

Zeitschrift: Ur-Schweiz : Mitteilungen zur Ur- und Frühgeschichte der Schweiz = La Suisse primitive : notices sur la préhistoire et l'archéologie suisses

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Urgeschichte

Band: 18 (1954)

Heft: 2-3

Artikel: Pfahlbauten und Wärmehaushalt

Autor: Strübin, Martin

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1034637>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Pfahlbauten und Wärmehaushalt

Wie in jedem Falle, in der Geschichte im allgemeinen und in der Urgeschichte im besonderen, ist die Frage nach dem Warum eigentlich der Kardinalpunkt in der Forschung.

Warum siedelten Frühvölker in Pfahlbauten auf Seen?

Es ist anzunehmen, daß eine plausible Beantwortung der Frage, sei sie auch nur als Hypothese vorläufig gegeben, die Pfahlbautheorie möglicherweise maßgeblich zu beeinflussen vermag.

Frage: 1. Warum siedelten Höhlenmenschen in Höhlen?

Antwort: Wegen des dauernden Schutzes gegen die Unbilden der Natur und gelegentlich wegen leichter Abwehr von Mensch oder Tier als Feind am (engen) Höhleneingang.

2. Warum siedelten Pfahlbauer auf Seen?

Hier ist eine Beantwortung der Frage schon schwieriger. Offenbar aber spielen dabei wieder die gleichen Momente eine maßgebliche Rolle.

Die Thermodynamik, hier auf die Klimatologie auf kleinstem Raume angewandt, dürfte berufen sein, ein neues Licht auf die Pfahlbautheorie zu werfen und zwar im Sinne einer Bestätigung der Pfahlbauten als Seesiedelungen.

Siedlungsgeschichtlich sind bekannt: a) die Höhlenwohnungen, b) die Pfahlbauten, c) die Grubenhäuser, d) die römischen Villen mit Hypokaustheizung, e) die alamannisch-bayrischen Bauernhäuser mit ihrem bis fast auf den Boden reichenden Strohdach, alles zum erhöhten Schutz des Menschen gegen die Unbilden der Witterung, besonders im Kreislauf des Jahres.

Hier interessiert besonders der Pfahlbau. Er diene offenbar als Schutz gegen die Natur als Klimaschutz und in zweiter Linie, wie die Höhlenwohnung, als gelegentliches Réduit gegen Feinde, sei es Mensch oder Tier.

Den Ausschlag dürfte aber die lokale Klimatologie geben.

Ein See ist ein enormes Wärmereservoir gegenüber den lokalen Klimaschwankungen. Als Wasserreservoir mit seinen internen, vertikalen Ausgleichsströmungen speichert er zugleich Millionen und Milliarden von Wärmeeinheiten auf (1 WE = 1 Grad Wassertemperatur-Änderung je Liter).

Solches wirtschaftlich auszunützen, versteht seit einigen Jahrzehnten die «Kaltdampftechnik». Realisiert wird diese Tatsache im Limmat-Wärme Kraftwerk in Zürich.

Analoges scheint nun auch für die Pfahlbauten zu gelten.

Die «Seegfrörne» tritt erst bei etwa -20°C ein, wobei eine Unterkühlung des Seewassers um wenige Grade vernachlässigt werden mag.

Wenn nun der Umfang einer Pfahlbausiedelung mit senkrechten, etwa einen Meter unter die Wasserfläche tauchenden, «verschnürten Rutenmatten mit relativ großer Tragfläche», umzogen war, wie sie Dr. René Wyss in der U.-S.

1951, 60 ff. beschreibt und in der Nationalzeitung vom 8.7.1954 erwähnt, so ergaben sich Verhältnisse, die etwa folgenden Zustand bedingen:

Die Rutenmatten tauchten, wie das offenbar ihr Hauptzweck war, auch bei niedrigem Seestand im Winter noch unter den Wasserspiegel, wenn auch dann nur um ein Weniges. Dabei aber erlaubten sie immer noch die erwähnte Ausgleichsströmung, denn dann gaben sie der Strömung vermehrten Raum in der abgeteufelten Uferzone. Solches mochte andauern bis zur etwaigen Bildung der bekannten, flockigen Grundeisschicht, die, ein Hinweis auf durchgehende Abkühlung der Uferzone des Seewassers vom Land aus, einer Seegfrörne unmittelbar vorangeht.

Unter die Pfahlbausiedelung vermochte der Wind wegen der Rutenmatten kaum einzudringen. Es blieb dort eine Abkühlung der Seeoberfläche durch die Kältewirkung aus der Verdunstung in der Bise aus. Viel später als auf dem offenen See, wenn überhaupt, trat eine Gfrörne auf. Die vertikalen Strömungen aus Temperatur- und damit Gewichtsimpuls, wenn auch bei niedrigem Winter-Seestand gegen das Ufer sehr flach auslaufend, wirkten wie die bekannte Auftriebsströmung in einer modernen Zentralheizung. Die Pfahlbausiedelung besaß eine natürliche Zentralheizung gegen die Winterkälte.

Eine kleine Rechnung: Die Seewassertemperatur sei $+5^{\circ}\text{C}$, die Klimalufttemperatur um die Siedelung -10°C .

Der Wärmeübergangswert vom eingehegten Seespiegel unter der Siedelung an die darüber gelegene, ruhende Luft sei, wie üblich, zu $K_1 = 10 \text{ WE pro Stunde und Quadratmeter}$ eingesetzt.

An den Boden der Siedelung werden damit stündlich

$$Q = 1 \cdot 15 \cdot 10 = 150 \text{ WE}$$

abgegeben, und damit ergibt sich für den Pfahlbau eine Art Hypokaustheizung. Jeder Quadratmeter Siedelungsboden erhält stündlich eine Wärmezufuhr von 150 WE als natürliche Heizung.

Eine moderne Zentralheizung dagegen mit einem Heizkörper von 5 Quadratmeter Oberfläche und 50°C Heizkörpertemperatur gibt an einen Wohnraum von 50 Quadratmeter Bodenfläche, bei einer Raumtemperatur von 20°C ,

$$Q = 5 \cdot 30 \cdot 10 = 1500 \text{ WE pro Stunde}$$

ab. Das sind aber auf den Quadratmeter des Wohnraumes bezogen nur

$$Q = 1500 : 50 = 30 \text{ WE pro Stunde.}$$

Man erkennt so leicht die Überlegenheit des «Pfahlbauhypokausts» gegenüber der modernen Raumheizung; dies allerdings unter der einschränkenden Bedingung, daß sich die Pfahlbauer mit Raumtemperaturen wenig über dem Gefrierpunkt von Wasser begnügten, was aber innerhalb der möglicherweise mit Lehm abgedichteten Wohnraumwände besten Klimaschutz bedeutete.

Der römische Hypokaust heizt den Fußboden der Villa von unten, die moderne Deckenheizung den Raum von oben.

Unter Ausnützung des Wärmereservoirs des Sees «heizten» auf ihre Art die Pfahlbauer ihre Wohnräume, sobald die Lufttemperatur unter $+5^{\circ}\text{C}$, der

mittleren Seewassertemperatur im Herbst, zu sinken begann. Automatisch setzte die Heizung ein, automatisch verstärkte sie sich mit fallender Klimatemperatur. Sie bedeutete einen Kulturfortschritt gegenüber der Höhlenwohnung.

Schutz bot die Siedlung gegen Feinde, außer bei Seegfrörne, durch ihre gute Sicht auf das Wasser und den Strand; die Landbrücke konnte für den Notfall unterbrochen werden. Unter die Siedlung schlich sich nicht so leicht ein Feind durch die erwähnten Schutzmatten, die keinem Kahn Zugang gaben.

Dergestalt besehen zeigt sich die Frage des Pfahlbaus vom Zweckmäßigkeitsstandpunkt aus in neuem Lichte.

Den Heizeffekt der Landseen unterhalb der Pfahlbausiedelungen veranschaulicht Abb. 33 als Innen-Temperaturcharakteristiken für den tiefen Winter, bei -15°C Außentemperatur.

Voraussetzung ist, daß, worauf die analytische Forschung besonders hingewiesen werde, unterhalb der Wohnsiedelungen durch die oben erwähnten Flechtmatten, die unter den Wellengang der Seeoberfläche reichten, ein ruhiges Wasserniveau steht, das sich bei Außentemperaturen etwa unter $+5^{\circ}\text{C}$ stets regenerieren kann, indem Wasser überhaupt von $+4^{\circ}\text{C}$ am schwersten ist und niedersinkt, so einem Thermosyphon ähnlich, sich dauernd regeneriert aus dem großen Reservoir des Sees. Wärmeres Wasser steigt zur Oberfläche auf, entsprechend einer Wärmeabgabe an die dergestalt kaum bewegte Luft über dem Seeniveau und damit weiter an den kühleren, zu beheizenden Wohnraum darüber.

Dabei ist zu beachten, daß eine Wärmeabgabe überhaupt (II. Wärmesatz) erst einsetzt, wenn die Temperatur über dem Seeniveau unter $+5^{\circ}\text{C}$ gesunken ist. Dann beginnt durch Seewärmeabgabe die Heizung zu spielen, sie verstärkt sich, wieder nach dem II. Wärmesatz, der Wärme nur von der höheren Temperatur nach der tieferen fließen läßt, die Heizung mit ihrer Wärmeabgabe, je tiefer die Temperatur der Außenluft sinkt.

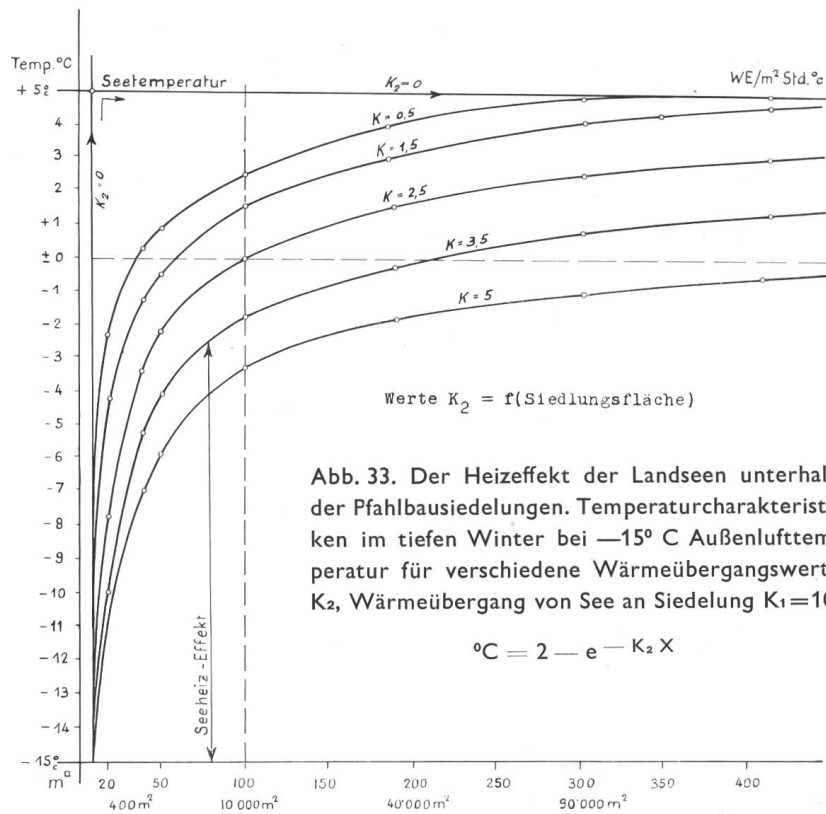
Bei Siedelungen unter 12 m Seitenlänge (144 m^2) kann die Heizung nicht wirksam werden, da bei einem gedeckten Bau von etwa 3 m Bauhöhe der natürliche Wärmeabfluß durch Wände und Dach den Wärmestrom vom Seewasser her durch den Siedelungsboden stets überwiegt.

Wären Wände und Dach der Siedlung denkbar absolut «wärmedicht», so würde für einen Wärmeübergangswert $K_2 = 0$ von der Siedlung an die Außenluft überhaupt die Temperatur innerhalb der Siedlung nach kurzem auf die Temperatur $+5^{\circ}\text{C}$, wie sie dem Seewasser entspricht, anspringen; der Wohnraum würde die Seetemperatur annehmen und dauernd bewahren. Die Heizung durch die aufgespeicherte Seewärme müßte augenblicklich aussetzen d. h. wieder aufhören (II. Wärmesatz).

Nun können keine derartigen Bauten, auch heute nicht, erstellt und ausgeführt werden.

Durch die unzulänglich isolierende Art des Baues, etwa durch Weidenflechtwerk, das mit Lehm und Stroh oder ähnlichem mehr oder weniger stark verkleidet ist, fließt immer und stetig, wie bei modernen Wohnungen auch, die Wärme an die kalte Außenluft ab, auf der Windseite stärker, auf der Windschattenseite weniger stark. Die Erscheinung ist eine graduelle.

Dies berücksichtigend, wurde ein mittlerer Wärmeübergangswert K_2 vom Siedlungsraum an die Außenluft, gegenüber $K_1 = 10$ vom Seespiegel zum Raum über diesem, angenommen als Charakteristikum, wieviel Wärmeeinheiten stündlich durch 1 Quadratmeter (m^2) Bauteilfläche abfließen, bezogen auf 1° Temperaturunterschied



zwischen Innenraum und Außenluft. Diese wurde als Wintertemperatur zu -15°C angenommen.

Die dargestellten Kurven, als Resultat ausgedehnter Rechnungen, für

$$K_2 = 0,5, 1,5, 2,5, 3,5 \text{ und } 5 \text{ WE/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{Std.}$$

lassen, je nach der Siedlungsgröße (Abszissen) die, innerhalb der Wohnbauten erreichten Temperaturen (Ordinaten) in $^\circ\text{C}$ erkennen.

Ohne je die Seewassertemperatur von $+5^\circ\text{C}$ erreichen zu können, dies wegen der Unzulänglichkeit des Baumaterials, zeigt die Kurve für $K_2 = 0,5$ für die $10\,000 \text{ m}^2$ Wohnsiedlung die Haltung von über $+2^\circ\text{C}$ Raumtemperatur, ohne jede Zusatzheizung, etwa von einer Feuerstelle her.

Das entspricht heute baufachlich einer «Balkenlage mit halbem Windelboden» (Werte und Bezeichnungen sind dem Ingenieur-Taschenbuch «Hütte», 1915, Bd. III, S. 403/404 entnommen), also sorgfältiger Isolation gegen außen.

Alle diese Kurven 0,5 bis 5 steigen anfangs steil an, um bei etwa 100 m^2 Siedlungsfläche auszulaufen, entsprechend ihrem analytischen Charakter als natürlich aufklingender Vorgang, das heißt, die weitläufigere Siedlung vermag die Raumtemperatur verhältnismäßig nur noch um Weniges zu heben, gegenüber der 100 m^2 -Siedlung, als Resultat der selbsttätigen Seeheizung, wobei die Detailrechnung zeigt, und worauf übrigens eine ruhige Überlegung auch so zu führen vermag, daß der Wärmebedarf aus dem Seereservoir schon weit in die $100\,000 \text{ WE/Std.}$, ja gegen die Million ansteigt. Das will bezüglich der Wärmeökonomie aber nicht allzuviel besagen, denn außerhalb der Siedlung betreibt, bis zur Seegrörne, die freie Natur, im eingeschränkten Sinne, dasselbe Spiel der Heizung, allerdings ohne groß spürbaren Einfluß auf das Klima der Gegend (Nebelbildung).

Nur für sein Fleckchen Wohnraum führte die Intelligenz den Menschen der Vorzeit darauf, Mitgenießler dieses Naturphänomens zu werden.

Für die relativ schlechte «Isolierung» $K_2 = 5$, etwa einem «rohen Ziegeldach ohne Schalung» vergleichbar, wird bei -15°C Außentemperatur nur etwas weniger als $-3,6^\circ\text{C}$ erreicht; die größte Siedelung vermag es nicht auf 0°C zu bringen.

Mit fallenden Werten K_2 des Wärmeüberganges an die Luft bessern sich die Verhältnisse deutlich für die 100 m^2 -Siedelung, wo mit $K_2 = 3,5$, wie bei einem modernen Fenster mit Doppelverglasung, die Raumtemperatur -2°C mit dieser primitiven Zentralheizung erreicht werden.

Mit $K_2 = 2,5$ werden Verhältnisse ähnlich dem Schutz durch Vorfenster erreicht. Die Temperatur steigt immerhin auf 0°C im Raum, es gefriert dort nicht mehr, wenn es außen auch 15 Grad unter Null ist.

Mit $K_2 = 1,5$, entsprechend einem «Ziegeldach auf Lattung mit Schalung und Putz», vermag sich die Innenraumtemperatur immerhin über $+1^\circ\text{C}$ zu halten, gegen außen, eine Überwindung von 14°C .

Eine entsprechende, möglicherweise noch etwas bessere Isolierung, zwischen $K_2 = 1,5$ und $0,5$ dürfte für die Bauart mit Weidengerüst, belegt mit Lehm und Stroheinlagen, angenommen werden, wodurch im Wohnraum der Pfahlbausiedelung, sonstige Zusatzheizung etwa einer Kochstelle außer Acht gelassen, im tiefsten Winter dauernd eine Temperatur von $+2$ bis $+4^\circ\text{C}$ bestanden haben mag.

Abb. 33 vermag so sprechend die Verhältnisse, wie sie sich für den Wohnraum einer Pfahlbausiedelung mögen ergeben haben, zu veranschaulichen.

Die Kurven geben die Wirkung der automatischen Hypokaust-Zentralheizung wieder und erscheinen als Beleg des bedeutenden klimatologischen Momentes in der Frage der Pfahlbausiedelung. Martin Strübin, Binningen

Möglichkeiten des Pfahlbaus

Die Pfahlbau-Gegner haben den Gedanken abwegig gefunden, daß man in der Steinzeit Vieh, vorab Ziegen und Schweine, auf den Plattformen über dem Wasser gehalten habe. Ebenso unmöglich erscheint ihnen, daß die in Egolzwil gefundenen Rindenlagen zwischen den Pfählen Bodenverfestigungen für die Zeiten des Niederwassers oder gar unter Wasser gewesen seien. Herr Dr. W. Mohler, Ölgeologe bei der Shell Oil Co., überbringt uns einen ganzen Stoß prachtvoller Aufnahmen des Schweizers W. Wachter vom Flußpfahlbau Sinamaica, am Rio Simón, Estado Zulia, Venezuela, die zeigen, was im Pfahlbau alles möglich ist. Ohne dem Aufsatz vorgreifen zu wollen, den Dr. Mohler über seine eigenen, äußerst interessanten Beobachtungen publizieren wird, fügen wir diesem Pfahlbauheft einige der Bilder bei und danken dem Überbringer aufs wärmste für die Erlaubnis zur Publikation.

Abb. 34. (1) Verbindungssteg zwischen zwei Häusern bei Niederwasser.

Abb. 35. (2) Transport von Bananen bei Niederwasser. Der Unterwasserpfad besteht aus Brettern, die in den Schlamm gelegt sind und ein ganzes System bilden.

Abb. 36. (3) Ein Pfahlbaugehöft (von rechts nach links): Wohnhaus, Küche, Stall, Gärtchen, gebildet aus den Abfällen in einem Pfahlverschlag.

Abb. 37. (4) Nahaufnahme zu Nr. 3. Im Vordergrund das Gärtchen mit den Hühnern. Man beachte rechts den Schweinestall und die Hühner auf der Plattform.

Abb. 38. (5) Wohnhaus mit Schweinestall und Kokosmühle. Im Vordergrund Schafe und Ziegen, die ihren Standort nie verlassen und das Futter per Schiff vom Land erhalten.

Abb. 39. (6) Der Schweinepferch bei niedrigstem Wasserstand. Die Säulein werden von der Plattform heruntergeholt und auf die «Weid» in den Morast getrieben. Wie herrlich, ein Pfahlbauschweinchen zu sein! Die Kokospalme sprießt im Gärtchen.





