Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1955)

Artikel: Die vorgeschichtlichen Pfahlbauten als naturwissenschaftliches Problem

Autor: Lüdi, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377561

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.12.2025

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

und damit eine alpine und eventuell subalpine Höhenstufe abzutrennen. Es ist somit nicht abwegig, vorläufig mit L. Emberger eine mediterrane Gebirgsstufe zu unterscheiden, deren tiefere Teile durch das xerophytische Zwerggesträuch, und deren obere Teile durch die Hemikryptophytenvegetation charakterisiert sind.

DIE VORGESCHICHTLICHEN PFAHLBAUTEN ALS NATURWISSENSCHAFTLICHES PROBLEM

Von Werner Lüdi, Zollikon/Zürich[1]

Wir stehen immer wieder vor der Notwendigkeit, die Grundlagen für wissenschaftliche Lehren oder Theorien nachzuprüfen und mit neuen Erkenntnissen in Übereinstimmung zu bringen. In diesem Zustand befindet sich gegenwärtig die Forschung mit Bezug auf die subborealen Siedlungen an den Ufern der Seen des Alpenvorlandes, die im Spätneolithikum und in der Bronzezeit entstanden sind. Es ist jetzt gerade 100 Jahre her, seit sie richtig erkannt worden sind und in weiten Kreisen außerordentliches Interesse erweckten. In rascher Folge wurden mehrere hundert solcher Siedlungen entdeckt, deren Durchforschung eine unüberblickbare Menge von Kulturgegenständen der „Pfahlbauer" vor unsere staunenden Neuzeitmenschen ausbreitete. Aber ihre Deutung und zeitliche Ordnung machte doch im Laufe der Zeit verschiedene Wandlungen durch, und erst in den letzten Jahrzehnten sind befriedigende und wohl im wesentlichen endgültige Ergebnisse erzielt worden. Bei dieser Bereinigungsarbeit wurde auch die Frage der Beschaffenheit des Siedlungsortes in die Diskussion gezogen. Ferdinand Keller, der als erster diese Ufersiedlungen genauer beschrieb und während Jahrzehnten als anerkannter Führer der Forschung wirkte, glaubte in ihnen über dem offenen Wasser stehende Pfahlbauten zu sehen. Seine Auffassung wurde für die Ufersiedlungen allgemein angenommen. Gleichalterige (meist neolithische) Siedlungen auf Mooren dagegen wurden bereits frühzeitig als ebenerdige Hütten erkannt.

Vor ca. 30 Jahren erfolgte gegen die Wassersiedlungen entschiedener Einspruch. Hans Reinerth kam auf Grund seiner Untersuchungen im Federseegebiet, am Bodensee (im besonderen Sipplingen) sowie an Seen des schweizerischen Mittellandes zum Schluß, die Ufersiedlungen seien nicht Wasserbauten, sondern niedrige Pfahlbauten auf dem festen, mehr oder weniger nassen, aber nur zeitweise überschwemmten Boden gewesen. Zehn Jahre später ging Oskar Paret noch einen Schritt weiter und vertrat die Ansicht,

[1] Nach einem Vortrag in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich am 9. I. 1956.

die Ufersiedlungen hätten als ebenerdige Hütten auf trockenem Boden gestanden. Die neuen Deutungen der „Pfahlbauten" erweckten Widerspruch, namentlich von Seite der schweizerischen Forscher. Die Beweisgründe für Wassersiedlungen wurden eingehend dargelegt (vgl. z. B. Tschumi, Rytz und Favre 1928, Keller-Tarnuzzer 1948).

Prof. Emil Vogt in Zürich gelangte zum Schluß, den Theorien von Paret komme große Wahrscheinlichkeit zu, und die älteren Untersuchungen seien so ungenau und meist auch unkritisch ausgeführt worden, daß ihre Beweiskraft für Wassersiedlungen abgelehnt werden müsse. Besonders sorgfältig vorgenommene Ausgrabungen von Seeufersiedlungen, mit spezieller Berücksichtigung der Frage der Wassersiedlung, sollten die Probleme klären. So entstanden in den letzten Jahren eine Reihe von neuen Ausgrabungen, bei denen der naturwissenschaftlichen Seite durch Beiziehung von geeigneten Fachleuten Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Wir nennen:

Bleiche-Arbon am Bodensee, frühbronzezeitlich, ausgegraben 1945 durch Karl Keller-Tarnuzzer (Pollenanalyse durch W. Lüdi 1955).

Weiher bei Thayngen (ehemals kleines Seelein), neolithisch (Michelsberger Kultur), ausgegraben durch W. U. Guyan 1950 (Pollenanalyse durch W. Lüdi 1951 und J. Troels-Smith 1955).

Sumpf am Zugersee, spätbronzezeitlich (Hallstatt A und B), ausgegraben durch Josef Speck, seit 1952 (unter Mitwirkung von verschiedenen Naturwissenschaftern).

Egolzwil 3 und 4, am ehemaligen Wauwilersee, neolithisch (Cortaillodkultur, ältere und jüngere), ausgegraben durch Emil Vogt, seit 1950 (Pollenanalyse durch J. Troels-Smith).

Burgäschisee bei Herzogenbuchsee, neolithisch (Cortaillodkultur), ausgegraben seit 1944, zuerst durch O. Tschumi, St. Pinösch und W. Flükiger, später (1951) durch H. G. Bandi (Pollenanalyse durch M. Welten).

Lüscherz am Bielersee, innere Station, neolithisch (Cortaillodkultur), ausgegraben durch H. G. Bandi und René Wyss 1954.

Leider ist bei diesen Arbeiten keiner der großen Seen, in denen die Kulturschichten besonders tief liegen, einbezogen worden. Die Ergebnisse lauten verschiedenartig: Bleiche-Arbon stund nach Keller-Tarnuzzer und meiner eigenen Untersuchung auf dem offenen Wasser. Weiher wurde immer als eine ebenerdige Siedlung auf nassem Boden betrachtet und scheidet für unsere Betrachtung aus. Die Siedlung Sumpf bei Zug stand nach Speck auf festem, jedoch bis an die Oberfläche nassem Boden (Grundwasser bis an die Oberfläche reichend); aber die Hütten besaßen vielleicht einen über der Erde stehenden Boden. In Egolzwil 3 findet Vogt einen nassen, aber doch begehbaren und vom Wasser nicht bedeckten Boden mit lauter ebenerdigen Hütten. Für Burgäschisee vertritt René Wyss 1951 die Meinung, die Station Südwest habe auf dem offenen Wasser gestanden, während Max Welten zum Schlusse kommt, die Stationen des Burgäschisees seien zum Teil auf dem Trockenen gestanden, hätten aber bis ins offene Wasser (*Typha-Phragmites-Schoenoplec-*

tus-Gürtel) hineingereicht. Die Ausgrabung der Station Lüscherz wurde durch Wassereinbruch vorzeitig aufgehalten und lieferte nach R. Wyss keine eindeutigen Ergebnisse über die Siedlungsform.

Die Ergebnisse von Egolzwil 3, Sumpf, Burgäschisee und Weiher sind in eingehender Darstellung im Pfahlbau-Jubiläumsband der Schweizerischen Gesellschaft für Urgeschichte dargestellt. Vogt, Speck und Troels-Smith setzen sich dort mit überzeugend wirkender Begründung für Landbauten ein, wobei sie sowohl architektonisch-konstruktive als auch naturwissenschaftliche Gesichtspunkte beiziehen, und Vogt viele Vergleiche mit andern Seeufersiedlungen und mit vorgeschichtlichen Wohnstätten in weiter entlegenen Gebieten durchführt. Es wird hier gewissermaßen ein Begräbnis der alten Pfahlbauten-Theorie vorgenommen. Restlos geklärt sind aber doch die Probleme noch nicht. Beim kritischen Durchgehen dieser Arbeiten bleibt mir ein gewisses Unbehagen, eine Art Unsicherheit, was wohl daher kommt, weil sie beweisen wollen, die vorgeschichtlichen Strandsiedlungen hätten auf dem festen Lande gestanden und daß dementsprechend alles das in den Vordergrund gerückt wurde, was diese Hypothese bekräftigen kann, die Argumente der Verteidiger der Wassersiedlungen dagegen, namentlich bei Vogt, als unbedeutend oder unrichtig betrachtet werden. Es ergeben sich allerlei Rätsel, Unsicherheiten, Widersprüche. Manche der vorgebrachten Beweisgründe sind nicht schlüssig oder können auch für Wassersiedlung gedeutet werden. Wesentliche Argumente, die sich mit der Landsiedlung nicht recht vertragen, werden überhaupt nicht näher berührt. Ich halte dafür, es sei der weiteren Abklärung dienlich, nochmals zu versuchen (vgl. Lüdi 1951), das Pfahlbauproblem von der naturwissenschaftlichen Seite möglichst objektiv aber kritisch zu betrachten, wobei es sich aus der ganzen Sachlage ergibt, daß ich mich im wesentlichen mit den neuen Arbeiten von Vogt, Speck und Troels-Smith auseinandersetze. Baulich-konstruktive Fragen, die auch ihrerseits kaum restlos geklärt sind, sollen hier nur soweit gestreift werden, als dies für unsere Betrachtung notwendig ist.

Die Überreste unserer vorgeschichtlichen Ufersiedlungen sind zweierlei Art, einerseits Reste der Bauten, anderseits die vielartigsten Überreste der Lebenstätigkeit der Siedler, die zusammen die *Kulturschicht* bilden (vgl. S. 120). Dieser Kulturschicht sind auch Hölzer, die von den Hüttenbauten stammen, ein- oder aufgelagert. Außerdem stehen als Reste der Bauten Pfähle aufrecht im Boden, oft in sehr großer Menge, mehrere Pfähle auf den Quadratmeter. Die Lage der Kulturschichten ist sehr verschieden. In den Mooren sind sie gewöhnlich im Torf eingeschlossen. In den Ufersiedlungen liegen sie meist auf Seekreide oder Gyttja und sind von verschiedenartigen jüngeren Ablagerun-

gen bedeckt, häufig von Seekreiden, Torf, oder zuerst von Seekreiden und darüber von Torf, seltener von Gyttja, Sand oder Lehm. In der Regel liegen die Kulturschichten heute unter dem Grundwasserspiegel, am Ufer der Seen oft unter Wasser von beträchtlicher Tiefe. Da, wo neolithische und bronzezeitliche Siedlungen nebeneinander liegen, wie es am Bodensee und an den westschweizerischen Seen sehr häufig der Fall ist, befinden sich die bronzezeitlichen Siedlungen weiter vom Ufer entfernt, die neolithischen am Bieler-, Murten- und Neuenburgersee meist heute auf dem Ufer oder auf das Ufer hineinreichend, die bronzezeitlichen im tieferen, offenen Wasser. Im Genfersee liegen alle Siedlungen unter offenem Wasser, bis in 7 m Tiefe.

Die Kulturschicht ist die Grundlage für unsere Betrachtung.

Gehen wir nun näher auf die Frage Land- oder Wassersiedlung ein, so scheinen mir zwei Gruppen von Problemen vorzuliegen, die den Naturwissenschafter in besonderem Maße interessieren und zu deren Lösung er einen Beitrag leisten kann: Zuerst die Frage nach den Seewasserständen und der Möglichkeit von Seespiegelschwankungen, in dem Ausmaß, daß der Siedlungsboden trocken lag, sodann der Nachweis der Beschaffenheit des Siedlungsbodens zur Zeit der Siedlung, ob trocken, feucht oder wasserbedeckt.

Seespiegelschwankungen

Wenn die subborealen Seeufersiedlungen auf festem Boden lagen, so müssen mehrfache, starke Schwankungen des Wasserspiegels eingetreten sein. Sowohl in der neolithischen Zeit als auch in der Bronzezeit finden sich oft zwei Kulturschichten übereinander, getrennt durch Seesediment. Das ergibt mindestens vier große Seespiegelschwankungen. Der Betrag der Absenkung läßt sich nach der Höhenlage der Kulturschicht ungefähr ermessen. Wir gelangen für einige Seen zu folgenden Werten:

		Tiefstgelegene Kulturschichten unter der heutigen Seespiegelfläche (resp. vor rezenten, künstlichen Absenkungen)	Seestand tiefer als heute, falls auch bei hohem Wasserstand (abgesehen von starkem Hochwasser) die Siedlung über Wasser liegen sollte (ebenerdige Hütten)
Zugersee		2.5 m	3.– m
Wauwilersee		2.– m	2.5 m
Burgäschisee		0.5 m	1.– m
Bodensee	Neol.	4 m	5 m
	Bronze	7 m	8 m
Zürichsee	Neol.	2.8 m	3.8 m
	Bronze	3.9 m	4.9 m
Bielersee	Bronze	4.5 m	5.5 m
Neuenburgersee	Bronze	6 m	7 m
Genfersee	Neol.	(6) m	7 m
	Bronze	7 m	8 m

Diese aus der Literatur zusammengestellten Zahlen geben nur Annäherungswerte an. Es sind kaum überall die tiefsten Kulturschichten erfaßt worden. Und für die hohen Wasserstände haben wir hier Mindestwerte eingesetzt, die heute bei starkem Hochwasser wesentlich überschritten werden. Welches Ausmaß die Hochwasserstände im Subboreal erreichten, wissen wir nicht. Infolge der starken Bewaldung des Mittellandes dürften sie in den Mittellandseen kleiner gewesen sein als heute. Die Seen mit Zuflüssen aus den Alpen dagegen haben sicher auch damals schon sehr starke Spiegelschwankungen aufgewiesen.

Aus den Zahlen geht klar hervor, daß ein trockener oder doch dauernd über Wasser gelegener Siedlungsboden der Subborealzeit außerordentlich starke Absenkungen des Seespiegels voraussetzt, die in Verbindung stehen müssen mit hohen Seeständen vorher und nachher. Man hat wohl, ich nehme mich selber nicht aus (1935), diese gewaltigen Seetiefstände oft etwas leicht genommen. Heutzutage bleiben auch die trockensten Jahre um ein Mehrfaches hinter den oben zusammengestellten Beträgen zurück. Nur der Burgäschisee hält sich einigermaßen im Rahmen des heute Möglichen. Die übrigen genannten Seen müßten, nach den heutigen Abflußschwellen beurteilt, in diesen Zeiten abflußlos gewesen sein. Solche Schlüsse verlangen eine gute Untermauerung.

Es stellt sich die Frage, ob es auch andere, von den vorgeschichtlichen Siedlungen unabhängige Beobachtungen gebe, die einen tiefen Seespiegelstand im Subboreal andeuten? Solche sind in der Tat festgestellt worden, vor allem Torfbildungen an den Seeufern, die bedeutend unter dem heutigen Wasserspiegel liegen. Solche reichen z. B. am oberen Ende des Bodensees bis ca. 2 m unter das heutige Sommermittelwasser (vgl. bei Gams und Nordhagen 1923), am Neuenburgersee bis ca. 3,5 m unter den mittleren Wasserstand vor der Juragewässerkorrektion (vgl. bei Lüdi 1935, S. 240). Ferner sind zu nennen alte Strandlinien, teilweise mit Hohlkehlen 2–3 m unter dem heutigen Wasserspiegel am Zugersee (vgl. M. Bütler 1941), wurzelnde Baumstrünke unter dem Wasserspiegel (auch am Zugersee, sogar Abies, vgl. Bütler 1941, Lüdi 1935). Hier wären auch zu nennen Moore mit Austrocknungshorizonten oder mit Bewaldung und anderes mehr. Wir können nicht auf Einzelheiten eintreten. Diese finden sich für das ganze nördliche Alpenvorland eingehend zusammengestellt bei Helmut Gams und Rolf Nordhagen 1923, und für das schweizerische Gebiet habe ich sie mit teilweise neuen Beobachtungen und kritischer Betrachtung zusammengefaßt im Jahre 1935.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß im Subboreal zeitweise die Seespiegel tief lagen, zeitweise auch hoch. Fraglich bleibt vorderhand der Betrag und

die Häufigkeit dieser Seespiegelschwankungen. In einer Würdigung der bekannten Daten bin ich vor einigen Jahren (Lüdi 1951) zum Schlusse gekommen, der minimale Seespiegelstand in der jüngeren Postglazialzeit habe für die größeren Seen rund 3 m tiefer gelegen als gegenwärtig. Das ist natürlich nur ein vorläufiger Schätzungswert. Was die Zahl der Schwankungen anbetrifft, so wurde in der Regel durch Beobachtungen außerhalb der Pfahlbauten bisher nur eine einzige größere Senkung festgestellt, und der Zeitpunkt wird meist bronzezeitlich festgesetzt, ist aber oft unsicher.

Eingehend sind bisher die Seespiegelschwankungen im Gebiete der westschweizerischen Jurarandseen erfaßt worden (Lüdi 1935). Es ergeben sich dort nach ausgesprochenem Tiefstand in der späten Föhrenzeit (Boreal?) vorübergehende Hebungen des Wasserstandes in der späten Haselzeit (Boreal), gegen das Ende der Eichenmischwaldzeit (spätatlantisch oder früh subboreal, vor dem Pfahlbauneolithikum), in der Tannenzeit (mittleres Subboreal) und in der Tannen-Fichtenzeit (subatlantisch, La Têne-Zeit). Es trifft also für die Pfahlbauzeit zwei Tiefstände, je einen im Neolithikum und in der Bronzezeit, wobei der letzere ein außerordentliches Maß erreicht (s. oben). Nun eignet sich leider gerade dieses Gebiet nicht besonders gut zur Gewinnung von regionalen Daten, da der Wasserhaushalt durch die Aare beherrscht wird und ich nachweisen konnte, daß die Aare, die während langer Zeiten in den Neuenburgersee mündete, im Subboreal (Bronzezeit) ihren Lauf verlegte und mit Umgehung der Seen direkt gegen Osten abfloß. Das mußte im Seegebiet ein außerordentlich starkes Zurückgehen des Wasserspiegels bewirken, wobei das Große Moos austrocknete und sich mit Eichenwald bedeckte. Und es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Aare später nochmals vorübergehend den Rückweg in den Neuenburgersee fand.

Was die Moore betrifft, so ist zu sagen, daß der hauptsächlichste Austrocknungshorizont (Grenzhorizont von C. A. Weber) an der Grenze zwischen Subboreal und Subatlantikum liegt und sein Ende ca. 800 v. Chr. fand, also nach der Bronzezeit. Allerdings wurden im Gebiet um die Nordsee noch weitere sogenannte Rekurrenzflächen in den Mooren gefunden, von denen eine der Zeit nach im Neolithikum, eine andere in der Bronzezeit liegt. Diese sind aber nur schwach und offenbar ± lokal entwickelt. In der Schweiz ist auch der Grenzhorizont nur wenig bekannt, und ein norddeutscher Forscher (A. Grospietsch 1954) kam vor kurzem zum Schlusse, im ganzen Alpenvorland seien wahrscheinlich die trockeneren Perioden nicht so ausgeprägt gewesen wie dies zweifellos in Niedersachsen der Fall war.

Die von der Landbauten-Theorie der Ufersiedlungen geforderte Zahl der starken subborealen Seespiegelschwankungen ist also bisher noch keineswegs gesichert. Das Problem ist aber durch ähnliche exakte Spezialuntersuchun-

gen, wie ich sie im Großmoos-Gebiete versuchte, zur Lösung zu bringen. Angaben über Seehochstände in der jüngeren Postglazialzeit sind verschiedentlich bekannt geworden, vor allem am Bodensee, sind aber m.W. bisher nicht näher datiert (vgl. z. B. Lüdi, 1955).

Was die Ursache von regionalen Seespiegelsenkungen anbetrifft, so hat man in erster Linie an trockene Klimaabschnitte gedacht. Die für Landsiedelungen benötigten Seeabsenkungen sind aber, wie wir gesehen haben, so groß, daß sie mit denen, die in trockenen Sommern der Gegenwart auftreten, in gar keinem Verhältnis stehen. O. Paret und andere Forscher sind denn auch zu der Auffassung gekommen, es habe sich um ausgesprochene Dürrezeiten gehandelt, während derer in Zentraleuropa die besonders trockenen Gebiete für den Ackerbauer unbewohnbar geworden seien und Steppen sich ausbreiteten. Gams und Nordhagen verlegten die trockenwärmsten Zeiten des Postglazials in das Subboreal, wobei sie jedoch betonten, das Klima sei waldfreundlich geblieben, diese Zeit habe zwar die größte Ausdehnung der Eichenwälder gebracht, das Alpenvorland habe aber doch stellenweise noch Buchenwälder getragen.

In den letzten 30 Jahren sind unsere Kenntnisse über die Waldgeschichte der Postglazialzeit außerordentlich gewachsen. Wir wissen, daß die postglaziale Eichenzeit viel früher, im Boreal und Atlantikum liegt. Im Subboreal war das schweizerische Alpenvorland von ausgesprochen mesophilen Bäumen, der Buche und der Tanne, bewaldet; die Eiche blieb nur in besonders milden Tieflagen der herrschende Baum. Die Schwankungen in der Waldzusammensetzung waren während dieser ganzen Zeitperiode nicht beträchtlich und können zum Teil auf die Tätigkeit des Menschen zurückgeführt werden. So findet J. Troels-Smith (1955) in den von ihm eingehend untersuchten neolithischen Stationen Egolzwil 3, Weiher und Burgäschi zur Siedlungszeit zwar einen allgemeinen Rückgang der Buche, teilweise verbunden mit der Zunahme der Hasel und der Eiche. Er schreibt diesen Vorgang der Einwirkung des Menschen zu, der die Buche zurückdrängte, um einen lockeren Wald mit dominanten Futtergehölzen zu bekommen. Ulme, Linde, auch Esche und Ahorn sollen den Hauptteil des Viehfutters geliefert haben. Dazu kommt wohl die Begünstigung der Hasel und der Eiche, deren Früchte eßbar sind. Im Hauptteil des Landes blieb aber ohne Zweifel der Buchen-Tannenwald erhalten, und auch in den Siedlungs-Pollenspektren von Troels-Smith zeigt sich wiederholt eine Zunahme der Tanne, die mit Bezug auf die Luftfeuchtigkeit noch anspruchvoller ist als die Buche.

Die Betrachtung der ganzen bekannten Flora aus der Bronzezeit des schweizerischen Alpenvorlandes (Lüdi 1955) ergibt keine wesentliche Änderung gegenüber dem heutigen Zustand, sobald man von den spezifisch mensch-

lichen Einwirkungen absieht (z. B. Fichtenpflanzungen). Von ausgeprägten Trockenzeiten läßt sich in der Vegetation keine Spur finden. Damit sind wohl alle Botaniker, die sich ernsthaft mit diesem Problem beschäftigt haben, einverstanden. Die Vegetation entspricht einem gemäßigten Klima, ähnlich dem der Gegenwart. Ja, einzelne Forscher meinen, es sei eher feucht gewesen. Ich glaube immerhin, es könnte doch etwas wärmer und trockener gewesen sein als in der Gegenwart, woraufhin einige Pflanzen, deren Reste gefunden worden sind, hindeuten (so *Trapa natans*, *Najas marina*, *Linum angustifolium*). Aber der Unterschied kann nicht bedeutend gewesen sein; denn die Vegetation ist ein guter Klimazeiger. Es erscheint ausgeschlossen, daß das Klima in unserem Pfahlbaugebiet während der Subborealzeit wiederholte und langdauernde Seespiegelschwankungen, die an den großen Seen 5–9 m betragen hätten, ausgelöst habe.

Es gibt jedoch noch andere Möglichkeiten zur Erklärung von Seespiegelschwankungen. Nennen wir zuerst Erdkrustenbewegungen. Gams und Nordhagen ziehen diese Vorgänge für den Bodensee in Betracht, wo das Gebiet des Untersees im Spättertiär eine tektonisch sehr unruhige Geschichte aufweist, deren Ausläufer sich möglicherweise bis in neuere Zeiten hinein erstreckten. Kleine Hebungen und Senkungen im Gebiet der Abflußschwelle bei Konstanz würden das Seeniveau nachhaltig beeinflußt haben. Aber damit wären nur Seespiegelschwankungen am Bodensee erklärt, nicht aber das regionale Auftreten im ganzen schweizerischen Alpenvorland.

Regional würden isostatische Hebungen und Senkungen und andere tektonische Vorgänge eingewirkt haben. Für unser Problem fallen sie aber kaum in Betracht, weil sie ein wiederholtes Sinken und Steigen innerhalb kurzer Zeit und einheitlicher Zeitperioden nicht erklären können und weil sich dabei große Räume als Einheit verhalten müssen, wir aber feststellen können, daß jedes See-Individuum selbständig, wenn auch in der gleichen Weise, reagierte.

Auf großen Gebieten einheitlich wirkt sich dagegen die Tiefenerosion der Gewässer aus. Während einer lange dauernden, klimatisch ruhigen Zeit werden die fließenden Gewässer ihre Erosionsbasis vertiefen und dadurch die stehenden Gewässer ihren Wasserspiegel erniedrigen. Jedes Gewässer reagiert in ungleicher Intensität, aber in gleicher Art. Für die Verwertung dieses Vorganges zur Erklärung der Pfahlbauten als Landsiedlungen ergeben sich jedoch Schwierigkeiten. Die Tiefenerosion erfolgt langsam und gleichmäßig, gewissermaßen säkulär. Die Pflanzenwelt der Uferzone wird dabei langsam gegen das Wasser hin vorrücken, und der Holzpflanzenbewuchs, ähnlich wie in der Jetztzeit, bis ans Wasser hinanreichen. Unsere Pfahlbauhorizonte lehren aber etwas anderes, und Vogt wie Speck geben an, die Absenkung des Wassers sei so rasch erfolgt, daß weder die normalen Ver-

landungserscheinungen, noch die Besiedlung durch einen Uferwald erfolgen konnte. Normalerweise bildet sich bei der Verlandung über Seekreide die Schichtenfolge: Seekreide → Gyttja → Torf. Diese Folge findet sich in der Tat bei einzelnen vorgeschichtlichen Siedlungen, auch im Wauwilergebiet, wobei der Siedlungshorizont in der Regel im Torf eingeschlossen ist, also Moorbauten vorliegen. In Egolzwil 3, in Zug, in verschiedenen neolithischen und bronzezeitlichen Stationen des Zürichsees und auch anderswo ist aber die Schichtfolge: Seekreide → Kulturschicht → Seekreide → (evtl. 2. Kulturschicht) → (Gyttja) → Torf.

Die Erklärung durch säkulare Tiefenerosion versagt also. Sehr rasche Tiefenerosion könnte zwar vielleicht durch ganz außerordentlich reiche Niederschläge hervorgerufen worden sein; aber das stimmt wieder nicht mit der Erniedrigung der Wasserspiegel überein. Eher kann man sich vorstellen, daß sehr erhöhte und heftige Niederschläge zu einer plötzlichen und doch längere Zeit andauernden Erhöhung der Wasserspiegel führen und dadurch den Siedlungen ein Ende bereiten würden. Solche Naturkatastrophen sind imstande, durch Schutthäufungen und Rutschungen die Abflußschwelle der Seen dauernd zu erhöhen. Hier liegt eine sehr wichtige Erscheinung vor, die im kleinen wie im großen zur Auswirkung kommen kann. Denken wir nur daran, wie bei manchen unserer größeren Seen (Zürichsee, Walensee, Vierwaldstättersee, Bielersee, Thunersee und Genfersee) kräftige, viel Schutt führende Flüsse in den Seeabfluß einmünden. Der Vorgang der Schutthäufung und der Erhöhung der Abflußschwelle hat in der historischen Zeit vielerorts Fortschritte gemacht, teilweise bewirkt durch die Rodungstätigkeit des Menschen und die dadurch verstärkte Abschwemmung von Gebirgshängen. Besonders schön ist sie für die großen Jurarandseen zu belegen, wo neben der Aare auch der Emme maßgebende Bedeutung zukommt (vgl. Lüdi 1935). Für die Subborealzeit fehlt aber bis jetzt jeder Beweis für den maßgebenden Einfluß von Tiefenerosion und Akkumulation auf großräumige und großformatige, mindestens 4 mal wiederholte Seespiegelschwankungen.

Eine weitere wichtige Möglichkeit der Seespiegelveränderung erfolgt, wenn das Land im Ufergebiet einsinkt. Dadurch wird der Seespiegel gegenüber dem eingesunkenen Land erhöht und ein ehemals tieferer Seestand vorgetäuscht. Die Seesedimente sind plastisch, und wenn ihre Gleichgewichtslage gestört wird, so werden sie sich, vor allem in Ufernähe, in ihrer Lage verschieben oder seitlich ausgequetscht werden. Die Bewegung kann ausgelöst werden durch starke Belastung oder durch Absinken des Wasserspiegels, wodurch der seitliche Halt wegfällt. Dies gilt namentlich für Seekreide- und Gyttja-Schichten, die im Laufe der Entwicklung von starken Torf- oder Lehmschichten überlagert werden.

Eine als beweiskräftig für tiefen Seestand betrachtete ehemalige Oberflächenschicht lag also möglicherweise zur Zeit ihrer Entstehung nicht so tief wie heute. Die Pollenanalyse kann dies unter günstigen Verhältnissen durch Lücken im Pollendiagramm feststellen. Die so auffallend tief liegenden neolithischen und bronzezeitlichen Kulturschichten könnten durch Rutschungen in ihre heutige Lage gebracht worden sein. Vorläufig ist das aber eine bloße Hypothese, denn solche Rutschungen oder Auspressungen sind nur vereinzelt nachgewiesen. H. Härri (J. R. Bosch und Mitarbeiter 1925) gibt Auspressungen von Seekreide am Hallwilersee an, Welten in einem seiner Profile aus dem Burgäschisee. Ein regionaler Charakter kommt ihnen wohl nicht zu.

Solche Rutschungen und Auspressungen können aber auch zu Gegenbeweisen führen. Tiefer Wasserstand, hohe Belastung und Erschütterung des Bodens lassen Ufersenkungen oder auch Ufereinbrüche gerade während der Zeit von Landsiedlungen am Strande erwarten, während bei Wassersiedlungen der Boden als ganzes durch den Wald von Pfählen gefestigt wird. Die bereits erwähnten tiefliegenden Torfe am oberen Bodensee könnten erst sekundär so tief versenkt worden sein, wie sie heute liegen. Wie man weiß, haben auch die in der Neuzeit erfolgten künstlichen Wasserstandssenkungen zu Rutschungen geführt. So sind wiederholt Teile der Stadt Zug im Wasser verschwunden (vgl. A. Heim 1908), und es erscheint gut möglich, daß auch die Tieflage von Uferhohlkehlen und Baumstrünken am Zugersee auf gleiche Ursache zurückzuführen ist.

Vogt, Speck und Troels-Smith rücken eine andere Art von Bodensenkungen ins Licht, die Verdichtung des Bodens infolge der Zusammenpressung der lockeren Sedimente, vor allem der Kulturschicht und der Gyttja, aber auch der Seekreide, durch überliegende jüngere Schichten. Diese Verdichtungen können bei mächtigen Ablagerungen ohne Zweifel einen sehr bedeutenden Betrag erreichen, und man hat ihnen zu wenig Bedeutung zugemessen. Die genannten Forscher gehen noch einen Schritt weiter. Die heute aus der Kulturschicht in die überstehende Seekreide hinaufragenden Siedlungspfähle faulten nach diesen Autoren während der Siedlungszeit bis auf den festen Boden ab. Später kondensierte sich das Sediment, wobei in Egolzwil 3 der überliegende, ziemlich mächtige Torf als Pressungsmittel diente. Aber die Pfähle machten die Senkung nicht mit, so daß ihre oberen Teile aus der Kulturschicht heraustraten und sich in die infolge von Wasseranstieg gebildete neue Seekreide, oder in Zug auch in den überliegenden Lehm, einpreßten. Stauchungen einzelner Pfähle, die bis zum Bruche führten, sind ein sicheres Zeichen solcher Vorgänge. Zweifelhaft ist nur ihr Ausmaß. Hier ist nur die vom Pfahl durchzogene Sedimentschicht von Bedeutung; die tiefer-

liegenden, oft viel mächtigeren plastischen Schichten sind bei ihrer Setzung auf das Verhalten des Pfahles ohne Einfluß. Er macht ihre Senkung samt der Schicht, in der er steckt, mit. Da in Ergolzwil 3 die Pfähle bis zu mindestens 1,5 m aus dem Boden der Kulturschicht herausragen, so müßte die Schicht, in welche die Pfähle eingerammt waren, um den gleichen Betrag zusammengepreßt worden sein. Das erscheint mir wenig wahrscheinlich. Wir gelangen überhaupt nach der Theorie von Vogt zu ganz außerordentlich hohen Werten für die Bodentiefe, in die die Pfahlbauer ihre Pfähle einrammten. Ein 1950 ausgegrabener Pfahl reichte 2,90 m unter das Niveau der Kulturschicht. Das macht zusammen mit dem heutigen Vorragen von 1,5 m für die ursprüngliche Bodentiefe des Pfahles 4,4 m. Das Einrammen bis in diese Tiefe dürfte nicht leicht und für ebenerdige Hütten auch nicht notwendig gewesen sein.

Speck liefert uns für dieses Problem nähere Angaben. Er fand in Sumpf sogenannte Grundplatten, breite Holzklötze mit viereckigen Löchern, in die die Pfähle mit Kerben eingepaßt waren, um auf dem weichen Boden besseren Halt zu finden. Beim Zusammensinken der Unterlage machte die mit dem Boden breit verbundene Holzplatte die Senkung mit, während der Pfahl zurückblieb, so daß sich aus dem Abstand zwischen Bodenplatte und Pfahlkerbe der Betrag der Senkung ablesen läßt. Er betrug in dem von Speck angegebenen Beispiel 23,5 cm. Das ist zwar nur ein Minimalbetrag, da der Pfahl auch einen Teil der Senkung mitmachen konnte. Aber der Gesamtbetrag der Senkung kann nicht wesentlich höher sein. Die Rammtiefe der Pfähle in Sumpf beträgt 1,2–1,5 m. Diese heute noch 1,2–1,5 m mächtige Schicht aus Seekreide und unterer Kulturschicht wurde also um ca. 25 cm zusammengepreßt. Das ist eigentlich wenig. Der erhaltene Luftteil der Pfähle mißt 50–60 cm und die Dicke der oberen Kulturschicht, unter der die Grundlatten liegen, ca. 20 bis max. 45 cm. Es ist also gut möglich, daß die Kulturschicht einst bis auf das Niveau der oberen Pfahlenden reichte. Speck kommt aber doch zum Schlusse, die Pfähle seien erst seit der Seeabsenkung, um 1591, auf ihre heutige Länge reduziert worden, indem sie abfaulten, so weit sie über das Grundwasser hinausreichten (loc. cit. S. 313).

In Sumpf war die Überlagerung geringer als in Egolzwil 3, aber die Beschaffenheit der Sedimente blieb gleich und die neuzeitliche Absenkung, die für die Konzentration der Sedimente wohl den wichtigsten Faktor bildet, war in beiden Fällen von ähnlichem Ausmaß. Immerhin ergeben sich für Speck doch auch Schwierigkeiten beim Versuch, die Setzungsvorgänge zu erklären.

Die Sedimentpressungen sollten nach Art und Ausmaß näher untersucht werden. Sie sind der Aufklärung durch Beobachtung und Experiment zu-

gänglich. Es ist möglich, daß sie, wenigstens in einzelnen Fällen, das Vorragen der Pfähle über die Kulturschicht erklären können. Aber es erscheint wenig wahrscheinlich, daß sie zur Erklärung der Tiefenlage von subborealen Kulturschichten genügen werden, besonders nicht bei Berücksichtigung derer regionalen Verbreitung.

Die Erklärung der tiefliegenden Kulturschichten ist also ein offenes Problem, dessen Lösung offensichtlich noch viel Arbeit erfordern wird. Sogar Troels-Smith, der entschieden den Ansichten von Vogt zustimmt, findet, man tue besser, Erklärungsversuche vorläufig beiseite zu lassen.

Beschaffenheit des Siedlungsbodens an den Seeufern

Wir haben gesehen, wie verschieden der Siedlungsboden gewertet wird, von offenem, mehr oder weniger tiefem Wasser, bis zu Sumpfboden und zu trockenem Boden. Der theoretischen Betrachtung erscheint eine solche Vielgestaltigkeit auch gut möglich, ja wahrscheinlich, wenn man berücksichtigt, in wie hohem Maße der schöpferische Geist des Menschen sich immer wieder den Verhältnissen der Umwelt anpassen konnte. Bauten über dem offenen Wasser gibt es auch heute noch mancherorts, sogar an der Limmat innerhalb der Stadt Zürich. Wie die Sache sich in Wirklichkeit verhielt, kann nur durch viele sorgfältige Einzeluntersuchungen festgestellt werden, wobei Verallgemeinerungen vorsichtig zu fassen sind. Wir wollen das Problem noch näher betrachten, müssen aber vorerst einige Begriffe klarstellen.

Unter „festem Land" verstehen wir einen Boden, der vom offenen Wasser nie oder nur in Zeiten außergewöhnlichen Hochwassers überflutet wird. Bei „offenem Wasser" ist der Boden normalerweise vom Wasser in zusammenhängender Schicht bedeckt und taucht nur bei ganz besonders niederen Wasserständen aus dem Wasser auf. „Sumpfboden" steht andauernd oder doch während eines grossen Teiles des Jahres, besonders während der Vegetationszeit, an der Grenze zwischen festem Land und offenem Wasser, so daß alle Vertiefungen des Bodens offenes Wasser hervortreten lassen, die Erhöhungen in der Regel wasserfrei sind. Er bildet demnach den Übergang vom offenen Wasser zum festen Land. Das in den normalen Jahresschwankungen auf- und untertauchende Land würden wir also noch dem Sumpfboden zurechnen, aber was darunter liegt, auch bei geringer Wasserbedeckung, zum offenen Wasser.

Sumpfboden ist in der Regel von dichtem Pflanzenbewuchs bedeckt, insbesondere von Riedgrasbeständen, und auf ihm entstehen in unserem Klima Torfe oder doch sehr humusreiche Bildungen. Seine Vegetation ist vielgestaltig, je nach dem Stande des Wassers, der Beschaffenheit von Boden und Wasser. Bei Wegfallen der menschlichen Einwirkung wird der größte Teil des Sumpfbodens von Holzpflanzen überwachsen, vor allem Salix- und Alnusbeständen. Die Bestände von *Schoenoplectus* (Teichbinse) und *Typha* (Rohrkolben) können bei uns nicht dem Sumpfboden zugerechnet werden, da sie im offenen Wasser stehen. Ebenso verhält sich meist *Cladium mariscus*. *Phragmites communis* (Schilf) dagegen kann sowohl im offenen Wasser als auch auf Sumpfboden Bestände bilden. Aber der erstere Standort ist der optimale. Auf Sumpfboden bildet das Schilf meist nur einen Bestandteil eines durch andere Arten charakterisierten Be-

standes (z. B. *Juncus subnodulosus*, *Molinia coerulea*, *Carex*-Arten) und ist in seiner Vitalität gehemmt.

„Nasser Boden" ist ein mehrdeutiger Begriff. Wenn bei unserm Problem von nassem Boden gesprochen wird, so kann nur der andauernd nasse Boden, also der Sumpfboden, gemeint sein. „Feuchter Boden" bedeutet eine Abschwächung des „nassen Bodens", muß aber im wesentlichen bereits dem trockenen Boden zugerechnet werden. Boden mit „Grundwasserstand bis nahe der Oberfläche oder bis an die Oberfläche" ist immer ein Sumpfboden.

Die Lage der Siedlung wird durch die Kulturschicht gekennzeichnet. Diese ist bei den Seeufersiedlungen in der Regel als klar abgegrenzte Bodenschicht erkennbar, durch Zusammensetzung und Färbung von den überliegenden und unterliegenden Schichten deutlich verschieden. Sie besteht aus allen Abfällen der Siedlung, Kohlen, Nahrungsresten, Exkrementen, Knochen, Vorräten, Streue, zufällig eingeschleppten Materialien wie Samen und Früchten von Unkräutern, und ist durchsetzt mit Steinen, Töpferei, Werkzeugen, Waffen und anderen Artefakten aus Stein, Bein, Holz und Bronze. Sie enthält auch feine und leicht verderbliche Stoffe, wie Gewebereste. Oft sind Lehmschichtchen oder Lehmlinsen eingelegt.

Da wo die Kulturschicht zum größten Teil aus organischen Stoffen besteht, macht sie manchmal einen torfartigen Eindruck. Ob torfige Bildungen vorhanden sind, die für sumpfiges, von torfbildender Vegetation bedecktes Gelände während der Siedlungszeit sprechen würden, ist meist schwer zu entscheiden, besonders auch weil eine spätere, auf ihr wachsende Sumpfvegetation die Kulturschicht im Laufe der Zeit durch ihre Wurzeln und Rhizome stark umwandeln kann. Auch rezente Vegetation kann mitbeteiligt sein. Gerade Rhizome von Schilf und Schachtelhalmen leben noch jetzt mit Vorliebe in den Kulturschichten und bis in bedeutende Bodentiefen (z. B. in der Grabung Sumpf). Eigentliche Torfbildungen sollten frei sein von Zeugen der Besiedlung. Ebenso ist es nicht leicht, eventuelle während der Siedlungszeit erfolgte Absätze aus dem offenen Wasser festzustellen. Es ist Vogt beizupflichten, wenn er sagt, die Konstitution von Kulturschichten sei noch viel zu wenig bekannt und sollte immer wieder sorgfältig geprüft werden. Es ist eine wichtige Aufgabe der Pfahlbauforschung, die Zusammensetzung der Kulturschichten und ihre Bildungsmöglichkeit genau zu untersuchen, auch unter Beiziehung des Experimentes.

Die Mächtigkeit und Zusammensetzung der Kulturschicht ist naturgemäß sehr verschieden. Während manchmal alle möglichen leicht zersetzbaren Stoffe vorhanden sind, treten diese anderswo zurück oder fehlen. Dies gilt zum Beispiel für die meisten bronzezeitlichen Siedlungen der Westschweiz. Hier sind die Artefakte oberflächlich im mineralischen Schlamm (Mergel, Seekreide, Sand) eingebettet oder liegen sogar ganz obenauf. Es stellt sich

die Frage, ob dort überhaupt keine Kulturschicht gebildet wurde. Das wäre denkbar, falls die Station so im Wasser lag, daß die leichten organischen Abfallstoffe immer von den Wellen verteilt wurden und sich ganz zersetzten, oder daß sie auf dem Trockenen lag, was ebenfalls die Zersetzung bewirken mußte, während wahrscheinlich im ruhigen oder schwach bewegten untiefen Wasser der Idealfall zur Bildung einer Kulturschicht vorliegt. Auch die Pfahlenden sind in diesen Tiefwasserstationen bis annähernd auf den Seeboden verschwunden, oder ragen doch nur wenig, aber meist gleichmäßig, aus dem Boden heraus, was von E. Vogt (1954) auch für die Pfahlbaustationen des Zürichsees angegeben wird. Es ist kaum nötig anzunehmen, der Seespiegel sei bis auf die Höhe der Pfahlstümpfe abgesenkt gewesen. Pfähle vermorschen im Laufe langer Zeiten auch im Wasser, so daß sie weich werden und leicht abbrechen. In den großen Seen findet eine tiefgehende Wasserbewegung statt, die bald abtragend, bald auftragend wirkt. F. A. Forel hat sie für den Genfersee eingehend untersucht und beschrieben.

Zur Beurteilung dieses Problems müßte man zum mindesten wissen, wie tief solche Pfähle in den Boden hineinreichen. Nach Jules Favre zeigen weder die Töpfereien noch die Mollusken dieser Seesiedlungen Spuren der Abrollung, was doch bei Abspülung einer am Strande liegenden Kulturschicht der Fall sein müßte.

Konnte eine typische, organogene Kulturschicht, wie sie in Egolzwil 3 und in Sumpf gefunden wurde, auf trockenem Boden entstehen? Nach den Kenntnissen, die wir über die Zersetzung der Abfälle auf trockenem Boden besitzen und nach den Erfahrungen in zweifelssicheren Trockenland-Siedlungen dieser Zeitperioden ist dies als recht unwahrscheinlich zu bezeichnen. Die Vermoderung müßte viel weiter fortgeschritten sein. Kulturschichten der vorliegenden Art könnten bei Siedlung auf trockenem Boden vielleicht erklärt werden durch plötzliche, dauernde Überschwemmung nach kurzer Besiedlung, wobei die Abfälle kaum älter als ein Jahr hätten sein dürfen. Dann würden sie aber jedenfalls nur eine sehr bescheidene Dicke aufweisen. Sowohl Vogt als auch Speck kommen zum Schlusse, die Besiedlung müsse eine längere Zeitspanne umfassen, und ziehen daraus und aus ihren weiteren Beobachtungen den Schluß, die Siedlungen seien auf nassem Boden angelegt worden. Nach unserer Terminologie bedeutet dies wohl Flachmoor. Um ebenerdige Hütten an solchen Lokalitäten zu bauen, muß schon ein besonderer Grund oder ein merkwürdiger Geschmack vorliegen. Aber dies steht hier nicht zur Diskussion.

Vogt stellt den dauernden Kampf dieser Siedler mit dem von unten heraufdringenden Wasser fest, gegen das sie sich durch immer erneuerte Lagen von Baumrinden oder auch von Astwerk auf den bloßen Erdböden

der Hütten (Holzböden konnten nicht gefunden werden) zu schützen suchten. Lehmeinlagerungen in der Kulturschicht, die heute als breite, flache Linsen vortreten, wurden von Vogt als primitive Herdanlagen erkannt. In Sumpf sind solche Bodenisolationen kaum festzustellen (nach Speck dürfte ein geschlossener Steinbelag, der auf einer kleinen Strecke angetroffen wurde, eine Art isolierendes Pflaster auf der Seekreide bilden). Da der Zugersee beträchtliche Spiegelschwankungen erleidet, muß ein auch bei niederem Wasserstand nasser Boden zur Zeit der sommerlichen Hochwasser sicher überschwemmt gewesen sein. Wahrscheinlich gilt dies auch für das Wauwilergebiet. Den ungünstigen Folgen dieser Überschwemmung konnten allerdings die Siedler etwas entgegenwirken, indem sie die Hütten nicht ebenerdig, sondern mit einem aufgehängten Boden bauten, was von Speck ernsthaft in Erwägung gezogen wird.

Dagegen ist die Annahme Vogts, die Bodenfeuchtigkeit sei zur neolithischen Zeit ungleich höher gewesen als heute, und der Grundwasserstand in Ufernähe habe gegenüber dem Seespiegel höher gelegen, weil die Umgebung noch allgemein bewaldet gewesen sei, kaum haltbar. In der forstlichen Literatur wird allgemein angegeben, nach Waldschlag steige auf ebenem Boden der Grundwasserspiegel an; Versumpfungen sind nach Abholzung wiederholt beobachtet worden. E. W. Raabe stellt in einer letzthin erschienenen Untersuchung ebenfalls fest, daß in seinem Untersuchungsobjekt nach Kahlschlag der Grundwasserspiegel sich hob.

Die gleichmäßige Dicke der Kulturschicht, wie sie in ausgezeichneter Weise in Sumpf und auch in Egolzwil 3 festzustellen ist, spricht nach bisheriger Auffassung eher für Ablagerung unter Wasser, wobei durch einen leichten Wellengang Verschwemmung und gleichmäßige Anhäufung bewirkt wurde. Bei nicht zu geringer Wasserbedeckung und innerhalb der Siedlung soll die Wellenbewegung nur klein sein. Speck und Vogt dagegen glauben, daß der Wellenschlag eine ausgesprochene Stratifikation der Kulturschicht bewirken müßte, die sie in Sumpf und Egolzwil 3 nicht fanden, die aber anderswo verschiedentlich beobachtet wurde. Eine Schichtung solcher Art ist nach meiner Ansicht nur bei starkem Wellenschlag zu erwarten und wäre wohl mit Abspülung verbunden. Speck hat solche Abspülung in Sumpf an der Oberfläche der oberen Kulturschicht festgestellt. Sie führte zur teilweisen Zerstörung der Kulturschicht und zur Bildung eines sandigen Residuums. Vogt gibt zu bedenken, die Wasserbewegung müßte leicht schwimmende Dinge wie Holzartefakte und Kohlen außerhalb der Siedlung verschwemmt haben, was in Egolzwil 3 nicht der Fall zu sein scheint. Es stehen sich hier zwei Auffassungen gegenüber, die aber durch Versuche ohne Schwierigkeit zu klären sind.

Fand die Ablagerung auf festem Boden statt, so macht die Erklärung der gleichmäßigen Kulturschichtdecke einige Schwierigkeit. Vogt nimmt an, die Siedler hätten die Abfälle gleichmäßig verteilt, um den Siedlungsboden zu erhöhen und dadurch gegen das Eindringen von Wasser zu schützen. Immerhin ist diese Aufhöhung nicht sehr bedeutend gewesen, denn die Dicke der Kulturschicht beträgt heute, wo sie allerdings durch Pressung verdichtet ist, im Mittel nur etwa 20 cm. Ein sauberes Wohnen war mit diesen Vorkehren jedenfalls nicht verbunden, besonders wenn man sich vorstellt, daß die Kulturschicht damals sehr locker gewesen sein soll. Und es scheint, daß die Erhöhung des Bodens durch diese kulturell nicht unbeholfenen Siedler in viel zweckmäßigerer Weise hätte vorgenommen werden können, wie dies ganz allgemein in Moorsiedlungen, so auch von W. U. Guyan in Weiher und neuerdings von O. Paret in der neolithischen Siedlung Ehrenstein bei Ulm gefunden wurde. Hier ergaben sich richtige Hüttengrundrisse mit Bodenschwellen aus Holz, Holzböden, Lehmauflagen, gegen die Nässe geschützte Wege („Gassen"). Die Abdichtungen lagen in mehreren bis vielen Schichten übereinander, um durch Erhöhung der Böden Schutz gegen das steigende Wasser, respektive das Einsinken in den Untergrund zu bieten. Die Pfähle waren relativ sparsam vorhanden. Von all dem zeigt sich in Sumpf und Egolzwil 3 nichts, obschon diese Siedlungen nach Vogt und Speck auf nasser Seekreide lagen. Das Siedlungsbild ist völlig verschieden, in Ehrendorf überzeugend auf festem Boden, bei den Seeufersiedlungen in dieser Hinsicht immer wieder Zweifel aufrufend.

Die zahlreichen, relativ leicht verweslichen Einschlüsse, die wir in der Kulturschicht finden, wurden von den Vertretern der Wasserbauten als Zeichen der Ablagerung im Wasser gedeutet. Wahrscheinlich müssen wir aber den Vertretern der Landbautentheorie rechtgeben, wenn sie annehmen, daß sie sich auch auf nasser Bodenoberfläche erhalten können. Auf trockenem Boden dagegen ist dies sicher nicht zu erwarten.

Wie kann man sich aber vorstellen, daß auf einem zwar nassen aber doch begehbaren Boden – die Begehbarkeit wird von Vogt immer wieder betont – Töpfe, z. T. aufrecht gestellt, in großer Zahl, dazu Dutzende von Beilklingen und Hunderte von gebrauchsfähigen Werkzeugen aller Art schon auf kleinstem Raum in die Kulturschicht gelangten und liegen blieben?

Wassermollusken wurden verschiedenerorts in den Kulturschichten festgestellt, vor allem in neolithischen Pfahlbauten des Neuenburgersees durch Jules Favre, der ein außerordentlich sorgfältiger Beobachter ist. In den dichten organischen Kulturschichten fehlen sie in der Regel, so auch in Egolzwil 3 und in Sumpf. Das wird von den Vertretern der Wasserpfahlbauten darauf zurückgeführt, daß die feinen Schalen durch die Säuren, die

sich bei der Zersetzung organischer Massen bilden, aufgelöst worden sind. Favre fand im Fumier lacustre viel häufiger die dicken Deckel als die zarten Schalen von *Bithynia tentaculata.* Auch die Schalen von Landmollusken fehlen in der Regel, obschon nicht einzusehen ist, warum die Landschnecken gerade die Abfallhaufen von Landsiedlungen verschont haben sollten. Vogt dagegen spricht den Molluskenschalen jeden diagnostischen Wert ab. Sie sollen überall hin verschleppt werden können, z. B. durch den Wellenschlag des nach der Siedlungszeit ansteigenden Wassers. Das geht doch wohl zu weit. Gerade dieses Problem ist der experimentellen Forschung leicht zugänglich, und es ist eigentlich merkwürdig, daß noch niemand versucht hat, die Zersetzung von Abfällen und von Molluskenschalen am Seeufer, und zwar im Wasser, auf dem nassen Boden und auf dem trockenen Boden, näher zu prüfen.

Speck hat in Sumpf das Fehlen von Seekreide-Einlagerungen in der Kulturschicht festgestellt und betrachtet auch dies als Beweis dafür, daß sie während ihrer Ablagerung nicht von Wasser bedeckt war. Ich kann dieser Folgerung nicht beipflichten. Wenn ich die Darstellung von Speck richtig verstehe, so findet er keine in die Kulturschicht eingelagerte Seekreideschicht. Eine solche Schichtbildung ist eigentlich auch bei Wasserüberlagerung nicht zu erwarten, da die Kulturschicht während ihrer Bildung von der Siedlung her andauernd Zuschuß erhielt und außerdem auch unter Wasser fortwährend in den oberflächlichen Teilen umgearbeitet wurde. Des ferneren ist zu berücksichtigen, daß die Wasserschicht unter der Siedlung durch die Zuschüsse von organischem Material stark eutrophiert wird. In den eutrophen Gewässern bildet sich aber keine Seekreide mehr, sondern es entstehen Gyttja oder torfähnliche Schichten. Seekreidebildung ist also im wesentlichen Umfange gar nicht zu erwarten. Doch fand ich bei der Untersuchung einer ganzen Anzahl von Handstücken aus den Kulturschichten von Sumpf, mit Ausnahme des oberen Teiles der oberen Kulturschicht, im Inneren der getrockneten Stücke regelmäßig in großer Zahl kleine Aggregate von Körnchen oder Schüppchen, die mit Salzsäure aufbrausten, also aus Kalziumkarbonat bestanden. Mir scheinen sie das Äquivalent der Seekreide zu sein. Man kann sich fragen, ob sie vielleicht erst nachträglich, als nach der Siedlungszeit der See wieder anstieg, eingelagert wurden. Ich würde die Einlagerung eher als siedlungszeitlich betrachten; Vogt (1951, S. 213) meint, sie sei erfolgt nach Aufgabe der Siedlung und neuer Überschwemmung.

Übrigens ist in loseren Kulturschichten auch Einlagerung von Seekreide, ja eine Durchmischung von pflanzlichen Überresten, Kohlestücken und Seekreide beobachtet worden (kreidehaltiger Fumier lacustre von J. Favre 1928). Auch diese Sache sollte genauer untersucht werden, eventuell auch experimentell.

In Egolzwil 3 ist sehr auffallend, wie die Kulturschicht innerhalb der Siedlung ziemlich gleichmäßig hoch ist, gegen den Rand hin sehr rasch abnimmt, außerhalb der Siedlung auf ein Minimum zusammenschrumpft und bald nur noch mit besonders aufmerksamer Betrachtung wahrgenommen werden kann, z. B. als kleine Farbveränderung der Seekreide oder durch die Einlage einzelner kleiner Kohlenstücke. Die der Siedlung unterliegende Seekreide geht direkt in die der Siedlung aufliegende Seekreide über. Diese Verhältnisse wurden als ein Hauptbeweisgrund für Wassersiedlung betrachtet: die Hauptmenge der Abfälle blieb innerhalb der Siedlung liegen, weil durch die Pfähle und durch den Wellenbrecher die Wasserbewegung sehr reduziert worden war. Und was an organischer Substanz nach außen verschwemmt wurde, verteilte sich auf eine große Fläche und zersetzte sich meist, so daß dort die Seekreidebildung ziemlich ungestört weiterging.

Emil Vogt aber beurteilt ganz anders: Der sogenannte Wellenbrecher wird nach dem Vorbild von O. Paret als Dorfzaun betrachtet. Das ist hier für das von Vogt ausgegrabene Stück sehr einleuchtend, während die entsprechende Bildung in manchen anderen Ufersiedlungen, z. B. in dem von H. Reinerth ausgegrabenen Egolzwil 2, durch die in mehreren Reihen hintereinander stehenden Pfähle einen ganz anderen Eindruck machte. Reinerth nennt sie Hauptpalisade und gibt an, sie habe in 1,2 m tiefem Wasser gestanden. Nach Vogt bestand in Egolzwil 3 der Dorfzaun aus einer Reihe von Pfählen, die durch waagrechte Bretter miteinander verbunden waren. Er schloß die Siedlung nach außen ab; das Dorfleben spielte sich innerhalb des Dorfzaunes ab, und dort blieben auch die Abfälle liegen, was bewirkte, daß wir außerhalb des Zaunes keine Kulturschicht finden. Die Seekreide war oberflächlich so ausgetrocknet, daß sie begehbar war. Um die Begehbarkeit zu verbessern und auch, wie schon erwähnt, um das Ansteigen der Nässe in den Hütten zu erschweren, wurden große Rindenstücke ausgebreitet, die sich auf dem ausgegrabenen Gelände vielerorts feststellen ließen, eine unterste Schicht direkt auf der Seekreide aufliegend, mancherorts auch in mehreren übereinanderliegenden Lagen mit zwischenliegenden Schichtchen von „Kulturschicht". Es wurde von den Verfechtern der Wasserbauten versucht, den Zweck oder die Bedeutung dieser Baumrindenbeläge auf andere Weise zu erklären, bis jetzt, meines Erachtens, nicht in überzeugender Weise.

Dagegen lassen sich gegen die Darstellung von Vogt andere Einwände erheben: die Kulturschicht liegt der unterliegenden Seekreide mit scharfer Grenzfläche auf, was auch Speck in Sumpf feststellte. Wenn wir nun annehmen, auf der frisch aufgetauchten, oberflächlich nassen, nur leicht bewachsenen (s. unten) Seekreide habe sich eine Zahl von Menschen mit ihren Haustieren angesiedelt, so scheint es unumgänglich, daß die Oberfläche der

Seekreide von den Füßen der Bewohner trotz des stellenweisen Belages mit Baumrinde durchgetreten und durchwühlt wurde, daß bald hier, bald dort Löcher entstanden. Es mußte eine ganz ungleichmäßige, aber ziemlich mächtige Grenzschicht entstehen, halb Kulturschicht, halb Seekreide, mit tieferen, mit „Kulturschicht" gefüllten Einbuchtungen. Welten (loc. cit. S. 77) spricht davon, daß durch das Begehen die Kulturschicht bis zur völligen Durcharbeitung in die darunter liegenden anorganischen Schichten eingetreten worden sei und dies bei der Seekreide nur deshalb nicht auffalle, weil es dann eben nicht mehr Seekreide sei. In Egolzwil 3 und in Sumpf betonten die Erforscher aber ausdrücklich, die Seekreideoberfläche sei unverletzt geblieben. Spuren der Begehung durch den Menschen sollten auch außerhalb der Siedlung zu finden sein, namentlich dort, wo sich im Dorfzaun ein Tor befand. Vielleicht ist allerdings dieser Zugang in Egolzwil 3 noch nicht aufgefunden worden.

Trocknete aber die Oberfläche der Seekreide zeitweise aus, so mußten sich Spalten bilden, und diese hätten sich mit Schmutz gefüllt. René Wyss hat in seinem Aufsatz über den Pfahlbau Burgäschi (1951) darauf hingewiesen und auch mitgeteilt, daß sich dort in der durch die Seeabsenkung trockengelegten Seekreideoberfläche Spalten von einer Größe bildeten, in denen sein ganzer Körper Platz finden konnte. J. Troels-Smith hat in Egolzwil 3 nach Spalten in der Seekreide gesucht, und es ist ihm gelungen, in der etwas dunkleren Seekreide unter der Kulturschicht einige kleine Spalten aufzufinden, die aber kaum 1 cm Breite maßen und sich mit ganz reiner, heller Seekreide gefüllt hatten. Ich habe kein Urteil darüber, wie diese Spältchen in der Seekreide entstanden sind. Aber meines Erachtens kann man sie nicht als Beweis dafür betrachten, daß die Seekreideoberfläche zur Siedlungszeit trocken lag.

J. Troels-Smith stellte fest, daß die direkt unter der Kulturschicht liegende Seekreide etwas dunkler gefärbt war, als die tiefer unten liegende Masse. Ferner fand er bei genauer Untersuchung in dieser graulichen Schicht auch unter der Rindenbedeckung winzig kleine, senkrecht zur Oberfläche gestellte, mit Humus ausgefüllte Röhrchen. Er betrachtet sie als Würzelchen von Landpflanzen, die zur Zeit, da die Siedlung angelegt wurde, die Bodenoberfläche bedeckten. Eine solche Erscheinung konnte er auch in Sumpf in der Oberflächenschicht der Seekreide, direkt unter der Kulturschicht nachweisen. Graue Schicht und Wurzelröhrchen sollen Landsiedlung bezeugen, ebenso einzelne Pressungen in der oberflächlichen Seekreideschicht. So eindeutig scheint mir dies nicht zu sein. Vereinzelte Pressungen sind gerade bei Wassersiedlung zu erwarten, wo gelegentlich schwere Gegenstände auf den Grund fielen, und sicher auch die Menschen im Wasser wateten. Graufärbung braucht in keinem Zusammenhang, weder mit der Vegetation noch mit dem Auf-

tauchen aus dem Wasser, zu stehen. Grauere oder bräunlichere Schichten traten in dem Seekreideprofil von Vogt auch höher oben und tiefer unten auf, vielleicht infolge stärkerer Einlagerung von Gyttja. Wir haben aber solche, zum Teil recht ausgesprochene Farbänderungen auch in einem Tiefenprofil im Zürichsee gefunden, das bis ins Spätglazial hinabreichte. Und hier, unter rund 140 m Wasserbedeckung, fällt jede Mutmaßung über zeitweise Trockenlegung weg. Anderseits ist es aber auch möglich, daß die Graufärbung durch Einwirkung von der überliegenden Kulturschicht hervorgerufen wurde.

Ebenso bin ich der Ansicht, daß die feinen, leichten Würzelchen in der Seekreide unter der Kulturschicht nicht unbedingt auf festen Boden deuten. Auch der Seeboden kann durch reiches Pflanzenleben bewachsen sein, bis auf mehrere Meter hinunter, mit Rasen von Characeen, Wassermoosen und verschiedenen Blütenpflanzen, wie *Najas*-Arten, die gerade in diesen Zeitabschnitten viel verbreiteter waren als in der Gegenwart, *Myriophyllum*, *Potamogeton*-Arten, *Sparganium*-Arten, *Sagittaria sagittifolia*, *Callitriche*-Arten. Teilweise besitzen diese Pflanzen sehr zarte Wurzeln, die normalerweise völlige Zersetzung erfahren, so daß sie in der sich absetzenden Seekreide oder Gyttja immer wieder verschwinden. Falls sie nun aber plötzlich mit Kulturschicht oder Rindenlagen überdeckt werden, so wird der Reinigungsprozeß des Gewässers abgestoppt, und es erscheint sehr wahrscheinlich, daß sich die Reste erhalten können. Leider ist es nicht gelungen, die Artzugehörigkeit der Würzelchen zu bestimmen.

Der normale Verlandungsvorgang führt von den untergetaucht lebenden Wasserpflanzen zu den auftauchenden, wie *Schoenoplectus*, *Typha*, *Phragmites*, dann zu Horsten und Rasen von kräftigen Riedgräsern, wie *Carex elata*, *paradoxa*, *diandra*, *vesicaria*, *acutiformis*, und schließlich zur Bildung von Flachmoorwiesen mit aufwachsenden Holzpflanzen. Dabei wird das Wurzelwerk immer stärker, ebenso die Beeinflussung der obersten Bodenschicht durch die Vegetation. In den Seekreiden unter der Kulturschicht von Egolzwil 3 und Sumpf ist von solchen Vorgängen nichts zu bemerken. Darin sind sich alle Forscher einig. Deshalb gelangen die Vertreter der Landsiedlung zur Annahme, der Wasserspiegel habe sich so plötzlich und weitgehend gesenkt, daß die Verlandungsstadien übersprungen worden seien. Wir haben gesehen, daß es nicht leicht ist, für eine solche Erscheinung eine gute Erklärung zu finden.

Nehmen wir nun aber an, die plötzliche Absenkung sei erfolgt und das Ufergebiet liege auf weite Strecken hin bloß, nur mit absterbenden Wasserpflanzen bewachsen. Da stellt sich die Frage, wie schnell die Bewachsung durch Landpflanzen stattfinde und was für einen Charakter eine solche Bewachsung tragen müsse. Leider sind heute solche Vorgänge nur selten zu

beobachten, und man hat es, so weit meine Kenntnis reicht, verfehlt, genaue Aufzeichnungen darüber zu machen. Die großen Jurarandseen würden nach ihrer Absenkung in den Jahren 1871–1880 ausgezeichnete Beobachtungsmöglichkeiten geboten haben. Immerhin können wir im nachstehenden einige Hinweise geben. Im Jahre 1949 trafen wir in Westirland, am Südende des Lough Carra, auf eine Seekreidefläche, die infolge des außergewöhnlich tiefen, sommerlichen Wasserstandes aus dem Wasser aufgetaucht war. Die trockeneren Teile waren begehbar; in den nasseren nahm man leicht einen Schuh voll heraus. Die Fläche war von Vegetation locker bedeckt, in den höheren Teilen von Kopfbinsen-Gesellschaft (Schoenetum nigricantis) mit reichlichen kleinen Carices, *Molinia coerulea*, *Phragmites communis*, *Agrostis alba* und anderen Arten, als Strauch *Myrica gale*. In den tieferen Teilen nahm *Phragmites* überhand. Die gegen oben hin anstoßende Vegetation ließ mutmaßen, daß bei längerer Freiheit von Wasserbedeckung sich der Wald von *Alnus glutinosa* einstellen würde.

Aus den Antworten von Fachkollegen, die ich bestens verdanke, ergab sich, daß die meisten von ihnen keine oder wenige Beobachtungen über dieses Problem besaßen. Vermutlich hängt die Schnelligkeit der Überwachsung stark von der Beschaffenheit der Oberflächenschicht ab. Eine ausgetrocknete Oberfläche wird sich nur langsam besiedeln. Prof. Walo Koch meint (mündl.), daß sich zuerst die vorwiegend aus Einjährigen bestehende Gesellschaft der *Bidens*-Arten ausbreiten würde.

Gunnar Lohammar (1949) verfolgte in Mittelschweden die Besiedlung der alten Seefläche nach einer sehr starken Absenkung (bis 12 m). Die oberflächlichen Schichten bestanden dort nicht aus Seekreide, sondern eher aus einer tonigen Gyttja und waren mit Sulfaten übersättigt, die vom Erzabbau herrührten. Die ersten Besiedler kamen sehr rasch. Aber auf der trockenen und wohl auch durch die Sulfate vergifteten Oberfläche verschwanden die meisten wieder, und große Teile blieben jahrelang nackt. Dagegen fanden starke Bodensenkungen statt (bis 2 m), und die Oberflächenerosion war außerordentlich wirksam. Bei jedem reichlichen Regen wurde viel Material abgespült; ganz geringe Zuflüsse gruben sich tief in den alten Seeboden ein, und kräftige Winde erzeugten mächtige Staubwolken. Wir haben hier jedenfalls einen Spezialfall vor uns. Bei feuchtbleibender Oberfläche ist rasche Überwachsung zu erwarten. Lohammar gibt Bilder von einer anderen Seeabsenkung in Mittelschweden, die eine schnelle Besiedlung anzeigen: plötzliches und vollständiges Absterben der Wasservegetation, im ersten Jahr dominante *Alisma plantago aquatica* und im nächsten Jahr ein Bestand von *Juncus conglomeratus*.

Prof. Einar Du Rietz spricht vom raschen Auftreten auf feuchter See-

kreide von *Cladium mariscus* und von *Schoenus ferrugineus*-Gesellschaften und beobachtete in einem See im südlichen Östergötland, wie im trockenen Sommer 1930 die *Phragmites*-Bestände weit hinaus gewandert sind, und die frühere *Chara*-, *Elodea*-, *Myriophyllum*-Vegetation ersetzten.

Dr. Hugo Gross in Bamberg teilte mir Beobachtungen mit, die er in Ostpreußen gemacht hat. Gyttja scheint sich sehr rasch zu besiedeln, aber ebenso auch die uns hier besonders interessierende Seekreide. Bei der Absenkung eines Sees nördlich von Allenstein um etwa 3 m wurde ein breiter Streifen Seekreide bloßgelegt. Die Oberfläche blieb feucht infolge des Zuflusses von Grundwasser. Sie bedeckte sich im ersten Jahr mit spärlichem Pflanzenwuchs. Im zweiten Jahr war die Bewachsung schon sehr reichlich, und ziemlich rasch fand sich Weidengebüsch ein.

Ich glaube auch, daß feuchte Seekreide in unserem Klima rasch bewachsen wird und Flachmoorbildungen entstehen, Bestände von *Schoenus nigricans*, *Juncus subnodulosus*, *Carex elata*, *Carex hostiana*, *Molinia coerulea* und anderen dominanten Arten, je nach den lokalen Gegebenheiten und dem Zufall der Erstbesiedlung. Meist wird reichlich Schilf beigemischt sein, und ebenso stellen sich frühzeitig Holzpflanzen ein, die zur Bildung von Auenwäldern streben. Es ist bedauerlich, daß hier nicht mehr Ergebnisse vorliegen. Wir werden sicherlich diesen Vorgängen in der Zukunft die Aufmerksamkeit zuwenden, die sie nicht nur für das Pfahlbauproblem, sondern auch für andere mehr wirtschaftlich orientierte Probleme beanspruchen können.

In der Umgebung der Siedlung Egolzwil 3 tritt nun aber die Merkwürdigkeit auf, daß unmittelbar außerhalb des Dorfzaunes nicht nur die Kulturschicht und die Spuren des Menschen verschwinden, wie bereits früher ausgeführt wurde, sondern daß auch keine merklichen Spuren von Bewachsung der während der Landsiedlung frei liegenden Oberfläche vorhanden sind. Das bleibt meines Erachtens unerklärlich und spricht sehr dafür, daß die Seekreideablagerung und damit die Wasserbedeckung nicht unterbrochen worden ist. Einige Jahrzehnte Oberflächenbewachsung auf Sumpfboden müßte, wenn auch vielleicht nicht zur Bildung einer eigentlichen Torfschicht, so doch zu starker Humusablagerung und zur Ausbreitung von Holzpflanzen geführt haben. Und auch ein plötzliches Ansteigen des Wassers hätte diese Bodenbildung nicht zum Verschwinden gebracht. Wurzelstrünke und Wurzeln der Holzpflanzen würden einer flächenhaften Abtragung stark widerstehen. Aber Abtragungsvorgänge sind meines Wissens gar nicht festgestellt worden, und auch die besondere Bemühung von Troels-Smith hat nichts Derartiges von Bedeutung gebracht.

Durch die normale Schichtenfolge kann die Verlandung bis zur Bildung einer trockenen Landoberfläche in der Regel sicher verfolgt werden. Wir

haben die Unsicherheiten betrachtet, die entstehen, wenn die normale Schichtenfolge fehlt. Der Forscher sucht in solchen Fällen nach Möglichkeiten zur Verstärkung und Ergänzung der Beweisführung. Es liegt nahe, die so vielseitig verwendbare Pollenanalyse oder überhaupt die Gesamtheit der Mikrofossilien beizuziehen. J. Troels-Smith hat dies für Egolzwil 3, Burgäschi und Weiher, Max Welten für Burgäschi, ich selber für Sumpf und Bleiche-Arbon versucht. Dabei sind zwei Möglichkeiten auseinanderzuhalten: der Nachweis der Veränderung der Landbildung respektive der Austrocknung oder Vernässung der Bodenoberfläche in der näheren Umgebung, und der Nachweis an der Stelle der Probenentnahme selber.

Als Beweismittel kommen in Betracht Veränderungen im Spektrum der Baumpollen und der Krautpollen. Das Baumpollenspektrum repräsentiert mesophile und hygrophile Gehölze. Die letzteren bilden am Seeufer den lokalen Teil des Gesamtspektrums. Sie umfassen im schweizerischen Mittelland für das Waldbild der neueren Zeiten, zu denen das Neolithikum bereits zu rechnen ist, die Weiden *(Salix)*, Erlen *(Alnus)*, Birken *(Betula)*, Eschen *(Fraxinus)*, zum Teil auch die Pappeln *(Populus)*. Ihre Zunahme im Baumspektrum deutet auf eine Zunahme der Bodenflächen, die von ihnen besiedelbar sind und auf denen sie sich gegenüber den mesophilen Bäumen wie Buche *(Fagus)*, Tanne *(Abies)*, Linde *(Tilia)*, Eiche *(Quercus)*, Ulme *(Ulmus)* behaupten können.

Ausbreitung der nassen Böden erfolgt sowohl durch fortschreitende Verlandung, einschließlich Absenkung des Wasserspiegels, als auch durch Aufstauung des Wassers, die ganze Uferebenen vernässen kann. Das letztere wird zu starker und rascher Zunahme der hygrophilen Gehölze, respektive ihres Pollenanteils führen, während bei der gewöhnlich langsamen Landbildung oder Absenkung des Wasserspiegels die Neubildung der Auenwälder und ihr Übergang in den regionalen, mesophytischen Wald sich ungefähr die Waage halten. Deshalb hat man starke und anhaltende Zunahme der Erlenwälder gewöhnlich als ein Kennzeichen des Feuchterwerdens des Klimas betrachtet.

Unter den Kräutern sind es die großen Gruppen der Wasserpflanzen, der Pflanzen der Verlandungsbestände, der Sumpfpflanzen und der trockenen Böden, die im Wechsel ihrer Anteile im Pollenspektrum gute Anhaltspunkte geben können für Veränderungen im Wasserhaushalt der Umgebung. Doch sind diese Pollen bis jetzt wenig bekannt gewesen und teilweise auch recht schwierig zu erkennen. Welten hat sie in unserm Gebiet zuerst auszuwerten versucht. Troels-Smith, als hervorragender Kenner der Pollentypen, verwendet sie in seiner Arbeit in sehr weitem Umfange. Einzelne Arten sind von ihm allerdings in einer Weise zugeteilt worden, die mit ihrem Vorkommen

in unseren Gegenden nicht ganz im Einklang steht. *Typha*, *Cladium mariscus*, *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus* der Batrachium-Gruppe z. B. sind im schweizerischen Mittelland nicht „Sumpfpflanzen", sondern finden ihr gutes Gedeihen nur im offenen Wasser, und auch eine üppige Wiese von *Caltha palustris* liegt im Wasser und würde sich zum ebenerdigen Siedeln nicht eignen, vor allem nicht im Sommer, wenn die Wasserstände bei uns im allgemeinen hoch sind. Der Hauptteil des Cyperaceen- und Gramineenpollens, der in den in Frage stehenden Schichten reichlich, gelegentlich massenhaft vorkommt, läßt sich noch nicht mit Sicherheit nach Arten oder Artengruppen trennen, was außerordentlich bedauerlich ist. Die in Frage stehenden, größere Pollenmengen liefernden Cyperaceenarten sind wohl alle charakteristisch für nasse Böden, führen aber über eine ganze Stufenleiter vom Flachmoor bis in die frühesten Verlandungsbestände *(Schoenoplectus)*. Und was die Gräser anbetrifft, so beginnt die Stufenleiter bereits in der Trockenwiese und führt ebenfalls weit ins offene Wasser (z. B. *Phragmites*).

Leider sind die Pollenkörner der übrigen hier in Betracht fallenden krautigen Pflanzen, namentlich der Wasserpflanzen, meist nur spärlich gefunden worden, und häufigeres Auftreten des Pollens von *Caltha*, *Filipendula*, *Typha* und *Dryopteris thelypteris* bezieht sich bei Troels-Smith in der Regel nur auf einzelne Horizonte, so daß außerordentlich unausgeglichene, oft unterbrochene Kurven entstehen, in denen der Zufall eine große Rolle spielt und die kaum statistisch ausgewertet werden können. Bei Welten, der auch die *Equisetum*-Sporen zählt, sind die Kurven teilweise ausgeglichener, machen aber doch auch viele Sprünge, bis zum Nullpunkt, und nicht immer an der „richtigen" Stelle. Ich selber machte die gleiche Erfahrung in Sumpf und in der Bleiche-Arbon; die Wasserpflanzen und Sumpfpflanzen wurden allerdings von mir weniger vollständig erfaßt.

Die Charakterisierung der Vegetation in der Umgebung einer Probenentnahme-Stelle mittels der Pollenanalyse dürfte in den Hauptzügen jederzeit und oft auch in manchen Feinheiten möglich sein. Sehr schwer ist es aber, auf Grund des Pollenspektrums die Lokalität der Probenentnahme selber zu charakterisieren. Denn wer gibt die Gewißheit, daß der gefundene Pollen wirklich an der Stelle der Probenentnahme gebildet worden ist? Im offenen Wasser wird aller Pollen verschwemmt. Nasse Uferböden können bei hohem Wasserstand überschwemmt worden sein, wobei das Wasser Pollen herbringt und andere wegnimmt. Auf trockenem und auch auf nur zeitweise austrocknendem Boden wird der Pollenregen größtenteils oder ganz zerstört. Wir haben bei einigermaßen offenem Boden keine Sicherheit, daß der in der Nähe gebildete Pollen auch größtenteils in der Nähe sedimentiert, also gegenüber dem von weiterher gebrachten Pollen überwiegen wird. Zufälligkeiten wie

Windrichtung und Windstärke sind da von großer Bedeutung und können auch im Wasser die Verteilung stark ändern. Der Pollen der insektenblütigen Pflanzen, zu dem, abgesehen von den Gramineen und Cyperaceen der meiste Krautpollen zu rechnen ist, kann mit absterbenden Blüten auf den Boden gelangen und dort sedimentieren. Doch werden gerade auch Blütenteile durch den Wind verstreut, und pollensammelnde Insekten können den Blütenstaub in rein zufälliger Weise weithin vertragen. Schließlich kann auch der Mensch selber direkt oder indirekt den Blütenstaub-Niederschlag in seiner Siedlung beeinflussen, so durch das Essen von Honig, der meist reich ist an Blütenstaub, durch das Pflücken von Blumen, durch das Schneiteln von Bäumen zur Viehverfütterung, durch das Sammeln von Lagerstreu. Das letztere dürfte z. B. Sporen von Adlerfarn *(Pteridium aquilinum)* und vielleicht auch anderer Farne in die Siedlung hineinbringen. Welten führt den relativen Reichtum von Pollen der Linde, der Esche und des Ahorns in den Burgäschisee-Siedlungen auf das Einbringen von Zweigen zur Viehnahrung zurück. Schließlich können einzelne räumlich unbedeutende Wasserlöcher und sumpfige Depressionen im trockenen Gebiet oder trockene Erhebungen im nassen Gebiet das Spektrum wesentlich beeinflussen und Anlaß zu irrigen Interpretationen geben.

Wir werden nach dem Gesagten mit der Auswertung der Pollenspektren für die Beurteilung der Bodenoberfläche in den vorgeschichtlichen Siedlungen vorsichtig sein müssen. In Egolzwil 3 ist Troels-Smith zur Überzeugung gelangt, der Siedlungsboden sei unmittelbar vor dem Bau der Hütten eine Wiese von *Caltha palustris* gewesen. Ganz abgesehen davon, daß sich ein Bestand der Sumpfdotterblume bei uns kaum zur Anlage einer ebenerdigen Siedlung eignet, scheint mir auch die Beweisbasis etwas schmal zu sein. *Caltha*-Pollen wurde von Troels-Smith in sehr kleinen Mengen in verschiedenen Horizonten gefunden, in großer Menge, soweit sich aus der Veröffentlichung ersehen läßt, nur in einem einzigen Horizont in der Kulturschicht, vermutlich auch nur in einer einzigen Probe. Kann da nicht ein Zufallsfund vorliegen? Der gleiche Horizont ist außerordentlich reich an Pollen von Krautpflanzen der verschiedensten Art, die wohl zum großen Teil durch den Menschen hergebracht worden sind. Von Sumpfpflanzen finden sich in diesem Horizont neben *Caltha* sehr große Mengen von Gramineen und Cyperaceen, reichlich *Dryopteris thelypteris*, etwas *Filipendula* cf. *ulmaria*, *Cirsium* cf. *palustre*, *Lythrum salicaria*, daneben aber auch Wasserpflanzen *(Typha latifolia* und *Nymphaea* cf. *alba)*. Das spricht für sumpfigen Boden mit Übergang zum offenen Wasser. Aber das kann sich auch auf die weitere Umgebung beziehen.

Bezeichnend für die Möglichkeit der Irreführung durch den Pollengehalt

ist die Verbreitung des *Urtica*-Pollens in dem Profil von Egolzwil 3. Die Brennessel kommt bei uns im sumpfigen Boden gut fort, ist aber in stärkerer Verbreitung nach unserer Gegenwartserfahrung vor allem charakteristisch für die vom Menschen geschaffenen Ruderalplätze. Ihr Pollen findet sich im Profil von Egolzwil 3 bereits vereinzelt in der Seekreide unterhalb des Siedlungshorizontes, fehlt in dem oben skizzierten *Caltha*-Kulturschicht-Horizont, um nach oben hin wieder aufzutreten und zuzunehmen, bis das Maximum in der über der Siedlungszeit liegenden Seekreide erreicht wird, also sicher durch Transport aus der weiteren Umgebung.

In den Profilen Weltens aus dem Burgäschisee gehen im Pfahlbau Nord die Wasserpflanzen- und *Typha*-Pollenkurven in der Siedlungszeit ununterbrochen durch, während sie höher und besonders tiefer Unterbrüche aufweisen. Im Pfahlbau Süd ist die *Typha*-Pollenkurve in der Siedlungszeit am besten entwickelt, die Wasserpflanzen-Pollenkurve zeitweise unterbrochen, steht aber im ganzen ebensogut wie in der überliegenden Seekreide. Im dritten Spektrum aus dem Pfahlbau Südwest ist die Wasserpflanzen-Pollenkurve in der Gyttja unter der Kulturschicht zusammenhängend entwickelt, innerhalb der Kulturschicht stellenweise unterbrochen, verhält sich aber in entsprechender Weise auch in der überliegenden seekreidigen Gyttja. *Typha*-Pollen wurde in diesem Profil nur in einem Horizont der Siedlungszeit gefunden. Aber auch die *Filipendula*-Kurve ist hier in ganz launenhafter Weise unter, in und über der Siedlungszeit unterbrochen. Im Pfahlbau Süd ist sie in der Siedlungszeit entschieden am besten entwickelt, im Pfahlbau Nord ebenfalls, doch in der überliegenden Seekreide nicht viel schlechter.

Die theoretische Betrachtung und die praktische Arbeit erwecken den Anschein, als ob es recht schwer sei, mit den Pollenkurvenspektren Auskunft über die Beschaffenheit des Bodens der Stelle der Probenentnahme zugeben, ganz im Gegensatz zu der Bestimmung der Siedlungszeiten, die in Egolzwil und Burgäschisee, wie auch in Weiher und Sumpf durch ihren Pollengehalt in sicherer Weise nachgewiesen werden konnten.

Dagegen dürfte es kaum möglich sein, die Siedlungszeiten in den Diagrammen von Welten, Troels-Smith und mir nur nach den Sumpf- resp. Wasserpflanzen-Spektren zu unterscheiden, wenn wir bei Troels-Smith von dem *Caltha*-Pollen absehen, dessen Wertung aber problematisch erscheint.

Troels-Smith hat in seinen Untersuchungsprofilen auch die Häufigkeit der Grünalge *Pediastrum* näher verfolgt, die nach seinen Angaben zum Leben seichtes, nährstoffreiches Wasser bevorzugt. Er findet größte Häufigkeiten in den Siedlungshorizonten, was er auf die Zunahme des Nährstoffgehaltes während der Siedlungszeit zurückführt. Das wird richtig sein; aber die Alge benötigt zum Leben nicht nur mineralische Nährstoffe, sondern auch offenes

Wasser. Die Kulturschichten müssen Wasser genug enthalten haben, um einer Wasseralge ein üppiges Dasein zu ermöglichen.

Speck hat durch Walter Höhn Kulturschichtproben aus Sumpf auf ihren Gehalt an Mikrolebewesen pflanzlicher und tierischer Art untersuchen lassen, und Höhn kam nach der Zitation von Speck zum Schlusse, die in der Kulturschicht enthaltene Lebewelt benötige zum allermindesten einen hohen Grundwasserspiegel, was sich nach Speck mit einer Landsiedlung, wie er sie auffaßt, gut verträgt. Gerade klar ist allerdings diese Argumentation nicht[1].

Schluß

Wir haben im vorstehenden das Problem der subborealen Seeufersiedlungen vom naturwissenschaftlichen Standpunkt aus betrachtet und uns namentlich auch mit neuen Beweisgründen, die für Landsiedlung sprechen, kritisch auseinandergesetzt. Es hat sich gezeigt, daß da noch allerlei Unsicherheit besteht. Schon ganz generell ergeben sich Schwierigkeiten; denn das Problem der außerordentlich tiefen Seewasserstände und des oftmals wiederholten Wechsels zum hohen Seestand, die zur Erklärung der Tieflage und der Zahl der Kulturschichten notwendig sind, ist noch gänzlich ungelöst.

Dann gibt es auch innerhalb der Siedlungsreste Beweisgründe, die für Wassersiedlung sprechen und andere, für Landsiedlung vorgebrachte, erweisen sich als nicht sehr stichhaltig, ja lassen sich ebensogut auf Wassersiedlung anwenden. Es ist noch recht viel und sorgfältige Arbeit zu leisten, bis wir wirklich zu der erstrebten Klarheit und Sicherheit gelangen. Namentlich sollte das Experiment in weitgehendem Maße beigezogen werden. Es könnte z. B. abklären, wie und wo eine Kulturschicht entsteht, was mit den Molluskenschalen in der Kulturschicht vor sich geht, wie Sedimente sich verhalten und von Pflanzenwuchs besiedelt werden, wenn sie plötzlich aus dem Wasser auftauchen und schließlich auch, wie primitive Siedlungen verschiedener Art samt ihrer Kulturschicht über Wasser oder am nassen oder am trockenen Ufer in Zerfall gehen.

---

1 Wie mir Dr. W. Höhn mitteilt, handelt es sich um ein Mißverständnis von Dr. J. Speck. Die Mikrolebewelt, die er in den Kulturschichten von Sumpf fand, ist ganz ausgesprochen die des offenen Wassers, namentlich in der unteren Kulturschicht. Er fand dort:

Difflugia (mehrere Arten)
Arcella
Euspongilla
Oligochaeten-Cocons
Bythinia-Deckel
Cypris
Peracantha
Chydorus-Mucro
Bosmina
Phyllopoden-Panzer
Halacariden-Klauen
Chironomiden-Larven (Kapseln)
Cosmarium laeve

Ich möchte hier verzichten, Stellung für oder gegen Wasserbauten zu beziehen. Es scheint mir besser, die Ergebnisse weiterer Forschung abzuwarten. Auch bei aller Anerkennung der wertvollen Arbeit der Herren Vogt und Speck möge man verstehen, wenn die Zustimmung zu ihren Anschauungen an Vorbehalte geknüpft wird. Und man soll es denen nicht verübeln, die vorläufig, wenigstens für einen Teil der Ufersiedlungen, noch am überlieferten Bild der Wassersiedlung festhalten. Für das gesamte Kulturbild des Menschen, der zur Subborealzeit das Alpenvorland besiedelte, hängt übrigens nach meinem Empfinden nicht viel davon ab, ob er ausschließlich auf dem festen Lande wohnte oder ob er einen Teil seiner Bauten auf das offene Wasser an den Seeufern verlegte.

Verzeichnis der zitierten Literatur

Bosch, R., Härri, H., Brutschy, A., Güntert, A., Steinmann, P.: Prähistorisches und Naturwissenschaftliches vom Hallwilersee. – Mitt. Aarg. Naturf. Ges. **17** 1925 (143–186).

Bütler, Max: Über Strandlinienverschiebungen des Zugersees. Das Problem eines urzeitlichen Binnensees. Jahrb. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte **32** 1940/41 (218–221).

Favre, Jules: s. O. Tschumi und Mitarbeiter.

Forel, F. A.: Le Léman, Monographie limnologique. 2. Bd. (651 S.), Lausanne 1895.

Gams, Helmut und Nordhagen, Rolf: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Landeskundl. Forsch., herausgegeben von d. Geogr. Ges. München **25** 1923 (13–336, 15 Taf.).

Grospietsch, Th.: Die Bedeutung der Rhizopodenanalyse für die Forschung. Mitt. Max Planck Ges. **2** 1954 (94–97).

Guyan, Walter Ulrich: Das jungsteinzeitliche Moordorf von Thayngen-Weiher. In: Das Pfahlbauproblem. Herausgegeben zum Jubiläum des 100jährigen Bestehens der Schweizerischen Pfahlbauforschung, Verlag Birkhäuser, Basel 1955 (233–272). Monographien zur Früh- und Urgeschichte der Schweiz **11**.

Härri, Hans: Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses. Veröff. Geobot. Forsch. Inst. Rübel **17** 1940 (104 S.).

Keller-Tarnuzzer, K.: Der Pfahlbau Bleiche (Arbon). Jahrb. Schweiz. Ges. f. Urschichte **36** 1945 (19–26).

Keller-Tarnuzzer, K.: Mein Standpunkt in der Pfahlbaufrage. Festschr. f. Otto Tschumi, Verlag Huber, Frauenfeld 1948 (77–90).

Lohammar, Gunnar: Über die Veränderungen der Naturverhältnisse gesenkter Seen. Verh. Int. Ver. f. Theoret. u. Angew. Limnologie **10** 1949 (266–274, 8 Taf.).

Lüdi, Werner: Das Grosse Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geobot. Inst. Rübel in Zürich **11** 1935 (344 S., 13 Taf.).

Lüdi, Werner: Pfahlbauprobleme. Bericht Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich **1950** 1951 (108–139).

Lüdi, Werner: Beitrag zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse im Schweizerischen Alpenvorland während der Bronzezeit. In: Das Pfahlbauproblem. Monographien zur Früh- und Urgeschichte der Schweiz **11** 1955 (89–109).

Paret, Oscar: Das neue Bild der Vorgeschichte. Aug. Schröder Verlag, Stuttgart 1948 (232 S.).

Paret, Oscar: Das Steinzeitdorf Ehrenstein bei Ulm (Donau). Stuttgart (Schweizerbarth) 1955 (80 S., 27 Taf., Karte).

Raabe, Ernst-Wilhelm: Beobachtungen über den Wasserhaushalt an Tümpeln, Wäldern und Kahlschlägen in Ostholstein. Arch. f. Hydrobiol. **50** 2 1955 (188–233).

Reinerth, Hans: Die jüngere Steinzeit der Schweiz. Benno Filser, Augsburg 1926 (288 S., Taf., Karten).

Reinerth, Hans: Ausgrabungen der prähistorischen Kommission der Naturf. Ges. Luzern im Wauwilermoos im Jahre 1932. (8 S., betrifft vor allem Egolzwil 2).

Reinerth, Hans: Das Pfahldorf Sipplingen. Schriften d. Vereins f. Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung **59** 1932 (154 S., 32 Taf., Lageplan).

Speck, Josef: Die spätbronzezeitliche Siedlung Zug-„Sumpf", ein Beitrag zur Frage der Pfahlbauten. In: Das Pfahlbauproblem, Monographien zur Früh- und Urgeschichte der Schweiz **11** 1955 (273–334, 16 Taf.).

Troels-Smith, J.: Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen schweizerischen Pfahlbauproblemen. In: Das Pfahlbauproblem, Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz **11** 1955 (9–58, 10 Taf.).

Tschumi, O., Rytz, W., Favre, J.: Sind die Pfahlbauten Trocken- oder Wassersiedlungen gewesen? **18**. Bericht der Römisch-Germanischen Kommission 1928 (24 S.).

Vogt, Emil: Das steinzeitliche Uferdorf Egolzwil 3 (Kt. Luzern), Bericht über die Ausgrabung 1950. Zeitschr. f. schweiz. Archäologie und Kunstgeschichte **12** 1951 (193–215, Taf. 65–78).

Vogt, Emil: Ausgrabung der neolithischen Siedlung Egolzwil 4 im Sommer 1954. Jahrb. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte **44** 1954/55 (43–46).

Vogt, Emil: Pfahlbaustudien. In: Das Pfahlbauproblem, Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz **11** 1955 (117–219, 10 Taf.).

Welten, Max: Pollenanalytisch-stratigraphische Untersuchungen und chronologische Bestimmungen am Burgäschisee. Jahrb. f. Solothurnische Geschichte **20** 1947 (116–132).

Welten, Max: Pollenanalytische Untersuchungen über die neolithischen Siedlungsverhältnisse am Burgäschisee. In: Das Pfahlbauproblem, Monographien zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz **11** 1955 (59–88, 1 Taf.).

Wyss, René: Neue Ausgrabungen am Burgäschisee, Kt. Bern. Ur-Schweiz **15** 1951 (57–65).

Wyss, René: Die Strandsiedlung „Innere Station" von Lüscherz, Ausgrabung 1954. Ur-Schweiz **18** 1954 (33–44), Jahrb. Schweiz. Ges. f. Urgeschichte **44** 1954/55 (180–208).