

Lehmbau Normen und Regeln – ein Überblick über die nigerianischen Baugesetze

Nigeria verfügt über eine reiche Tradition im Lehmbau. In jeder Region entwickelten sich aus Versuchen eigene Lehmbautechniken, die dem unterschiedlichen Klima und der lokalen Geologie angepasst waren. Beispiele dafür sind die im Norden gewöhnlich verwendeten Adobesteine, die im Süden angewendete, der deutschen ähnlichen Wellertechnik und im Südosten die Lehmwände aus Astgeflecht, das mit Lehm ausgestopft wird (Dmochowski, 1990).

Die ersten Kontakte mit anderen Kulturen, die hauptsächlich im Westen des Landes stattfanden, mit nachfolgender „Modernisierung“, resultierten unglücklicherweise in Änderungen in allen Aspekten menschlicher Bemühungen, einschließlich in der Architektur (Fafunwa, 1974). So werden „neue“ Baustoffe dem Lehm vorgezogen. Durch den wirtschaftlichen Niedergang des Landes in den vergangenen 20 Jahren sind die Kosten dieser Baustoffe jedoch drastisch angestiegen mit dem Ergebnis, dass heute ein großer Bedarf an Wohnraum besteht, weil nur Wenige sich diese, zumeist auch importierten Baustoffe leisten können (Nioku, 2008). Die nigerianische Regierung erkannte das Potenzial von Lehm als Baustoff und initiierte verschiedene Programme zur Förderung des Lehmbaus. Das erste davon war eine Dokumentation traditioneller nigerianischer Architektur von Zbiniew Dmochowski, begonnen 1958 (Dmochowski, Teil 1, 1990). 1972 wurde das Museum für traditionelle Architektur (MOTNA) in Jos eingerichtet und das Lehmzentrum (CECTec) 1992 in Jos eröffnet (Guillaud et al, 1995).

Trotz dieser verschiedenen Vorhaben und der Einrichtung von Forschungsinstitutionen gab es bis dahin keine Richtlinien zum Lehmbau in Nigeria. Bis 2006, als ein neues, nationales Baugesetz (National Building Code–NBC) in Kraft trat, das einen Abschnitt zum Lehmbau beinhaltet. Vor 2006 hatte jeder der 36 nigerianischen Staaten¹ seine eigenen Bauregeln, Planungs- und Entwicklungsrichtlinien, die die regionalen Gegebenheiten, Kultur und klimatischen Bedingungen berücksichtigten.

Das neue Baugesetz gab einheitliche Standards für den Entwurf und Bau von Gebäuden in Nigeria vor und berücksichtigte dabei die traditionellen Bautechniken, wenn sie nicht schon in

den gängigen staatlichen Bauregeln Eingang gefunden hatten (NBC, 2006). Eine allgemeine Betrachtung der neuen Baugesetze gibt einen Einblick in die mit dem Lehmbau verbundenen Regeln (NBC).

Überblick über das neue nigerianische Baugesetz

Das neue Baugesetz besteht aus vier Teilen:

Teil 1 (Verwaltung): In drei Teilen werden Zitate, ein Glossar der Fachbegriffe, Erläuterungen, Abkürzungen und das Redaktionsteam vorgestellt.

Teil 2 (Technischer Teil): In zwei Abschnitten werden Bestimmungen für den Vorentwurf, Entwurf, Konstruktion und die Nachbauzeit im ersten Abschnitt und Bauentwurfs- und Baukonstruktionsklassifikationen im zweiten Teil aufgeführt. Technische Daten für den Lehmbau sind im Baukonstruktionsteil, Paragraph 10, aufgelistet.

Teil 3 (Ausführung): Hierin sind die technischen Daten für die Bauausführung und deren Kontrolle enthalten.

Teil 4 (Zeitplan und Referenzen): Teil 4 ist in zwei Abschnitte geteilt. Der erste beinhaltet Bezugsstandards. Der zweite ist ein Anhang mit Richtlinien und Formularen.

Der Lehmbau im nigerianischen Baugesetz

Wie schon oben beschrieben, befinden sich die technischen Daten zum Lehmbau im zweiten Teil, Paragraph 10 des NBC zusammen mit anderen Baustoffen. Im Abschnitt 10.23 befinden sich Informationen über Adobes, Stampflehm und mit Zement stabilisierte Lehmsteine.

Adobe- und Lehmsteine

Diese werden wie folgt beschrieben: Hergestellt aus Laterit mit einem Tonanteil von weniger als 20% (Unterabschnitt 10.23.1.1, NBC, 2006). In der Praxis werden Lehmböden erfolgreich mit bis zu 30% Tonanteilen in einigen Teilen im Norden des Landes verwendet (Guillaud et al, 1995). Die Regeln geben vor, dass Adobes im Schatten getrocknet werden sollen, um Risse zu vermeiden (Unterabschnitt 10.23.1.3, NBC, 2006). In der Praxis werden die Steine jedoch nicht immer im Schatten getrocknet, sondern in der prallen Sonne.

¹ Das Regierungssystem in Nigeria besteht aus drei Ebenen: Der lokalen, den 36 Staaten und dem föderalen Regierungssitz (Abuja).

Earth building norms and regulation: a review of Nigerian building codes

Traditionally, Nigeria was rich in earthen architecture. Each region had a unique system of earth construction developed through trial and error over the years, which suited the Nigerian diverse climate and geology. For example, adobe was common in the north, cob technique in the south west, and in the south east wattle and daub was common (Dmochowski, 1990).

Unfortunately, modernisation, which first started with contacts with other cultures particularly the west, has brought changes in every aspect of human endeavour in Nigeria, architecture inclusive (Fafunwa, 1974). Consequently, new building materials are today being preferred to earth. However, in the last 20 years Nigeria has been experiencing economic decline, which has directly affected the cost of these modern building materials. As a result there is a housing shortage in Nigeria today because only very few can afford the cost of modern materials since they are mostly imported (Njoku, 2008). Having identified the potential of earth as a building material the Nigerian government embarked on various programmes aimed at promoting earthen architecture. The first of such programmes can be traced back to the documentation of Nigerian traditional architecture, by Zbiniew Dmochowski which started in 1958 (Dmochowski, 1990, vol. 1), the establishment of the Museum of Traditional Nigerian Architecture (MOTNA) in Jos in 1972, and the establishment of the Centre for Earth Construction Technology (CECTech) also in Jos in 1992 among others (Guillaud et al, 1995).

Despite the various programmes and the establishment of research institutions there were no standardised documents on earth construction in Nigeria until 2006, when the National Building Code (NBC) was published which contains a section on earth construction. Before 2006 each state¹ had its own building regulations and planning and development guidelines, which were designed to suit the culture and climate of each of the 36 states.

The aim of this new National Building Code was to set uniform standards on building design and construction in Nigeria and to incorporate traditional techniques that were not in some of the state's building regulations (NBC, 2006).

A general overview of the new building code (NBC) is instructive in order to understand the document as a whole, before undertaking a critical appraisal of the earth construction specifications as contained in the building code.

Overview of the Nigerian Building Code (NBC)

The new building code consists of four parts:

Part One (Administration): This consist of three sections, containing citations, glossary of terms, definitions, abbreviations and names of members of the editorial team.

Part Two (Technical): This is divided into two sub-parts. Sub-part one contains specifications for the pre-design stage, design stage, construction stage and post-construction stage. Sub-part two contains building design classifications and building construction classifications. Specifications for earth construction are contained under the construction stage in section 10 in sub-part two of the NBC.

Part Three (Enforcement): This part contains specifications for the control of building works.

Part Four (Schedules and References): This part also consists of two sections. The first section contains referenced standards. The second section consist of the appendix which contains samples of various compliance forms.

Earth Construction in the 2006 Nigerian Building Code

The specifications for earth constructions are detailed in section 10, part two of the building code and are discussed under the title "other materials" (sub-section 10.23, NBC, 2006). It contains information and specifications on adobe, rammed earth, and cement stabilised blocks.

Sun-dried earth bricks/blocks (adobe)

Lateritic soil with a clay content of less than 20% is recommended for adobe blocks (sub-section 10.23.1.1, NBC, 2006). However, in practice soils with up to 30% clay content are being used successfully in some parts of northern Nigeria (Guillaud et al, 1995).

¹ Nigeria operates a three tier federal system of government (i. e. local, state and federal) with 36 states and the federal capital territory.

Dem Lehmgemisch wird Strohhäcksel beigefügt zur Verringerung der Gefahr von Rissbildung. Das Formen der Steine findet im Allgemeinen zu Zeiten statt, wenn nicht mit Regen zu rechnen ist, meistens vor Beginn oder gegen das Ende der Regenzeit, damit die Steine nicht nass werden (Dmochowski, 1990, Teil 1 und Houben & Guillard, 2001).

Druckfestigkeiten von 1,7 bis 2,35 N/mm² werden im Gesetz vorgegeben (Unterabschnitt 10.23.1.4 (ii), NBC, 2006). Die niedrige Druckfestigkeit von Lehm kann dadurch erhöht werden, dass man die Wanddicke vergrößert oder Wandversteifungen in bestimmtem Intervall einbaut (Maughtin, 1985). Außerdem werden Lehmhäuser nur für 1-geschossige Bebauung vorgeschlagen, da der Baustoff nur über niedrige Zugfestigkeit verfügt (Unterabschnitt 10.23.1.4 (ii), NBC, 2006). Es gibt jedoch in Nigeria viele Bauten aus ungebrannten Lehmziegeln, die höher als 1 Geschoss sind. Z. B. ist das Minarett in Gobarau aus dem 15. Jahrhundert (1702 renoviert) sechs Geschosse hoch (Denyer, 1982 und Dmochowski, 1990). Es gibt viele mehrgeschossige Wohnhäuser, Moscheen und Paläste aus Lehm, die heute noch intakt sind.

Weiterhin wird angegeben, dass das gleiche Lehmmaterial, das zum Herstellen der Wandbausteine verwendet wird, auch für den Mörtel verwendet werden soll. (Unterabschnitt 10.23.1.6 (i)). Auch der Gebrauch von Zementmörtel wird beschrieben (Unterabschnitt 10.23.1.6 (ii)). In der Praxis hat sich jedoch herausgestellt, dass die Verwendung von Zementmörteln verhängnisvoll und außerdem sehr teuer ist. Der Zement ist stärker als Adobes. Es besteht keine feste Verbindung zwischen den Steinen und dem Mörtel (Minke, 2006). Mörtelfugen werden mit max. 10 mm Dicke vorgegeben (Unterabschnitt 10.23.1.6 (ii)), allerdings ohne Angabe der erforderlichen Steingrößen für diese Fugendicke.

Im Baugesetz wird auch beschrieben, dass Lehmsteine hoher Qualität in Pressen wie z. B. der CINVA Ram produziert werden können, die in Nigeria vom NBRRI² hergestellt wird (Unterabschnitt 10.23.1.7 (i)). Allerdings gibt es keine Aussagen zur erwarteten Qualität, d. h. Druckfestigkeit, Zugfestigkeit, äußeres Erscheinungsbild. In fast allen Testfällen hat es sich beim Pres-

sen von Adobes gezeigt, dass keine verbesserte Qualität erreicht wird durch den Pressvorgang wegen dem hohen Ton- und Feuchtegehalt im Lehm, der für die Herstellung von Adobes verwendet wird. Daher ist es besser, diesen Lehm für die Handformung mit Stroh zu vermischen, um eine Schrumpfung zu vermeiden und den Trocknungsprozess zu verlängern. Beim mechanischen Pressen wird die Feuchtigkeit aus dem Lehmmaterial herausgedrückt. Die Steine können so leichter zerfallen (Ogunsi et al, 1994). Man sollte die Herstellung von gepressten Lehmziegeln (CEB) nicht mit dem Herstellen von Adobes verwechseln. Im gleichen Abschnitt wird auch die Bestimmung der optimalen Feuchte in Lehmsteinen beschrieben. Es gibt aber dafür eine viel akkuratere und wissenschaftlich geprüfte Methode, die im Gesetz weder beschrieben noch erklärt wird (CDE, 2000).

Für tragende und nicht tragende Wände werden Wanddicken von 225 bis 113 mm vorgegeben (Unterabschnitt 10.23.1.8.2 (i), NBC, 2006). In der Praxis gibt es allerdings keine Standardgrößen für Adobesteine, da die Steinformen von denjenigen selber gebaut werden, die die Steine auch herstellen. So variieren die Steindicken zwischen 150 und 200 mm und mehr (Maughtin, 1985 und Norton, 1997). Als Material für das Verputzen der Wände sollte der gleiche Lehm verwendet werden wie für die Herstellung der Steine (Unterabschnitt 10.23.1.8.10 (i)). Auch hier wird Zement als Putzmaterial vorgeschlagen (Unterabschnitt 10.23.1.6 (ii)). Ebenso wie für Mauerwerksmörtel sollte der Zement nicht als Beigabe für den Putz auf Lehmsteinen verwendet werden, da das sich als verhängnisvoll erwiesen hat (s.o.). Auch eine Auflage von Maschendraht auf die Lehmsteinwand als Putzträger wird vorgeschlagen (Unterabschnitt 10.23.1.8.10 (iii)). Auch andere Deckmaterialien werden erwähnt, aber keine Beispiele aus der Praxis dafür aufgeführt (Unterabschnitt 10.23.1.8.10 (iv)).

Für Mauerverbände werden der Flämische und Englische Verband benannt (Unterabschnitt 10.23.1.8.4). Als Dachverankerungen, Balken und Stürze werden Beton und/oder Holzbalken vorgegeben (Unterabschnitt 10.23.1.8.5). Die Möglichkeit der Verwendung von Tür- oder Fensterbögen aus Lehmsteinen wird von einigen Autoren beschrieben (Dmochowski, 1990 und Maughtin, 1985), aber im Gesetz nicht erwähnt.

2 National Building and Road Research Institute.

The code specifies that drying should be shaded from direct sunlight to minimise cracking (sub-section 10.23.1.3, NBC, 2006). However, adobe blocks produced traditionally are not usually dried in the shade. Straw is usually added when preparing earth for adobe blocks in order to minimise cracking and the moulding of the blocks usually takes place when the possibility of rainfall is minimal, i.e. towards the beginning or the end of every rainy season, to avoid the blocks being soaked by rain (Dmochowski, 1990, vol. 1. and Houben and Guillaud, 2001).

A compressive strength of between 1.70 to 2.75 N/mm² are recommended (sub-section 10.23.1.4 (ii), NBC, 2006), however the low compressive strength can be compensated for by either increasing the thickness of walls or introducing wall buttresses at intervals (Maughtin, 1985).

Furthermore, earth buildings were recommended only for single storey buildings; the reason given is that earthen materials are weak in tension (sub-section 10.23.1.4 (ii), NBC, 2006). There are, however, many buildings made from unbaked earth in Nigeria that are more than one storey high. For example, the Gobarau minaret is about six storeys high, first built in the fifth century and rebuilt in 1702 (Denyer, 1982, and Dmochowski, 1990). There are many residential buildings, mosques and palaces that are more than one storey buildings and still exist today.

It is recommended that the same material that was used for making the brick/block should be used for the mortar too (sub-section 10.23.1.6 (i)). In addition, an option of using cement-based mortars was also specified (sub-section 10.23.1.6 (ii), NBC, 2006). The practice of using cement-based mortar has been proven to be not only expensive but also disastrous. This is because the cement-based mortar is stronger than the adobe made of raw earth and as a result there is no proper adhesion between the brick/block and mortar. Consequently this causes accelerated erosion of the adobe block and improper bonding (Minke, 2006). It further recommends 10 mm maximum thickness of mortar (sub-section 10.23.1.6 (ii), NBC, 2006) without specifying the sizes of the bricks that will be used with the specified mortar thickness.

The Building Code also recommends that high quality adobe can be produced by compressing earth in a CINVA RAM model block-making press manufactured in Nigeria by NBRRI² (sub-section 10.23.1.7 (i), NBC, 2006). However, the quality (i.e. compressive strength, tensile strength, appearance etc.) that is meant to be enhanced was not specified. In each of the cases, test have shown that compression alone in a brick press will not improve any of the qualities, due to the high clay content and moisture present in the earth used for making adobe. Instead it is better to mix with straw and hand-mould because the process of mixing and moulding will reduce the clay shrinkage, and the drying process is gradual, unlike the mechanical press that squeezes out all the moisture in the earth, eventually causing the disintegration of the block (Ogunsusi et al, 1994). Moreover, strictly speaking, this is a completely different technique of earth construction called Compressed Earth Bricks (CEB) and should not be confused with adobe blocks.

A test for the determination of optimum water content is also described in this section, however there is a more accurate and scientific method (CDE, 2000) that is neither mentioned nor described in the Building Code.

Wall thicknesses of 225 mm and 113 mm were recommended for load-bearing and non-load-bearing walls respectively (sub-section 10.23.1.8.2 (i), NBC, 2006), however in practice there is no standard size of adobe since individuals construct their moulds and the thickness therefore can vary between 150 and 200 mm or more (Maughtin, 1985 and Norton, 1997).

It is recommended that when using earth as a rendering material, the same material that was used to make the brick/block should be used (sub-section 10.23.1.8.10 (i), NBC, 2006). However, it is also optionally recommended to use cement-based renders (sub-section 10.23.1.6 (ii), NBC, 2006). Again, this has been proven to be disastrous for any kind of earth building (Norton, 1997). The use of plaster reinforcement mesh on walls before applying the render is also recommended (sub-section 10.23.1.8.10 (iii), NBC, 2006). Other protective coatings are also mentioned but no examples of such coatings are given (sub-section 10.23.1.8.10 (iv), NBC, 2006).

2 Nigerian Building and Road Research Institute

Stampflehm

Im Unterabschnitt 10.24 des neuen Baugesetzes wird Bezug genommen auf den Stampflehm, obwohl es in Nigeria keine Bau-tradition für diese Lehmbautechnik gibt. Es wird auch nicht darauf hingewiesen, ob diese Technik im Land anwendbar wäre, sodass ein Auseinandersetzen damit ratsam ist.

Mit Zement stabilisierte Lehmsteine

Technische Daten für die mit 5% Portland Zement stabilisierten Lehmsteine im Baugesetz geben eine Mindestdruckfestigkeit von 3 N/mm² vor (Unterabschnitt 10.25.1). Es hat sich gezeigt, dass bereits mit nur 4% Portland Zementbeimischung eine Druckfestigkeit von 4 N/mm² erreicht werden kann, wenn die Steine in der CINVA RAM³ oder der NIGER RAM⁴, die von Batech in Jos hergestellt wird (Ogunsusi, 2004), produziert werden. Die Druckfestigkeit gepresster und mit Zement stabilisierter Lehmsteine hängt nicht nur vom Grad der Stabilisierung ab, sondern auch vom Pressentyp, dem verwendeten Lehm, der Siebtechnik, dem Mauken und Abbinden (Ogunsusi et al, 1995). Im Gesetz werden mindestens 7 Tage für den „Reifungsprozess“ des Lehmgemischs angegeben (Unterabschnitt 10.25.2). Es ist jedoch bewiesen, dass stabilisierte Lehmsteine erst nach 21 Tagen „Reifen“ ihre maximale Druckfestigkeit erreichen. Nach Ogunsusi sind 7 Tage Nassabbinden und 14 Tage Trockenabbinden erforderlich (Ogunsusi et al, 1995). Im Unterabschnitt 10.25.3 wird eine Steingröße von 290 × 140 × 10 mm (L × b × h) vorgegeben. Die Standardmaße gepresster Steine betragen dagegen 295 × 140 × 95 mm (Ogunsusi et al, Teil 2, 1995). Obwohl Stein-größen in der ganzen Welt variieren, werden diese Maße nach CECTec in Nigeria allgemein akzeptiert.

Die im Unterabschnitt 10.25.4 aufgeführte Siebanalyse wird als ungenügend bewertet. Siebtests sind komplex und setzen Laboranalysen voraus. Ablagerungstests für Sedimente werden mit Hilfe von Glasflaschen vorgeschlagen. Das Verfahren mag wohl verhältnismäßig einfach sein, ist aber nicht sehr genau

-
- 3 CINVA Ram: Eine manuell betriebene Presse, die 1956 von einem kolumbianischen Ingenieur entwickelt wurde.
- 4 NIGER Ram: Eine verbesserte Version der CINVA Presse, die vom nigerianischen Unternehmer Solomon Bature produziert wird. Die Presse wird durch zwei Druckflächen bedient, eine von oben, die andere von unten. Für den Pressvorgang wird nur eine Person benötigt, nicht zwei, wie bei der CINVA Ram.

(Minke, 2006). Es gibt verschiedene einfache Tests, wie z. B. den Falltest, Knettest, Konsistenztest, Kohäsionstest usw. (Minke, 2006 und Guillaud et al, 1995). Diese werden im Gesetz nicht erwähnt.

Unterabschnitt 10.25.5.1, i und ii, Seite 352, beschreibt die Herstellungsmethoden. Das „Nassreifen“ soll mit 24 Stunden Lagerung der Steine im Schatten beginnen und wird dann eine Woche lang fortgesetzt mit ständigem morgendlichen und abendlichen Benässen der Steine, die mit einer Plastikfolie abgedeckt sind (Unterabschnitt 10.25.6). Tests haben aber bewiesen, dass der erste Tag des Abbindens der wichtigste ist. So, wie vorgegeben, besteht die Gefahr der Schrumpfung, die zu einem Qualitätsverlust führen kann (Ogunsusi et al, 1995, Teil 2).

Als Putz für Wände aus stabilisierten Lehmsteinen wird im Unterabschnitt 10.25.7 ein Gemisch aus Zement und Sand im Verhältnis 1:6 angegeben. Als Grund wird die Haltbarkeit des Zementputzes benannt. Das ist jedoch nur eine Annahme, da Tests bewiesen haben, dass gut stabilisierte Lehmsteine so wie gebrannte Ziegelsteine keinen Putz benötigen (Ogunsusi et al, 1994).

Die Vorgehensweise für weitere Testverfahren von Lehmsteinen wird in Unterabschnitt 10.25.7 beschrieben. Darin werden auch Kalk, puzzolanische Zemente, Flugasche und Bitumen als mögliche Stabilisierer beschrieben, deren Nutzung allerdings der Zustimmung der Baugesetz Behörde bedarf. Ein solches Amt besteht aber noch nicht, weder in den lokalen noch staatlichen Entwicklungsagenturen des Landes. So ist nicht klar, ob die Nutzung solcher Stabilisierer vorgeschlagen wird. Wenn ja, fehlen jedwede Hinweise darauf, wie das geschehen soll.

Fundamente für Lehmbauten

Für alle drei oben beschriebenen und im Gesetz aufgeführten Lehmbautechniken (Adobes, Stampflehm und stabilisierte Lehmsteine) werden Streifenfundamente aus Beton mit einer Fundamentwand aus Zementblöcken bis zu einer Höhe von wenigstens 150 mm über der Erde vorgegeben (Unterabschnitt 10.23.1.8, 8 & 9). Viele traditionelle Lehmbauten haben ein Fundament aus Lehm und wenige aus Natursteinen (Dmochowski, 1990).

Flemish and English bonds are recommended (sub-section 10.23.1.8.4) for wall masonry. Concrete and/or timber tie beams were specified for roofing anchorage, beams and lintels (sub-section 10.23.1.8.5). The possibility of using traditional arches for doorways and window apertures as described by various authors such as Dmochowski (1990), Maughtin (1985) and others were not mentioned.

Rammed earth

Specifications on rammed earth construction are also included in the Building Code (sub-section 10.24) despite its non-existence in Nigeria. Furthermore, it does not state whether this technique is feasible in Nigeria and therefore worth exploring.

Cement stabilised block

The specification for cement stabilised blocks in the Building Code includes a minimum compressive strength of 3 N/mm² for a block with 5% Portland cement stabilisation (sub-section 10.25.1, NBC, 2006). However, a compressive strength of 4 N/mm² is achievable with only 4% Portland cement stabilisation when using either the CINVA RAM³ or NIGER RAM⁴ models of the brick press manufactured by a private fabricating company (Batech) in Jos (Ogunsusi, 2004). Moreover, compressive strength of a cement stabilised brick/block does not only depend on the percentage of stabilisation, but also depends on the type of press, earth type, sieving, the curing process, and duration of curing (Ogunsusi et al, 1995).

A minimum of seven days curing is specified (sub-section 10.25.2, NBC, 2006), however, stabilised earth bricks attain optimum strength after 21 days, i.e. seven days of wet curing and fourteen days of dry curing (Ogunsusi et al, 1995). Dimensions of 290 × 140 × 100 mm (l × b × h) are specified (sub-section 10.25.3, NBC, 2006), however, the standard dimensions based on the presses manufactured in Nigeria are 295 × 140 × 95 mm (Ogunsusi et al, 1995, Vol. 2). Though brick sizes vary around the world,

these dimensions have been accepted as a uniform standard by CECTech in Nigeria.

The sub-section 10.25.4, NBC, 2006, recommends a sieve analysis for testing the suitability of earth and the clay passing through the sieve should not be more than 20%. However, this ration can only be established via a complex test that requires laboratory analysis. Sedimentation tests using a transparent bottle are also recommended. This is easier, though not very accurate (Minke, 2006). There are other simple tests that can be used but were not mentioned in the Building Code, e.g. the drop test, sloppy test, consistency test, cohesion test etc. (Minke, 2006 and Guillaud et al, 1995).

The sub-section 10.25.5, 1 & 2, p. 352 in the Building Code consists of a detail description of the production methods. Wet curing as described in the Building Code consists of 24 hours of air drying in the shade and thereafter one week curing with watering twice daily (morning and evening) and covering with polythene sheeting (sub-section 10.25.6). However, tests have proven that the first day of brick curing is very important and if exposed for a day as specified the brick may shrink, consequently affecting the overall quality of the brick (Ogunsusi et al, 1995, Vol. 2).

Cement rendering was also recommended for stabilised soil bricks with a cement-sand ratio of 1:6 (sub-section 10.25.7). The explanation given for cement-based rendering is that this will increase the durability. This is however just an assumption because test have shown that a well-fabricated stabilised soil brick will be as durable as fired clay bricks and therefore does not require rendering (Ogunsusi et al, 1994).

Procedures for brick testing are further explained in sub-section 10.25.7. Lime, pozzolona cement, fly ash, and asphalt are also recommended as stabilisers but these require approval by the Code Enforcement Officer. This office does not exist in either the local or state development agencies and it is not clear if this is a recommendation, and if so what the modalities of its operations are.

3 CINVA RAM: A manually operated brick making press designed and fabricated by a Colombian engineer in 1956.

4 NIGER RAM: An improved version of the CINVA RAM designed and fabricated by Solomon Bature, a Nigerian. This new version of the brick press features compression from both sides (the top and the bottom of the press), and compression and ejection is from the same direction which means it can be operated by one person unlike the CINVA RAM which has to be operated by two people.

Diskussion und abschließende Bemerkungen

Vor dem neuen Baugesetz hatte jeder nigerianische Staat eigene Bauregeln, die auf die örtlichen Gegebenheiten, die unterschiedlichen Kulturen, Wetterverhältnisse und das Klima zugeschnitten waren. Ein einheitliches Gesetz ist sicherlich nicht passend für jeden Staat, wenn man die vorhandenen Verschiedenheiten berücksichtigt. Religion spielt auch eine wesentliche Rolle im Entwurf und dem Bau von Gebäuden in Nigeria. Die Raum- und Siedlungsplanung unterscheidet sich in christlichen und moslemischen Gemeinden im Land (Schwerdtfeger, 1982). Ein einheitliches Gesetz nimmt darauf keine Rücksicht.

Es scheint auch so, als ob die Verfasser des Gesetzes die Wichtigkeit und Relevanz des Baustoffs Lehm im heutigen Nigeria nicht erkannt haben. Auch wird auf Vorentwürfe, Entwürfe und bauspezifische Daten im Zusammenhang mit dem Lehmbau nicht weiter eingegangen. Die richtige Nutzung des Lehms als Baustoff beginnt aber schon in der Vorentwurf- und Entwurfsphase. Das neue Gesetz sollte mit den bestehenden Regeln und Traditionen abgeglichen werden und sie nicht ignorieren. Nur die Feuerschutzbestimmungen (National Fire Safety Code) und Hinweise auf bestehende Standards vom National Institute of Standardisation (NIS) sind aus Nigeria, alle anderen Hinweise, bzw. Vorgaben sind aus dem Ausland übernommen worden, vor allem aus den folgenden Institutionen:

- American National Standards Institute Incorporation (ANSI)
- American Welding Society (AWS)
- British Standards (BS), usw.

Trotz der vorhandenen eigenen Ressourcen im NBRI, MOTNA und bei CECTech, in Universitäten und Forschungseinrichtungen in Nigeria wird auf keine der von ihnen publizierten Veröffentlichungen über den Lehmbau hingewiesen im neuen Baugesetz. Jedoch ist allein schon die Tatsache hervorzuheben, dass in einem nationalen Baugesetz der Lehmbau Eingang gefunden hat. Das ist ein erster Schritt in die richtige Richtung und wird viele Menschen in Nigeria bewegen, sich mit der Verwendung von Lehm als Baustoff mit dem Ruf nur für Arme anwendbar zu sein, auseinanderzusetzen. Die Zusammenarbeit zwischen CECTech, MOTNA und MBRI ist daher sehr wichtig für eine notwendige Überarbeitung des Baugesetzes zum Einbringen korrekter, auf den Lehm bezogener technischer Daten.

Referenzen

- Denyer, S. (1978) African Traditional Architecture. Heinemann, London.
- Dmochowski, Z. R. (1990) An Introduction to Nigerian Traditional Architecture. Vol. 1: Northern Nigeria. Ethnographica Ltd. London
- Fafuwa, A. B. (1974) History of Education in Nigeria. George Allen & Unwin Ltd, London.
- Federal Republic of Nigeria (2006) National Building Code. First Edition. LexisNexis Butterworths, South Africa.
- Guillaud, H. et al (1995) Earth Construction Technology: Materials, Techniques and Know-how for New Architectural Achievements. ECWA Production, Ltd. Jos.
- Houben, H. & Guillaud, H. (2001) Earth Construction: A Comprehensive Guide. ITDG Publishing, London.
- Minke, G. (2006) Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture. Birkhäuser Verlag für Architektur, Basel.
- Moughtin, J.C. (1985) Hausa Architecture. Ethnographica, London.
- Njoku, J. (2008) Housing for All: The Mirage Continues. Vanguard Online Edition (08/07/08). Norton, J. (1997) Building with Earth: A Handbook. Second Edition, Intermediate Technology Publications, UK.
- Ogunsusi et al (1994) Centre for Earth Construction Technology (CECTech). ECWA Production, Ltd. Jos.
- Ogunsusi et al (1994) Compressed Earth Bricks: Brick Production. Handbook No. 2. Challenge Press, Jos.
- Schwerdtfeger, F. W. (1982) Traditional Housing in Africa Cities: A Comparative Study of Houses in Zaria, Ibadan, and Marrakech. John Wiley & Sons, Chichester.

Foundations for earth buildings

In all the three type of earth construction specified (i.e. adobe, rammed earth and stabilised earth bricks) concrete foundation footings with a cement block wall up to a minimum of 150 mm above ground level are recommended (sub-section 10.23.1 8.8 & 9, and sub-section 10.24.9, NBC, 2006). However, many of the traditional buildings have foundations made of earth and only very few buildings have stone foundations (Dmochowski, 1990).

Discussion and conclusions

Before this national building code, each of the 36 states in Nigeria had its own building regulations which were designed to suit the diverse cultures and varying weather and climates of each of the states. Given these diversities, a uniform building code may not be very suitable for some of the states. In addition, religion plays a major role in both the design and construction of buildings in Nigeria. Furthermore, a critical aspect of any Nigerian settlement is the spatial planning, which differs for examples between predominantly Christian communities and those of the Moslems in Nigeria (Schwerdtfeger, 1982). A uniform code does not allow for such variety of choice.

Furthermore, the classification of earth under “other materials” in this document does not portray the material as being very important and relevant in contemporary Nigeria by those that prepared the document. Similarly, pre-design, design and post-design specifications for earth buildings were omitted in the document. However, the appropriate use of any building material, earth included, starts with the pre-design and design stage.

The role of this national building code should be complimentary to the existing regulations and traditions, rather than neglecting them. However, apart from the National Fire Safety Code and the National Institute of Standardisation (NIS), all other references are to foreign codes: primarily the American National Standards Institute Incorporation (ANSI), American Welding Society (AWS), British Standards (BS), among others (NBC, 2006). Despite the huge resources of the NBRI, MOTNA, CECTech, universities and other related research centres in Nigeria, none of their research and documentation are referenced in the National Building Code.

Despite the shortcomings detailed here, the mere mentioning of earth buildings in a National Building Code is at least a step in the right direction. This may encourage more people to use a material that still has a stigma of being for the poor. Furthermore, it has now also provided a basis for further research and development. A collaborative effort involving all stakeholders (e.g. CECTech, MOTNA, NBRI, etc.) will be very important for the preparation of a more comprehensive specification in a future revision of the National Building Code.

References

- Denyer, S. (1978) *African Traditional Architecture*. Heinemann, London.
- Dmochowski, Z. R. (1990) *An Introduction to Nigerian Traditional Architecture*. Vol. 1: Northern Nigeria. Ethnographica Ltd. London
- Fafuwa, A. B. (1974) *History of Education in Nigeria*. George Allen & Unwin Ltd, London.
- Federal Republic of Nigeria (2006) *National Building Code*. First Edition. LexisNexis Butterworths, South Africa.
- Guillaud, H. et al (1995) *Earth Construction Technology: Materials, Techniques and Know-how for New Architectural Achievements*. ECWA Production, Ltd. Jos.
- Houben, H. & Guillaud, H. (2001) *Earth Construction: A Comprehensive Guide*. ITDG Publishing, London.
- Minke, G. (2006) *Building with Earth: Design and Technology of a Sustainable Architecture*. Birkhäuser-Publishers for Architecture, Basel.
- Moughtin, J.C. (1985) *Hausa Architecture*. Ethnographica, London.
- Njoku, J. (2008) Housing for All: The Mirage Continues. Vanguard Online Edition (08/04/08). Available on: <http://www.naijaproperties.com/news-2aa.php> (referenced 09/2008)
- Norton, J. (1997) *Building with Earth: A Handbook*. Second Edition, Intermediate Technology Publications, UK.
- Ogunsusi et al (1994) *Centre for Earth Construction Technology (CECTech)*. ECWA Production, Ltd. Jos.
- Ogunsusi et al (1994) *Compressed Earth Bricks: Brick Production*. Handbook No. 2. Challenge Press, Jos.
- Schwerdtfeger, F. W. (1982) *Traditional Housing in Africa Cities: A Comparative Study of Houses in Zaria, Ibadan, and Marrakech*. John Wiley & Sons, Chichester.