

Ziegelherstellung und Ziegeleigenschaften in Madagaskar

Frank Steinbach, Sylvio Worg, Matthias Pfeifer

Mauerwerk wird in Madagaskar nicht als tragender Baustoff verwendet. Obwohl die Grundlagen dafür vorhanden sind und der Einsatz von Mauerwerk für das Land aus bauklimatischer und auch aus wirtschaftlicher Sicht überaus sinnvoll wäre, wird Massivkonstruktionen aus Stahlbeton, in die Mauerwerk nur als nichttragendes Element integriert wird, der Vorzug gegeben.

Der Bericht beschäftigt sich mit der Herstellung und den daraus resultierenden Steineigenschaften von Mauerziegeln in Madagaskar, in denen die Hauptursache für den Nichteinsatz von Mauerwerk als tragendes Bauteil zu suchen ist. Er entstand im Zuge eines größeren Bauvorhabens in Madagaskar, welches von den Autoren betreut wird.

Einführung

Madagaskar ist die viertgrößte Insel der Erde. Sie liegt im indischen Ozean vor der Ostküste Afrikas. Ihre Fläche entspricht der Frankreichs und der Beneluxstaaten. Auf der Insel leben circa 17,5 Millionen Menschen, von denen die Hälfte jünger als fünfzehn Jahre ist. Das BIP lag 2003 bei durchschnittlich 325 US\$ je Einwohner p. A. und wuchs von 2002 auf 2003 um 9,6% (1). Die ökonomische Grundlage des Landes ist die Landwirtschaft.

Traditionell spielt der Mauerwerkbau neben dem in den ländlichen Regionen vorkommenden Lehm- und Ziegelbau eine bedeutende Rolle im Baugeschehen des Landes, weil Ziegel im eigenen Lande sehr preisgünstig hergestellt werden. Geeignete Rohstoffe sind ausreichend vorhanden. Madagaskar gehört nicht zu den erdbebengefährdeten Zonen der Welt. Der gesamte Zement für die Betonherstellung muss teuer für Devisen eingeführt werden. Der Mauerwerkneubau hätte als ortsübliche wirtschaftliche Bauweise klare Vorteile für das Land, wenn er auch für tragende Konstruktionen Verwendung fände. Für das angesprochene aktuelle Bauvorhaben, ein drei-geschossiges Bürogebäude, sollten auch folgerichtig möglichst alle tragenden Bau-teile aus Mauerwerk bestehen: Fundamente aus Mauerwerk, Mauerwerkpfeiler und Mauerwerkwände. Für die Decken sollten ebenfalls Ziegel als Füllkörper zwischen tragenden Betonrippen eingesetzt werden. Niedriges Eigengewicht bei möglichst geringem Betonverbrauch war das Ziel. Trotzdem wird Mauerwerk für dieses Bauvorhaben ebenso wie für alle übrigen Bauvorhaben im Lande nur für untergeordnete Bauteile eingesetzt und Beton für die tragenden Bauteile benutzt. Der Grund hierfür liegt in der geringen Qualität der Ziegel, namentlich in ihrer extrem niedrigen Druckfestigkeit. Welche eine Nutzung der Steine als tragenden Baustoff verhindert.

Konstruktionsweisen von Gebäuden

Mehrgeschossige Bauten werden meistens als Stahlbetonskelett errichtet oder üppig mit aussteifenden Stützen versehen, wobei die Stahlbetonkonstruktionen aufgrund der traditionellen "try and error"-Methode beim Bauen teilweise weit überdimensioniert bzw. falsch ausgeführt sind (Viel Material an der falschen Stelle). Die Decken sind in der Mehrzahl kräftige Stahl-betonrippenkonstruktionen mit Ziegeln als Füllkörper, auch Holzbalkendecken sind anzutreffen.

Mauerwerk wird in der überwiegenden Mehrzahl der Bauvorhaben als ausfachendes Element benutzt.



Bild 1 - 3: Typische Gebäudekonstruktionen

Ziegelherstellung

Die Ziegelherstellung ist überwiegend handwerklich geprägt. Material wird am Ort und Stelle händisch verarbeitet und ohne nennenswerte vorherige Aufbereitung im Handstreichverfahren zu Ziegeln geformt. Die Rohlinge werden wiederum an Ort und Stelle zum Trocknen aufgeschichtet und anschließend im Ziegelmeiler auf freiem Feld gebrannt.



Bild 4: Handstreichverfahren

Bild 5: Trocknung der Rohlinge

Bild 6: Fertige Ziegelsteine

Daneben gibt es einige wenige Ziegeleien, die Ziegel teilindustriell fertigen. Allerdings entspricht der dortige technische Standard in etwa dem der 80er Jahre des 19. Jahrhunderts in Europa. Einer der Autoren, der das Bauvorhaben in Madagaskar betreut, hatte die Gelegenheit zwei Ziegeleien zu besuchen und den Produktionsprozess zu verfolgen. Ausgangsmaterial für die Ziegel bildet eine Mischung aus einem Teil Laterit, einem in den Tropen häufig vorkommenden Bodentyp mit einem hohem Eisenoxidgehalt, der ihm die charakteristische rote Farbe verleiht, und drei Teilen Lehm. Die Ausgangsmaterialien werden in einer größeren Aufbereitungsanlage gemahlen und gemischt. Die Rohmasse wird mittels üblicher Schneckenpressen zu Rohlingen geformt.



Bild 7: Schneckenpresse

Die anschließende Trocknung ist eine reine Lufttrocknung, die in einem offenen Lagerschuppen stattfindet. Die Rohlinge werden dann im Ringofen älterer Bauart gebrannt. Der Ringofen wird mit Holz befeuert. Die Höchsttemperatur, die erreicht wird, beträgt 900° Celsius. Allerdings wird diese Temperatur nach Auskunft vor Ort nur cirka 4 Stunden gehalten, bis der Abkühlungsprozess beginnt, was sehr ungewöhnlich ist.

Ziegeleigenschaften

Im Zuge des genannten Bauvorhabens sollten die vor Ort hergestellten Ziegel auf ihre Verwendbarkeit hin geprüft werden. Dazu wurden dem Institut für Tragkonstruktionen der Uni Karlsruhe fünf handgestrichene feldgebrannte Ziegel zur Prüfung übergeben.



Bild 8: Ringofen

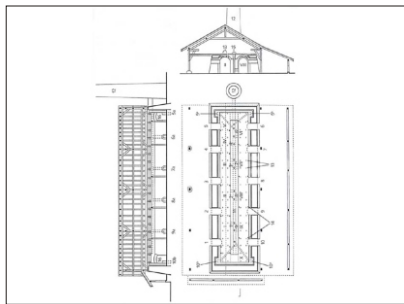


Bild 9: Grundriss und Schnitt eines historischen Ringofens

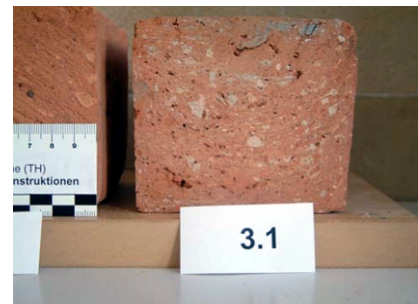


Bild 10: - Schnitt - feldgebrannter Ziegel

Die Ziegel zeigen Kalkeinschlüsse und grobe Poren, die auf nicht ausgesonderte organische Stoffe schließen lassen. Die Abmessungen betragen L/H/B 20/10/10 cm. Sie sind nicht maßhaltig. Ihre Rohdichte beträgt im Durchschnitt 1,35 kg/dm³.

Tabelle 1. Steindruckfestigkeit [N/mm²]

Herstellung	Schneckenpressung/Ringofen				Handstrich/ Feldbrand
	Iavoloha		Ambohimena		
Ziegelei	horizontal	vertikal	horizontal	vertikal	
Einzelwert	2,93	2,10	0,54	1,49	1,79
	2,14	1,34	1,27	1,34	3,40
	0,91	1,25	0,95	1,63	1,81
	0,70	1,76	0,94	1,41	1,93
	0,76	0,62	1,41	1,52	3,79
Mittelwert	1,49	1,41	1,02	1,48	2,54
Standard- abweichung	1,00	0,56	0,31	0,11	0,97

Tabelle 1: Steindruckfestigkeit (N/mm²)

Die Druckfestigkeit liegt durchschnittlich bei 2,54 N/mm² bei einer sehr großen Standardabweichung von 0,97 N/mm². Die Ziegel lassen sich also nicht einmal in die deutsche Steinfestigkeitsklasse 2 einordnen. Die geringe Druckfestigkeit und deren große Streuung ist für handgestrichene feldgebrannte Ziegel nicht verwunderlich. Verwunderlich ist allerdings, dass die in den oben beschriebenen Ziegeleien werksmäßig hergestellten Ziegel ebenfalls geringste Festigkeit aufweisen.

Die Ziegel werden in Madagaskar rechtwinklig zur Formrichtung verbaut. In dieser Richtung wurden sie auch abgedrückt. Die mittlere Druckfestigkeit lag nur zwischen 1,0 und 1,5 N/mm². Auch hier streuten die Werte stark, wie aus der Tabelle 1 zu entnehmen ist. Woran das lag, kann im Nachhinein von Deutschland aus nicht ermittelt werden. Einerseits hat die große Lochstruktur in Verbindung mit der Belastungs- zur Herstellungsrichtung eine Bedeutung und andererseits hat sicher die Höhe der Brenntemperatur und die Brenndauer einen gewissen Einfluss (3).

Zusammenfassung

Die Ziegelherstellung ist in Madagaskar stark von handwerklichen Produktionsmethoden geprägt. Die wenigen industriellen Produktionsstätten arbeiten mit in Europa nicht mehr üblichen Ausstattungen und ohne große Qualitätskontrollen. Dies führt zu Mauerziegeln, die nur geringe und sehr breit streuende Festigkeit aufweisen, was wiederum zum allgemeinen Misstrauen gegenüber Mauerwerk führt. Damit wird dem aus teuer zu importierenden Zement hergestellten Beton (auch in Form von Betonsteinen) als tragendem Konstruktionsmaterial der Vorzug gegeben. Dies ist nicht im Sinne einer sinnvollen und nachhaltigen Bautätigkeit in Madagaskar. Mit relativ geringem Aufwand könnte man durchaus höhere Ziegelfestigkeiten erreichen und so die Akzeptanz für den Baustoff Ziegel erhöhen.

Daran arbeitet das Autorenteam zur Zeit.

Literatur:

- (1) http://www.auswaertiges-amt.de/www/de/laenderinfos/laender/laender_ausgabe_.html?type_id=24&land_id=100
- (2) Grote M.: Ringöfen im Kanton Waadt zwei erhaltene Öfen in Vinzel und Cossonay. 13 Bericht der Stiftung Ziegelei-Museum. Verlag: Stiftung Ziegelei-Museum Cham, CH-6330 Cham, 1996
- (3) Egermann, R., Mayer, K.: Die Entwicklung der Ziegelherstellung und ihr Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften von Mauerziegeln. In: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke, Jahrbuch 1988, Sonderforschungsbereich 315, Universität Karlsruhe (TH). Berlin: Ernst und Sohn 1989. S. 107 130

Autoren dieses Beitrages:

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Pfeifer, Leiter des Instituts für Tragkonstruktionen an der Fakultät für Architektur der Universität Karlsruhe (TH)

Dipl.-Ing. Frank Steinbach, ehem. wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Institut, jetzt Projektleiter im Ingenieurbüro Professor **Pfeifer** und Partner, Darmstadt

Dipl.-Ing. Sylvio Worg, Projektleiter im Ingenieurbüro Professor **Pfeifer** und Partner, Darmstadt.