

Lehmverwendung im Spiegel der Zeit

Hannes KUGLER

1. Begriff

Die Abgrenzung des Begriffes „Lehm“ ist nicht sehr präzise und durchaus facettenreich. In Ergänzung zu den Ausführungen von OTTNER in diesem Tagungsband (OTTNER 2009) sei daher auf einige weitere interessante Aspekte der Begrifflichkeit hingewiesen:

Etymologisch kann dem Lehm z.B. mit dem lateinischen Begriff „limus“ („Schlamm; Kot; Schmutz“) oder dem indogermanischen Wortstamm „lei“ im Sinne von „schleimig; durch Nässe glitschiger Boden; schmieren“ in Verbindung gebracht werden (PFEIFER, 1999).

In der Umgangssprache v.a. des ländlichen Raumes ist der „Lehm“ nach wie vor ein gängiger wie auch von allen in gleichem Sinne verstandener Überbegriff für eher leicht bindiges Bodenmaterial („Laam“, ...). In der so genannten Fachwelt hingegen gibt es leicht unterschiedliche Definitionen (und keine allgemein anerkannte):

Gemäß RVS-VB 01.02.11 (1984) etwa ist Lehm ein gelbbraunes, feinkörniges und stark bindiges Verwitterungsprodukt, das neben Tonmineralien immer auch Sand enthält.

Das geologische Wörterbuch von MURAWSKI (2004) beschreibt Lehm nicht unähnlich als gelblichbraunen bis braunen, meist kalkarmen schluffigen Ton.

Sehr einfach und treffend beschreibt NIEMEYER (1949) vom bautechnischen Standpunkt aus Lehm als Mörtel aus Ton als Bindemittel und Sand als Mineralgerüst.

Trotz etwas unscharfer Definition und der zunehmenden Normierung unserer Gesellschaft ist der „Lehm“ ein durchaus aktueller Begriff, der immer noch in zahlreichen gültigen (auch neuen) Regelwerken präsent ist (vgl. homepage Austrian Standards Institute).

2. Lehm als Baustoff

2.1. Ein historischer Abriss wichtiger Anwendungen in Österreich

Neben Holz und Stein gehört Lehm zum ältesten Baustoff der Menschheitsgeschichte. MINKE (2009) gibt an, dass etwa ein Drittel der Weltbevölkerung in Lehmhäusern wohnt (in Entwicklungsländern z.T. deutlich mehr), MALDONER & SCHMID (2008) sprechen von einem Viertel.

Im Rahmen des Lehmbaues sind neben nicht tragenden Bauteilen (z.B. Estrich bzw. Fußboden, Verputz) besonders wandbildende Techniken von Bedeutung. Grundsätzlich kann dabei nach verschiedenen Gesichtspunkten unterschieden werden: nach der Statik der Konstruktion, der Verarbeitungskonsistenz und der Dichte des Lehms sowie nach der Entwicklungsgeschichte der Lehmbauweisen, welche im Folgenden vorgestellt werden soll und sich an HOLZMANN (1997) orientiert.

Die meiste Literatur bezieht sich hinsichtlich der Anfänge des (bekannten) Lehmbaues auf Lehmsteinhäuser im russischen Turkestan ab ca. 8000 v. Chr (z.B. MINKE, 2009).

In Mitteleuropa finden sich bereits im Neolithikum Wände aus Flechtwerk, die mit Lehm beworfen wurden (Skelettbauweise). Archäologisch belegte Beispiele aus NÖ können im Museum für Urgeschichte (Asparn / Zaya) in Form von Rekonstruktionen bewundert werden, welche mittlerweile wiederum insofern einen bauhistorischen Wert haben, als etwa das Langhaus rund 40 Jahre alt ist und noch kaum relevante Schäden zeigt! (s. Abb. 1; ein archäologischer Befund soll in den nächsten Monaten von Dr. LAUERMANN publiziert werden, Auskunft Museum Juli 2009).



Abb. 1: 40 Jahre alter Nachbau eines Wohnhauses aus der früheren Jungsteinzeit (6. bis 5. Jhdt. V. Chr.), Museum für Urgeschichte, Asparn / Zaya, Juli 2009.

Von solchen mit Lehm bedeckten (Flechtwerks)wänden berichtet schließlich auch VITRUVIUS etwa 25. v. Chr. in seinen „10 Büchern über die Architektur“ (s. 2. Buch; dort wird das lateinische Wort „lutum“ mit „Lehm“ übersetzt).

Eine der ältesten in Österreich verwendeten und noch erhaltenen Bauweisen ist jene der lehmverfugten Blockbauten (z.B. S-Burgenland, E-Steiermark, Waldviertel), welche wahrscheinlich schon in der keltischen Eisenzeit errichtet wurden (in Niederösterreich vgl. z.B. HOLZER, V., 2008). Beispiele von bis zu einigen 100 Jahre alten Bauwerken diesen Stils (vgl. sog. „Kitting“-Speicher, Weingartenhäuser) finden sich noch in diversen Freilichtmuseen, z.B. Bad Tatzmannsdorf, und manchen Dörfern.

Jünger ist die einfache Bauweise des „g´satzten Baues“ (Wellerbau in der BRD). Dabei wurde Strohlehm hergestellt und schichtenweise mit Mistgabeln zu Wänden aufgebaut, die nach entsprechender Trocknungszeit mit einem Spaten „abgestochen“ und in Form gebracht wurden. In Österreich sind kaum noch Beispiele erhalten.

Beim Lehmstampfbau als Weiterentwicklung des g´satzten Baues wird eine Schalung aufgebracht, in welcher der Lehm verdichtet wird. Diese Bauweise ist seit den Römern bekannt und wurde in Frankreich bis ins 18. Jh. angewandt. Auch in der BRD gibt es bekannte Beispiele für sogar mehrstöckige Gebäude Anfang 19. Jh. (Weilburg / Lahn). In Österreich hat sich der Lehmstampfbau allerdings zu dieser Zeit nicht durchgesetzt und es sind nur wenige Beispiele erhalten.

Verbreiteter hingegen war der Lehmpatzenbau (vgl. „Wuzlmauern“ nach MALDONER & SCHMID, 2008), bei dem ein magerer Lehm zu weckenförmigen Gebilden geformt wurde, welche im Mauerverband aneinandergefügt bzw. kräftig aufeinander geschlagen wurden.

Beispiele für Lehmputzenbauten finden sich (heute wohl nur mehr relikitär) vom Burgenland über das Wein- bis ins Waldviertel.

Der Lehmputzenbau stellt eine Vorstufe zum Lehmsteinbau dar, der in Österreich eine relativ junge Bauweise ist (obwohl schon von VITRUVIUS vor 2000 Jahren erwähnt, s. 2. Buch). Beobachtungen legen nach MALDONER & SCHMID (2008) den Schluss nahe, dass ungebrannte Ziegel in Österreich erst seit ca. 200 Jahren in Gebrauch sein dürften.

Das Brennen von Ziegeln war bis 1848 im Wesentlichen auf sakrale Bauten bzw. wohlhabende Herrschafts- und Bürgerhäuser beschränkt, weshalb lange Zeit der Lehm(ziegel) neben dem gebrannten Ziegel koexistierte. In vielen kleinen Orten Niederösterreichs gab es Lehmgruben, aus denen es allen Gemeindebewohnern gestattet war, Lehm zum Eigenbedarf zu entnehmen (PAPP, 2003). Im Laufe des 19. und 20. Jh. wurde der gebrannte Ziegel durch die Industrialisierung zu einem leistbaren Baustoff, denn Kohle konnte in großem Ausmaß von der Eisenbahn transportiert werden und fast gleichzeitig wurden energiesparende Ringöfen entwickelt (vgl. BRUCKNER, 1996). Trotzdem wurde von den ärmsten Bevölkerungsschichten zT weiterhin Lehm verwendet, welcher spätestens seit dieser Zeit den Makel hat, der Baustoff der armen Leute zu sein. Das Bestehen der Lehmgruben für den Zweck des Wandbaus endete aber meist Anfang des 20. Jh., ab dann wurde Lehm nur mehr etwa für die Auskleidung von Öfen entnommen (z.B. Bezirk Horn, vgl. PAPP, 2000). Ein Wiederaufleben des Lehmbaus setzte nur temporär während der Weltwirtschaftskrise des 20. Jh. und für kurze Zeit nach dem 2. Weltkrieg ein (vgl. auch NIEMEYER, 1946). Die Ölkrise der 70er Jahre sowie steigendes Umweltbewusstsein führten zum Beginn einer bis heute andauernden Renaissance des Lehmbaus.

Zur Abrundung der in Österreich angewandten Bauweisen sei an dieser Stelle noch auf MALDONER & SCHMID (2008) hingewiesen, welche folgende Gliederung bzw. Nomenklatur verwenden: Methodisch unterscheiden sie für den Bau tragender Wände vereinfacht zwischen Einstampfen (in Schalung) und Aufschlichten von Lehmkörpern. In weiterer Untergliederung werden 5 traditionelle Lehm Bauweisen angeführt, die in Österreich noch anzutreffen seien:

- „Wuzlmauern“: aus mit Getreidehäcksel durchmischten Lehmklumpen.
- Quaderstockmauerwerk: Luftgetrocknete Lehmziegel mit z.B. Stroh vermischt und in Modeln bzw. Formen geschlagen, ca. 30x15x15 cm.
- Lehmziegel (Adobe-Technik): ähnlich Quaderstock, mit österreichischem Format ca. 29x14x6,5 cm.
- Massivlehm (Pisé-Bauweise): umfassen v.a. aus lagenweise in Schalungen eingestampften Lehm.
- Lehmfachwerk und Lehmflechtwerk: z.B. moderne Holzrahmen mit Lehmausfachungen oder mit Lehmmörtel verputztes Rutengeflecht.

Fast alle noch erhaltenen Lehm Bauten bis Anfang des 20. Jh. sind aus Lehmsteinen errichtet, die besonders im nördlichen Burgenland und im Weinviertel zu entdecken sind (s. Abb. 2).

Der Grund, warum in unseren relativ feuchten Breiten doch noch verhältnismäßig viele Häuser aus Lehm erhalten sind, ist der permanente Schutz von Lehm Bauten. Der Pflege, insbesondere tragender Mauern, kommt angesichts der Erosionsanfälligkeit und Wasserempfindlichkeit große Bedeutung zu. Mauerfuß und Mauerkrone sind besonders exponiert und daher mittels wasserfester Überdachung und Fundierung zu schützen. Auch der Schutz der Mauerfronten ist permanent zu gewährleisten, traditionellerweise durch Kalkschichten im Zuge des „Weißens“ (NÖ: „weißnan“, „weißinga“). Diese Mauern prägen gerade im Weinviertel und im Burgenland das so typische Ortsbild v.a. der Kellergassen. Ungenügender Schutz vor aufsteigender Bodenfeuchte (direkter Kontakt Lehm / Boden) führt zu ständigem „Ausblühen“, also Salzkristallisation aufsteigender, ionenreicher Feuchte und der Notwendigkeit, die Wand regelmäßig abzubürsten und bald wieder anzustreichen.

2.2. Heutige technische Anwendungen von Lehm in Österreich

Auf Grund des langsam erwachenden Bewusstseins für die bauhistorische Bedeutung von Lehmbauten wird Lehm für Restaurierungsaufgaben, auch im Rahmen des Denkmalschutzes, verwendet.

Aber auch im Neubausektor scheint es Aufwind für Lehm zu geben. Stampflehmwände erzeugen eine sehr charakteristische Ästhetik, industriell hergestellte Leichtlehmfertigteile mit Holzrahmenelementen werden auch für den Selbstbauer interessant und die Nachfrage nach Lehmputzen für ein ausgeglichenes Innenraumklima steigt. Für weitergehende Informationen sei auf den Beitrag von R. MEINGAST in diesem Tagungsband verwiesen.

Aber auch außerhalb des Dunstkreises einer Behausung und künstlerischer Einsatzmöglichkeiten findet Lehm aktuell Anwendung.

Dabei scheinen zwei Eigenschaften von wesentlicher Bedeutung zu sein: der spezifische Tongehalt und das regionale massenhafte Vorkommen. Letzteres führt zu Anwendungen, wo Baustoffe in großen Mengen zu geringen Preisen gebraucht werden, gleichzeitig aber keine hohen technischen Anforderungen erfüllen müssen. Beispiele wären etwa Dammschüttungen, Lärmschutzwälle oder zahlreiche kreative Anwendungen im Garten- und Landschaftsbau. Die Anforderungen beziehen sich dabei meist auf Kornverteilung und Scherfestigkeit, evtl. auch auf Verdichtungsgrad oder Tragfähigkeit (hinsichtlich Lehm als Baugrund siehe R. HOFMANN in diesem Tagungsband).

Die Eigenschaft geringer Wasserdurchlässigkeit von lehmigem Material infolge des Tonmineralbestandes und enger Porenradien wird hingegen für speziellere Anwendungen benötigt. Darunter fallen Dichtungssysteme für Teiche bis hin zu großflächigen Deponiebauwerken.

Lehmiges Material kann in Spezialfällen auch zur Bodenverbesserung bei sandigen, tonfreien Böden herangezogen werden, um die Erosion zu vermindern und Pflanzenbewuchs im Geiste rascher ingenieurbioologischer Sicherung z.B. von Böschungen zu ermöglichen.

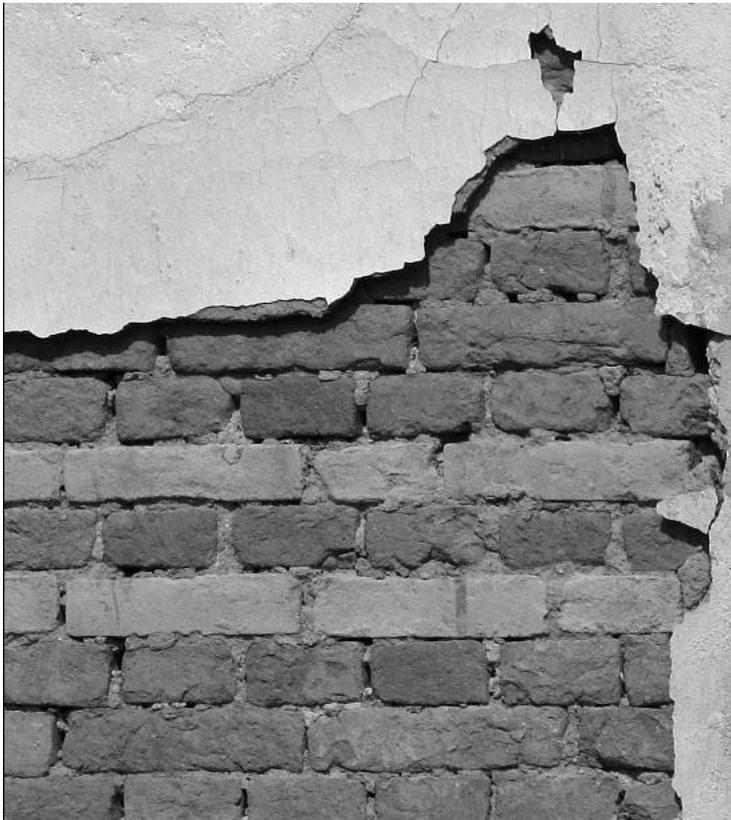


Abb. 2: Lehmziegelwand (mit Reihen aus helleren, gebrannten Ziegeln) hinter Lehmputz mit weißer Kalkschicht, Bösendürnbach / NÖ, Juli 2009.

3. Lehm als Rohstoff

In der Zementindustrie ist aus wirtschaftlichen Gründen eine möglichst große Nachbarschaft von kalk- und tonreichen Gesteinen erforderlich, welche die Grundlage für die Herstellung von Zementklinker darstellt (selten entspricht ein Gestein alleine – z.B. Tonmergel – den Anforderungen). In vielen Fällen wird dabei auf tertiäre Tonlagerstätten zurückgegriffen, wenn diese sich in unmittelbarer Nähe von Kalkgebirgen befinden (z.B. beim Leithagebirge oder früher in Kaltenleutgeben).

Theoretisch wäre auch Lehm im Sinne eines bindigen sandig-tonigen Sediments dazu geeignet. Dass aber etwa Lösslehm, der v.a. in NÖ weit verbreitet ist, nicht zur Zementerzeugung herangezogen wurde, liegt wohl entweder an der oft zu geringen Mächtigkeit oder an der zu großen Entfernung zu potenziellen Kalkabbauen.

Von weit größerer Bedeutung ist toniges bzw. lehmiges Material als Rohstoff für den gebrannten Ziegel. Hinsichtlich Geologie und Lage der Abbaustellen für Ziegelöfen (vgl. HEINRICH & WIMMER-FREY in diesem Tagungsband) liegt eine wesentlich bessere Dokumentation vor als für die unzähligen kleinen Lehmgruben für reinen Lehm als Baustoff. Durch die zahllosen (bekannten) Abbaustellen in NÖ offenbart sich die Bedeutung des Rohstoffes Lehm (und Ton) für den Menschen, aber auch für die Entwicklung der Landschaft.

Wie bereits angeführt, gibt es eine lange Koexistenz zwischen Lehm als Baustoff und dem gebrannten Ziegel. Ziegel im Sinne gebrannter Ziegel sind bereits im 4. Jt. vor Chr. in Mesopotamien nachweisbar, nach Österreich wurden sie durch die Römer im 1. Jh. gebracht (z.B. Vindobona, Carnuntum in NÖ). Ziegel haben bis heute (mit mittelalterlichen Unterbrechungen) größte Bedeutung, auch wenn die Anzahl an Ziegel produzierenden Betrieben in den letzten 100 Jahren dramatisch gesunken ist. Vor 1848 war es der Herrschaft oder Stadt- bzw. Marktgemeinde vorbehalten, Ziegel zu brennen, danach wurde die Ziegelerzeugung freies Gewerbe und diente Bauern, aber auch Müllern und Baumeistern als Nebenerwerb. Die meisten herrschaftlichen Betriebe stellten in dieser Zeit z.B. im Bezirk Horn ihre Arbeit ein (PAPP, 2000). Mit dem Bau von Ringöfen entwickelte sich ein selbständiger Zweig der Industrie, der im ländlichen Raume etwa ab 1890 seine Stellung behaupten konnte. Viele der kleinen, neu errichteten Ziegeleien bestanden nur etwa 20 Jahre und versorgten die nächste Umgebung mit ihren Produkten. Wenige wurden ausgebaut und von den folgenden Generationen weitergeführt. Die erste, deutliche Reduktion von Ziegelöfen brachte der 1. Weltkrieg, bedingt durch den Mangel an billigen Arbeitskräften und das Fehlen des nötigen Brennmaterials. Nur die größeren Anlagen überlebten die wirtschaftlich dürftigen Zeiten zwischen den beiden Weltkriegen. Zum Teil verdankten sie ihre Existenz aber auch dem Wiederaufbau, der nach dem 2. Weltkrieg einsetzte. In den 70er Jahren des 20. Jh. entstanden schließlich große Betriebseinheiten, die bestehende Werke größtenteils deswegen aufkauften, um sie zu schließen und damit die Konkurrenz auszuschließen. Seit 1980 besteht etwa im ganzen Bezirk Hollabrunn, der einst auf 157 Betriebe verweisen konnte, nur mehr die moderne Anlage in Göllersdorf (PAPP, 2003).

Im Gerichtsbezirk Ravelsbach wurden insgesamt 49 historische Ziegellehmgewinnungsstätten identifiziert, 1975 stellte der letzte Ziegelofen seine Produktion ein (PAPP in HEINRICH, 1995).

Ringöfen haben in unserer hochindustrialisierten Gesellschaft längst ausgedient, zumeist sind nur mehr Schornstein oder Ruinen übrig. Lediglich in Pottenbrunn bei St. Pölten steht noch der letzte in Betrieb befindliche Ringziegelofen Österreichs (FIKISZ, 2000). Deren Besitzer (Fam. NICOLOSO) produzierten bei einem Besuch im Juli 2009 noch Lehmziegel und weitere Ziegelbrände (hpts. für Spezialformate) wären laut Auskunft künftig nicht ausgeschlossen.

Zur Verwendung von Ton in der Ziegelindustrie am Beispiel der Wienerberger sei an dieser Stelle auf den Vortrag von GAGGL in diesem Tagungsband hingewiesen.

Ziegel kommt aber nicht nur als primär hergestellter Baustoff zur Anwendung, sondern auch als Recyclingbaustoff. So kann etwa aus Ziegelabbruch Ziegelgranulat hergestellt werden, welches etwa zu Schütt- und Füllzwecken zumindest außerhalb der Frosteindringung verwendet werden kann (PIPPICH & LEBEDA, 1992).

Außerdem können Ziegelbaurestmassen in zementstabilisierter Form als Tragschichtmaterial zumindest für untergeordnete Straßen, Wege und Parkplätze eingesetzt werden, wie eine Versuchsstrecke im nördlichen NÖ zeigt (TPA – interne Forschungsarbeit).

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass in manchen Entwicklungs- oder Schwellenländern (z.B. Brasilien), in denen natürliche Gesteine selten auftreten und in denen die Arbeitskraft noch billig ist, die gezielte Herstellung von keramischen Aggregaten als Zuschlag für Beton oder auch als Tragschichtmaterial rentabel und sinnvoll sein kann (CABRAL et al., 2008).

4. Rohstoff – Landschaft – Mensch

Aus der Notwendigkeit heraus, Behausungen zu bauen, nutzt der Mensch neben Holz und Stein seit Tausenden Jahren Lehm als Baustoff oder Rohstoff. Die unweigerliche Konsequenz aus der Abbautätigkeit von Lehm sind unmittelbare Veränderungen der Landschaft zumindest in morphologischer Hinsicht. Diese Veränderungen können abhängig von der Intensität des Eingriffes, der Nachnutzung und des Zeitraumes, der seit dem Ende der Abbautätigkeit verstrichen ist, heute noch sichtbar sein oder aber gänzlich verschwunden sein. Manchmal erinnern nur mehr Flurnamen (in NÖ z.B. Ziegelofenacker, Ziegelofenfeld, Ziegelteich, Lehmgstett, Lehmfeld, Lehmgrube, Lahmpatzen, etc.) oder Straßennamen daran (in Wien z.B. Ziegelofengasse, Lehmgasse, Laimäckergasse, Laimgrubengasse etc.).

Im Falle von ehemals abgebautem Lösslehm gibt es auf Grund der Standfestigkeit des Lösses und Lösslehmes durchaus noch zahlreiche Beispiele einstiger Abbaustellen (v.a. im Weinviertel), sofern die Abbruchwand hoch genug war und die Entnahmestelle nicht bewusst verändert wurde. In den meisten Fällen allerdings sind die Abbaue morphologisch nicht mehr sichtbar, weil diese dem umgebenden Niveau angeglichen bzw. zugeschüttet wurden. Wie allgemein bekannt, handelt es sich bei den Verfüllungen in vielen Fällen nicht um inertes Material, sondern um zu deponierenden Müll, welcher aus Fahrlässigkeit oder Unwissenheit dem direkten Grundwasserkontakt in den Lehmgruben ausgesetzt wurde (zahllose bekannte und wahrscheinlich noch mehr unbekannt Beispiele in NÖ inkl. Wien).

In vermutlich ebenso vielen Fällen wurden die ehemaligen Abbauflächen einfach anderen Nutzungen zugeführt, sodass der ursprüngliche Zweck der Landschaftsveränderung (Lehmgewinnung) bzw. der Abbau selber kaum mehr erahnbar sind. So wurden einige ehemalige Gräben oder Hohlwege durch den Abbau verbreitert und zu heutigen Weinkellerstraßen. Flächigere Abbaustellen wurden zu neuen Grundstücksflächen für Wohnhäuser oder Sportplätze, manche Abbaue sind höchstens noch als Delle in den Feldern nach der Rekultivierung und Kommassierung erahnbar (vgl. auch PAPP et al., 2003).

Prinzipiell ergeben sich nach Beendigung des Abbaues viele Möglichkeiten einer Nachnutzung. Diese sollten allerdings immer individuell beurteilt werden und im Kontext zu den naturräumlichen Gegebenheiten des unmittelbaren und weiteren Umfeldes stehen sowie die konkreten Nutzungsansprüche an diese Fläche / diesen Raum berücksichtigen. Nach Ansicht des Verfassers schließen die Möglichkeiten der Nachnutzung sowohl menschliche Ansprüche und Interessen als auch – aus anthropozentrischer Sicht – die Nicht-Nutzung im Sinne natürlicher zeitlich-räumlicher Sukzession mit ein (vgl. auch KUGLER, 1999).

Quellenangaben

Literatur

Austrian Standards Institute: <http://www.on-norm.at/>

- BRUCKNER, A. (1996): Bauen mit Lehm an Hand von Beispielen aus Österreich, Deutschland und Südtirol. – Diplomarbeit, Inst. f. Baustofflehre, Bauphysik und Brandschutz, TU Wien.
- CABRAL, G., DA MOTTA, L., LOPES, L. & VIEIRA, A. (2008): Calcined clay aggregate: a feasible alternative for Brazilian road construction. – In: ELLIS, YU, MCDOWELL, DAWSON & THOM (eds): Advances in Transportation Geotechnics.
- FIKISZ, J. (2000): Ziegelwerke nach dem System Hoffmann in Ostösterreich. – Diplomarbeit an der geisteswissenschaftlichen Fakultät, Inst. f. Kunstgeschichte, der Karl-Franzens-Univ. Graz.
- HEINRICH, M. (1995): Ergänzende Erhebung und zusammenfassende Darstellung des geogenen Naturraumpotenzials im Raum Geras – Retz – Horn – Hollabrunn (Bezirke Horn und Hollabrunn). Geogenes Naturraumpotenzial Horn – Hollabrunn. – Bericht über die Arbeiten im 1. Projektjahr (Mai 1994 – Feb. 1995).
- HOLZER, V. (2008): Ein latènezeitlicher Getreidespeicher aus der keltischen Großsiedlung am Sandberg in Roseldorf (Niederösterreich). – In: Germania 86.
- HOLZMANN, H. (1997): Lehm als Baustoff in Österreich. Tradition – Notwendigkeit – Alternative. – Diplomarbeit Inst. f. Werkerziehung an der Akademie der Bildenden Künste, Wien.
- KUGLER, H. (1999): Das Migrationsverhalten von Schwermetallen in den mineralischen Basisdichtungen der Deponien Horn und Gmünd sowie Überlegungen zur Nachnutzung der Deponie Horn. – Diplomarbeit am Inst. f. Angewandte Geologie, Univ. f. BOKU Wien.
- MALDONER, B. & SCHMID, W. (2008): Zum traditionellen Lehmbau in Österreich – Eine Annäherung. – In: Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Kultur und Wissenschaft (Hrsg., 2008): Lehm und Ziegel. Denkmalpflege in NÖ, Bd. 39
- MINKE, G. (2009): Handbuch Lehmbau. Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur. – 7. Aufl., ökobuch Vlg.
- MURAWSKI, H. & MEYER, W. (2004): Geologisches Wörterbuch. – 11. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag
- NIEMEYER, R. (1949): Der Lehm und seine praktische Anwendung. – Reprint ökobuch Vlg.
- OTTNER, F. (2009): Was ist Lehm – Lehm & Co. – Berichte Geol. B.-A., 80, 5–10, Wien
- PAPP, H. (2000): Die Ziegelöfen des Bezirkes Horn. 1. und 2. Teil. – In: „Das Waldviertel“, 49. Jg., Heft 3 und 4.
- PAPP, H., ROETZEL, R. & WIMMER-FREY, I. (2003): Die Ziegelöfen des Bezirkes Hollabrunn: Geschichte und Geologie. – Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A., 24, 117–191
- PIPPICH, H. & LEBEDA, W. (1992): Ziegelgranulat. – Interner Forschungsbericht der Division II. TPA Technische Prüfanstalt Gesellschaft m.b.H.
- PFEIFER, W. (1999): Etymologisches Wörterbuch des Deutschen. – 4. Aufl., dtv.
- RVS-VB 01.02.11 (1984): Grundlagen. Begriffsbestimmungen. Bautechnik.
- VITRUV (1. Jh. v. Chr.): Zehn Bücher über Architektur. – Übersetzt von Curt Fensterbusch. 6. Aufl., 2008.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [80](#)

Autor(en)/Author(s): Kugler Hannes

Artikel/Article: [Lehmverwendung im Spiegel der Zeit 17-23](#)