joos 1976/1 und 1976/2). Sie sei hier daher nur kurz behandelt.

1. Physikalisch-chemische Analysen (G. Scheller, B. Ritter)

Sämtliche Untersuchungen (mit Ausnahme der ‚Dichte') wurden an Sedimentmaterial ≤ 0.5 mm vorgenommen.

Karbonat: Die Karbonatbestimmung an 1 g Substanz erfolgt mit der „Karbonatbombe" nach G. Müller (Müller/Gastner 1971). Eichung täglich vor dem Messen mit reinem $CaCO_3$. Ablesung am Manometer nach 30 sec.: % Calcit, nach etwa 5 min.: % Cc + Dol.

Humus: Es wird kolorimetrisch der Humusgehalt bestimmt. 1 g Substanz + 10 ml 1 % NaF-Lösung werden während 5 bis 7 Tagen täglich einmal geschüttelt. Nach dem Zentrifugieren kann der Farbwert relativ zur Standardlösung im Tubuskolorimeter bestimmt werden.

Phosphat: Der relative Gehalt in Farbeinheiten wird ebenfalls mit dem Tubuskolorimeter bestimmt (Methode in Schmid 1958).

pH: 1 g Substanz in 2,5 ml 1 m KCl aufschlämmen, messen mit Glaselektrode, pH-Meter Knick.

Glühverlust ≅ organ. Anteil: 1 g bei 105° C getrocknete Substanz 2h bei 1000° C im Muffelofen (Solo) verglühen, das an Karbonat gebundene CO_2 wird abgezogen[3]!

„Dichte": Bestimmung des Volumengewichtes (nat. Dichte) der mit Wasser gesättigten Sedimentprobe in Kunststoffbehälter von definiertem Inhalt.

2. Farbe (B. Ritter)

Bestimmung des Farbwerts nach den MSCC (Munsell 1954) an feuchter Sedimentprobe.

3. Granulometrie (B. Ritter)

Pipettanalyse: 20 g Sediment < 2 mm werden in 0.04 n Natriumdiphosphat-Lösung aufgeschlämmt und 4 h geschüttelt. Die Pipettanalyse erfolgt mit dem verbesserten Pipettgerät „Modell Ger-

1 Daher wurden in der Siebanalyse Extremwerte gekappt (auf Taf. 10 gestrichelt wiedergegeben).
2 Um möglichst grosse Transparenz bemüht, sind zahlreiche Analysenresultate tabellarisch erfasst (S. 107 ff.). Dies soll es dem Leser erlauben, unsere Interpretation nachzuvollziehen oder auf eigenen Wegen zu alternativen Vorstellungen zu gelangen!
3 Der Glühverlust dürfte etwa dem organischen Anteil entsprechen, der seinerseits etwa dem halben C-Gehalt entspricht (vgl. Anm. 11).

hart"[4]. Damit wird der Bereich < 0.002–0.06 mm (Ton u. Silt, Fraktionen I–IV) ermittelt. Die Sandfraktionen V–VII (0,06–2 mm) werden durch Sieben gewonnen.

Siebanalyse: Die verbleibende Sedimentprobe wird unter Beigabe von Kristallsoda ausgekocht und anschliessend das Material > 2 mm abgesiebt und in die Fraktionen VIII (2–6 mm), IX (6–20 mm), X (20–60 mm) und XI (> 60 mm) aufgeteilt.

4. Optische Untersuchung (B. Ritter, M. Joos)

Die optische Bestimmung des Siebrückstands geht meist an der Fraktion VII (0.6–2 mm) unter dem Binokular vor sich. Prozentuale Auszählung mit dem Punktzähler der Hauptkomponenten: Gesteins- und Mineralkörner (Mineralisches), Pflanzenreste und Holzkohle (Organisches) und der Nebenkomponenten: Mollusken, Characeen, Knochenbruchstücke, Fischreste, Beeren, Samen usw.

5. Quantitativ-mineralogische Analyse (B. Ritter)

Bestimmung des Quarzgehalts mittels Phosphorsäureaufschluss (Hofmann 1976). Da der Anteil Karbonat (Calcit + Dolomit) bekannt ist, kann die Differenz zwischen Ausgangsgewicht und Rückstand (= Quarz) nach vorheriger Separation des organischen Materials als Feldspat und Akzessorien (= Silikat) bezeichnet werden. Auf eine Schwermineralanalyse wurde in X/42 verzichtet.

III. Chemische Analysen und Volumengewicht

pH (Taf. 10): In einer ersten untersuchten Probenserie, die keine Aufnahme in Tafel 10 fand, setzten an der Basis die pH-Werte mit 8.25 ein, fielen gegen die ersten Kulturschichten auf 7.5 ab und pendelten sich darüber zwischen 7.0 und 7.5 ein. In Schicht 35 erfolgte dann ein überraschender Sprung auf über 8.0, einem Wert, der nur noch in den obersten beiden Schichten unterboten wurde. Während pH-Gehalte um 8.0 für Silte keineswegs verwunderlich sind und auch in andern Probenserien vorliegen, sind jene Werte zwischen 8.0 und 8.5 im oberen Teil von MS und in OS für eine Abfolge von Kulturschichten extrem basisch und erstaunlich indifferent.

Angemessen sind für stark organische Lagen Wasserstoffionenkonzentrationen im neutralen oder leicht sauren Bereich, also um oder unter 7.0. In unserem Vergleichsprofil, welches freundlicherweise von D. Baudais im Herbst 1975 bei X/46.8 entnommen worden ist, sind denn auch keine derart hohen Werte zu verzeichnen, sondern solche um pH 7.5 (Abb. 47). Da keine einleuchtende Beziehung zu den andern chemischen Analysen herstellbar ist, sehen wir darin einen sekundären Vorgang, der vielleicht mit der Konservierung in Polyurethan-Schaumstoff und der ungleichmässigen Austrocknung des Profils vor seiner Verschalung zusammenhängen könnte.

Eine zweite nach 1 1/2 Jahren angesetzte Serie ergab diese sonderbare Ausbuchtung in den basischen Bereich zwar nicht, lag aber durchschnittlich um etwa 0,3 pH zu tief. Wir geben in Tafel 10 die *Nachmessung* wieder, verzichten aber auf jede weitere Auswertung, zumal die Kurve einigermassen konkordant zur Karbonatkurve und gegenläufig zur Humuskurve verläuft.

Humus (Taf. 10): Mit Ausnahme der reinen Siltschichten an der stark lessivierten Basis bis und mit Schicht 9a sowie einiger höher gelegener Linsen treten stets hohe Humusgehalte auf. Die beiden „limons organiques"[5] 54 und 52+53 zeigen ebenfalls Werte unter 0.5 FE (Farbeinheiten), während alle andern „limons und fumiers" oberhalb 9a stets 0.5 FE überschreiten. Das Maximum von 2.0 FE wird in 23a und 23bis (19bis) erreicht. Abgesehen von kleineren Abweichungen im Kurvenverlauf ergibt die Humuskurve ein ähnliches Bild wie der „organische Anteil", der seinerseits mit dem Sedimentwert praktisch identisch ist (s. unten).

Phosphat (Taf. 10): Ausser in den Basisschichten 1–5 liegt einzig in 51+49 ein Phosphatgehalt unter 10 FE vor. Die übrigen Horizonte liefern, bei einem wenig prononcierten Verlauf der Kurve mit Spitzenwerten im mittleren Teil von US, durchwegs hohe Werte um 15 FE. Es mag am Phänomen des „Phosphatbartes" liegen, jenem für trockenliegende Sedimente typischen Verzug des Phosphates aus der Kulturschicht ins Liegende, dass die Kurve relativ wenig nuanciert ist (Rottländer 1970). Ohne wiederholtes Trockenfallen des Siedlungsuntergrundes wäre diese „gestreckte Kurve" kaum denkbar!

Karbonat (Taf. 10): Nur selten übersteigt der Karbonatanteil (die Grenze von) 50 %. Dies gilt nebst den basalen Schichten für 15a, 20bis–23bis, drei übereinanderliegende Proben aus der grossen Linse 20bis+24bis, wovon die mittlere aus seekreideartigem Material besteht, sowie für die Schichten 48 und 51+49. Eigentliche Seekreide mit einem Mindestgehalt an Karbonat von 75 % fehlt in X/42 (Gyger et al. 1976).

Dolomit scheint in keiner Probe 2.5 % zu überschreiten, so dass hier mit Karbonat fast ausschliesslich *Calcit* ($CaCO_3$) gemeint ist.

Auch diese Kurve verläuft wenig fiebrig, bei leicht abnehmender Tendenz nach oben hin, was wohl als eine Folge starker Vermischung (und Verwischung) typischer Werte der einzelnen Schichten anzusehen ist, wie sie sich auch an der anhaltenden Kiesführung erkennen lässt.

„Organischer Anteil" (Taf. 10): Wie alle chemischen Analysen wird auch der organische Anteil der Sedimente an Material < 0.5 mm vorgenommen. Das Resultat sagt also nur etwas aus über die *feinen Fraktionen* (Ton bis Mittelsand), und es ist möglich, dass der Grobanteil eine andere Zusammensetzung aufweist. Dies trifft etwa für den Kontakt 23bis/20bis mit 7 % organischem Anteil, aber reichlich Rinde und Äste in den groben Fraktionen zu. Wie erwähnt, gleicht der Kurvenverlauf jenem der Humuswerte mit grösseren Abweichungen in OS ab Schicht 58, wo gegenüber Humus der organische Anteil stark zurücktritt.

Volumengewicht (Taf. 10): Anhand ihrer niedrigen Werte lassen sich die stark organischen Schichten auf einen Blick erkennen.

4 Grossen Dank für die Mithilfe bei der Umstellung auf die Pipettanalyse schulden wir Frau Dr. G. Strunk-Lichtenberg.

5 Wir verzichten auf die deutsche Übersetzung dieser von uns nicht sonderlich geschätzten Begriffe.

IV. Sedimentwert

Zur besseren optischen Veranschaulichung ziehen wir die chemischen Analysen und das Volumengewicht nach folgender Formel zusammen:

Σ = 2 x Karbonat + 50 x (D > 1,0) – 5 x Phosphat – 20 x Humus – 5 x organischer Anteil.

Die so errechneten Zahlen schwanken zwischen + 175 und – 303. Sie sagen etwas aus über den limnischen oder fluviatilen Einfluss, bzw. den anthropogenen Anteil. Hohe negative Zahlenwerte sind den ausgesprochenen Kulturschichten vorbehalten, während umgekehrt hohe positive Zahlen sterilen Seesedimenten eigen sind. Im vorliegenden Profil X/42 kommt es allerdings oft zu einer Maskierung dünner, ursprünglich steriler Lagen durch Kontamination mit anthropogenen Sedimenten, wodurch auch der Karbonatgehalt herabgedrückt werden kann. Spitzenwerte im Bereiche des anthropogenen Einflusses finden sich zwischen – 200 und – 303 (Probe 30), im Bereich von > + 100 die Basisschichten mit typisch limnischen Werten (vgl. Taf. 10 und 11).

Sehr gross ist der Streuungsbereich der einzelnen von A. Orcel unterschiedenen Sedimentarten. Noch am verständlichsten ist hier die breite Streuung innerhalb der „chapes", die stark nach positiven Zahlenwerten hin tendieren, sofern sie einigermassen steril sind. Dagegen macht es den Eindruck, als ob die sandigeren Linsen mehr zu den anthropogenen Werten neigten.

Auf Tafel 11 lassen sich sowohl der Schwankungsbereich innerhalb des Profils als auch jener der unterschiedenen Sedimentarten erkennen. Die grosse Variationsbreite letzterer kann als Hinweis dafür gelten, dass die Detektivarbeit von A. Orcel für die stratigraphische Gliederung sehr fruchtbar war, sedimentologisch aber nicht unbedingt abgesegnet werden kann[6].

V. Granulometrie

Vorgängig der eigentlichen Granulometrie sei kurz auf die *Sedimentfarbe* hingewiesen, die, anhand der Munsell Soil-Color-Charts (MSCC) bestimmt, in der 1. Kolonne von Tafel 10 aufgeführt wird. Die Farbwerte sind alle im Bereich von 2,5 Y (Yellow) bis 10 YR (Yellow Red) angesiedelt. Die dunkelsten Nuancen liegen bei 2/1, die hellsten bei 5/2. Da den wenigsten Lesern die Farbskala von Munsell zur Verfügung stehen dürfte, erübrigen sich weitere Ausführungen. Generell hat jede Farbindizierung ihre feststehende Farbbezeichnung, sodass sich phantasievolle aber missverständliche Farbbenennungen wie rehbraun, sandfarben usw. vermeiden lassen. Die Farbe ist im übrigen ein wichtiges Charakteristikum eines jeden Sediments und lässt oft auch genetische Schlüsse zu.

Als nächste Sparten sind Pipett- und Siebanalyse und die resultierenden Parameter Median (Md), Sortierung (So), Schiefe (log Sk) und Kurtosis (φ) zu nennen.

Von der *Pipettanalyse* wird der Sedimentanteil ⩽ 2 mm erfasst, wobei aber nur das Material ⩽ 0.06 mm pipettiert wird und die gröberen Fraktionen bis 2 mm gesiebt werden.

Die Tonfraktion wird im ersten Kästchen von links abgebildet. Anschliessend sind drei Siltfraktionen unterschieden, auf welche nach rechts drei Sandfraktionen folgen.

In der *Siebanalyse* wird das Gesamtmaterial dargestellt. Die erste Fraktion von links zeigt den Anteil ⩽ 2 mm, die rechts anschliessenden Kästchen stellen immer grössere Kornklassen dar.

Da wir bei unseren Analysen aus verschiedenen Gründen nicht bloss den Mineralanteil des Sediments, sondern auch die organischen Bestandteile berücksichtigen, ist die Ausbildung Kiesfraktion (mineralisch oder organisch) noch speziell hervorgehoben. Die rechts an die Siebanalyse anschliessenden vier Kolonnen befassen sich mit den Parametern Md, So, log Sk und φ. Die Werte Md, Q1, Q3 und P10, P90 lassen sich aus den Summationskurven (Abb. 32) ablesen, und damit berechnen sich die genannten Parameter nach folgenden Formeln:

Der *Median* (Md) bezeichnet die Korngrösse im Schnittpunkt der Kornsummenkurve mit der 50 %-Linie.

Unter *Sortierung* (So) wird die Streubreite der Kornklassen verstanden. Die Berechnungsformel für den Sortierungskoeffizienten (So) lautet: $So = \sqrt{Q_3/Q_1}$, wobei Q_1 und Q_3 die Quartilswerte bei 25 % und 75 % meinen. Je näher in der Kornsummenkurve Q_1 und Q_3 beieinanderliegen, desto besser der Sortierungsgrad; ist nur eine einzige Kornklasse vertreten, entspricht So = 1.

Unter *Schiefe* (Sk) versteht man die Asymmetrie der Kornsummenkurve bezüglich des Medians. Sie wird in folgender Formel ausgedrückt: $Sk = Q_1 \times Q_3/Md^2$. Bei vollkommener Symmetrie der Kornsummenkurve beträgt log Sk = 0. Bei positiven Werten überwiegen die feineren Kornklassen, die Kurve verläuft also links vom Median flacher als rechts und „vice versa" für negative Werte.

Die *Kurtosis* (φ) erfasst den Kurvenverlauf zwischen den Perzentil-Massen P10 und P90, berücksichtigt also im Unterschied zur Sortierung statt 50 % 80 % der Kurve. Ihre Formel lautet $\varphi = Q_3 - Q_{1/2}$ (P90–P10). Eine „normale" Kurve hat den Wert 0.263; kleinere Werte kennzeichnen eine steile Kurve mit gleichsprungartigen Vorkommen der Kornklassen.

6 Die von A. Orcel verwendeten Tendenzkurven halten wir für keinen Beweis der Richtigkeit seines Sedimentationsmodells; da „limons organiques" (–85.1) und „fumiers limoneux" (–90.2) mit ihren Sedimentmittelwerten nebeneinander liegen, „craies" mit +42.3 und „fumiers organiques" mit –202.5 aber polar auseinanderstreben, haben die Kurven gegenläufige Tendenz.

Befassen wir uns zuerst mit den Kolonnen Pipett- und Siebanalyse (Taf. 10): Auf Anhieb stechen zwei Fakten ins Auge. Zum einen ist es der durchwegs geringe Tongehalt (zwischen 0.2 % [!] und 10.6 %), zum andern fällt der relativ hohe Kiesgehalt, organisches Material eingerechnet, aller Schichten oberhalb 8 auf. Die Bezeichnung als „chape d'argile" ist in X/42, wo maximal 10.6 % Ton auftreten, aber auch in allen bisher untersuchten Sedimentserien, in denen die 20 %-Grenze für Ton nur ausnahmsweise einmal erreicht wird, „cum grano salis" zu verstehen. Der auch ausserhalb von Kieslinsen angetroffene, oft bedeutende Grobanteil lässt auf eine starke Vermischung benachbarter Schichten schliessen. Worauf dies im speziellen beruhen mag, soll an anderer Stelle ausgeführt werden (S. 80).

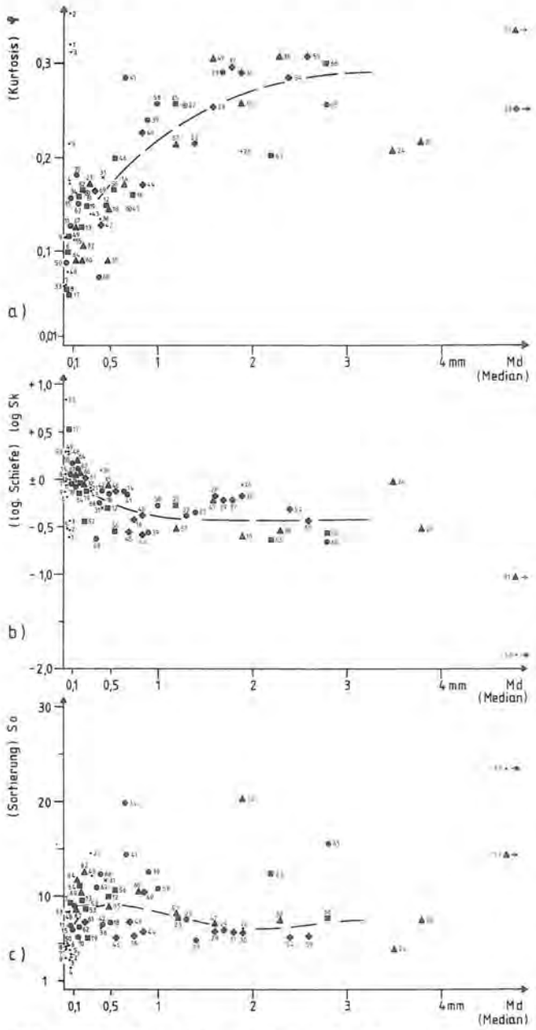


Abb. 28: Darstellung der granulometrischen Parameter Kurtosis, Schiefe und Sortierung im Verhältnis zum Median (= mittlere Korngrösse). a: unkorrigierte, b und c: korrigierte Sedimentzuweisung (vgl. Tab. S. 107 ff.).

Eine erste Diagramm-Serie zeigt das Verhältnis der Sedimentparameter zueinander (Abb. 28). Von allen möglichen Kombinationen wurden jene des Medians (Md), d. h. der mittleren Korngrösse, den andern Parametern gegenübergestellt. Die Tendenz bei zunehmendem Md ist jeweilen mit einer Kurve markiert. Im Gegensatz zu den sterilen Schichten weisen die Kulturschichten unterschiedliche, meist aber höhere Mediane auf. Engere Felder ergeben sich für einzelne Sedimentgruppen aber weder mit der Probeneinteilung nach A. Orcel (Abb. 28a), noch mit korrigierten Werten (Abb. 28b+c nach Tab. S. 107 ff.). Am deutlichsten lassen sich noch die Siltsande in Abbildung 28c abtrennen.

VI. Ton/Silt/Sand/Kies

Abbildung 29 bringt in Dreierverhältnisse aufgeschlüsselt zum einen Ton (Fraktion I)/Silt (Fraktion II–IV)/Sand (Fraktion V–VII), zum andern Ton+Silt/Sand/Kies sowie die Mittelwerte nach der Tabelle S. 77. Auf den generell geringen Tonanteil und den meist hohen Kiesgehalt wurde schon weiter oben kurz hingewiesen.

Ton schwankt in seinem Anteil am Sediment zwischen 0.2 % in den Schichten 23a sowie 35 und 10.6 % in den Schichten 54 und 71, wobei in sogenannten limons organiques als auch in „fumiers organiques" sowohl minimale als auch maximale Tongehalte vorkommen.

Beim Silt treten in Profil X/42 Schwankungen zwischen 20.4 % (Schicht 17) und 71.7 % (Schicht 8) auf. Mit wenigen Ausnahmen verteilen sich die drei Siltfraktionen dabei recht regelmässig (Taf. 10).

Sand schliesslich variiert zwischen 19.1 % (8) und 72.7 % (17); dabei fällt der Zusammenhang mit dem Siltanteil auf. Die Sandfraktionen sind öfters als beim Silt ungleichmässig verteilt.

Zieht man den Kies mit in die Betrachtung ein, so reduzieren sich generell einmal obige Verhältnisse. Zwischen 0.4 % in den Schichten 1a, 1b und 77.9 % in Schicht 47 als Minimum bzw. Maximum sind Werte unter 10 % Kies oberhalb Schicht 8 nur noch in 13 (+12), 52+53 (nach Abzug von Extremwerten) und in Schicht 73 anzutreffen.

Im Dreieckdiagramm Ton+Silt/Sand/Kies = 100 % (Abb. 29, oben) zeigt sich eine relativ breite Streuung der Sedimente, während im Ton/Silt/Sand-Dreieck (Abb. 29, Mitte) eine etwas engere Gruppierung feststellbar ist.

Einzig die „craies" sind starken Schwankungen im Silt- bzw. Sandanteil unterworfen. Die „chapes" zeigen bezüglich ihres Tongehaltes wenig Abwechslung und bestätigen im Bereich von X/42 den andernorts schon festgestellten höheren Tonanteil ab 57b bzw. 59b (!) (Twann 4, 224).

Anhand der Lage von „fumiers limoneux" und „limons organiques"-Proben lassen sich keine granulometrischen Unterschiede dieser beiden nach A. Orcel genetisch völlig verschiedenen Sedimentgruppen erkennen. Dies geht auch deutlich aus der Darstellung der Mittelwerte in Abbildung 29, unten hervor (nach Tab. S. 77), die für beide trotz breiter Streuung der Einzelproben dicht beisammen liegen.

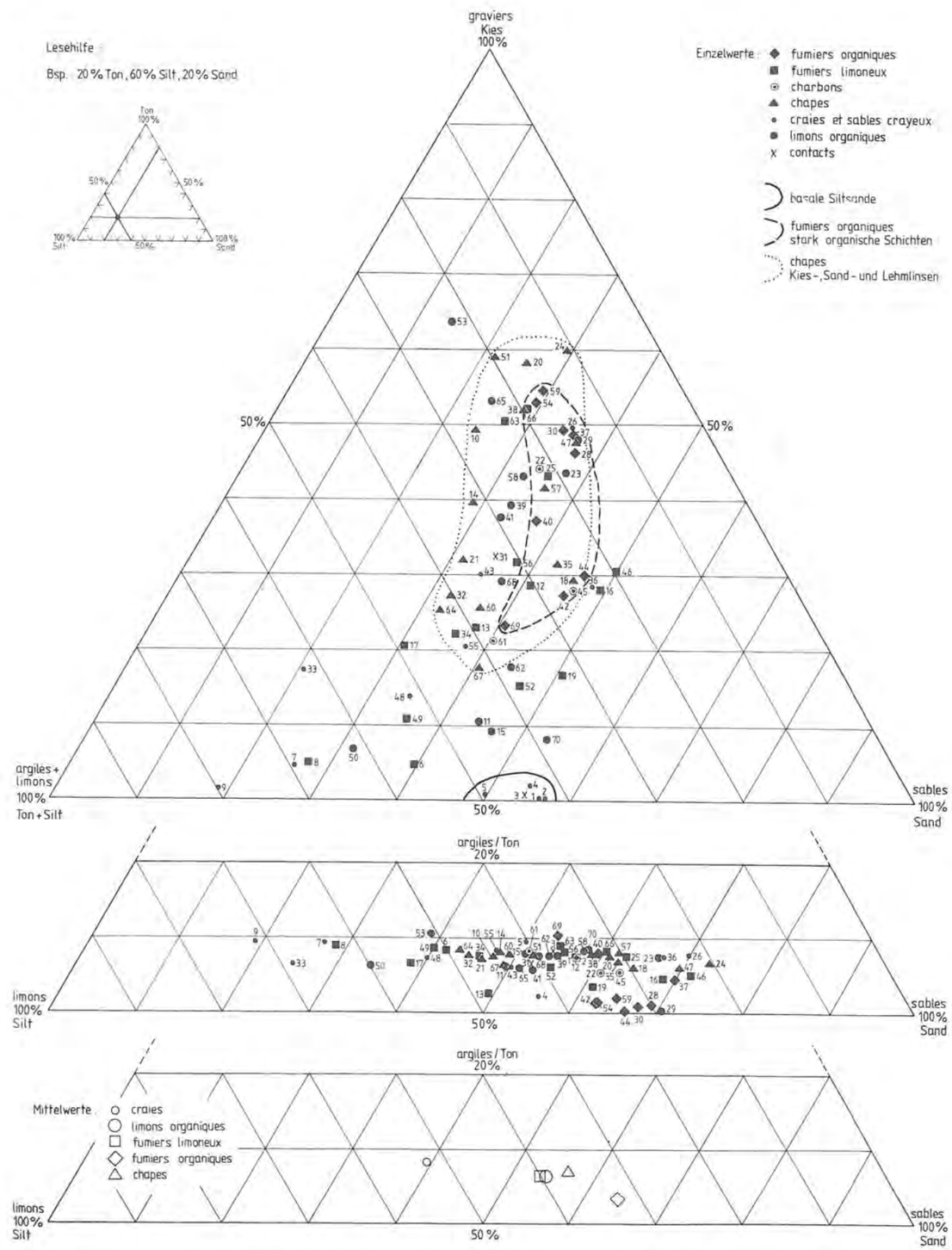


Abb. 29: Granulometrische Dreieckdiagramme (vgl. auch Abb. 44). Mittelwerte nach Tabelle S. 77.

VII. Zum Verhältnis Karbonat/Quarz/Silikat

Die Bestimmung des Karbonatgehaltes mittels Karbonatbombe gehört zu unseren Standarduntersuchungen (vgl. S. 69). Nach etwa 30 sec. Einwirkungszeit der Salzsäure auf die Mineralprobe (1 g < 0.5 mm ϕ) lässt sich der Calcitgehalt, nach 5 min. der Dolomitanteil in etwa abschätzen. Da nach diesem etwas groben Verfahren nur ausnahmsweise ein Dolomitgehalt von 2.5 % erreicht wurde, dieser häufig weniger als 1 % beträgt, wurde auf eine titrimetrische Bestimmung des Dolomits verzichtet. Das Calcit/Dolomit-Verhältnis variiert allerdings zwischen etwa 10 und 100, weil der Dolomitgehalt praktisch konstant niedrig bleibt, der Calcitanteil dagegen stark wechselt; in den Proben 7, 60, 68 und 70, wo Dolomit fehlt, ist das Verhältnis gar ∞. Beim Dolomit handelt es sich um detritisches Material in Form von Gesteinskörnern, seltener einzelner Kristalle. Wie H. P. Weiss (1979) nachzuweisen vermochte, erreicht der Dolomit dort höhere Werte, wo unmittelbar im Hinterland Molasse ansteht, d. h. in Lüscherz und Lattrigen, nicht aber in Twann. Bisher unpublizierte Sedimentdaten von Obermeilen und Erlenbach am rechten Zürichseeufer mit Calcit/Dolomit-Verhältnissen bis 0.9 bestätigen diese Ansicht. Neben dem ebenfalls überwiegend detritischen Kalk kommt speziell an der Basis biogen gebildeter hinzu, dessen Gehalt aus der Spalte Mineralanteil/Kalkkonkretionen erschlossen werden kann (vgl. Taf. 12).

Kalksinter von plattigem, röhrenförmigem und blumenkohlartigem Habitus, in den Schichten 4 und 5 auch mit eigentlichen Knöllchen in der Art der „Schnegglisande" vom Bodensee, sind an der Basis des Profils X/42 schichtbestimmend[7]. Oberhalb von Schicht 6c wird nur noch in 23bis und 51+49, 52+53, d. h. in den Proben 34, 49 und 50 die 10 %-Grenze vom Sinter überschritten. Anders als in Auvernier-Port am Neuenburgersee und in Hornstaad am Bodensee beispielsweise sind in Twann in allen bisher untersuchten Profilen innerhalb der Kulturschichten Kalkkonkretionen äusserst selten. Das Entstehen der Knöllchen scheint an Algenbildungen im Reduktionsbereich des Ufers gebunden zu sein, während der Kalksinter zum guten Teil an Wasserpflanzen entstandene $CaCO_3$-Krusten darstellt, die sich durch die Assimilation von CO_2 infolge geringerer Löslichkeit von $CaCO_3$ gebildet haben.

Mit der Phosphorsäuremethode von F. Hofmann (1976; vgl. S. 70) wurde der Quarzanteil des Sediments an Material von < 2 mm bestimmt. Silikate, hauptsächlich Feldspat, aber auch Tonminerale, Glimmer und Schwerminerale stellen den Restbestand des Mineralgemisches dar.

Beim Karbonat/Quarz/Silikat-Verhältnis ist zu beachten, dass der Karbonatanteil aus der Analyse am Gesamtmaterial übernommen wurde, während Quarz und Silikat aus einem reinen Mineralgemisch berechnet werden. Bei hohem organischem Anteil des Probenmaterials, namentlich bei den „fumiers organiques", ergibt sich dadurch ein zu niedriger Karbonatanteil!

Wie das Dreieck-Diagramm (Abb. 30a) erkennen lässt, schwankt der Silikatanteil bloss zwischen 0 und 30 % mit Ausnahme der beiden Proben 64 und 69. Die grösste Streuung erreicht er bei den „fumiers organiques", die alle einen geringen Karbonatgehalt zwischen 10 und 22 % aufweisen. Der Silikatanteil der Linsen macht, von wenigen Ausnahmen abgesehen, stets zwischen 20 und 30 % aus. Während die sehr heterogenen Linsen erwartungsgemäss ein grosses Feld im Diagramm belegen, sind die „fumiers organiques" relativ dicht beisammen, sieht man vom Ausreisser 69 einmal ab. Die Silte liegen alle über der 45 %-Karbonatgrenze und lassen sich in je eine silikatarme und eine karbonatreiche Gruppe sowie in einen weiten Übergangsbereich unterteilen. „Limons organiques" und „fumiers limoneux" können ihrer Lage zwischen „fumiers organiques" und „craies" gemäss als Übergangssedimente bezeichnet werden, wobei die Proben 6, 8, 34, 49 und 50 in den Bereich der Silte, 16, 29 und 46 in jenen der „fumiers organiques" fallen. Der Mineralanteil ist in den organischen Schichten am geringsten und aufgrund der eckigen Gesteins- und Mineralfragmente hauptsächlich anthropogener Herkunft, d. h. wohl durch Mahlen, Klopfen und ähnliche Arbeiten sowie durch Zerfallen krakelierter Hitzesteine bedingt.

Unser Interesse verdienen auch die Proben 30, 54 und 59 mit fehlendem Silikatanteil, denen ebenfalls ein Tongehalt abgeht, und die wir nebst anderen für verschwemmt und schnell sedimentiert halten (vgl. Taf. 10).

Betrachtet man nur das Quarz/Silikat-Verhältnis, so zeigen für einmal die Silte die grösste Streuung. Die höchsten Quarzgehalte erreichen die „fumiers organiques", wobei der maximale Silikatanteil unter 25 % bleibt. Auch bei den Linsen nimmt mit anthropogenem Einfluss (vgl. etwa Taf. 11) der Silikatanteil ab. Die „limons organiques" weisen zwischen 10 und 50 % Silikat auf, bewegen sich also in wesentlich engeren Grenzen als die Silte, während die „fumiers limoneux" zwischen 0 und 55 % Silikat variieren.

Insgesamt gesehen drängt sich die von A. Orcel vorgenommene Einteilung der Sedimente von den Karbonat/Quarz/Silikat-Verhältnissen her betrachtet nicht auf. Bleibt noch zu untersuchen, ob die schon für die Sedimentwerte und das Ton/Silt/Sand/Kies-Verhältnis festgestellten breiten Schwankungsbereiche ein Spezifikum im Bereich der Kulturschichten von Twann darstellen oder bloss die Folge einer wenig präzisen Definition sind. Im Vergleich zum weiter seewärts gelegenen Abschnitt 6, Zonen E/G sind die Proben von X/42 im Mittel sogar karbonatärmer und streuen weniger breit! (Vgl. mit den engen Feldern für alle Auvernier-Stationen, etwa in Abb. 40a, b, d).

7 Die Pollenanalyse vermag für diesen Bereich einen Hiatus nachzuweisen.

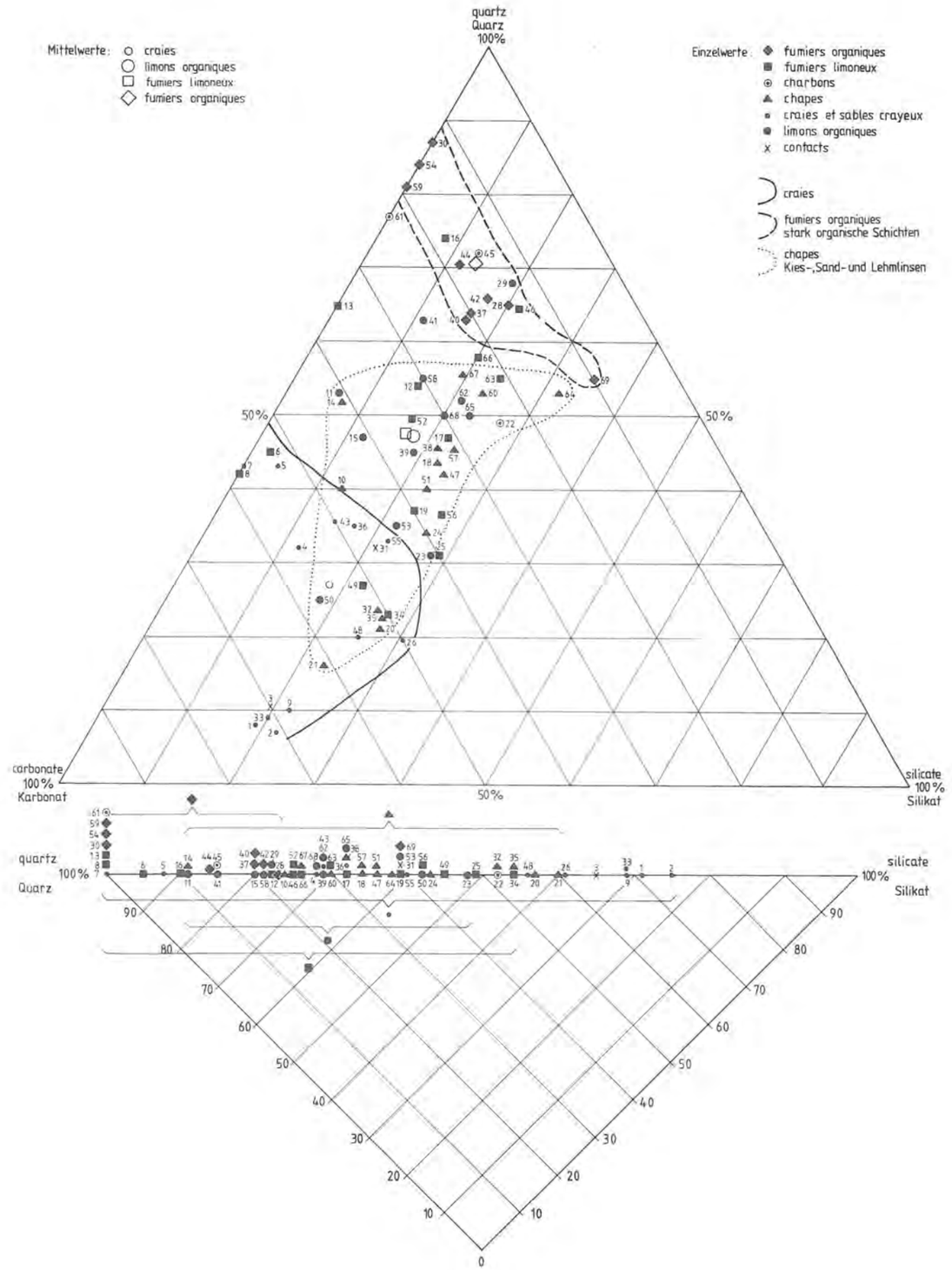


Abb. 30: Dreieckverhältnis. a: Quarz/Karbonat/Silikat und b: Beziehung Quarz/Silikat.

VIII. Die unterschiedenen Sedimentarten im Lichte der chemischen, granulometrischen und mineralogischen Analysen (Tabellen S. 107–112)

In den vorangehenden Kapiteln haben wir, mehr oder weniger kritiklos, die von A. Orcel vorgenommene Einteilung der Sedimente in „sables crayeux", „craies", „limons organiques", „fumiers limoneux", „charbons", „fumiers organiques" und „chapes" beibehalten, denn es war u. a. die Aufgabe des Geoarchäologen, an der Kolonne X/42 die Orcelsche Theorie der Sedimentgenese zu untersuchen und wo möglich zu bestätigen. In der S. 107 ff. abgedruckten Tabelle möchten wir anhand „chemischer" Parameter, des granulometrischen Verhältnisses von Ton/Silt/Sand und des mineralogischen Verhältnisses Karbonat/Quarz/Silikat auf gewisse Gesetzmässigkeiten, Streuungen und Widersprüche der unterschiedenen Sedimente aufmerksam machen. Es werden die Mittelwerte der Schichtkomplexe US, MS und OS sowie der drei Komplexe zusammen gegeben, ferner Minimal- und Maximalwerte der einzelnen Sedimentarten. Berechnet man das Mittel ohne Min/Max, so ergeben sich keine nennenswerten Abweichungen vom Mittel aller Werte.

Beginnen wir bei der ersten Gruppe der *„sables crayeux"*, die das Liegende der Twanner Kulturschichtfolge darstellen. Es handelt sich in der Tat um siltige Karbonatsande, die einen hohen Anteil an Kalkkonkretionen aufweisen, mit niederen Phosphat-, Humus- und Kohlenstoffgehalten, wobei Probe 4 bereits den Übergang zur zweiten Gruppe der „craies" darstellt. Wegen ihres geringen Tongehaltes von 2.2 % scheint sie uns lessiviert zu sein.

Als *„craies"* sind helle Überschwemmungsschichten ausgeschieden. Granulometrisch gesehen handelt es sich um sandige Silte, Siltsande und siltige Sande oder mit andern Worten um Sedimente von variablem Silt/Sand-Verhältnis. Probe 33, ein Einschluss in der Linse 20bis–24bis erreicht mit 70.5 % den maximalen Karbonatgehalt, was nach G. Müller (Müller/Gastner 1971) immer noch zu wenig Karbonat darstellt, um als Seekreide gelten zu können (75–100 %). Wir könnten sie nach M. Gyger et al. (1976) als seekreideartige Ablagerungen bezeichnen, wobei allerdings der Sandanteil 40 % nicht überschreiten sollte. Derart eingeschränkt, können nur die Proben 7, 9, 33 und 48 als seekreideartig gelten; für den hohen Sandgehalt der verbleibenden Proben sind entweder störende anthropogene Einflüsse und/oder ein unterschiedlicher Ablagerungsmechanismus verantwortlich. Der Anteil an Kalkkonkretionen jedenfalls, d. h. autigen gebildeten Kalkes, oberhalb Probe 5 ist nur noch gering (vgl. Taf. 11, Kolonne 11). Dass tatsächlich starke anthropogene Einflüsse vorliegen, beweisen die teilweise beträchtlichen Kohlenstoffgehalte sowie die meist hohen Phosphat- und Humuswerte. Daher scheinen uns die ausgeschiedenen „craies" keine Einheit zu bilden, und wir würden sie besser in seekreideartige Silte und Siltsande sowie in karbonatärmere siltig-kiesige Sande unterteilen.

Die nächste Gruppe der *„limons organiques"* erweist sich ebenfalls als recht heterogen zusammengesetzt. Mit Ausnahme der Proben 11, 50 und 53 übersteigt der Sandanteil die 50 %-Grenze, weshalb aus sedimentologischer Sicht die Bezeichnung als organischer siltiger Sand angebrachter wäre. Bei einem organischen Anteil um 5 % und Karbonat von 45 % und mehr, d. h. bei den Proben 50 und eventuell 53, erscheint eine Zuteilung zur Gruppe 2 der „craies" angemessener, beim „C-Gehalt" von 33.5 % für Probe 29 würde wohl besser von einem „fumier organique" gesprochen. Probe 70 schliesslich liegt aufgrund des niederen Karbonatgehaltes auch näher bei dieser Gruppe.

Chemisch-physikalisch verwandt mit den „limons" sind die *„fumiers limoneux"*. Es muss einem späteren Kapitel (S. 83 ff.) vorbehalten bleiben, darüber zu befinden, ob eine Trennung in diese zwei genetisch verschieden interpretierten Gruppen sedimentologisch ihre Berechtigung hat. Auch in dieser Gruppe existieren auf alle Fälle mit den Proben 16, 46 wegen ihres hohen organischen Gehaltes und mit 6, 8, 34 und 49 der hohen Karbonatgehalte wegen einige Ausreisser, die unserer Ansicht nach besser zu den „fumiers organiques" bzw. den „limons organiques" geschlagen würden.

Die *„charbons"* sind, wie die „C-Gehalte" anzeigen, nicht etwa reine Holzkohleschichten, sondern auffällige Brandschichten, die den „fumiers limoneux" (Probe 22) und den „fumiers organiques" zuzuzählen sind. Glücklich ist diese Bezeichnung daher nicht, da auch die Proben 20, 21 und 33 sehr holzkohlereich sind, ja Holzkohle überhaupt ein wesentliches Element der Kulturschichten darstellt.

Die sechste Gruppe der *„fumiers organiques"* zeichnet sich durch hohe Sandanteile und „C-Gehalte" sowie durch niedere Karbonatgehalte aus, wobei die Proben 42 und 69 aufgrund ihrer Sedimentwerte Ausreisser darstellen. Für diese Gruppe typisch sind auch die hohen Quarzgehalte!

Die letzte Gruppe der *„chapes"* schliesslich, jener Lehm-, Sand- und Kieslinsen, ist schon von Natur aus ein heterogener Verband. Zusätzlich können diese vom Menschen eingebrachten, in Linsenform vorliegenden Sedimente unterschiedliche anthropogene Beanspruchung erleiden. Die Proben 14 und 18 lassen ihre Kontaktnähe zu den „fumiers limoneux", bzw. den „limons organiques" ihres hohen organischen Anteils wegen erkennen, 21 entpuppt sich als seekreideartiger Einschluss in einer Kies-Sand-Linse.

Die Mittelwerte der fünf wichtigsten Gruppen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Unverkennbar sind gewisse Gesetzmässigkeiten des Verhaltens chemischer, granulometrischer und mineralogischer Daten. So erkennt man eine Zunahme von Humus, „C-Gehalt" (organischer Anteil) sowie von Sand und Quarz und eine Abnahme von Ton und Karbonat mit wachsendem anthropogenem Einfluss der Sedimentart. Ferner mag die Tatsache überraschen, dass wohl kaum allein aufgrund des sogenannten Phosphatbartes, wonach in Trockenablagerungen Phosphat sich auch in

Mittelwerte (unkorrigiert)

Sedimentart (Anzahl)	Phosphat FE	Humus FE	org. Anteil %	Sed.wert	Ton %	Silt %	Sand %	Karbonat %	Quarz %	Silikat %
sables crayeux (4)	4.8	0.1	3.3	+ 160.4	6.4	37.6	56.0	67.5	14.4	18.1
craies (9)	15.8	0.4	8.0	+ 42.3	8.0	48.0	44.0	55.0	27.5	17.5
chapes (15)	16.6	0.7	9.2	– 9.8	7.3	37.4	55.4	38.1	39.2	19.7
limons organiques (13)	18.2	1.1	14.5	– 85.1	6.9	39.8	53.2	34.3	47.8	17.9
fumiers limoneux (15)	17.1	1.0	17.3	– 90.2	6.8	40.6	52.6	35.5	47.3	17.1
fumiers organiques (9)	15.7!	1.5	27.9	– 202.5	3.3	32.9	63.8	16.6	70.6	12.8

den liegenden Schichten abbindet, die „fumiers organiques" die niedrigsten Werte aufweisen. Vielmehr scheinen, mit wenigen Ausnahmen (und dafür gibt es noch andere Hinweise), die „fumiers organiques" (von A. Orcel als „couches d'installation" interpretiert) gar nicht die eigentlichen unberührten Wohnschichten zu sein, sondern durch Aufschwemmung angereicherte organische Fundschichten mit dadurch reduziertem Phosphatanteil.

Abschliessend sei noch auf die beiden Diagramme „organischer Anteil"/Karbonat eingegangen. Im oberen Diagramm (Abb. 31a) sind die Felder der drei Schichtkomplexe US, MS und OS unterschieden, wobei für US die höchsten Karbonatgehalte, für OS ein breites Feld teilweise sehr hohen organischen Anteils belegt werden, also das bereits optisch bekannte Bild nachzeichnen. Die zweite Abbildung 31b, mit den in der Tabelle S. 107 ff. angedeuteten Verschiebungen einzelner Proben (= korrigierte Werte), unterscheidet drei Sedimentwert-Kategorien und zeigt deutlich die Gegenläufigkeit von organischem Anteil und Karbonat. Zahlreiche „limons organiques" und „fumiers limoneux" weisen trotz niedrigen „C-Gehalts" tiefe Karbonatwerte auf, was wohl gegen ihre Abstammung von den „craies" spricht, während andere, im Übergangsbereich von „craies" und „fumiers organiques" gelegen, durchaus in dieses Schema passen!

IX. Die Kornverteilungskurven

Beginnen wir mit der Ton/Silt/Sand-Verteilung (Abb. 32a). In einem ersten Überblick erkennt man in US und im untern Teil von MS meist geknickte Kurvenverläufe, während darüber, speziell im obern OS, gestreckte Kurven dominieren. An der Basis von US haben wir vorerst drei relativ gut sortierte, siltige Karbonatsande, darüber folgt mit 4 die bestsortierte Probe von X/42. Diese dürfte durch eine Seespiegelsenkung in den Uferbereich geraten sein und aufgearbeitetes, lessiviertes Substrat enthalten. Von Probe 5 an besteht eine Wende zu sandigen Silten, die in Probe 9 ihren maximalen Siltgehalt erreichen. Darüber treten stärker gestreckte Kurven von schlechter bis sehr schlechter Sortierung auf. Von Probe 10 an ist auch stets ein hoher Grobsand- (und Kies-) anteil vorhanden. Mit dem Auftreten der ersten Kieslinsen, im Bereich von X/42 mit Schicht 9a, macht sich

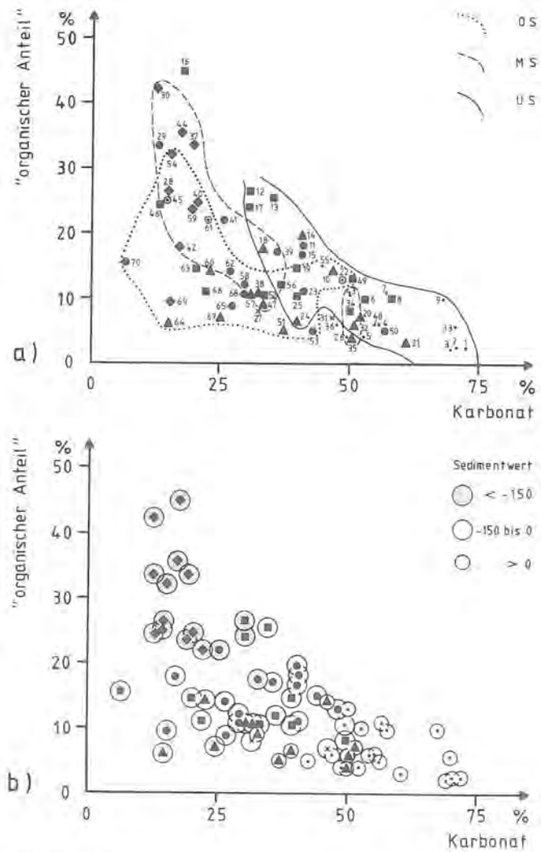


Abb. 31: Verhältnis von „organischem Anteil" zu Karbonat. a: Felder der Schichtpakete und unkorrigierte Werte; b: verschiedene Sedimentwert-Bereiche und korrigierte Sedimentzuweisung (vgl. Tabelle S. 107 ff.).

Sedimentsymbole:

- fumiers organiques (stark organische Schichten)
- fumiers limoneux (organisch-siltige Schichten)
- charbons (Holzkohlen)
- chapes (Lehmlinsen)
- craies et sables crayeux (Seekreiden und siltige Sande)
- limons organiques (organische Silte)
- contacts (Kontaktzonen)

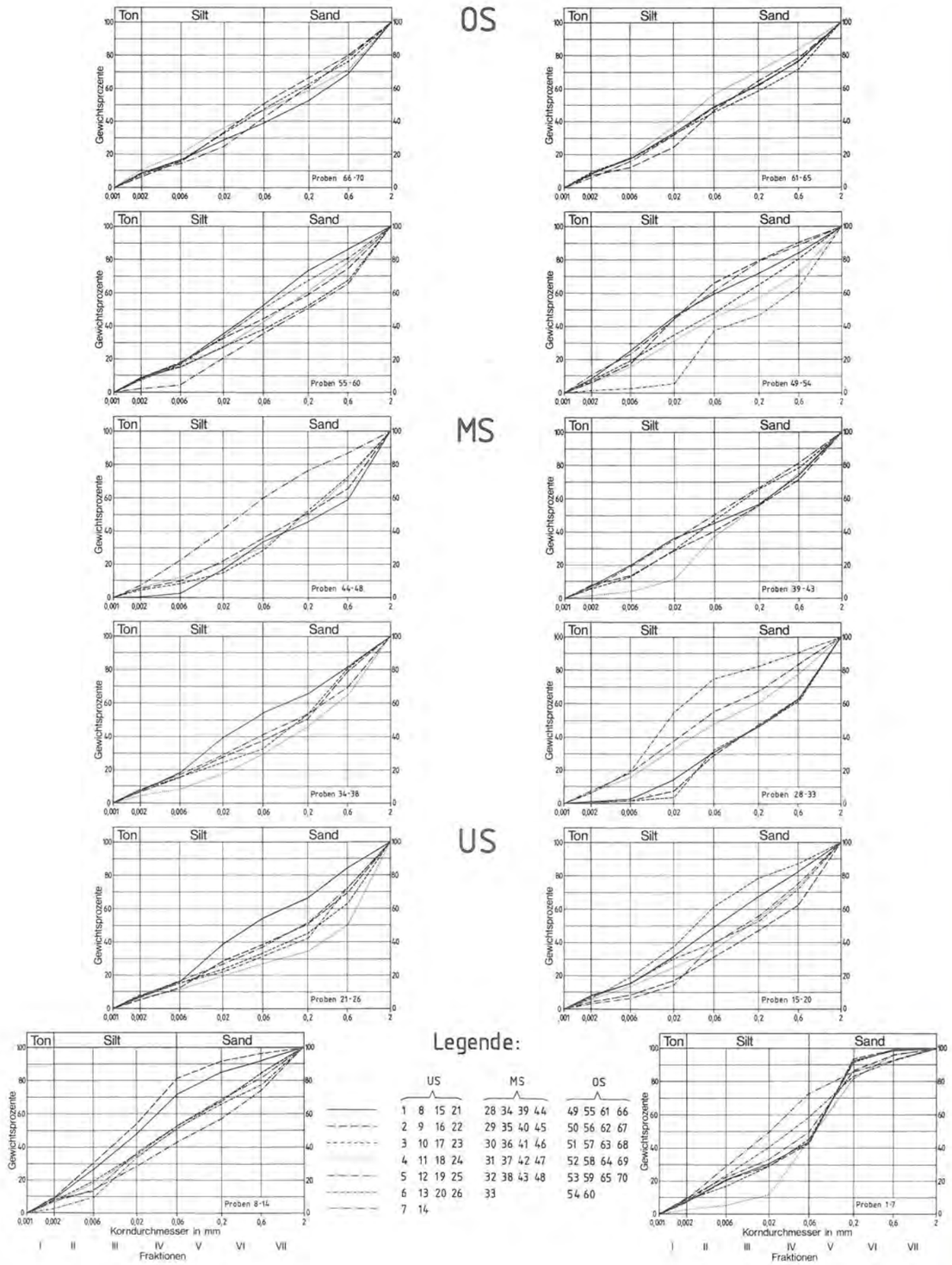


Abb. 32a: Kornsummenkurven aller Proben von X/42; Material ≤ 2 mm.

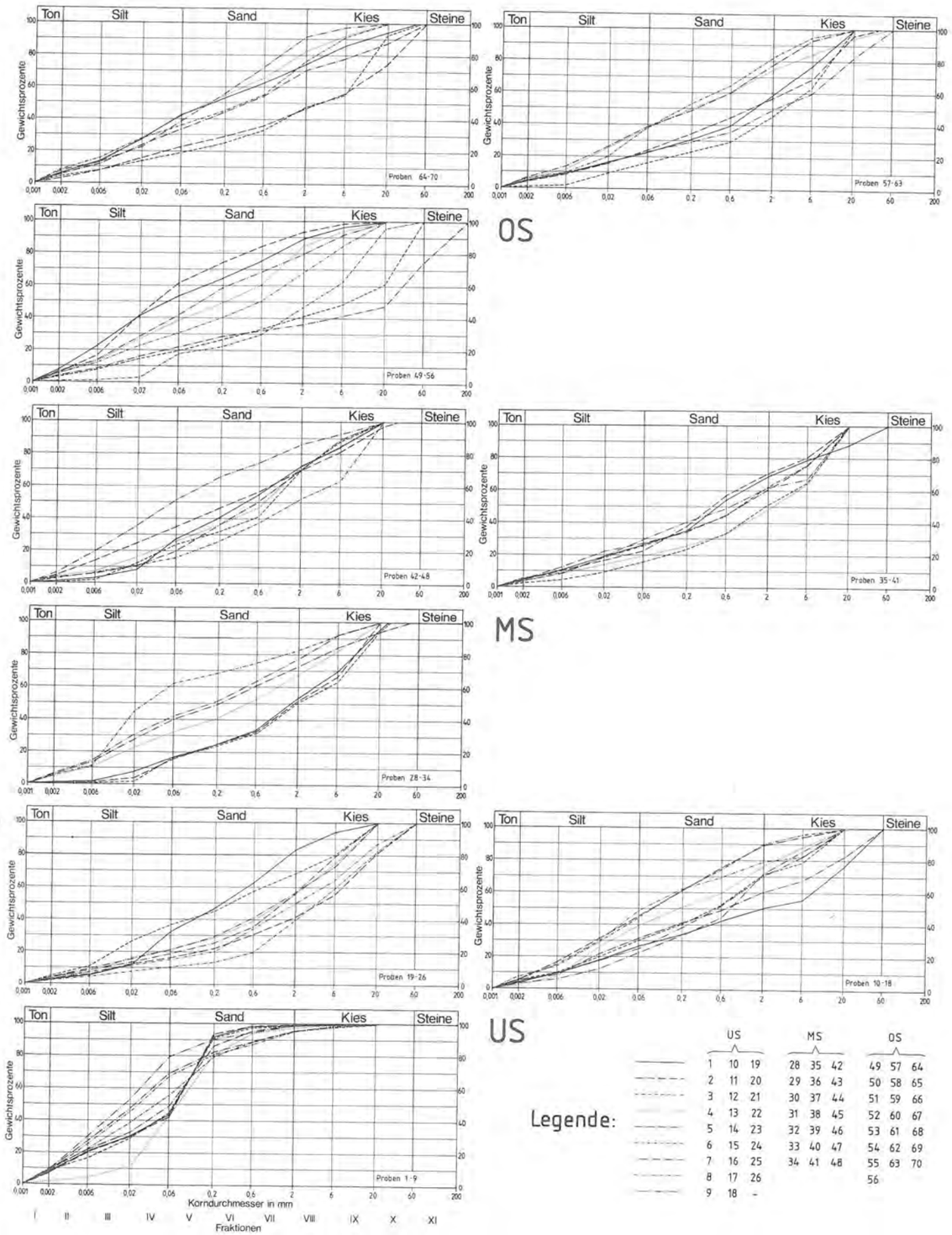


Abb. 32b: Kornsummenkurven aller Proben von X/42; Material aller Korngrössenklassen (Pipett- und Siebanalyse).

eine veränderte Granulometrie bemerkbar. Sie lässt uns im übrigen auch etwas über die Dynamik der Sedimentation erahnen und widerlegt jene Ansicht, dass ein grosser Teil der Schichten nur minime oder keine Umlagerung erfahren hätte. Mit Ausnahme der gestreckten Kurven 15, 17 und 21 nehmen in US nach oben die leicht hängenden Kurven mit erhöhtem Mittel- und Grobsandanteil zu. Zusammengesetzte Kurven, z. B. 19, weisen wohl auf eine uneinheitliche Bildung hin. Einen komplizierten Verlauf zeigen die Kurven 21–30, die ein Ton+ Silt-Defizit aufweisen. Einen ähnlich niedrigen Ton-Feinsiltanteil führen schon die Proben 4, 13, 16 und 19 von US. Es folgen in MS und OS noch weitere Proben, nämlich 37, 42, 44, 46, 54 und 59. Fast allen gemeinsam ist ein hoher organischer Grobanteil, ein Sedimentwert von >– 100 und ein niedriger Karbonatgehalt. Was liegt näher, als in diesen Schichten Ablagerungen auf dem Trockenen mit daher praktisch fehlendem Ton- und Feinsiltanteil zu sehen, zumal diese Proben relativ wenig der leicht verschwemmbaren Kulturzeiger aufweisen?

Wir haben bereits auf das seltsame Verhalten des Phosphates hingewiesen. Kommt noch eine Parallelstruktur hinzu, die allerdings auch als intensive Schichtpressung gedeutet werden könnte. Der stark reduzierte mineralische Anteil lässt aber weniger auf eine eigentliche Wohn- und Abfallschicht schliessen, sondern weist eher in Richtung einer „couche d'installation", nur ist es uns leider versagt, an eine Homogenisierung und Installierung dieser Schichten durch den Menschen glauben zu können. Vielmehr meinen wir, es müsse hier eine kurzfristige aber immer wieder auftretende Aufschwemmung und Anreicherung organischen Materials im Uferbereich ähnlich einem „fumier lacustre" vorliegen.

Probe 33 erreicht wie die Kurven 7–9, 48 und 50 am ehesten den steilen Anstieg im Siltteil wie bei einer Seekreide. Hier liegen auch die höchsten Karbonatgehalte vor. Dagegen sind die Proben 26, 36, 43 und 55 kaum noch als Überschwemmungsschichten (18, 26, 34 und 58) erkennbar, so sehr wurden sie in ihrem Charakter durch Fremdeinflüsse verändert.

Ab Probe 55 in OS ist vom Verlauf der Summationskurven her mit einer starken Homogenisierung im Schichtverband zu rechnen, wie sie uns das Profil ja auch rein optisch widerspiegelt.

Bei den Summenkurven des Gesamtmaterials (Fraktionen I–XI; Abb. 32b) muss man sich vor Augen halten, dass die ideale Ausgangsmenge für stark kiesige Ablagerungen von ± 1 kg nur selten gegeben war. Daher kann in den Fraktionen IX und X schon ein grösserer Stein gewichtige Verschiebungen mit sich bringen. Dies wird ja auch in der Kolonne der Siebanalysen (Taf. 10) dahingehend berücksichtigt, dass einzelne herausragende Steine nur gestrichelt dargestellt werden und in den Kornsummenkurven nicht berücksichtigt sind. Wesentliche Kiesanteile treten erst ab Probe 10 auf. Unter 10 % Kies weisen darüber nur noch die Proben 15, 50 und 70 auf, während über 60 % Kies nur gerade in 53 vorkommt.

Bis und mit Probe 9 gibt es keine wesentlichen Unterschiede im Verlauf der Summenkurven, darüber hängen die kiesreichen Kurven leicht nach unten durch, und nur vereinzelte kiesarme Überflutungssedimente zeigen einen inversen Verlauf.

Gesamthaft gesehen befinden wir uns in X/42 in einem Siedlungsabschnitt mit starker Beeinflussung und Einschwemmung von benachbarten Kieslinsen her. Die Lage am Rande oder gar zwischen den Kieslinsen bedingt einerseits einen vergleichsweise hohen organischen Anteil – da in diesen lokalen Senken organisches Material eher abgelagert werden konnte als über eigentlichen Lehm- oder Kiesrücken – andrerseits findet sich konstant ein hoher Kies-Sand-Anteil mit eingespült.

Im Beitrag von A. Orcel finden sich die Summenkurven nach „Sedimentarten" geordnet (Figur 11–17). Diese ergänzen unsere Abbildung 32b und zeigen – unter Verzicht auf die Darstellung gegenseitiger Abhängigkeit benachbarter Schichten – auf, wie schlecht definiert oder definierbar der Sedimentstapel von X/42 ist.

X. Zum Verhältnis mineralisch/organisch

Die Kolonnen 10, 12–14 der Tafel 12 geben Bescheid über das Verhältnis mineralischen zu organischen Sedimentinhalts. Ferner gibt die neunte Spalte der erwähnten Tafel 12 Auskunft über das Verhältnis Holzkohle zu übrigen pflanzlichen Resten, und auf Tafel 10 wird die Kolonne 10: „organischer Anteil" geführt. Wir erkennen einige nennenswerte Anreicherungen organischen Detritus in den Proben 16, 29, 30, 37, 44 und 54, die auch von A. Orcel mit Ausnahme von 16 und 29 als „fumiers organiques" ausgeschieden wurden. Diese sind nicht identisch mit den Holzkohlespitzen von Fraktion VII (Taf. 12), die bei 21, 22, 33, 45, 61 und 62 liegen und auch die von A. Orcel ausgeschiedenen drei „charbons" (22, 45, 61) umfassen. Dies ist allerdings verständlich, da Holzkohle und organischer Anteil ja nicht gleichzusetzen sind und die Bestimmung an Material verschiedener Korngrösse vorgenommen wurde!

Betrachten wir die Beziehung zwischen dem Ton-+Feinsiltanteil einer Probe und der Menge organischen Materials, so ergeben sich daraus gewisse klassifikatorische und genetische Probleme (Abb. 33):

Die praktisch anorganischen Schichten von 0–5 % organischen Anteils sind Silte oder Kiese mit einem Ton- + Feinsiltanteil zwischen 14 und 23 %. Bei den schwach organischen Schichten mit 5–10 % „C" treten „limons organiques" und „fumiers limoneux" hinzu, und die Ton- + Feinsiltrate schwankt zwischen 5 und 24 %. Bei einem organischen Anteil zwischen 10 und 15 % vergrössert sich diese Rate nochmals und pendelt zwischen 6 und 31 % Ton + Feinsilt. In der Gruppe organischer Schichten von 15–30 % „C", wo nun erstmals „fumiers" hinzutreten, übersteigt Ton- + Feinsilt nur noch knapp 20 %, fällt dafür erstmals auch unter 5 %. In der letzten Gruppe der stark organischen Schichten > 30 % C gibt es keine Ton- + Feinsiltgehalte über 9 %. Wir stellen – bei breiter Streuung zwar – eine Abnahme des Ton- + Feinsiltanteils mit zunehmendem „C-Gehalt" fest.

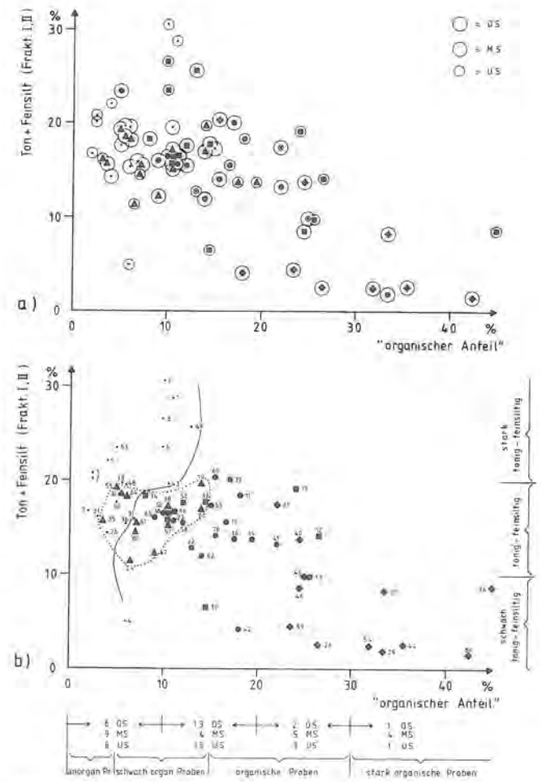


Abb. 33: Ton + Feinsilt im Vergleich mit „organischem Anteil". a: unkorrigierte, nach Schichtpaketen aufgeschlüsselte Werte; b: korrigierte Sedimentzuweisung (vgl. Tabelle S. 107 ff.).

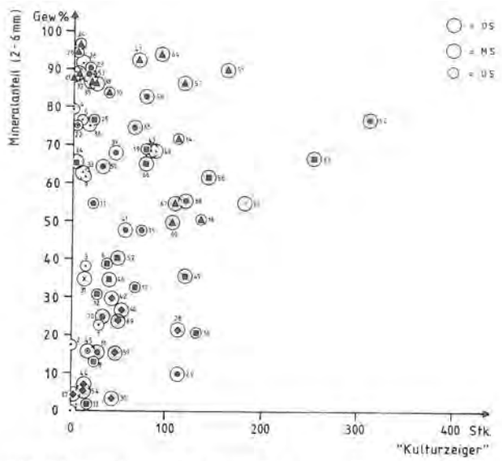


Abb. 34: Zum Verhältnis Mineralanteil/„Kulturzeiger". Unabhängig vom Mineralanteil sind die „Kulturzeiger" in OS stark, in US schwach vertreten (vgl. auch Abb. 35). Kulturzeiger = Erdbeeren + Schlafmohn + 1/2 Fischreste (Fraktion 0.6–2 mm).

Auf Abbildung 34 ist die Beziehung von Mineralanteil aller Proben der Grössenklasse 2–6 mm mit Kulturzeigern dargestellt. Es zeigt sich zum einen eine Schwankung des Mineralbestands zwischen 0 und 96 %, wobei die Linsen stets 50 % und mehr aufweisen, zum andern kann die Tatsache nicht übersehen werden, dass die gewählten Kulturzeiger in den Linsen und in limnisch stärker beeinflussten Schichten am häufigsten vertreten sind und in organischen Proben eher zurücktreten. Dies ist ein, wie uns scheint, beachtenswertes Phänomen.

XI. Optische Bestimmungen

Seit einiger Zeit sind wir dazu übergegangen, routinemässig optische Untersuchungen mit in die sedimentologische Beschreibung der Ablagerungen einzubeziehen. Mit Ausnahme von Kolonne 11 wurden sie durch B. Ritter-Oberle an den Siebrückständen der Fraktion VII (0.6–2 mm) vorgenommen. Dabei wurde auf gleiche Ausgangsmenge geachtet und, wo diese nicht vorlag, auf eine gemeinsame Basis umgerechnet. Selbstverständlich geht es dabei in keiner Weise darum, die vom Spezialisten durchgeführten makrobotanischen Untersuchungen zu konkurrenzieren, sondern vielmehr dem Siebrückstand der zumeist organischen Proben gerechter zu werden. Ein direkter Vergleich mit den Bestimmungen von W. Schoch (S. 55 ff.; Taf. 7–9) ist schon daher nicht möglich, weil wir von anderen Korngrössen ausgehen und viel geringere Mengen betrachten.

Auf Tafel 12 finden sich in den Kolonnen 1–8 limnische und kulturelle Elemente versammelt, wobei wir die Spalten 1 und 6–8 als Kulturzeiger, die Kolonnen 2–5 als limnische Indikatoren oder Kulturflüchter auffassen. Die Spalten 9–11 geben in Volumenprozent die Verhältnisse von Holzkohle zu den übrigen Pflanzenresten, den Mineralanteil zum organischen Inhalt und den Mineralbestand zum Sinter wieder. Schliesslich spiegeln die Kolonnen 12–14 das Verhältnis mineralisch/organisch in Gewichtsprozent der Fraktionen VIII–XI (> 2 mm) wider.

Beginnen wir mit der 10. Spalte, d. h. dem Verhältnis mineralisch/organisch, so erkennen wir einen durchwegs sehr hohen organischen Anteil der Fraktion VII (0.6–2 mm) in allen Proben von X/42. Einzig in einigen Sand- und Kieslinsen und im Hochwassersediment der Schicht 18 übersteigt der Mineralanteil 50 %. Erstaunlich ist der geringe mineralische Anteil dieser Fraktion der basalen Überflutungssedimente sowie der Schichten 5–13a von US. Für die sterilen feinsandig-siltigen Schichten im Liegenden von US bleibt eben praktisch

Legende zu Abb. 33 und 34

- fumiers organiques (stark organische Schichten)
- fumiers limoneux (organisch-siltige Schichten)
- charbons (Holzkohlen)
- chapes (Lehmlinsen)
- craies et sables crayeux (Seekreiden und siltige Sande)
- limons organiques (organische Silte)
- contacts (Kontaktzonen)

kaum noch ein mineralischer Inhalt in Fraktion VII. Von Schicht 9a an ist aber stets reichlich Grobsand vorhanden, doch sind im unteren Abschnitt von US die anthropogenen Elemente durch intensive Verschwemmungserscheinungen stark homogenisiert worden, sodass hier der mineralische Anteil stets unter 25 % liegt.
Einen völlig verschiedenen Kurvenverlauf nimmt die Beziehung Holzkohle zu den übrigen Pflanzenresten an. Ganz frei von Holzkohle sind auch die sterilen Schichten an der Basis nicht, was wohl für kein sehr hohes Alter dieser Straten spricht. Auch darüber bis Schicht 14 sind bloss geringe Holzkohleniederschläge wahrnehmbar. Während die holzkohlereichen Schichten („charbons") 15, 37 und 62 gut hervortreten, zeichnet sich Schicht 55+57 hier überhaupt nicht ab, wogegen die Schichten 22bis und 59b sich zusätzlich, zumindest in Fraktion VII, als sehr holzkohlehaltig erweisen. Als „chapes"-Vertreter dürften sie wohl Herdstellen, d. h. lokale Brandereignisse markieren. Auffällig holzkohlearm ist auch Kulturschicht 27 von MS, und ebenso der untere Abschnitt von OS bis zur Schicht 57 ist verhältnismässig arm an Holzkohle, was bestimmt mit den Überflutungsindizien für diesen Abschnitt in Zusammenhang zu bringen ist.
Die limnische Komponente wird, wie bereits erwähnt, durch die Spalten 2–5, ferner durch Spalte 11, angesprochen. Dass dabei Molluskenschalen in teilweise sicheren Überflutungssedimenten fehlen, kann an sekundären Auflösungserscheinungen der fragilen Schalen durch ursprünglich wesentlich saurere pH-Werte benachbarter Kulturschichten liegen, finden sich doch in Kulturschichten („fumiers" usw.) recht häufig angeätzte Steine. Jedenfalls sind die resistenteren Operkel der Bithynia-Schnecken gegenüber den Schalen weit häufiger präsent, während zwischen den porösen, durch Algenfrass perforierten Schalen kein Unterschied in Auftreten und Häufigkeit besteht. Ihre grösste Verbreitung erfahren die Mollusken an der Basis von X/42 bis und mit Schicht 8, darüber treten sie nur noch selten in Erscheinung. Auch die Characeen sind, zumindest was ihren inneren chitinösen Teil anbelangt, recht lösungsresistent. Wir halten sie für die Vertreter in der Regel etwas grösserer Wassertiefen. Angehäuft erscheinen sie nur in Schicht 58, einer bielwärts sich stark entwickelnden Siltschicht (vgl. Twann 1, Taf. 3). Als letztes Element sehr feuchter, ufernaher Verhältnisse müssen die in ihrer Gesamtheit als Sinter anzusprechenden Kalkkonkretionen plattiger, röhren- und träubchenförmiger Ausbildung, teilweise mit stärkeren Rollungserscheinungen, genannt werden. An der Basis sind sie dominant, oberhalb Schicht 8 aber ebenfalls nur noch unbedeutend vertreten. Ob es blosser Zufall ist, dass sie zur Hauptsache an „limons organiques" gebunden auftreten?
Die Fischreste könnte man „prima vista" als limnische Vertreter betrachten, doch weisen echte Seekreiden und typische Seesilte, mithin sterile Schichten, nur ausnahmsweise Fischreste in Form von Wirbeln und Schuppen auf, während sie in Kulturschichten selten fehlen. Allerdings scheinen sie in den „limons organiques" öfters vorzukommen als in reinen „fumiers", sind aber erst von Schicht 29 an relativ häufig vertreten.

Die Zunahme der Fischreste im obern Teil von MS könnte durchaus einem vermehrten Fischfang entsprechen, was aber durch archäologische Funde (Netzsenker, Angelhaken usw.) bestätigt werden müsste.
Die Kulturzeiger der Kolonnen 6–8 (Taf. 12) ergeben auch für US ein differenzierteres Bild wechselnder Ablagerungsbedingungen. Nicht selten treten dabei Maxima in Kies- und Sandlinsen oder gar in Silten (58) auf und illustrieren damit die leichte Verschwemmbarkeit, ja Anreicherung in limnisch überarbeiteten Sedimenten.
In den letzten drei Kolonnen von Tafel 12 wird das Verhältnis mineralisch/organisch in den groben Fraktionen ≥ VIII erfasst. Dabei lässt sich feststellen, dass mit zunehmender Korngrösse im allgemeinen der mineralische Anteil wächst, was auch für die feineren Fraktionen ≤ VII der meisten Proben zutrifft, ohne dass wir dies in dieser Arbeit belegen.
Zum Schlusse dieses Kapitels möchte ich das Verhältnis von Sedimentwert zu den Kulturzeigern (1 x Fischreste + 2 x Schlafmohn) grafisch veranschaulichen (Abb. 35): Je anthropogener eine Schicht ist, desto negativer ihr Sedimentwert. Nun zeigt sich aber, dass mit steigendem negativem Sedimentwert nicht etwa die Menge der Kulturzeiger zunimmt. Vielmehr bleibt sie, von den sterilen Schichten (Sedimentwert > + 50) einmal abgesehen, eher mehr oder weniger gleich, wobei die beiden gewählten Kulturzeiger in den „fumiers organiques" auffallend schwach vertreten sind. Während sich in OS geringe bis maximale „Kulturzeiger"-Werte finden, sind in US (mit zwei Ausnahmen) und in MS keine sehr hohen Werte vorhanden.

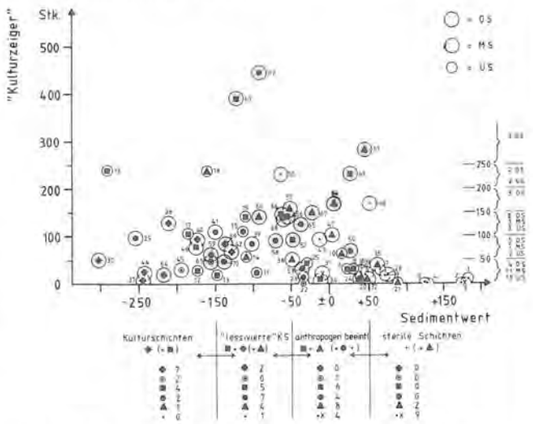


Abb. 35: Zum Verhältnis „Kulturzeiger"/Sedimentwert. Die sogenannten Kulturzeiger sind relativ unabhängig vom Sedimentwert (vgl. Taf. 11 und 12).
Kulturzeiger = 1 x Fischreste + 2 x Schlafmohn.

- fumiers organiques (stark organische Schichten)
- fumiers limoneux (organisch-siltige Schichten)
- charbons (Holzkohlen)
- chapes (Lehmlinsen)
- craies et sables crayeux (Seekreiden und siltige Sande)
- limons organiques (organische Silte)
- contacts (Kontaktzonen)

XII. Prinzipielles zur Stratigraphie

Die Schichtungsart unseres Twanner Profils (X/42) können wir nach R. Brinkmann (1932; s. auch Geyer 1973, 149 f.) als eine Mischung von *autonomer und induzierter Schichtung* bezeichnen. Dabei wären die periodisch wechselnden Ablagerungsbedingungen infolge der Seespiegelschwankungen als induziert zu betrachten, d. h. der Bildungsimpuls liegt ausserhalb des eigentlichen Sedimentationsvorganges, während die Einregelungsschichtung als autonom gelten würde.
Gehen wir von der *Schicht als Raum-Zeit-Einheit* aus, so ist zu beachten, dass gleiche Schichtmächtigkeiten in der Regel unterschiedlichen Bildungszeiten entsprechen, was wir wie Abbildung 36 darstellen können.

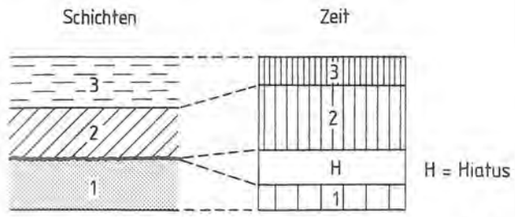


Abb. 36: Schicht als Raum-Zeit-Einheit (zum Teil nach Geyer 1973, 150, Abb. 110). Grosse Schichtmächtigkeit muss nicht gleichbedeutend mit langer Ablagerungsdauer sein; Schichtlücken können grosse Zeiträume umfassen!

In Abbildung 36 taucht zusätzlich ein Begriff von grosser Bedeutung auf: die *Schichtlücke* (oder der Hiatus), wie sie hier zwischen Schicht 1 und 2 angenommen wird. Die Dauer eines Sedimentationsunterbruchs zu errechnen und oft schon sein Erkennen ist öfters sehr schwierig. Feststellen lässt er sich strukturell an Reduktionserscheinungen wie Materialvergröberung oder Kontaktdiskontinuitäten, falls ein Schichtabbau vorliegt oder an Kondensationserscheinungen wie etwa Bodenbildung, falls Ablagerungen fehlen. Messen oder in ihrem Umfange abschätzen kann man sie in idealen Fällen palynologisch, dendrochronologisch oder mit der C^{14}-Methode.
Von der Lagerung her können wir *konkordante und diskordante Sedimentation* unterscheiden, wobei wir uns bewusst sein müssen, dass in Twann je nach dem Massstab unserer Profilaufnahme eine Vielzahl von Diskordanzen anzutreffen sind und nur scheinbar völlig konkordante Lagerungsverhältnisse bestehen. Sehen wir von den unzähligen Diskordanzen im Detailbereich ab, die auf lokale Erosions- oder Akkumulationsverhältnisse zurückzuführen sind, so sind es vor allem grossräumigere Diskordanzen, speziell Erosionsdiskordanzen, die auftreten (Abb. 37).

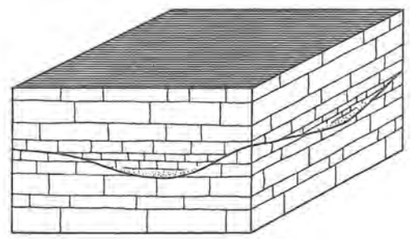


Abb. 37: Erosionsdiskordanzen („disconformities") klein- und grossräumiger Art finden sich in Twann (aus Geyer 1973).

Nach F. J. Pettijohn und P. E. Potter (1964; s. auch Geyer 1973, 157 f.) können wir die Twanner *Schichtverhältnisse,* bei genügend gross gewähltem Ausschnitt *see-landwärts* betrachtet, als Schichten ungleicher Mächtigkeit mit seitlich wechselnder Mächtigkeit und diskontinuierlicher Schichtung bezeichnen, während sie *uferparallel* innerhalb des Siedlungsareals annähernd konstante Mächtigkeit aufweisen.
Die *inneren Formen* der Schichtung, auch Strukturen genannt, können als uniform bis lamelliert, seltener als gradiert angesprochen werden. Selten sind auch konkretionäre Einlagerungen zu beobachten. Die Kulturschichten können, vorab wenn sie verschwemmt sind, gradierte und lamellierte Strukturen aufweisen. In vielen Fällen müssen diese Strukturen als anthropogen bedingt oder gestört bezeichnet werden.

XIII. Nomenklatur und Definitionen

Im stratigraphischen Abschnitt des Vorberichtes (Twann 1, 13 ff.) und in der „Analyse archéologique des sédiments" (Twann 4) sind, von einem sedimentologischen Standpunkt aus betrachtet, wiederholt zahlreiche unpräzise Bezeichnungen und Definitionen verwendet oder gar neu eingeführt worden. Insbesondere entzündet sich unsere Kritik an Figur 2 (Twann 1), bzw. der identischen Figur 12 (Twann 4), ferner an den Seiten 15–19 und 23–25 von Twann 1, bzw. 30–34 und 222–225 von Twann 4. Bei aller Toleranz gegenüber der Dehnbarkeit geologischer Begriffe, gewisse Zerreissgrenzen sind ihnen dennoch gesetzt. So stellen etwa die eben erwähnten Figuren 2 bzw. 12 in Form einer einfachen, leicht konfusen Legende praktisch die Grundlage für die gesamte Stratigraphie dar. Bei näherem Zusehen erweist sich diese Legende als sehr willkürlich angeordnet und unsedimentologisch. Zudem lässt sich daran ein gewisser Hang zur Verwechslung von Behauptung und Beweis erkennen.
Wenn man schon, in einer Art Schwarzweissmalerei, die Sedimente und ihre Komponenten in eine erste Kategorie menschlicher und eine zweite lakustrischer Herkunft einteilt, dann ist nicht einzusehen, weshalb etwa Rinde und Russ nicht auch anthropogener Abkunft sein sollen, wenn dies „charbon de bois" auch ist. Aber eben „charbon de bois" wird hier nicht als Komponente, sondern als Sedimentart verstanden. Weshalb der „limon organique" nur limnischer Natur, der „fumier très limoneux" bloss anthropogener Abstammung und der „sable" weder Fisch noch Vogel sein soll, leuchtet ebensowenig ein. Auch die Reihenfolge der Nennung der Sedimentarten und Komponenten in den oben erwähnten

	Symbol	Sedimentart		Korngrösse oder „organischer Anteil"	„Interpretation"
Sedimente		Kies / gravier		> 2 mm	meist limnische Herkunft (mit Ausnahme der Kies-/Lehmlinsen)
		Sand / sable		0.06 – 2 mm	
		Silt / limon		0.002 – 0.06 mm	abnehmend anthropogen beeinflusst
		Ton / argile		< 0.002 mm	
		stark fort	organische, siltig bis kiesige Schicht / couche organique, limoneuse à gravilloneuse	> 30 % „organischer Anteil"	überwiegend anthropogene Herkunft
		mittel moyen		15 – 30 % „organischer Anteil"	
		schwach faible		5 – 15 % „organischer Anteil"	zunehmend limnisch geprägt
Akzessorien		Holzkohle / charbon de bois		> 0.2 mm	anthropogene Herkunft
		Rinde / écorce		≫ 2 mm	
		Russ / suie		< 0.06 mm	

Abb. 38: Sedimente und Komponenten: symbolische, nomenklatorische, granulometrisch-chemische und genetische Legende.

Abbildungen ist unlogisch, und die Verwendung von „Feldbegriffen" wie fumier, craie, limon organique, argile und chape, auch wenn sie schon vorher teilweise in der Literatur Eingang gefunden haben, wirkt störend. Mit Abbildung 38 bringen wir einen nomenklatorischen Vorschlag, wie wir ihn weitgehend schon auf der Grabung gemacht haben.

Wir würden auf ungenaue Begriffe wie „craie", was richtigerweise „craie lacustre" heissen müsste, verzichten, da es Seekreide nach der Sedimentanalyse in reiner Form nur ausnahmsweise gibt (vgl. etwa Twann 3, 74). Besser wird diese in den Überschwemmungshorizonten auftretende Sedimentart als Siltsand bezeichnet. „Limon" wird von A. Orcel für Lehm verwendet und, da „argile" die tonige Fraktion (< 0.002 mm) bezeichnet, fehlt streng genommen die Siltfraktion (0.002–0.06 mm). Mag „chape" (= Kappe, Deckel, Stürze) als Bezeichnung etwa gleich zutreffend wie Linse sein, so ist dies in der Form als „chape d'argile" in Twann eigentlich nur ausnahmsweise einmal richtig. Auch mit dem Wort „fumier", sei es nun von der Qualität „d'installation" oder „limoneux de couverture", können wir uns schlecht anfreunden, es sei denn, man meine damit Einrichtungsdreck und schlammigen Deckmist[8]!

Die Abbildungen 13–17 in Twann 4, deren Aufgabe es wäre, die Berechtigung des Begriffs „limon organique" zu veranschaulichen, sind uns ebenfalls ein Dorn im Auge. „Fumier limoneux" und „limon organique" können und dürfen auch völlig gleichartig zusammengesetzt sein, aber der „fumier limoneux" soll ein Abkömmling des organischen „fumier" mit limnischem Einfluss, der „limon organique" ein legitimes Kind der „craie" darstellen. Nach unserem Dafürhalten ist aber in beiden Fällen der „fumier" der Vater und die „craie" die Mutter und ihre Kinder wohl echte Zwillinge! (Knaben oder Mädchen? – Anm. der Redaktion). Es handelt sich unseres Erachtens bloss um einen nomenklatorischen Trick, um drei aufeinanderfolgende „fumier limoneux"-Lagen besser unterteilen zu können, den man auch mit differenzierter Symbolik hätte erreichen können. Wenn diese Terminologie „sur l'origine des sédiments" (Twann 1, 15) basieren soll, so zeigt vielleicht ein Vergleich der Schichtabfolge (gelbe Seiten von Twann 4) sowie zahlreiche Widersprüche mit den Schichtprofilen (Twann 4, Pl. 6–21), auf welch schwachen Füssen diese Unterscheidung steht. A. Orcel glaubt offenbar an fundamentale Unterschiede des Seespiegels, d. h. bei „limons organiques" Überflutung des Siedlungsareals, bei „fumiers limoneux" ein Auskeilen der „fumiers organiques" seewärts bei relativ niedrigem Wasserstand (vgl. Fig. 19 und 21). In der Tat soll diese Möglichkeit auch nicht rundweg abgestritten werden; es steht aber für uns fest, dass es nicht zwangsläufig so schematisch vor sich gegangen ist. Sowohl ein „fumier limoneux" als auch ein „limon organique" sind jedenfalls für unser Verständnis Beweise für die wiederholte Überflutung des Siedlungsareals mit teilweiser Aufarbeitung einer darunter oder daneben liegenden Kulturschicht, d. h. mit Abtrag und Umlagerung von organischem Material nach Auflassen der Siedlung, teilweise auch für die Fortdauer der Besiedlung während einer der periodischen Überflutungen; wir halten demnach den Mechanismus der Überflutungen für nicht gelöst und nehmen kompliziertere Vorgänge an, als dies A. Orcel tut (vgl. S. 15 ff. und Fig. 19).

8 Wenn wir uns im folgenden weitgehend an die leider eingeführte Nomenklatur halten (allerdings in Anführungszeichen gesetzt), dann vor allem, um den Leser nicht zu irritieren.

XIV. Zur Probenentnahme und Schichtinterpretation

Weder aus freien Stücken noch aus Liebe zum Detail, sondern weil wir uns verpflichtet hatten, das von A. Orcel im Felde erstellte stratigraphische Schema (Twann 4, Figur 41, 223) anhand der sedimentologischen Untersuchungen von Profil X/42 auf seine Tauglichkeit hin zu überprüfen, ist der nachfolgende Kommentar entstanden.

Vorab einige allgemeine Erläuterungen zum Thema der Schichtgenese. Der stark differenzierbare Schichtaufbau in Twann kann auf verschiedene Weise, in unmittelbarer Abhängigkeit vom kartierten Massstab (= „mappable unit"), gesehen werden. Verschiedene Bearbeiter sind denn auch zu ganz unterschiedlichen Lösungen gelangt. Das von A. Orcel gewählte Schema rechnet sicher zu Recht mit einer Korrelierbarkeit der Schichten über das ganze Grabungsareal hinweg und definiert diese nach genetischen, sedimentologisch allerdings nicht abgesicherten Kriterien. Dabei wird das bisher eher eintönige Repertoire um einige originelle Sedimentarten erweitert.

Als wichtige Leithorizonte sind die relativ sterilen Siltschichten („craies") zu nennen. So trennen beispielsweise die Lagen 18 und 48 recht praktisch die drei Komplexe US (unteres Schichtpaket), MS (mittleres Schichtpaket) und OS (oberes Schichtpaket) voneinander ab. Ausser in der Feingrabung innerhalb der Abschnitte 6 und 7 mit der grössten Schichtmächtigkeit und in den zuletzt gegrabenen Abschnitten 8–12 wurde denn auch bloss nach diesen drei groben Abstichen unterschieden (Twann 1). Die kartierbare Einheit war hier also, nicht zuletzt aus zeitlichen und finanziellen Erwägungen, sehr grob gewählt. Im Bereiche der Feingrabung aber wurde schichtgerechter und detaillierter vorgegangen. Durch ein intensives, vergleichendes Profilstudium während – und anhand der ausgezeichneten Fotos auch nach der Grabung – gelang es A. Orcel, den Cortaillod-Bereich einschliesslich des Hangenden und des Liegenden in rund 90 Schichthorizonte zu unterteilen, welche allerdings nirgendwo lückenlos aufgeschlossen sind. Vielmehr lassen sich zahlreiche Schichtlücken erkennen.

Anstelle einer von H. Kienholz und uns vorgeschlagenen neutralen, sedimentologisch begründeten Sedimentansprache entschied sich der Stratigraph zugunsten eines durchwegs genetischen Schemas. Sicher zu Recht zieht dieses die Siltschichten („craies") als Trennschichten erster Ordnung heran. Danach steht auch den Brandhorizonten, ohne dass dies „explizit" gesagt würde, eine wichtige Trennfunktion zu. Wie unsere Analysen allerdings zeigen, kommt in allen Kulturschichten mehr oder weniger Holzkohle vor, und es ist mit Übergängen von „charbon de bois"-Schichten zu holzkohlereichen organischen Lagen zu rechnen. Dank der Unterteilung in „limons organiques" und „fumiers limoneux" lässt sich schliesslich ein sehr differenziertes Profil entwerfen. Die „limons organiques" entstehen dabei nach A. Orcel landeinwärts aus reinen Silten („craies"), während die stark organischen Schichten seewärts in „fumiers limoneux" auskeilen (vgl. Figur 19). In der Praxis heisst dies aber: organische Schichten, welche innerhalb der Grabung in Silte übergehen, heissen „limons organiques", solche die sich innerhalb der Grabungsfläche zu siltreichen organischen Sedimenten entwickeln, werden als „fumiers limoneux" bezeichnet. Dennoch schleckt aber keine Geiss weg, dass es sich in beiden Fällen um das Ergebnis einer Überflutung (inondation) handelt (vgl. Twann 4, Figur 41)[9]. Ferner darf nicht ausser acht gelassen werden, dass sich im Zuge einer Überschwemmung auch mehrere Schichten ab- bzw. umlagern können!

Um der Sedimentanalyse aber vollends die Basis zu entziehen, meint der Stratigraph, es komme bei der Differenzierung in „fumiers organiques", „fumiers limoneux" oder „limons organiques" weniger auf den absoluten organischen Gehalt als auf den relativen Unterschied zweier direkt aneinanderstossender Schichten an[10]! Sein genetisch-empirisches System hat den Vorteil, lokale Eigenheiten der Sedimentabfolge, die auf die ganze Siedlung bezogen eher belanglos sind, auf Kosten einer mehr allgemeingültigen Sicht zu eliminieren. Allerdings besteht dabei die Gefahr, Dinge sehen zu wollen, die es gar nicht gibt. Daher scheint es mir (sedimento)logischer zu sein, den Siltgehalt als direktes Mass für den limnischen Anteil am Sediment zu wählen, etwa unter Berücksichtigung anthropogen eingebrachter Anteile. Dabei ergäbe sich beispielsweise, dass die „craies"-Schichten 18 und 26 bei X/42 bloss einen geringen lakustrischen Einfluss verspüren lassen, was sich übrigens auch optisch manifestiert, während die Schichten 8 und 48 hingegen stark limnisch geprägt sind. Ferner liesse sich erkennen, dass die Ablagerungen ganz allgemein stark vom See beeinflusst sind. Wen wunderts?

Im rund 120 cm messenden Profil X/42 wurden insgesamt 70 Proben entnommen, d. h. pro 1.7 cm eine Probe. Diese starke Differenzierung ist dadurch zu erklären, dass gegenüber einer Betrachtung der Sedimentabfolge im Massstab 1:1 eine „par distance", also in einem kleineren Massstab untersuchte Serie, weniger unterteilbar ist. Dies ist das bereits erwähnte Problem der „mappable unit". Bei einer Darstellung im Verhältnis 1:20 etwa hätte sich die Probenzahl zwangsläufig auf unge-

9 Eine Behauptung unsererseits, die durch zahlreiche Abbildungen erhärtet wird.

10 Mündliche Mitteilung. Seine Beweisführung mittels „courbes de tendance" halten wir für nicht überzeugend (vgl. Anm. 6).

fähr 20 und bei einem Massstab von 1:100 sicher gar auf unter 10 Proben beschränkt. Nun sind bei der vorliegenden Probenentnahme, die wir mit angeregt zu haben glauben, viele lokale Einzelheiten ausgeschieden worden. Nach erfolgter Analyse glauben wir – auch im Interesse des Lesers – gewisse Proben gruppierend zusammenfassen zu können.
Aufgrund der Sedimentanalyse schlagen wir daher folgende Zusammenzüge vor (vgl. etwa mit Taf. 10):

Bezeichnung nach A. Orcel	Einteilung nach M. Joos	Grobeinteilung
73, 71	71–73	
70a, 70	70	
69, 68a	69	67–73
68	68	
67, 66	67	
62	62	62
61	61	
60	60	59–61
59c, 59b	59	
59a	59/58	–
58	58	58
55+57	55	55
54	54	
52+53bis	52	50–54
52+53a	50	
52+53, 51+49, 48	48	47+48
47	47	
39+41+42	39–42	
37	37	35–42
35	35	
34	34	34
32	32	
31a(32), 30	30	27–32
29, 28	28	
27	27	
26, 24bis, 23bis	26	
22bis	25–26	24–26
20bis	24	
23bis–20bis	23/24	–
23bis(19bis), 23a, 20=(19)	19–23	19–23
18–20	18/19	–
18	18	18
17a, 17, 16	16–17	
15	15	14–17
15a', 15a, 14bis, 14	14	
13a', 13a	13a	
13(+12)	13	12–13
12	12	
11b, 11a	11	11
10	10	10
9a	9	9
8	8	8
6c, 6b, 6a	6	6
5	5	5
4	4	1–4
1b–4, 1b, 1a	1	

Im folgenden soll nun detailliert auf die Schichtbeschreibung von A. Orcel (S. 18 ff.), vom Standpunkt der Sedimentanalyse aus, näher eingegangen werden. Dabei wird hauptsächlich Bezug auf Tafel 10 und Abbildung 32 genommen.

Schichten 1a, 1b (Proben 1, 2): Schicht 1 wurde ihrer Mächtigkeit (10 cm) wegen zweigeteilt. Wie die Analyse zeigt, ist eine Zweiteilung nur von der Schichtdicke her berechtigt. In beiden Proben liegt derselbe sehr homogene, karbonatreiche siltige Feinsand vor.
Kontakt 1b/4 (Probe 3): Diese Zone bestätigt sich sedimentologisch, wobei die Probe näher bei Schicht 1 liegt. Einige wenige Erdbeerkerne als Kulturzeiger weisen darauf hin, dass unsere Probe auch etwas Material von oberhalb der grossen Schichtlücke erfasst (vgl. Pollenanalyse).
Schicht 4 (Probe 4): Von Schicht 1 unterscheidet sich diese Knöllchenschicht („croûte de sable bleu") durch ihren rund 15 % geringeren Karbonatgehalt, einen hohen Mineralanteil, etwas weniger Mollusken und Operkel (= Deckel der Bithynia-Schnecken), die beste Sortierung des ganzen Profils und einen relativ höheren Quarzanteil. Es handelt sich um einen Siltsand mit 70 % Korngrössenanteil zwischen 0.02 und 0.2 mm Durchmesser. Sinterknöllchen lassen erkennen, dass diese Schicht im Bereich eines Hiatus liegt. Die beste Sortierung aller 70 Proben spricht für eine gut definierte ufernahe Ablagerung.
Schicht 5 (Probe 5): Die als „craie", also Seekreide, bezeichnete Schicht erreicht mit ihren 53 % Karbonat den für Seekreide erforderlichen Wert bei weitem nicht. Es handelt sich um einen – verglichen mit den basalen Karbonatsanden – kalkärmeren, relativ gut sortierten Siltsand. Ihn als „inondation O" zu bezeichnen, wirkt etwas willkürlich, da auch die Schichten 1 und 4 lakustrische Bildungen darstellen. Probe 5 ist die letzte eigentliche Sinterschicht, d. h. der Mineralanteil besteht zu über 70 % aus konkretionären Kalkbildungen. Mit Schicht 5 haben wir den direkten Siedlungsuntergrund vorliegen.
Schichten 6a–c (Proben 6–8): Hier wird der Stratigraph zum erstenmal das Opfer einer Überinterpretation. Jedenfalls sprechen die Analysen nicht für eine Dreiteilung von Schicht 6, die denn auch nur gerade in X/42 vorgenommen wurde. Doch kommt weder optisch noch sedimentologisch eine Heterogenität dieser Schicht zum Ausdruck.
Wir stellen fest, dass *Schicht 7 fehlt.* In Y–V/35–37 liegt sie als „chape" (Twann 4, 54), zwischen U–O/35 (vgl. Twann 4, Pl. 13 und 14) als „limon organique" 7a und „fumier limoneux" 7b vor, wird aber in den gelben Blättern von Band 4 (S. 54 f.) nicht aufgeführt. Allgemein sind die US-Schichten im seewärtigen Teil stets stark verschwemmt. Das bedeutet, dass das Siedlungszentrum offenbar weiter landeinwärts liegt.
Schicht 8 (Probe 9): Weit deutlicher als bei Schicht 5 liegt mit Schicht 8 eine seekreideartige Ablagerung vor mit einem relativ hohen Karbonatgehalt von 68 %. Zusammen mit den Lagen 6b und 6c (stark verschwemmten Kulturschichten) dürfte Schicht 8 von der Sedimentologie her einer gemeinsamen Überschwemmungsphase angehören.
Schicht 9a (Probe 10): Von 9a bis 11a folgen nun Schichten mit zunehmend anthropogenen Werten (vgl. Taf. 11). Nach unserer Analyse besteht chemisch und speziell granulometrisch ein deutlicher Unterschied zwischen den tieferliegenden Schichten 1–8 und den darüberfolgenden von 9a an (mit ganz wenigen Ausnahmen). Deutlich wird hier die Grenze zwischen sandigen Silten und kiesigen Siltsanden bzw. siltigen Kiessanden (vgl. Summationskurven Abb. 32) sichtbar. Schicht 9a ist als siltig-sandiger Kies anzusprechen, der die Nachbarschaft einer währschaften Kieslinse voraussetzt.

Schicht 10 (Probe 11): Mit Schicht 10 stossen wir erstmals auf einen „limon organique". Er erstreckt sich nach Twann 4, 63 praktisch über die Zonen A und B von Abschnitt 6 und geht in der NW-Ecke in Silt („craie") über. Damit fassen wir übrigens auch eine der vielen vom Schema abweichenden Situationen, wonach der „limon organique" seewärts und nicht wie hier landwärts in „Seekreide" übergehen sollte (Twann 4, 31). In den meisten Diagrammen nimmt Schicht 10 einen Mittelwert zwischen 9a und 11a, 11b ein, und ihre Abtrennung mag berechtigt sein, wobei auch eine Kontaktzone solche Mittelwerte liefert. Ihre geringe mittlere Korngrösse, ihre etwas bessere Sortierung und der niedere Kiesgehalt lassen die sehr schmale und optisch schlecht auszumachende Schicht als stark limnisch beeinflusst erscheinen. Im organischen Anteil nimmt Schicht 10 eine Zwischenstellung zwischen 11a und 9a ein.
Schichten 11a, 11b (Proben 12, 13): Die Unterteilung der Schicht 11 scheint von der Sedimentologie her nicht unberechtigt zu sein. Tatsächlich nimmt in 11b der limnische Einfluss leicht zu. In 11a sind leicht angeätzte Kalksteinchen, Äste und Holzkohle dominierend, während in 11b mehrheitlich Rindenstückchen zum Teil mit Sediment verbacken und etwas Moos, also alles relativ leicht verschwemmbare Elemente, vorkommen. Wenn die Komponenten von 11a dem üblichen Inventar der Kulturschicht entsprechen, so stellen jene von 11b eher typische Elemente der Isolierung dar.
Von der nicht vergleichbaren Schicht 4 abgesehen, tritt erstmals eine Reduktion des Tongehalts auf unter 5 % in Erscheinung. Dieses Phänomen tritt auch in den Schichten 60, 55+57, 35, (27), 23bis (19bis), 23a, 20=(19) auf. Dabei fällt auf, dass es sich stets um organische Schichten handelt! Könnte es sich hier um kurzfristige Überschwemmungen handeln, wo der Ton und Feinsilt nicht zur Ablagerung gelangt sind? Allen erwähnten Schichten (mit Ausnahme von 4) gemeinsam scheint ein reichlicher Anteil an Rindenbruchstücken zu sein. Gemeinsam ist ihnen auch ein relativ hoher Humusgehalt und ein Karbonatgehalt unter 20 % mit Ausnahme von 11b. Ferner weisen alle einen hohen Glühverlust auf. Beim optisch untersuchten Anteil sind grössere Unterschiede erkennbar. Der Mineralanteil ist gegenüber dem organischen immer niedrig. Stets lassen auch bloss geringe Fischreste sie als atypische Kulturschichten erscheinen. Abgesehen von den basalen Siltsanden weisen sie die besten Sortierungsgrade um 5 auf! Und schliesslich ist ihnen praktisch der höchste Quarz-Anteil eigen. Alles in allem also eine sehr eigenständige, gut abgrenzbare Gruppe, die nach A. Orcel als „fumier d'installation" zu bezeichnen ist. Haben wir es bei dieser praktisch ohne Kies (im mineralischen Sinne) auskommenden Gruppe mit schnell aufgeschwemmten und homogenisierten Kulturschichten zu tun oder sind es vielmehr die letzten wirklich autochthonen Siedlungsreste? Es sind zumindest jene, die wir selbst vor der Analyse schon, aus strukturellen Anzeichen, als durch Überschwemmungsphänomene entstanden betrachtet haben! Alle die genannten stark organischen Schichten sind nach A. Orcel von „craie" oder „limon organique" unterlagert und von „chapes" überdeckt (Ausnahme 55+57), sind also klassische „fumiers d'installation", und als solche wären auch die zahlreich vorkommenden Rindenlagen sehr verständlich! Ich behaupte aber, dass diese eben beschriebenen Schichten sämtliche durch Wasser umgelagert und homogenisiert worden sind. Je heterogener eine Schicht, behaupte ich ferner, desto grösser ist ihre Chance, dass sie nur unweit verlagert wurde.
Schicht 12 (Probe 14): Diese siltig-sandige Kiesschicht ähnlich 9a bildet hier sozusagen die Randfazies von Kieslinse 12. Wie alle „chapes" bis und mit 15a weist auch 12 eine extrem schlechte Sortierung auf, was auf eine sehr kurze Transportdistanz schliessen lässt.
Schicht 13 (+12) (Probe 15): Damit treffen wir auf den zweiten „limon organique", der granulometrisch durchaus vergleichbar mit jenem von Schicht 10 ist. In beiden Fällen liegt Siltsand mit etwa 10 % Material > 2 mm und rund 40 % Karbonat vor. Für beide Proben kommt Kontamination mit den darunterliegenden Kiesen 9a bzw. 12 in Frage, weil dies ja sozusagen der Normalfall ist. In der Regel nimmt eine höhere Schicht eben Elemente der tieferliegenden auf. Dass sich dies hier in einem bescheidenen Rahmen hält, zeigt der jeweilen geringe Kiesgehalt von 10 und 13(+12) im Vergleich zum Substrat.
Schicht 13a, 13a' (Proben 16, 17): Von den zwei Proben ist die untere sehr sandig, die obere sehr siltreich. Hier trifft genau das Gegenteil der Erwartung zu, wonach 13a von einem „limon organique", 13a' von einem Sand beeinflusst sein soll. Richtig ist vielmehr, dass in dieser zweiteilbaren Schicht ein gegenüber 13(+12) höherer anthropogener Anteil feststellbar ist.
Schicht 14 (Probe 18): Diese als Randfazies einer „chape" gedeutete Probe ist sandig-kiesig. Sämtliche folgenden Proben bis und mit Schicht 18 sind mehr oder weniger reich an Material > 2 mm bei sehr hohem Mineralanteil. Sie stehen unter dem Einfluss eines oder mehrerer Kieskörper, was ja für X/42 ganz generell schon gilt. Dass Bemerkungen über Granulometrie ohne sedimentologische Analyse zu relativieren sind, zeigt das für diese Schicht angenommene Fehlen von Ton (+ Silt?) an. Zwar gibt es eine Serie spezieller organischer Schichten, denen Ton praktisch vollständig fehlt, nicht aber Silt, den wir jedenfalls nicht zum „argile" rechnen! Andrerseits gibt es nur wenige Sedimentproben, in denen der Tongehalt 10 % leicht überschreitet. Ebenso wenig trifft demnach für Schicht 14 zu, dass im Innern der „chapes" das Verhältnis Ton (+ Silt) : Sand : Kies gleich 1:1:1 ist. Grundsätzlich kann aber festgestellt werden, dass Sand und Kies am Rande von Kieslinsen den Gehalt an Ton + Silt überwiegen.
Funde in dieser Schicht weisen nach der Auffassung von A. Orcel auf Lessivage hin, da sich im Innern von Linsen selten Artefakte finden liessen. In der Tat beweist eine gewisse Sterilität das Einbringen solchen Kieses zu Isolierungszwecken. Allfällige kulturelle Rückstände (Knochen, Artefakte) im Hangenden der Linsen sind zudem meist wieder weggeschwemmt worden.
Im übrigen stellt Schicht 14 die anthropogenste unter den „chapes" dar! Kontamination mit Schicht 13a' ist daher sehr wahrscheinlich.
Schicht 14bis (Probe 19): Diese unbedeutende Schicht stellt den Trennhorizont zwischen den Linsen 14 und 15a dar, wobei letztere nach Schema gar nicht vorkommen sollte (Twann 4, Figur 41). 14bis besitzt eine gewisse Affinität zu 14, kann aber in den meisten Belangen als ein Übergangshorizont zu 15a betrachtet werden (vgl. Taf. 10–12).
Schichten 15a, 15a' (Proben 20, 21): Mit 15a liegt ein siltig-sandiger Kies vor. 15a' entspricht einer etwas siltigeren Einschaltung. Von der sogenannten Aschenprobe liegt nur eine Teilanalyse vor (Humus 0.4, Phosphat 20, pH 7.45, organischer Anteil 15 %, Karbonat 49,5 %). Es handelt sich um eine im Profil deutlich schwarz hervortretende Lage aus hauptsächlich feineren Holzkohlepartikeln, seltener auch grösseren Holzkohlen in sandig-feinkiesiger Matrix, die durchaus einer Aschenlage entsprechen mag, was diesen Horizont aber noch nicht unbedingt zur Herdstelle macht. Man kann darin eine Beziehung zum Brandhorizont 15 sehen, der ja einen Siedlungsbrand repräsentieren soll. Die leicht konvolutartige Struktur von 15–17 mit dem Vorkommen von möglicher Asche betrachten wir als ein Zeichen dafür, dass dieser Linsenkomplex 15–17 mehr oder weniger in situ vorliegt und Spuren des Brandhorizontes 15 enthält. Den rund 15 Webgewichten, die in diesem Schichtkomplex gefunden wurden (auf dem Profilanschnitt bei X/42 sind allein drei sichtbar, ein viertes ist in 18–20 eingebettet; s. Figur 8 und 9), kommt unseres Erachtens eine für das Verständnis des Schichtenaufbaus wichtige Stellung zu. Wenn hier keine Fehlbestimmung vorliegt oder der Zufall es will, dass in

18 nochmals an dieser Stelle ein Gewicht zurückblieb, so würde ich diese Situation mit als ein Indiz gegen die vorgelegte Theorie der Schichtgenese hinzuziehen und den Komplex 14–18 enger zusammenschliessen (vgl. auch Schicht 16). Dass die Webgewichte aus dem siltig-sandigen Kies 15a gefertigt worden wären und wir demnach hier eine Produktionsstätte von Webgewichten mit dem dazugehörigen Rohprodukt fassen, halte ich für sehr unwahrscheinlich. Zufälligerweise haben wir ein Brett des eingeschäumten Profils X/42 mit einem guten Lackprofil aufbewahrt, das auch bei unserer Besprechung der einzelnen Proben fleissig konsultiert wurde. Das im übrigen sicher gebrannte Webgewicht, welches als Abdruck im Lackprofil erhalten war, ist relativ fein gemagert und hat mit Schicht 15a kaum etwas gemeinsam.

15a' ist dagegen tatsächlich eine (lokale) Linse von etwas karbonatisch-siltigerer und entsprechend weniger kiesiger Art.

Schicht 15 (Probe 22): Verglichen mit den Schichten 37, 55+57 oder 62 ist für Probe 22 die Bezeichnung als „charbon de bois" unzutreffend, aber dies gilt ganz allgemein für diesen ungeeigneten Begriff. Verglichen mit 15a, 15a' und dem Verhältnis von Holzkohle zu den übrigen unverkohlten Pflanzenresten (Taf. 12) ergibt sich beispielsweise kein Unterschied.

Schicht 16 (Probe 23): Verglichen mit den umgebenden Schichten ist 16 weder lehmig noch sehr organisch, sondern ebenfalls sandig-kiesig. Im übrigen scheint diese als „limon" bezeichnete Schicht eine glatte Erfindung zu sein, die sich nur wenig von 15, einer holzkohleführenden „limon"-Lage unterscheidet, aber wohl aus Gründen lateraler Kontinuität herbemüht wird.

Schicht 17 (Probe 24): Mit Schicht 17 liegt bestimmt eine sandige Kieslinse vor. Ob es sich dabei um eine Herdstelle, einen Hüttenboden (oder etwas anderes) handelt, kann weder sedimentologisch noch archäologisch entschieden werden. Generell halte ich die Linsen für Substrate zur Isolation bzw. Entwässerung von Böden, Arbeitsflächen, seltener auch für Herdstellen. Schicht 17 ist in Profil X/42 die siltärmste und nach 54 die kiesreichste Schicht.

Schicht 17a (Probe 25): Auch Schicht 17a ist sehr kiesreich (> 40 Gewichts-%). Gegenüber 17 und 18 ist sie etwas siltiger. Sie versteht sich aus der umliegenden Topographie als ein lokales Phänomen. Während nämlich Linse 17 zwischen m 40 und 41 erhöht liegt und daher der Erosion stark ausgesetzt ist, füllt sie bei X/42 eine Senke auf. Dieser Egalisierungseffekt hält auch in Schicht 18 an, die hier denn auch sehr kiesig ist und ja ein Webgewicht enthält. Erst durch die Kieslinse 20bis+24bis wird diese Vertiefung in eine Überhöhung umgewandelt.

Die Schichten 16 und 17 sind praktisch identisch durch alle Abbildungen hindurch. Dennoch soll 16 ein „limon organique" und 17a ein „fumier limoneux" sein. Wir fassen hier also den häufigen Fall, wo sich „limon" und „fumier" überschneiden. Wir sind überzeugt, dass an dieser Stelle für die Sedimentation beider Schichten dieselben Bedingungen herrschten: Überschwemmung und Umlagerung einer organischen Schicht.

Schicht 18 (Probe 26): Vom Siltcharakter dieses Überflutungshorizontes ist an dieser Stelle wenig zu spüren, da nur 1 m daneben eine Kieslinse intensiv abgebaut wird und Schicht 18 bei X/42 stark beeinflusst. Dennoch ist hier ein Siedlungsunterbruch anzunehmen (vgl. Abb. 50). Der bei X/41,5 sichtbaren Aufarbeitung von Kies 15a, 15a' ist wohl auch das in 18 aufruhende Webgewicht zu verdanken.

Schicht 18–20 (Probe 27): Wegen der geringen Probenmenge konnte die Kontaktzone 18–20 nur zum Teil analysiert werden; sie steht aber der Schicht 18 sehr nahe.

Schicht 20(=19), 23a, 23bis(19bis) (Proben 28–30): Sedimentologisch gesehen gehören diese drei Proben zusammen. Auffällig ist dabei das Fehlen jeglichen Tones, ein Phänomen, das wir bei Schicht 11b als kurzfristige Aufschwemmung zu erklären versuchten, da diese Erscheinung typisch für die „couches d'installation" zu sein scheint.

Könnte es sich hier aber nicht um reine Landablagerungen organisch-anthropogener Natur handeln, die stark gepresst worden sind? Dagegen spricht unseres Erachtens zum einen die horizontale Einregelung sämtlicher Holzkomponenten, der relativ gute Sortierungsgrad, das Vorkommen von Operkeln in all diesen Schichten (was aber auch als sekundäre Infiltration erklärt werden könnte), ferner ihre ununterbrochene Verbreitung über die Siedlung hinweg! Für eine bloss kurzfristige oder gar fehlende Aufschwemmung sprechen der minimale Tonanteil und der niedere Karbonatgehalt. Mit dieser Interpretation stellen wir uns natürlich, immerhin mit voller Überzeugung und nach Besprechung mit J. Brochier, völlig quer zur Twanner Einstellung. Es ist für uns ferner indiskutabel, dass diese Schichten etwa bewusst gestreute und egalisierte Isolationsschichten darstellten. Die Homogenisierung ist ein typisch limnisches Element, während die anthropogene Aktivität eher zu heterogenen Schichten wie Kieslinsen führt. Vom sedimentologischen Standpunkt aus ist es unhaltbar, eine Schicht 23a als „limon organique" auszuscheiden. Die „limons organiques" sind eben oft nur theoretisch vorhandene Trennscheider. Unser Stratigraph berücksichtigt allerdings die Möglichkeit, dass die drei Proben zu einer einzigen Schicht 19 zu zählen sind, was wir unterstützen. Wenden wir uns nochmals kurz der Granulometrie dieses Schichtkomplexes und der verwandten Schichten 11b, 32, 35, 55+57 und 60 zu, um nur die typischsten zu nennen. Allen gemeinsam ist relativ viel Grobsand und meist ein hoher Grobsilt- oder Mittel- + Grobsilt-Anteil. Diese Art von Kornverteilung ist typisch für zusammengesetzte Sedimente. Der Grobsand steht dabei für den anthropogenen, der Grobsilt für den limnischen Anteil. Im Gegensatz zu Schicht 4, wo wir ein gut definiertes Sediment im andauernd leicht bewegten Uferbereich haben und es daher zu keiner Tonausfällung aber einer sehr guten Sortierung kommt, dürfte in den stark organischen Kulturschichten das Material nur kurz aufgewirbelt, homogenisiert und wieder abgelagert worden sein. Stand das Wasser dagegen längere Zeit im Siedlungsbereich, so konnte sich keine stark organische Schicht erhalten.

Stark organische Schichten, d. h. „fumiers organiques", denen die eben erwähnten Anzeichen fehlen, sehen im Bild auch nicht so homogen verschwommen aus, sondern sind viel heterogener.

Schicht 23bis–20bis (Probe 31): Probe 31 zeigt eindeutig Übergangscharakter; es handelt sich denn auch um eine Kontaktzone.

Schichtkomplex 20bis–26 (Probe 32–36): Wir betrachten die ausgeschiedenen Schichten 20bis bis und mit 26 (Proben 32–36) als relative Einheit, die sich auch optisch abzeichnet. Neben Schicht 8 fassen wir mit 22bis die silt- und karbonatreichste Probe der ganzen Serie. Dabei handelt es sich um eine ganz lokale Einschaltung. Das im Profil (vgl. Twann 4, Pl. 6–21) etwas unlogisch als 20bis+24bis bezeichnete Schichtpaket stellt ein kiesig-sandig-siltiges Gemisch dar, welches sich in X/42 nicht weiter unterteilen lässt. Schicht 26 ist hier vermutlich erodiert. Jedenfalls fehlen bei der dazugehörigen Probe alle sedimentologischen Hinweise wie erhöhter Karbonatgehalt oder Siltanteil. Auch A. Orcel hält es für möglich, dass Linse 20 sich bis hinauf zu Schicht 26 erstreckt; wir möchten ergänzen: inklusive 26.

Schicht 27 (Probe 37): Auch diese „Installationsschicht" weist bei hohem organischem Anteil einen etwas geringeren Tongehalt auf. Ihre Entstehung dürfte wie auch die nachfolgenden Lagen wohl einer wiederholten stärkeren anthropogenen Beeinflussung zu verdanken sein. Schicht 27 steht am Anfang eines Abschnittes mit mehrheitlich organischem Anteil, der bis Schicht 42 hinaufreicht.

Schicht 28 (Probe 38): Diese sandige Kieslage muss eher aufgrund ihrer geringen Mächtigkeit und der Verquickung mit Hangendem und Liegendem denn ihrer Granulometrie wegen, die vergleichbar mit 20bis und 24bis ist, als Randfazies bezeichnet werden.

Schicht 29 (Probe 39): kann von der Sedimentanalyse her als Übergangssediment zwischen Kies 28 und Kulturschicht 30 gesehen werden. Wir möchten die Schichten 27–32 genetisch näher zusammenrücken als dies A. Orcel tut, da wir innerhalb dieser Phase eine Kontinuität der Siedlung für sehr wahrscheinlich halten. Da während dieser Phase aber die Siedlung wiederholt überflutet war, können wir uns dies bei der vorhandenen lateralen Kontinuität der Schichten eigentlich nur bei abgehobener Bauweise im Sinne von Ch. Strahm (1972/73, 10) vorstellen!

Schicht 30 (Probe 40): Auffallend für diese Kulturschicht ist der hohe Mineralanteil der Kiesfraktion. Diese Schicht, wie eigentlich die meisten des Profils X/42, halten wir für stark reduziert. Sie mag durchaus eine „couche d'installation" sein, da aus Analogie zu heutiger Siedlungstätigkeit auf ein dauerndes Bauen, Ausbessern, Reparieren geschlossen werden darf.

Schicht 31a(32) (Probe 41): Granulometrisch und chemisch gleicht 31a(32) gut ihrer artverwandten Schicht 29. Beide zeigen leicht erhöhte limnische Anteile. Im Unterschied zur Schicht 30 könnte hier die Überflutung länger gedauert haben und/oder das Wasser höher gestanden haben. Nach der schlechten Sortierung zu schliessen sind beide Horizonte kaum lessiviert! Ein hoher Kiesanteil kann Nachbarschaft zu einer Kieslinse, was wir hier annehmen möchten, oder starke Schichtreduktion bedeuten.

Schicht 32 (Probe 42): Diese Kulturschicht gehört wieder in die Kategorie der tonarmen, die nach unserer Meinung von einer sehr kurzen Überschwemmungsdauer geprägt sind. Dadurch unterscheidet sich Schicht 32 auch deutlich von Schicht 30. Im Unterschied zur vergleichbaren Schicht 35 ist sie aber weit weniger organisch. Mit einem Sedimentwert von –132.5 liegt keine extrem anthropogene Schicht vor wie etwa 23bis(19bis). Der hohe Quarz-Gehalt dagegen ist typisch für die „fumiers"! Einige Operkel weisen auch in Richtung Überflutung. Erstmals ab Schicht 29 treten auch auffallend viele Fischreste auf, die wir als Kulturzeiger par excellence (sic) betrachten. Die relativ gute Sortierung dieser Schicht ist ein weiteres Indiz für Wasserbeteiligung bei der Sedimentation.

Schicht 34 (Probe 43): Gewiss liegt mit 34 ein weiterer Überflutungshorizont vor, der aber im Bereich von X/42 durch die benachbarten Kulturschichten stark geprägt wird. Dafür sprechen etwa der hohe Kiesgehalt von etwa 30 % und die schlechte Sortierung. Den hohen Phosphatgehalt haben wir in Feldmeilen-Vorderfeld ZH als ein Indiz für das Trockenfallen der darüberliegenden Schichten betrachtet (Joos 1976/1, 111). Wir können auch hier einen solchen Phosphatbart vermuten.

Schicht 35 (Probe 44): Damit ist eine sehr organische Schicht mit einer demnach sehr niedrigen natürlichen Dichte gemeint. Wie Schicht 32 praktisch tonlos, wird die Schicht von uns zu den schnell abgesetzten gerechnet. Das widerspricht natürlich A. Orcel, der in Schicht 35 einen vom See unberührten „fumier" vorliegen sieht. Dazu werden Schicht 37 und 39–42 als Zeugen bemüht. Neigten wir ursprünglich auch noch zu dieser Ansicht, so belehren uns die Resultate der Sedimentanalyse eines andern. Holzkohle im Sediment ist kein Beweis für Trockenlage, da sie in allen Schichten mehr oder weniger häufig vorkommt. Aus Analogie zu den Schichten 20(= 19) bis 23bis(19bis) würden wir auch diese Schicht für kurzfristig aufgeschwemmt und in ihrer Mächtigkeit reduziert betrachten.

Schicht 37 (Probe 45): Die holzkohlereiche Kulturschicht 37 unterscheidet sich granulometrisch von der darunterliegenden Schicht 35 hauptsächlich durch ihren Tongehalt, der wohl limnisch zu deuten ist. Die Kantenverrundung der Holzkohle fehlt dagegen tatsächlich weitgehend.

Schicht 39+41+42 (Probe 46): Hier liegt zusammen mit 17 die sandreichste, relativ gut sortierte Schicht vor mit den typischen Parametern für eine Kulturschicht, wie sehr tiefem Karbonatgehalt, hohem Quarzanteil, hohem Glühverlust und niederer Dichte. Limnische Zeiger sind seltener als im darunter- und darüberliegenden Horizont. An der untersuchten Stelle widerspricht die Analyse der Ansicht von A. Orcel, wonach hier hauptsächlich „limon organique" und „fumiers limoneux" vorliegen sollten. Wir haben es wohl eher mit einer wegen ihrer relativen Hochlage über Kieslinsen stark reduzierten und abgeschwemmten Kulturschicht-Serie zu tun. Die Hoffnung des Stratigraphen auf relativ viele lakustrische Elemente wird nicht erfüllt. Da das Schichtpaket an anderer Stelle gut gegliedert ist, muss an eine Aufarbeitung mehr oder weniger lokaler Art gedacht werden.

Schicht 47 (Probe 47): Zahlreiche limnische Zeiger weisen darauf hin, dass hier kein reiner Kies mehr vorliegt, sondern dass dieser wohl zu Beginn der Bildung von Schicht 48 durch Verschwemmung einer benachbarten Kieslinse verändert wurde. Andrerseits dürfte ein guter Teil der Linsen primär aus dem Uferbereich bezogen worden sein, folglich selbst bereits mit limnischen Zeigern versehen sein. Möglicherweise entspricht Schicht 47 aber tatsächlich der Kieslinse 43, und es folgt somit ein grösserer Hiatus im Profil.

Schicht 48 (Probe 48): Mit Schicht 48 haben wir eine für die Stratigraphie von Twann wichtige Siltschicht gefasst, welche die Unterteilung von OS und MS ermöglicht. Dennoch sind ein erstaunlich niedriger Karbonatgehalt von bloss 55 % und ein recht hoher Phosphatgehalt festzustellen. Nach A. Orcel befinden wir uns im Übergangsbereich Seekreide – „limon organique" dieser Schicht, die biel- und seewärts (sic) in einen „limon organique" (bei X/49) übergeht (vgl. Twann 4, 142 f.). Wir meinen allerdings, dass diese Schicht wohl eher bielwärts auskeilt. Da nur geringe Höhenunterschiede vorliegen, ist neben primären etwa strömungsbedingten Ablagerungsunterschieden an eine sekundäre Erosionserscheinung und Lessivage tieferer Schichten zu denken.

Schichten 51+49(=49) und 52+53 (Proben 49, 50): Der wesentlichste Unterschied zu den granulometrisch mit Schicht 48 übereinstimmenden, sehr kiesig-sandigen Silten besteht in einem etwas höheren organischen Anteil. Abgesehen von den basalen Horizonten 1–5 liegt bei 49 etwas überraschend der niedrigste Phosphatgehalt mit 7.7 FE vor, sodass wir uns fragen, ob nicht hier das Zentrum von Schicht 48 liegt. Bei Karbonatgehalten um 50 % ist die Bezeichnung als „limon organique" und „fumier limoneux" wohl zulässig, beide sind aber nicht eben sehr organisch und recht quarzarm.

Wir stellen uns vor, dass diese zwei Schichten ans Ende der grossen Überschwemmungsphase 48 gehören, als bei sinkendem Wasserspiegel von der Grabung nicht erfasste landwärtige ältere Ablagerungen erodiert und seewärts verschleppt wurden.

Schicht 52+53a (Probe 51): Verglichen mit Schicht 47 ist die Feldbezeichnung als „sable avec très peu d'argile" unzutreffend. Hier liegt ein siltig-sandiger Kies mit sehr wenig organischem Anteil vor, also eine mit spürbarer Seebeteiligung umgelagerte Linse. Sie enthält sehr viele Kulturzeiger, namentlich Fischreste und Schlafmohn.

Schicht 52+53bis (Probe 52): Im geringeren Kiesanteil und höheren organischen Gehalt unterscheidet sich diese Schicht von der vorherigen. Ihre Bezeichnung als „fumier limoneux" geht in Ordnung.

Schicht 54 (Probe 53): Obwohl diese Lage optisch den Eindruck eines „limon organique" durchaus erweckt, weist ihn die Sedimentanalyse als sehr siltigen Kies – mit dem grössten Kiesanteil überhaupt – und mit wenig organischem Material aus. Schicht 54 entspricht folglich nur der Position nach einem „limon organique", lokal liegt eine verschwemmte Kieslinse mit stark limnisch geprägtem Sedimentwert von +37.5 vor. Nach dem Orcelschen Schema wäre sie somit als 53+54 zu bezeichnen.

Schicht 55+57 (Probe 54): Auch hier haben wir etwas zu bemängeln. Zwar liegt eine sehr organische Kulturschicht von der bekannt tonarmen Art vor, aber ein auch nur leicht erhöhter Holzkohlegehalt lässt sich nicht ausmachen. Im Gegenteil zeigt Tafel 12 sogar ein leichtes Zurückgehen der Holzkohle an!
Schicht 58 (Probe 55): Obschon dieser Trennhorizont lokal hier nur schlecht auszumachen ist, zeichnet er sich in der Sedimentanalyse recht deutlich ab. Tatsächlich entspricht er hier eher einem „limon organique" mit einem Maximum an kulturellen wie limnischen Zeigern (vgl. Taf. 12). Sedimentologisch gesehen könnte man von einem Zyklus sprechen, der von Schicht 58 bis Schicht 59c und mit Einschränkungen bis Schicht 60 verläuft mit zunehmenden Sand-Kies-Anteilen und leicht abnehmendem Karbonatgehalt.
Schichten 59a–c (Proben 56–58): Diese drei Schichten unterscheiden sich nicht wesentlich voneinander. Berücksichtigt man aber, dass von hier an aufwärts die Linsen nicht mehr so kiesig sind, so kann man wenigstens trendmässig die vorgenommene Dreiteilung sanktionieren. Wir vermuten allerdings, dass von m 42,5 an westwärts diese Unterteilung vorübergehend aussetzt und im Prinzip stets 59b vorliegt.
Schicht 60 (Probe 59): Auch diesen „fumier organique" würden wir sicher im Gegensatz zu A. Orcel als kurze Aufschwemmung, die oberste dieser Art in Profil X/42, betrachten, wobei hier diese Ansicht sogar einmal durch eine geringe Anzahl Characeen gestützt wird! Erstaunen mögen auch hier wieder die relativ wenigen Kulturzeiger.
Schicht 61 (Probe 60): Diese siltig-kiesige Sandlage dagegen hat viele Kulturzeiger. Sie als Herdstelle zu bezeichnen, geht wohl nur an, wenn man sie als Substrat der nächsthöheren Schicht betrachtet. Der Holzkohleanteil (Taf. 12) jedenfalls widerspricht eher dieser Ansicht.
Schicht 62 (Probe 61): Eingebettet in ein lehmig-sandiges Milieu fassen wir mit dieser Schicht den typischsten Brandhorizont unseres Profils, erreicht doch der Holzkohlegehalt, gemessen am Gesamtanteil vegetabilen Materials, beinahe 75 % (Taf. 12). Die Schicht, nicht frei von limnischen Zeigern, führt wiederum wenig Kulturzeiger. An der Oberkante dieser Schicht liegt eventuell ein zweiter grösserer Hiatus(?).
Schichten 66, 67 (Proben 62, 63): Dieser siltig-kiesige Sand (Schicht 66) weist das Maximum an Fischresten und Erdbeerkernen auf. Schicht 66 ist ferner auch mit reichlich Holzkohle versehen. Sie dürfte den Rest einer Erosionstätigkeit, die bis auf Schicht 62 hinuntergewirkt hat, darstellen. Einzig im Kiesgehalt unterscheidet sich die nächsthöhere Probe (Schicht 67), die einen maximalen Gehalt an Himbeeren und Brombeeren und sehr viele Fischreste aber etwas weniger Holzkohle führt. Was oberhalb Schicht 62 an Trennschichten eingezogen wurde, ist wohl durchwegs sehr hypothetisch!
Schicht 68 (Probe 64): In diesem stark homogenisierten oberen Teil zeichnet sich diese sandig-kiesige Siltlage relativ deutlich ab. Mit den zwei nachfolgenden Schichten ist sie auch gegenüber Kulturzeigern relativ immun.
Schichten 68a und 69 (Proben 65, 66): Nur ideologisch aber keinesfalls sedimentologisch rechtfertigt sich hier eine Trennung in zwei Schichten. Für uns ist ohnehin die Unterscheidung in einen „limon organique" und einen „fumier limoneux" eine Einteilung in ein und dasselbe, gehupft wie gesprungen!
Schichten 70 und 70a (Proben 67, 68): Zum nächsten Verband lassen sich diese beiden Lagen zusammenfassen, wobei 70a einen etwas erhöhten organischen Anteil enthält.
Schichten 71 und 73 (Proben 69, 70): Schliesslich teilen sich auch die beiden letzten Schichten in dieselben Eigenschaften. Bemerkenswerte Unterschiede betreffen lediglich den Kiesanteil. Von den sedimentologischen Daten her empfiehlt es sich nicht, Schicht 73 als „limon organique" zu bezeichnen.

Damit hätten wir die Schichtenfolge bis zur Erschöpfung durchbesprochen. Einiges, was der Ausgräber erwartete, ist eingetroffen; vieles, was er genetisch zu erklären versuchte, bezweifeln wir. Ganz im Dunkeln liegt unseres Erachtens die Einteilung in „ensembles, phases, inondations" (vgl. Twann 4, Figur 41). Nirgendwo ist Genaueres über diese Begriffe in Erfahrung zu bringen. Einzig auf Seite 224 (in Twann 4) erfahren wir Näheres über die Phasenabfolge. Von den „ensembles" heisst es allein, dass sie geeignete Zusammenfassungen von Phasen darstellen, für eine erste Materialstudie. Und die „inondations" sind jene Überschwemmungen, die sich als „craies" und „limons" erkennen lassen. Wer aber glaubt, einzig diese Schichten verdankten ihre Entstehung einer Überschwemmung . . .

XV. Zur Bedeutung der organischen Silte (= limons organiques)

Im Sedimentationsschema von A. Orcel spielen, wie mittlerweile mehrfach erwähnt, die „limons organiques" neben den „craies" eine bedeutende Rolle. Ihr Erkennen entscheidet über die korrekte Rekonstruktion der Siedlungsphasen und über die Deutung der Siedlungsart: „Verkennen wir die Existenz eines organischen Siltes zwischen zwei Fumiers, so fallen diese zusammen. Wir begehen dann den Fehler, nur eine Siedlungsphase anzunehmen statt deren zwei zu erkennen. Die untere Siedlungsphase würde in diesem Falle zum Basisfumier der vermeintlich ‚einheitlichen Phase' geschlagen, und man gewänne so den Eindruck, dass die die Lehmlinse der oberen Phase unterlagernde Schicht (Basisfumier) mit Artefakten (die eigentlich aus der untern Phase stammen) durchsetzt wäre. In Wirklichkeit wurde aber dieser Fall nie beobachtet. In allen korrekt definierten Siedlungsphasen verteilen sich die Artefakte um die Lehmlinsen herum . . ." (Twann 4, 228). Solche Sätze und ein unerschütterlicher Glaube an das einmal installierte System machen es schwer, an sich stratigrafisch-sedimentologische Fragen noch vorurteilslos anzupacken.
Beispielsweise soll in X/42 die optisch einheitlich wirkende organische Schicht 20–23bis in Wirklichkeit aus 20=(19) (einem „fumier d'installation") bestehen, während 20 („chape") und 21 („fumier limoneux de couverture") fehlen. Danach soll mit 23 erneut ein basaler „fumier" folgen, darüber 23a, ein schematisch allerdings nicht vorgesehener „limon organique", und mit 23bis (19bis) ein „fumier d'installation", der vielleicht auch jenem von 20=(19) entspricht und folglich die ganze Arithmetik gar in Frage stellt. Wie die Analysen übrigens zeigen, sicher zu Recht!
Zugegeben, die Verhältnisse sind selbst beim einfachst scheinenden Schichtverband sehr komplex. Um so mehr sollte man sich davor hüten, die Sedimentfolge in ein unflexibles System pressen zu wollen, das mit einer idealrhythmischen Gesetzmässigkeit von menschlichem Verhalten und natürlichen Prozessen rechnet.
Die Sedimentationsverhältnisse zwischen Silt 18 und Silt 26, sicher den grossen Leitlinien, sind bestimmt mehrphasig, doch lassen sich im untersuchten Abschnitt nur zwei Grossphasen deutlich auseinanderhalten (vgl. auch Pl./Taf. 1b und Figur 8). Die Indizierung zwischen den Schichten 18 und 26 lässt erkennen, wie kompliziert man dies bezeichnen kann und muss, wenn man schematisch vorgeht. Für uns jedenfalls ist die untere 6 cm dicke organische Schicht der Proben 27 bis 30 ein zusammengehöriges homogenes Überbleibsel einer im einzelnen sehr vielfältigen aber kaum noch rekonstruierbaren Bau- und Siedlungsgeschichte. Auch eine innere Struktur wollen wir ihr durchaus nicht absprechen; man könnte eine untere schwach sandig-kiesige von einer mittleren eher siltigen und einer oberen zweigreichen Partie unterscheiden. Der auflagernde bereits mehrfach erwähnte Schichtkomplex 20bis+24bis (= „chape") stellt in seiner Indizierung zum einen das stratigrafische Prinzip von oben und unten in Frage, weist zum andern eine wesentlich komplexere Innenstruktur auf und ist im übrigen sedimentologisch bloss am Rande als „chape" anzusprechen, deren autochthoner Charakter sehr zu bezweifeln ist. Ihre jetzige Lage und Zusammensetzung dürfte grösstenteils der Überschwemmung von Schicht 26 zu verdanken sein.
Die organischen Silte sind unbestrittene Zeugen intensiver Überschwemmungen des Siedlungsplatzes, aber nicht die einzigen! Grundsätzlich ist festzuhalten, dass es im Prinzip keine einzige Schicht gibt, die nicht zumindest Spuren einer limnischen Überarbeitung trägt. Wir sind zudem der festen Überzeugung, dass die „fumiers limoneux" nicht nur chemisch und granulometrisch mit den „limons organiques" eine Einheit bilden (vgl. Tab. S. 108 f.), sondern ebenfalls typische Vertreter von Überflutungen darstellen. Wir sind sogar der Meinung, dass jene organischen Schichten mit fehlendem Tongehalt, oder wenigstens ein Teil von ihnen, eigentliche Schwemmschichten seien. Demzufolge hätten wir nur ausnahmsweise Schichten vorliegen, die keiner Überflutung zu verdanken wären! Bei aller Konsequenz dieser Aussage, diesen Umstand dem Archäologen klarzumachen, scheint bei den Seeufersiedlungen die wichtigste Aufgabe des Sedimentologen zu sein, allerdings auch eine recht aussichtslose.
Es führen nämlich unterschiedlich hohe und langwährende Überschwemmungen je nach dem vorhandenen Substrat zu den verschiedenartigsten Ablagerungen. Selbst bei abgehobener Siedlungsweise muss bei der vorliegenden Homogenität einzelner Lagen an zahlreiche Siedlungsunterbrüche gedacht werden (vgl. Taf. 10), die wir sedimentologisch aber nicht zu fassen kriegen.
In den organischen Silten sehen wir zusammenfassend nicht die neben den „craies" einzigen Überflutungshorizonte (inondation), sondern lediglich jene meist über Linsen auftretenden gut erkennbaren Lessivierungshorizonte, deren es noch eine ganze Reihe versteckter gibt, wie sie uns etwa durch die „Peaks" der Beerensamen signalisiert werden (vgl. Taf. 12).
So zerbröckelt – zumindest in unsern destruktiven Händen – ein sehr praktisches aber bestimmt zu optimistisch gehandhabtes System! Wir entscheiden uns daher im folgenden Abschnitt zu einer mässigen Umgruppierung, namentlich aber dem Zusammenlegen von „fumiers limoneux" und „limons organiques".

XVI. Korrigierte Sedimentzuweisung

Wir haben bisher wiederholt die Sedimentzuweisungen kritisiert und die Aufteilung in „limons organiques" und „fumiers limoneux" als unberechtigt hingestellt. Nun möchten wir hier einige sedimentologisch vertretbare Korrekturen vornehmen und die Sedimente unter diesem Aspekt neu beurteilen, wozu wir uns der nachfolgenden Tabelle sowie graphischer Darstellungen bedienen (Abb. 39–44).
Auf der Tabelle S. 107 ff. sind bei den unterschiedenen Sedimentarten die grössten Ausreisser mit Ausrufzeichen und mindestens mit einer neuen Zuweisung versehen. Unter diesem Aspekt und unter Zusammenzug der „limons organiques" und „fumiers limoneux" zu einer Gruppe der „limons organiques" ergeben sich die *korrigierten Mittelwerte* der hier vorgelegten Tabelle. Vom chemisch-physikalischen Standpunkt aus ist dies sicher statthaft, wenn es sich auch genetisch rechtfertigen lässt, wie wir meinen, fällt natürlich das ganze durchaus nützliche System in sich zusammen (Twann 4, Figur 41). Hätte man demnach anstelle von 21 Überschwemmungen mit weiteren zu rechnen, wobei neben den „fumiers limoneux" nach unserer Auffassung ja auch zahlreiche „fumiers organiques" auf eine Überflutung des Siedlungsareals zurückzuführen wären? Wir glauben zwar, dass jede Schicht in irgendeiner Form mit dem See in Berührung gekommen ist, halten es aber für

Mittelwerte (korrigiert)
(Die „sables crayeux" sind in den meisten Diagrammen mit den „craies" zusammengezogen; vgl. S. 77)

Sedimentart (Anzahl)	Phosphat FE	Humus FE	org. Anteil %	Sed.Wert	Ton %	Silt %	Sand %	Karbonat %	Quarz %	Silikat %
sables crayeux (5)	5.0	0.1	3.4	+ 152.7	7.0	38.1	54.9	64.6	20.1	15.3
craies (13)	16.0	0.4	7.7	+ 42.3	8.0	51.5	40.5	55.5	27.9	16.6
chapes (12)	15.5	0.6	8.2	+ 2.8	7.4	36.6	56.0	36.7	39.6	23.7
limons organiques et fumiers limoneux (26)	18.9	1.1	15.4	– 96.6	6.9	38.3	54.8	33.4	47.0	19.6
fumiers organiques (12)	15.3!	1.4	30.7	– 219.0	3.4	31.2	65.4	17.1	72.5	10.4

wahrscheinlicher, dass 10 bis 15 Überschwemmungsphasen genügen, um die in X/42 vorliegenden stratigraphischen Verhältnisse zu schaffen. Das heisst mit andern Worten allerdings, dass mehrere Schichten einer einzigen Überschwemmungsphase zuzurechnen sind. In einem Überschwemmungszyklus können nacheinander auch mehrere Schichten mit Hilfe des Sees umgelagert und resedimentiert werden. Dies bedingt, dass teilweise tiefere aber kaum wesentlich ältere Ablagerungen erneut aufgespült werden und sich anderswo wieder absetzen, was auskeilende Schichten erzeugt. Seewärts nimmt die Dynamik des Wassers zu, verdünnt die einzelnen Lagen zusehends und bringt sie allmählich ganz zum Verschwinden. Einzig Schicht 4 ist eine horizontal verlaufende, deutlich ausgeprägte Regressionsfläche, die landwärts auskeilt. Ein durch Überschwemmung bedingter oder fixierter Sedimentationszyklus kann, muss aber wohl nicht, durch eine Siltlage abgeschlossen werden.

Einige Relationen der korrigierten Mittelwerte findet man auf Abbildung 39 zusammengestellt. Es lassen sich ± linearer, tangentialer oder kotangentialer Kurvenverlauf feststellen, von dem einzig im Diagramm organischer Anteil/Phosphat (Abb. 39) die organischen Schichten („fumiers") ausscheren, während die Sedimente von Auvernier-Port einen nahezu linearen Verlauf zeigen. Auch der Mittelwert der „limons" weist eine Tendenz zu niederem Phosphatgehalt auf, wobei wir an den Einfluss limnischer Umlagerung und Abschwemmung bzw. an eine Anreicherung des organischen Anteils denken.

Beim Verhältnis Humus/organischer Anteil (Abb. 39b) gleichen die „fumiers" von Auvernier, La Saunerie im Mittel den „craies" und „chapes" von X/42, was für ihre starke Lessivation spricht, aber auch die Kontamination der an sich sterilen Sedimente von Twann belegt. Während die „fumiers" von Auvernier-Port den „limons" von X/42 nahestehen, liegen jene von Auvernier, Brise-Lames in der linearen Fortsetzung der „limons" aber mit rund 10 % geringerem organischem Anteil als die „fumiers" von X/42.

Wenden wir uns von den Mittelwerten den korrigierten Einzelwerten zu und betrachten zuerst das Verhältnis Humus/organischer Anteil (Abb. 40a). Abgesehen von den basalen Sanden überschneiden sich die „craies" mit einer Hauptgruppe von „chapes". Von einigen Ausreissern abgesehen, bleiben beide im Bereich unter 0.5 FE Humus und 11 % organischen Anteils. Daran schliesst ein weites Feld mehr oder weniger organischer, meist humusreicher „limons" an, die sich im Gebiet niedrigen organischen Anteils um 10 % mit einigen „chapes", im Bereich höheren organischen Gehalts um 24 % mit den „fumiers" überschneiden. Der Kurvenanstieg flacht gegen den höheren organischen Anteil hin zusehends ab. Zum Vergleich sind die Konzentrationen der „fumiers" von Auvernier-La Saunerie, Port und Brise-Lames mit abnehmender Lessivation in dieser Reihenfolge in die Graphik hineinprojiziert. Die „fumiers" von Brise-Lames, die auch optisch jenen von Twann am nächsten stehen, berühren gerade noch knapp die „fumiers" von X/42. Der Gehalt an Huminstoffen steht zwar in einer recht direkten Abhängigkeit zum „C-Gehalt", kann aber auch abweichen, wenn wir etwa die gleichen Humuswerte von 1.2 FE der Probe 65 mit 9 % und Probe 16 mit 45 % organischem Anteil miteinander vergleichen!

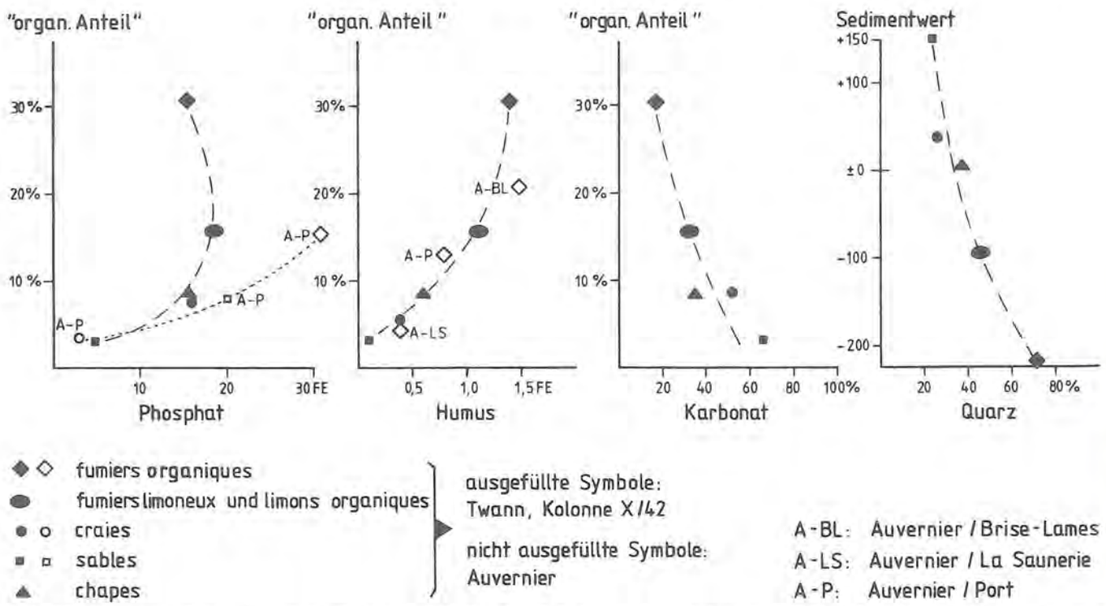


Abb. 39: Korrigierte Mittelwerte (vgl. Tabelle S. 107 ff.) der Relationen „organischer Anteil"/Phosphat, Humus, Karbonat sowie Sedimentwert/Quarz; zum Teil mit Vergleichsdaten aus Auvernier.

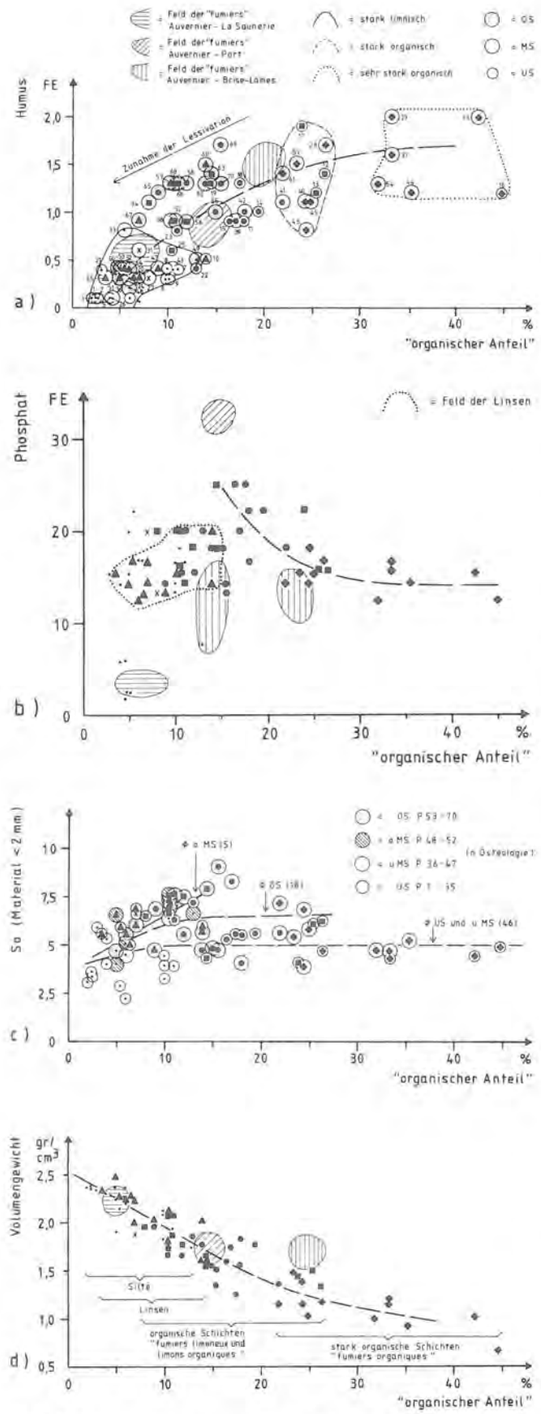


Abb. 40: Verhältnisdiagramme Humus, Phosphat, Sortierung und Volumengewichte zu „organischem Anteil". Vergleichskonzentrationen organischer Kulturschichten aus der Bucht von Auvernier sind gegeben. Korrigierte Sedimentzuweisungen.

Im Diagramm Phosphat/organischer Anteil (Abb. 40b) setzen sich erneut die „fumiers" deutlich ab, ebenso die „sables" der Basis von X/42. Dagegen überschneiden sich hier „craies", „chapes" und „limons" stark. Wieder sind zum Vergleich die Daten von Auvernier beigefügt. Dabei zeigt es sich, dass im Gegensatz zu den drei Stationen von Auvernier die Sedimente von Twann weniger streng definiert sind, d. h. die Streuung der einzelnen Sedimentarten grösser ist. Die „fumiers" von La Saunerie liegen im Bereich unserer basalen Schichten! Auch die „fumiers" von Brise-Lames, die sich auf zwei Felder konzentrieren, zeigen verhältnismässig niedere Phosphatgehalte. Dagegen sind die Phosphatgehalte bei mittlerem organischem Anteil von Auvernier-Port weit oberhalb der Twanner Werte gelegen. Das Gros der Twanner Sedimente weist mittlere bis hohe Phosphatgehalte auf, von denen sich eine Gruppe durchwegs tonarmer, stark organischer Kulturschichten deutlich absetzt. Bei diesen sechs Werten nehmen wir an, dass es sich weder um unberührte „in situ"-Schichten und schon gar nicht um von Menschenhand eingeebnete „couches d'installation" handelt, sondern um kurz aufgeschwemmte, dabei organisch angereicherte, im übrigen satt gepresste horizontal eingeschlichtete Lagen. Dies legt neben den eindeutig zu tiefen, reduzierten Phosphatwerten auch deren relativ gute Sortierung nahe. Ähnliche Schichtbildungen glauben wir auch im Pfahlbaudorf von Unteruhldingen am Bodensee, dort allerdings nicht aus aufgeschwemmten Kulturschichten, sondern aus Schilfhächseln bestehend, beobachtet zu haben. Echte „fumiers lacustres" sind uns ferner aus der Bucht von Yverdon oder vom Lac Chalain her bekannt (Abb. 41).

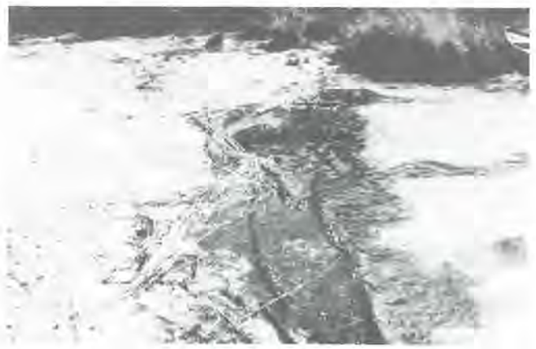


Abb. 41: Ufersaum des Lac Chalain (Dép. Jura/France) im Herbst 1975. Spülsaum mit „fumier lacustre" (Mitte) und seit Jahren trockenliegende Seekreide mit nur spärlichem Bewuchs (links).

Stellen wir die Sortierung dem Gehalt organischen Materials (Abb. 40c) gegenüber, so zeigen – wie erwartet – Silt und „Seekreide" im Mittel die beste Sortierung. Auf nahezu die gleich schlechte Sortierung bringen es andererseits die „chapes", „limons" und die stark organischen Kulturschichten. Bedingt durch den variablen Anteil organischen Schichtinhalts zerfallen die „limons"

und die „fumiers" wieder in je zwei Gruppen, wobei sich ein „limons"- und ein „fumiers"-Feld überlagern. Die Kulturschichten mit > 30 % organischen Anteils sind dabei besser sortiert als etwa das Gros der „limons", die zudem mit Probe 69 die am schlechtesten sortierte Probe stellen. Einige der besser sortierten organischen Lehme gehören ebenfalls zur Kategorie der tonarmen Ablagerungen.

Betrachtet man die Sedimente nach ihrer stratigraphischen Position, so fällt auf, dass im Mittelwert US und das untere MS am besten sortiert sind, während der Mittelwert von OS deutlich höher liegt, was auf einen geringeren Wassereinfluss bei der Sedimentation schliessen lässt. Im oberen MS, bei allerdings bloss fünf Proben, weisen die Schichten mit zunehmendem organischem Gehalt eine sich verschlechternde Sortierungstendenz auf.

Das Volumengewicht zeigt eine direkte, kaum verfälschte Beziehung zum „C-Gehalt" (Abb. 40d); je mineralischer die Ablagerung, desto höher sein Volumengewicht. Wiederum weichen die sehr stark organischen Kulturschichten ein wenig von dieser quasi linearen Beziehung ab. Interessant auch, dass ab Schicht 34 (= Probe 43) die meisten Schichten ein Volumengewichtsdefizit aufweisen, d. h. unter dem Mittelwert liegen. Dies bedeutet schwächere Pressung, was wohl grösstenteils eine Folge verminderten Schichtendrucks durch geringere Sedimentüberlagerung sein dürfte. Die Lessivation nimmt von rechts nach links zu, wie das auch die Konzentration von „fumiers"-Daten dreier Auvernier-Stationen erkennen lassen.

Beim Dreieckverhältnis von organischem Anteil (A), Kulturfolger (B) und Kulturflüchter (C) fällt auf, dass alle „fumiers" und „limons" weit unter 10 % Kulturflüchter (z. B. Mollusken, Operkel und Chara) aufweisen (Abb. 42). Einzige Ausnahme bildet Probe 55, die so gesehen besser bei den „craies" bleiben sollte. Nur drei „chapes", zwei aus MS und eine aus US sowie die

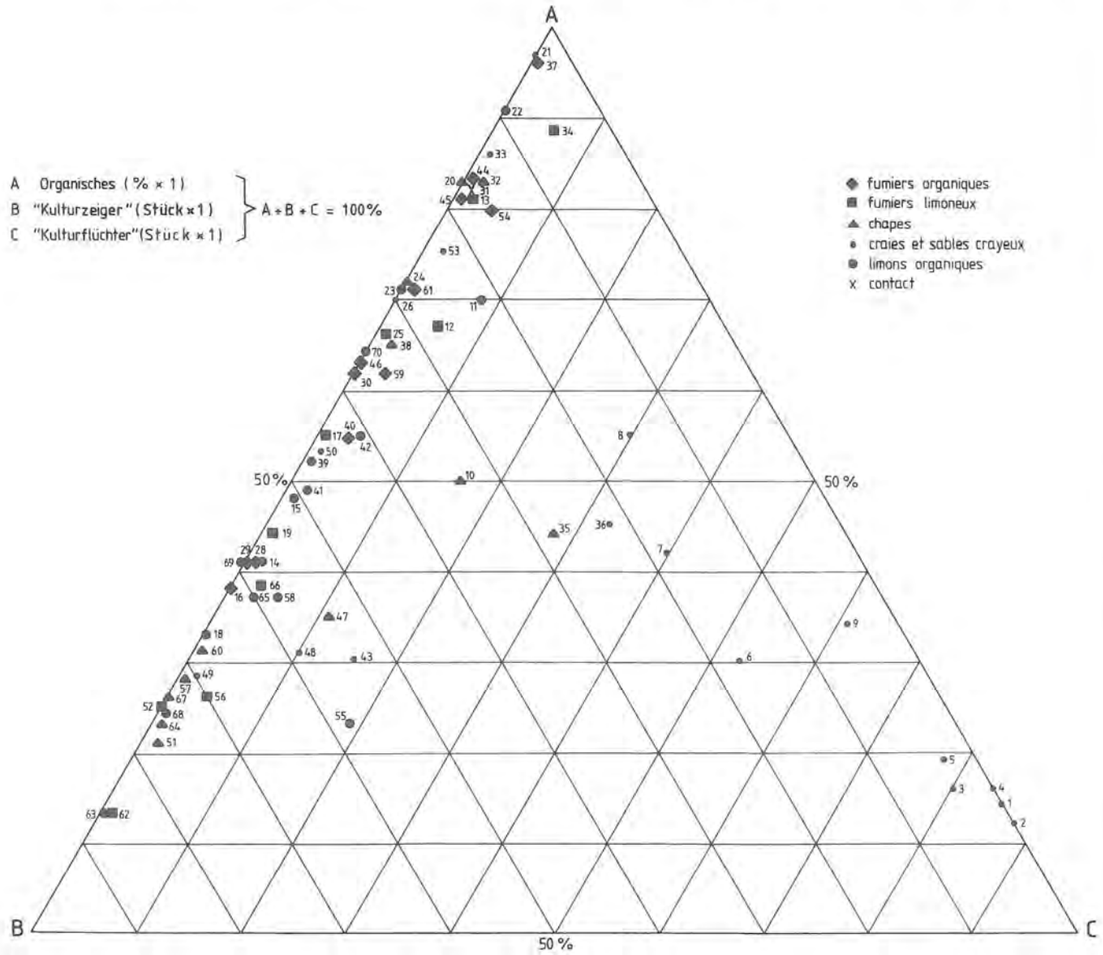


Abb. 42: Dreieckdiagramm Organisches/„Kulturzeiger"/„Kulturflüchter". Anreicherung von „Kulturflüchtern" (z. B. Mollusken, Operkel, Chara) nur in Silten und wenigen Linsen.

„craies" von US und zwei Proben von MS, weisen zum Teil deutlich mehr als 10 % Kulturflüchter auf. Das schmale Band zwischen organischem Material und Kulturfolger, welche sich aus der Summe aller Fischreste (sic!), Schlafmohn sowie der Erd-, Him- und Brombeeren zusammensetzen, ist fast durchgehend besetzt.

Weit aufschlussreicher sieht sich das Verhältnis von „C-Gehalt" (A) zu Kulturzeigern (B) und Ton+Silt (C) an (Abb. 43). Da gibt es einmal einen Bereich der „fumiers" mit hohem organischem Gehalt, variablem, eher geringem Anteil an Kulturzeigern und niederem Ton+Silt-Gehalt. Ein Übergangsbereich mit zahlreichen „limons", einigen „chapes" und einem „fumier" (Probe 61) führt entweder in ein Feld der „limons" (inkl. drei „chapes") oder in das Feld der an Kulturzeigern ärmeren, dafür sehr Ton+Silt-reichen „craies + sables". Auf einem kleinen Feld schliesslich überwiegen deutlich die Kulturzeiger, ohne dass wir dafür die speziellen Gründe wüssten (Proben 51, 62 und 63). Typisch ist wieder, dass es für die „limons organiques" bzw. „fumiers limoneux" keine getrennten Felder gibt, sondern dass beide in einem grossen Feld streuen.

Allgemein kann festgehalten werden, dass die von uns gewählten Kulturzeiger im Mittel häufiger in den „limons organiques" als in den „fumiers" auftreten. Hätten wir dagegen Moos, Farn, Haselnussschalen und Knochen gewählt, so hätte sich die Waage zugunsten der „fumiers" gesenkt, die insgesamt einen schwächeren limnischen Einfluss zeigen und weniger leicht verschwemmbare Kulturzeiger führen.

Schliesslich sei noch kurz die Granulometrie im Lichte der korrigierten Sedimentarten betrachtet (Abb. 44). Im Relationsdreieck Ton+Silt/Sand/Kies finden sich, von einzelnen Ausreissern abgesehen, pro Sedimentart jeweils zwei verschiedene Felder besetzt, wovon das eine kiesiger als das andere ist. Für die „limons" bedeutet dies, dass sie zum Teil in den Einfluss kiesiger Linsen gelangt sind. Bei den Linsen können auch einige lehm-

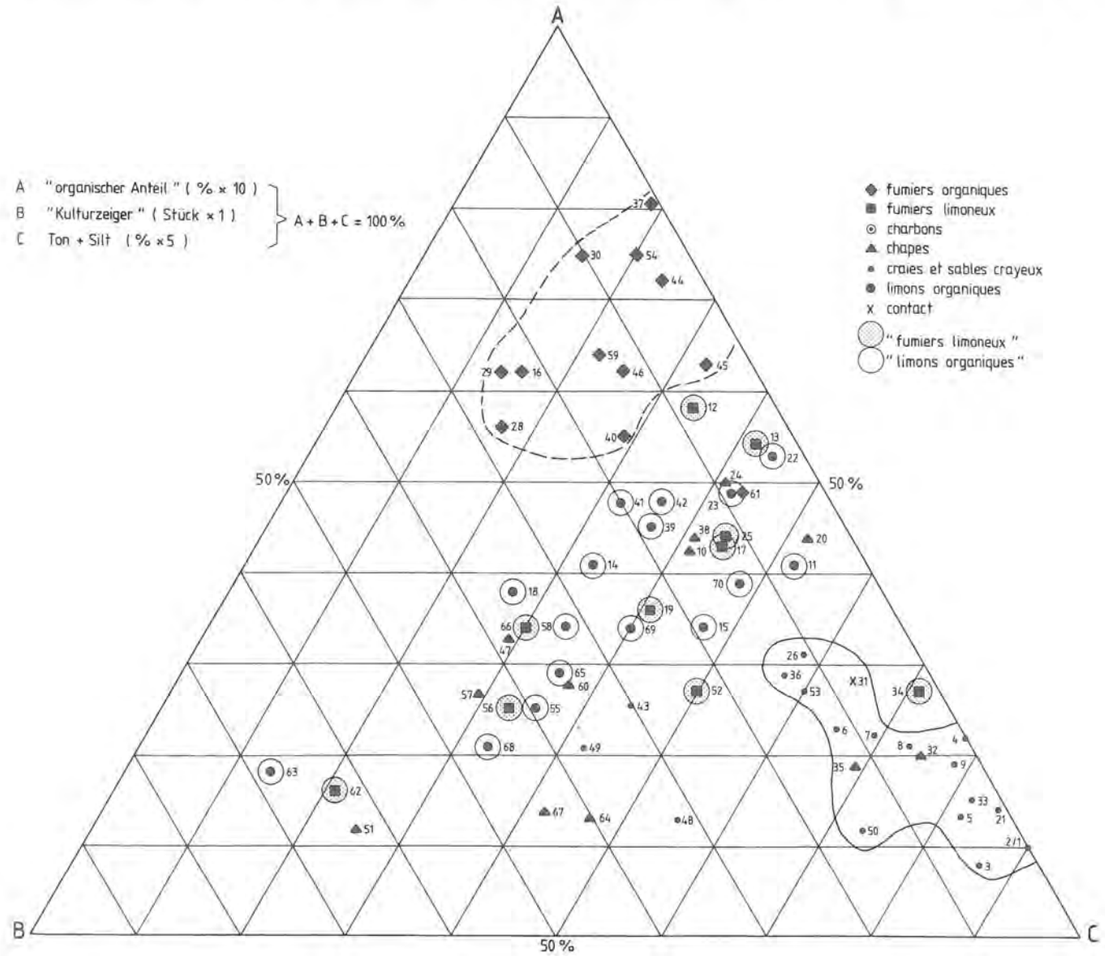


Abb. 43: Dreieckdiagramm „organischer Anteil"/„Kulturzeiger"/Ton + Silt. Im Übergangsbereich von Silten und stark organischen Schichten liegen die „fumiers limoneux" und „limons organiques" mit teilweise hohem „Kulturzeiger"-Anteil.

reichere ausgemacht werden, die zur Hauptsache in OS liegen, während die stark organischen Schichten in eine Kategorie mit gröberen und eine mit feineren Rückständen einteilbar sind. Bei den Silten endlich unterscheiden sich die basalen von den höherliegenden durch einen unterschiedlichen Sandgehalt.
Beim Verhältnis Ton/Silt/Sand erreichen, bei durchwegs niederem Tongehalt, die „sables + craies" die grösste Ausbreitung. Die „chapes" lassen zwei Konzentrationsfelder von unterschiedlichem Sandanteil erkennen. Dazwischen kommen die meisten der „limons" zu liegen, während die stark organischen Kulturschichten, weitgehend tonfrei, eine eigene sandige Gruppe bilden. In ihr können die Proben 45, 16, 37 und 46 (von links nach rechts) mit einem Tongehalt von etwa 5 % vielleicht als „in situ"-Schichtvertreter verstanden werden, denen sich eventuell noch die Proben 61 und 40 zugesellen.

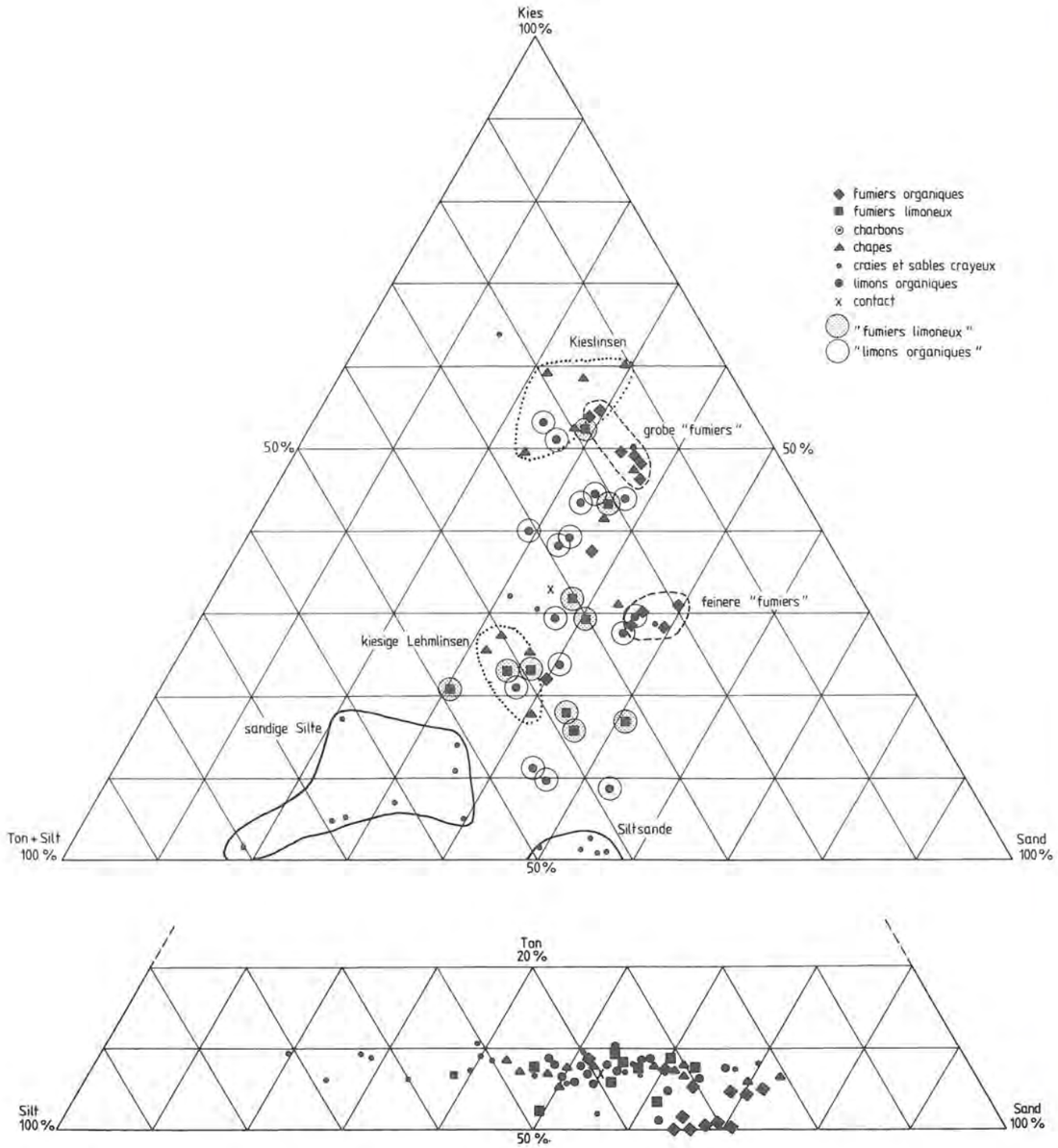


Abb. 44: Granulometrische Analysen in der Dreieckdarstellung. Korrigierte Sedimentzuweisung; Probennumerierung wie Abbildung 29.

XVII. Die Linsen

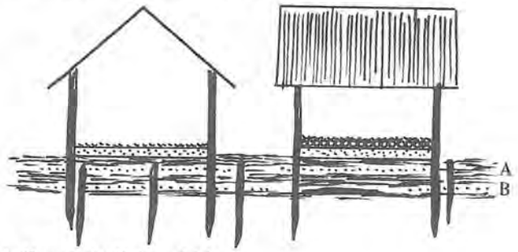
Unter Linsen oder „chapes" werden lehmig-sandige, oft recht kiesreiche Lagen meist ovaler Flächenausdehnung verstanden. Ihr grösserer Durchmesser variiert zwischen 2 und 6 m, während ihre Dicke 10 cm selten übersteigt (etwa in W/46; vgl. Twann 4, Pl. 10). Randlich können sie in einen dünnen Sandfilm auslaufen. Die mittlere chemische und granulometrische Zusammensetzung findet man in der Mittelwert-Tabelle S. 77 wiedergegeben. Dagegen spiegelt sich in der detaillierten Tabelle S. 112 ihre Vielfalt und auch ihre Veränderung im Profil wider. Auch am Sedimentwert kann diese grosse Variationsbreite von sehr reinen und stark verschmutzten Linsen abgelesen werden (Taf. 11), und auf Tafel 12 erfährt man sicherlich einiges über die organischen und mineralischen Anteile.
Holzkohle und Moos finden sich durchlaufend in allen Linsen. Sehr zahlreich treten auch Beerensamen auf und zwar von der Basis bis Schicht 14 und von Schicht 47 an bis zuoberst. Koniferennadeln kommen bis zur Schicht 24bis stets vor, darüber sind sie nur noch selten anzutreffen. Ab Schicht 52+53a (= OS) tritt bis zuoberst gebrannter Lehm und Keramik auf. Die auch durch unsere Analyse (sehr hoher Phosphat- und „C-Gehalt") als Asche bestätigte Lage in Horizont 15a führt dagegen keine verbrannten Lehmpatzen! Fischreste sind von unten bis Schicht 14 und ab Schicht 28 nach oben stets vorhanden. Knochenbruchstücke sind in den tieferen Schichten eher selten; zusammen mit Kleinsäuger-Resten, zum Teil auch verbrannt, gibt es sie ab Schicht 28 reichlich. Während in den unteren Linsen meist hellgebleichte Jurakalkgerölle überwiegen, treten ab Schicht 15a viele kantige Kristallinfragmente hinzu. Die oben geschilderte unterschiedliche Zusammensetzung der Linsen lässt auf einen Wandel der Funktion im Laufe der Zeit schliessen! So dürfte im unteren Teil des Profils das Schwergewicht noch auf der Isolation geruht haben. Spätestens mit dem Auftreten von gebranntem Lehm in OS und mit der Umstrukturierung der Linsen in deren obern Teil haben wohl bauliche Veränderungen stattgefunden. Mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit glauben wir daher annehmen zu dürfen, dass eine Entwicklung von wohl ebenerdigen Hüttenböden, Stallungen oder Werkplätzen zu Küchenböden, Herdstellen, Öfen oder Werkplätzen eher abgehobener Art stattfand.

Fünf Rekonstruktionsversuche der Funktion von Kies-Lehmlinsen:

Ausgangssituation (Abb. 45a):

4. Sandiger, schwach organischer Silt
3. Kies-Sandlinse
2. Stark organische Schicht
1. Silt

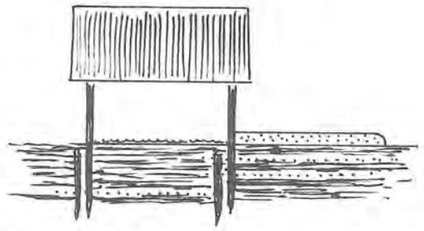
1. Bildungsmöglichkeit (Abb. 45b):



A. Organische Kulturschicht
B. Kies-Sandlinse

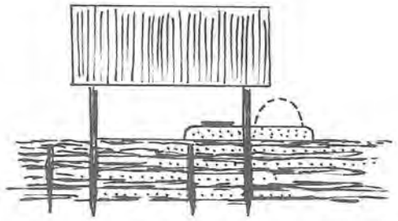
Linse als Überrest eines ebenerdigen Hüttenbodens; darüber Prügelrost (rechts) und/oder Moos-Farnpolster (links).

2. Möglichkeit (Abb. 45c):



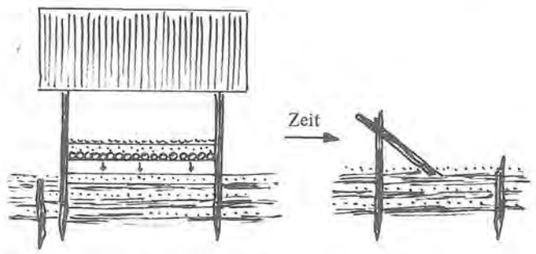
Ebenerdiger „Werkplatz" oder Aufenthaltsplatz vor dem Haus.

3. Möglichkeit (Abb. 45d):



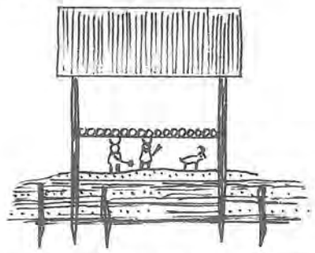
Herdplatte und/oder Ofen vor und/oder im Haus

4. Möglichkeit (Abb. 45e):



Kieslage über abgehobenem Hüttenboden, teilweise freiwillig erneuert oder durchsickernd, teils durch Einsturz eingelagert.

5. Möglichkeit (Abb. 45f):



Winterstallungen und/oder Arbeitsraum unter dem Haus.

Die ersten drei Möglichkeiten (Abb. 45b–d) zeigen eine unterschiedliche Lage der Kies-Lehmlage bezogen auf den Hausstandort und rechnen mit ebenerdiger Siedlungsweise. Die beiden letzten Modifikationen (Abb. 45e–f) setzen eine abgehobene Bauweise voraus. Aus verschiedenen strukturellen und siedlungskontinuierlichen Überlegungen und auch wegen der grossen Wasserstandsschwankungen ziehen wir die abgehobene Bauweise der ebenerdigen vor und meinen, dies treffe oberhalb Schicht 58 am ehesten zu.

XVIII. Organische Schichten

Als wichtigste Vertreter der Kulturschichten treten in Twann Sedimente mit einem stark erhöhten organischen Anteil auf. Wir haben wiederholt die Unterscheidung in „limons organiques", „fumiers limoneux", „fumiers organiques" und „charbons", die ja auch sprachlich unbefriedigend ist, kritisiert und aufgezeigt, nach welchen Gesichtspunkten wir die Twanner Sedimente unterscheiden wollen (S. 83 ff.). Selbstverständlich müssen stratigraphische Kriterien gebührend berücksichtigt werden, aber wir geben aus verschiedenen Gründen (und nicht nur existenziellen!) einer mehr sedimentbezogenen Einteilung den Vorzug. Es ist aber unzweifelhaft das Verdienst von A. Orcel, die weiträumigen Lagerungsverhältnisse berücksichtigt zu haben, wobei ihm die Grösse des Grabungsaufschlusses entgegenkam, ja ihm diese Methode direkt aufzwang. Sein Fehler war nach unserer Auffassung, dass er sein Leitliniensystem genetisch aufbaute. Dabei ging er allerdings von zahlreichen annehmbaren und logischen Ideen aus, etwa dass jene über einer „craie" liegenden organischen Lagen (Basisfumier) einen Siedlungsneubeginn darstellen (fumier d'installation), dass auch organische Schichten einen Seeanteil aufweisen (limon organique) oder dass die Überschwemmungen einen zyklischen Verlauf nehmen können.

Betrachten wir kurz den Inhalt der stark organischen Kulturschichten. Allen Schichten gemeinsam ist ein mineralisches Bindemittel, das im Sand-Siltbereich den höchsten Anteil aufweist und in dem sich meist auch etwas limnische Zeiger finden. Der organische Anteil gibt einen Minimalwert des organischen Inhalts wieder, da er am Sediment < 0.5 mm bestimmt wird, welches den relativ grössten mineralischen Anteil enthält[11].

Stets ist reichlich Holzkohle vorhanden; in einigen Brandhorizonten mit einem hohen Anteil der grossen Partikel. Ferner fehlt praktisch keiner Schicht ein wirres Geflecht von Fasern, Rinde, Stengeln usw., welches meist mit einem Dispersionsmittel aufzulösen ist und als patzige torfartige Rückstände verschiedener Grösse erhalten bleibt. Nadelfragmente, Moos, Farn- und weitere Pflanzenreste können lose oder im eben geschilderten Verband hinzutreten. Beerensamen, verkohltes Getreide, Haselnussschalen, Knochenreste, Fischreste, ferner Äste und unverkohlte Holzsplitter ergänzen in unterschiedlicher Menge den Schichtinhalt der organischen Lagen. In einzelnen, namentlich sehr organischen, stark schichtgepressten Ablagerungen überwiegt das torfartige Fasergemisch, einige weisen vermehrt Rinde auf, andere schliesslich sehr viel Holzkohle. Dass sich hier Nahrungsabfälle mit Bau- und Isoliermaterial aber auch mit Mist („fumier") mischen, ist sicher. Dass aber sehr viel Mist oder Fäkalien vorhanden wären, wofür etwa die zahlreichen Beerensamen sprechen würden, welche aber ihre „Peaks" stets in typischen Schwemmschichten haben, halten wir aufgrund der Schichtzusammensetzung für wenig wahrscheinlich. Diese für ökonomische und architektonische Überlegungen nicht unwichtige Frage möchten wir den Botanikern zur Lösung überlassen.

Zum wohl bedeutendsten Problem der Lage der Siedlung bezüglich des Seerandes haben schon wiederholt verschiedene Autoren von archäologischer wie von naturwissenschaftlicher Seite Stellung bezogen. Einen weiteren Beleg für häufige Trockenlage der Siedlung glauben wir mit der Tatsache zahlreicher Kleinsäugerreste zu fassen. Wir gehen davon aus, dass deren in einzelnen Schichten teilweise reichlich erscheinende Knochenreste einen mehr oder weniger umgelagerten, dennoch relativ schichtgebundenen Faunainhalt darstellen, wie wir dies ja auch für die Grossäugerreste annehmen. Da die Kleinsäuger in ihrer Mehrheit auf ein trockenes Milieu angewiesen waren, dürften sie mehr oder weniger gleichzeitig mit den Besiedlern und kaum sekundär in Krotowinen gelebt haben. Es kann auch praktisch ausgeschlossen werden, dass ihre Reste von einer eingestürzten Plattform ins Wasser gelangt wären, etwa via Gewölle von Eulen, die auf den Resten einer Siedlung gekröpft hätten. Für das Gros der Nager möchten wir jedenfalls einen terrestrischen feuchttrockenen Standort während und nach der Besiedlung annehmen.

Da die Knochen und Zähne der Kleinsäuger vom Wasser leicht transportierbar sind, könnten sie auch in lessivierten Schichten angereichert worden sein. Nachfolgende Abbildung 46 unternimmt den Versuch, an der Korngrösse 0.6–2 mm (Fraktion VII) die Nagerreste in Relation zu den Operkeln und dem organischen Anteil aufzuzeigen[12].

11 Wir haben gelegentlich „Glühverlust", „organischer Anteil" und „C-Gehalt" als Synonyme angewendet. In Wirklichkeit entspricht die organische Substanz etwa dem halben C-Gehalt (vgl. Schroeder 1978, 74).

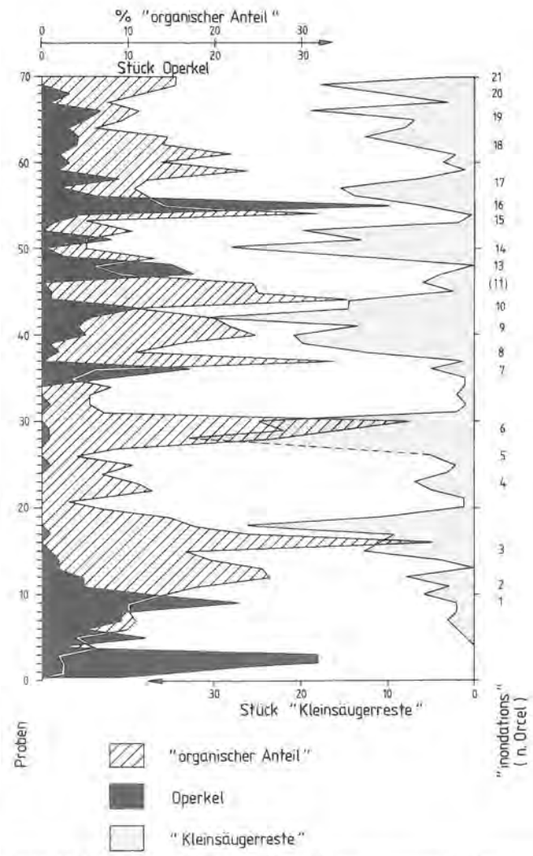


Abb. 46: Häufigkeitsdiagramm der „Kleinsäugerreste", Operkel (= Schneckendeckel) und des „organischen Anteils" im Sedimentprofil X/42.

Betrachten wir die Operkel als Indiz für limnische Interventionen und umgekehrt den „C-Gehalt" als Hinweis auf erhöhte anthropogene Tätigkeit, so lässt sich zwischen diesen beiden Faktoren ein deutliches Wechselspiel erkennen. Dabei schliessen wir allerdings bei den organischen Schichten die Möglichkeit einer Anreicherung mit Hilfe des Sees nicht aus. Auch können sich zwei unmittelbar benachbarte Ablagerungen öfters einmal beeinflussen.

In welchem Kräftespiel stehen nun die Kleinsäugerreste zu den Operkeln und dem organischen Gehalt, d. h. Kulturschichten und Überflutungssedimente zueinander? Zwischen „C-Gehalt" und Operkeln besteht durchgehend mehr oder weniger ein wechselseitiges Ablösen, während der Kurvenverlauf von organischem Anteil und Kleinsäugerresten nur bis zu Schicht 26 (Probe 35) gleichläufig ist. Darüber setzen aber teilweise bedeutende „Phasenverschiebungen" etwa in Schicht 27 (Probe 37), Schicht 55+57 (Probe 54), Schichten 59c–66 (Proben 58–62) ein. Dies mag weitgehend auf stratigraphischen Ursachen beruhen, vielleicht derart, dass bei schlecht trennbarer Schichtenabfolge mit relativ hohem organischem Anteil aller Schichten die Kleinsäuger in den stärker lessivierten Lagen angereichert wurden.

Akzeptieren wir Nagerreste als Beweismittel für zeitweilige Trockenlage einer Siedlung, so können wir restriktiv betrachtet mindestens vier bedeutende Trockenphasen, etwa den vier höchsten Gipfeln entsprechend, unterscheiden. Ferner zeigt sich, dass „C-Gehalt" und Kleinsäugerreste, wie ja auch die übrigen Kulturzeiger, nicht konform verlaufende Spitzen erreichen. Im Gegensatz zu andern Kulturzeigern (wie Beeren oder Fischreste) schliessen sich limnische Zeiger, durch Operkel vertreten, und Kleinsäuger gegenseitig praktisch aus.

Ausser den basalen Sanden und den Silten, welche aber in Profil X/42 teilweise starke anthropogene Einflüsse erkennen lassen, können die übrigen Sedimente als Kulturschichten s. l. bezeichnet werden. Den mehr oder minder organischen Schichten wie „limons organiques", „fumiers limoneux" und den „fumiers organiques" sowie den „charbons" stehen die „chapes" gegenüber. Letztere können praktisch steril sein und daher bloss aufgrund ihrer künstlichen Platznahme im Sedimentstapel, nicht aber aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften als Kulturschichten gelten.

Die starke Kontamination, welche etwa der Phosphatgehalt widerspiegelt, wirkt sich in X/42 auch auf die an sich sterilen Ablagerungen aus (Tab. S. 91 und 107 ff.). Wenn der Phosphatgehalt im Mittel aller (9) „craies" schwach höher liegt als im Mittel aller (9) „fumiers organiques", so kann das auf Vermischung, Trockenlage (Phosphatbart), aber auch auf Verschwemmung jener „in situ" geglaubten stark organischen Schichten hinweisen.

XIX. Kurzer Vergleich von X/46.8 mit X/42

Auf unsern Wunsch hin erfolgte die Probenentnahme in Profil X/46.8 durch den grabungserfahrenen Archäologen D. Baudais (Distanz zur Kolonne X/42: 4.6 m). Sie stützt sich auf die Kenntnis der durch ihn geleiteten Feingrabungszonen A und B ab, die ja zum stratigraphischen Korsett für die archäologische Bearbeitung beigetragen haben. Seine meist nach optischen Kriterien vorgenommene Schichtunterteilung gleicht weitgehend der unsrigen, die in der Folge als unsachgemäss und irrelevant hingestellt wurde. Eine Unterscheidung in „limons organiques" und „fumiers limoneux" wurde auch von D. Baudais nicht erwogen. Wo nach A. Orcel diese zwei Sedimentarten nebeneinander zu liegen kommen, wurde stets nur eine sie zusammenfassende Probe entnommen.

12 Bei der dilettantischen Bestimmung der Zugehörigkeit von Knochen und Zähnen zu den Kleinsäugern mögen uns kleinere Verwechslungen mit Fischen, Vögeln und Amphibien unterlaufen sein, die aber den allgemeinen Verbreitungstrend nicht stören sollten.

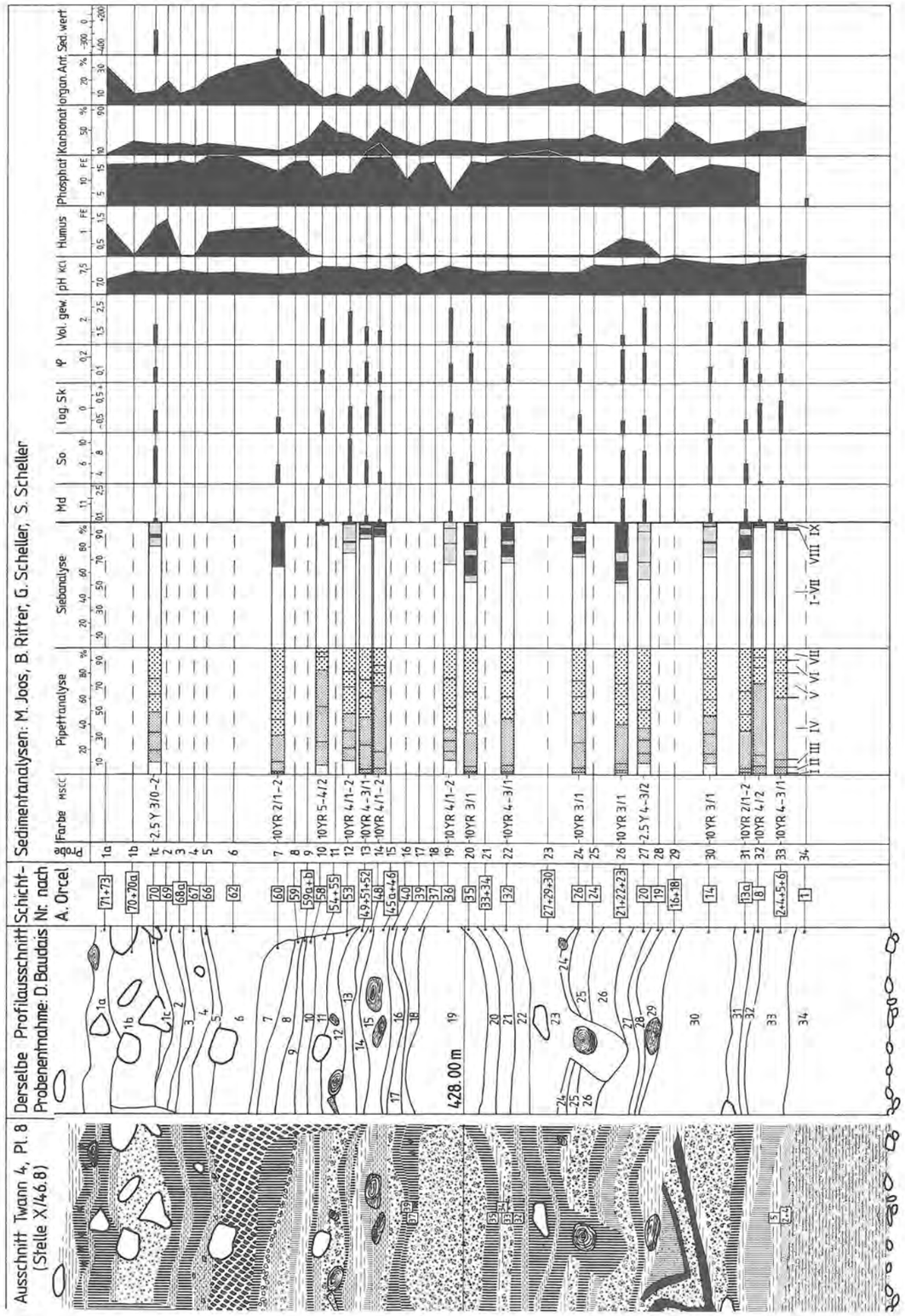


Abb. 47: Sedimentanalyse von Profil X/46.8 (Granulometrie unvollständig).

Das Profil X/46.8 wurde chemisch vollständig, granulometrisch aber nur auszugsweise analysiert (Abb. 47), weshalb die beiden Profile nur streckenweise vergleichbar sind. Schicht 70 erweist sich chemisch wie granulometrisch als identisch. Der abfallende Humuswert von Schicht 68 liegt in X/46.8 bei Schicht 68a und Schicht 67, also in vergleichbarer Position. Granulometrisch sehr ähnlich erscheint auch Schicht 60, die in X/46.8 weniger kiesig, dafür mit 39.5 % maximal organisch ist. Beiden gemeinsam ist der fehlende Tongehalt, wofür wir ja schnelle Akkumulation mit Wasserbeteiligung verantwortlich machen. Dadurch wird auch verständlich, dass etwa Schicht 60 „weiträumig" als stark organische Lage in Erscheinung tritt und dadurch einen Leithorizont abgibt.

Obschon sowohl X/42 als auch X/46.8 im Bereich ausgedehnter Kieslinsen liegen, ist in X/42 der Kiesanteil der stark organischen Kulturschichten höher. Dies darf als Hinweis dafür aufgefasst werden, dass in X/42 die Umlagerungsvorgänge heftiger verliefen als in X/46.8.

Beim Humus- und Phosphatwert unterscheiden sich unterhalb Schicht 59c die beiden Profile deutlich voneinander. Schicht 58 ist in X/46.8 sichtlich limnischer ausgeprägt als in X/42 und gibt dies auch durch einen relativ hohen Karbonatgehalt von 73.5 %, d. h. praktisch Seekreide, zu erkennen. Die wieder vergleichbare Schicht 48 unterscheidet sich vornehmlich im Tongehalt, der in X/46.8 fehlt. Für dieses Profil ist im übrigen typisch, dass es weit mehr tonarme Schichten gibt als in X/42. In den Ton/Silt/Sand-Analysen sind nur die Linsen tonhaltig!

Der höchste Phosphatgehalt von 25 FE kann durch überlagernde, nachträglich unter Umständen wieder weggeschwemmte Kulturschichten als sogenannter Phosphatbart erklärt werden und würde für mindestens zeitweilige Trockenlage der Station sprechen. Der allgemein äusserst hohe Phosphatgehalt von X/42 aber auch von X/46.8 lässt vermuten, dass wir es sogar mit einer mehrheitlich im Trockenen liegenden Station zu tun haben mit vergleichsmässig geringen Lessivationserscheinungen. Dennoch ist ein dauernder limnischer Einfluss auf die Sedimentation unverkennbar. Das Fehlen des Tongehaltes in Schicht 48 könnte auf eine Umlagerung, wohl nach der ersten Platznahme, schliessen lassen.

Granulometrisch recht gut vergleichbar ist danach wieder Schicht 35, während in Humus und organischem Anteil keine Übereinstimmung besteht. Dasselbe trifft für Schicht 32 zu!

Schicht 26 weicht granulometrisch wie chemisch in den beiden Profilen ziemlich stark voneinander ab. Mit Schicht 14 ist es etwas besser bestellt, aber speziell im organischen Anteil sind Unterschiede feststellbar. Noch besser ist die Übereinstimmung von Schicht 13a, wenn auch in X/46.8 diese Schicht weit weniger organisch ist. Abweichungen auch auf relativ kurze Distanz im organischen Gehalt werden verständlich, wenn man bedenkt, wie unterschiedlich Kulturschichten ursprünglich in der Fläche ausgesehen haben müssen, sie sind auf eine unvollständige Homogenisierung zurückzuführen.

Schicht 8 schliesslich ist in beiden Profilen sehr ähnlich ausgebildet; einzig der Tongehalt fehlt in X/46.8 praktisch.

Die Verteilung im Ton/Silt/Sand-Dreieckdiagramm ist, soweit die vorliegenden 16 Proben eine verlässliche Aussage zulassen, verschieden von der des Profils X/42 (Abb. 48). Zwei Drittel (10) aller Proben weisen einen Tongehalt von weniger als 2 % und ein Drittel (5) von rund 10 % auf, bei variablem Silt/Sand-Anteil. In X/42 hingegen fallen die meisten Probenpunkte zwischen diese beiden Bandbreiten (vgl. Abb. 29). Dies ist wohl darauf zurückzuführen, dass die „chapes" von X/46.8 offenbar etwas lehmiger, dafür ärmer an Kies sind, die organischen Schichten ebenfalls weit weniger kiesig und – soweit analysiert – ohne Lehm sind. Wir haben uns womöglich sämtliche analysierten „limons" und den „fumier" Probe 7, aber auch die Silte mit Ausnahme von Probe 10 (Schicht 58), als schnell abgesetzt zu denken. Unsere in X/42 entwickelte Theorie des schnellen Wasserabsatzes und des daher mangelnden Tongehaltes trifft offensichtlich für X/46.8 noch in verstärktem Masse zu. Aus unserer Sicht heisst das, dass in X/42 im Mittel aller Schichten langsamer sedimentiert wurde und daher vermehrt Ton-Feinsilt vorhanden ist. Aus der Sicht der meisten Twanner Archäologen müsste dies wohl dahingehend interpretiert werden, dass hier vermehrt durch Kieslinsen geschützte „in situ"-Kulturschichten terrestrischer und daher tonsiltarmer Natur vorliegen, und dass limnische Zeiger eben sekundär eingedrungen wären.

Obwohl nur 4.6 m östlich von X/42 gelegen, hinterlässt X/46.8 einen noch weniger lessivierten Eindruck. Es ist für uns eine gewisse Beruhigung, dass auch die in X/42

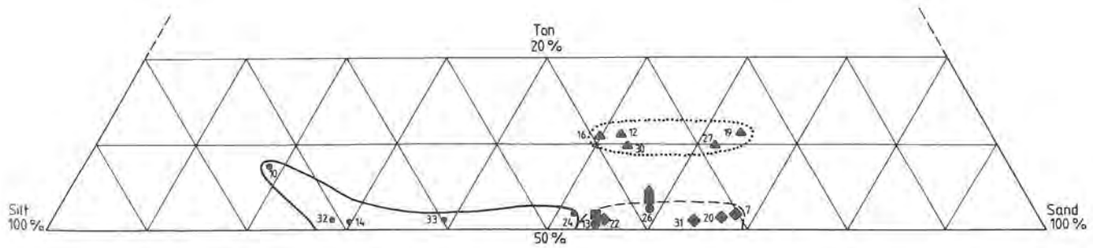


Abb. 48: Profilkolonne X/46.8. Ausschnitt aus dem Ton/Silt/Sand-Dreieckdiagramm. Mit Ausnahme der Kies- (Lehm-)Linsen sind die Sedimente von X/46.8 sehr tonarm.

ton-feinsiltreichen basalen Schichten oberhalb Schicht 4 in X/46.8 sehr tonarm sind. Bei ihnen kann es sich wirklich nicht um „in situ"-Ablagerungen handeln!
Der Vergleich beider Dreieckdiagramme (Abb. 29 und 48) besagt somit, dass in X/46.8 insgesamt kiesärmere Schichten vorliegen, und dass wir es vermehrt mit einer wenig gestörten Wechsellagerung von breit angelegten Linsen und von im Wasser flottierten, schnell abgesetzten, mithin auch schnell akkumulierten Kulturschichten zu tun haben.

XX. Zum Problem der Seespiegelschwankungen

Vor rund 125 Jahren postulierte Ferdinand Keller 1854 für die durch künstliche und natürliche Seespiegelabsenkungen zum Vorschein gekommenen Pfahlfelder mit ihren fundreichen Schichten die Pfahlbautheorie (Keller 1854). Danach seien die Pfähle die Reste in den See gebauter Siedlungen, von deren Plattformen Abfälle ins Wasser gelangten, die als Kulturschichten auf uns gekommen seien.
Mit zunehmender Grabungstätigkeit in den verschiedensten Biotopen wie grosse Seen, kleine Toteisseen und Moore wird der vorerst unbestrittene Standort in den zwanziger Jahren durch H. Reinerth (1922) erstmals in Zweifel gezogen. Endgültig entschied sich dann E. Vogt (1955), dessen Vorstellungen sich im wesentlichen auf die Erkenntnisse seiner Grabungen im Wauwiler Moos abstützten, für ebenerdige Siedlungen im trocken-(feuchten) Uferbereich. Seitdem haben sich zwei allerdings ungleich starke Lager von Befürwortern und Gegnern gebildet.
Zur Bildung des Siedlungsuntergrundes (Seekreide, sandige Silte usw.) mit seinen zahlreichen limnischen Zeugen wie Mollusken, Characeen, Diatomeen usw. müssen nach wie vor hohe Seespiegel vorausgesetzt werden. Die primäre Ablagerung der Kulturschichten (Kies-, Sand- und Lehmlinsen, organische Lagen) dürfte dagegen überwiegend am feuchttrockenen Seerand erfolgt sein. Dafür gibt es zahlreiche Hinweise, wie die stets vorkommende Holzkohle, verkohlte Getreidekörner, hohe Phosphatgehalte, Kleinsäugerreste, Prügelroste, Herdstellen u. a. m. Ihre Umlagerung, Reduzierung und definitive Platznahme ist aber ohne die aktive Hilfe des Sees unverständlich. Daraus muss auf Schwankungen, die bei grösseren Seen im Meterbereich liegen, geschlossen werden. Neben den bekannten jahreszeitlichen Schwankungen ist mit extremen Hochwässern, wie sie heute noch periodisch etwa alle 30 Jahre einmal vorkommen, aber auch mit langfristigen Hochständen zu rechnen. Deren Ursachen können sowohl geologischer und damit eher lokaler oder klimatischer Natur und dann von regionaler Verbreitung sein. Während die marinen Küstenlinien durch das Abtauen des Kontinentaleises am Ende der Würmvereisung im Präboreal von etwa −90 m auf −60 m, im Boreal von etwa −60 m schnell auf etwa −10 m, danach langsam oszillierend bis um 2800 B. P. auf −6 m ansteigen, um von der Spätlatènezeit an um die heutige Meereshöhe zu pendeln, sinken die Seespiegel der Binnenseen vom Spätglazial an meist kontinuierlich ab (Ters 1976). Bei den Westschweizer Seen scheint der Tiefststand in der Spätbronzezeit, beim Zürichsee eher schon im Spätneolithikum erreicht worden zu sein.
Das Prinzip der Seespiegelabsenkung ist geologisch-hydrologischer Natur und setzt bereits mit dem ersten Auftreten der Seen ein. Solange die Abflussrinnen der Gletscherrandseen die Endmoränenwälle durchsägen, senkt sich der Seespiegel. Geologische Vorgänge wie Aufschotterung des Abflussgebietes und Bergstürze, aber auch klimatische Ursachen und menschliche Eingriffe wie etwa Rodungen, verursachen Schwankungen der Seen.
J. Winiger (1976) und U. Ruoff (1976) haben sich speziell mit dem Schwankungsmechanismus des Zürichsees auseinandergesetzt, W. Lüdi (1935), B. Ammann-Moser (1975), M. Joos (1976/2) und A. R. Furger (Twann 3, 32 ff.) haben sich mit dem westschweizerischen Seensystem befasst. Fast ausnahmslos gehen die Autoren von bekannten Siedlungshöhen aus, die als Zeit- und Niveaumarken dienen, wobei meist ebenerdige Siedlungsweise in Betracht gezogen wird. Mit dieser Methode kann zwar zumindest bei gleichbleibendem, dem Uferverlauf stets neu angepasstem Siedlungsniveau der relative Schwankungsbereich des Sees nachvollzogen werden; umgekehrt wird damit aber die Siedlungsart selbst, die ja umstritten ist, nicht nachgewiesen. Einzig die von J. Winiger vorgeschlagene Pegelchronologie versucht, den Seespiegel mit der Korngrösse des Sediments zu erfassen.
Für die Seespiegelschwankungen können folgende Gründe angeführt werden:
Jahreszeitliche Schwankungen, die durch Schneeschmelze, Unwetter und Trockenphasen gesteuert werden: Tiefstände im Winter, Hochwasser im Sommer.
Übergeordnete *klimatische Ursachen* wie längere Kältephasen oder Trockenzeiten.
Geologisch-hydrologische Gründe, etwa das Durchsägen der Moränenriegel, Anlandungen im Abflussystem, Bergstürze, Flussablenkungen, Schotterführung.
Anthropogene Eingriffe, wie sie Rodungen oder Kanalisationen darstellen.
Die durch zwei Gewässerkorrektionen heute nur noch geringen Jahresschwankungen der Westschweizer Seen unter 1.5 m betrugen vor der 1. Juragewässerkorrektion nach R. Müller (1973, Abb. 14) etwa 2 m, zwischen der 1. und 2. Juragewässerkorrektion gar 2.5 m mit einer die 2. Juragewässerkorrektion wohl veranlassenden Spitze von über 3 m anlässlich des Hochwassers vom Sommer 1944, als ein Wasserhöchststand von etwa 431.3 m erreicht wurde. Wie nun W. Lüdi (1935) erkannte, erfolgte der Aareabfluss an seiner kritischen Stelle bei Aarberg zu gewissen Zeiten nach Westen in das westschweizerische Seensystem Murtensee-Neuenburgersee-Bielersee, was einen Anstieg der Seespiegel um etwa 4 m bedeutete.
Zur Zeit der Besiedlung des Twanner Ufers müssen wir mit einem anfänglichen mittleren Seespiegel von etwa 427 m rechnen. Im Falle eines Abflusses der Aare nach Westen wäre die Station ganz in den Bereich des Hangfusses abgedrängt worden. Nun stellt sich die Frage, ob

die deutlich wahrnehmbaren, unter sich vergleichbaren Überflutungsschichten 8, 18, 34, 48 und 58 einem eher kurzfristigen Hochwasser bei gleichbleibendem Ostabfluss der Aare oder einem eher langfristigen Abfluss nach Westen entsprechen. Fünf eher langfristige Flussänderungen innert maximal 300 Jahren sind aber höchst unwahrscheinlich, und es spricht vieles dafür, dass die seekreideartigen Zwischenlagen ihre Entstehung jenen alle 30 bis 50 Jahre auftretenden katastrophalen Hochwassern, vergleichbar jenem von 1944, verdanken. Berücksichtigen wir ferner, dass rund alle drei Jahre ein Spitzenwasser von etwa 1.5 m über Normalpegel auftreten kann, und dass ferner, wie die äusserst wertvollen Beobachtungen von W. Lüdi zeigen, nicht jedes Hochwasser auch gleich seine Spuren in Form von Seekreide hinterlassen muss, so haben wir wohl den Rahmen der Twanner Sedimentationsverhältnisse abgesteckt.
Mit der Annahme häufiger Sommerhochwasser, für die etwa 300 Jahre bestehende Cortaillod-Siedlung folglich etwa 100maliger Überschwemmung, ferner mindestens fünf katastrophaler Hochwasser, versuchen wir abschliessend ein einfaches, recht unzulängliches Sedimentationsmodell zu entwerfen (Abb. 49) [13].

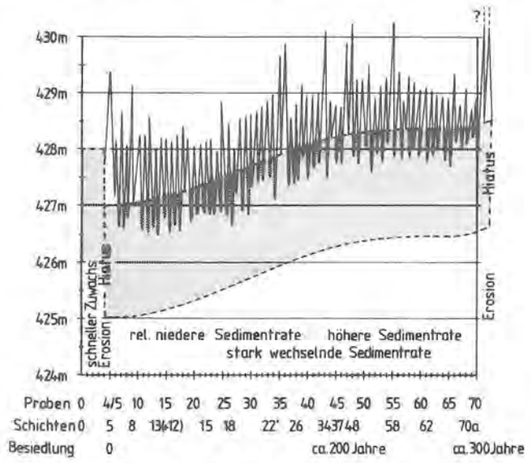


Abb. 49: Rekonstruktionsversuch der Seespiegelschwankungen.

XXI. Bemerkungen zu einem Sedimentationsmodell

Im Uferbereich, wo sich terrestrisch-fluviatile, äolische und limnisch-litorale Sedimentation begegnen, ist es wesentlich schwieriger, ein verbindliches Modell der Ablagerungsvorgänge zu entwickeln als in besser bekannten und eindeutiger definierten Milieus. Wie eine Gleichung 1. Grades leichter lösbar ist als eine 2. Grades, so ist die Zahl der unbekannten Einflüsse auf den Ablagerungsprozess im Bereich der Seehalde kleiner als im Ufergebiet.
Allem übergeordnet ist gewiss ein weitgehend rekonstruierbarer Überflutungsmechanismus. Der Ablagerungsvorgang selbst aber ist keinesfalls ein kontinuierliches Phänomen fortgesetzter Akkumulation. Wir wissen von der Pollenanalyse, dass mit Hiaten zu rechnen ist, dass erosive Prozesse stattfinden, und dass der Mensch massgeblich in den Sedimentationsablauf eingegriffen hat. Zwar wird durch die Wasserstandsmessungen der letzten Jahrzehnte das jahreszeitliche wie das langfristige Verhalten des Seespiegels immer besser fassbar, aber wir vermögen für die gesamte Siedlungsdauer einer prähistorischen Uferstation dennoch nur Vermutungen zum Mechanismus der Seespiegelschwankungen zu äussern, die sich etwa auf moderne meteorologische Messungen und Beobachtungen abstützen (vgl. auch S. 83). Gesetzmässigkeiten, wie sie uns in Twann 4 suggeriert werden, bleiben für uns vorerst unverbindlich, ja unrealistisch und kaum beweisbar. Wir erinnern daran, dass eine stark organische Schicht unter einer Linse („chape") gelegen einen „fumier d'installation" darstellen soll, der aus den Resten der vorangegangenen Siedlungsphase, den Konstruktionsresten der Neubauten, dem Isoliermaterial und den täglichen Abfällen besteht, dass ein über einer Linse liegender „fumier" ein „fumier de couverture" sei, bei welchem es sich um durch den See umgelagerten „fumier d'installation" handeln soll (vgl. auch S. 35 ff.). „Limon organique" und „craie" seien reine Überflutungssedimente, die natürlich im Sedimentstapel verunreinigt sein können, im Prinzip aber auch im Fall der „limons" unabhängig von den Kulturschichten entstehen können (vgl. Twann 4, Figur 18).
Dieses für uns unglaubwürdige Dogma setzt einen rhythmischen Sedimentationsablauf voraus, den wir zwar in dieser idealen Form ablehnen, dem wir zur Zeit aber bloss ein sehr vages Bild gegenüberzustellen vermögen. Wir anerkennen eine Gesetzmässigkeit in der Anlage der Linsen und sehen darin eine direkte Beziehung zur Siedlungsstruktur. Wir halten es für denkbar, ja wahrscheinlich, dass ein äusserer Zwang zu ihrer Erneuerung bestand. Ferner stellen wir seekreideartige Ablagerungen fest, die einen relativ hohen Wasserstand bedingen. Wir erkennen zudem organische Schichten, deren primäre Sedimentation nicht unter Wasser erfolgen konnte, deren vorliegende Lagerung dagegen unter Wasserbeteiligung stattfand. Daraus muss in der Tat auf Wasserstandsschwankungen geschlossen werden.
Dass nun eine Überschwemmung und ihr Ergebnis (Akkumulation, Erosion, Lessivation) gewissen Gesetzen unterliegt, die sehr komplexer Natur sind, ist ebenso sicher. Bei kurzfristiger Überflutung und niederem Wasserpegel im Siedlungsbereich erwarten wir eher organische Schichtabsätze, bei seekreideartigen Schichten halten wir höhere Wasserniveaux, längere Überflutungsdauer und Siedlungsunterbruch für wahrscheinlicher. Sehr viel Material ist zweifellos auch weggeschwemmt worden. Wir haben bestimmt keinen lückenlosen Siedlungsbeleg vorliegen und bezweifeln ferner, dass jede

13 Unser Versuch berücksichtigt den wachsenden Siltgehalt, der auf höhere Wasserüberdeckung schliessen lässt, von Schicht 4 zu Schicht 8 hin zu wenig.

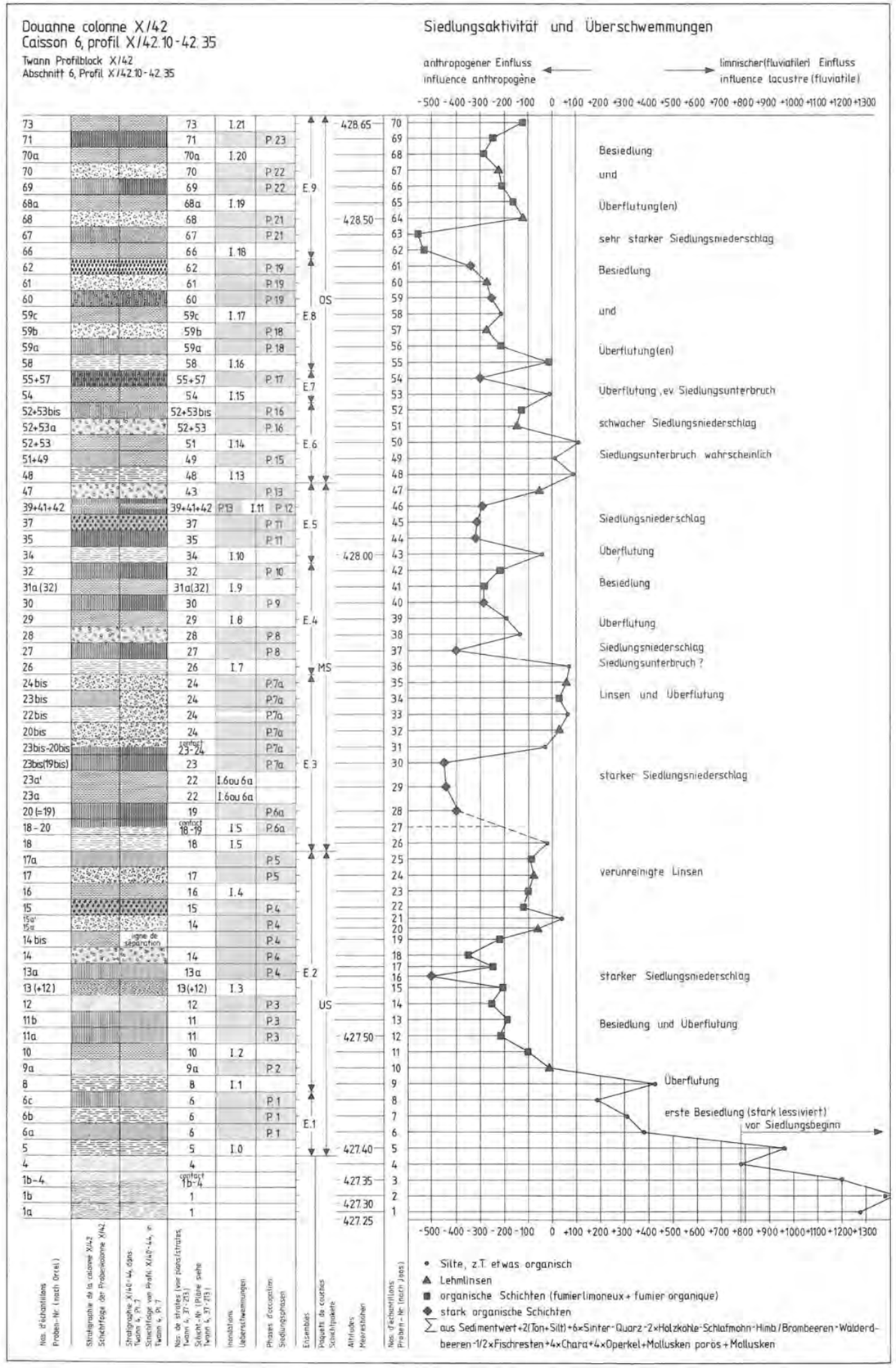


Abb. 50: Siedlungsaktivität und Überschwemmungen lassen sich aus der Summe von Sedimentwert, limnischen und anthropogenen Zeigern ablesen.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen (nach A. Orcel):

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

anthropogener Ursprung
limnischer Ursprung
anthropogener Ursprung

Überflutung ihre Spuren hinterlässt und umgekehrt jede feststellbare Schicht eine Überschwemmung markiert. Vielmehr vermag ein die Siedlung überflutendes Hochwasser mehrere Schichten zu prägen, sie teilweise zu verlagern und unterschiedlich stark abzutragen.

Wie im übrigen die Abbildung 46 aber auch Abbildung 50 erahnen lassen, können wir nicht durch blosse Kumulierung verschiedener Resultate zu einem gesicherten Sedimentationsmodell vorstossen. Letzterwähnte Abbildung berücksichtigt neben dem Sedimentwert (vgl. Taf. 10) Ton+Silt, Quarz, Holzkohle, Schlafmohn, Himbeeren, Brombeeren, Erdbeeren, Fischreste, Chara, Operkel sowie die Mollusken, mithin also eine ansehnliche Fülle limnischer und anthropogener Faktoren, die uns zusammengefasst die Bewertung der Sedimentproben erleichtern. Dennoch sind die Abweichungen gegenüber dem Sedimentwert von Tafel 11 meist nur geringfügig.

Eine Synthese anhand unserer bisherigen Sedimentuntersuchungen vornehmen zu wollen, wäre überheblich und zum vorneherein zum Scheitern verurteilt! Wir müssen sämtliche uns zur Zeit leider nicht oder unvollständig zur Verfügung stehenden Unterlagen, angefangen bei den ausgezeichneten Fotos über alle naturwissenschaftlichen und archäologischen Resultate, abwarten und auch weitere eigene Anstrengungen, etwa Bohrungen im und ausserhalb des Siedlungsraumes unternehmen, um die Basis unserer Aussagen zu verstärken, zu überprüfen und abzusichern. Mit Leichtigkeit sollten wir uns von den in Twann 1 und 4 propagierten starren Sedimentationsvorstellungen lösen können.

XXII. Zusammenfassung und Ausblick

Abschliessend möchten wir versuchen, ein kurzes Fazit unserer Untersuchungen zu ziehen. Das Erkennen einer Vielzahl von Schichten im Sedimentstapel und ihre weiträumige Korrelation, wie sie das Modell von A. Orcel vorschlägt, beurteilen wir positiv. Das Gerüst grossflächiger Leitschichten scheint im Twanner Sedimentstapel weitgehend richtig erfasst worden zu sein und hat den Vorteil, dass das Fundmaterial stratigraphiegerecht ausgewertet werden kann. Da diese Leitlinien praktisch optisch erkennbar sind, erhält das entwickelte Modell eine gewisse Verbindlichkeit. Was aber die Bezeichnung der Sedimente und deren genetische Interpretation betrifft, so sind wir völlig anderer Meinung. Die folgenden Bemerkungen sollen auch erhellen, dass wir der gewählten Unterteilung in „ensembles", „phases" und „inondations" kein Vertrauen schenken.

Wir halten nicht nur die „craies", d. h. die bestenfalls als seekreideartig zu bezeichnenden Silte und die „limons organiques" für Überschwemmungshorizonte. Vielmehr sind die chemisch und granulometrisch weitgehend identischen „fumiers limoneux", ja selbst die meisten der stark organischen Lagen nach unserer Auffassung Schwemmsedimente in der Art der echten „fumiers lacustres". Dadurch vergrössert sich aber die Zahl der „inondations" beträchtlich und die möglichen „in situ-fumiers" vermindern sich drastisch.

Es fällt uns auf, dass jene mit Seeufersiedlungen beschäftigten Archäologen, welche ihre erste grössere Grabung in diesem spezifischen Milieu unternehmen, eine starke Verschwemmung der Sedimente vehement bestreiten. Zahlreiche Fakten sprechen, wie sie glauben, dagegen. Selbst in Twann, wo nun wirklich eine Vielzahl organischer Reste und archäologischer Funde erhalten sind, hat man aber mit einer sehr bemerkenswerten limnischen Beeinflussung und Umlagerung beinahe aller Schichten zu rechnen. Wie anders wäre etwa der hohe mittlere Kiesgehalt der fünf Silte 18, 26, 34, 48 und 58 von 28.5 Gewichtsprozent erklärbar?

Oder vergleichen wir den mittleren Phosphatgehalt von 14.9 FE der sechs Schichten mit dem höchsten organischen Anteil (alle > 30 % „C") mit jenem der sechs karbonatreichsten Schichten oberhalb Schicht 5 (alle > 55 % Karb.) von 17.0 FE! Wir können dies nicht gerade als Beweis einer „in situ"-Lage der Kulturschichten interpretieren. Vielmehr halten wir die tonarmen Kulturschichten für kurzfristig aufgeschwemmt und dadurch mit organischem Detritus angereichert, homogenisiert und mit einer Parallelstruktur versehen. Sind die darin stets vorhandenen Operkel sowie weitere limnische Komponenten nachträglich ins kompakte Sediment eingedrungen oder vom Menschen eingeschleppt worden, auch wenn in der darüberliegenden Schicht ihre Anzahl geringer ist als in der organischen Schicht selbst? Wohl kaum.

Die regelmässige Anlage der Linsen steht bestimmt in einem Zusammenhang mit der Siedlungsstruktur. Weshalb aber ziehen die organischen Schichten unbekümmert um allfällige Hausstrukturen über grössere Distan-

zen durch und lassen keine Hausgrundrisse erkennen, wenn sie doch „in situ"-Lagen darstellen?
Weshalb stehen abgehobene Bauten, die es andernorts nachweisbar gibt, ausser Betracht, wo durchgehender Schichtenverlauf am ehesten verständlich wäre?
Die Bearbeitung der Funde von Twann wird unsere Kenntnis über die neolithischen Kulturen Cortaillod und Horgen unschätzbar erweitern. Was aber die Kenntnisse der Siedlungsstruktur, der Bauweise betrifft, mithin von Strukturen, die sich stratigraphisch abzeichnen sollten, bringen uns die Sedimente sehr viele neue Details aber keine allzugrossen Erkenntnisse. Dafür müssen wir uns vom Profil lösen und den grösseren Zusammenhängen wie der lateralen Entwicklung einer Kulturschicht oder einer sterilen Schicht, Verlagerung der Siedlungszentren u. ä. zuwenden. Viel Energie musste geopfert werden, um eine „idée fixe" als solche blosszustellen, so dass es fraglich wird, ob für eine an sich viel wichtigere Synthese aller verfügbaren Daten noch Zeit und Geduld übrig bleibt. Früher oder später werden wir es, allen Schwierigkeiten zum Trotz, dennoch tun müssen!

XXIII. Résumé

L'analyse sédimentologique du profil X/42 nous incite à proposer quelques modifications importantes au modèle stratigraphique tel qu'il a été développé par A. Orcel (Twann 1; Twann 4). Cela concerne non seulement la description imprécise des sédiments, mais spécialement leur interprétation génétique. Pour des raisons chimiques et granulométriques, la différence faite entre les fumiers limoneux et les limons organiques nous semble injustifiée. A notre avis, les couches archéologiques fortement organiques se sont formées sous l'influence de l'eau, à un tel point que nous mettons en doute ce système de phases d'habitations, d'inondations et d'ensembles.
La contamination évidente de couches avoisinantes, la présence de composants limniques dans presque tous les prélèvements et les hautes densités de phosphate des limons limniques nous amènent à conclure qu'il doit y avoir eu, en alternance, des périodes d'assèchement et d'inondation.

(Traduction Raymond Lauener)

XXIV. Summary

The sedimentological analysis of profile X/42 induces us to suggest some major modifications on the stratigraphical model developed by A. Orcel (cf. Twann 1 and 4). This particularly concerns the genetical interpretation of the sediments, besides the lack of precision in their nomenclature. It seems to us that a differentiation between the almost identical 'fumiers limoneux' and 'limons organiques' is neither chemically nor granulometrically justified. In our view even the strongly organic cultural layers ('fumiers') have been formed partly by the influence of water, so that we are questioning the whole system of 'phases', 'inondations' and 'ensembles'.
The obvious contamination of adjoining layers, the existence of limnological components in nearly all the samples and the high concentration of phosphates in limnical silts indicate a continuous succession of periods of drought and flooding.

(Translation Thomas Kohler)

XXV. Anhang: Prozentuales Verhältnis Mineralisches/Kalkkonkretionen in Fraktion VII

(Fehler etwa ± 2 %; vgl. Tafel 12, Spalte 11)

Probe Nr.	Mineralisches (%)	Kalkkonkretionen (%)	Probe Nr.	Mineralisches (%)	Kalkkonkretionen (%)	Probe Nr.	Mineralisches (%)	Kalkkonkretionen (%)
1	11.9	88.1	25	100.0	0.0	49	89.6	10.4
2	9.1	90.9	26	100.0	0.0	50	87.1	12.9
3	9.5	90.5	27	–	–	51	96.3	3.7
4	31.1	68.9	28	97.4	2.6	52	98.6	1.4
5	22.2	77.8	29	96.5	3.5	53	97.3	2.7
6	64.7	35.3	30	100.0	0.0	54	100.0	0.0
7	73.9	26.1	31	96.7	3.3	55	98.2	1.8
8	86.2	13.8	32	96.8	3.2	56	99.6	0.4
9	95.8	4.2	33	91.1	8.9	57	98.1	1.9
10	98.4	1.6	34	86.1	13.9	58	97.9	2.1
11	98.2	1.8	35	94.4	5.6	59	97.1	2.9
12	99.2	0.8	36	93.3	6.7	60	99.5	0.5
13	100.0	0.0	37	98.8	1.2	61	100.0	0.0
14	100.0	0.0	38	99.3	0.7	62	97.3	2.7
15	99.3	0.7	39	93.8	6.2	63	99.0	1.0
16	98.6	1.4	40	98.3	1.7	64	100.0	0.0
17	97.6	2.4	41	100.0	0.0	65	97.2	2.8
18	98.1	1.9	42	98.9	1.1	66	97.7	2.3
19	97.4	2.6	43	97.2	2.8	67	98.7	1.3
20	95.3	4.7	44	98.1	1.9	68	95.6	4.4
21	94.2	5.8	45	98.2	1.8	69	100.0	0.0
22	92.9	7.1	46	100.0	0.0	70	100.0	0.0
23	93.2	6.8	47	97.6	2.4			
24	100.0	0.0	48	95.7	4.3			

XXVI. Analysenwerte, nach Sedimentarten geordnet (vgl. Text S. 76)

3 ! In ihren Werten stark von der Sedimentart (nach A. Orcel) abweichende Probe mit neuer Zuweisung (3). Korrekturvorschlag M. Joos.

→ ! Bei der Sedimentart belassene Probe (trotz Abweichungen).

1. „Sables crayeux" (4 Proben)

Neuzuweisung	Schicht	Probe	Karbonat	Phosphat	Humus	Organ. Anteil	Sed. Wert	Ton	Silt	Sand	Karbonat	Quarz	Silikat
			%	FE	FE	%		%	%	%	%	%	%
	US 4	4	55.5	4.6	0.1	6.0	+ 124.0	2.2	42.4	55.4	56	32	12
	1b–4	3	69.5	4.6	0.1	2.0	+ 172.5	8.3	36.8	54.9	70	10.5	19.5
	1b	2	71.0	4.9	0.1	2.5	+ 170,0	7.3	35.5	57.3	71	7	22
	1a	1	72.5	4.9	0.1	2.5	+ 175.0	7.7	35.7	56.3	73	8	19
	Total Ø		67.1	4.8	0.1	3.3	+ 160.4	6.4	37.6	56.0	67.5	14.4	18.1

2. „craies" (9 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat %	Phos-phat FE	Humus FE	Organ. Anteil %	Sed. Wert	Ton %	Silt %	Sand %	Karbo-nat %	Quarz %	Silikat %
3.!	OS	58	55	44.5	18.2	1.0	15.0	– 65.0	8.4	44.1	47.7	45	33	22
		48	48	55.0	16.7	0.2	6.0	+ 53.0	7.2	52.8	39.7	55	20	25
			Φ (2)	49.8	17.5	0.6	10.5	– 6.0	7.8	48.5	43.7	50.0	26.5	23.5
	MS	34	43	50.0	18.2	0.4	10.5	– 13.5	6.2	43.9	50.1	50	35.5	14.5
		26	36	47.5	16.7	0.3	6.0	+ 38.5	7.6	25.2	67.1	48	35	17
		22bis	33	70.5	22.2	0.8	5.5	+ 43.0	6.3	68.8	24.7	71	9	20
		18	26	49.5	14.3	0.1	4.0	+ 70.5	7.9	22.2	70.0	50	19.5	30.5
			Φ (4)	54.4	17.9	0.4	6.5	+ 34.6	7.0	40.0	53.0	54.5	24.8	20.5
	US	8	9	68.0	13.3	0.3	10.0	+ 68.0	9.4	71.7	19.1	68	10	22
		6b	7	57.0	16.7	0.4	11.0	+ 64.0	9.2	63.6	27.1	57	43	0
1.!		5	5	52.5	5.9	0.1	4.0	+ 122.0	9.6	40.1	50.2	53	43	4
			Φ (3)	59.2	12.0	0.3	8.3	+ 84.7	9.4	58.5	32.1	59.3	32.0	8.7
	Total Φ			54.9	15.8	0.4	8.0	+ 42.3	8.0	48.0	44.0	55	27.5	17.5
	Min			44.5	5.9	0.1	4.0	– 65.0	6.2	22.2	19.1	45	9	0
	Max			70.5	22.2	1.0	15.0	+ 122.0	9.6	71.7	70.0	71	43	30.5
	Φ ohne MM			54.2	16.3	0.4	7.6	+ 46.2	8.0	49.5	43.8	54.4	28.0	17.8

3. „limons organiques" (13 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat %	Phos-phat FE	Humus FE	Organ. Anteil %	Sed. Wert	Ton %	Silt %	Sand %	Karbo-nat %	Quarz %	Silikat %
	OS	73	70	6.5	13.3	1.3	15.5	– 140.5	8.5	33.6	57.9	–	–	–
		70a	68	30.0	15.4	1.3	10.5	– 62.0	7.6	39.6	52.7	30	50	20
→!		68a	65	27.0	14.3	1.2	9.0	– 38.5	6.0	42.7	51.1	27	50	23
		66	62	26.5	18.2	1.3	14.0	– 95.5	7.7	38.5	53.6	27	52	21
		59c	58	29.5	15.4	1.3	12.0	– 70.5	8.3	34.1	57.9	30	55	15
2.!(7.)		54	53	43.0	15.4	0.4	5.0	+ 37.5	10.6	50.5	38.9	43	35	22
2.!		52+53	50	56.5	20.0	0.4	5.0	+ 25.0	6.2	59.9	33.9	57	25	18
			Φ(7;6)	31.3	16.0	1.0	10.1	– 49.2	7.8	42.7	49.4	31.5	44.5	19.8
	MS	31a(32)	41	26.0	18.2	1.1	22.0	– 153.5	5.9	41.1	53.0	26	63	11
		29	39	36.0	22.2	0.9	17.0	– 105.5	7.6	37.4	54.8	36	45	19
6.!		23a	29	13.0	16.7	2.0	33.5	– 256.0	0.2	29.1	70.5	13	68	19
			Φ(3)	25.0	19.0	1.3	24.2	– 171.7	4.6	35.9	59.4	25	58.7	16.3
	US	16	23	40.5	20.0	0.8	11.0	– 36.0	7.4	26.0	66.6	41	31	28
		13(12)	15	40.5	25.0	0.9	16.5	– 114.5	8.0	41.1	51.1	41	47	12
		10	11	41.0	22.2	0.9	18.0	– 96.0	6.2	44.3	49.8	41	52.5	6.5
			Φ(3)	40.7	22.4	0.9	15.2	– 82.2	7.2	37.1	55.8	41	43.5	15.5
	Total Φ			32.0	18.2	1.1	14.5	– 85.1	6.9	39.8	53.2	34.3	47.8	17.9
	Min			6.5	13.3	0.4	5.0	– 256.0	0.2	26.0	33.9	13	25	6.5
	Max			56.5	25.0	2.0	33.5	+ 37.5	10.6	59.9	70.5	57	68	28
	Φ ohne MM			32.1	18.0	1.0	16.7	– 80.7	7.2	35.2	53.4	34.2	48.1	18.0

4. „fumiers limoneux" (15 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat	Phos-phat	Humus	Organ. Anteil	Sed. Wert	Ton	Silt	Sand	Karbo-nat	Quarz	Silikat
				%	FE	FE	%		%	%	%	%	%	%
	OS	69	66	22.0	14.3	1.3	11.0	– 65.5	8.3	31.5	59.9	22	58	20
		67	63	20.5	18.2	1.4	14.5	– 123.5	9.0	36.7	54.4	21	55	24
		59a	56	36.5	18.2	0.9	12.0	– 58.0	8.2	36.5	55.5	37	36.5	26.5
		52+53bis	52	33.5	16.7	0.9	10.5	– 49.5	6.2	39.0	54.9	34	49.5	16.5
2.!		51+49	49	51.0	7.7	0.5	13.5	+ 25.5	8.6	51.2	39.9	51	27	22
			Φ(5)	32.7	15.0	1.0	12.2	– 54.2	8.1	39.0	52.9	33	45.2	21.8
	MS	39+41+												
6.!		42	46	13.5	14.3	0.8	24.5	– 176.0	4.9	23.4	71.4	14	64.5	21.5
→!		23bis	34	50.0	20.0	1.1	8.0	– 14.5	7.7	46.6	45.8	50	23	27
			Φ(2)	31.8	17.2	1.0	16.3	– 95.3	6.3	35.0	58.6	32	43.8	24.2
	US	17a	25	39.5	20.0	0.6	10.5	– 31.0	7.4	29.7	62.9	40	31	29
		14bis	19	39.5	25.0	1.3	14.5	– 111.5	3.5	35.6	61.0	40	37	23
→!		13a	17	31.0	22.2	1.9	24.0	– 185.5	6.7	55.0	38.3	31	47	22
6.!		13a	16	18.0	12.5	1.2	45.0	– 292.0	4.6	27.0	68.5	18	74	8
→!		11b	13	35.0	18.2	1.2	25.5	– 148.0	2.7	48.4	48.5	35	65	0
→!		11a	12	31.0	18.2	1.4	26.5	– 173.5	7.3	35.5	57.6	31	54	15
2.!		6c	8	58.0	14.3	0.4	10.0	+ 27.5	8.9	62.6	28.6	58	42	0
2.!		6a	6	53.0	16.7	0.3	10.0	+ 22.0	8.3	50.0	41.5	53	45	2
			Φ(8)	38.1	18.4	1.1	20.8	– 111.5	6.2	43.0	50.9	38	49.4	12.4
	Total Φ			35.5	17.1	1.0	17.3	– 90.2	6.8	40.6	52.6	35.5	47.3	17.1
	Min			13.5	7.7	0.3	8.0	– 292.0	2.7	23.4	28.6	14	23	0
	Max			58.0	25.0	1.9	45.0	+ 27.5	9.0	62.6	71.4	58	74	29
	Φ ohne MM			35.4	17.2	1.0	15.9	– 83.8	7.0	40.2	53.0	35.6	47.0	17.5

5. „charbons" (3 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat	Phos-phat	Humus	Organ. Anteil	Sed. Wert	Ton	Silt	Sand	Karbo-nat	Quarz	Silikat
				%	FE	FE	%		%	%	%	%	%	%
6.!	OS	62	61	22.5	14.3	1.4	22.0	– 157.5	8.3	40.4	51.3	23	77	0
6.!	MS	37	45	14.5	15.4	1.1	25.0	– 194.5	5.5	30.4	64.1	15	72	13
3.!	US	15	22	48.5	20.0	0.4	13.0	– 33.5	5.3	33.5	61.0	49	24	27
	Total Φ			28.5	16.6	1.0	20.0	– 128.5	6.4	34.8	58.8	28.5	57.7	13.3

6. „fumiers organiques" (9 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat	Phos-phat	Humus	Organ. Anteil	Sed. Wert	Ton	Silt	Sand	Karbo-nat	Quarz	Silikat
				%	FE	FE	%		%	%	%	%	%	%
3.!	OS	71	69	9.5	14.3	1.7	15.5	– 138.5	10.6	36.3	52.7	10	55	35
		60	59	19.0	15.4	1.5	23.5	– 158.0	2.0	33.5	64.4	19	81	0
		55+57	54	15.5	12.5	1.3	32.0	– 218.0	1.2	36.3	62.4	16	84	0
			Φ(3)	14.7	14.1	1.5	23.7	– 171.5	4.6	35.4	59.8	15	73.3	11.7
	MS	35	44	17.5	14.3	1.2	35.5	– 242.5	0.2	33.6	66.3	18	70.5	11.5
3.!		32	42	17.0	16.7	1.0	18.0	– 132.5	1.4	36.1	62.5	17	66	17
		30	40	21.0	18.2	1.1	24.5	– 174.5	8.0	32.8	59.3	21	63	16
		27	37	19.5	18.2	1.6	33.5	– 244.9	4.3	25.7	69.3	20	64	16
		23bis (19bis)	30	13.0	15.4	2.0	42.5	– 303.0	0.7	31.6	67.5	13	87	0
		20(=19)	28	15.0	16.7	1.7	26.5	– 211.5	1.0	30.0	69.0	15	65	20
			Φ(6)	17.2	16.6	1.4	30.1	– 218.0	2.6	31.6	65.7	17.3	69.3	13.4
	Total Φ			16.3	15.7	1.5	27.9	– 202.5	3.3	32.9	63.8	16.6	70.6	12.8
	Min			9.5	12.5	1.0	15.5	– 303.0	0.2	25.7	52.7	10	55	0
	Max			21.0	18.2	2.0	42.5	– 132.5	10.6	36.3	69.8	21	87	35
	ohne MM			16.6	15.9	1.4	27.6	– 198.1	2.7	33.4	64.5	16.9	70.5	11.5

7. „chapes" (15 Proben)

Neu-zuwei-sung	Schicht		Probe	Karbo-nat %	Phos-phat FE	Humus FE	Organ. Anteil %	Sed. Wert	Ton %	Silt %	Sand %	Karbo-nat %	Quarz %	Silikat %
	OS	70	67	25.0	14.3	0.9	7.0	– 24.5	6.2	44.5	49.3	25	55.5	19.5
		68	64	15.0	12.5	0.4	6.0	+ 6.5	8.3	48.4	43.2	15	53	32
		61	60	23.5	14.3	1.5	14.0	– 94.5	7.8	43.0	49.2	24	53	23
		59b	57	30.5	15.4	1.3	10.5	– 55.0	8.0	30.2	61.8	31	45.5	23.5
		52+53a	51	37.0	14.3	0.3	5.0	+ 46.0	7.8	40.1	52.1	37	40	23
			Φ(5)	26.2	14.2	0.9	8.5	– 24.3	7.6	41.2	51.1	26.2	49.4	24.2
	MS	47	47	33.5	13.3	0.4	9.0	+ 2.5	6.0	24.4	69.7	34	42	24
		28	38	32.5	20.0	0.9	10.5	– 51.0	7.8	33.4	58.6	33	45.5	21.5
		24bis	35	50.5	15.4	0.3	3.5	+ 66.5	6.9	31.0	62.1	51	22.5	26.5
		20bis	32	51.0	16.7	0.4	5.5	+ 46.0	7.7	47.4	44.6	51	23.5	25.5
			Φ(4)	41.9	16.35	0.5	7.1	+ 16.0	7.1	34.1	58.8	41.9	33.4	24.4
	US	17	24	39.5	13.3	0.3	6.5	+ 38.0	6.7	20.4	72.7	40	34	26
2.!		15a	21	61.0	15.4	0.4	3.0	+ 88.5	7.2	46.8	46.4	61	16	23
		15a	20	52.0	16.7	0.3	7.0	+ 40.0	7.5	31.7	60.8	52	21	27
3.!		14	18	33.5	25.0	1.3	17.5	– 159.5	6.0	29.8	64.3	34	43.5	22.5
3.!		12	14	40.5	22.2	1.0	19.5	– 109.5	8.4	44.0	48.0	41	52.5	6.5
		9a	10	46.5	20.0	0.5	14.0	+ 13.5	7.6	45.1	47.5	47	40	13
			Φ(6)	45.5	18.8	0.6	11.3	– 14.8	7.2	36.3	56.6	45.5	34.5	19.7
	Total Φ			38.1	16.6	0.7	9.3	– 9.8	7.3	37.4	55.4	38.1	39.2	22.5
	Min			15.0	12.5	0.3	3.0	– 159.5	6.0	20.4	43.2	15	16	6.5
	Max			61.0	25.0	1.5	19.5	+ 88.5	8.4	48.4	72.7	61	55.5	32
	Φ ohne MM			38.1	16.3	0.7	8.9	– 5.8	7.4	37.0	55.0	38.5	39.7	22.9

Verzeichnis der nachgewiesenen Kleintiere und Algen

Bithynia	Schnauzenschnecke	Oogonium	Eizelle, Teil der Characeae
Bithynia tentaculata L.	langfühlerige Schnauzenschnecke	Operculum	Schneckendeckel
Characeae	Familie der Armleuchteralgen	Ostrakoden	Muschelkrebse
Chara und Nitella	Gattungen der Armleuchteralgen	Trichoptera	Köcherfliegen (Larvenhüllen)

Verzeichnis der Pflanzennamen / Liste des plantes

(In der folgenden Liste sind nur die im Text und in den Abbildungen und Tafeln erwähnten Pflanzennamen aufgeführt; vollständige Liste der Makroreste s. S. 64 ff.)

Abies (alba)	(Weiss-)Tanne	Sapin (blanc)
Acer sp.	Ahorn	Erable
Alchemilla arvensis	Acker-Frauenmantel	Alchémille des champs
Allium (ursinum)	(Bären-)Lauch	Ail (des ours)
Alnus sp.	Erle	Chaix
Anthericum (Liliago)	Grosse Graslilie	Anthéricum à fleurs de Lis
Arenaria serpyllifolia	Quendel-Sandkraut	Sabline à feuilles de Serpolet
Artemisia sp.	Beifuss, Edelraute, Wermut	Armoise
Betula	Birke	Bouleau
Brassica sp.	Kohl	Chou
Campanula sp.	Glockenblume	Campanule
Campanulaceae	Glockenblumengewächse	Campanulacées
Carex distans	Langgliedrige Segge	Carex distant
Caryophyllaceae	Nelkengewächse	Nielles
Centaurea cyanus	Kornblume	Centaurée Bleuet
Centaurea montana	Berg-Flockenblume	Centaurée des montagnes
Cerealia	Getreide	Céréales
Chenopodiaceae	Gänsefussgewächse	Chénopodées
Chenopodium sp.	Gänsefuss	Chénopode
Convolvulaceae	Windengewächse	Liserons
Compositae liguliflorae	zungenblütige Korbblütler	Composacées liguiformes
Compositae tubuliflorae	Röhrenblütige Korbblütler	Composacées tubulaires
Corylus (avellana)	Haselstrauch	Coudrier, Noisetier
Cruciferae	Kreuzblütler	Cruciféracées
Cyperaceae	Sauergräser	Cyperacées
Dipsacaceae	Kardengewächse	Cardére
Dipsacus silvester	Wilde Karde	Cardére sauvage
Epilobium sp.	Weidenröschen	Epilobe
Epilobium angustifolium	Wald-Weidenröschen	Epilobe à feuilles étroites
Eupatorium cannabinum	Wasserdost	Eupatoire Chanvrine
Euphorbia	Wolfsmilch	Euphorbe
Fagus (silvatica)	(Rot-)Buche	Hêtre des bois, Fayard
Filipendula ulmaria	Wiesen-Spierstaude	Filipendule ulmaire, Reine des prés
Fragaria	Erdbeere	Fraisier
Fragaria vesca	Walderdbeere	Fraisier des bois
Frangula (alnus)	Faulbaum	Bourdain Aune
Fraxinus (excelsior)	(Gemeine) Esche	Frêne élevé, Frêne commun
Galium palustre	Sumpf-Labkraut	Gaillet des marais
Gentianaceae	Enziangewächse	Gentianes
Geranium sp.	Storchschnabel	Géranium
Gramineae	Gräser	Graminées
Hedera (helix)	Efeu	Lierre
Helianthemum sp.	Sonnenröschen	Hélianthême
Hippophaë (rhamnoides)	Sanddorn	Argousier Faux Nerprun
Hypericum perforatum	Echtes Johanniskraut	Millepertuis perforé, Herbe à mille trous
Ilex (aquifolium)	Stechpalme	Houx à feuilles épineuses
Iris sp.	Schwertlilie	Iris
Labiatae	Lippenblütler	Labiacées
Lapsana communis	Rainkohl	Lapsane commune
Legousia	Frauenspiegel	Legousie Miroir de Vénus
Liliaceae	Liliengewächse	Liliacées, Lis
Linum (usitatissimum)	Lein, Flachs	Lin usuel

Lonicera sp.	Heckenkirsche, Geissblatt	Lonicéra
Lycopodium sp.	Bärlapp	Lycopode
Lycopus europaeus	Wolfsfuss, Wolfstrapp	Lycope d'Europe, Pied de loup
Lythrum salicaria	Blut-Weiderich	Lythrum salicaire
Malus silvestris	Holzapfelbaum	Pommier
Malva (cf. neglecta)	(Kleine) Malve, Käslikraut	Mauve (negligée) Mauve commune, Petite Mauve
Mentha sp.	Minze	Menthe
Mentha aquatica	Wasser-Minze	Menthe aquatique
Mentha pulegium	Polei-Minze	Menthe puoliot
Menyanthes (trifoliata)	Fieberklee	Ményanthe trifolié, Trêfle d'eau
Moehringia trinervia	Wald-Nabelmiere	Moehringie à trois nervures
Najas sp.	Nixenkraut	Naïade
Neckera crispa	Neckermoos	
Nymphaea	Seerose	Nymphéa
Origanum vulgare	Gewöhnlicher Dost, Wilder Majoran	Origan vulgaire, Marjolain sauvage
Papaver sp.	Mohn	Pavot
Papaver somniferum	Schlafmohn	Pavot somnifère
Parnassia palustris	Studentenröschen, Herzblatt	Parnassie des marais
Physalis alkekengi	Judenkirsche	Coqueret Alkékenge
Phyteuma spicata	Ährige Rapunzel	Raiponce en épi
Picea (abies)	Fichte, Rottanne	Epicéa, Pesse, Sapin rouge
Pinus (silvestris)	Föhre, Kiefer	Pin sylvestre, Daille
Pirus communis	Wildbirnbaum	Poirier commun
Plantago lanceolata	Spitzwegerich	Plantain lancéolé
Plantago major	Grosser Wegerich	Grand Plantain
Plantago media	Mittlerer Wegerich	Plantain moyen
Polygonum aviculare	Vogel-Knöterich	Renouée des oiseaux, Traînasse
Polygonum bistorta	Schlangen-Knöterich	Renouée bistorte, Serpentaire
Polygonum convolvulus	Winden-Knöterich	Renouée Liseron, Vrillée sauvage
Polygonum viviparum	Brut-Knöterich	Renouée vivipare
Polygonum vulgare	Gemeiner Knöterich	Renouée sauvage
Polypodiaceae	Tüpfelfarne	Polypodiacées
Polypodium vulgare	Engelsüss	Polypode vulgaire, Réglisse des bois
Potamogeton sp.	Laichkraut	Potamot
Potentilla reptans	Kriechendes Fingerkraut	Potentille rampante, Quinte feuille
Primulaceae	Primelgewächse	Primevère
Prunella vulgaris	Kleine Brunelle	Brunelle vulgaire
Quercus sp.	Eiche	Chêne
Ranunculaceae	Hahnenfussgewächse	Renonculées
Ranunculus sp.	Hahnenfuss	Renoncule
Ranunculus lingua	Grosser Hahnenfuss	Renoncule langue, Grande
Ranunculus sect. Batrachium	Wasserbevorzugender Hahnenfuss	Renoncule aquatique
Ranunculus sceleratus	Gift-Hahnenfuss	Renoncule scélérate/Douve
Rosaceae	Rosengewächse	Rosacées
Rosa sp.	Rose	Rose
Rubiaceae	Krappgewächse	Rubiacées
Rubus fruticosus	Echte Brombeere	Mûre
Rubus idaeus	Himbeere	Framboise
Rumex sp.	Ampfer	Rumex
Salix sp.	Weide	Saule
Sambucus sp.	Holunder	Sureau
Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	Petite Sanguisorbe, Pimpernelle
Scilla	Meerzwiebel	Scille
Scleranthus sp.	Knäuel	Scléranthe, Gnavelle
Scrophulariaceae	Braunwurzgewächse	Scrophulariacées
Senecio paludosus	Sumpf-Kreuzkraut	Seneçon des marais
Sonchus asper	Rauhe Gänsedistel	Laiteron rude
Sphagnum sp.	Torf-, Weissmoos	Sphaignes
Sphagnum magellanicum	Magellansmoos	Sphaignes
Stellaria aquatica	Wassermiere	Stellaire aquatique
Thalictrum sp.	Wiesenraute	Pigamon
Tilia sp.	Linde	Tilleul
Trifolium pratense	Rotklee	Trêfle des prés
Triticum sp.	Weizen	Epeautre
Typhaceae	Rohrkolben	Massette

Ulmus sp.	Ulme	Orme
Umbelliferae	Doldengewächse	Ombellifères
Urtica sp.	Nessel	Ortie
Urtica dioeca	Grosse Brennessel	Ortie dioïque
Valeriana (Cf. officinalis)	Echter Baldrian	Valériane officinale
Valerianella	Ackersalat	Valérianelle
Verbena officinalis	Gewöhnliches Eisenkraut	Verveine
Viburnum	Schneeball	Viorne officinale
Viola	Veilchen	Violette
Viscum (album)	Mistel	Gui blanc

(Zusammenstellung Resi Koehler)

Bibliographie

Ammann-Moser, B. 1975: Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 56. Bern.

Archäologie der Schweiz 2-1, 1979: 125 Jahre Pfahlbauforschung. Sondernummer.

Bertsch, K. 1941: Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung 1. Stuttgart.

Billamboz, A. et al. unpubl.: La station littorale d'Auvernier-Port (Neuchâtel, Suisse). Cadre et évolution. Erscheint in: Cahiers d'archéologie romande.

Bocquet, A. / Orcel, C. 1975: Premiers résultats dendrochronologiques dans les structures de la station des Baigneurs à Charavines (Isère). Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon 13 suppl., 15–20.

Boisaubert, J. L. / Schifferdecker, F. / Pétrequin, P. 1974: Les villages néolithiques de Clairvaux (Jura, France) et d'Auvernier (Neuchâtel, Suisse). Problèmes d'interprétation des plans. Bulletin de la société préhistorique française 71, 355–382.

Bräker, O.-U. 1979: Angewandte Holzanalyse. Beitrag zur Rekonstruktion der Umwelt neolithischer Ufersiedlungen in Feldmeilen-Vorderfeld. Academica helvetica 3. Bern, Stuttgart.

Brinkmann, R. 1932: Über die Schichtung und ihre Bedingungen. Fortschritte der Geologie und Palaeontologie 11, 187–219.

Brochier, J. L. 1978/79: L'apport de la géologie à l'étude des palafittes, in: Préhistoire d'Auvernier. Un programme de recherche multidisciplinaire en archéologie. Séminaire de préhistoire Neuchâtel. 10 S.

Brochier, J. L. unpubl. 1: La séquence stratigraphique de la station d'Auvernier-Brise Lames: étude sédimentologique; étude des processus de sédimentation des fumiers. 34 S.

Brochier, J. L. unpubl. 2: La séquence stratigraphique de la station littorale d'Auvernier-Saunerie: étude sédimentologique. La dynamique lacustre. 30 S.

Brochier, J. L. / Joos, M. unpubl. 1: Un élément important du cadre de vie des néolithiques d'Auvernier-Port: le lac, approche sédimentologique. In: Billamboz et al. unpubl.

Brochier, J. L. / Joos, M. unpubl. 2: La séquence stratigraphique de la station littorale d'Auvernier-Nord: étude sédimentologique. 29 S.

Douanne: s. Twann.

Egloff, M. / Schifferdecker, F. / Boisaubert, J. L. / Arnold, B. / Desse, J. 1977: Les fouilles d'Auvernier de 1971 à 1975. Mitteilungsbl. SGUF 8, Nr. 30/31, 2–65.

Faegri, K. 1940: Quartärgeologische Untersuchungen im westlichen Norwegen II. Zur spätquartären Geschichte Jaerens. Bergens museums arbok. Naturvitenskapelig rekke 7.

Faegri, K. 1944: On the Introduction of Agriculture in Western Norway. Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar 66, 449–462.

Furger, A. R. et al. 1977: A. R. Furger, A. Orcel, W. E. Stöckli, P. J. Suter, Die Ausgrabungen der neolithischen Ufersiedlungen von Twann (1974–1976). Mitteilungsbl. SGUF 8, Nr. 32, 2–20.

Geyer, O. F. 1973: Grundzüge der Stratigraphie und Fazieskunde 1. Stuttgart.

Guyan, W. U. et al. 1955: W. U. Guyan, H. Levi, W. Lüdi, J. Speck, H. Tauber, J. Troels-Smith, E. Vogt, M. Welten, Das Pfahlbauproblem. Monogr. SGU 11. Basel.

Gyger, M. et al. 1976: Untersuchung zur Klassifikation spät- und nacheiszeitlicher Sedimente aus dem Zürichsee. Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen 56, 387–406.

Häni, R. 1964: Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern NF. 21, 75–97.

Heer, O. 1865: Die Pflanzen der Pfahlbauten. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich auf das Jahr 1866. Nr. 68.

Heitz-Weniger, A. 1976: Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees. Bauhinia 5, 215–229.

Heitz-Weniger, A. 1978: Pollenanalytische Untersuchungen an den neolithischen und spätbronzezeitlichen Seerandsiedlungen „Kleiner Hafner", „Grosser Hafner" und „Alpenquai" im untersten Zürichsee (Schweiz). Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie 99, 48–107.

Hofmann, F. 1976: Die Anwendung der Phosphorsäure-Aufschlussmethode zur sediment-petrographischen und geotechnischen Erfassung der stofflichen Zusammensetzung von Sanden. Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen 56, 161–166.

Imhof, B. et al. 1977: B. Imhof, S. Jacomet, M. Joos, H.-R. Kissling, B. Ritter, J. Schibler, Spätlatène-Siedlung Basel-Gasfabrik. Festschrift E. Schmid. Regio Basiliensis 18, 91–134.

JbSGU: Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte.

Joos, M. 1976/1: Die Sedimente der neolithischen Station Feldmeilen-Vorderfeld. In: Winiger, J. / Joos, M. 1976, 103–132.

Joos, M. 1976/2: Geologische und sedimentologische Aspekte von Yverdon-Garage Martin. In: Kaenel, G. 1976, 131–142.

Kaenel, G. 1976: La fouille du "Garage Martin – 1973". Cahiers d'archéologie romande 8. Lausanne.

Keller, F. 1854: Die keltischen Pfahlbauten in den Schweizerseen. Mittheilungen der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich 9, 66–100.

Körber-Grohne, U. 1967: Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. Feddersen Wierde 1. Wiesbaden.

Lenoble, P. 1979: Dissociation d'un schichtpaket. Introduction à l'étude sédimentologique du gisement archéologique d'Auvernier Brise-Lames et à son interprétation palethnographique. Mémoire de maîtrise Besançon (unpubl.).

Liese-Kleiber, H. 1976: Pollenanalytische Untersuchungen. In: Kaenel, G. 1976, 145–158.

Liese-Kleiber, H. 1976: Pollenanalytische Untersuchungen. In: spätneolithischen Ufersiedlung Avenue des Sports in Yverdon am Neuenburgersee/Schweiz. JbSGU 60, 7–41.

Lüdi, W. 1935: Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes Rübel in Zürich 11. Bern.
Lundström-Baudais, K. 1977: Etude des macro-fossiles des sites littoraux d'Auvernier-Brise-Lames, Clairvaux et Charavines. Mémoire de maîtrise Besançon.
Magny, M. 1978: La dynamique des dépôts lacustres et les stations littorales du Grand Lac de Clairvaux (Jura). Publications du Centre de recherches archéologiques. Notes et monographies techniques 11. Paris.
Mitteilungsbl. SGUF: Mitteilungsblatt der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte.
Monogr. SGU: Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz.
Müller, G. 1964: Sediment-Petrologie 1: Methoden der Sedimentuntersuchung. Stuttgart.
Müller, G. / Gastner, M. 1971: The „Karbonat-Bombe", a simple device for the determination of the carbonate content in sediments, soils and other materials. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Monatshefte, 466–469.
Müller, R. 1973: Über die Wasserstände der Juraseen. Ein Beitrag zur archäologischen Forschung bei der 2. Juragewässerkorrektion. Freiburg (Schweiz), 153–176.
Munsell 1954: Munsell Soil Color Charts. Baltimore.
Orcel, A. 1977: Interprétation stratigraphique du site néolithique de Douanne. Reconstitution des phases d'occupation de l'époque de Cortaillod; méthode et résultats. Mémoire EHESS Paris (unpubl.).
Pettijohn, F. J. / Potter, P. E. 1964: Atlas and glossary of primary sedimentary structures. Berlin.
Reinerth, H. 1922: Die Pfahlbauten des Bodensees im Lichte der neuesten Forschung. Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung 50, 56 ff.
Rottländer, R. 1970: Chemische Bodenuntersuchung für den Archäologen. Methoden, Durchführung, Bibliographie. Informationsblätter zu Nachbarwissenschaften der Ur- und Frühgeschichte 1, 1.1–1.20.
Ruoff, U. 1976: Tauchuntersuchung bei der Pfyner Siedlung Horgen „Dampfschiffsteg". JbSGU 59, 67–75.
Schifferdecker, F. / Lenoble, P. / Lambert, G. 1974: Au bord du Lac de Neuchâtel: les stations littorales d'Auvernier. Archéologia 74, Sept. 1974, 58–65.
Schindler, C. 1971: Geologie von Zürich und ihre Beziehung zu Seespiegelschwankungen. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 116, 284–315.
Schlichtherle, H. 1978: Die Ausgrabungen 1973–1977 in den Ufersiedlungen Horn-Staad „Hörnle" I. Befunde und Funde aus dem frühen Jungneolithikum am westlichen Bodensee. Dissertation Freiburg i. Br. (unpubl.).
Schmid, E. 1958: Höhlenforschung und Sedimentanalyse. Ein Beitrag zur Datierung des Alpinen Paläolithikums. Schr. SGU 13. Basel.
Schr.SGU: Schriften zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz.
Schroeder, D. 1978: Bodenkunde in Stichworten. Kiel. 3. Auflage.
Schweingruber, F. H. 1976: Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfunden aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme. Academica helvetica 2. Bern, Stuttgart.
Stockmarr, J. 1971: Tablets with spores used in absolute pollen analysis. Pollen et spores 13, 615–621.
Strahm, C. 1972/1973: Les fouilles d'Yverdon. JbSGU 57, 7–16.
Ters, M. 1976: Les lignes du rivage holocène, le long de la côte atlantique française. In: La préhistoire française II: Les civilisations néolithiques et protohistoriques de la France. Paris, 27–30.
Thommen, E. 1951: Taschenatlas der Schweizer Flora. Basel. 2. Auflage.
Troels-Smith, J. 1955: Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. In: Guyan, W. U. et al. 1955, 9–58.
Troels-Smith, J. 1960: Ivy, Mistletoe and Elm, Climate Indicators – Fodder Plants. Danmarks geologiske undersøgelse IV. Raekke 4, Nr. 4.
Twann 1: A. R. Furger, A. Orcel, W. E. Stöckli, P. J. Suter, Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 1. Vorbericht. Bern 1977.
Twann 2: B. Grundbacher, H. R. Stampfli, Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 2. Tierknochenfunde. Erster Bericht. Mit einem Beitrag von A. Orcel. Bern 1977.
Twann 3: B. Ammann, A. R. Furger, M. Joos, H. Liese-Kleiber, Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 3. Der bronzezeitliche Einbaum und die nachneolithischen Sedimente. Bern 1977.
Twann 4: A. Orcel, Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 4. Analyse archéologique des sédiments. Méthode appliquée à une grande surface et résultats (caissons 6 et 7: civilisation de Cortaillod). Bern 1978.
Twann 7: A. R. Furger, Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 7. Die Siedlungsreste der Horgener Kultur. Mit Beiträgen von B. Ammann, J. Francuz, I. G. Hedley, R. Jud, H. Liese-Kleiber, U. Piening, H. R. Stampfli. Bern 1980 (im Druck).
Vogt, E. 1955: Pfahlbaustudien. In: Guyan, W. U. et al. 1955, 117–272.
Vogt, E. 1969: Siedlungswesen. Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz 2: Die Jüngere Steinzeit. Basel, 157–174.
Waterbolk, H. T. / van Zeist, W. 1978: Niederwil, eine Siedlung der Pfyner Kultur 1 und 2. Academica helvetica 1. Bern, Stuttgart.
Wegmüller, S. 1966: Über spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des SW-Jura. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 48. Bern.
Weiss, H. P. 1977: Sedimentologische und isotopengeochemische Untersuchung der Lockersedimente im Bielersee. Lizentiatsarbeit Bern (unpubl.).
Weiss, H. P. 1979: Die Oberflächensedimente des Bielersees. Eclogae geologicae Helveticae 72, 407–424.
Welten, M. 1947: Pollenprofil Burgäschi. Ein Standard-Diagramm aus dem solothurnisch-bernischen Mittelland. Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1946, 101–111.
Welten, M. 1955: Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee. In: Guyan, W. U. et al. 1955, 59–88.
Welten, M. 1967: Bemerkungen zur paläobotanischen Untersuchung von vorgeschichtlichen Feuchtbodenwohnplätzen und Ergänzungen zur pollenanalytischen Untersuchung von Burgäschisee-Süd. In: Burgäschisee-Süd, Chronologie und Umwelt. Acta Bernensia II, 4, 9–20.
Winiger, J. / Joos, M. 1976: Feldmeilen-Vorderfeld. Die Ausgrabungen 1970/1971. Antiqua 5. Basel.
Wyss, R. 1976: Das jungsteinzeitliche Jäger-Bauerndorf von Egolzwil 5 im Wauwilermoos. Mit Beiträgen von H. R. Stampfli, S. Wegmüller, F. H. Schweingruber. Archäologische Forschungen. Zürich.

Abbildungsnachweis / Réalisation des illustrations

Abb./Fig. 1, 2, 29, 30, 36, 42–44, 46, 48: Zeichnung Margrit Voss
Abb./Fig. 3, 5–7: Foto Iris Krebs
Abb./Fig. 4, 9, 11–26, 39, 47: Zeichnung Margrit Kummer
Abb./Fig. 8: Foto François Roulet
Abb./Fig. 27: Zeichnung Werner Schoch, EAFV
Abb./Fig. 28, 31, 33–35, 40: Zeichnung Heinz Schuler
Abb./Fig. 32: Zeichnung Margrit Kummer und Stefan Bieri
Abb./Fig. 37: aus Geyer 1973, Abb. 114B
Abb./Fig. 41: Foto Marcel Joos
Abb./Fig. 45: Zeichnung Marcel Joos
Abb./Fig. 49, 50: Zeichnung Stefan Bieri
Taf./Pl. 1a, 2–12: Zeichnung Margrit Kummer
Taf./Pl. 1b: Foto François Roulet

Abkürzungen / Abréviations

AP	Pollens sylvatiques (Baumpollen)
BP	Baumpollen (pollens sylvatiques)
B. P.	before present (vor heute/avant présent; nicht kalibriert)
E.	Ensemble
EMW	Eichenmischwald (chênaie mixte)
FE	Farbeinheiten (unités de couleur)
HK	Holzkohle (charbon de bois)
I.	Inondation (Überschwemmung)
Md	Median/Médiane
MS	Mittleres Schichtpaket (paquet de couches du milieu; Cortaillod)
MSCC	Munsell Soil Color Charts, Baltimore 1954
NAP	Pollens d'herbacées (Nichtbaumpollen)
NBP	Nichtbaumpollen (pollens d'herbacées)
no	Numéro d'échantillon (Probennummer)
OS	Oberes Schichtpaket (paquet de couches supérieures; Cortaillod)
P.	Phase d'occupation (Siedlungsphase)
PK	Pollenkörner (grains de pollens)
PS	Pollensumme (somme totale des pollens)
S.	Strate (Schicht)
Sk	Schiefe/asymétrie
So	Sortierung/sorting index
STP	Strauchpollen (pollens d'arbustes)
US	Unteres Schichtpaket (paquet de couches inférieures; Cortaillod)
Vol. Gew.	Volumengewicht (masse volumique)

Planche / Tafel 1a:

Douanne. Profil X/40–44, interprétation stratigraphique et emplacement de la colonne X/42. Voir détails Fig. 8. Echelle 1:10.

Twann. Profil X/40–44 mit Schichtinterpretation und Lage der Probenkolonne X/42. Details s. Fig. 8. Masstab 1:10.

OS = paquet de couches supérieures
MS = paquet de couches du milieu
US = paquet de couches inférieures
E. = Ensemble
P. = Phase d'occupation
I. = Inondation

Symboles:

- Fumier organique
- Fumier
- Fumier limoneux
- Fumier très limoneux
- Craie
- Limon organique
- Sable
- Gravier
- Argile
- Chape (granulométriquement variable)
- Charbon de bois

(apport humain / apport lacustre / apport humain)

(dans: Twann, volume 6, article A. Orcel)

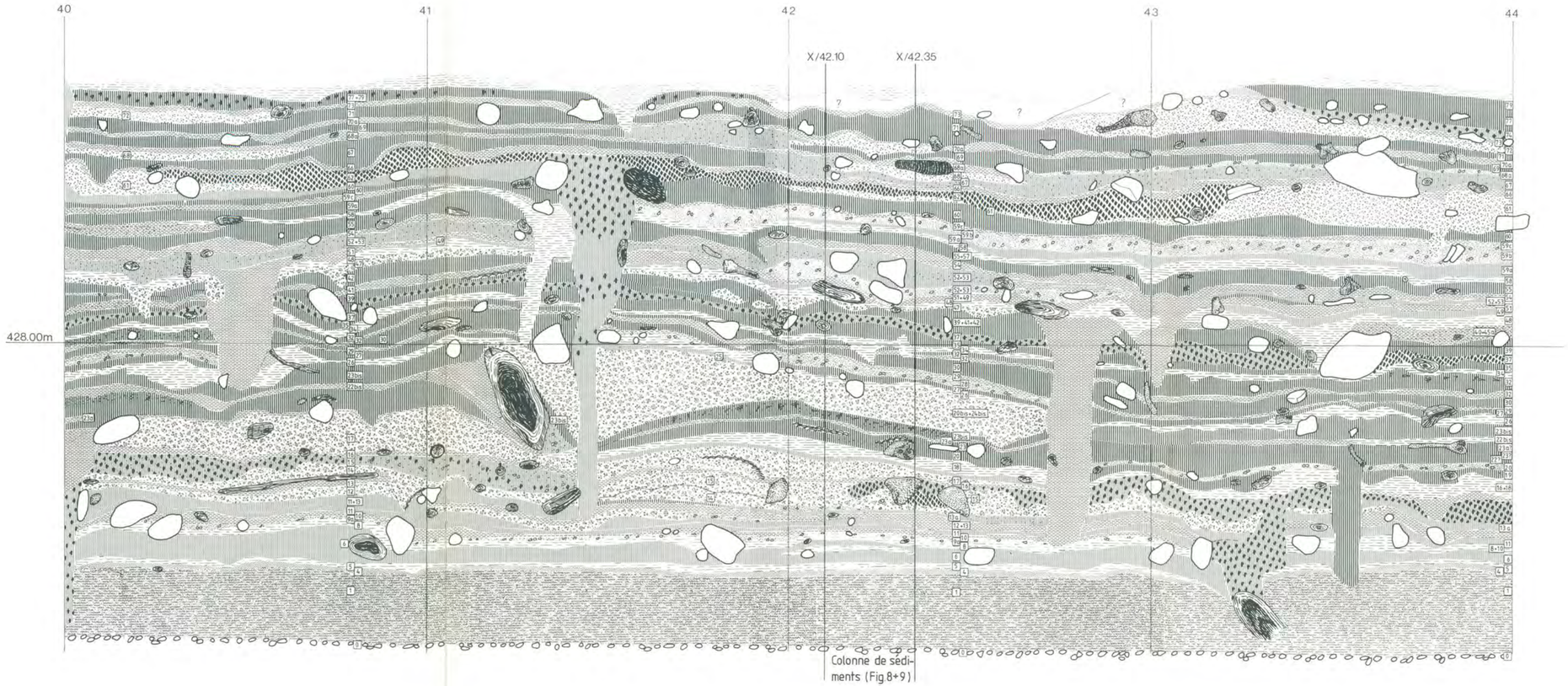


Planche / Tafel 1b:

Douanne. Profil X/40–44, photographie, échelle 1:10.

Twann. Profil X/40–44, Foto Masstab 1:10.

(dans: Twann, volume 6, article A. Orcel)

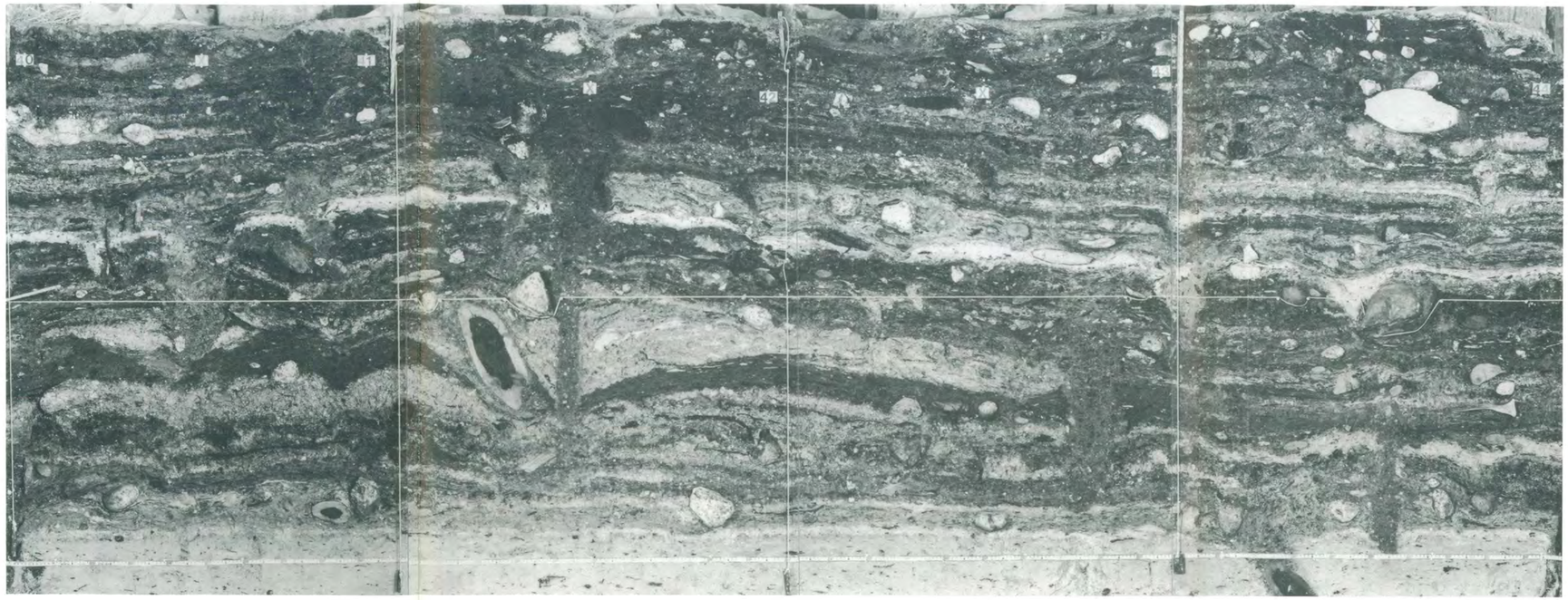


Planche / Tafel 2:

Caisson 6, zone B, colonne X/42.

Archéologie:

Courbes de tendance appliquées aux analyses botaniques.
Analyses F. H. Schweingruber, B. Pawlik, W. Schoch.

OS = paquet de couches supérieures
MS = paquet de couches du milieu
US = paquet de couches inférieures
E. = Ensemble
P. = Phase d'occupation
I. = Inondation

Symboles:

- Fumier organique
- Fumier
- Fumier limoneux
- Fumier très limoneux
- } apport humain
- Craie
- Limon organique
- } apport lacustre
- Sable
- Gravier
- Argile
- Chape (granulométrique-ment variable)
- Charbon de bois
- } apport humain

(dans: Twann, volume 6, article A. Orcel)

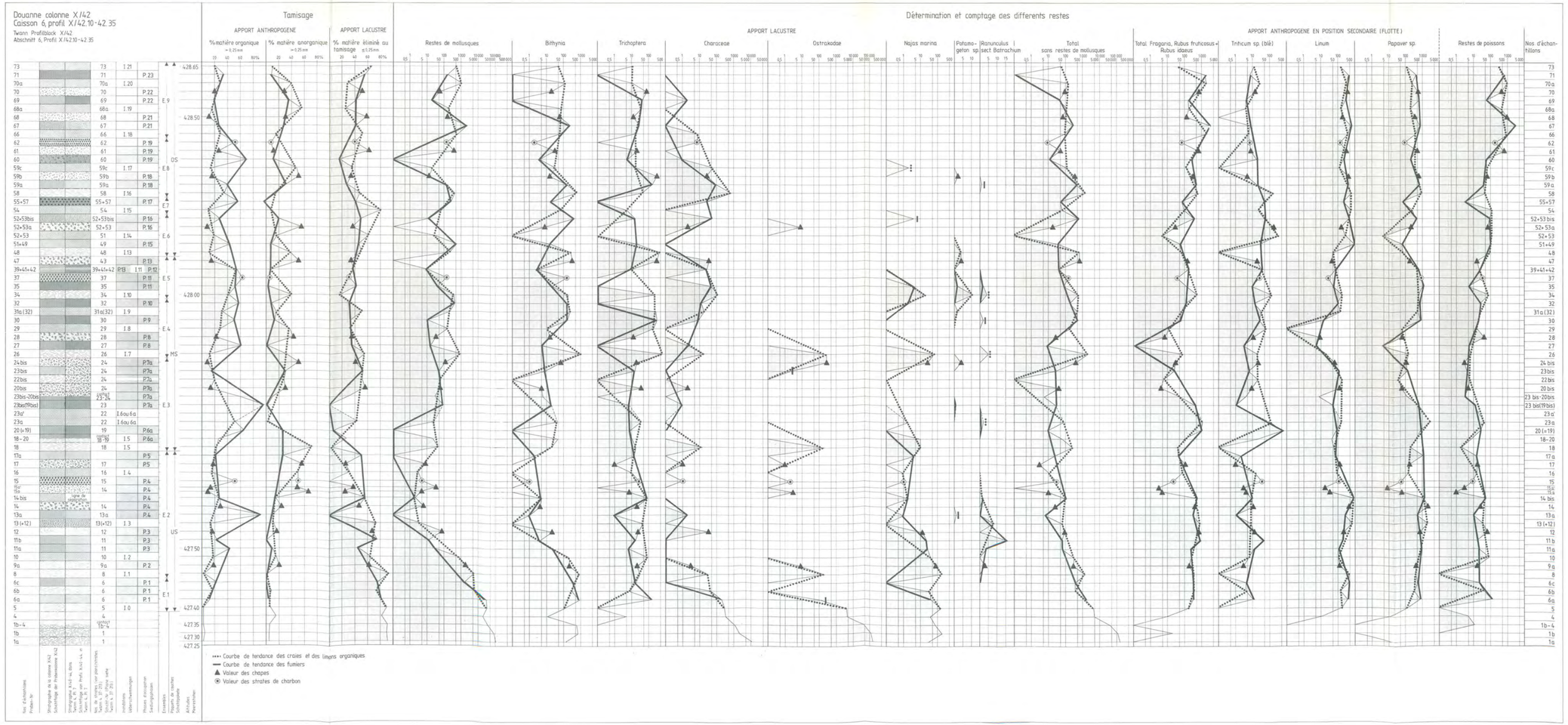


Planche / Tafel 3:

Caisson 6, zone B, colonne X/42.

Archéologie:

Courbes de tendance appliquées aux analyses sédimentologiques.
Analyses M. Joos, B. Ritter, G. Scheller.

OS = paquet de couches supérieures
MS = paquet de couches du milieu
US = paquet de couches inférieures
E. = Ensemble
P. = Phase d'occupation
I. = Inondation

Symboles:

- Fumier organique
- Fumier
- Fumier limoneux
- Fumier très limoneux
- Craie
- Limon organique
- Sable
- Gravier
- Argile
- Chape (granulométriquement variable)
- Charbon de bois

(apport humain / apport lacustre / apport humain)

(dans: Twann, volume 6, article A. Orcel)

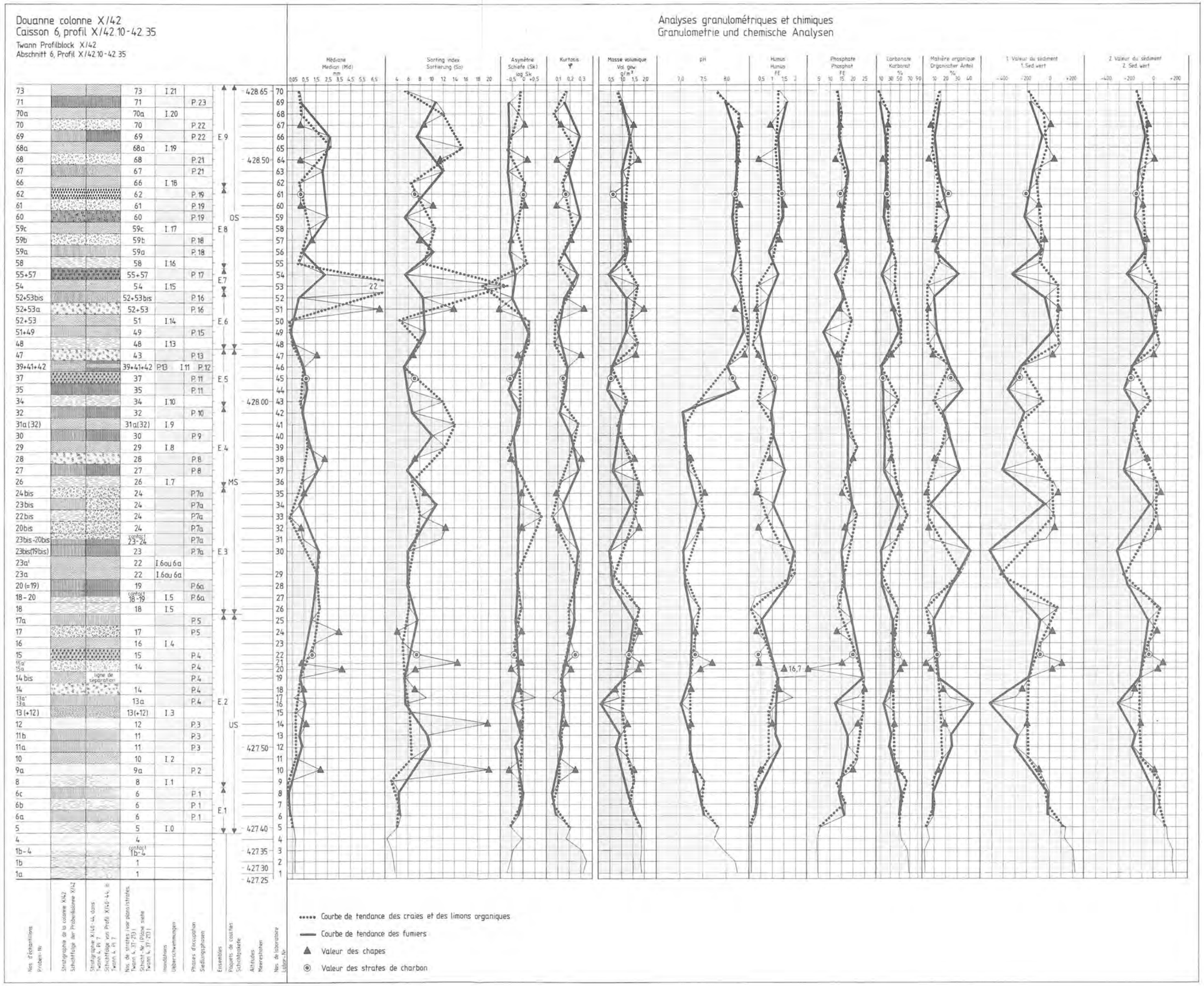


Planche / Tafel 4:

Caisson 6, zone B, colonne X/42.

Archéologie:

Courbes de tendance appliquées à la synthèse sédimentologique „valeur du sédiment".
Analyses M. Joos, B. Ritter, G. Scheller.

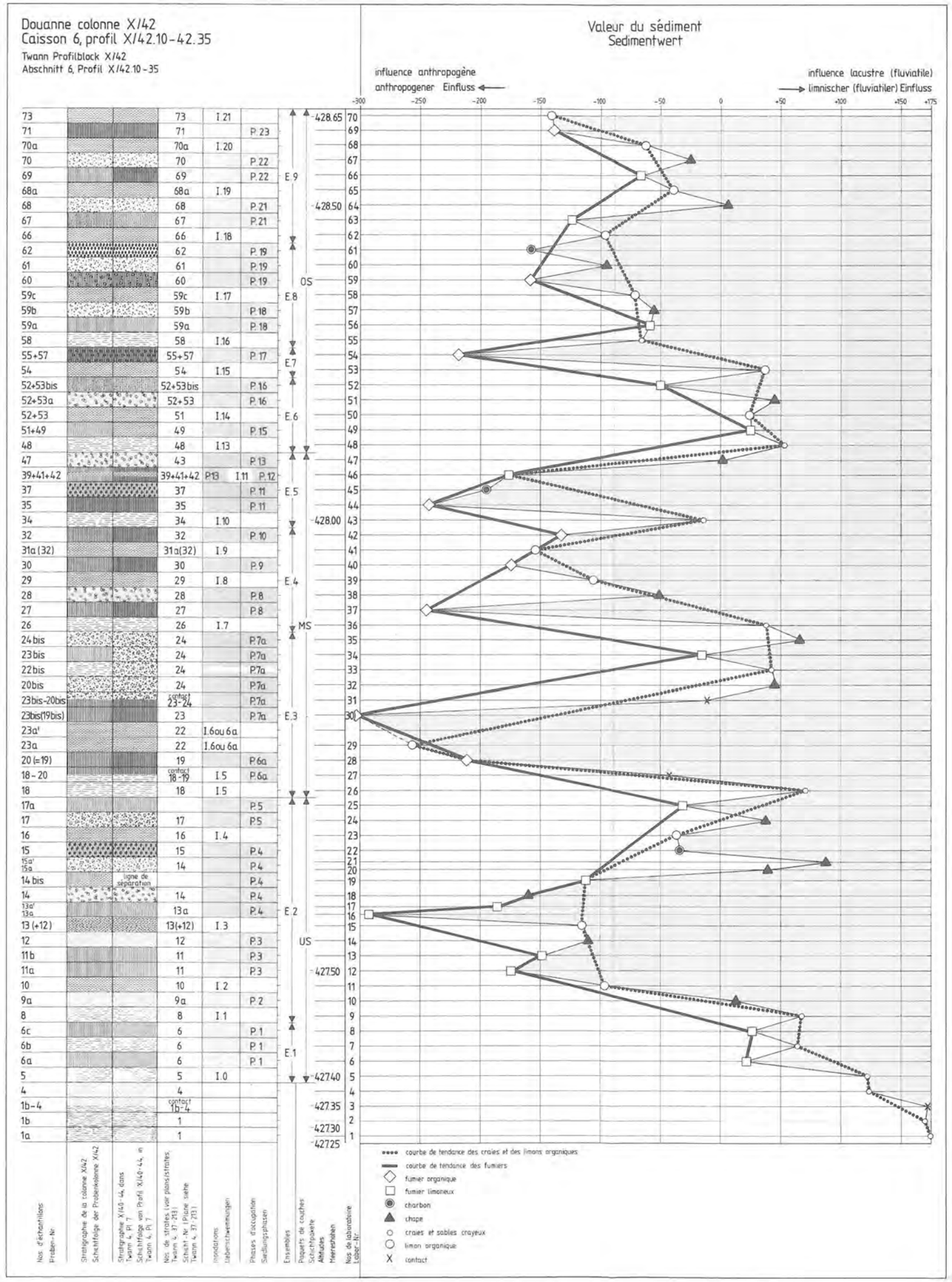
OS = paquet de couches supérieures
MS = paquet de couches du milieu
US = paquet de couches inférieures
E. = Ensemble
P. = Phase d'occupation
I. = Inondation

Symboles:

- Fumier organique
- Fumier
- Fumier limoneux
- Fumier très limoneux
- Craie
- Limon organique
- Sable
- Gravier
- Argile
- Chape (granulométriquement variable)
- Charbon de bois

apport humain / apport lacustre / apport humain

(dans: Twann, volume 6, article A. Orcel)



Tafel 5:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Pollenanalyse:

Pollen-Gesamtdiagramm.
Bezugssumme der Prozentberechnung ist die Pollensumme PS = BP + STP + NBP.
Details vgl. Text.
Analysen B. Ammann.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

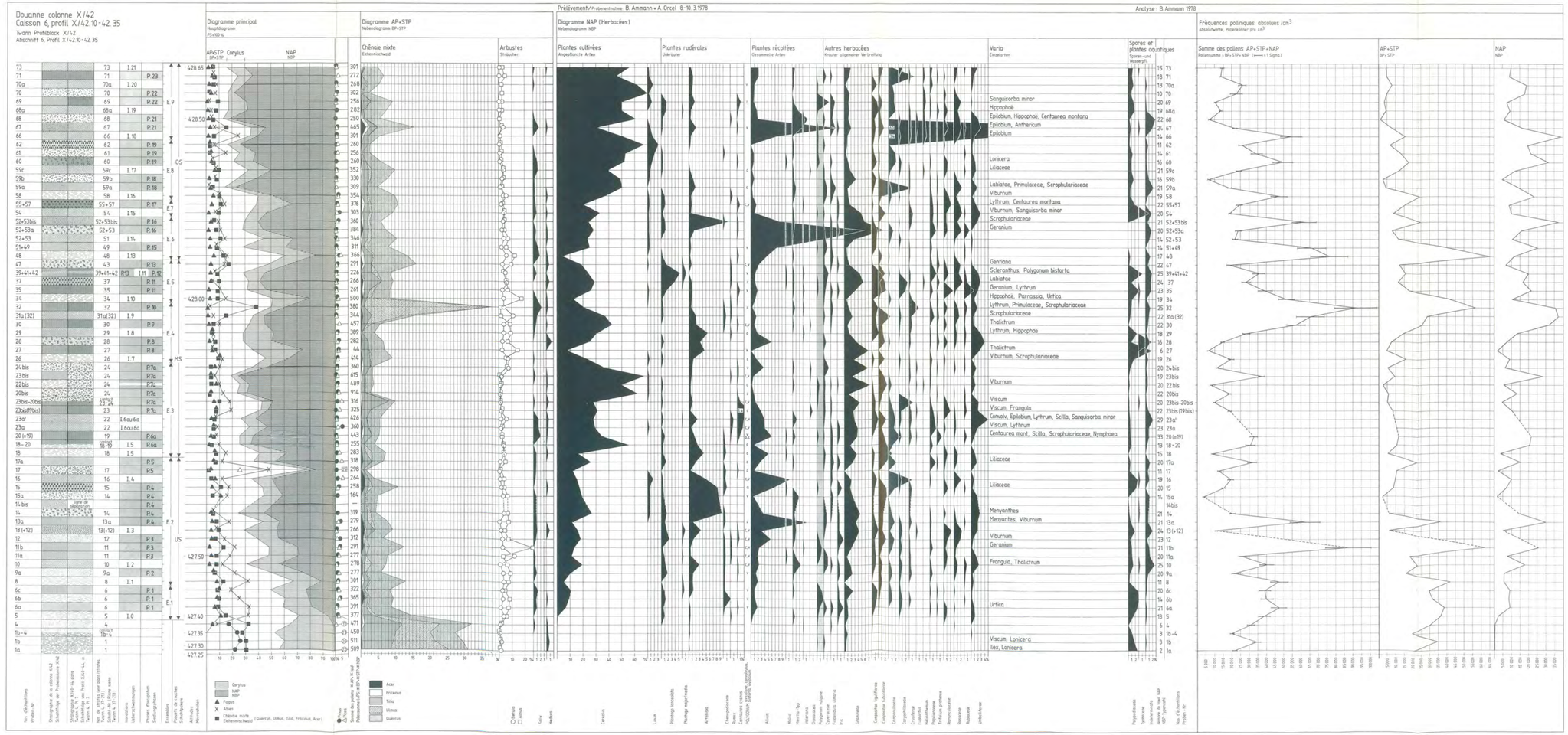
Sedimentsignaturen:

limnischer anthropogener Ursprung:
- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier

limnischer natürlicher Ursprung:
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies

anthropogener Ursprung:
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

(aus: Twann, Band 6, Beitrag B. Ammann)



Tafel 6:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Pollenanalyse:

Pollen-Übersichtsdiagramm.
A: Bezugssumme = Gesamtpollensumme PS; B: Bezugssumme = Gehölzpollen BP + STP.
Zu A: Nach dem schroffen Wechsel von den sterilen Schichten (1–4) zu den Kulturschichten ist die generelle Zunahme der Kulturzeiger in den Proben des US (5–17a) erkennbar. Im MS (Proben 18–47) scheint eher der rhythmische Wechsel zwischen BP-Spitzen (unterstützt von Corylus) in den Craies 18, 26, 34, 48 und den dazwischen liegenden Kulturzeiger-Spitzen zu dominieren. Im OS nehmen die Cerealia strak zu und übersteigen oft 50 %.
Zu B: In der Zusammensetzung des Gehölzpollen-Niederschlages fallen einerseits der wichtige Wechsel zwischen Probe 4 und 5 auf, andererseits einige hohe Spitzen in Einzelproben (vgl. dazu Text).
Analysen B. Ammann.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

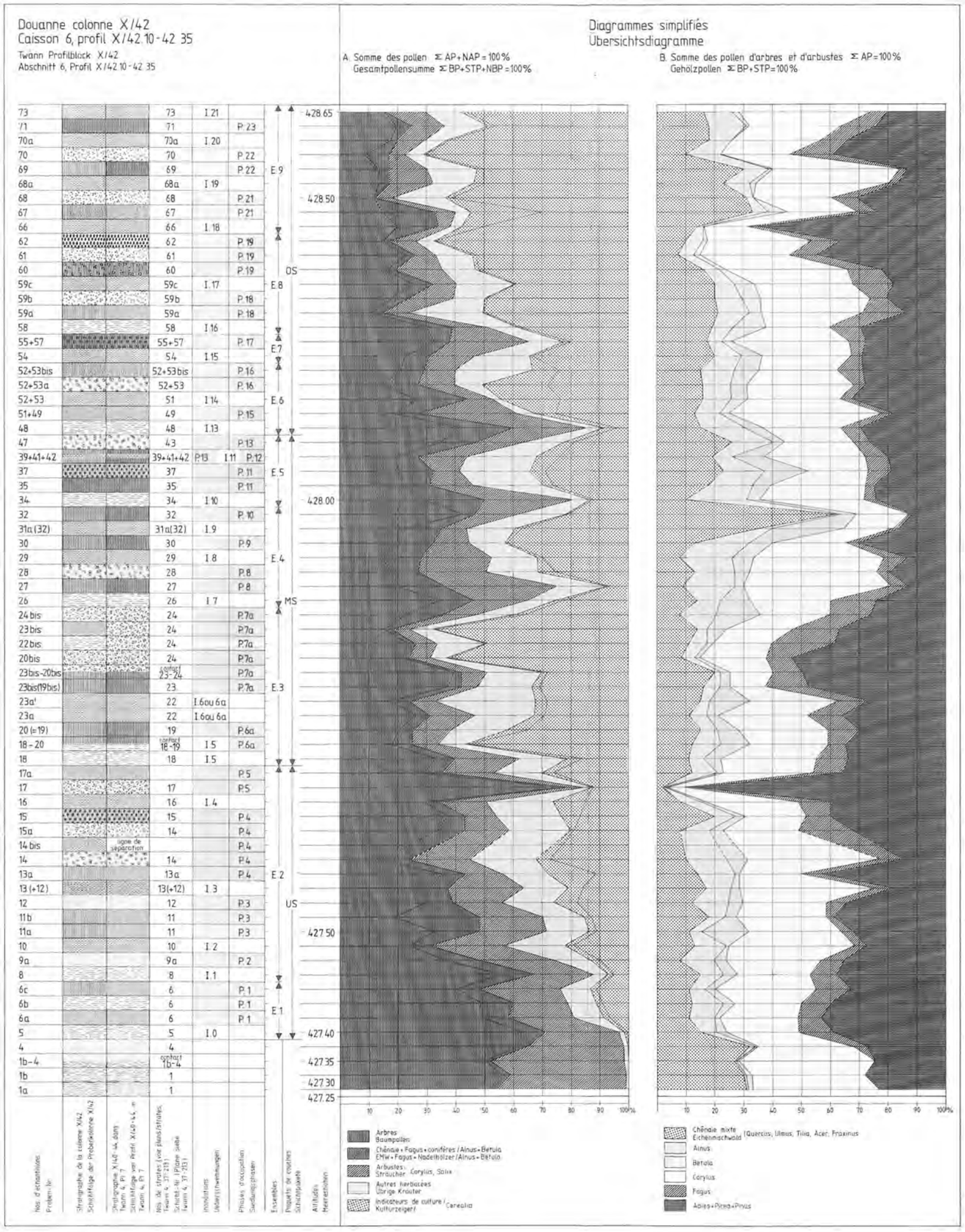
Sedimentsignaturen:

anthropogener Ursprung:
- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier

limnischer Ursprung:
- Seekreide
- organischer Silt

Sand
Kies
Lehm
„Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen) — anthropogener Ursprung
Holzkohle

(aus: Twann, Band 6, Beitrag B. Ammann)



Tafel 7:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Botanische Makroreste:

Diagramme einzelner Samen und Früchte, botanischer und zoologischer Makroreste.
Links: Kultivierte Pflanzen;
Rechts: Unkräuter.
Analysen F. H. Schweingruber, B. Pawlik, W. Schoch.

OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

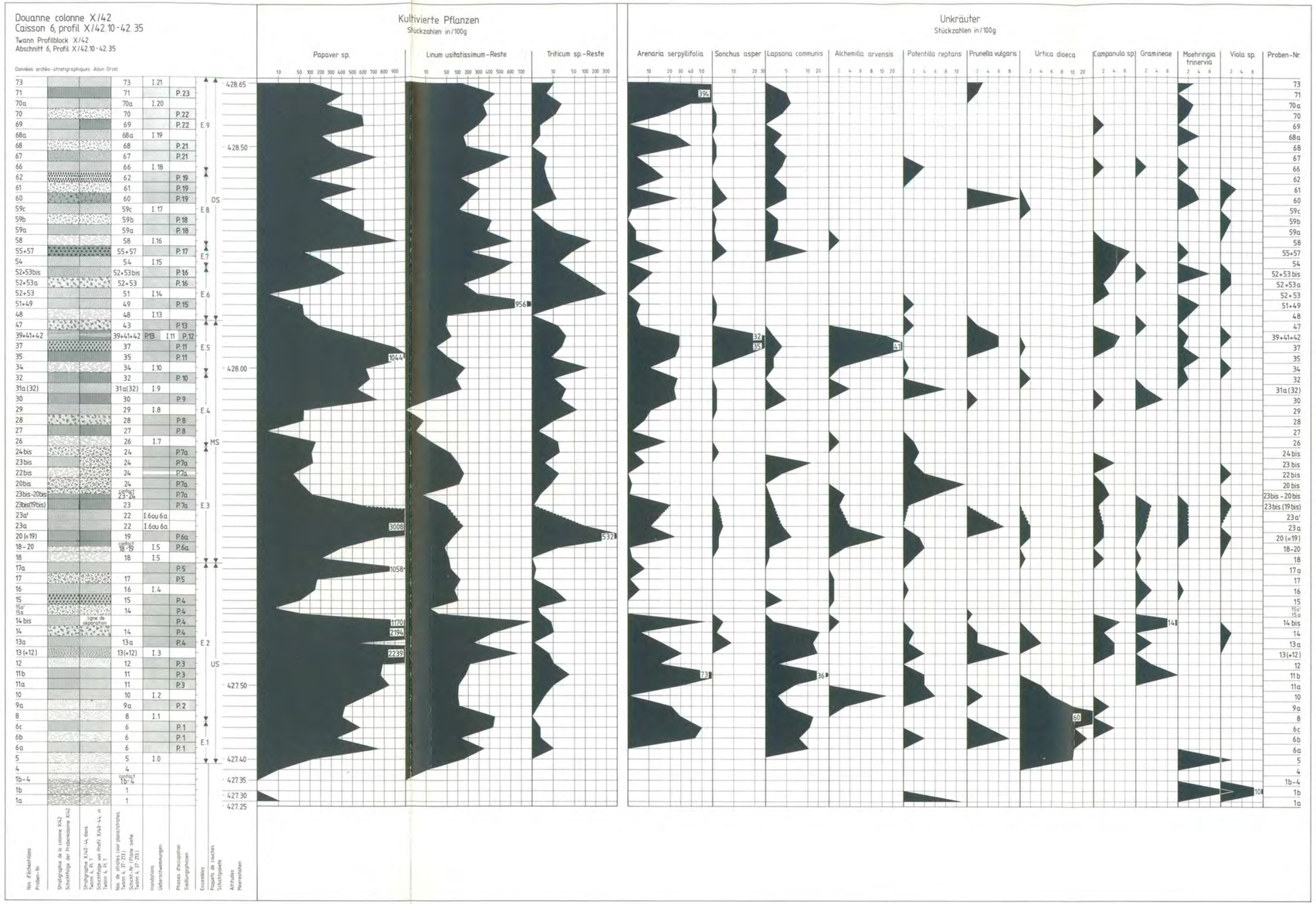
anthropogener Ursprung:
- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier

limnischer Ursprung:
- Seekreide
- organischer Silt

- Sand

anthropogener Ursprung:
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

(aus: Twann, Band 6, Beitrag F. H. Schweingruber)



Tafel 8:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Botanische Makroreste:

Diagramme einzelner Samen und Früchte, botanischer und zoologischer Makroreste.
Links: Sammelpflanzen;
Rechts: Beeren, Früchte, Nüsse.
Analysen F. H. Schweingruber, F. Pawlik, W. Schoch.

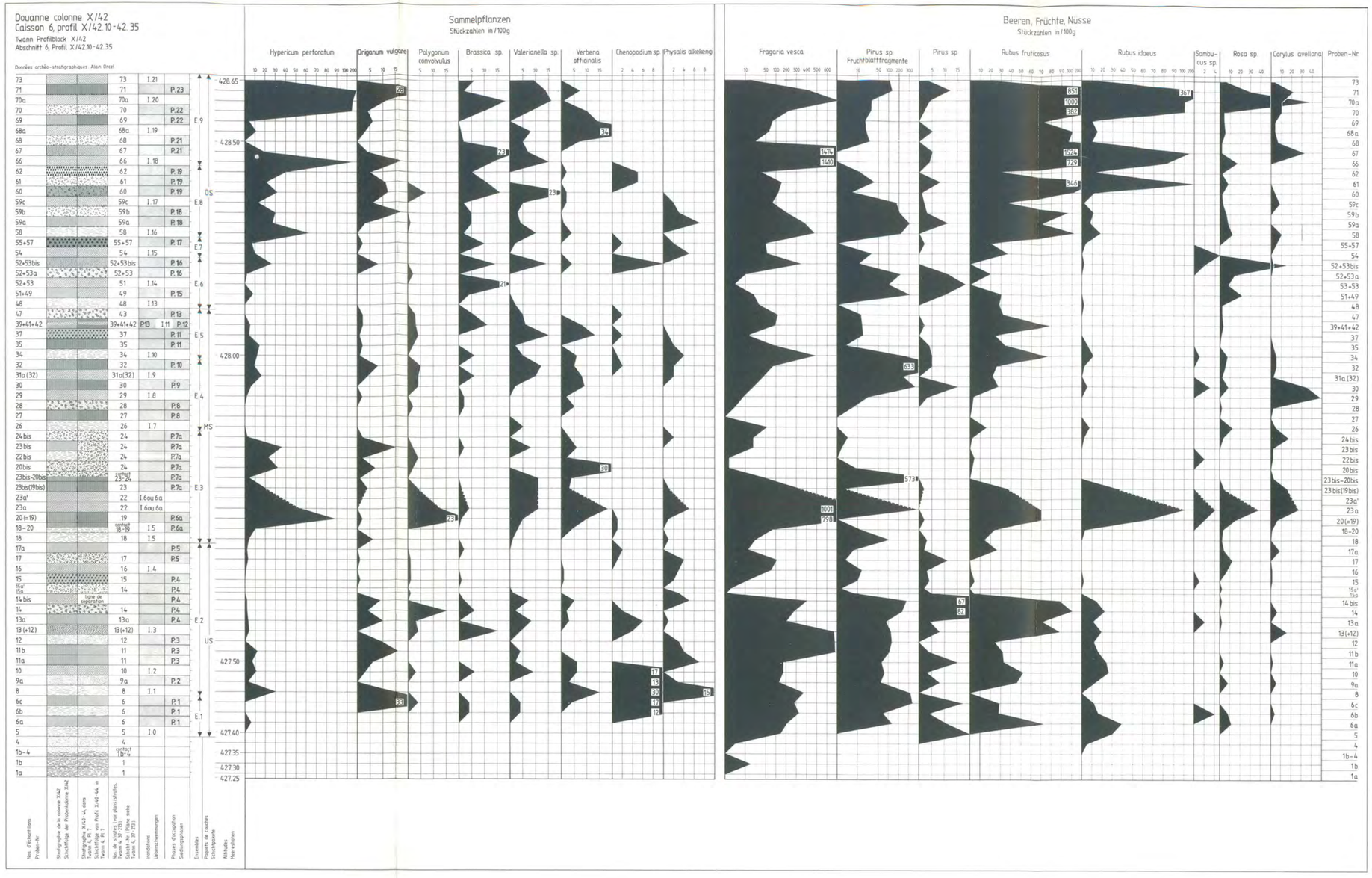
OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

anthropogener Ursprung; limnischer Ursprung; anthropogener Ursprung

(aus: Twann, Band 6, Beitrag F. H. Schweingruber)



Tafel 9:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Botanische Makroreste:

Diagramme einzelner Samen und Früchte, botanischer und zoologischer Makroreste.
Links: Wasserzeiger;
Mitte: Fischreste;
Rechts: Isolationsmaterial.
Analysen F. H. Schweingruber, B. Pawlik, W. Schoch.

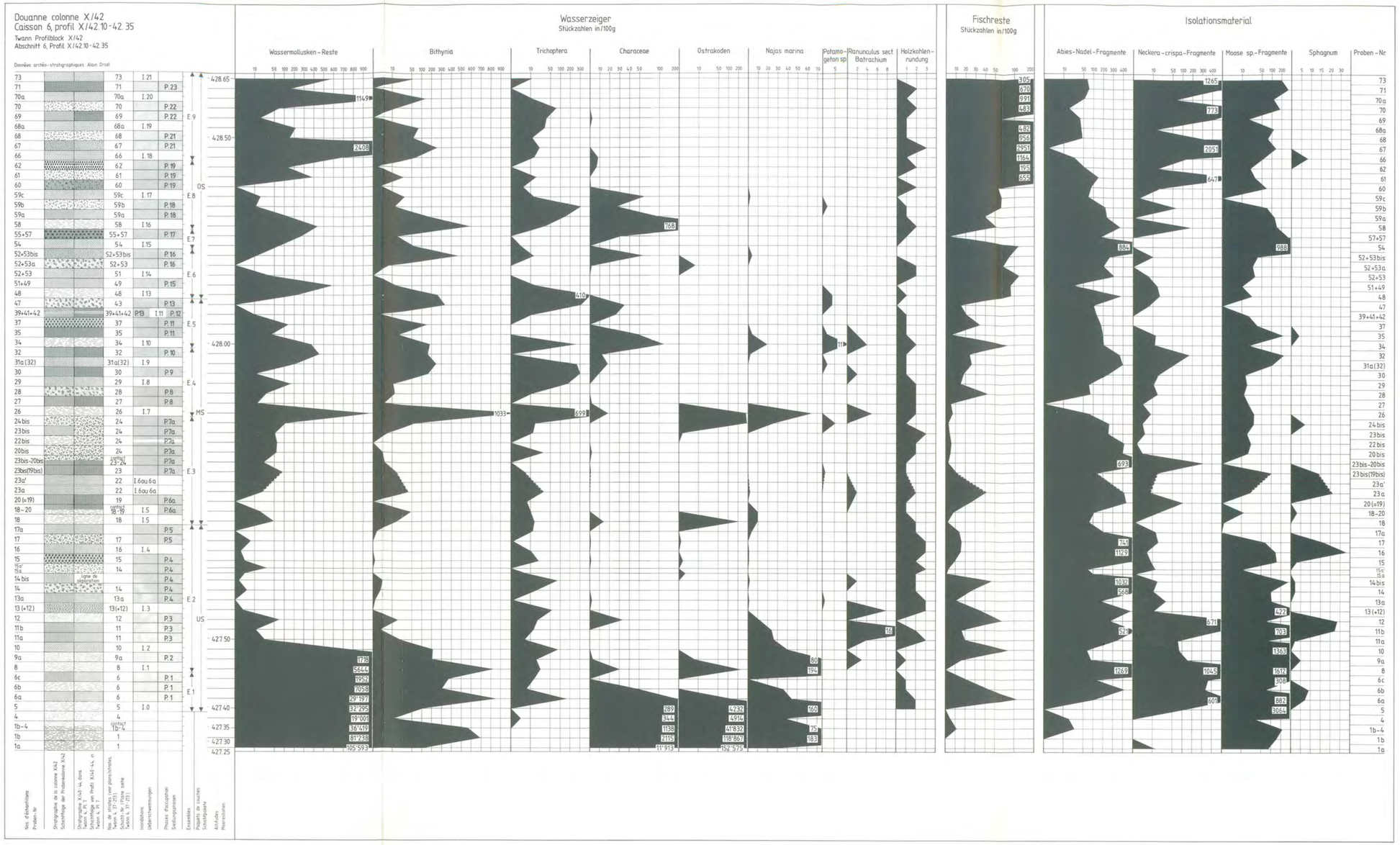
OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

limnischer Ursprung:
- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt

anthropogener Ursprung:
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

(aus: Twann, Band 6, Beitrag F. H. Schweingruber)



Tafel 10:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Sedimentanalysen:

Diagramme der granulometrischen und chemischen Analysenwerte.
Analysen M. Joos, B. Ritter, G. Scheller.

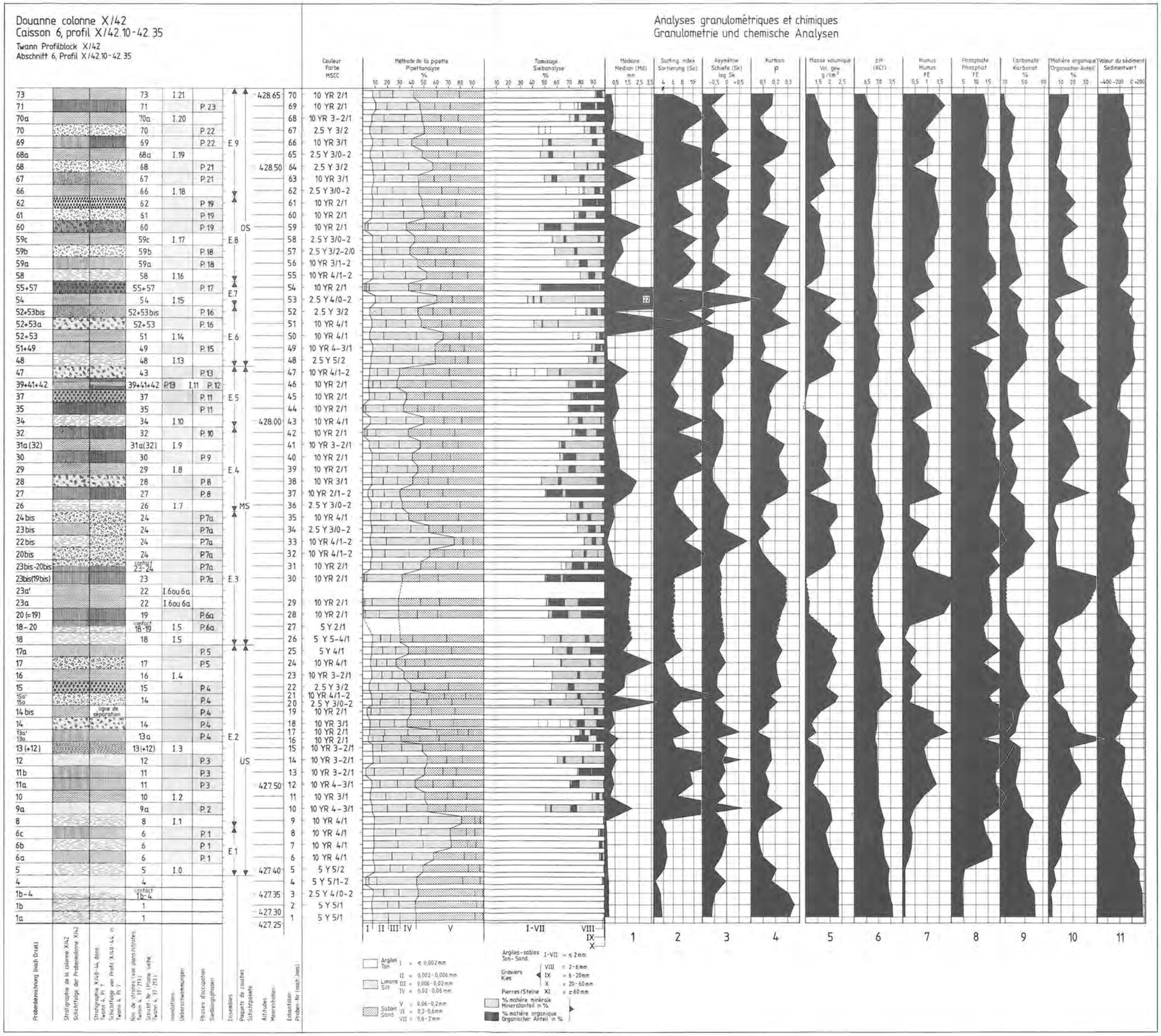
OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

limnischer Ursprung; anthropogener Ursprung; anthropogener Ursprung

(aus: Twann, Band 6, Beitrag M. Joos)



Tafel 11:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Sedimentanalysen:

Sedimentwert
Berechnung und Analysen M. Joos,
B. Ritter, G. Scheller.

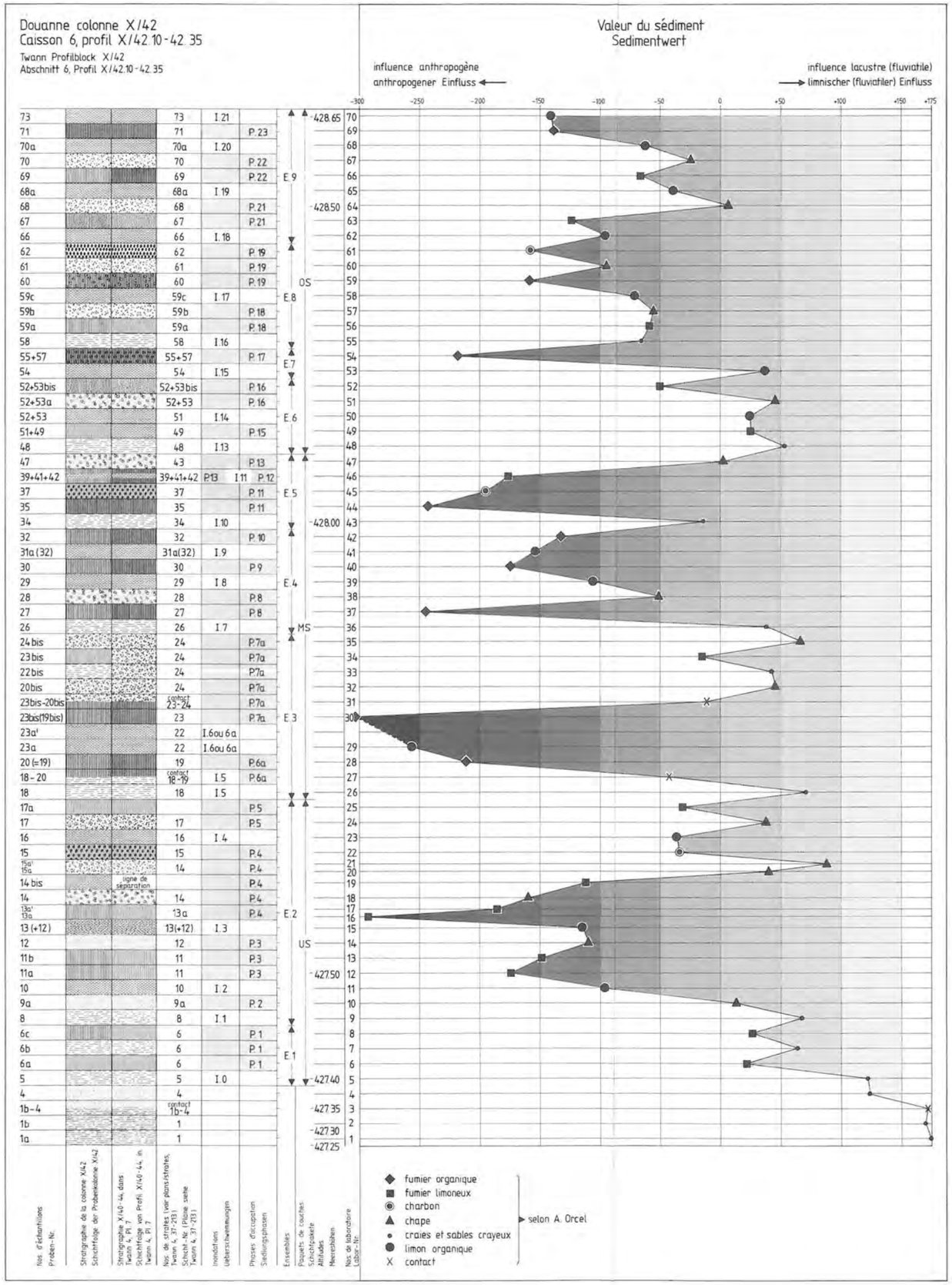
OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt
- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

limnischer Ursprung / anthropogener Ursprung

(aus: Twann, Band 6, Beitrag M. Joos)



Tafel 12:

Abschnitt 6, Zone B, Kolonne X/42.

Sedimentanalysen:

Optische Bestimmungen.
Analysen M. Joos, B. Ritter.

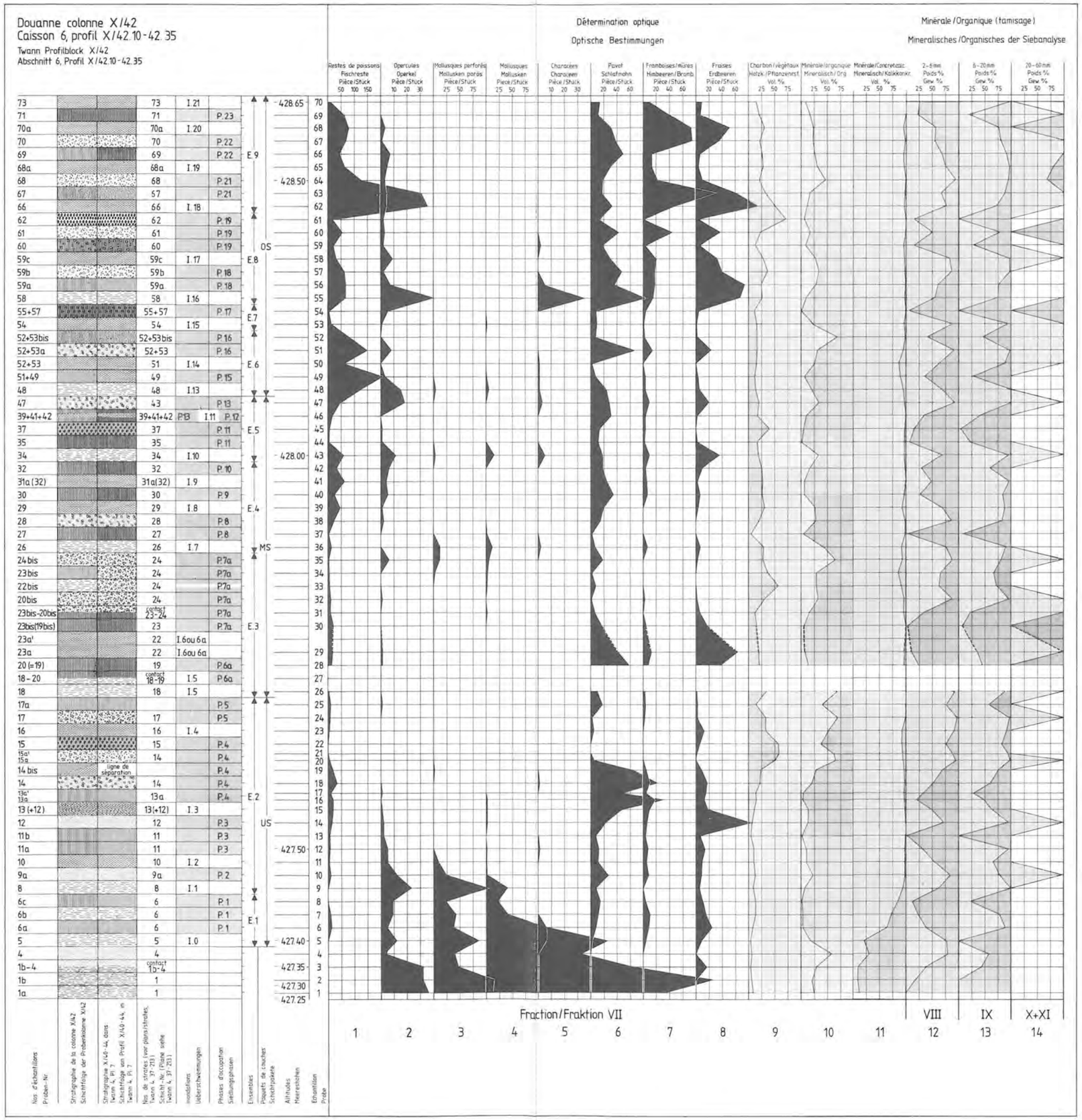
OS = oberes Schichtpaket
MS = mittleres Schichtpaket
US = unteres Schichtpaket
E. = „Ensemble"
P. = Siedlungsphase
I. = Überschwemmungsphase

Sedimentsignaturen:

- stark organischer Fumier
- Fumier
- siltiger Fumier
- stark siltiger Fumier
- Seekreide
- organischer Silt

} limnischer anthropogener Ursprung

- Sand
- Kies
- Lehm
- „Lehmlinse" (verschiedene Zusammensetzungen)
- Holzkohle

} anthropogener Ursprung

(aus: Twann, Band 6, Beitrag M. Joos)