



NÖ GEOTAGE

Rohstoff – Landschaft – Mensch am Beispiel „Lehm“

24. & 25. September 2009
Schloss Haindorf bei Langenlois

Amt der NÖ Landesregierung in Zusammenarbeit
mit der Geologischen Bundesanstalt, dem
Forum mineralische Rohstoffe und dem Fachverband Steine-Keramik der WKO

 Geologische Bundesanstalt



Titel: Rohstoff – Landschaft – Mensch am Beispiel „Lehm“

Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880>, 80

Impressum:

Alle Rechte für das In- und Ausland vorbehalten

© Geologische Bundesanstalt, Wien

Redaktion: Harald Steininger & Thomas Hofmann

Lay-out: Dido Massimo

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger:

Geologische Bundesanstalt

Neulinggasse 38

A 1030 Wien

www.geologie.ac.at

Druck: Riegelnik, Offsetschnelldruck, A 1080 Wien, Piaristengasse 19

Ziel der „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt <ISSN 1017-8880>*“ ist die Verbreitung wissenschaftlicher Ergebnisse durch die Geologische Bundesanstalt.

Die „*Berichte der Geologischen Bundesanstalt*“ sind nicht im Handel erhältlich.

Inhalt

Was ist Lehm – Lehm & Co	5
Franz OTTNER	
Zur Geologie der Ton- und Lehmvorkommen Niederösterreichs	11
Maria HEINRICH & Inge WIMMER-FREY	
Der Österreichische Rohstoffplan	15
Leopold WEBER, Robert HOLNSTEINER, Christian REICHL & Erwin SCHINNER	
Lehmverwendung im Spiegel der Zeit	17
Hannes KUGLER	
Löss- und Lehmwände – einige Bemerkungen aus naturschutzfachlicher Sicht	25
Heinz WIESBAUER	
Nutzungskonflikte und die Raumordnung als Schiedsrichter	35
Ernst TRINGL & Michael MAXIAN	
Geologie und Weinbau: eine Annäherung	39
Maria HEINRICH & Thomas HOFMANN	
Gewölbebau in Weinkellern	43
Georg SAMEK	
Liapor – Blähton: Eigenschaften und vielseitige Anwendung in Wohnbau, Grünbereich und Geotechnik	45
Helmut BUHL & Necmi OKUMUS	
Die Verwendung von Ton in der Ziegelindustrie – Das Unternehmen Wienerberger	49
Wolfgang GAGGL	
Moderner Lehm-bau – Lehm in hocheffizienten Baukonzepten	55
Roland MEINGAST	
Lehme und Lösslehme als Baugrund – eine geotechnische Betrachtung	57
Robert HOFMANN	
Fundierungsprobleme bei Lössverbauungen	61
Hannes KRISSEL	
Spuren eiszeitlicher Jäger- und Sammlergesellschaften im Löss	63
Thomas EINWÖGERER	
Verzeichnis der AutorInnen	67

Was ist Lehm – Lehm & Co

Franz OTTNER

Die babylonische Sprachverwirrung stiftete sehr nachhaltig ernste Probleme auch in der geologischen Nomenklatur. Insbesondere im Umkreis von Ton und Lehm scheint diese Verwirrung am intensivsten zu sein.

Die systematische Zuordnung zur Gesteinsgruppe der Sedimente ist zwar sonnenklar, die Untergruppe der klastischen Sedimente steht sicher auch außer Streit, aufgrund der meist sehr feinkörnigen Ausbildung ist schlussendlich die Zuordnung zu den feinklastischen Sedimenten – den Peliten – gerechtfertigt. Im Detail wird es dann aber innerhalb dieser Gruppe sehr schwierig.

Die weltweite Verbreitung, die unterschiedlichsten Entstehungsmöglichkeiten, die vielfältigsten Anwendungsgebiete seit historischen Zeiten und nicht zuletzt auch das sehr unterschiedliche Aussehen, haben zu einer unübersehbaren Vielfalt an Namen und Bezeichnungen (nicht nur im deutschen Sprachraum) geführt.

Diese Vielfalt an fachlichen, regionalen und historischen Begriffen führte auch dazu, dass selbst sehr eng verwandte Fachgebiete wie Geologie, Bodenkunde und Geotechnik unterschiedliche Bezeichnungen verwenden. Siehe dazu auch die Ausführungen von Maria HEINRICH und von Hannes KUGLER in diesem Band.

Aus geologischer Sicht kann man folgenden Klärungsversuch anbieten:

Tonminerale sind Sekundärminerale, die durch Mineralneu- oder Mineralumbildungen bei physikalischen und chemischen Verwitterungsprozessen aus zerkleinerten, aufgelösten und umgewandelten Gesteinen entstanden sind. Je nach Bildungsbedingungen können sehr unterschiedliche Tonminerale gebildet werden. Sie sind im Wesentlichen wasserhaltige Aluminiumsilikate.

Ton ist ein feinklastisches Sediment, meist unverfestigt, also ein sehr feinkörniges Verwitterungsmaterial, das meist in den geologisch jungen Formationen des Neogens und Quartärs gebildet wurde. Die Tone von älteren Formationen sind meist verfestigt und werden als Tonsteine bezeichnet. Tone können nur an der Erdoberfläche entstehen, wobei dem Wasser eine wichtige Rolle zukommt. Tone enthalten ein oder meist mehrere Tonminerale sowie eine Vielfalt an Begleitmineralen. Wenn diese Tone wieder verwittern und mit Sand und auch Kies vermischt werden, so wird dieses Material vor allem umgangssprachlich als **Lehm** bezeichnet. Je nach Ausgangsmaterial und Verwitterungsbedingungen können sehr unterschiedliche Typen vertreten sein. Die allgemeine und die spezielle Tonmineralogie beschäftigt sich mit diesen Fragestellungen.

Als **Tonfraktion** wird die sehr feine Fraktion $<2\ \mu\text{m}$ bezeichnet, in der auch die Tonminerale angereichert sind, aber auch fein zerkleinerte Begleitminerale wie Quarz, Kalzit oder auch Feldspäte enthalten sein können.

Kristallstruktur der Tonminerale

Die große Mannigfaltigkeiten der Tonminerale und deren sehr unterschiedlichen Eigenschaften sind in ihrem mineralogischen Aufbau begründet. Die unterschiedlichen Strukturen sind auf die Kombinationsmöglichkeit von nur zwei Grundbausteinen zurückzuführen: Tetraeder und Oktaeder.

Die Tetraeder bestehen aus einem Siliziumion im Zentrum (Zentralion), das von vier Sauerstoffionen umgeben ist. Mehrere Tetraeder verknüpfen sich über gemeinsame Sauerstoffionen zu den Tetraederschichten.

In den Oktaedern wird das Zentralion – meist Aluminium³⁺ oder Magnesium²⁺ – von sechs Hydroxylionen OH bzw. Sauerstoffionen umgeben. Die Verknüpfung zu Oktaederschichten erfolgt wieder über gemeinsame Oktaeder-Eckpunkte.

Durch verschiedene Sequenzen von Tetraeder- und Oktaederschichten entstehen verschiedene Tonminerale. Ist jeweils eine Tetraeder- und eine Oktaederschicht verbunden, so spricht man von Zweischicht- oder 1:1-Mineralen. Ist eine Oktaederschicht beidseitig mit je einer Tetraederschicht umgeben, so handelt es sich um Dreischicht- oder 2:1-Mineralen.

Die Abfolge von zwei bzw. drei Schichten wird als Silikat- oder Elementarschicht bezeichnet. Den Abstand zwischen zwei Elementarschichten bezeichnet man als Basisabstand. Er kann mittels Röntgendiffraktometrie vermessen werden und wird meist in Angström angegeben ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$).

Durch isomorphen Ersatz der Zentralionen in den Tetraedern und Oktaedern kommt es zu negativen Ladungen der Silikatschichten, die durch austauschbare Kationen ausgeglichen werden. Der Zusammenhalt der einzelnen Elementarschichten ist bei den einzelnen Tonmineralen unterschiedlich (GRIM, 1968; HEIM, 1990).

Spezielle Tonmineralogie

Die nomenklatorischen Probleme der Geologie bei Lehm und Co setzen sich in der Tonmineralnomenklatur fort – oder beginnen schon dort. Minerale wie Quarz oder Kalzit sind durch eine klare und eindeutige chemische Zusammensetzung definiert, bei den Tonmineralen ist die chemische Zusammensetzung sehr variabel. Seit Jahrzehnten versucht eine internationale Nomenklaturkommission Licht ins Dunkel zu bringen. Bisher konnten aber nur sehr einfache Begriffe klar definiert werden, die große „Reform“ der Tonminerale steht aber noch aus, das heißt, sie harren weiterhin einer klareren Definition. Die folgenden bekannten Bezeichnungen sind großteils historisch entstanden und sind meist sehr großzügige Gruppenbezeichnungen.

Kaolinit

ist die am klarsten definierte Tonmineralgruppe. Sie besteht nur aus dem Mineral Kaolinit im engeren Sinn, einer wasserhältigen Form, dem Halloysit, und zwei sehr seltenen Modifikationen, dem Dickit und dem Nakrit. In dieser Gruppe gibt es kaum Isomorphie, die chemische Stabilität ist sehr hoch. Wirtschaftlich steht sie den Smektiten als wichtiger Rohstoff in der Keramikindustrie und vielen anderen Industriezweigen kaum nach.

Illit

ist ein Sammelsurium von verwitterten Glimmern mit der Korngröße $< 2 \mu\text{m}$. Die große chemische Variabilität der Ausgangsprodukte – der Glimmer – wirkt sich auch auf diese Tonmineralgruppe sehr stark aus. Eine klarere Definition ist bislang nicht gelungen. SRODON (1984) schlug vor, die Gruppe als Illitic Material zu bezeichnen. Illite in verschiedensten Variationen sind sehr häufige Bestandteile unserer Tone und Lehme.

Smektit

Die ursprüngliche Bezeichnung lautete Montmorillonit, benannt nach der Erstbeschreibung des Minerals aus Montmorillon in Frankreich im 19. Jahrhundert. Beinahe ein Jahrhundert lang wurde diese Bezeichnung verwendet, bis man schließlich aufgrund verbesserter Analysemethoden die große chemische Variabilität der „Montmorillonite“ erkannte und nur noch magnesiumreiche Vertreter weiterhin so benannte. Andere Varietäten wurden je nach isomorphem Ersatz und chemischer Zusammensetzung Beidellit, Nontronit, Saponit usw. bezeichnet. Als Gruppenbezeichnung wurde der neue Name Smektit gewählt.

Sie zählen ebenso wie die Illite zu den Dreischichtmineralen.

Die Schichtladung ist deutlich niedriger als bei Illiten, deshalb können zwischen die Silikatschichten Wasseranteile aber auch verschiedene Kationen und organische Verbindungen eindringen und den Basisabstand bis 20 Å vergrößern. Diesen reversiblen Vorgang nennt man Quellung. Damit in ursprünglichem Zusammenhang steht die Plastizität der Tone. Die Smektiten sind die umwelttechnisch wichtigste Gruppe der Tonminerale.

Vermikulit

Die Gruppe der Vermikulite ist eine äußerst schlecht definierte Tonmineralgruppe. Vermikulite zeigen große Ähnlichkeiten mit den Smektiten, sie weisen aber eine höhere Ladung auf und stehen diesbezüglich zwischen den Illiten und Smektiten. Sehr problematisch ist deren Identifizierung. Mangels klarer Definitionen und Untersuchungsvorschriften sind sehr freizügige Interpretationen möglich.

Chlorit

Diese Mineralgruppe ist chemisch sehr variabel. Neben isomorphem Ersatz in den Oktaeder- und Tetraederschichten kann zusätzlich die fixe Zwischenschicht chemisch variabel zusammengesetzt sein. Chlorite können in Tonen und Lehmen sowohl in detritärer Form (primärer Chlorit) als auch als Mineralneubildung (sekundärer Chlorit) auftreten. Damit ergibt sich ein sehr weites Spektrum an Chloritvertretern.

Mixed Layer Minerale

Die Mixed Layer Minerale sind strukturelle Kombinationen verschiedener Tonminerale. Sie liegen nicht als Einzelindividuen in einem Ton vor, sondern sind Kombinationen in der Kristallstruktur. Es sind sowohl regelmäßige als auch viele unregelmäßige Kombinationen bekannt. Eine regelmäßige Kombination von Illit und Smektit wird als Rektorit bezeichnet und kommt relativ häufig als Diageneseprodukt in Sedimenten vor. Ebenfalls häufiger tritt eine regelmäßige Kombination von Chlorit mit Smektit oder Vermikulit auf. Dieses Mineral wird als Corrensit bezeichnet. Die Identifikation der Mixed Layer Minerale ist schwierig, vor allem dann, wenn mehr als zwei Einzelminerale beteiligt sind. Die Tonmineralforschung findet auf diesem Gebiet in den kommenden Jahren und Jahrzehnten ein weites und interessantes Betätigungsfeld vor.

Neben den oben beschriebenen Tonmineralen werden gerne auch die **Serpentine** zu den Tonmineralen gezählt. Sie sind die „Magnesium-Gegenstücke“ zu den Kaoliniten. In unserem gemäßigten Klima treten sie in Tonen fast ausschließlich detritär auf.

Weiters sind noch zwei faserförmige Tonminerale zu erwähnen: In eher heißen trockeneren Klimaten treten die beiden Tonminerale **Palygorskit** (früher Attapulgit) und **Sepiolit** auf. Beide werden für technische Zwecke verwendet.

Es sollen noch zwei Vorstufen von Tonmineralen nicht unerwähnt bleiben: **Imogolith** und **Allophan**. Sie sind schlecht kristallisiert, chemisch sehr variabel und entstehen vor allem bei der Verwitterung von vulkanischen Gläsern und bei der Bodenbildung.

Sorptionseigenschaften von Tonmineralen

Eine besondere Eigenschaft der Tonminerale – im Speziellen der Smektiten und Vermikulite – ist deren sehr geringe Teilchengröße. Die Korngröße der Smektiten ist sehr gering und liegt meist unter 0,2 µm. Aufgrund dieser Feinheit weisen sie eine sehr große Oberfläche auf. Eine weitere Besonderheit ist neben der erwähnten äußeren Oberfläche eine noch viel größere innere Oberfläche. Diese innere Oberfläche liegt zwischen den silikatischen Tetraederschichten und ist für das Adsorptionsverhalten von großer Bedeutung. Die innere Oberfläche von Smektiten kann bis zu 800 m² je g betragen.

Eine der wichtigsten Eigenschaften der Tonminerale – besonders der Smektite und Vermikulite ist ihr ausgeprägtes Kationenaustauschvermögen. Die Höhe des Kationenaustauschvermögens wird durch die mineralogisch/chemische Zusammensetzung der Tonminerale bestimmt. Die üblicherweise in den Zwischenschichten vorhandenen Elemente Magnesium, Kalzium, Kalium und Natrium können sehr leicht gegen z.B. anorganische Schadstoffe wie verschiedene Schwermetalle, aber auch gegen organische Moleküle ausgetauscht werden.

Tonminerale als Klimaindikatoren

Tonminerale reagieren aufgrund von deren Feinkörnigkeit (meist unter 2 µm), der weiten chemisch/mineralogischen Variabilität und der unterschiedlichen Empfindlichkeit gegen Verwitterungsprozesse sehr sensibel auf klimatische Einflüsse. Dadurch können sie häufig als gute Paläoklima-Indikatoren verwendet werden.

Die tonmineralogische Zusammensetzung von Verwitterungsprofilen, Böden und Paläoböden hängt sehr stark von den klimatischen Verhältnissen, die während der Entstehung dieser Substrate an Land geherrscht haben, ab. Tonminerale drücken in erster Linie die Intensität der Verwitterung, insbesondere der Hydrolyse, aus. Informationen über Temperatur und Regenmengen sind ableitbar. Sowohl die Kristallinität verschiedener Tonminerale (Illit, Chlorit, Smektit ...) als auch die An- oder Abwesenheit einer Tonmineralgruppe – oder auch deren Zu- bzw. Abnahme in einem Profil – kann sehr wichtige Aspekte für paläoklimatische Rekonstruktionen liefern (CHAMLEY, 1989).

Untersuchungsmethoden

Röntgendiffraktometrie

Röntgenbeugung (X-ray diffraction – XRD) ist die wichtigste Methode zur Mineralbestimmung. Ein Röntgenstrahl wird mineralspezifisch an der Kristallstruktur gebeugt und für deren Identifizierung genutzt. Besonders im Bereich der Tonmineralogie kann die Röntgendiffraktometrie durch keine andere Methode ersetzt werden (KLUG & ALEXANDER, 1974; KRISCHNER & KOPPELHUBER-BITSCHNAU, 1994).

Zahlreiche weitere Methoden, von denen die Wichtigsten im Folgenden angeführt sind, dienen in erster Linie dazu, Zusatzinformationen zu liefern oder die mittels XRD erhaltenen Ergebnisse abzusichern.

Sehr früh tauchte schon die Frage auf, wieviel von einem bestimmten Mineral in einem Ton enthalten sei. Eine Reihe von frühen Arbeiten beschäftigte sich mit diesem Thema (ENGELHARDT, 1955; DÜMMLER & SCHRÖDER, 1965).

Um Tonminerale überhaupt quantifizieren zu können, müssen sie natürlich vorher genau identifiziert werden. Aus der sehr umfangreichen Bestimmungsliteratur sind die Arbeiten von BRINDLEY & BROWN (1980), WILSON (1987), MOORE & REYNOLDS (1997) und THOREZ (1975) besonders hilfreich.

Nach Identifizierung der einzelnen Tonminerale bzw. Tonmineralgruppen kann versucht werden, eine Quantifizierung durchzuführen. Dazu verwendet man entweder empirische Korrekturfaktoren für einzelne Tonmineralreflexe (SCHULTZ, 1964; RIEDMÜLLER, 1978; TRIBUTH, 1991) oder man bedient sich gemessener bzw. berechneter Referenz-Intensitäten (CHUNG, 1974; REYNOLDS, 1989). Bei vielen Tönen und vor allem Böden sind aufgrund von Begleitmineralen (Eisenoxide) umfangreiche Vorbehandlungen notwendig (MEHRA & JACKSON, 1960).

Trotz intensiver analytischer Bemühungen kann es aber immer wieder vorkommen, dass Komponenten in Tönen auftreten, die sich einer Identifizierung entziehen, wodurch natürlich auch eine Quantifizierung ad absurdum geführt wird.

Simultane Thermoanalyse (STA)

Thermische Analyseverfahren liefern zusätzliche Informationen über die Tonminerale in einer Tonprobe.

Die zu untersuchenden Substanzen werden kontinuierlich erhitzt und simultan wird Gewichtsveränderung (Thermogravimetrie, TG) und Wärmefluss (Differenzialkalorimetrie, DSC) gemessen. Tone enthalten unterschiedliche Mengen an Hydroxylgruppen, die sich unter Temperatureinwirkung zersetzen. Ebenfalls können beträchtliche Masseverluste auftreten, die spezifisch für verschiedene Tonminerale sind (MACKENZIE, 1957, 1964; SCHULTZE, 1969; SMYKATZ-KLOSS, 1974). Während der Aufheizung kommt es sowohl zu endothermen als auch zu exothermen Reaktionen. Endotherme Reaktionen können bei der Abgabe von z.B. Wasser, CO₂, SO₂ etc. sowie auch bei Dehydroxilierung auftreten. Exotherme Effekte treten bei verschiedenen Umkristallisationen auf (WILSON, 1987). Die entstehenden Reaktionsprodukte können zusätzlich mittels Massenspektrometrie oder Infrarotspektroskopie gemessen und zur Interpretation herangezogen werden.

Die effizientesten Anwendungsmöglichkeiten thermoanalytischer Methoden ergeben sich, wenn die Mineralzusammensetzung durch XRD bereits bekannt ist und nun genauere Strukturbestimmungen von Mineralen oder genauere Quantifizierungen bestimmter Tonminerale durchzuführen sind.

Infrarot-(IR-)Spektroskopie

Die Infrarotspektroskopie ist eine rasche und ökonomische Untersuchungsmethode für Tone.

Die Probe wird mit Infrarot-Licht bestrahlt. Durch die zugeführte Energie werden Atome und Moleküle zu Schwingungen angeregt. Je nach Struktur der Atome oder Moleküle kommt es zu unterschiedlichen Schwingungen und folglich zu Absorptionen im IR-Spektrum. Jedes Atom oder Molekül absorbiert unterschiedliche Bereiche des IR-Spektrums und kann dadurch identifiziert werden (FARMER, 1974; RUSSEL, 1987).

Zur Analyse gelangen meist Presspillen aus Kaliumbromid, wobei Probenmengen von einem Milligramm ausreichen.

Rasterelektronenmikroskopie (REM)

Die durch die Wellenlänge des sichtbaren Lichtes vorgegebenen Möglichkeiten der lichtmikroskopischen Auflösung (2×10^{-4} mm, Vergrößerung endet etwa bei 1500-fach) werden durch die wesentlich kleineren Wellenlängen der Elektronenstrahlen erweitert.

Im REM werden daher Auflösungen möglich, die sich bereits im Bereich von 50–200 Å bei vergleichsweise großer Schärfentiefe bewegen ($1 \text{ Å} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$).

Dies ermöglicht es, Minerale der Tonfraktion auf Grund der Morphologie zu identifizieren.

Literatur

- BRINDLEY, G.W. & BROWN, G. (1980): Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. – 495 S., Mineralogical Society, London.
- CHAMLEY, H. (1989): Clay Sedimentology. – Springer Verlag, xx+620 S., Berlin.
- CHUNG, F.H. (1974): Quantitative Interpretation of X-ray diffraction patterns of mixtures. I. Matrix flushing method for quantitative multicomponent analysis. – J. appl. Crystallogr., 7, 519-525.
- DÜMMLER, H. & SCHRÖDER, D. (1965): Zur qualitativen und quantitativen röntgenographischen Bestimmung von Dreischicht Tonmineralen in Böden. – Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkunde, 109, 35-47, VCH, Weinheim.
- ENGELHARDT, W., von (1955): Über die Möglichkeit der quantitativen Phasenanalyse von Tonen mit Röntgenstrahlen. – Z. Kristallogr., 106, 430-459.
- FARMER, V.C. (1974): The Infrared Spectra of Minerals. – 539 S., Mineralogical Society Monograph IV, London.
- GRIM, R.E. (1968): Clay mineralogy. – 596 S., McGraw-Hill, second edition, New York – Sydney.
- HEIM, D. (1990): Tone und Tonminerale. – Ferdinand Enke Verlag, 157 S., Stuttgart.
- KLUG, H.P., ALEXANDER, L.E. (1974): X-ray diffraction procedures for polycrystalline and amorphous materials. – 966 S., John Wiley and Sons, First and second editions, New York.
- KRISCHNER, H. & KOPPELHUBER-BITSCHNAU, B. (1994): Röntgenstrukturanalyse und Rietveldmethode. – 194 S., Vieweg, Braunschweig – Wiesbaden.
- MACKENZIE, R. (1957): The differential thermal investigation of clays. – 456 S., Mineral. Soc., London.
- MACKENZIE, R.C. (1964): The thermal investigation of soil clays. – In: RICH, C.I. & KUNZE, G.W. (eds.): Soil clay mineralogy – A symposium. The University of North Carolina Press, Raleigh, North Carolina, 200-244.
- MEHRA, O.P. & JACKSON, M.L. (1960): Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. – Clays and Clay Min., 7, 317-327, Pergamon Press, London.
- MOORE, D.M. & REYNOLDS, R.C.Jr., (1997): X-Ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. – 378 S., Oxford University Press, New York.
- REYNOLDS, R.C. (1989): Principles and techniques of quantitative analysis of clay minerals by X-ray powder diffraction. – In: PEVEAR, D.A. & MUMPTON, F.A. (eds): CMS workshop lectures 1, Quantitative mineral analysis of clays, 3-36, Boulder.
- RIEDMÜLLER, G. (1978): Neof ormations and Transformations of Clay Minerals in Tectonic Shear Zones. – Tschermaks Min. Petr. Mitt., 25, 219-242, Springer, Berlin – Heidelberg – New York.
- RUSSELL, J.D. (1987): Infrared methods. – In: WILSON, M.J. (ed): A handbook of determinative methods in clay mineralogy, 133-173, Blackie, Glasgow and London.
- SCHULTZ, L.G. (1964): Quantitative interpretation of mineralogical composition from X-ray and chemical data for the Pierre Shale. – Geol. Surv. Prof. Paper, 391C, 1-31, Washington.
- SMYKATZ-KLOSS, W. (1974): Differential Thermal Analysis, Application and Results in Mineralogy, Springer Verlag, 185 S., Berlin – Heidelberg – New York.
- SCHULTZE, D. (1969): Differentialthermoanalyse. – 335 S., Verlag Chemie, Weinheim.
- SCHRODON, J. (1984): X-ray Powder Diffraction Identification of Illitic Material. – Clays and Clay Min., 32, 337-349.
- THOREZ, J. (1975): Phyllosilicates and Clay Minerals. – 582 S., Editions G. Leclotte, Dison.
- TRIBUTH, H. (1991): Notwendigkeit und Vorteil der Aufbereitung von Boden- und Lagerstättentonen. – In: TRIBUTH, H. & LAGALY, G. [Hrsg.]: Identifizierung und Charakterisierung von Tonmineralen, Berichte der DTTG, 1, 29-33, Giessen.
- WILSON, M.J. (1987): X-ray powder-diffraction methods. – In: WILSON, M.J. (ed.): A handbook of determinative methods in clay mineralogy, 26-98, Blackie, Glasgow and London.

Zur Geologie der Ton- und Lehmvorkommen Niederösterreichs

Maria HEINRICH & Inge WIMMER-FREY

Im Gegensatz zur Bodenkunde ist der Begriff Lehm in der Geologie nicht eindeutig definiert. Dort steht er für ein Kongrößengemisch mit einem bestimmten Verhältnis von Schluff, Ton und Sand. In der Geologie hingegen ist mit dem Begriff Lehm nicht nur Korngröße, sondern auch Genese verbunden. Insbesondere, wenn die Entstehung eines feinkörnigen Gesteins gerade unklar ist, verwenden die Geologen das Wort Lehm sehr gerne. Wollen sich die Geologen mit einem vorwiegend feinkörnigen, weichen Gestein aber gar nicht befassen, dann nennen sie es Gatsch und der wird im Gegensatz zu Lehm auf geologischen Karten nicht eingetragen. Auf der anderen Seite der Skala liegen die bergfrischen Tone und Ton-Schluffgesteine, deren vielfältige Entstehung sich mit exakten Messmethoden verfolgen lässt. Von hier weisen Oberflächennähe und Verwitterung, Farbe, lokale Umlagerung und Überprägung den Übergang zum Lehm und verwischen häufig das ursprüngliche Aussehen und seine Entstehungsgeschichte.

Aufbauend auf solch unscharfen Begriffsabgrenzungen und die Vielfalt als Vorteil betrachtend werden in dem Vortrag möglichst mannigfaltige feinkörnige, tonig-lehmige Gesteine zum Anlass genommen, durch die Erdgeschichte und die geologischen Großeinheiten des Landes zu führen. Ausgangspunkt der Informationen über die einzelnen Vorkommen sind einerseits jahrelange sedimentologische und petrologische Untersuchungen zu feinkörnigen Sedimenten in Österreich und speziell in Niederösterreich durch I. WIMMER-FREY (Geologische Bundesanstalt) und andererseits das Archiv der Geologischen Bundesanstalt zu den aktiven und aufgelassenen Abbaustellen. Das bringt den Rohstoffaspekt des elementaren Baustoffes Lehm mit seiner mehrtausendjährigen Tradition und kulturgeschichtlichen Bedeutung in den Vordergrund.

Von den ehemals hunderten Ton- und Lehmgewinnungs- und Verarbeitungsstätten in Niederösterreich sind nach dem Strukturwandel vom Gewerbe zur Industrie und den Konzentrationsprozessen nur noch ganz wenige in Betrieb. Zur Zeit werden noch abgebaut: Löss und Lösslehme, die brackisch-limnischen Tegel des Pannonium im Wiener Becken, die Sedimente der marinen Laa-Formation in der Molassezone, weiters aktiv sind auch noch Abbaue, welche das engräumige Vorkommen von verwittertem Kristallin, Quarzsand, Ton (Kaolinton, Tegel, Schlier) und Lehm im Grenzbereich Böhmisches Masse – Molassezone nutzen.

Tabelle 1 zeigt eine Übersicht zu den vielfältigen Ton- und Lehm-Vorkommen in Niederösterreich ungeachtet ihrer derzeitigen oder früheren Nutzung, zur Abgrenzung dazu eingetragen wurden Lagerstätten von Kaolin und Diatomit sowie Vorkommen feinkörniger Sedimente der Kalkalpen und der Klippenzonen, die einerseits zu den Industriemineralen gehören und andererseits zu den Festgesteinen zählen und keine Lehme im landläufigen Sinn sind.

Literatur

- KRENMAYR, H.G. (Red., 2002): Rocky Austria. Eine bunte Erdgeschichte von Österreich. – 2., verb. Aufl., Geol. B.-A., 63 S., ill., 1 geol. Kte. 1:1,5 Mio., Wien.
- PAPP, H., ROETZEL, R. & WIMMER-FREY, I. (2003): Die Ziegelöfen des Bezirkes Hollabrunn: Geschichte und Geologie. – Arch. Lagerst.forsch. Geol. B.-A, 24, 117–191, ill., Wien.
- SCHNABEL, W. (Koord., 2002): Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 mit Legende und Kurzerläuterung. – Geol. B.-A. – Land Niederösterreich, 3 Bl., Wien.
- WESSELY, G. (Red., 2006): Niederösterreich. Geologie der österreichischen Bundesländer. – Geol. B.-A., 416 S., ill., Wien.
- WIMMER-FREY, I. & SCHWAIGHOFER, B. (2002): Österreichische Ziegelrohstoffe. – Ber. Dt. Ton- und Tonmineralgruppe e. V., 9, 257–268, Wien.
- WIMMER-FREY, I., LETOUZÉ-ZEZULA, G., MÜLLER, H.W. & SCHWAIGHOFER, B. (1992): Tonlagerstätten und Tonvorkommen Österreichs „Tonatlas“. – Geol. B.-A. et al., Wien.
- Unterlagen aus dem Archiv der Geologischen Bundesanstalt.

Tabelle1/1: Übersicht zu Ton- und Lehm-Vorkommen sowie Vorkommen feinkörniger Sedimente in Niederösterreich, ergänzt und verändert nach HEINRICH und WIMMER-FREY in WESSELY (2006)

Geologisch-tektonische Position	Vorkommen und Abbaue	Verwendung, Eignung
Böhmische Masse, Postvariszische Bedeckung im Bereich der Böhmisches Masse, Molassezone		
Quartär		
Aulehne und Überflutungssedimente	an der Donau und an Flüssen mit entsprechendem Einzugsgebiet	Ziegel
Löss-Lösslehm	Nadelbach, Pottenbrunn, Schratzenbruck, Krems, Langenlois, Retz, Ziersdorf, Stranzendorf und viele, viele andere	Ziegel
Löss-Lehm auf Älteren Deckenschottern (Günz) und jüngeren Terrassen	Brunnhof, Freydegg-Ferschnitz, Kottlingburgstall - Weitgraben - Harland, Steinkirchen (Enns-Ybbs-Erlauf-Gebiet)	Ziegel
Löss-Lehm auf Sandstreifenschlier (Eggenburgium - Otmangium)	Buch (Ybbs-Erlauf-Gebiet)	Ziegel
Löss-Lehm auf diversen kristallinen Gesteinen und anderen älteren Gesteinen	Wachau, Kremser Bucht, Krems- und Kamptal und andere	Ziegel
Neogen		
Sedimente von Laimbach-Trandorf (Pannonium)	Laimbach	Ziegel
Tonig-schluffige Partien der Hollabrunn-Mistelbach-Formation tw. mit Löss-, Lehmauflage	Raschala, Altenmarkt	Ziegel
Obermiozän?, Pielacher Tegel?	Droß-Priel bei Krems	Feuerfeste (FF-) Massen
Grund- und Gaiendorf-Formation (Badenium) und Schluffe-Tone des Badenium tw. mit Löss-Auflage	Klein Weikersdorf, Wullersdorf, Suttelbrunn, Hollabrunn, See	Ziegel
Laa-Formation (Karpatium)	Göllersdorf, Laa an der Thaya, Neuruppersdorf, Oberlobenndorf, Großkadolz, Mailberg, Stronsdorf, Stronegg und andere	Ziegel
Diatomit der Limberg-Subformation (Otmangium)	Limberg, Parisdorf, Ober- und Unterdümbach	Porosierungsmittel, Leichtbau-stoffe, Filter- und Füllstoffe
Zellerndorf-Formation (Otmangium) mit Löss-Auflage	Zellerndorf, Pulkau	Ziegel, Blähton
Robulus-Schlier, Oncophora-Schichten (Otmangium)	Freundorf, Ossarn	Ziegel
Sandstreifenschlier (Eggenburgium - Otmangium) tw. mit Lehm-Auflage	Haag - Holzleiten - Imberg	Ziegel
Kristallinverwitterung und Paläozoikum, Ober-Kreide, Paläogen / Neogen		
Verwitterungslehme verschiedener kristalliner Gesteine (Granulit, Gneise, Schiefer)	Litschau, Dobersberg, Friedersbach, Ranzles, Thaya, Vitis, Großweißenbach, Friedersbach, Göpfritz, St. Leonhard, Rastefeld, Steinegg, Obermeising, Stixendorf, Wolfshof und viele andere	Ziegel
Langau-Formation (Oberes Eggenburgium - Otmangium)	Niederfladnitz, Geras	FF-Massen, Träger- und Füllstoff
Weitersfeld-Formation (Eggenburgium - Otmangium)	Raum Weitersfeld	Ziegel
St.-Marein-Freischling-Formation (Egerium), Mold-Formation (Eggenburgium)	Nord- und Ostrand Horner Becken: Breitenreich, Horn, Matersch, Nondorf, Mörtersdorf und Mold	FF-Massen, Steinzeug
Älterer Schlier (Egerium) tw. mit Lösslehm-Auflage	Thürnbuch, Berging (Enns-Ybbs-Gebiet), Prasdorf, Untermamau, Winzing	
Klikov-Formation ("Gmünder Schichten")	Wielings	
Zöbing-Formation: Schluffstein	Zöbing - Heiligenstein - Grub - Diendorf	
Pielacher Tegel, Melk-Formation (Egerium)	Edthof - Viehdorf, Eggendorf, Großrust-Kleinrust, Karlstetten,	
Kaolin und kaolinitische Tone	Kleinpöchlarn, Krathof-Kleinwolfenstein, Krummußbaum, Ober-, Unterwöbling - Herrmannschacht - Kirchenberg, Niederfladnitz, Oberfucha, Stiefelberg - Kollimitzberg, Tiefenfucha, Thallern, Winzing	FF-Massen, Steingut, Ziegel
Verwittertes Kristallin (meist Granit, Granitgneis oder Granulit)		
Kaolin: In-situ-Kaolinitisierung von Bittescher Gneis, Eisgarner Granit, Granulit	Mallersbach, Grametten bei Litschau, Krummußbaum, Karlstetten	

Tabelle 1/2: Übersicht zu Ton- und Lehm-Vorkommen sowie Vorkommen feinkörniger Sedimente in Niederösterreich, ergänzt und verändert nach HEINRICH und WIMMER-FREY in WESSELY (2006)

Geologisch-tektonische Position	Vorkommen und Abbaue	Verwendung, Eignung
Waschbergzone		
Quartär / Neogen		
Lösslehm auf Tonmergel ("Auspitzer Mergel", Eggenburgium - Otnangium)	Stützenhofen	Ziegel
Tonmergel ("Auspitzer Mergel", Eggenburgium - Otnangium)	Ernstbrunn	Ziegel
Flyschzone und Klippenzonen		
Ober-Kreide - Quartär		
Hang- und Verwitterungslehm	Pauxberg, Purgstall	Ziegel, Bodenverbesserung
Mergel und Schiefertone der Zementmergelserie	Waidhofen an der Ybbs - Umgebung	Zementherzeugung (Festgesteine!)
Fleckenmergel und Mergel der Buntmergelserie (Unter-Kreide - Eozän)		(Festgesteine!)
Nördliche Kalkalpen		
Quartär		
Bänderton	Hollenstein-Lettenweg	
Diamikte (Moränen, Massenbewegungen)		
Ober-Kreide - Paläogen		
Gosau-Formation: Kohle, Kohletone, Mergel	Haldenabbau Richardschacht bei Grünbach	Zementherzeugung (vorw. Festgesteine!)
Paläozoikum - Unter-Kreide		
Schiefer- und Kohletone sowie Mergel div. stratigraphischer Horizonte: Haselgebirge, Parmach-Formation, Lunz- und Reingraben-Formation, Allgäu-Formation, Ammergau- und Schrambach-Formation, Losenstein-Formation	Kaltenleutgeben	Zementherzeugung (Festgesteine!)
Wiener Becken und Randbuchten		
Quartär		
Aulehme und Überflutungssedimente	an der Donau und an Flüssen mit entsprechendem Einzugsgebiet	Ziegel
Löss, Lösslehm	Wetzleinsdorf (Weinviertel); Walpersbach, Erlach (Bucklige Welt); Stillfried, Hundstheim, Carnuntum	Ziegel
Neogen		
Tonig-schluffige Partien der Hollabrunn-Mistelbach-Formation tw. mit Löss-, Lehmauflage	Pellendorf	Ziegel
Inzersdorfer Tegel, Tonmergel des Pannonium	Hennersdorf, Leobersdorf, Sommerin-Mannersdorf	Ziegel, Zementherzeugung
Neufeld-Formation (Pannonium)	Schönanu	Ziegel, Zementherzeugung
Badener Tegel, Ton des Badenium	Baden - Soos	Ziegel
Krumbach-Formation (Otnangium)	Bad Schönau	
Tonmergel der Korneuburg-Formation (Karpatum) und Ritzenndorf-Formation (Eggenburgium) mit Lösslehm-Auflage	Rückersdorf, Großrußbach	Ziegel
Pliozän		
Rote Lehmserie, Loipersbacher Rotlehmserie	Seebenstein, Hafning	
Zentralalpines Kristallin		
verwitterte Glimmerschiefer und Gneise, tw. Hangschutt	Kirchschlag, Leitengraben, Leithagebirge	Ziegel, Zementherzeugung

Der Österreichische Rohstoffplan

Leopold WEBER, Robert HOLNSTEINER, Christian REICHL & Erwin SCHINNER

Der Wirtschaftsminister von Österreich wurde vom Nationalrat aufgefordert in angemessener Zeit einen „Österreichischen Rohstoffplan“ zu erstellen, der als bundesweiter Masterplan zur Rohstoffsicherung zu verstehen ist und in Relation zum jeweiligen Bedarf mit den Ländern und Gemeinden eine Grundlage für künftige Gewinnungsaktivitäten darstellen soll.

Die Erstellung eines derartigen Masterplanes setzt eine umfangreiche Analyse der Versorgungssituation voraus. Im ersten Teil des Vortrages wird die Bedeutung einer sicheren Versorgung der Wirtschaft mit mineralischen Rohstoffen dargelegt. Dabei wird nicht nur auf den unzureichenden Eigenversorgungsgrad Österreichs, sondern auch auf jenen der Europäischen Union hingewiesen. Rohstoffe, die nicht im eigenen Land aufgebracht werden können, müssen importiert werden. Die Kosten für Rohstoffimporte sind in den vergangenen Jahren dramatisch angestiegen. Dessen ungeachtet stammen rd. 2/3 der Weltproduktion an international handelsfähigen mineralischen Rohstoffen (Erze, Industrieminerale, Energierohstoffe) aus politisch instabilen Ländern.

Demgegenüber sind Baurohstoffe wie Sand, Kies, Bruchsteine etc. auf Grund ihres geringen Preisniveaus nicht international, sondern nur regional handelsfähig und müssen daher im eigenen Land aufgebracht werden. Der oft widersprüchliche Anspruch an den Naturraum (Siedlungs- und Verkehrswegeraum, Wasser etc.) hat aber bereits in manchen Regionen zu Versorgungsengpässen geführt, sodass entsprechende Rohstoffsicherungsmaßnahmen dringend geboten sind.

Als konsequente Folge werden im zweiten Teil des Vortrages die rohstoffpolitischen Maßnahmen zur Rohstoffsicherung, insbesondere von oberflächennahen Baurohstoffen erläutert.

Die Arbeiten am Österreichischen Rohstoffplan wurden in zwei Phasen gegliedert. Nach erfolgreichem Abschluss der Phase 1 (systematische Erfassung und Evaluierung der Rohstoffvorkommen auf ihre Sicherungswürdigkeit) sind die Arbeiten in die entscheidende Phase 2 (Konfliktbereinigung) getreten. Dabei werden die mit systemanalytischen Methoden objektiv identifizierten Rohstoffgebiete gemeinsam mit den Bundesländern konfliktbereinigt.

Für die einzelnen Rohstoffgruppen (Sande, Kiese, Tone, Festgesteine, hochwertige Karbonate, Industrieminerale, Erze und Energierohstoffe) wurden unterschiedliche Evaluierungsmethoden ausgearbeitet. Der methodische Ansatz einer Konfliktbereinigung wird am Beispiel der Kiessande erläutert („Modell Niederösterreich“).

Nach Konfliktbereinigung sollen die Rohstoffgebiete als „Rohstoffsicherungsgebiete“ raumordnerisch festgelegt werden, um diese vor anderen Nutzansprüchen an den Naturraum zu schützen. Bei der Ausweisung von Rohstoffsicherungsgebieten wird insbesondere bei den oberflächennahen Baurohstoffen nach einer regionalen Versorgungssicherheit von mehreren Generationen getrachtet.

Nach wie vor ist die Rohstoffsicherung eine Angelegenheit der Unternehmen. Keineswegs wird durch die Arbeiten am Österreichischen Rohstoffplan den Unternehmen deren eigene Aufgabe abgenommen. Im Rahmen des Österreichischen Rohstoffplanes werden durch die öffentliche Verwaltung aber jene grundlegenden Arbeiten im Vorfeld der unternehmerischen Aktivitäten geleistet, die weit über den Aufgabenbereich und die Möglichkeiten der Unternehmen hinausgehen. Sie sind neben anderen Maßnahmen als zentrale Aufgabe einer aktiven Rohstoffpolitik zu verstehen.

Erfreulicherweise werden die Arbeiten am Österreichischen Rohstoffplan auch von der Europäischen Kommission mit Interesse verfolgt. In der im November 2008 veröffentlichten Mitteilung der EU-Kommission „Raw Materials Initiative“, die sowohl von den Interessensvertretern als auch den Mitgliedsstaaten hohe Anerkennung gefunden hat, wird der Österreichische Rohstoffplan als „Best Practice Methode“ zur raumordnerischen Rohstoffsicherung zitiert.

Der Österreichische Rohstoffplan, der auf einen breiten Konsens zwischen Bund, Ländern und der einschlägig tätigen Wirtschaft abzielt, stellt somit einen wichtigen Generationenvertrag zur Rohstoffsicherung dar.

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.

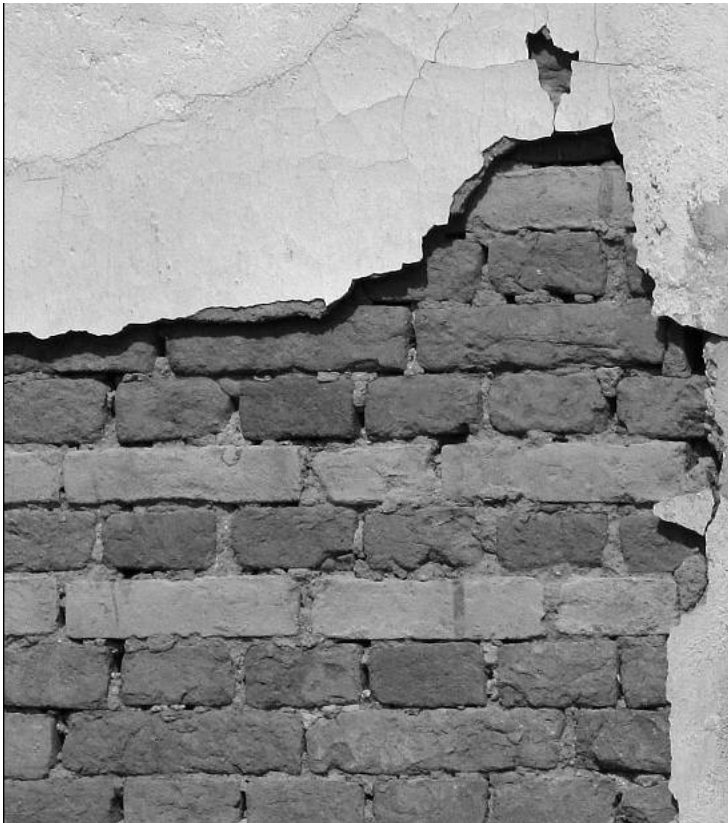


Abb. 2: Lehmziegelwand (mit Reihen aus helleren, gebrannten Ziegeln) hinter Lehmputz mit weißer Kalkschicht, Bösendürnbach / NÖ, Juli 2009.

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, Lehmstett, 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 unbekannte 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 Lehmbau 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.

Museen

Ziegmuseum und Krahuletz-Museum Eggenburg.
Museum für Urgeschichte Asparn / Zaya.
Bad Tatzmannsdorf.

Personen

Dr. I. WIMMER-FREY / Geologische Bundesanstalt.
Dr. J.M. TUZAR / Krahuletz-Museum (Eggenburg).
Fam. NICOLOSO / Ziegelofen Pottenbrunn.

Löss- und Lehmwände – einige Bemerkungen aus naturschutzfachlicher Sicht

Heinz WIESBAUER

Vegetationsfreie Löss- und Lehmwände gibt es in unserer Kulturlandschaft nur kleinräumig. Aufgrund des günstigen Kleinklimas legen hier viele Tierarten ihre Nester an, darunter hoch spezialisierte Insektenarten sowie Höhlen bewohnende Vögel. Der folgende Beitrag geht auf die naturschutzfachliche Bedeutung dieser Lebensräume ein.

1. Wo gibt es in unserer Kulturlandschaft Löss- und Lehmwände?

Die Entstehung natürlicher Steilwände erfolgte ursprünglich nur entlang den Flüssen und Bächen. Noch vor einigen Jahrzehnten waren ausgedehnte Prallufer ein Charakteristikum vieler Gewässer. In den Uferabbrüchen nisteten typische Steilwandbrüter wie Eisvogel, Uferschwalbe, Bienenfresser sowie unterschiedliche Bienen- und Wespenarten. Durch Flussbettverlagerungen wurden die Wände immer wieder „erneuert“, indem sie bei höheren Wasserführungen angegriffen wurden. Das Ergebnis waren Uferabbrüche unterschiedlichen Alters und mit kleinräumig wechselnder Strukturausstattung. Mit der Verbauung der Gewässer sind Uferabbrüche aber aus der Flusslandschaft weitgehend verschwunden.



Abb. 1: Uferabbruch einer dynamischen Flusslandschaft.

Heute finden Steilwandbewohner zumeist nur mehr außerhalb der Flusslandschaft vergleichbare Strukturen vor, etwa in künstlich geschaffenen Terrassen oder in Hohlwegen. In Niederösterreich sind Löss- und Lehmwände vielerorts prägende Landschaftselemente, beispielsweise in der Wachau, im Kremser Raum, am Wagram, im unteren Traisental oder im östlichen und nördlichen Weinviertel. Es scheint, als wäre der Technisierungsschub an diesen kleinteiligen Landschaften spurlos vorübergegangen. Doch bei genauerer Betrachtung der Landschaftsentwicklung werden die einschneidenden Veränderungen deutlich: Allein im

Zeitraum 1950 bis 1990 wurden etwa 70 % der Hohlwege Niederösterreichs zerstört oder stark beeinträchtigt. Zudem haben Kommassierungen und Neuterrassierungen in manchen Regionen die kleinteilige Terrassenlandschaft nachhaltig verändert: Die Böschungen werden seit einigen Jahren wesentlich flacher gestaltet, sodass sie innerhalb kurzer Zeit eine geschlossene Vegetationsdecke aufweisen. Unter solchen Bedingungen entwickelt sich auch viel rascher Gehölzbewuchs. Die Extremstandorte verlieren dadurch allmählich ihren Charakter und werden als Lebensraum für viele Arten entwertet.



Abb. 2: Hohlweg mit spärlich bewachsenen Böschungen.

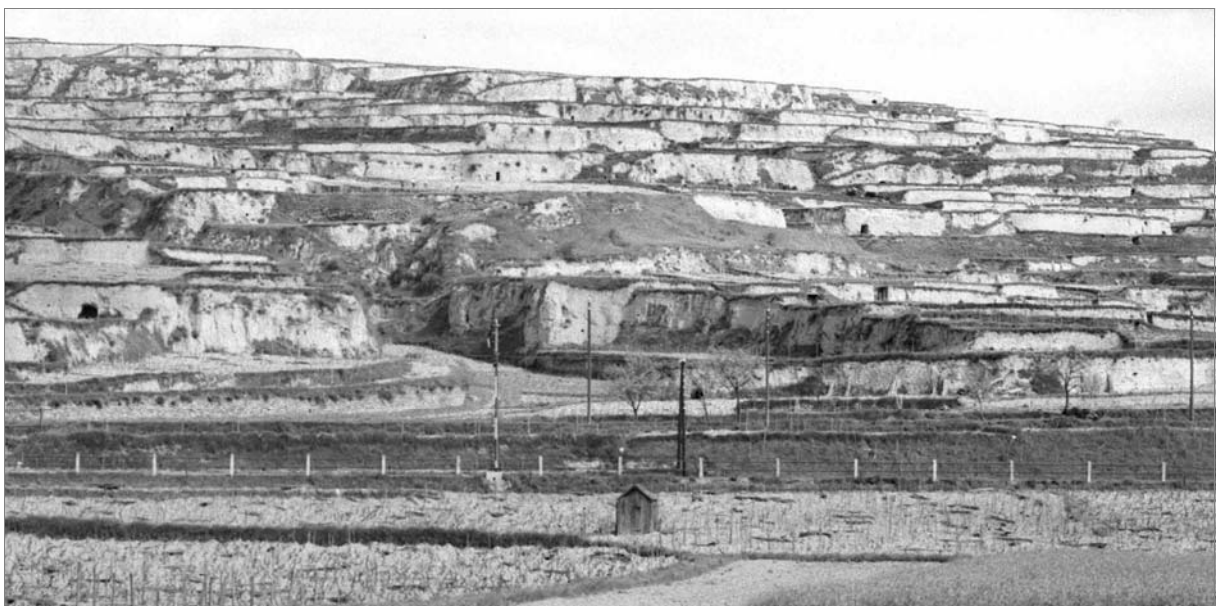


Abb. 3: Terrassenlandschaft um 1900.



Abb. 4: Terrassenlandschaft im Kremser Raum.

Vor dem Hintergrund eines stetigen Rückgangs vegetationsarmer Löss- und Lehmwände könnten auch die Steilwände der Sand- und Kiesgruben für die spezifische Tier- und Pflanzenwelt große Bedeutung gewinnen. Dies ist in der Regel aber nur temporär der Fall, da die Mehrzahl der Entnahmestellen nach Beendigung des Abbaus wieder „rekultiviert“ und land- oder forstwirtschaftlich genutzt wird. Ein Grund für die unbefriedigende Situation findet sich u.a. in den rechtlichen Vorgaben. So wird durch das Mineralrohstoffgesetz (MinroG §§ 114 und 159) festgelegt, dass die Böschungen nach Beendigung des Abbaus wieder „standsicher herzustellen“ und „über dem zu erwartenden Grundwasserspiegel zu liegenden Plateauflächen und Bermen zu planieren“ sind. Im Gegensatz dazu gibt es bei älteren (noch nach Gewerberecht genehmigten) Entnahmestellen einen großen Handlungs- und Gestaltungsspielraum, der den naturschutzfachlichen Anliegen entgegenkommt.

2. Was zeichnet eine Löss- oder Lehmwand als Lebensraum aus?

Löss- und Lehmwände bieten zahlreichen, in unserer Kulturlandschaft selten gewordenen Tierarten Lebensraum. Sie werden von vielen Tierarten als Reproduktions-, Ruhe- und Rückzugsraum, von wenigen auch als Nahrungsraum genutzt. Ob eine Löss- oder Lehmwand für eine bestimmte Art als Reproduktionsraum geeignet ist, hängt von der Exposition, der Neigung, der Höhe, dem Beschattungsgrad, dem Relief, der Substrathärte und dem Angebot an Höhlungen ab.

In Abhängigkeit von Exposition, Böschungsneigung und dem Alter der Steilwände unterscheidet sich der Bewuchs deutlich. Junge Böschungen sind zumeist noch nicht bewachsen und weisen, sofern es die Substrathärte zulässt, senkrechte Böschungswinkel auf. Erst mit zunehmender Verwitterung besiedeln genügsame Pflanzenarten diese Extremstandorte. Dadurch reichert sich allmählich Humus an, wodurch die Nährstoffversorgung verbessert wird. Durch den Wurzeldruck der Pflanzen und die Erosion verflachen Böschungen im Laufe der Zeit. Pflanzen mit höherem Nährstoffbedarf folgen und verdrängen die Pionierarten. Mit dem Ausbreiten der Gehölze ändert sich das Kleinklima der Böschungsfläche grundlegend. Von überragender Bedeutung sind unbewachsene Löss- und Lehmwände, da viele Lebensraumspezialisten auf solche Strukturen angewiesen sind. Dazu zählen vor allem Wärme lie-

bende Arten, die hier ein ideales Mikroklima vorfinden. Je nach Lage und Neigung gibt es sowohl windgeschützte als auch einstrahlungsbegünstigte Bereiche. Insbesondere ost- und südexponierte Böschungen stellen extrem trockene und heiße Standorte dar. Steilwände werden von vielen Höhlennistern vermutlich auch wegen des besseren Regenschutzes bevorzugt.

Vegetationsarme Löss- und Lehmwände bilden für zahlreiche Bienen- und Wespenarten wertvollste Brutplätze, wie einige Beispiele belegen sollen. Im Frühling zählt die Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) zu den auffälligsten Wildbienen. Sie ist eigentlich ein Kulturfolger und bewohnt normalerweise Siedlungsgebiete, wo sie in Mauerlöchern, Ritzen etc. brütet. Außerhalb besiedelter Bereiche nutzt sie meist die alten Neststrukturen unterschiedlicher Wildbienenarten für die Anlage der Brutzellen. In kalten Jahren trägt diese Mauerbiene maßgeblich zur Bestäubung früh blühender Obstbäume bei, da sie bei wesentlich tieferen Temperaturen (ab 10 °C) als die Honigbiene fliegt. So gesehen haben Löss- und Lehmwände als Lebensraum für diverse „Nützlinge“ auch eine gewisse wirtschaftliche Bedeutung. Auch andere, primär in Holzlöchern oder in Felsnischen nistende Bienenarten sind in den Löss- und Lehmwänden häufig anzutreffen. Dazu gehören u.a. die Mauerbienen *Osmia rufa* und *O. caerulescens*, die Holzbienen *Xylocopa violacea* und *X. valga* sowie mehrere Blattschneiderbienen (Gattung *Megachile*).



Abb. 5: Die Gehörnte Mauerbiene (*Osmia cornuta*) als wichtiger Bestäuber von Marillenbäumen.

Besonders auffallend sind die Nestansammlungen der im Hochsommer fliegenden Buckel-Seidenbiene (*Colletes daviesanus*), die mehrere Quadratmeter einnehmen und einige Tausend Nester umfassen können. In solchen Bereichen versuchen parasitische Fliegenarten (z.B. Trabantenfliegen, Hummelschweber und Wollschweber) und die Filzbiene *Epeolus variegatus* unbemerkt in die Nester einzudringen, um ihre Eier abzulegen.

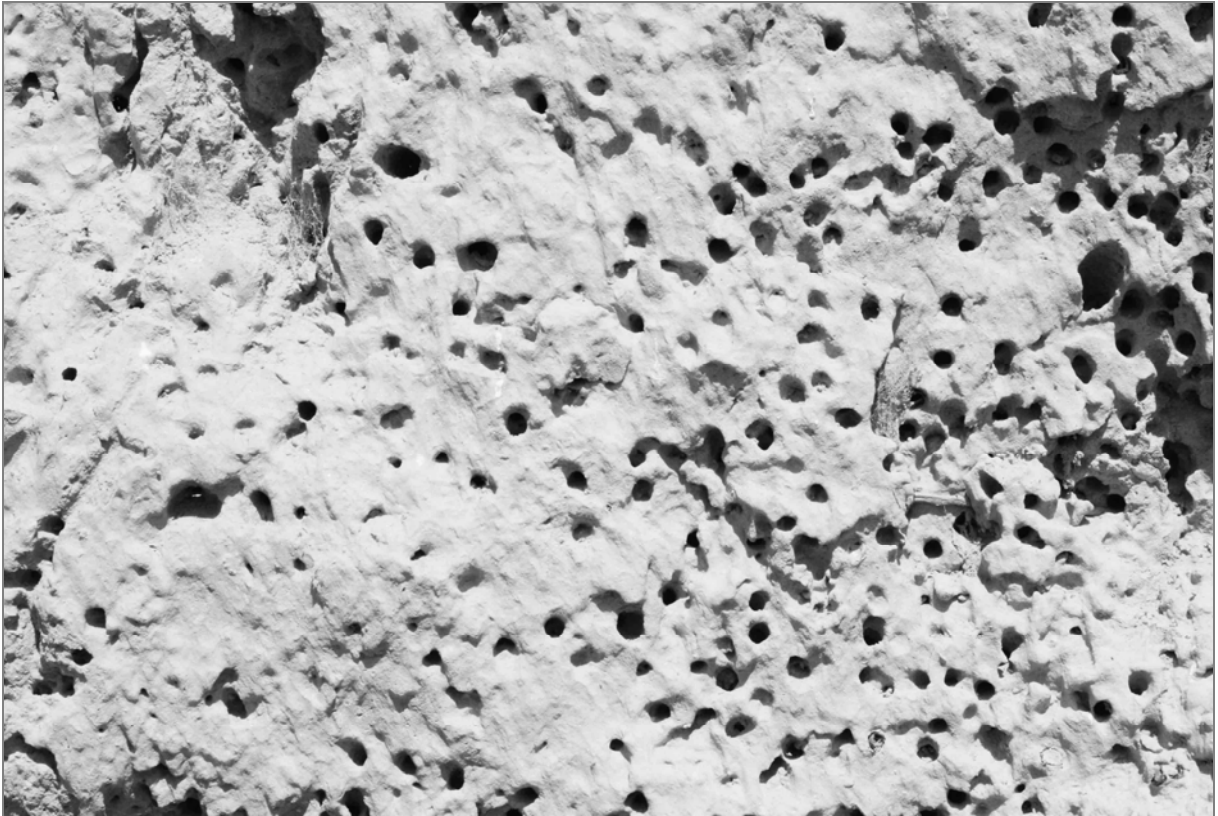


Abb. 6: Nestansammlungen der Buckel-Seidenbiene (*Colletes daviesanus*).



Abb. 7: Buckel-Seidenbiene (*Colletes daviesanus*).



Abb. 8: Die Filzbiene *Epeolus variegatus* ist Brutparasit der Buckel-Seidenbiene (*Colletes daviesanus*).

Wenn Sie an einem sonnigen Sommertag das Treiben an einer Löss- oder Lehmwand beobachten, so wird sich vor Ihnen ein kleines Universum auftun. Pollenbeladene Wildbienen fliegen zielgerichtet zur Steilwand und verschwinden für kurze Zeit in kleinen Höhlen, um ihre Nester zu versorgen. Oft liegen die Eingänge eng nebeneinander, sodass die Steilwand einem löchrigen Käse gleicht. Unterschiedliche Kuckucksbienen und Goldwespen versuchen ihre Eier in die Nester der Wildbienen zu schmuggeln. Bei sozial lebenden Furchenbienen-Arten sind die Eingänge deshalb meist bewacht.

Auch Grab-, Weg- und Faltenwespen nisten in solchen Bereichen. Im Gegensatz zu Bienen versorgen sie ihr Nest mit tierischer Kost. So lähmt beispielsweise die Südliche Sandwespe (*Ammophila heydeni*) Schmetterlingsraupen und trägt diese als Nahrung für ihre Nachkommen in das Nest ein. Wegwespen verwenden ausschließlich Spinnen als Larvenproviant. In den Löss- und Lehmwänden finden viele, ehemals weit verbreitete Arten wertvolle Rückzugsräume.

Unter den Vögeln sind nur wenige Arten in der Lage, in den Löss- und Lehmwänden Höhlen anzulegen. Dazu zählt insbesondere der Bienenfresser. Aufgrund der Flussregulierungen und Uferverbauungen und des damit einhergehenden Lebensraumverlusts besiedelt diese Art in Ostösterreich als sogenannte „Sekundärhabitats“ Erdanrisse in Hohlwegen, Weingartenterrassen oder Sandgruben. Da der Bienenfresser seine Brutröhre nur einmal nutzt, finden sich in der Folge verschiedene „Nachmieter“ wie Feldsperling, Star und Steinschmätzer ein. Etwas größere Höhlen besiedeln Steinkauz, Wiedehopf und Turmfalke.



Abb. 9: Die Südliche Sandwespe (*Ammophila heydeni*) trägt Schmetterlingsraupen als Larvenproviant ein.



Abb. 10: Die Faltenwespe *Odynerus reniformis* baut erhabene Nesteingänge.



Abb. 11: Der Bienenfresser nutzt die Brutröhren nur einmal.



Abb. 12: Der Steinkauz brütet in größeren Höhlen der Lösswände (Bild zeigt Jungvogel).

Am Fuße der Löss- und Lehmwände ist häufig die Smaragdeidechse anzutreffen, die hier der Jagd nachgeht und sich bei Störungen blitzschnell in den Höhlen verschiedener Kleinsäuger (z.B. Ziesel, Kaninchen, Mäuse) zurückzieht.

3. Wie können wir vegetationsarme Löss- und Lehmwände erhalten?

Die Löss- und Lehmwände unterliegen einem Alterungsprozess. Da die Lösswände im Laufe der Zeit von Bruthöhlen übersät werden, ist es wichtig, dass alte Teile durch die natürliche Dynamik fallweise wegbrechen. So finden in den freigelegten jungen Lösswänden selbst grabende Bienen- und Wespenarten sowie Vögel wieder Platz für neue Nester. Die Höhlungen älterer Lösswände hingegen werden von vielen nicht grabenden Arten genutzt.

Aus naturschutzfachlicher Sicht ist es ein wesentliches Ziel, unbewachsene Steilwände über einen möglichst langen Zeitraum zu erhalten. Wichtig ist das frühzeitige Eingreifen in die Sukzession, da es bei einer fortgeschrittenen Entwicklung und dem Aufkommen von Gehölzen nur mehr schwer möglich ist, eine Verwaldung zu unterbinden. Der hohe Nährstoffeintrag aus den angrenzenden, zumeist intensiv bewirtschafteten Flächen beschleunigt diesen Alterungsprozess. Eine Erhaltung gehölzfreier Böschungen ist nur durch entsprechende Pflege möglich.

4. Zusammenfassung

Das Standortmosaik der Löss- und Lehmwände bietet zahlreichen selten gewordenen Tierarten Lebensraum. Von überragender Bedeutung sind dabei steile, unbewachsene Böschungen. Diese werden von vielen Tierarten als Reproduktions-, Ruhe- und Rückzugsraum, von wenigen aber als Nahrungsraum genutzt.

Kleinklimatisch begünstigte Steilwände bieten insbesondere wärmeliebenden Spezies wertvollen Lebensraum. Viele mediterrane und pannonische Arten erreichen in Niederösterreich ihre nördliche Ausbreitungsgrenze. Im zumeist nur schwer nutzbaren Umfeld der Steilwände finden viele Tierarten günstige Lebensraumbedingungen vor, die sie in der intensiv genutzten Kulturlandschaft längst verloren haben.

Ziel ist es aus naturschutzfachlicher Sicht, eine Entwicklung Richtung Wald zu unterbinden und frühe Sukzessionsstadien wie vegetationsfreie Steilwände oder spärlich bewachsene Löss- und Lehmaböschungen über einen möglichst langen Zeitraum zu erhalten.

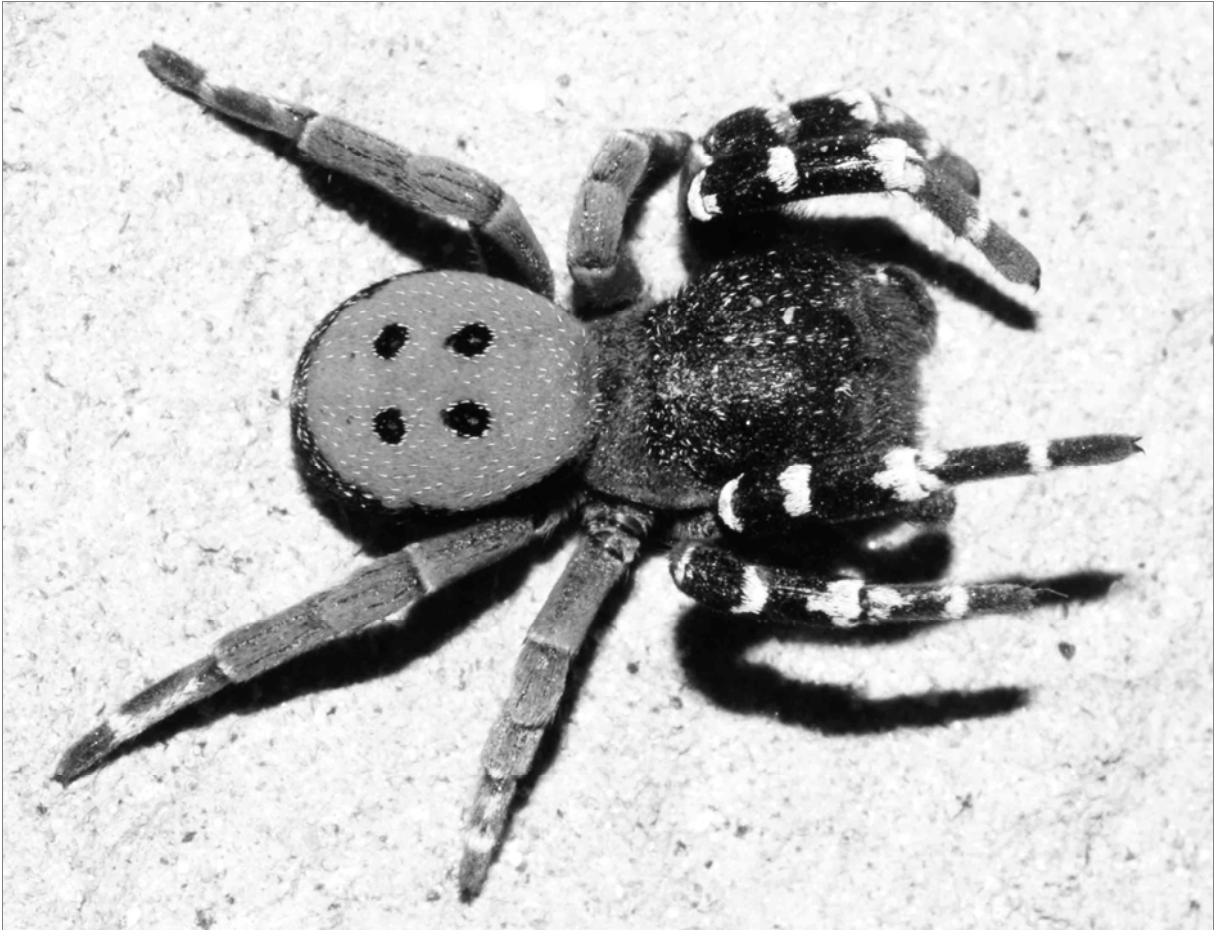


Abb. 13: Rote Röhrenspinne (*Eresus cinnaberinus*).

Literatur

- MIOTK, P. (1979): Das Lösswand-Ökosystem im Kaiserstuhl. – In: Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg, 49/50, 159-198.
- WESTRICH, P. (1990): Die Wildbienen Baden-Württembergs. – 2. Aufl. (2 Bände: Allgemeiner Teil und Spezieller Teil), Ulmer Verlag, Stuttgart.
- WIESBAUER, H. & MAZZUCCO, K. (1995): Hohlwege in Niederösterreich. – Fachberichte des NÖ Landschaftsfonds, 3/95.
- WIESBAUER, H. & MAZZUCCO, K. (1999): Sandlebensräume in Österreich und ihre Bedeutung für Stechimmen. – Umweltbundesamt, Bd. 56, Wien.

Nutzungskonflikte und die Raumordnung als Schiedsrichter

Ernst TRINGL & Michael MAXIAN

Einleitung

Die Raumordnung (RO) ist nicht vermehrbar und eine konkrete Fläche ist meist für mehrere Nutzungsformen geeignet. Daraus entstehen Nutzungskonflikte und der Ruf nach einem Schiedsrichter.

Die Schiedsrichterrolle der Raumordnung unterscheidet sich aber wesentlich vom Schiedsrichter auf dem Fußballfeld: Die RO agiert nicht erst im Anlassfall, sondern will durch die Planung eines möglichst optimalen Nutzungsmusters vorsorglich verhindern, dass Nutzungskonflikte entstehen. In dieser Hinsicht folgt die RO vor allem zwei Planungsgrundsätzen:

Die einzelnen Nutzungen sollen den jeweils bestgeeigneten Standorten zugeordnet und störende Nutzungen sollen auseinander gehalten werden.

Diese Optimierung der Nutzungsansprüche ist in der Theorie einfach, aber in der Praxis schwierig, weil jeder Nutzer aus seiner Perspektive eine andere Vorstellung darüber hat, was optimal ist. Auch die Ziele, die das Raumordnungsgesetz für die räumliche Zukunftsplanung vorgibt, sind naturgemäß widersprüchlich und enthalten die schonende Verwendung natürlicher Ressourcen genauso wie die Sicherung mineralischer Rohstoffe.

Um die Nutzungsmuster verbindlich zu machen, müssen die Planungen verordnet werden. Raumordnung braucht daher auch eine rechtliche Basis. Diese ist recht kompliziert und sieht in Österreich folgendermaßen aus:

Raumordnung ist grundsätzlich Landessache, weshalb jedes Bundesland sein eigenes Raumordnungsgesetz hat, mit dem die „Spielregeln“ für die Raumordnung auf örtlicher und überörtlicher Ebene vorgegeben werden. Örtliche Raumordnung bedeutet Gemeindeplanung und fällt in den autonomen Entscheidungsbereich der Gemeinden (wobei allerdings das Land als Aufsichtsbehörde eine Kontrollfunktion besitzt). Überörtliche Raumordnung bedeutet Regional- oder Landesplanung und wird durch das Land betrieben.

In die Gemeinde- und Landeskompentenz fällt alles, was nicht ausdrücklich der Bundeskompetenz unterliegt. Eine rechtsverbindliche Bundesraumordnung gibt es in Österreich nicht, sehr wohl besitzt aber der Bund die Kompetenz für etliche Sachbereiche, die weit reichende Auswirkungen auf Raumstrukturen entfalten können (wie z.B. Bergrecht, Wasserrecht, hochrangige Verkehrsinfrastruktur). Bei der Planung ergibt sich daher eine hierarchische Gliederung, die von Gemeinde über Land, Bund bis letztlich zur EU hinaufreicht und nach der einfachen Formel funktioniert: oben sticht unten. Weil man sich aber nicht nur gegenseitig stechen will, gibt es natürlich unter den Gebietskörperschaften auch einen informellen Interessensaustausch. Die Raumordnung versucht daher auch jenseits der eigenen Durchsetzbarkeit koordinierend tätig zu sein.

§ 212 des Mineralrohstoffgesetzes räumt der Raumordnung ein Entscheidungsrecht nur bei obertägigen Gewinnen grundeigener mineralischer Rohstoffe ein. Das ist aber flächenmäßig der überwiegende Teil der Abbaugebiete. Wenn im Folgenden vom Abbau die Rede ist, ist daher der oberirdische Abbau dieser grundeigenen Rohstoffe gemeint.

Überörtliche Raumordnung und Materialgewinnung

In Niederösterreich gibt es für etwa die Hälfte des Landesgebietes regionale Raumordnungsprogramme, die u.a. auch Eignungszonen für die Materialgewinnung enthalten. Diese Zonen sind unterteilt nach erweiterungsfähigen und nicht erweiterungsfähigen Standorten. Mit diesen Eignungszonen werden die betroffenen Flächen für den Abbau reserviert: Die Gemeinde darf in diesen Gebieten keine Flächenwidmungen festlegen, welche den Abbau der hier vorkommenden mineralischen Rohstoffe verhindern oder erschweren könnten. Umgekehrt sollten ursprünglich Widmungen für die Materialgewinnung und damit letztlich auch der Abbau des Materials nur in diesen Zonen zulässig sein. Das lässt sich mit den Instrumenten der Raumordnung natürlich nur dort erzwingen, wo der Abbau nicht dem Bundesrecht unterliegt, weil das Bergrecht an keine Flächenwidmung gebunden ist. Mit dem Umstieg vom Berggesetz auf das Mineralrohstoffgesetz im Jahre 1999 hat der Bund seine Zuständigkeit im Bereich der Materialgewinnung wesentlich ausgeweitet, wodurch fast alle Materialgewinnungsstätten nun dem Bundesrecht unterliegen. Zum Ausgleich hat sich der Bund im Mineralrohstoffgesetz verpflichtet, die schon bestehenden Regelungen der überörtlichen Raumordnung zu respektieren: Flächen, auf denen der Materialabbau am 1. 1. 1999 schon unzulässig war, können auch bergrechtlich nicht zum Abbau freigegeben werden.

Für Niederösterreich ergab sich damals folgende Situation: Wenn die Raumordnung außerhalb der bestehenden regionalen Raumordnungsprogramme die Materialgewinnung regeln will, muss das Land noch vor Inkrafttreten des Mineralrohstoffgesetzes durch ein passendes Raumordnungsinstrument die Lücke schließen. Ende 1998 hat die Landesregierung daher ein „Sektorales Raumordnungsprogramm für die Gewinnung grundeigener mineralischer Rohstoffe“ verordnet. Es enthält „Verbotzonen“ für die Materialgewinnung, aber auch Ausnahmemöglichkeiten: Unter bestimmten Voraussetzungen ist auch in „Verbotzonen“ die Flächenwidmung von Materialgewinnungsstätten zulässig und wird damit das Abbauverbot aufgehoben. Außerdem lassen sich regionale Raumordnungsprogramme auch überarbeiten und dabei bei Bedarf zusätzliche Eignungszonen einbringen.

Nach dem NÖ Raumordnungsgesetz ist in der überörtlichen Raumordnung der Materialabbau auf den mittelfristigen Bedarf, auf die ökologischen Grundlagen und die anderen Nutzungsansprüche abzustimmen. Die Raumplanung hat daher eine qualitative und eine zeitliche Dimension.

Örtliche Raumordnung und Materialgewinnung

Das Raumordnungsinstrument für die Gemeindeentwicklung ist in Niederösterreich das örtliche Raumordnungsprogramm; es enthält zwei Pläne: das örtliche Entwicklungskonzept und den Flächenwidmungsplan. Der Flächenwidmungsplan ist zweifellos das Herzstück der örtlichen Raumordnung und ist bindend im Bauverfahren sowie in Verfahren, die ausdrücklich auf die Flächenwidmung Bezug nehmen (z.B. § 82 des Mineralrohstoffgesetzes). Der Flächenwidmungsplan teilt jeder Fläche eine durch das Raumordnungsgesetz typisierte Nutzung in Form einer Widmung zu (Bauland-Wohngebiet, Grünland-Materialgewinnungsstätte etc.). Zusätzlich zu den Widmungen werden auch Kenntlichmachungen eingetragen, das sind Festlegungen übergeordneter Behörden (z.B. Bergbaugebiete).

Aufgrund der schon geschilderten Rechtslage ist in Niederösterreich nicht in jedem Fall eine Flächenwidmung für den Materialabbau nötig: *ohne* spezielle Flächenwidmung ist der Materialabbau in Eignungszonen regionaler Raumordnungsprogramme sowie außerhalb der „Verbotzonen“ des sektoralen Raumordnungsprogrammes zulässig. In den übrigen Bereichen ist der Abbau generell verboten, sofern ihn nicht die Gemeinde durch die Festlegung einer Flächenwidmung erlaubt. In diesen Fällen wird die Gemeinde zum Zünglein an der Waage.

Der Schiedsrichterrolle entsprechend geht es aber beim Flächenwidmungsplan nicht nur um Widmung oder Nichtwidmung von Abbaugebieten, sondern auch um die Abstimmung der übrigen Flächenwidmungen auf bestehende oder geplante Abbaugebiete. Das betrifft zunächst die umliegenden Bereiche: Dass beim Abbau gem. § 82 des Mineralrohstoffgesetzes Mindestabstände zu bestimmten Flächenwidmungen einzuhalten sind, löst das Problem nur teilweise. Es könnten ja dann später diese Nutzungen herandrücken. Außerdem kann es aus vielen Gründen sinnvoll sein, sich nicht auf die *Mindestwerte* zu beschränken.

Die Auswirkungen eines Abbaugebietes gehen meist über das unmittelbare Umfeld hinaus. Vor allem der Abtransport des gewonnenen Materials durch Lastkraftwagen wird von den Anrainern oft belastender empfunden als die Abbautätigkeit selbst. Die Freihaltung dieser Zufahrtsstrecke vor sensiblen Nutzungen wäre daher ebenfalls ein wichtiges Anliegen bei der Flächenwidmung.

Was die Gemeinden bei Abbaugebieten auch unbedingt interessieren muss, ist die Nachnutzung. Die Frage, was nach Abschluss des Abbaus mit dem Gebiet geschehen soll bzw. überhaupt realistisch geschehen kann, muss ja schon zu Beginn der Flächenwidmung geklärt sein. Das NÖ Raumordnungsgesetz verlangt, dass bei der Widmung einer Fläche als Materialgewinnungsstätte auch die Folgewidmungsart auszuweisen ist (§ 19 Abs. 3). Aufgelassene Steinbrüche als Opernkulisse, ehemalige Tongruben als Betriebsgebiete und dgl. werden immer nur die Ausnahme sein können, weil solche Einrichtungen einerseits ein spezielles Anforderungsprofil haben, das nicht jeder Standort aufweist, und weil andererseits auch der Bedarf danach begrenzt ist. Es gibt hektarweise aufgeschlossene Betriebsgebiete, die schon Jahrzehnte vergeblich auf Nutzer warten.

Schlussbemerkung

Was die Raumordnung auch noch vom Schiedsrichter am Spielfeld unterscheidet, ist der Umstand, nie fertig zu werden. Raumordnung ist eine permanente Abstimmungsaufgabe mit wechselnden politischen Verantwortungsträgern und wechselnden Randbedingungen. Auch die Verfügbarkeit von Grund und Boden und damit die Realisierung der von der Raumordnung entworfenen Ordnungsmuster entziehen sich weitgehend der Planung und erfordern immer wieder Anpassungen der Planinstrumente. Mit der Raumordnung wird man nicht beliebt: der Vorteil gilt als selbstverständlich, Einschränkungen führen zu Empörung bei den Betroffenen. Damit muss ein Schiedsrichter zu leben lernen.

Geologie und Weinbau: eine Annäherung

Maria HEINRICH & Thomas HOFMANN

Die Anknüpfung zum Generalthema der Tagung ergibt sich vor allem durch den Löss, das flächenmäßig weitaus bedeutendste Weinbaugestein Niederösterreichs. Insbesondere für den Grünen Veltliner ist Löss traditionell das Substrat schlechthin, mit ausgewogenem Nährstoffangebot und guter Wasser- und Wärmespeicherung. Das bedeutet aber keineswegs uniforme geologische Bedingungen für die beliebte Sorte, denn der Löss zeigt als äolisches Sediment neben der Fernkomponente durch die Windverfrachtung auch immer ein bisschen lokale Beeinflussung. Dadurch variieren Korngrößenverteilung und mineralogische Zusammensetzung in gewissen Grenzen, abgesehen von den Unterschieden, die sich durch das Alter des Lösses, durch Verlehmung oder Bodenfließen oder durch Einschaltung alter Bodenbildungen und Kieslagen ergeben. Neben Löss ist wohl „Urgestein“ der unter Niederösterreichs Weinliebhabern und Weinbauern zweitwichtigste und weithin bekannte geologische Begriff. Er soll durch selteneres Vorkommen etwas Besonderes zum Ausdruck bringen, ev. gar etwas Nobleres gegenüber dem weit verbreiteten, manchmal als etwas gewöhnlich erachteten Löss. Aber wie andere Vorurteile ist auch die Bezeichnung Urgestein eher verschleiern als erhellen, denn Geologen wissen, welche unterschiedlichen Gesteine sich hinter dem Begriff verbergen: Granite, Granulite, Gneise, Marmore, Amphibolite, Schiefer und Quarzite. Dabei handelt es sich um kristalline Gesteine mit durchaus unterschiedlichem Gefüge und Mineralbestand, was anderes Verwitterungsverhalten, differente Bodenbildung und unterschiedliche Nährstoffangebote bedingt.

Die Begriffe Löss und Urgestein sollen im Vortrag dafür stehen, dass

- die Geologie durchaus einiges zur Stärke des österreichischen Weinbaus, nämlich Vielfalt und individuelle Identitäten auf Grund regionaler und kleinräumiger Unterschiede, beizutragen hat,
- sie dafür aber erst ihre Wissenschaft in verständliche Worte und Bilder kleiden muss,
- sie das überlieferte und praktische Wissen der Winzerschaft und deren Bedürfnisse annehmen muss, um die Anwendung der Geologie auf das Gebiet des Weinbaus erfolgreich zu profilieren
- und sie wissenschaftlich nachvollziehbaren Wirkungen naturräumlicher und gesteinsbedingter Unterschiede auf den Wein nur gemeinsam mit der Praxis und anderen Forschungsdisziplinen auf die Spur kommen kann.

An der Geologischen Bundesanstalt werden seit Mitte der 1990er Jahre gezielt Untersuchungen in Weingärten und Weinbaugebieten gemacht und seither wird versucht, die angewandte Sparte der „Weinbaugeologie“ zu entwickeln und verstärkt Öffentlichkeitsarbeit im Weinbaumilieu zu leisten. Die Anfänge gehen auf das Projekt „Geogenes Naturraumpotential Horn – Hollabrunn“ und die Kontakte zu Prof. Claude Sittler (Universität Strasbourg) und Mag. Willi Bründlmayer (Langenlois) zurück; die Ergebnisse wurden bei der Arbeitstagung der Geologischen Bundesanstalt 1999 in Retz präsentiert. Seither wurde eine Reihe von Vorträgen gehalten, Exkursionen geführt, geologische Karten spezifisch zusammengefasst, lithologisch attribuiert und mit erweiterten und bebilderten Legenden ausgestattet, Detailkartierungen der Deckschichten durchgeführt, zahlreiche Schurfe beschrieben und Gesteinsproben analysiert, historische Karten aufgearbeitet, internationale Kongresse besucht, Poster präsentiert und ausländische Experten zu Vortragsveranstaltungen eingeladen, die Broschüre „Geologie & Weinviertel“ gemeinsam mit dem Weinkomitee Weinviertel im Jahr 2004 herausgegeben, mehrere Pressegespräche geführt und ein Fernsehauftritt absolviert. Aber erst im Spätherbst 2008 ist es mit Beginn des 3-jährigen Projektes „Darstellung der naturräumlichen Gegebenheiten und interdisziplinäre Erfassung der weinbaulichen Funktionen im Weinbaugebiet Carnuntum“ gelungen, einen großen Schritt aus dem fachlichen Rahmen der Geologie i.w.S. in Richtung eines vernetzten, multidisziplinären Forschungsansatzes (vgl. Abbildung 1) zu machen.

Das Projekt läuft mit Unterstützung von Bund, Land und Europäischer Union im Rahmen der Leader Region Auland Carnuntum und ist vorerst auf die Charakterisierung von naturräumlichen Standorttypen durch Erfassung von

- lokalklimatischen Situationen
- Bodentypen
- bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften
- Wasserhaushalt in Böden und Untergrund
- Nährstoffangebot in Böden und Untergrund
- geologischen Einheiten und Gesteinsarten

und die Erstellung entsprechender thematischer Kartenwerke im Maßstab 1:25.000 als Grundlage für angepasste weinbauliche Maßnahmen fokussiert.

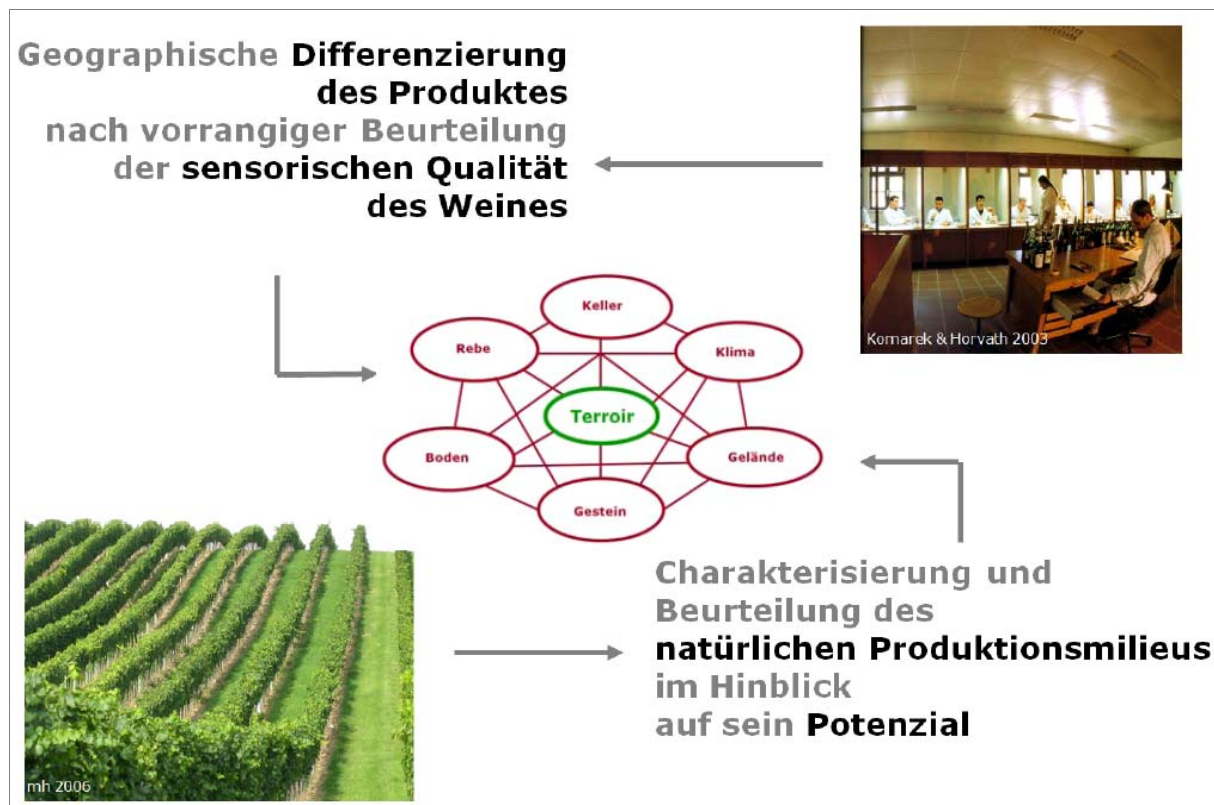


Abb. 1: Zwei von vielen Ansätzen zur Erforschung der komplexen Zusammenhänge und Wechselwirkungen im Rahmen von Terroiruntersuchungen.

Die Anbindung der naturräumlichen Fragestellungen und Ergebnisse an die Themenkreise Biologie der Reben, Unterlagen- und Sortenvielfalt sowie Weinanalytik und Weinsensorik als weiterer Schritt in Richtung Terroirforschung bleibt einer gewünschten Fortsetzung des Projektes vorbehalten.

Literatur

- DÄHNHARD, W. (1995): Atlas der österreichischen Weine Lagen, Produzenten, Weinstraßen. – Hallwag, 239 S., ill., Bern – Stuttgart.
- HEINRICH, M., PIRKL, H. & WIMMER, G. (1999): Geologie und Weinbau. – In: ROETZEL, R. (Red.): Arbeitstagung 1999 Retz – Hollabrunn, Retz 3.–7. Mai 1999, Geol. B.-A., 159–165, 3 Tab., 1 Abb., Wien.
- HEINRICH, M., HOFMANN, Th. & ROETZEL, R. (2004): Geologie & Weinviertel. – Geologische Bundesanstalt & Weinkomitee Weinviertel, 35 S., ill., 1 geol. Übersichtskarte, Wien.
- HOFMANN, Th. & SCHÖNLAUB, H.P. (Hrsg., 2007): Geo-Atlas Österreich. Die Vielfalt des geologischen Untergrundes. – Böhlau Verlag, Wien.
- KOMAREK, A. & HORVATH, M. (2003): Niederösterreich. Land der Vielfalt. – 2. Aufl., Niederösterreichisches Pressehaus, 192 S., ill., St. Pölten – Wien – Linz.
- SITTLER, C. (1995): „Wein auf Stein“ oder „Vom Stein zum Wein“ Beziehungen von Rebsorte zu Gesteinslage und Wein-Eigenart im Gebiet Barr-Andlau (Elsaß, Frankreich) (Exkursion J am 21. April 1995). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., NF 77, 223–240, 5 Abb., 3 Tab., Stuttgart.
- WILSON, J.E. (1998): Terroir Schlüssel zum Wein. Boden, Klima und Kultur im französischen Weinbau. – Hallwag AG, 336 S., ill., Bern – Stuttgart 1999 (engl. Originalausgabe: Octopus Publishing Group Ltd., Univ. of California Press, Los Angeles – London).

Gewölbebau in Weinkellern

Georg SAMEK

*„Der Keller macht den Wein“
(Sprichwort)*

Vier Faktoren sind ausschlaggebend für das Reifen eines Weines:

- Temperatur
- Feuchtigkeit
- Reinheit der Luft
- Lichtverhältnisse

Temperatur

Die Kellertemperatur ist für die Lagerung des Weines von großer Bedeutung. Negativ wirken sich extreme Temperaturen und Temperaturschwankungen aus. Die Temperatur sollte zwischen 10°C und 14°C betragen, dabei kann der Wein gut altern und seine Eigenschaften entfalten.

Feuchtigkeit

Ideal ist eine Luftfeuchtigkeit von ca. 70 %. Ist die Luftfeuchtigkeit zu niedrig, trocknen die Korken aus und werden brüchig. Zu hohe Feuchtigkeit fördert die Schimmelbildung.

Die Ziegel des Gewölbes können aufgrund der hygroskopischen (Griech. *Hygrós* „feucht, nass“; Eigenschaft, Feuchtigkeit aus der Umgebung zu binden) Eigenschaft ein Zuviel an Feuchtigkeit aufnehmen und diese wieder abgeben.

Belüftung

Eine natürliche Belüftung ist wichtig, damit die Luft im Weinkeller nicht abgestanden und muffelig ist, da der Wein durch den Korken „atmet“ und so Fremdgerüche aufnimmt. Die Belüftung erfolgt mittels Dampfrohren. Im Gewölbe kann die Raumluft frei zirkulieren, da es keine Ecken und Kanten (Lüftungstau) gibt.

Dunkelheit

Da Licht zu einer schnelleren Alterung des Weines führt, sind dunkle Keller für den Wein am besten. Je nach Farbe des Flaschenglases ist der Einfluss größer oder kleiner.

Gewölbe

Das *Tonnengewölbe* (Abb. 1) ist die am weitesten verbreitete Form des Gewölbes. Es entsteht, wenn man über einen rechteckigen Grundriss über dessen kurze Seite einen Bogen spannt und ihn in Längsrichtung ausdehnt.

Ein *Kreuzgratgewölbe* entsteht, wenn sich zwei Tonnengewölbe mit gleicher Kämpfer- und Scheitelhöhe im rechten Winkel kreuzen und durchdringen. An den Schnittstellen entstehen so genannte Grate, daher auch der Name Kreuzgratgewölbe. In diesen Graten oder auch Gratlinien sammelt sich der Gewölbedruck und fließt von dort zu den Auflagerpunkten.

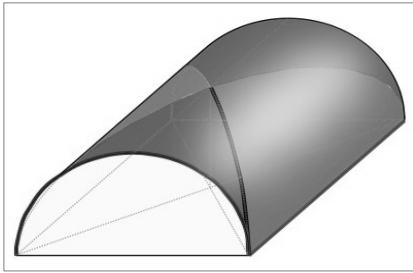


Abb. 1: Tonnengewölbe.

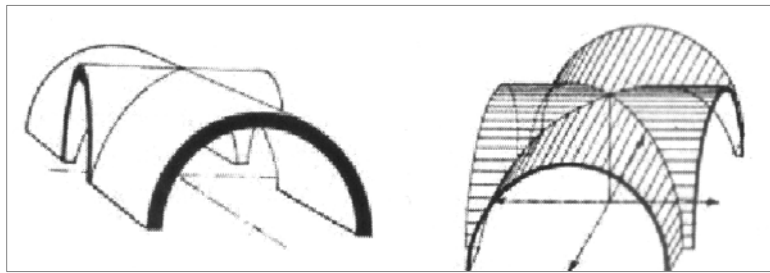


Abb. 2: Kreuzgratgewölbe.

Statik

Der Verlauf der Druckkräfte wird als Stützlinie bezeichnet. Fällt die Stützlinie mit der Schwerlinie des Bogens zusammen, entstehen keine Exzentrizitäten bzw. Momente und damit keine klaffenden Fugen ($M = 0$, $Q = 0$).

Die Form der Stützlinie ist lastabhängig, für jede unterschiedliche Belastung gibt es eine andere Stützlinie.

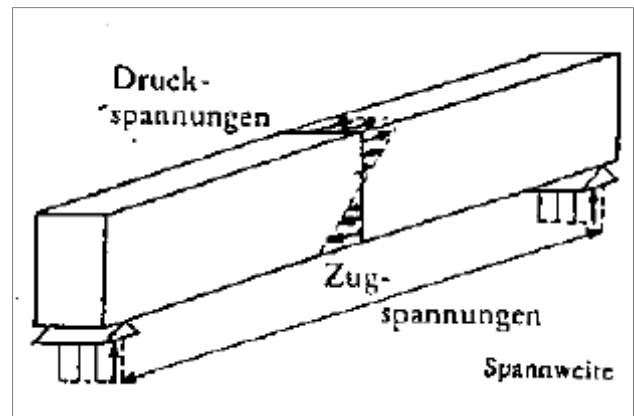
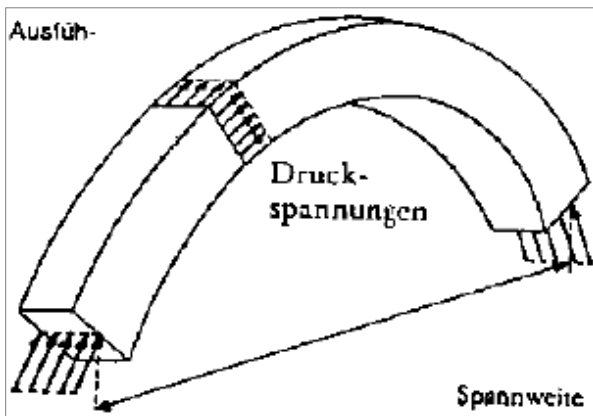


Abb. 3: Spannungsverhältnisse bei Balken und Bogen.

Bögen sind unter unsymmetrischer Belastung sehr anfällig und bruchgefährdet, weil die Stützlinie sehr schnell aus dem Bogenquerschnitt herauslaufen kann.

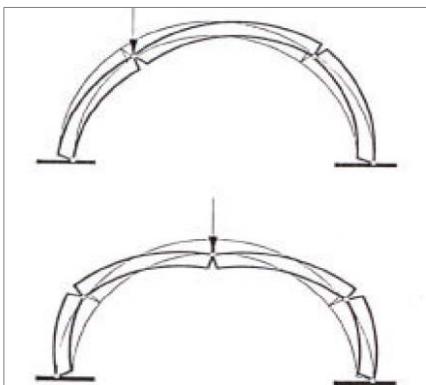


Abb. 4: Unsymmetrische Belastung.

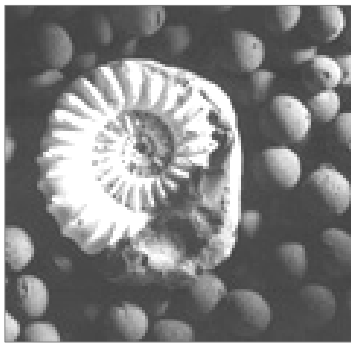
Liapor – Blähton: Eigenschaften und vielseitige Anwendung in Wohnbau, Grünbereich und Geotechnik

Helmut BUHL & Necmi OKUMUS

Wohnen und Leben in einer natürlichen Umgebung, weitestgehend naturbelassene Materialien und Baustoffe sind ein Zeichen für ein verändertes Bewusstsein. Baustoffe aus Liapor erfüllen alle Ansprüche an zeitgemäße Wohnhygiene und baubiologisch gesundes Wohnen.

Dies wird auch durch die Verleihung vom Prüfsiegel des Österreichischen Institutes für Bau- biologie und -ökologie ausgedrückt.

Herstellung



Für die Herstellung von Blähton werden im Tagebau spezielle Rohtone gewonnen, die reich an organischen Bestandteilen sind. Diese Tone (z.B. marine Tertiärtone oder Tone aus dem Lias und Dogger) werden landschaftsschonend und flächensparend abgebaut und entsprechend aufbereitet.

Vor dem Brennen wird der meist plastische Ton auf Halden homogenisiert und zwischengelagert.

Danach erfolgt die weitere Aufbereitung des Materials in Zerkleinerungs- und Homogenisierungsaggregaten. Anschließend wird der Ton dem Ofensystem zugeführt.

Im Feuer geboren

Die Natürlichkeit bleibt auch bei der Weiterverarbeitung zu Liapor-Tonkugeln gewahrt. Denn das entscheidende Element im Herstellungsprozess ist das Feuer. Nach sorgfältiger Aufbereitung wird der Roh-ton bei circa 1.200 °C im Drehrohrföfen gebrannt. Dabei verbrennen die gleichmäßig und fein verteilten organischen Bestandteile des Tons. Die Kugeln blähen sich auf und es entsteht luftporendurchsetzter, keramischer Liapor-Blähton.

Leicht und druckfest

Dank der natürlichen Bläh-Eigenschaften des Rohstoffs und eines optimierten Produktionsverfahrens entstehen aus einem Kubikmeter Ton bis zu fünf Kubikmeter Liapor-Tonkugeln – diese effiziente Rohstoffausnutzung bildet einen wichtigen ökologischen Aspekt. Liapor besitzt eine ideale Kornform: Die Oberfläche ist mäßig rau und geschlossen. Im Inneren findet sich eine gleichmäßige, feine Porenstruktur. Bei geringem Gewicht verfügt Liapor über eine optimale Kornfestigkeit und damit beste Voraussetzungen für einen guten Baustoff.

Schonend mit der Natur umgehen

Dieser Aufgabe stellt sich Liapor von Anfang an. Dabei ist die Einhaltung der landestypischen Normen eine Selbstverständlichkeit. Die Rekultivierung abgebauter Flächen entspricht den neuesten Erkenntnissen und Vorschriften. Die Natur erhält ihre Leihgabe in ökologisch sinnvoller Form zurück. Wenig Roh-ton ergibt viel Baustoff – ist eine überzeugende Formel, die Abbaufächen schont. Mit aufwendigen Produktionsverfahren über Rauchgasreinigungen bis hin zu problemlos recycelbaren fertigen Bauprodukten schließt sich der Kreis eines umweltbewussten und zukunftssicheren Baustoffes.

Eigenschaften



Liapor ist ein leistungsfähiger Baustoff mit außerordentlichen bauphysikalischen Eigenschaften. Die feinporigen, leichten Liapor-Tonkugeln reagieren zudem unempfindlich auf äußere Einflüsse.

Wärmedämmend, wärmespeichernd, schalldämmend

Mit ihrer Porenstruktur wirkt die Liapor-Kugel hochwärmedämmend und wärmespeichernd zugleich. Das luftporendurchsetzte Innenleben schluckt außerdem Schall. Die Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen und wieder abzugeben, reguliert die Luftfeuchtigkeit und sorgt so zusätzlich für ein angenehmes Raumklima.

Feuerbeständig, trocken, frostsicher

Als nicht brennbarer Baustoff nach ÖNORM B 3806(DIN 4102) gehört Liapor der höchsten Brandklasse A1 an und besitzt eine Temperaturbeständigkeit von über 1.100 °C. Jede Liapor-Kugel ist von einer schützenden Klinkerhaut umgeben, die Poren im Inneren sind in sich geschlossen. Damit kann sich in der Kugel keine Feuchtigkeit verteilen. Dieser nicht kapillare Aufbau macht Liapor zugleich frostunempfindlich.

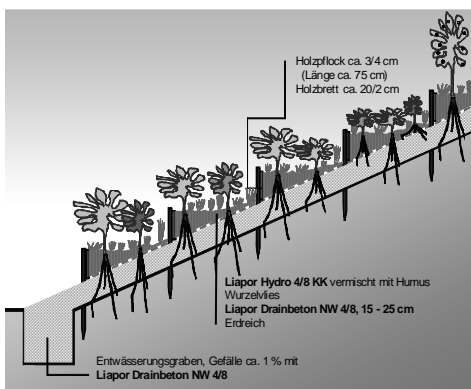
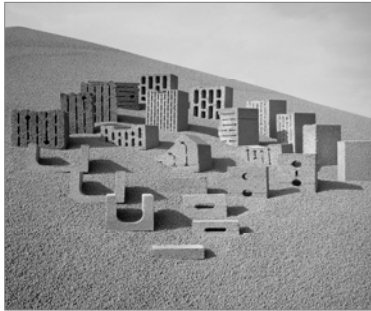
Widerstandsfähig, formstabil

Liapor ist mechanisch sowie chemisch beständig. Weder Säuren noch Laugen greifen den Blähton an. Liapor verhält sich im Wasser neutral, es ist geruchsfrei, schimmelt und verrottet nicht. Eine weitere besondere Eigenschaft: die Formstabilität. Liapor staucht sich nachträglich nicht zusammen. Ein Kubikmeter Liapor füllt somit dauerhaft einen Hohlraum von genau einem Kubikmeter aus.

Vielfältige Anwendungen

Anwendungen am Bau (Siehe Seite 47)

- Mauersteine
- Fertigteile
- Kaminmantelsteine
- Lärmschutzwände
- Transportbetone
- Putz- und Mauermörtel
- Straßenbau und Geotechnik
- Ausgleichs- bzw. Drainbetone
- Leichtestriche
- Trockenschüttungen



Anwendungen im Grünbereich, Baubegrünung, Landschaftsgestaltung, Filtertechnik usw.

- Hydrokultur
- Dachbegrünung
- Bodenverbesserung
- Trägermaterial für Düngemittel
- Filtertechnik
- Abwassertechnik
- Winterstreu Korn



Die Verwendung von Ton in der Ziegelindustrie – Das Unternehmen Wienerberger

Wolfgang GAGGL

Für die Ziegelherstellung stellen **plastische Tone** die wesentliche Rohstoffkomponente dar. Häufig wird der Ton mit Sand und/oder Schlacke bzw. Asche gemagert, wobei Letztere zu meist aus kalorischen Kraftwerken stammen.

Neben Ton und Magerung spielen **Porosierungsstoffe** im Hintermauerbereich eine wesentliche Rolle als Energielieferant beim Brennprozess, zur problemloseren Trocknung und zur Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften.

Als Porosierung werden in erster Linie Sägespäne, Papierfangstoff und Polystyrol eingesetzt.

Wegen anderer Verwertungswege – z.B. Sägespäne als Rohstoff für Heizpellets – kommen auch alternative Porosierungsstoffe wie Stroh, Sonnenblumenschalen, Reisschalen, Maisabfallstoffe und Getreidespelzen zunehmend in Betracht.

Als **energetische Zusätze** in einer Größenordnung von ein bis zwei Masseprozent werden häufig Kohle oder Petrolkoks eingesetzt.

Bei der Abpufferung von zu hohen Wassergehalten kann bei der Extrusion **Kalkhydrat** in wenigen Zehntelprozent eingesetzt werden.

Im Vormauerbereich spielen in geringen Prozentsätzen auch **andere Zumischungen** wie Eisenoxid, Manganoxid, Chromit oder Titanoxid als Farbpigmente, Verflüssigungsmittel, wie z.B. Ligninsulfonate und Bariumkarbonat zur Vermeidung von Trockenausblühungen eine Rolle.

Tone beinhalten oftmals Verunreinigungen, die vor allem für Vormauer- und Dachprodukte eine wesentliche Einschränkung darstellen können.

Zu diesen Verunreinigungen zählen:

- **Grobkalk** in Form von Kalkstein, Lösskindln und seltener Fossilien, wie z.B. Muschelschalen, die Absprengungen verursachen können.
- **Organische Beimengungen** wie Kohle, Holz und Wurzelreste, die Absprengungen und Probleme bei der Extrusion im Mundstück bewirken können.
- **Kies, Schotter und Steine**, die mit einem erhöhten Aufbereitungsaufwand bzw. Verschleiß verbunden sind.
- **Schwefelminerale** wie Gips und Pyrit, die einerseits umweltrelevant sind (Notwendigkeit der Rauchgasreinigung) und andererseits zu Salzausblühungen führen sowie
- **andere Salze** wie Steinsalz, das im Trockner-Ofen-Verbund Korrosion bewirkt.

Bei der **Beurteilung der Rohstoffeignung** sind für die Praxis nur einige wenige Parameter ausschlaggebend:

- **Farbe und Fingerprobe** als Unterscheidungsmerkmal im Feld und bei der Erstbeurteilung z.B. von Bohrproben.
- Die **Korngröße** als relativ schnelle und einfache Ordnungsgröße (Winklerdiagramm).
- Die **chemische und mineralogische Zusammensetzung**, die meist nur in Teilbereichen und für einige wenige Proben untersucht wird sowie
- als entscheidende Größe die **keramtechnische Eignungsprüfung**; dazu zählen die Schwindung, die Rohdichte und die Festigkeit von grünen und gebrannten Prüflingen im Labormaßstab.

Hinsichtlich der **Mineralogie** ist für die Grobkeramik eine Unterteilung in wenige Hauptgruppen ausreichend:

Illitische Tone

Die relativ alten Tone dieser Gruppe sind häufig verfestigt (Schiefertone). Im Unternehmen Wienerberger werden illitische Tone z.B. in England und Polen für Vormauerzwecke verarbeitet. In abgeschwächter Form zählen auch die Tone des Wiener Beckens, die z.B. in Hannersdorf eingesetzt werden, dazu.

Kaolinitische Tone

Diese sind bei Vorliegen geringer Eisengehalte hell- bis weißbrennend und zeichnen sich durch geringe Trockenbruchfestigkeiten und eine gute Feuerstandfestigkeit aus. Kaolinitische Tone sind gesuchte Rohstoffe im Vormauerbereich.

Smektitische Tone

Smektit ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Dreischichttonmineralen, die typisch für junge Tone sind. Smektitische Tone zeichnen sich aus durch starke Rissanfälligkeit beim Trocknen sowie hohe Festigkeiten und Schwindungen.

Daneben werden fallweise auch **mergelige Tone** mit Kalkgehalten bis zu etwa 25 % verarbeitet.

In Einzelfällen – beispielsweise in Nordfrankreich – wird Hintermauerware auch aus dem hochenergetischen **Abraum von Kohlebergbau** erbrannt.

Die Verarbeitungseigenschaften des Rohstoffs in der Ziegelei beruhen wesentlich auf der **Mineralogie und Ausbildung der Tonminerale**:

- Fast alle Tonminerale sind **plättchenförmig**. Dies beeinflusst sehr stark die Bildsamkeit und z.B. die Ausbildung von Fließtexturen bei der Extrusion.
- Vor allem Smektit zeigt auch ungebrannt eine **deutliche Wasseraufnahme und -abgabe**, was eine wesentliche Ursache für seine starke Trocknungsempfindlichkeit ist.
- Die Art der Tonminerale, der Gehalt an Flussmitteln (d.h. in erster Linie das verfügbare Natrium und Kalium) sowie der Kalkanteil beeinflussen wesentlich die **Umwandlungsreaktionen** und die **Schmelzenbildung**. Letztere ist die Ursache für die keramische Bindung des Werkstoffs.

Neben dem Rohstoff und der Mischung ist die Verarbeitungstechnik von ausschlaggebender Bedeutung bei der Ziegelherstellung.

Ungebrannte Lehmziegel sind seit ca. 12.000 Jahren bekannt, Gebrannte erst seit etwa 3000 v. Chr., während der Dachziegel eine Erfindung der Griechen um 800 v. Chr. am Peloponnes sein soll.

Darstellungen der Ziegelherstellung kennt man beispielsweise aus ägyptischen Gräbern um 1500 v. Chr.

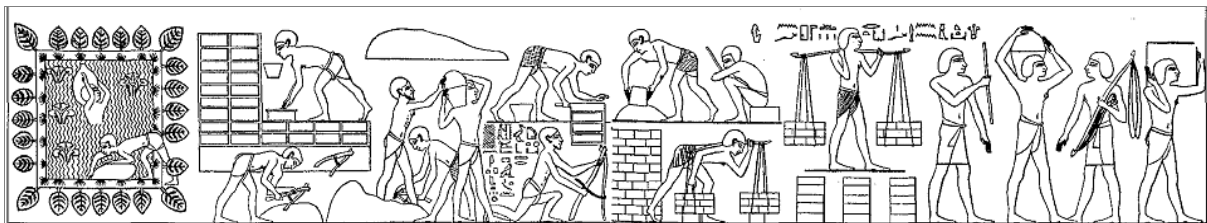


Abb. 1: Lehmziegel-Herstellung in Ägypten (Grab des Rechmirè um 1500 v.Chr.).

Die wesentlichen Arbeitsschritte der Tonentnahme, des Durcharbeitens und der Zugabe einer Porosierung bzw. Armierung (Stroh), des Streichens in die Form und der Freilufttrocknung blieben dabei über Jahrtausende weitgehend dieselben.

In unseren Breiten erfolgte der Abbau in der Grube häufig im Herbst, das sogenannte „Wintern“ bewirkte einen ersten Aufschluss des Tons, anschließend wurde der Ton bewässert („gesumpft“) und von Mensch oder Tier durchgetreten.

Der Ton für hochwertigere Produkte wie Dachziegel wurde zusätzlich am sogenannten „Hauetisch“ durchgedroschen.

Anschließend erfolgte die Formgebung am Streichtisch in Modeln, die von der „Sandlerin“ mit Sand bestrichen wurden und schließlich die Trocknung im Trockenschuppen oder im Freien.

Auch die Brenntechnik blieb mit Ausnahme einer Vielzahl von Bautypen für die Dach- und Spezialziegelherstellung bis in das 19. Jahrhundert im Wesentlichen dieselbe.

Für den Hintermauerziegel bedeutete dies die Anlage von Feldbrandöfen, die bis zu 500 000 Steine umfassen konnten wobei Brand und Kühlung mehrere Wochen benötigten.

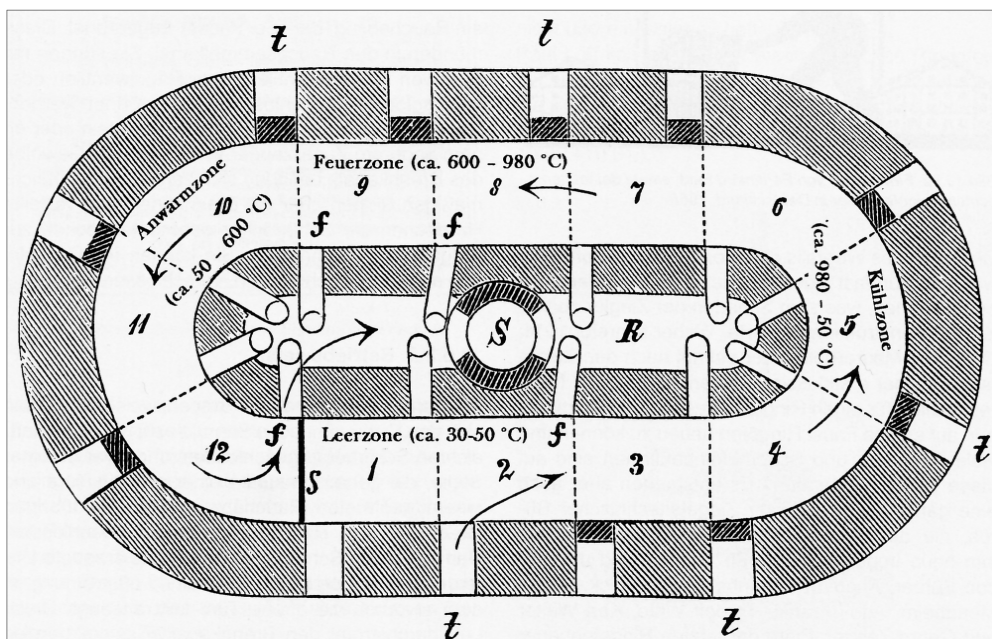


Abb. 2:
Prinzipische
Skizze des Hoffmannschen Ringofens.

Erst Mitte des 19. Jahrhunderts konnte mit dem Hoffmannschen Ringofen ein kontinuierlicher Brennvorgang im Industriemaßstab verwirklicht werden – bei einer Brennstoffersparnis gegenüber den periodischen Öfen von 60–70 %!

Verglichen mit der Vergangenheit erfolgt der Tonabbau heute maschinell, meist ohne Aufwitterung in der Grube und sofortigem Verbringen auf eine Mehrmonats- bis Jahreshalde.

Der typische Verarbeitungsweg für Hintermauerware besteht aus Kastenbeschickern für die Einzelkomponenten, einem Kollergang, meist zwei Walzwerken, zumeist (noch) einem Sumpfhaus für maximal einer Woche Verweilzeit, einem Dosierkastenbeschicker, einem Siebrundbeschicker und schließlich der Vakuum-Strangextrusion.

Die Trocknung wird in den neuen Werken meist im Durchlauf-Trockner in 5 bis 8 Stunden bewältigt.

Seit den 1950er Jahren hat sich für das Brennen der Grobkeramik der Tunnelofen durchgesetzt. In einem Fall – im Werk Haiding in Oberösterreich – ist in der Wienerberger ein Einlagentrockner bzw. -ofen im Einsatz; die Durchlaufzeit für Trocknen und Brennen beträgt in diesem Werk nur etwa 9 Stunden.

Zur Entwicklung des Produktionsprozesses in den letzten 50 Jahren siehe auch Tabelle 1.

	Ziegelindustrie um 1950	Ziegelindustrie um 2000
Trocknungsart und -zeit	Freilufttrocknung (mehrere Wochen)	Schnelltrockner (5 bis 8 Stunden)
Ofentyp und Brennzeit	Ringofen (4 bis 7 Tage)	Tunnelofen (14 bis 40 Stunden)
Werksleistung Mio. NF¹ / Jahr	2–5 Mio.	bis 200 Mio.
Mitarbeiter pro Mio. NF	30	0,25 (Daten 1994)

Tab. 1: Entwicklung des Produktionsprozesses in den letzten 50 Jahren.

Bei der Umsetzung technischer Innovationen in der Ziegelindustrie war Wienerberger immer eines der führenden Unternehmen.

Beispielsweise kaufte Wienerberger nur zwei Jahre nach der Erfindung des Ringofens das Patent und führte den Ringofen 1860 am Wienerberg ein.

Eine Innovation aus neuer Zeit ist der Wienerberger Durchlaufrockner mit Radialventilatoren, der in unseren Werken seit 2004 verwirklicht wird.

Die Wienerberger wurde von Alois Miesbach im Jahr 1819 gegründet. Dieser übernahm eine Ziegelei in der Nähe von Schönbrunn sowie die 1775 erbaute Ziegelei am Wienerberg.

Die Auslagerung der Ziegeleien aus dem Stadtzentrum ging auf Maria Theresia zurück, die um 1760 die Order gab, die Ziegeleien aus dem Weichbild der Stadt zu entfernen.

Manche Straßennamen, wie zum Beispiel Zieglergasse, Ziegelofengasse und Laimgrubengasse erinnern noch an diese Zeit.

Groß wurde Wienerberger unter dem Neffen von Alois Miesbach, Heinrich Drasche, der sehr an technischen Innovationen interessiert war. Er verkaufte das Unternehmen 1869 an eine Aktiengesellschaft – eine der ersten in Österreich – und widmete sich danach seinen Kohlegruben vor allem in Tschechien.



Abb. 3: Alois Miesbach
(1791–1857)

Heinrich Drasche
(1811–1880)

¹ Normalformat 250 x 120 x 65 mm, d.h. ein Volumensmaß von ca. 2 Liter.

Um 1850 stellten am Wienerberg in einem der weltweit größten Ziegelwerke 2900 Beschäftigte in 42 Öfen rund 65 Millionen Ziegel pro Jahr her, die aus 30 Bergwerken über den Wiener Neustädter Kanal mit Kohle versorgt wurden.

Alleine die Trockenschuppen waren mehr als 15 km lang und 300 Pferde wurden benötigt, um den Transport der Steine auf dem Fabrikgelände zu bewerkstelligen.

Um 1869 umfasste das Unternehmen 10 Werke in Österreich und Ungarn. Nach dem ersten Weltkrieg gingen die Werke in Kroatien, Ungarn und Böhmen verloren und der Zweite Weltkrieg endete mit der Zerstörung großer Teile der Produktionsstätten in Wien durch Bombenangriffe.

Im Jahr 1980 war das Unternehmen auf 18 Standorte in Ostösterreich beschränkt.

Die Expansion begann 1986 mit dem Zukauf der Oltmanns-Gruppe in Norddeutschland und sehr früh erfolgte ab 1989/90 auch der Sprung nach Osteuropa, beginnend mit Werken in Ungarn.

1994 war das Unternehmen bereits in 15 Ländern mit insgesamt 90 Werken vertreten.

Bis Ende 2008 expandierten die Wienerberger in insgesamt 26 Länder, darunter die USA, Russland und Indien mit insgesamt etwa 14.000 Mitarbeitern in 243 Werken.

Heute ist Wienerberger der größte Ziegelproduzent weltweit und die Nr. 1 bei Hintermauerziegeln, bei Vormauersteinen die Nr. 1 in Europa und Co-Leader in den USA, bei Tondachziegeln die Nr. 2 in Europa und bei Flächenbefestigung die Nr. 2 in Zentral-Osteuropa.



Abb. 4:
Logo der Wienerberger
zur Weltausstellung 1867.

Literatur

BENDER, W.: Vom Ziegelgott zum Industrieelektroniker. – Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn, 2004, ISBN 3-9807595-1-2.

BENDER, W. & HÄNDLE, F. (Hrsg.), Handbuch für die Ziegelindustrie. – Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin, 1982, ISBN 3-7625-1485-2.

Vision – Tradition 1819–1994, 175 Jahre Wienerberger Baustoffindustrie AG, Festschrift.

Moderner Lehmbau – Lehm in hocheffizienten Baukonzepten

Roland MEINGAST

Historische Basis des traditionellen Lehmbaus

Der historische Lehmbau war bis Mitte des 19. Jhdts auch in Mitteleuropa eine Massenbauweise, speziell im ländlichen Raum, wo die große Mehrheit der Bevölkerung lebte.

Nach 1850 verbilligte das neue Eisenbahnnetz die Energie in Form von Kohle und allgemein die Transportkosten für Güter radikal. Gebrannte (Lehm-)Ziegel wurden billiger, waren wasserfest und wesentlich druckfester als ungebrannter Lehm.

In der Gründerzeit bis 1900 verschwand daher der historische Lehmbau schnell, weil er der herrschenden Fortschrittsideologie des 19. Jhdts zutiefst widersprach und als Inbegriff des Rückständigen galt.

Ich vermute, das war der Hauptgrund, warum das traditionelle Bauen mit Lehm in der industriellen Revolution nicht industrialisiert wurde, sondern einfach unterging.

Historische Basis des modernen Lehmbaus

Der Anstoß für die Wiederentdeckung des Lehmbaus waren die Auseinandersetzungen um das Thema Umweltschutz ab 1975. Nirgends waren sie so breit und heftig wie im deutschsprachigen Raum und daher entstand ausgehend von diesem Teil Europas seither sogar ein nennenswerter kommerzieller Lehmbau als alternativer Gegenentwurf eines abfallfreien umweltverträglichen Bauens.

Es war ein völliger Neuanfang, denn der Lehmbau war praktisch seit 80 Jahren vergessen gewesen. Anfangs entstanden vereinzelt Lehmhäuser von Freaks, in monatelanger eigener Handarbeit buchstäblich aus dem Boden gestampft.

Bis in die frühen 1990er Jahre ging es dabei mehr um Gefühle und Ideen als um einen systematischen ökologischen und/oder wirtschaftlichen Denkansatz, es war ein symbolischer Widerstand, der quantitativ noch bedeutungslos war.

Die vielfältigen Qualitäten dieses Baumaterials sind aber z.T. bis heute mangels Finanzierung nicht ausreichend erforscht.

Konventioneller Bau im Vergleich zu effizienteren Baukonzepten mit Lehm

Der konventionelle Bausektor verschlingt über 40 % aller Primärenergie und produziert die größte Masse an Müll im Vergleich zu allen anderen Produktionssektoren der industrialisierten Welt.

Die Anwendungsbreite des modernen Lehmbaus geht von der fachgerechten Sanierung von historischen Altbauten bis zum hoch energieeffizienten Lehm-Passivhaus, das ohne konventionelle Heizung auskommt. Heute wird Lehm als schwere mineralische Komponente in vielen Variationen in mechanisierter Form in unterschiedlichste Baukonzepte eingebracht, zumeist aber nur als Innenputzlagen. Grundsätzlich können reine Lehmabaustoffe im Gegensatz zu allen anderen Baumaterialien unbeschränkt wieder verwendet werden.

Die innovativsten und effizientesten Lehm-Konzepte

Die innovativsten und effizientesten Konzepte sind Lehm-Anwendungen auf Passivhaus-Baustandard. Dazu gibt es zwei viel versprechende Entwicklungskonzepte:

Lasttragende, ungebrannte Lehmziegel

mit entsprechender Wärmedämmung als ökologische Weiterentwicklung des Massivbaus. (z.B. im F&E-Projekt „Lehm konkret“ der Wienerberger AG). Derzeit gibt es aber noch keine Anbieter am Markt.

Holzrahmen-Fertigteilkonstruktionen mit erheblichem Lehmanteil

z.B. als Prototyp das Lehm-Passiv-Bürohaus in Tattendorf nahe Baden bei Wien, aus dem „Haus der Zukunft“ F&E-Programm des bmvit.

Hier begann heuer mit der Gründung der Fa. Lopas AG die Serienfertigung von Lehm-Passivhäusern, aufbauend auf dem Prototyp in Tattendorf.

Dieses Bürogebäude ist praktisch zugleich eine begehbare Studie, die zeigt, dass man mit Lehm, Holz, Stroh und Glas statt mit Beton, Stahl, Polystyrol und Glas zeitgemäße Architektur bauen kann (Architekt: G. Reinberg Wien).

Höchste Energieeffizienz und geringster Ressourcenverbrauch können so zu normalen Passivhaus-Kosten verbunden werden.

Da dieser Prototyp im Rahmen des bmvit-Programms „Haus d. Zukunft“ intensiven Vergleichs-Untersuchungen (Bmvit, 2006). und -Langzeitmessungen (WAGNER & MAUTHNER, 2008) mit anderen Bauten des Forschungsprogramms und mit dem Bau-Standard unterworfen wurde, konnten aufschlussreiche, fundierte Daten gewonnen werden

Zusammenfassung

Der sogenannte ökologische Fußabdruck des betrachteten Lehm-Passivhausgebäudes ist nur ein Sechstel so groß wie der eines technisch gleichwertigen, aber in konventioneller Massivbautechnik gebauten Passivhauses.

Daher nehme ich an, dass mit den heute bereits absehbaren Herausforderungen der Zukunft (Dennis MEADOWS im Standard-Interview: „Sie werden in Österreich in den nächsten 20 Jahren mehr Veränderungen erleben als in den letzten 100 Jahren“) nur Baukonzepte auf diesem Niveau kompatibel wären (MEADOWS, 2009).

Literatur

- BMVIT [Hrsg.] (2006): Bewertete Realisierungsbeispiele im „Haus der Zukunft“. – Ökoinform-Themenfolder 6, Wien (http://www.ecology.at/oekoinform/Oekoinform_6_Pilotbauten.pdf [abgefragt: 15. 9. 2009]).
- WAGNER, W. & MAUTHNER, F. (2008): Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung der Bauprojekte. – AEE-Institut für Nachhaltige Technologien, Gleisdorf.
- MEADOWS, D. (2009): „Weit über dem, was der Planet erträgt“ (Interview). – Der Standard, 29. 8. 09, Album, Seite A3, Wien.

Lehme und Lösslehme als Baugrund – eine geotechnische Betrachtung

Robert HOFMANN

Einleitung

Löss bzw. Lösslehm als Baugrund ist aus geotechnischer Sicht besonders zu untersuchen und projektgemäß zu bewerten. Nach ersten Recherchen (z.B. Geologische Karten, Archivunterlagen, etc.) sind Baugrunderkundungen und Laboruntersuchungen notwendig, um die bodenphysikalischen Eigenschaften dieser Böden zu erkennen. Die Sackungsanfälligkeit zählt dabei zu den unangenehmsten Veränderungen des Lösses. Bei dieser durch Wasser verursachten Lösung der Kalkbindung kommt es zum raschen Verlust der Tragfähigkeit der Kornstruktur. Diese Problematik ist sowohl bei Neubauten als auch bei vorhandenen Objekten von Bedeutung. Dazu zählen auch Hohlräume (Stollen, prähistorische Stollen, Luftschutzstollen, etc.) im Untergrund.

Der Planung von Entwässerungsprojekten kommt im Lössboden eine besondere Bedeutung zu. Kanalleitungen im Einflussbereich von Gründungen sollten wegen ihrer Empfindlichkeit gegenüber Leckagen vermieden werden. Wenn diese dennoch notwendig sind, ist ein erhöhter Kontrollaufwand erforderlich. Nicht selten sind Abwasserleitungen die Ursache von Schäden, obwohl die Bauwerke bereits über Jahre unauffällig existieren. In diesem Zusammenhang stehen auch die Änderungen von Oberflächenentwässerungen (z.B. Straßenentwässerungen). In letzter Zeit treten Schäden in Verbindung mit relativ kurzen aber sehr intensiven Starkregenereignissen immer häufiger auf.

Bodenmechanische Beschreibung

Nach der noch gültigen ÖNORM B 4400 (Tabelle 1) handelt es sich bei Löss um feinkörnige Böden, gering plastische Schluffe (Fließgrenze ≤ 35 % und Plastizitätszahl ≤ 4 %) mit einem Feinkornanteil $\leq 0,063$ mm Korndurchmesser >40 Massen-%.

Diese Parameter zeigen die rasche Änderung der bodenphysikalischen Eigenschaften des Lösses bei Änderung des Wassergehaltes.

Nach der Lehrmeinung ist „Löss ein verkitteter Boden, nach der Korngrößenverteilung ein Sand-Schluff-Gemisch, das durch Wind abgelagert und durch Kalk verkittet wurde. Mineralisch besteht Löss hauptsächlich aus 60–80 % Quarz und 10–20 % Feldspat. Meistens finden sich in Löss Wurzelröhrchen, die später durch Kalk ausgefüllt wurden. In diesen Wurzelröhrchen kann das Grundwasser hochsteigen, was die große Fruchtbarkeit des Lösses ausmacht. Der Löss kommt in steilen Wänden oder Terrassen vor. Die größten Lagerstätten finden sich in China und auf der Halbinsel Krim. Die Festigkeit des Lösses kann durch Lösung des Kalkes vollkommen verschwinden. Dies kann zu Schäden an Gebäuden führen, die auf Löss stehen. Besondere Vorsicht ist bei Fundierungen von Wasserbehältern auf Löss geboten! Bereits kleine Sickerungen, die ja fast immer vorhanden sind, können zum Bruch des Löss führen.“ (PECH et al 2005).

Hohlräume im Löss

Die Hohlräume im Löss können Stollen, Schächte, Luftschutzstollen usw. sein. In letzter Zeit nehmen die Probleme mit Hohlräumen im Löss relativ stark zu. Dabei ist der Ausbau der Luftschutzstollen meist ungenügend dokumentiert, sodass nachträgliche Bewertungen oder Standsicherheitsuntersuchungen schwer oder sogar unmöglich sind.

Obwohl die Stollen oft über einen langen Zeitraum einen standsicheren Eindruck vermitteln können, kommt es unerwartet meist unter dem Einfluss von Wasser zu Verbruchserscheinungen oder anderen Anzeichen von zumindest örtlichen Instabilitäten. Dies oft in Verbindung mit untauglichen Entwässerungen. So sind intensive Starkregenereignisse und/oder geänderte Entwässerungsbedingungen, Leitungsschäden etc. Ursache von Verlusten der Tragfähigkeit. Extrem aufwendig werden die Untersuchungen, wenn die genaue Lage der Hohlräume unbekannt sind. Dies kann in der Regel mit indirekten (geophysikalische Methoden) und direkten (Bohrungen) Methoden erfolgen. Diese Hohlräume können in Zusammenhang mit Wasser auch Ursache für Hangbewegungen sein.

Gründungen

Bei der Projektierung von Gründungen in Lössböden muss vorerst die mögliche Sackungsanfälligkeit untersucht werden und die daraus resultierenden grundbautechnischen Entscheidungen müssen getroffen werden. Die Sackungsanfälligkeit kann im Labor über den Kompressionsversuch (ein axialer Druckversuch mit verhinderter Seitendehnung) festgestellt werden. Dabei erfolgt eine stufenweise Be- und Entlastung sowie eine Wasserzugabe bei Höchstlast. Kommt es ohne Laststeigerung zu einer „raschen“ Setzung, so ist naheliegend, dass es sich um einen sackungsanfälligen Boden handeln kann.

Ein Kriterium für eine Sackungsempfindlichkeit kann nach ABELJEW angegeben werden. Eine Sackung ist nach ABELJEW¹⁾ für Hochbauten dann gefährlich, wenn die relative Sackung

$$i = \Delta e / (1 + e_1) > 0,02 \quad (1) \text{ ist;}$$

darin bedeuten:

Δe = Verminderung der Porenzahl bei Wasserzugabe

e_1 = Porenzahl vor Wasserzugabe.

Im Fall von sackungsempfindlichen Lösslehmen kommt ein Tieferlegen der Gründungssohle in Betracht oder Fundierungen mit Hilfe von Spezialtiefbaumaßnahmen. Hierzu können vermörtelte Schottersäulen, Pfähle, Brunnengründungen genannt werden.

Geländesprünge

Bei Geländesprüngen (Baugruben, Böschungen, Einschnitte, etc.) kommt es im Zuge der Änderung der natürlichen Feuchte des Untergrundes zu einem Abfall der Scherparameter (Reibungswinkel und Kohäsion). Demzufolge kann es zu Böschungsbrüchen kommen. Eine Abhilfe stellen u.a. Folienabdeckungen oder Spritzbetonversiegelungen (Nagelwände) dar.

Baugrunderkundungen

Einer Planung eines Bauwerkes in Lössböden sollte immer eine Baugrunderkundung im Sinne der ÖNORM B 4402 vorangehen und sie sollte ein geotechnisches Gutachten durch einen Sachverständigen für Geotechnik beinhalten. Die Planung der geotechnischen Untersuchungen hat bereits durch den Sachverständigen für Geotechnik zu erfolgen. Der Begriff des Sachverständigen für Geotechnik ist in der ÖNORM B 4402 definiert.

Bis zur Veröffentlichung der ÖNORM 4402 im Dezember 2003 waren Regelungen für die Untergrunderkundung in der ÖNORM B 4430 – Teil 1 (Ausgabe 1. Okt. 1974) angegeben.

In Anlehnung an die DIN 4020 wurde die ÖNORM B 4402 erarbeitet und im Dezember 2003 veröffentlicht. In der DIN 4020 (2003-09) wird das Baugrundrisiko als „ein in der Natur der Sache liegendes, unvermeidbares Restrisiko, das bei Inanspruchnahme des Baugrundes zu unvorhersehbaren Wirkungen bzw. Erschwernissen, z.B. Bauschäden oder Bauverzögerungen führen kann, obwohl derjenige, der den Baugrund zur Verfügung stellt, seiner Verpflichtung zur Untersuchung und Beschreibung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse nach den Regeln der Technik zuvor vollständig nachgekommen ist und obwohl der Bauausführende seiner eigenen Prüfungs- und Hinweispflicht Genüge getan hat“ beschrieben.

In Abhängigkeit der geotechnischen Kategorie (GK) sind im Kap. 4.3 der ÖNORM B 4402 Mindestanforderungen für die Planung geotechnischer Untersuchungen (Tabelle 1) angegeben. Wesentlich ist jedoch, dass im Zuge der geotechnischen Bearbeitung eine Änderung der GK möglich ist. Dadurch ändern sich zwangsläufig die Anforderungen an die Baugrunduntersuchung.

Die Abstände der Aufschlüsse sind vom Bauvorhaben und der Geologie abhängig. Bei sehr gleichförmigen geologischen Verhältnissen dürfen ein größerer Abstand und eine geringere Anzahl von Aufschlüssen gewählt werden.

Die Beschreibung des Untergrundes bzw. des Baustoffes mithilfe bodenphysikalischer Laboruntersuchungen ist in den meisten Fällen erforderlich. Erst dadurch ist es möglich, die Steifigkeit und somit Setzungsempfindlichkeit (Gebrauchstauglichkeitsnachweise) sowie die Standsicherheit (Tragefähigkeitsnachweise) des Baugrundes zu ermitteln. So kann eine relativ geringe Änderung der Scherparameter die Baukosten bereits maßgeblich beeinflussen. Um diese Scherparameter für erdstatische Berechnungen ausreichend genau festlegen zu können, sind Laborversuche unumgänglich. Die Kosten der bodenphysikalischen Laboruntersuchungen liegen im Promillebereich der Baukosten bzw. bei größeren Bauvorhaben deutlich unter einem Promille.

GK 1	GK 2	GK 3
Vorerkundungen: Karten, Archivunterlagen, etc.		
Voruntersuchungen – als Mindestanforderungen sind genannt:		
Einholung von Informationen. Indirekte Aufschlüsse wie Schürfe, Sondierungen (Ramm- und Nutsondierungen), Kleinbohrungen. Abschätzen der Grundwasserverhältnisse. Geophysikalische Verfahren. Besichtigen der ausgehobenen Baugrube.		
		Hauptuntersuchungen: Immer direkte Aufschlüsse erforderlich (Bohrungen, Schürfe, etc.). Visuelle und manuelle Beurteilung des Baugrundes ist erforderlich, Probenentnahme zur Durchführung von Versuchen muss möglich sein.

Tabelle 1: Geotechnische Untersuchungen in Abhängigkeit der geotechnischen Kategorie.

Die Sackungsanfälligkeit kann nur durch gezielte bodenphysikalische Laboruntersuchungen festgestellt werden. Die Kosten für solche Versuche liegen etwa in einer Größenordnung von 100 bis 300 €/Probe.

Zusammenfassung

Das Sackungsverhalten der Lössse kann vertikal und lateral sehr variabel sein, wobei die obersten 2 bis 4 m Löss meist ein besonders hohes Sackungspotential besitzen. Die Sackungsfähigkeit nimmt in der Regel mit der Tiefe deutlich ab. Eine deutliche Verminderung des Sackungsrisikos kann durch die Entfernung der oberen, besonders sackungsempfindlichen Lössse erfolgen. Auch können dynamische Oberflächenverdichtungen des Baugrundes nach Wassersättigung bis zu einer Tiefe von 2 bis 4 m effektiv sein.

Literatur

HOFMANN, R. (2006): Gründungstechnik im Hochbau; Planung und Ausführung von Gründungskörpern. – VÖBU – Bauakademie – Innsbruck.

ABELEV, J.M. (1948): Osnovy proektirovanija i stroitel'stva na makroporistych gruntach. (Grundlagen der Projektierung und des Baus auf makroporigen Böden). – S predisloviem člena-korrespondenta akademii nauk SSSR, Stroivojenmorisdat, Moskwa.

PECH, WÜRGER, PAUSER & HOFMANN (2005): Gründungen. – Springer Verlag Wien – New York.

Fundierungsprobleme bei Lössverbauungen

Hannes KRISSEL

Welche Eigenschaften interessieren bei Baumaßnahmen?

Löß weist in trockenem Zustand ein hohes Standvermögen auf, verliert diese günstige Eigenschaft jedoch sehr rasch, wenn er Wasser aufnimmt. Er bricht dann entlang der wasserführenden Röhren abgestorbener Wurzeln senkrecht ab. Dies ist bei der Wahl der Einbindungstiefe von Bauwerken zu beachten. Den Vorgang des „Abbröckelns“ kann man durch dichtes Strauchwerk an den Böschungsrändern etwas bremsen (*Cornus sanguinea* oder *Lycium halimifolium*).

Bei dem Versuch, eine flachere Böschung herzustellen, kommt es immer wieder zu senkrechten Absatzungen, so dass es sich als zweckmäßig erweist, Löß nicht abzuböschern, sondern Verkehrswege, Wasserläufe oder Objekte lediglich außerhalb des wahrscheinlichen Ablagerungsbereiches herzustellen.

Löß ist im trockenen Zustand mit 2–3 kg/cm² relativ gut belastbar. Verlehmungshorizonte sind wegen der hohen Volumsänderungen durch Feuchtigkeitsauf- und -abnahme als Basis von Fundamenten zu meiden. Verlehmungshorizonte bilden sich während des Entstehens des Lösses immer wieder unter besonders feuchten Klimaverhältnissen und sind an einer rötlichbraunen, gegenüber einer normalerweise hellgelben Farbe zu erkennen.

Von Tieren oder Pflanzen im Löß hervorgerufene Gänge werden gerne vom Wasser angenommen und wegen der Feinkörnigkeit des Lösses (0,01–0,05 mm) durch sogenannte Lößbrunnenerosion sehr rasch erweitert. Bei Bauarbeiten muss man derartige Gänge, auch kleinsten Ausmaßes, beachten und die Einbindungen auf alle Fälle so tief bauen, dass ein eventueller Wasserlauf unterbrochen wird.

Sinngemäß gilt das im vorhergehenden Absatz Gesagte auch für manchmal eingelagerte Schotterebenen, wobei in diesem Fall auch Betoninjektionen möglich sind.

Einige Details für die Baumaßnahmen

Fundierung von Querwerken

Im feineren (schluffigen) Löß sollen Einbindungen mindestens 2,5 m, im gröberen (sandigen) Löß mindestens 3,0 m betragen. Diese Werte sind unter Beachtung der im vorhergehenden Kapitel angeführten Eigenschaften zu erhöhen. Die Tosbecken sind so auszuführen, dass weder die seitlichen Einhänge noch die Sohle von dem abstürzenden Wasser angegriffen werden können. Vorgeschlagen wird die Ausgestaltung mit Grobsteinen, die in ein Betonbett verlegt sind. Das Betonbett verhindert ein Auswaschen der feinen Bodenteile und damit ein Absinken des Vorfeldes. Das gute Standvermögen des meist anzutreffenden feinkörnigen Lösses bewirkt, dass der Aushub selbst für Querwerksflügel, wo sich aus dem üblichen talseitigen Anzug der Querwerke überhängende Bodenteile ergeben, ohne Nachbesserungsarbeiten mit dem Bagger durchgeführt werden kann. Die schräge Arbeitsstellung des Baggers ist durch Schrägstellen des ganzen Fahrzeuges zu erreichen.

Im sandigen Löß bricht die Wand muschelförmig ab, es ist daher während der Arbeit notwendig, dass die nahen Lößwände dauernd auf Bruchbildung beobachtet werden und der Baggereinsatz dementsprechend dirigiert wird. Die Aushubarbeiten sind mit möglichst kleinen Arbeitsgängen vorzunehmen. Gleich nach Fertigstellung des Aushubes sind die seitlichen Einhänge gegen Abbruch abzusichern und im Zuge der Betonarbeiten die muschelförmigen Ausrisse mit Beton zu plombieren.

Herstellen von Flutmulden

Wege dienen in dem relativ flachen Gelände (2–10 %) bei Starkregen dem Wasserabfluss. Aus bituminöser Tragschicht hergestellte, befahrbare Flutmulden sollen Tiefenerosion verhindern. Die in der Mitte eingetiefte oder nach einer Seite geneigte Flutmulde muss seitlich, je nach zu erwartendem Hochwasserabfluss, hochgezogen (Borde) und dicht an die Böschung angeschlossen werden.

Das Bitumen soll in einer Stärke von mindestens 12 cm unmittelbar auf den gewachsenen Löß aufgebracht werden. Bei Schotterunterbau ist durch die mögliche Wasserführung die Gefahr der Erosion des feinen Lösses gegeben.

Wenn das Wasser nur an einer Stelle unter die Flutmulde eindringen kann, wird die Verbauung im Ernstfall in ihrer Gesamtheit in Frage gestellt. Es ist daher notwendig, eine derartige Verbauung immer auf Schwachstellen hin zu beobachten und sofort Ausbesserungen bzw. Nachböschungen vorzunehmen.

Spuren eiszeitlicher Jäger- und Sammlergesellschaften im Löss

Thomas EINWÖGERER

Die Würmeiszeit, die letzte in Mitteleuropa, war durch starke klimatische Unterschiede geprägt. In dieser sich ständig wandelnden Zeit durchstreiften Gruppen zweier Menschenformen den europäischen Kontinent: der *Homo neanderthalensis* und der *Homo sapiens*, der anatomisch moderne Mensch. Fast überall auf unserem Kontinent finden sich die Hinterlassenschaften dieser Menschen. Während in Österreich Hinweise auf den Neandertaler spärlich sind, wurden die Spuren des *Homo sapiens* an vielen unterschiedlichen Orten angetroffen. Vor allem entlang der Donau und ihrer Seitenflüsse haben sich die Überreste von Lagerplätzen unter oft meterdicken Lössablagerungen hervorragend erhalten. Angewehter Staub hat hier verschiedene Lagerplätze rasch zugedeckt und so einzelne Fundstücke, aber auch verschiedene Fundzusammenhänge (Befunde) außerordentlich gut konserviert.

Seit jeher erregten größere Fundobjekte, meist Knochen im feinen Löss, die Aufmerksamkeit der Menschen. Bereits aus der Mitte des 17. Jahrhunderts sind Schilderungen von der Auffindung großer Mammutknochen im Löss überliefert. Damals wurden diese Funde aus Krems an der Donau allerdings noch als der Rest eines menschlichen Riesen falsch interpretiert. Später stieß man vor allem bei Weinkellerbauten immer wieder auf Knochen, Steine oder Holzkohle sowie unterschiedlich mächtige, dunkle holzkohlehaltige Bänder im hellen Löss. Oft wurde aber der Zusammenhang mit Jahrtausendlang zurückliegender menschlicher Aktivität nicht erkannt. In den letzten Jahren waren es vor allem der intensive Weinbau auf den Lössterrassen sowie der immer weiter die Hänge hinauf wandernde Wohnbau, die Siedlungsspuren unserer Vorfahren angeschnitten oder gar zerstört haben.

Archäologischen Ausgrabungen der letzten einhundert Jahre ist es zu verdanken, dass wir heute viel über die Menschen wissen, die als nicht sesshafte Jäger- und Sammlerverbände in einem Zeitraum vor 45.000 bis 12.000 Jahren die Kältesteppen entlang der großen Flüsse durchstreiften.

Anfang des 20. Jahrhunderts waren es Persönlichkeiten wie Josef BAYER oder Hugo OBERMAYER, die sich um die Erforschung der Lössfundstellen entlang der Donau bemühten. Später verdienten sich Forscher wie Fritz FELGENHAUER oder Friedrich BRANDTNER um die Paläolithforschung in Österreich. Heute arbeiten neben dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien und der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien auch eine Arbeitsgruppe der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften speziell im Zeitabschnitt der letzten Eiszeit.

Mittelpunkt der Forschungen der Prähistorischen Kommission sind Fundstellen in und um Krems. Derzeit läuft auf der inzwischen weltbekannten Fundstelle Krems Wachtberg seit 2005 eine umfangreiche Forschungsgrabung. In etwa 5 Meter Tiefe fanden sich hier die Überreste eines etwa 27.000 Jahre alten gravettienzeitlichen Hauptlagerplatzes. Durch die rasche Sedimentation nach Verlassen des Lagers sowie durch die Mächtigkeit des noch heute überlagernden Lösses sind sowohl die einzelnen Funde als auch Befunde in einem außerordentlich guten Erhaltungszustand. Neben Steinartefakten, Farbstoffen, Elfenbeinstücken, Knochen- und Holzkohlen haben sich auch Knochen sehr gut über die Jahrtausende erhalten. Neben Schmuckstücken wie gelochten Raubtierzähnen, fossilen Schneckenschalen oder Elfenbeinperlen ist auch ein mobiles Kleinkunstwerk in Form einer zoomorphen Tierdarstellung aus gebranntem Lehm zu nennen. An besonderen Befunden können hier nicht nur die Bestattung zweier Neugeborener in einer aufwändigen Grabgrube mit Mammutschulterblattabdeckung und die Bestattung eines etwa 3 Monate alten Säuglings, die einzigen bisher entdeckten Grablegungen aus der Altsteinzeit in Österreich, sondern auch eine wiederholt genutzte Feuerstelle mit mehreren Steinlagen aufgeführt werden.



Abb. 1: Krems-Wachtberg, Profil einer wiederholt genutzten Feuerstelle (Foto: PK, ÖAW).

Die Reste eines kurzfristigen Jagdlagers wurden beispielsweise Anfang der Sechzigerjahre in Langenlois in der Ziegelei Kargl freigelegt. Neben vielen Stein- und Knochenfunden konnten auch viele bearbeitete Elfenbeinstücke wie Spitzen oder gelochte Lamellen aufgefunden werden. Fundmengenkartierungen haben hier den latenten Befund eines möglichen Stangenzeltes sichtbar gemacht, in dem vermutlich ein Familienverband für wenige Wochen am Unterlauf des Kamp Halt machte. Mitgebrachtes Steinmaterial legt nahe, dass diese Kleingruppe vor etwa 25.000 Jahren aus dem südmährisch-nordniederösterreichischen Raum hier hergekommen war, um im Herbst Steinböcke und Rentiere zu jagen.

Um mehr über die Umweltbedingungen jener Menschen zu erfahren, deren Hinterlassenschaften für Jahrtausende im Löss schlummerten, sind auf modernen Ausgrabungen neben der Archäologie auch viele Nachbarwissenschaften wie etwa die Paläontologie, die Sedimentologie, die Malakologie und die Pollenanalyse notwendig. Für diese Spezialdisziplinen werden bei den Ausgrabungen eine Vielzahl an unterschiedlichen Proben genommen. Gemeinsam mit verschiedenen Datierungsverfahren (^{14}C , OSL, TL und Paläomagnetik) gelingt es, ein sehr lebendiges Bild der altsteinzeitlichen Jäger und Sammler in ihrer uns heute so fremden Umwelt zu erarbeiten.



Abb. 2: Langenlois, Fundlage mit Mammutstoßzahnrest (Foto: F. FELGENHAUER, 1961).

Verzeichnis der AutorInnen

Ing. Helmut BUHL

LIAS – Österreich GmbH, Liapor Werk Fehring, Fabrikstraße 11, A 8350 Fehring.

03155/2368-0, 0664 1341878

info@liapor.at

helmut.buhl@liapor.at

Dr. Thomas EINWÖGERER

Österreichische Akademie der Wissenschaften, Prähist. Kommission, Fleischmarkt 22,
A 1010 Wien.

0676 3518010

thomas.einwoegerer@tele2.at

Mag. Wolfgang GAGGL

Wienerberger AG, Hauptstraße 4, A 2332 Hennersdorf.

01/699 3060-716

wolfgang.gaggl@wienerberger.com

Dr. Maria HEINRICH

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A 1030 Wien.

01/712 56 74-310, 0664 5358198

maria.heinrich@geologie.ac.at

Dipl.Ing. Dr. techn. Robert HOFMANN

Lektor für Geotechnik an der FH-Wien, Ingenieurkonsulent f. Bauwesen, Hochstraße 17/2,
A 2380 Perchtoldsdorf.

01/8658943, 0664 1321649

hofmann.geotechnik@aon.at

Mag. Thomas HOFMANN

Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A 1030 Wien.

01/712 56 74-500

thomas.hofmann@geologie.ac.at

Mag. Dr. Robert HOLNSTEINER

BM für Wirtschaft, Familie und Jugend, Sektion IV/7, Denigasse 31, A 1200 Wien.

01/71100-8524

robert.holnsteiner@bmfj.gv.at

OR DI Hannes KRISSEL

Lafitegasse 28-30, Stg. 2, A 1130 Wien.

01/879 90 72

Dr. Hannes KUGLER

TPA – Gesellschaft für Qualitätssicherung & Innovation GmbH, Polgarstr. 30, A 1220 Wien.

01/21728-100; 0664 8101260

hannes.kugler@tpaqi.com

Dipl. Ing. Michael MAXIAN
Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Raumordnung und Regionalpolitik, Schwartzstraße 50,
A 2500 Baden.
02252/9025-11639
post.ru2baden@noel.gv.at

Roland MEINGAST
Biofaserlehm GmbH, Oberwaltersdorferstraße 2c, A 2523 Tattendorf.
02253/81031/0, 0664 1007062
r.meingast@lehm.at

Ing. Necmi OKUMUS
LIAS – Österreich GmbH, Liapor Werk Fehring, Fabrikstraße 11, A 8350 Fehring.
03155/2368-0, 0664 2606778
info@liapor.at

Univ. Prof. Dr. Franz OTTNER
Univ. f. Bodenkultur, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Inst. f. Angewandte
Geologie, Peter Jordan Straße 70, A 1190 Wien.
01/47654-5407
franz.ottner@boku.ac.at

Bmstr. DI Georg SAMEK
Werkmeister des Lehrbauhofes Schloss Haindorf, NÖ Baumeisterverband,
Krumpöckallee 23, A 3550 Langenlois.
Tel. 02734/2693, 02734/294512 (Büro), 0664 2250960
office@haindorf.at
g.samek@ib-samek.at

Dipl. Ing. Ernst TRINGL
Amt der NÖ Landesregierung, Abt. Raumordnung und Regionalpolitik, Schwartzstraße 50,
A 2500 Baden.
02252/9025-11639
post.ru2baden@noel.gv.at

MR Univ. Prof. Dr. Leopold WEBER
BM für Wirtschaft, Familie und Jugend, Sektion IV/7, Denisgasse 31, A 1200 Wien.
01/71100-8520 (Weber)
leopold.weber@bmwfj.gv.at

Dipl. Ing. Heinz WIESBAUER
Ziviltechniker für Landschaftsplanung, Kaunitzgasse 33, A 1060 Wien.
01/5878531
wiesbauer@utanet.at

Dr. Inge WIMMER-FREY
Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A 1030 Wien.
01/712 56 74-320
i.wimmer-frey@geologie.ac.at