



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

DIPLOMARBEIT

NONGRE - lehm:BAU. Errichtung eines Kulturzentrums für Kinder in Ghana

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs (Dipl. Ing oder DI)
unter der Leitung von

Ao.Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in phil. Andrea Rieger-Jandl
Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege
E251-01 - Forschungsbereich Baugeschichte und Bauforschung

eingereicht an der TU Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Milorad Racanovic
01228416

Konstantin Valerian Hirsch
12027428

Wien, am 03.04.2023

ABSTRACT

The present written elaboration comprises a joint diploma thesis by Konstantin Valerian Hirsch BSc and Milorad Racanovic BSc. This scientific work focuses on the construction of a cultural centre for children using sustainable earthen building methods as well as on the related documentation of the entire project process. The project was realised in cooperation with the *Nubian Vault Association*. The client, beneficiary and operator of the realised building is the *Nongre Craft and Culture Foundation*. Furthermore, the origin and topic of this diploma thesis, the entire process starting with preparatory measures, the individual construction phases up to the overall completion of the building are discussed. In addition, all project participants, problems during the execution phase and potential optimisation proposals are described. The aim of the above-mentioned cooperation was to gain new insights into sustainable earthen building methods in theory and practice, to apply and evaluate them simultaneously and to provide a guideline for future building projects using earth as a building material in a development context.

Die vorliegende schriftliche Ausarbeitung umfasst eine gemeinsame Diplomarbeit von Konstantin Valerian Hirsch BSc und Milorad Racanovic BSc. Der Schwerpunkt dieser wissenschaftlichen Arbeit liegt sowohl auf der Errichtung eines Kulturzentrums für Kinder in nachhaltiger Lehmbauweise als auch auf einer dazugehörigen Dokumentation über den gesamten Projektverlauf. Die Ausführung fand in Kooperation mit der *Nubian Vault Association* statt. Der Bauherr - gleichermaßen Begünstigter und Betreiber des errichteten Gebäudes - ist die *Nongre Craft and Culture Foundation*. Im Weiteren wird auf die Entstehung und Themenfindung dieser Diplomarbeit, auf den gesamten Prozess beginnend mit vorbereitenden Maßnahmen, den einzelnen Bauphasen bis hin zur baulichen Gesamtfertigstellung des Kulturzentrums eingegangen. Darüber hinaus werden sämtliche Projektbeteiligte, Problematiken in der Ausführungsphase sowie potenzielle Optimierungsvorschläge beschrieben. Das Bestreben war, durch die o.g. Kooperation neue Erkenntnisse in Bezug auf nachhaltige Lehmbauweise in Theorie und Praxis zu erlangen, diese zeitgleich anzuwenden und auszuwerten sowie einen Leitfaden für zukünftige Bauvorhaben mit Lehm als Baustoff im Entwicklungskontext zur Verfügung zu stellen.

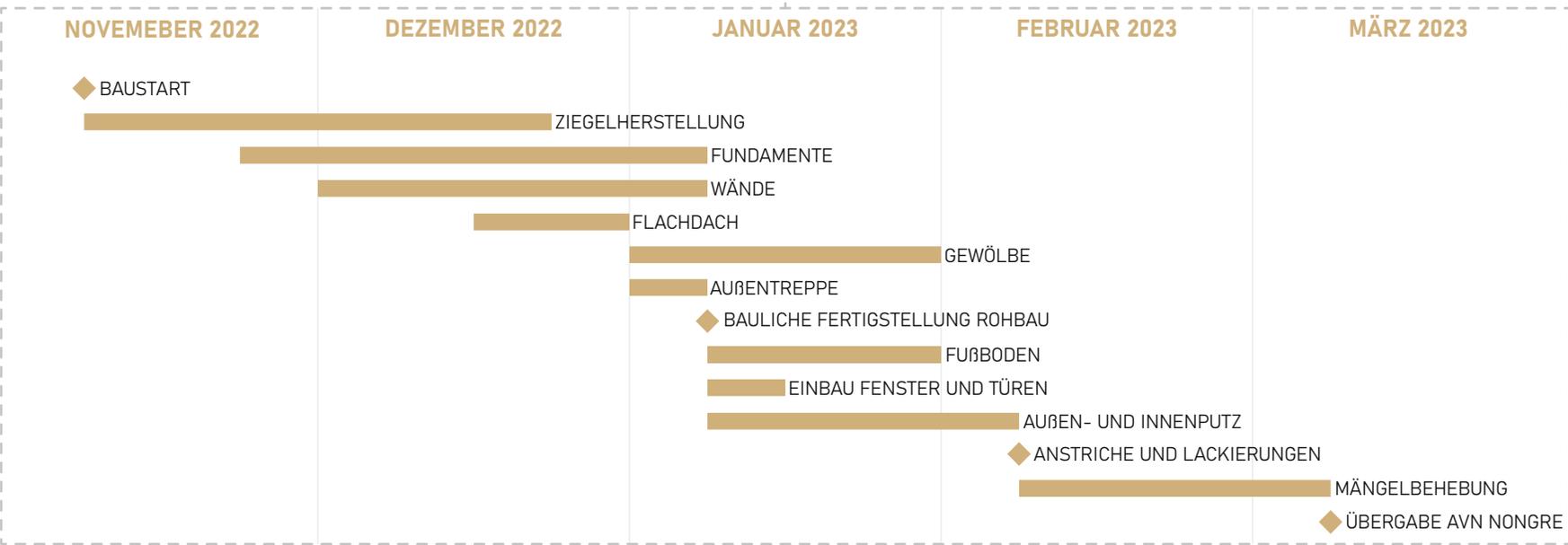
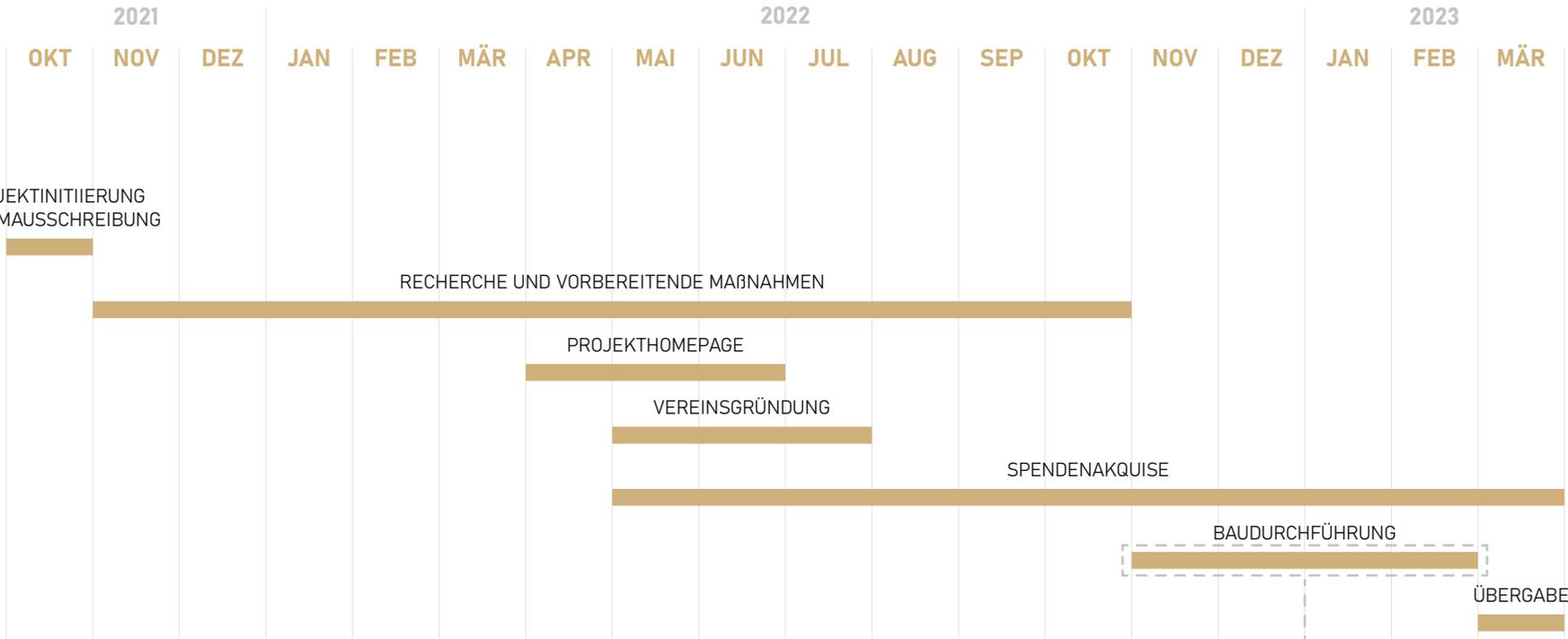
INHALT *

01 EINLEITUNG (Racanovic).....	6
01.01 THEMENFINDUNG UND KONKRETISIERUNG (Racanovic).....	8
01.02 FINANZIERUNG (Racanovic).....	12
01.03 METHODIK (Racanovic).....	14
02 PROJEKTBETEILIGTE (Racanovic).....	16
02.01 NONGRE (Racanovic).....	18
02.02 AVN (Racanovic).....	18
02.03 NONGRE AUSTRIA TEAM (Racanovic).....	19
03 BAUPHASEN (Racanovic und Hirsch).....	20
03.01 BAUVORBEREITENDE MAßNAHMEN (Racanovic).....	22
03.01.01 VERMESSUNG UND GRUNDSTEINLEGUNG (Racanovic).....	22
03.01.02 PLANGRUNDLAGEN FÜR DIE BAUDURCHFÜHRUNG (Racanovic).....	22
03.01.03 VERTRAGSSCHLIEßUNG (Racanovic).....	26
03.01.04 MATERIALTESTS BEIM ABTRAGUNGSORT (Racanovic).....	28
03.01.05 WERKZEUGBESCHAFFUNG UND MATERIALLIEFERUNGEN (Racanovic).....	30
03.02 ZIEGELHERSTELLUNG (Racanovic).....	36
03.02.01 LEHMZIEGELHERSTELLUNG (Racanovic).....	36
03.02.02 BETONZIEGELHERSTELLUNG (Racanovic).....	58
03.03 ROHBAUARBEITEN (Racanovic und Hirsch).....	70
03.03.01 VORBEREITENDE MAßNAHMEN (Racanovic).....	70
03.03.02 ERRICHTUNG DES FUNDAMENTES (Racanovic).....	80
03.03.03 ERRICHTUNG DER WÄNDE (Racanovic).....	96
03.03.04 ERRICHTUNG DER RUNDBÖGEN (Racanovic).....	112
03.03.05 ERRICHTUNG EINES NUBISCHEN TONNENGEWÖLBES (Hirsch).....	126
03.03.06 FINALISIERUNG DER ERRICHTUNG DER LÄNGSWÄNDE (Hirsch).....	140
03.03.07 ELEKTROINSTALLATION (Hirsch).....	146
03.03.08 ERRICHTUNG DES FLACHDACHES (Hirsch).....	154
03.03.09 ERRICHTUNG DER AUßENTREPPE (Hirsch).....	168

* Die Namen geben den Verfasser
des jeweiligen Kapitels an

03.04	AUSBAUARBEITEN (Hirsch)	182
03.04.01	EINBAU DER FENSTER UND TÜREN (Hirsch).....	182
03.04.02	HERSTELLUNG DES INNEN- UND AUßENPUTZES (Hirsch).....	192
03.04.03	HERSTELLUNG DES FUßBODENS (Hirsch)	204
03.04.04	FINALISIERUNG DER ELEKTROINSTALLATION (Hirsch).....	210
03.04.05	HERSTELLUNG INNENANSTRICH UND LACKIERUNG (Hirsch).....	212
04	TERMINCONTROLLING (Hirsch)	220
05	KOSTENCONTROLLING (Hirsch)	224
06	PERSPEKTIVEN (Hirsch)	230
CONCLUSIO	(Racanovic und Hirsch)	236
BIBLIOGRAPHIE	242
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	246
DANKSAGUNG	247

01 EINLEITUNG



01.01 THEMENFINDUNG UND KONKRETISIERUNG

Abb. 001 (vorherige Seite)

Projektverlauf

¹ zukünftige Kurzform: Nongre

⁴ Email von Andrea Rieger-Jandl vom 18.10.2021

² vgl. Walter 2021



Abb. 002 (oberhalb)

Verortung Bolgatanga, Ghana

³ vgl. Email von Andrea Rieger-Jandl vom 18.10.2021

Die Ausgangslage des übergeordneten Projektes für die *Nongre Craft and Culture Foundation*¹ bildeten die von Dipl.-Ing. Constanze Walter in Bolgatanga, Ghana durchgeführten Feldforschungen im Jahr 2020. Auf diesen Ergebnissen basierend, erarbeitete sie eine gesamtheitliche Entwurfsplanung, die im Rahmen einer Diplomarbeit mit dem Titel *Nongre - zwischen zwei Welten - Kulturzentrum für Kinder in Ghana* verschriftlicht wurde.² Im Zuge dieses geplanten Entwurfs und dessen anvisierter Realisierung wandte sich Ao.Univ.Prof. in Dipl.-Ing. Dr.in phil. Andrea Rieger-Jandl im Oktober 2021 mit einer Rundmail an diverse am Material Lehm interessierte Student:innen. Dabei schrieb sie eine Diplomarbeit für ein Kulturzentrum in Ghana aus, in welcher die Umsetzung zu dem bereits geplanten Projekt initiiert werden soll. Die Realisierung in einem Land im Entwicklungskontext mit komplett ungewohnten Bedingungen hinsichtlich Infrastruktur, Klima, Leben und Hygiene, barg besondere Anforderungen und Erwartungen an die zukünftigen Diplomand:innen. Für eine erfolgreiche Projektabwicklung wurde im Vorfeld eine gewisse Erwartungshaltung an die zukünftigen Diplomand:innen kommuniziert.³ Erwartet wurde „Reiseerfahrung vorzugswei-

se in afrikanischen Ländern, Belastbarkeit, Teamfähigkeit, Erfahrung in der Abwicklung von Projekten, idealerweise Erfahrung mit Projekten im Entwicklungskontext, Offenheit und Sensibilität gegenüber neuen kulturellen Kontexten.“⁴

Diese komplexe Ausschreibung weckte das Interesse von fünf Student:innen, einschließlich uns beiden. Nach ersten Meetings mit Andrea Rieger-Jandl und Constanze Walter zur Planung des Vorhabens sowie zum Kennenlernen des Teams, schied eine Studentin aus dem Projekt aus. Die verbliebenen vier Student:innen bildeten und repräsentieren fortan das *Nongre Austria Team*. Das Team gliederte sich dabei in zwei Subteams, was sich vorteilhaft auf die Zeitlinie, umfängliche Bearbeitung und Umsetzung des Projekts auswirkte. Das erste Subteam, bestehend aus Theresa Lamber und Viola Kryza, brach bereits im Frühjahr 2022 nach Ghana auf. Das zweite Subteam, bestehend aus uns beiden, reiste im Herbst desselben Jahres nach Ghana. Jene Ausgangssituation wirkte sich vorteilhaft auf die Aufgabenstellung aus, da das Vorhaben sehr umfassend war und dadurch die Projektumsetzung in zwei (Bau-)Etappen gegliedert werden konnte.

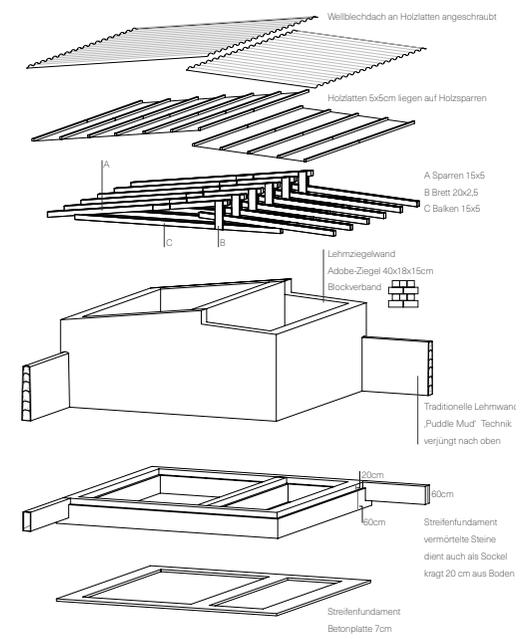
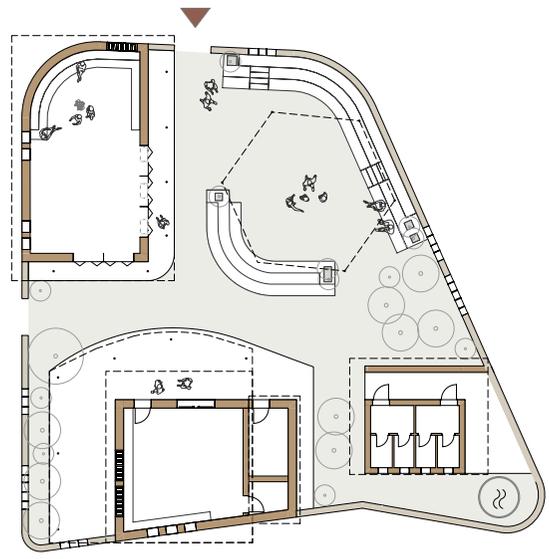


Abb. 003 (links oben)
Ursprünglicher Entwurf
von Constanze Walter:
Grundriss

Abb. 004 (rechts oben)
Ursprünglicher Entwurf
von Constanze Walter:
Konstruktionsaxonomie

Abb. 005 (unten)
Ursprünglicher Entwurf
von Constanze Walter:
Visualisierung



Aufgrund fehlender finanzieller Mittel, konnte die erste Bauphase, geleitet durch Viola Kryza und Theresa Laber nicht wie geplant realisiert werden.

Der dadurch verzögerte Baubeginn, und die damit einhergehende Schmälerung der Zeitlinie sowie die von uns geschätzten Gesamtbaukosten für die Umsetzung von Constanze Walters Entwurf von rund 22.200,00 € führten zu einer Neubetrachtung des Projektes.

Andrea Rieger-Jandl bot uns zu diesem Zeitpunkt eine risikoärmere sowie preiswertere Alternative an, um das *Nongre*-Projekt verwirklichen zu können. Diese sah eine Zusammenarbeit mit der gemeinnützigen Nichtregierungsorganisation⁵ *Nubian Vault Association*⁶ vor, die bereits zahlreiche Lehmbauprojekte in der Sahelzone (Afrika) umgesetzt hatte und jahrelange Erfahrungen im Bereich des Lehmbaus aufweist.⁷ Da für die Bauweise des Nubischen Tonnengewölbes, welcher sich *AVN* bedient, fast ausschließlich Lehm verwendet wird, würden sich demzufolge die Gesamtbaukosten des Bauvorhabens erheblich reduzieren. Voraussetzung für diese Variante war jedoch eine neue Planung, welche zwar die Funktion eines Kulturzentrums übernehmen, sich jedoch optisch an zuvor errichtete *AVN*-Bauten orientieren musste.

Das gesamte *Nongre Austria Team* entschied sich einstimmig für die neue Variante und damit für eine Zusammenarbeit mit *AVN*.

Daraus ergaben sich neue Projektabschnitte und Zeitlinien. Der erste Abschnitt diente der Datenerhebung und der Schaffung der Voraussetzungen für die Projektumsetzung und wurde von Viola Kryza und Theresa Laber während Ihres Feldaufenthalts in Ghana, von Mai bis August 2022, abgedeckt. Diese Voraussetzungen umfassten die Kontaktaufnahme zu *AVN* in Bolgatanga sowie zu der Bolga East District Assembly, die für die Vermessung des Grundstückes und die Grundsteinlegung verantwortlich war. Der zweite Abschnitt diente der geplanten Projektrealisierung im Herbst 2022, für welche wir die Hauptverantwortlichen waren.

Nach Viola Kryzas Rückkehr aus Ghana widmete sie sich im Rahmen ihrer Diplomarbeit der Planung des neuen Entwurfs für das Kulturzentrum. Die ursprüngliche, von Constanze Walter ausgearbeitete Entwurfsplanung musste jedoch von Viola Kryza an gegenwärtige Rahmenbedingungen in Bezug auf finanziell begrenzte Ressourcen angepasst werden, um das geplante Bauvorhaben schlussendlich realisieren zu können. Jener Entwurf stellte die Grundlage für die von *AVN* aufgestellte Kostenschätzung⁸ für die Projektumsetzung dar. Um die Realisierung des geplanten Bauvorhabens während unseres Aufenthalts erfolgreich bewältigen zu können, waren diverse Schritte notwendig, welche im Folgenden beschrieben werden.

⁵ zukünftige Kurzform: NGO

⁶ aus dem Französischen übersetzt, im Originalen: Association la Voûte Nubienne, zukünftige Kurzform: AVN

⁷ vgl. Email von Andrea Rieger-Jandl vom 11.04.2022

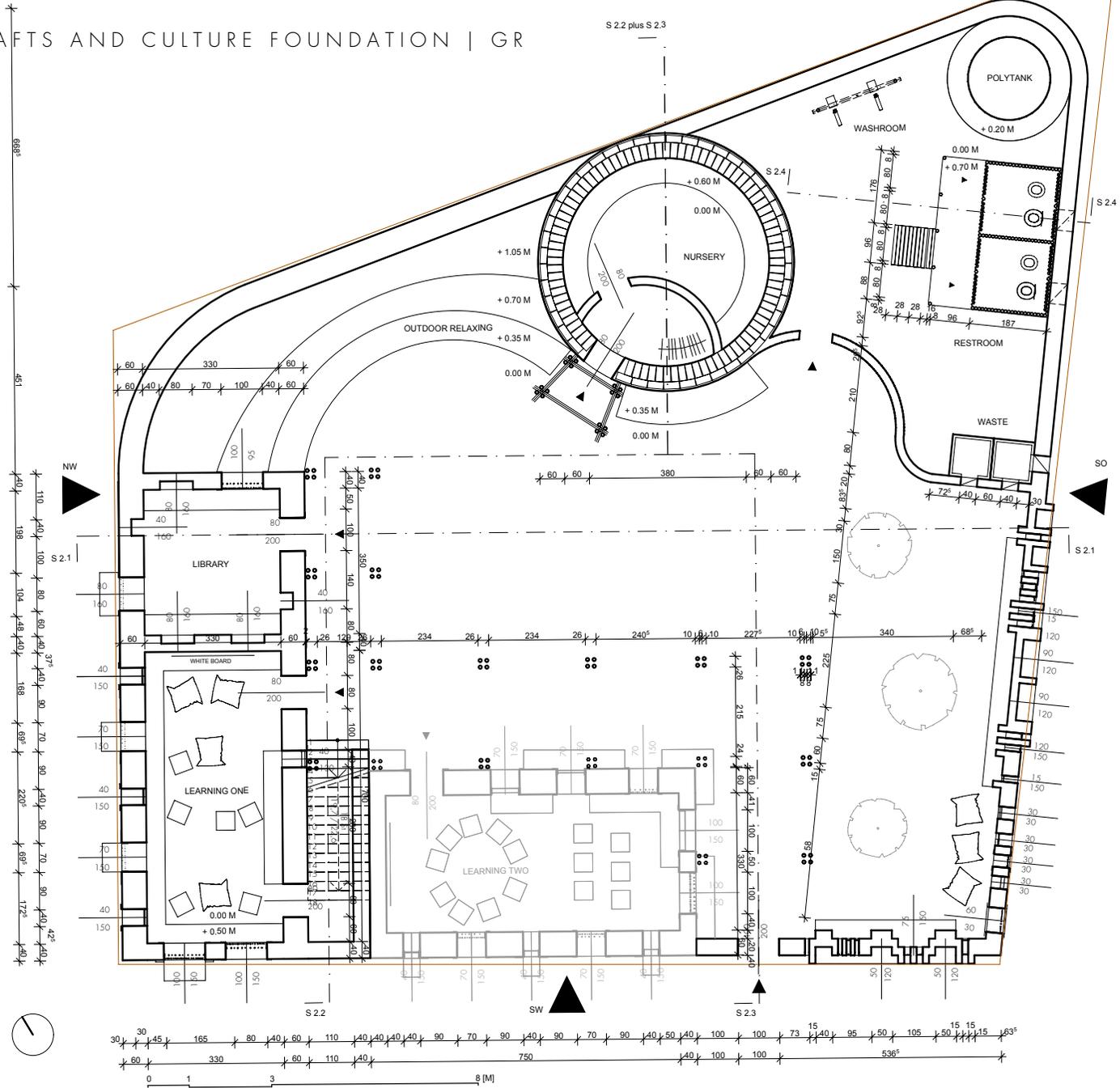
⁸ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-364, S.225,229

Abb. 006 (nächste Seite)

Entwurf von Viola Kryza

Lageplan mit Entwurfsgrundrissen
Arbeitsstand: 28.10.2022

NONGRE CRAFTS AND CULTURE FOUNDATION | GR



01.02 FINANZIERUNG

STIPENDIEN

Das *Nongre*-Projekt sollte ausschließlich durch externe Mittel finanziert werden, weswegen wir im Zuge der Projektvorbereitungen neben der Spendenakquise auch diverse Anträge für Stipendien einreichten. Hierzu zählten die Anträge für die Förderung bei der *Sto-Stiftung*, für das *Stipendium für kurzfristige wissenschaftliche Arbeiten und fachspezifische Kurse⁹ im Ausland* sowie das *Förderstipendium* an der Technischen Universität Wien.¹⁰ Durch Andrea Rieger-Jandl wurden wir im Februar 2022 auf eine Förderung durch die *Sto-Stiftung* aufmerksam gemacht¹¹, welche junge Menschen sowohl in ihrer theoretischen als auch praktischen Ausbildung im Bauwesen fördert.¹² Das *Nongre*-Projekt wurde nach dem Einreichen der Antragsunterlagen von der Jury nicht ausgewählt und folglich wurde der Antrag auf Förderung abgelehnt. Neben der notwendigen Projektfinanzierung war für dieses Vorhaben zudem eine finanzielle Un-

terstützung für uns als Projektbeteiligte äußerst relevant, mit welcher wir die Reisekosten abdecken konnten. Infolgedessen bewarben wir uns für das *KUWI-Stipendium*, welches uns Anfang Juni 2022 bewilligt wurde. Zusätzlich reichten wir kurz vor unserer Abreise Anfang Oktober 2022 die notwendigen Unterlagen für das *Förderstipendium* ein. Jenes soll Diplomarbeitenprojekte finanziell unterstützen, welche mit einem überdurchschnittlich hohen Aufwand verbunden sind.¹³ Dieses Stipendium war insofern für uns bedeutsam, da eine Bewilligung den Großteil der Gesamtbaukosten abgedeckt hätte. Die gewünschte Summe von 7.000,00 € - je 3.500,00 € pro Person - wurde uns erst nach unserer Abreise während unseres Aufenthaltes in Bolgatanga genehmigt. Der für das Projekt erforderliche Restbetrag wurde mit Hilfe von uns akquirierten Spendengeldern finanziert, was im weiteren Verlauf erläutert wird.

PROJEKTHOME PAGE

Um eine erfolgsversprechende Spendenakquise betreiben zu können wurde eine Projekthomepage¹⁴ von Theresa Laber Mitte Mai 2022 eingerichtet.

In Bezug auf die Homepage, war es unsere Aufgabe eine Grundstruktur sowie Gliederung zu konzipieren und den jeweiligen Content in Form von Videos, Fotos, Plänen und Texten

⁹ zukünftige Kurzform: KUWI-Stipendium

¹⁰ zukünftige Kurzform: TU Wien

¹³ vgl. TU Wien, Fakultät für Architektur und Raumplanung 2023

¹¹ vgl. Gespräch mit Andrea Rieger-Jandl im Februar 2022, Wien

¹² vgl. Sto-Stiftung 2021

¹⁴ vgl. Nongre Austria Team 2022

zusammenzutragen und hochgeladen. Für die Ausarbeitung, orientierten wir uns an den umfangreichen Unterlagen der Diplomarbeit von Constanze Walter¹⁵, da zu Beginn eine Umsetzung ihres Entwurfs vorgesehen war.

CROWDFUNDING

Der erste Schritt um Spendengelder im privaten Umfeld zu akquirieren, war die Eröffnung eines Crowdfundings.

Als Anbieter entschieden wir uns für *GoFundMe*¹⁶, da wir bereits persönliche Erfahrungen mit dieser Plattform hinsichtlich der Erstellung von Spendenkampagnen sammeln konnten. Sämtliche akquirierten Spenden wurden vorerst gesammelt und auf der Spendenplatt-

VEREINSGRÜNDUNG

Die Gründung eines Vereins stand bereits seit dem Winter 2021 zu internen Diskussionen im Raum. Zu dem damaligen Zeitpunkt wurde von der Gründung eines Vereins abgesehen, da dies einen hohen Arbeitsumfang mit sich gezogen hätte und die internen Ressourcen aller Beteiligten limitiert waren. Da wie im vorherigen Abschnitt beschrieben die Spendenakquise im privaten Sektor nicht ausreichend war und auch zukünftige Vorteile eines Vereins überwiegen, wurde eine Vereinsgründung vorangetrieben. Wir beschlossen einstimmig

Im Rahmen der Konkretisierung des Projektes wurde beschlossen, dass wir den Entwurf von Viola Kryza realisieren werden, wodurch der gegenwärtige Inhalt auf der Projekthomepage inhaltlich nicht aktuell ist.

form zurückgehalten. Die Spendenakquise im privaten Umfeld brachte in dem kurzen Zeitraum (Mai 2022 bis November 2022) nicht ausreichend Budget zusammen, welches das Projekt finanziert hätte. Zur Erreichung eines größeren Spender:innen Marktes und um ein seriöses Auftreten des Projektes zu gewährleisten, wurde eine Vereinsgründung in Betracht gezogen.

einen Verein mit dem Namen *Young Earth Builders*¹⁷ – Verein für nachhaltiges Bauen mit Lehm Anfang Juli 2022 zu gründen. Im Zuge dessen wurde zeitgleich ein Vereinskonto eröffnet, welches für die weitere Spendenakquise genutzt wurde. Nach der Eröffnung konnten die zuvor zurückgehaltenen Spenden von der Plattform auf das Konto übertragen werden. Neben den Vorteilen für das *Nongre*-Projekt, soll der Verein langfristig die Bewusstseins-schaffung und -erweiterung junger Generationen für den Baustoff Lehm fördern.

¹⁵ vgl. Walter 2021

¹⁶ vgl. GoFundMe 2010-2023

¹⁷ zukünftige Kurzform: YEB

01.03 METHODIK

Im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit bedienten wir uns verschiedener wissenschaftlicher Methoden. Zur Vorbereitung und auch während des Projektes sind vor allem der Schriftverkehr und die Gespräche mit den Projektbeteiligten vor Ort hervorzuheben. Zudem basiert das Gerüst dieser schriftlichen Ausarbeitung auf Beobachtungen sowie einer ausführlichen Dokumentation des Bauprozesses in Form von Fotos, Videos sowie eines Bautagebuchs. Darüber hinaus war es bedeutend im Zuge der Projektrealisierung mit den Materialien in Berührung zu kommen und die Arbeitsschritte durch Mitwirken am Baugeschehen besser nachvollziehen und bewerten zu können.

SCHRIFTVERKEHR

Für die Diplomarbeit war es in erster Linie erforderlich den Kontakt zu *AVN* herzustellen und alle projektbezogenen Angelegenheiten im Vorfeld zu besprechen.

Die erste Kontaktaufnahme zu *AVN* in Bezug auf eine mögliche Zusammenarbeit zwischen Student:innen der *TU Wien*, *Nongre* sowie *AVN*, erfolgte durch Andrea Rieger-Jandl Ende März 2022.¹⁸

Nachdem festgelegt worden war, dass das *Nongre*-Projekt in Kooperation mit *AVN* rea-

lisiert werden soll, wurde ein kontinuierlicher E-Mail-Verkehr zwischen dem *Nongre Austria Team* und *AVN* geführt. Dabei wurden alle erforderlichen Projektschritte sowie Baukosten besprochen. Dementsprechend stellte der Schriftverkehr insbesondere vor der Ankunft in Bolgatanga ein obligatorisches Instrument zur Informationsbeschaffung bzw. zum Informationsaustausch dar, ohne dessen es nicht möglich gewesen wäre, das geplante Projekt umzusetzen.

GESPRÄCHE VOR ORT

Während der Ausführungsphase des Bauvorhabens standen wir in engem Kontakt mit *AVN*. Dabei orientierten wir uns an die mündlich überlieferten Informationen von den Hauptverantwortlichen Maurern vor Ort. Jene mit-

geteilten Informationen sind insofern wichtig zu erwähnen, da sie spontane Veränderungen in Bezug auf die Planung mit sich brachten, welche ab Kapitel 03 Bauphasen näher beschrieben werden.

¹⁸ vgl. Email von Andrea Rieger-Jandl vom 31.03.2022

BEOBACHTUNGEN

Neben dem Schriftverkehr und den Gesprächen vor Ort, waren die Beobachtungen des Bauprozesses von hoher Relevanz. Zum einen bildeten sie die Basis für die Dokumentation des Baugeschehens, in welcher die einzelnen Arbeitsschritte verschriftlicht wurden. Zum anderen konnten wir dadurch Erkenntnisse

DOKUMENTATION

Die Dokumentation des Bauprozesses stellt ein essentielles Mittel zur Informationssammlung dar. Dabei wurde der Prozess anhand von Fotos, Videos und eines Bautagebuchs festge-

PARTIZIPATION AN DER UMSETZUNG

Um den Baustoff Lehm und die besondere Bauweise, welcher sich *AVN* bedient, besser nachvollziehen zu können, war es unumgänglich, bisher erlangte, theoretische Kenntnisse innerhalb des Bauprozesses praxisorientiert einzubringen. Jene Praxis erstreckte sich von dem Mitwirken bei der Lehmziegelherstellung¹⁹ bis hin zum Abschluss der Bauarbeiten. Hervorzuheben ist, dass *AVN* uns die Möglich-

keiten gewinnen, die wiederum für die Bewertung des gesamten Bauprozesses herangezogen und in Form von Verbesserungsvorschlägen unsererseits reflektiert wurden. Die Ergebnisse jener Beobachtungen werden in den einzelnen Kapiteln der Bauphasen vorgestellt.

halten. Die gesammelten Informationen dienen als Grundlage für die Erstellung der vorliegenden Diplomarbeit und wurden im Zuge dessen analysiert und ausgewertet.

keit gab, in jeden einzelnen Bauprozess involviert zu werden und dadurch mit dem Material Lehm näher in Berührung zu kommen. Ein Anliegen seitens *AVN* war es jedoch, dass unser Mitwirken den Bauprozess zeitlich nicht beschleunigen sollte, da die Arbeiter nach Tagessätzen vergütet wurden und daraus sonst ein wirtschaftlicher Verlust resultiert wäre. Dies ist nicht der Fall gewesen.

¹⁹ Der Terminus „Lehmziegel“ wird in Österreich verwendet, wohingegen der Begriff „Lehmstein“ in Deutschland verbreitet ist

02 PROJEKT BETEILIGTE



« An appropriate and sustainable response to the housing challenge in Africa »

The Nubian Vault Association Program
Vaults in Africa: « A Roof + A Skill + A Market »

A ROOF

To kick-start the Nubian Vault market on a large scale...

NUBIAN VAULTS

TRACK AND FIELD INVITATIONAL
Sponsored by Hirsman Trophy

An International

For more information
www.lavoutennubienne.com
contact@lavoutennubienne.com
#thenubianvault
@earthpops

Abb. 007 (vorherige Seite)

Vertragsunterzeichnung am 10.11.2022

Foto Nongre, AVN und Nongre Austria Team

(von links nach rechts):

Milorad Racanovic, Konstantin Hirsch,

Anthony Anabire, Adombila Adugbire,

Samuel Kogo, Emmanuel Azumah

²⁰ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire,

Telefonat am 17.03.2023

²² vgl. AVN 2019-2020

²¹ vgl. Bender 2018

²³ vgl. BMK 2021

02.01 NONGRE

Die *Nongre Craft and Culture Foundation* ist eine gemeinnützige Organisation, die am 18.10.2016 von Adombila Adugbire gegründet wurde. Innerhalb der Organisation hat Anthony Anabire die Funktion des Co-Direktors. In unterstützender, ehrenamtlicher Funktion agiert Dorcas Asugle als Lehrerin für Flechthandwerk und Samuel Abodone als Freiwilliger. Die *Nongre* setzt sich für Kinder und Jugendliche ein, die vor allem aus Familien stammen, deren primärer Lebensunterhalt durch die Herstellung von traditionellen Flechthandwerk bezogen wird. Zusätzlich werden jedoch

02.02 AVN

Die *Association la Voûte Nubienne* ist ebenfalls eine gemeinnützige Organisation, die im Jahr 2000 von Thomas Granier und Seri Youlou gegründet wurde.

Ziel dieser Organisation ist es möglichst viel nachhaltig errichteten und erschwinglichen Lebensraum im Bereich das Sahelzone zu schaffen.²¹ Dies gewährleisten ihre Akteure durch die Verwendung von lehmhaltigen Erdmaterial als primären Baustoff in Verbindung mit der jahrtausendealten nubischen Gewölbeweise. Weitere Ziele sind die Einsparung von CO₂ durch die bestmögliche Vermeidung von Zement und Baumfällungen für Bauzwe-

auch die Kinder aus der unmittelbaren Nachbarschaft innerhalb der Gemeinschaft *Porlgor* mit einbezogen. *Nongre* bietet in Zusammenarbeit mit anderen NGOs wie *Future for Africa* vor allem eine Nachmittagsbetreuung an. Einerseits soll den Kindern und Jugendlichen Unterstützung bei schulischen Themen wie Hausaufgaben geboten werden. Andererseits wird ihnen auch ihr eigenes kulturelles Erbe in Form von traditionellen Tänzen, Gesängen und Handwerkskünsten beigebracht. Infolgedessen werden ihre Werte und Traditionen auch für zukünftige Generationen bewahrt.²⁰

cke, die Stärkung der lokalen (Bau-)Wirtschaft, oder das Generieren von sogenannten Green Jobs.²²

„Laut Definition der Europäischen Union (EU) sind Green Jobs Arbeitsplätze in der Herstellung von Produkten, Technologien und Dienstleistungen, die Umweltschäden vermeiden und natürliche Ressourcen erhalten.“²³ Für die Projektrealisierung vor Ort hatten folgende Personen eine besondere Relevanz und werden daher namentlich genannt: Emmanuel Azumah in der Funktion als nationaler Koordinator für Ghana, Samuel Kogo in der Funktion als hauptverantwortlicher Baustellenlei-

ter (mit dem zweithöchsten Ausbildungslevel *C4*²⁴, der sich auf dem Ausbildungsweg zum höchstmöglichen Ausbildungslevel *C5* befindet) und Norbert in der Funktion als hauptverantwortlicher Maurer auf der Baustelle (mit dem zweithöchsten Ausbildungslevel *C4*). Bezugnehmend auf die o.g. Klassifizierungen (*C4* bzw. *C5*) ist anzumerken, dass *AVN* über ein eigens konzipiertes Hierarchiesystem für verschiedene Ausbildungsniveaus verfügt. Der unterste Grad entspricht dem *C1*-Niveau und stellt einen unausgebildeten Lehrling dar. Das

02.03 NONGRE AUSTRIA TEAM

Das selbsternannte *Nongre Austria Team* umfasst eine Gruppe von Studierenden, wie auch eine Absolventin der *TU Wien*, die sich im Rahmen ihrer Diplomarbeiten mit der o.g. *Nongre* und ihren Wünschen inhaltlich auseinandergesetzt sowie für diese direkt oder indirekt ein Bauprojekt realisiert haben. Zu diesem Team gehören Constanze Walter, Theresa Laber, Vi-

nächst höhere *C2* ist einem fortgeschrittenen Lehrling gleichzusetzen. Mit *C3* ist das Ausbildungsniveau eines Maurers erreicht. Als *C4* ist der höchste Ausbildungsgrad hinsichtlich theoretischer und praktischer Kenntnisse erreicht. Dieses Level befähigt den Praktizierenden dazu, eigenständig Baustellen in leitender Funktion abzuwickeln. Jene Stufe wird ausschließlich von dem *C5*-Niveau übertroffen, welches dem Betroffenen ermöglicht gesamtseitlich als Unternehmer zu agieren.

²⁴ vgl. AVN 2016-2017

ola Kryza und die beiden Verfasser dieser Diplomarbeit, Milorad Racanovic und Konstantin Valerian Hirsch. Alle Teammitglieder wurden während der Ausarbeitung ihrer jeweiligen Diplomarbeiten von Andrea Rieger-Jandl betreut, die gleichermaßen das umfassende, langjährige Projekt initiierte.

03 BAUPHASEN



Abb. 008 (vorherige Seite)
bauliche Fertigstellung Rohbau

03.01 BAUVORBEREITENDE MAßNAHMEN

Das vorliegende Kapitel behandelt die bauvorbereitenden Maßnahmen, welche vor dem Baubeginn obligatorisch waren. Zu diesen zählten die Tätigkeiten der *Bolga East District Assembly*, welche sowohl die Vermessungs- als auch die Absteckungsarbeiten des *Nongre*-Grundstückes umfassten. Des Weiteren wird auf die Vertragsunterzeichnung aller Projektbeteiligter eingegangen. Abschließend werden logistische Aspekte betreffend der Baumaterialien und Werkzeuge näher erläutert.

03.01.01 VERMESSUNG UND GRUNDSTEINLEGUNG

Vor unserer Anreise nach Ghana gab es seitens Viola Kryza und Theresa Laber im Zuge ihrer Ghana-Aufenthalte Bemühungen einen Kontakt zu dem zuständigen Vermessungsamt in Bolgatanga, der *Bolga East District Assembly*, herzustellen, um die nötigen Vorkehrungen für die Umsetzung des Projektes zu treffen. Nach der ersten Kontaktaufnahme wurden die Vermessung, Abgrenzung und Absteckung des zu bebauenden *Nongre*-Grundstückes sowie die Eintragung dessen in den Katasterplan und die Erstellung eines Lage-

plans von Viola Kryza und Theresa Laber in Auftrag gegeben. Ende September 2022 wurden wir von der *Bolga East District Assembly* per Mail in Kenntnis gesetzt, dass alle besprochenen Schritte in die Wege geleitet wurden.²⁵ Am 02.10.2022 wurden sämtliche Arbeiten betreffend des Grundstückes vollbracht. Lediglich die Unterschrift des zuständigen Vermessungsamt-Leiters, welche die Eintragung des *Nongre*-Grundstückes in den Katasterplan bestätigt, erhielten wir erst am 25.01.2023.

²⁵ vgl. E-Mail von Bolga East District Assembly vom September 2022

03.01.02 PLANGRUNDLAGEN FÜR DIE BAUDURCHFÜHRUNG

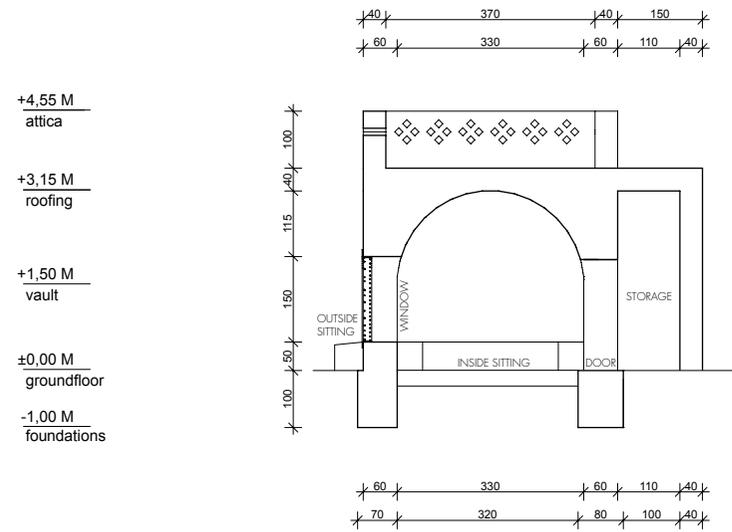
In den nachfolgenden Abbildungen wird exemplarisch ein Auszug der Entwurfsmappe mit Arbeitsstand 28.10.2022 dargestellt, die von Viola Kryza ausgearbeitet wurde. Inhalt dieser Mappe waren Grundrisse, Schnitte, Ansichten,

Lage- sowie Übersichtspläne. Diese Unterlagen bildeten die Grundlage für die anstehende Baudurchführung, welche ab Kapitel 03.03 Rohbauarbeiten ausführlich beschrieben wird.



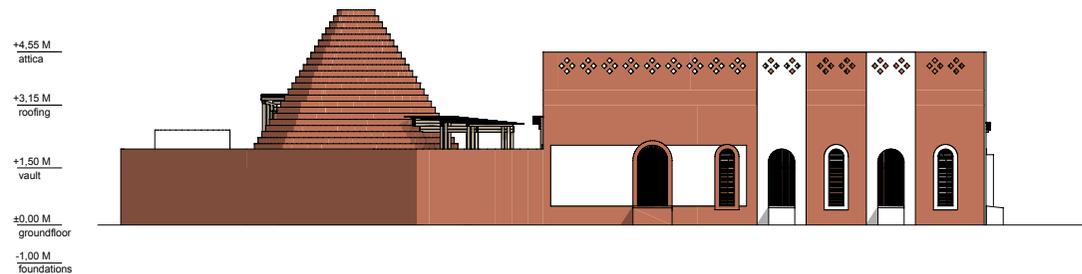
Abb. 009
vereinfachter Lageplan,
Abmessungen auf Grundlage
von den Vermessungsunterlagen
der Bolga East District Assembly
Arbeitsstand: 28.10.2022

Abb. 010 (oben)
 Entwurf von Viola Kryza
 Schnitt 3
 Arbeitsstand: 28.10.2022

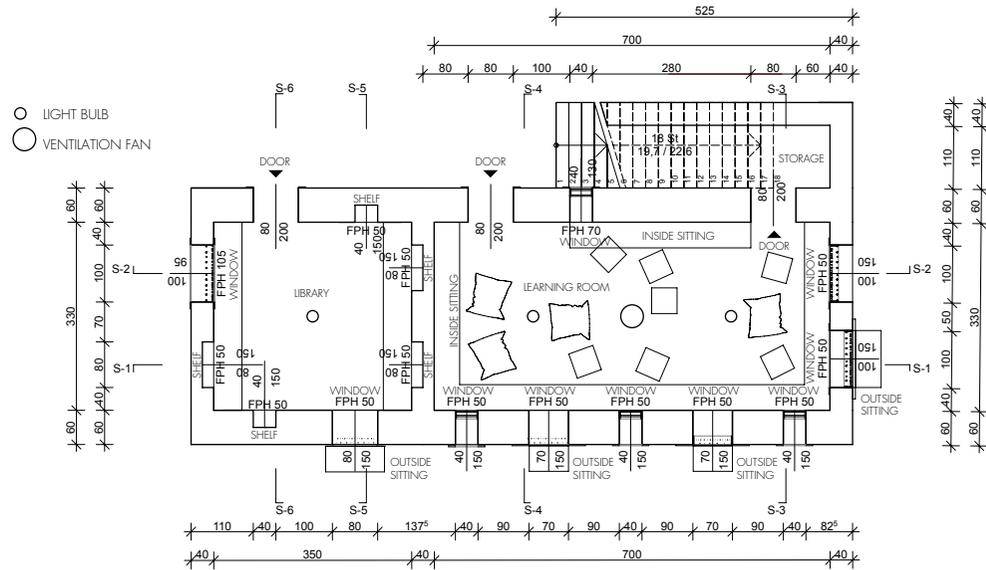


DIMENSIONING IN CENTIMETERS [CM]
 © VIOLA KRYZA

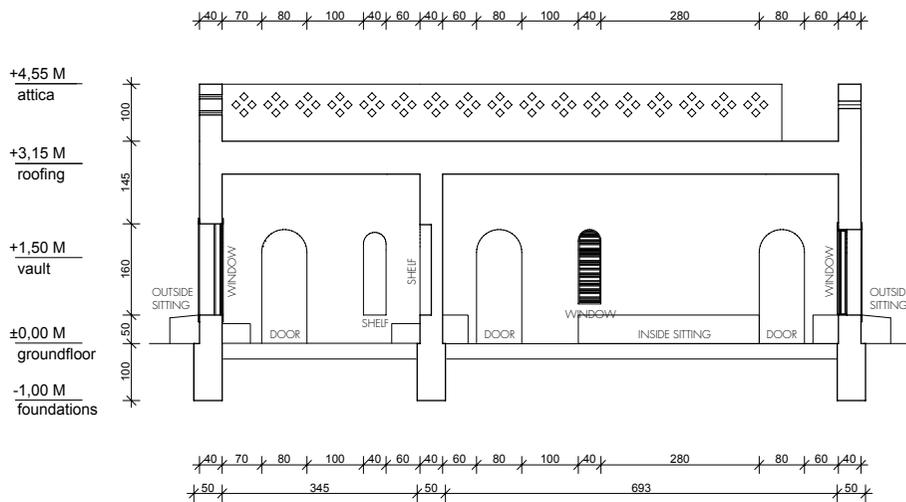
Abb. 011 (unten)
 Entwurf von Viola Kryza
 Nordwestansicht
 Arbeitsstand: 28.10.2022



NONGRE CRAFTS AND CULTURE FOUNDATION | LIBRARY + LEARNING ROOM O



NONGRE CRAFTS AND CULTURE FOUNDATION | LIBRARY + LEARNING ROOM ONE | SECTION 2



© VIOLA KRZYA

Abb. 012 (oben)
 Entwurf von Viola Kryza
 Grundriss
 Arbeitsstand: 28.10.2022

Abb. 013 (unten)
 Entwurf von Viola Kryza
 Schnitt 2
 Arbeitsstand: 28.10.2022



Abb. 014 (nächste Seite)

Vertragsunterzeichnung am 10.11.2022

Foto AVN und Nongre Austria Team

(von links nach rechts):

Konstantin Hirsch, Emmanuel Azumah,

Milorad Racanovic, Samuel Kogo

03.01.03 VERTRAGSSCHLIEßUNG

Um das Vertragsverhältnis zu definieren und schriftlich zu erfassen, sollte ein Vertrag zwischen *Nongre*, *Nongre Austria Team* und *AVN* aufgesetzt werden. Hierfür wurde nach unserer Ankunft am 10.11.2022 ein Treffen mit den hauptverantwortlichen Projektbeteiligten von *AVN* in Bolgatanga veranlasst. Diesem Treffen wohnten alle Vertragspartner bei. Als Grundlage des Vertragsverhältnisses diente

uns die Kostenschätzung von *AVN*, die uns am 21.10.2022 per Mail übermittelt worden war und einen Überblick über alle voraussichtlichen Baukosten enthielt.²⁶

Nachdem alle Projektbeteiligten mit den Rahmenbedingungen einverstanden waren, wurde die Kostenschätzung von den anwesenden Parteien unterzeichnet.

²⁶ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-364, S.225,229

NATIONAL OFFICE

A ROOF,
A SKILL,
A MARKET



- NO WOOD
- NO IRON
- NO CEMENT

The Nubian Vault Association

SUSTAINABLE HOUSING FOR SOUTHERN AFRICA





03.01.04 MATERIALTESTS BEIM ABTRAGUNGSORT

Bevor die Erdmischung auf die Baustelle geliefert werden konnte, waren Materialtests von einem geeignetem Bauleiter – in unserem Fall Samuel Kogo – am Abtragungsort durchzuführen. Im Rahmen dieser speziellen Tests wurde das Erdgemisch, welches sich aus Lehm, Sand und Kies zusammensetzt, optisch sowie haptisch auf seine Eignung überprüft.

²⁷ vgl. AVN 2014, S.9

Je nach Erfahrungsgrad des Bauleiters lassen sich Schlüsse über die Beschaffenheit und Struktur einer Probe ziehen.

²⁸ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 29.11.2022, Bolgatanga

The Nubian Vault Mason's Manual beschreibt zwei Arten von Tests, die zur Qualitätsüberprüfung der Erdmischung am Abtragungsort durchgeführt werden. Beim ersten Test handelt es sich um den Lehmkugeltest, bei welchem eine Kugel aus der Erdmischung geformt wird. Anschließend wird die Kugel aus Schulterhöhe (Arm parallel zum Boden) fallengelassen. Das Bruchverhalten der Erdkugel lässt Rückschlüsse auf die Qualität des Erdgemisches ziehen. Zerbricht die Kugel

²⁹ vgl. AVN 2014, S.9

beim Auftreffen auf den Boden nicht, beinhaltet die Mischung zu viel Lehm und kann Risse im Lehmziegel verursachen. Weist das Bruchmuster jedoch viele kleine Bruchstücke auf, ist die Mischung zu sandig. Zerbricht die Kugel in wenige große Bruchstücke, handelt es sich um eine passende Mischung für die Lehmziegelherstellung.²⁷ Laut Samuel Kogo, kann anhand des Lehmkugeltests mit großer Sicherheit bestimmt werden ob eine Erdmischung geeignet ist oder nicht.²⁸

Im Rahmen des Zigarrentests wird eine Erdkugel zu einem Zylinder gerollt bis er die Breite eines Daumens sowie die Länge der Hand erreicht. Im Anschluss wird der zigarrenförmige Lehmklumpen quer über die Handfläche gelegt und anschließend eingedrückt bis ein Stück abfällt. Nachfolgend wird die Länge des abfallenden Stückes gemessen. Beträgt die Länge des abfallenden Stückes zwischen 5 bis 15 cm, handelt es sich um eine baufähige Erdmischung.²⁹



Abb. 015 (oben)
Materialtest innerhalb der Lehmgrube

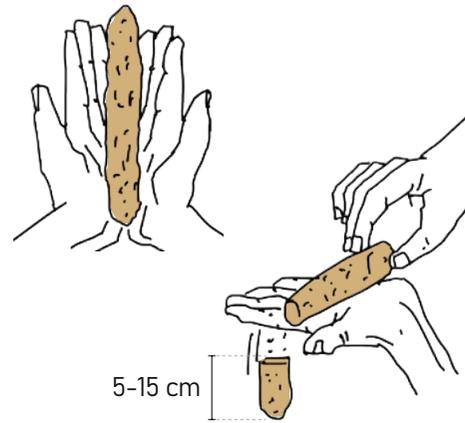
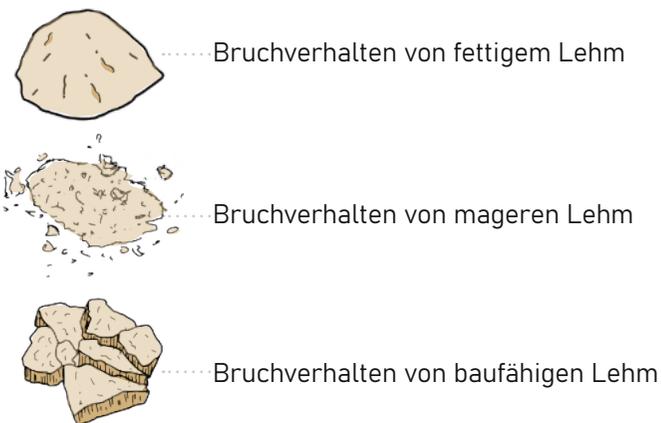


Abb. 016 (links unten)
Bruchverhalten nach Lehmkugelttest

Abb. 017 (rechts unten)
Zigarrentest

03.01.05 WERKZEUGBESCHAFFUNG UND MATERIALLIEFERUNGEN

WERKZEUGBESCHAFFUNG

Bevor die Bauarbeiten für das *Nongre*-Projekt starten konnten, war es notwendig, das dazu relevante Werkzeug bzw. Material zu beschaffen. Basierend auf der vorangegangenen Kostenschätzung von AVN³⁰, stellten wir eine Übersicht der tatsächlich benötigten Werkzeuge und Materiallieferungen zusammen.

Die begrenzten finanziellen Mittel und auch der ressourcenschonende Umgang waren dabei besondere Rahmenbedingungen dieses Projektes. Die von AVN ausgeschriebenene Einheitspreise des Werkzeugs setzten sich aus den Erfahrungswerten bereits realisierter Bauvorhaben unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Teuerungswelle zusammen.

Jedoch vertraten die beiden Hauptverantwortlichen von *Nongre* die Meinung, dass sie die angeführten Arbeitsgeräte günstiger erwerben könnten.³¹ AVN stimmte dem Vorschlag zu. Da wir durch Adombila Adugbire und Anthony Anabire über ausreichend Kontakte und Anlaufstellen in der näheren Umgebung verfügten, konnten wir die wichtigsten Arbeitsgeräte, die für die ersten Arbeitsschritte essentiell waren, innerhalb eines Radius von 1,5 km besorgen. Die Mehrheit der Werkzeuge ließ sich entweder beim naheliegenden Baustoffhändler oder beim lokalen Markt in

Bolgatanga finden. Als Transportmittel wurde größtenteils die Motorroller von Anthony Anabire bzw. Adombila Adugbire genutzt. Andere Arbeitsgeräte, die für den Transport mit dem Motorroller zu groß waren, wie beispielsweise die Schubkarren, mussten mit speziellen *tricycles*, zu Deutsch Lastendreiräder, geliefert werden. Einhergehend mit den kurzen Transportwegen konnten wir die CO₂-Emissionen in einem geringen Rahmen halten.

Ein weiterer positiver Aspekt, der durch die Selbstanschaffung der Werkzeuge entstand, war das Ankurbeln der lokalen Wirtschaft durch den Erwerb von Werkzeugen bei den Baustoffhändlern vor Ort. Einige Arbeitsgeräte – wie eine Spitzhacke oder der Wasserschlauch für die Wasserversorgung – standen uns bereits von Anfang an zur Verfügung.

Die Spitzhacke hatte Viola Kryza während ihres dreimonatigen Aufenthalts in Bolgatanga erworben und Adombila Adugbire selbst verfügte über einen Wasserschlauch. Das restliche Werkzeug, welches teilweise speziell von AVN für ihre Bauvorhaben genutzt und angefertigt wurde, wie zum Beispiel das Model für die Lehmziegelherstellung, wurde von ihnen bereitgestellt.

³⁰ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362–364, S.225,229

³¹ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire und Anthony Anabire am 10.11.2022, Bolgatanga

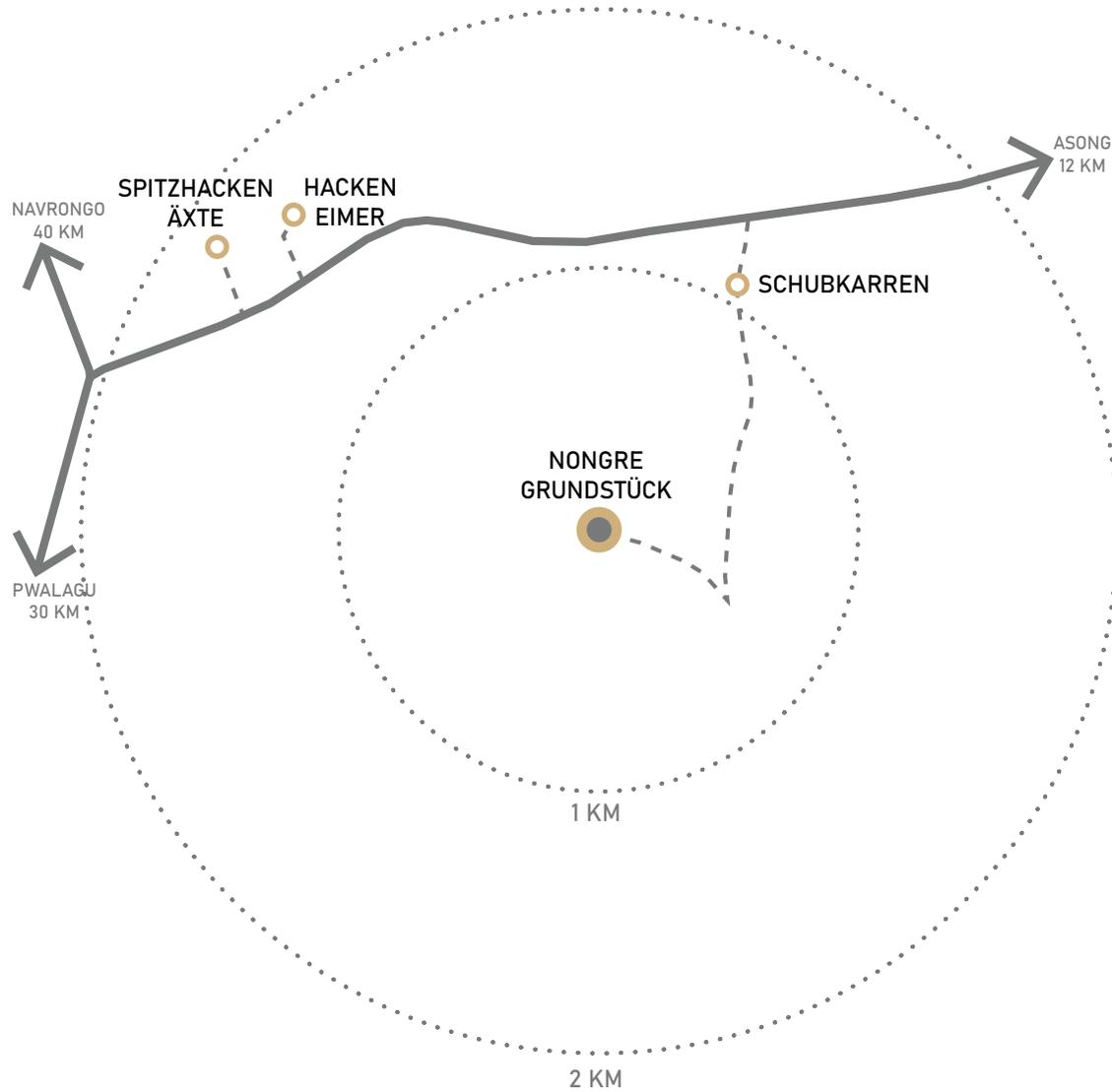


Abb. 018

Transportwege für die
Werkzeugbeschaffung

³⁴ zukünftige Kurzform: LKW

³² vgl. Gespräch mit Adombila Adubire
am 24.10.2022, Bolgatanga

³⁵ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo
am 10.11.2022, Bolgatanga

³³ vgl. Gespräch mit Adombila Adubire
am 26.10.2022, Bolgatanga

MATERIALLIEFERUNGEN

Mindestens genauso wichtig wie die Werkzeugbeschaffung, war die rechtzeitige Lieferung des erforderlichen Materials vor Beginn der Bauarbeiten. Dazu zählten vor allem die Fundamentsteine und die Erdmischungen, welche für die Herstellung der großen Lehmziegel notwendig waren. Bezüglich der Fundamentsteine ist zu erwähnen, dass es bereits vor Antritt der Reise mit Adombila Adugbire Gespräche gab, welche die Selbstorganisation jener umfassten.³² Dadurch wären sowohl finanzielle als auch zeitliche Einsparungen möglich gewesen. Einige Tage später wurden wir jedoch von Adombila Adugbire hingewiesen, dass eine Selbstanschaffung doch nicht möglich sei, da er die benötigte Menge an Steinen bis Baubeginn nicht besorgen könne.³³ Dementsprechend war es die Aufgabe von AVN die Fundamentsteine zu beschaffen.

Diese wurden aus einem, von der Baustelle 30 km entfernten, Steinbruch in der Nähe von Pwalagu abgetragen. Der Transport zur Baustelle erfolgte durch große Lastkraftwagen³⁴ mit einem Fassungsvermögen von 20 Cubit. Cubit ist laut Samuel Kogo das in Ghana vorherrschende Maß für das Fassungsvermögen von Transportfahrzeugen. Dieses wird bei der Berechnung der erforderlichen Mengen von Baustoffen bei Bauvorhaben herangezogen. Unterschieden wird zwischen einem kleinen LKW mit einem Fassungsvermögen von fünf Cubit und einem großen LKW mit 20 Cubit.³⁵ Neben den Fundamentsteinen war die Lieferung der Erdmischungen für die Herstellung der Lehmziegel essentiell. Abgetragen wurden diese aus einem, von der Baustelle 27 km entfernten, Steinbruch in der Nähe von Pwalagu.

Abb. 019 (links)
erste Lieferung der
Fundamentsteine am 10.11.2022



Abb. 020 (rechts)
erste Lieferung des
Erdgemisches am 11.11.2022



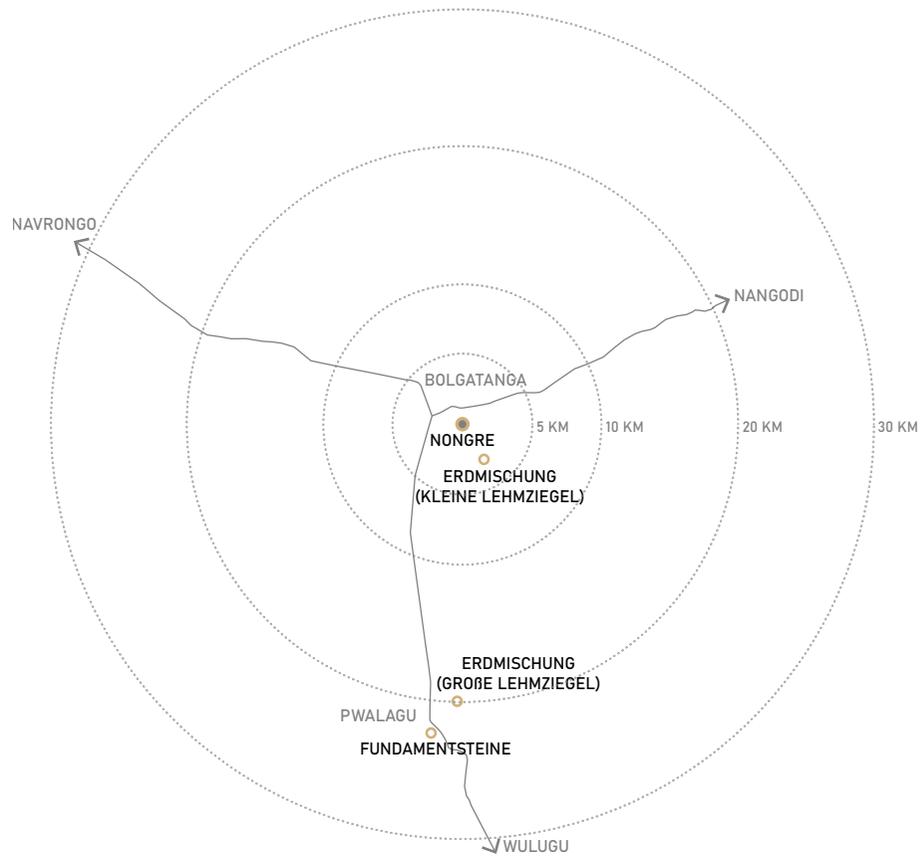


Abb. 021 (oben)
Transportwege der Materiallieferungen



Abb. 022 (unten)
großer LKW mit
20 Cubit Fassungsvermögen

Abb. 023
Nongre-Kids spielen
auf einer Materiallieferung

Abb. 024 (nächste Seite)
Gruppenbild mit den Nongre-
Kids sowie Samuel und
Maxwell von Future for Africa





03.02 ZIEGELHERSTELLUNG

03.02.01 LEHMZIEGELHERSTELLUNG

Im folgenden Kapitel werden sowohl die vorbereitenden Maßnahmen als auch der Herstellungsprozess der kleinen und großen Lehmziegel, welche das Grundgerüst des Bauwerks bildeten, thematisiert. Die großen Lehmziegel wurden für die Errichtung der Wände verwendet, wohingegen die kleinen für das Tragwerk des Nubischen Gewölbes sowie die Fenster-, Tür- und Nischenbögen genutzt wurden. Die Herstellung der kleinen und großen Lehmziegel fand demzufolge in zwei, zeitlich voneinander getrennten Etappen statt. Während mit der Herstellung der großen Lehmziegel direkt nach Erhalt der ersten Erdmischungen begonnen wurde, wurde mit der Herstellung der kleinen Lehmziegel erst im Verlauf der Fundamentarbeiten angefangen. Aufgrund der Ähnlichkeiten der beiden Ziegelarten hinsichtlich des Herstellungs- und Formgebungsprozesses werden beide Arten im anschließenden Kapitel gemeinsam behandelt. Am Ende des Kapitels werden mehrere Problematiken, die sich im Verlauf der Lehmziegelherstellung ergaben, sowie Verbesserungsvorschläge unsererseits beschrieben.

WERKZEUG UND MATERIAL

- kleine Äxte
- Schaufeln
- Eimer
- Schubkarren
- 3x Zweifach-Holzmodell (große Lehmziegel)
- 3x Zweifach-Holzmodell (kleine Lehmziegel)
- Wasserschläuche
- Wassertank
- Elektronische Wasserpumpe
- Wasser
- Erdmischungen
- Stroh (kleine Lehmziegel)
- Kunststoffolie (kleine Lehmziegel)

Abb. 025 (nächste Seite oben)
hergestellte große Lehmziegel
während des Trocknungsprozesses

Abb. 026 (nächste Seite unten)
hergestellte kleine Lehmziegel
während des Trocknungsprozesses



Abb. 027 (links oben)
Metalltank wird mit Wasser befüllt



Abb. 028 (rechts oben)
Schubkarre und Schaufeln



Abb. 029 (links mittig)
große Zweifach-Holzmodel
(große Lehmziegel)



Abb. 030 (rechts mittig)
Eimer und kleines
Zweifach-Holzmodel
(kleine Lehmziegel)



Abb. 031 (links unten)
kleine Hacke
Abb. 032 (rechts unten)
elektrische Wasserpumpe





Abb. 033 (links oben)
Erdmischung (große Lehmziegel)



Abb. 034 (rechts oben)
Erdmischung (kleine Lehmziegel)



Abb. 035 (links unten)
Kunststoffolie



Abb. 036 (rechts unten)
Stroh als Zusatzstoff für die
kleinen Lehmziegel

VORBEREITUNG ERDGEMISCH

GROÙE LEHMZIEGEL

Zur Herstellung der großen Lehmziegel wurde ein fertig aufbereitetes sowie baufähiges Lehmgemisch verwendet, wodurch der aufwendige Aufarbeitungsprozess übersprungen werden konnte.

„Magerer, krümeliger, erdfechter Lehm braucht in der Regel nicht behandelt werden, sondern kann direkt [...], mit Wasser aufgerührt, zur Lehmsteinherstellung im Handverfahren [...] eingesetzt werden.“³⁶

Aus diesem Grund wurde im ersten Schritt ein Teil des Erdgemisches vom Hügel mit Hilfe von Schaufeln abgetragen, wodurch ein längerer Spalt zwischen dem neuentstandenen Haufen und dem Rest des Hügels geschaffen wurde. Anschließend wurde jener Spalt mit Wasser aufgefüllt und nachfolgend mit dem restlichen Gemisch vermengt. Dieser Schritt diente vor allem der Homogenisierung des

Materials. Zeitgleich wurde das eingeweichte Gemisch durch das Stampfen mit Füßen zu einer breiartigen Konsistenz verdichtet, was zu einer Steigerung der Plastizität des Lehms führt. In diesem Zusammenhang erhöht sich die Wirkung der Anziehungskräfte des im Lehm enthaltenen Tons, was dem Lehmziegel eine deutlich stärkere Festigkeit verleiht. Entscheidend ist dabei vor allem die Intensität und Dauer des Mischvorgangs.³⁷ Die oben genannten Arbeitsschritte von der Vermengung bis hin zum Verdichten des Gemisches wurden so oft wiederholt bis ausreichend Material für die Ziegelherstellung vorhanden war. Im Anschluss wurde das vorbereitete Material mit Hilfe von Schubkarren zum danebenliegenden, leerstehenden und unbewirtschafteten Grundstück eines Nachbarn transportiert, wo die Lehmziegelherstellung stattfand.

³⁶ Minke 2022, S.56

³⁷ vgl. Schneider/Schwimann/Bruckner 1996, S.92f



Abb. 037 (links oben)
Materialabtragung

Abb. 038 (rechts oben)
Vermengung des Materials mit
Wasser



Abb. 039 (links mittig)
Mischen und Vermengen des
Materials

Abb. 040 (rechts mittig)
Stampfen des Gemenges



Abb. 041 (links unten)
optimale Konsistenz für die Herstellung

Abb. 042 (rechts unten)
Transport zum Form- und Trocknungsort
Lehmziegel

ERRICHTUNG
FUNDAMENT

HERSTELLUNG
KLEINE LEHMZIEGEL

ERRICHTUNG
WÄNDE

VORBEREITUNG ERDGEMISCH

KLEINE LEHMZIEGEL

Für die kleinen Lehmziegel wurde zunächst ein gebrauchsfertiges Material von einer nähergelegenen Lehmgrube abgetragen. Dieses erwies sich jedoch als ungeeignet, woraufhin ein Erdgemisch aus der Lehmgrube, welches bereits zuvor für die großen Lehmziegel verwendet worden war, entnommen und für die Herstellung herangezogen wurde. Im Vergleich zu den großen Lehmziegeln gab es geringe Unterschiede in Bezug auf den Aufbereitungsprozess. Für die kleinen Lehmziegel wurde das Ausgangsmaterial, im Gegensatz zu den großen Lehmziegeln, nach dem Ver-

mengen mit Wasser mit einer Kunststoffolie abgedeckt und über Nacht mauken gelassen, bevor es für den Formgebungsprozess genutzt werden konnte. Das Mauken dient insbesondere der Vergrößerung der Bindekraft des Tons⁴¹, was in weiterer Folge zu einer höheren Plastizität des Materials führt.⁴² Ein weiterer Unterschied bestand im Beimischen von faserigen Zuschlagsstoffen. In diesem Fall wurde dem Gemisch Stroh zugefügt, was einerseits eine Verringerung des Schwindmaßes bewirken und andererseits die Zugfestigkeit der Ziegel erhöhen sollte.⁴³

⁴¹ vgl. Minke 2022, S.59

⁴² vgl. Schroeder 2019, S.135

⁴³ vgl. Schneider/Schwimann/Bruckner
1996, S.166



Abb. 043 (links oben)
Aufbereitung des Erdgemisches
für die kleinen Lehmziegel

Abb. 044 (links unten)
Zugabe von Stroh als natürliche
Bewehrung

Abb. 045 (rechts oben)
Verdichten und Mischen
des Gemisches

Abb. 046 (rechts mittig)
Abdecken des aufbereiteten
Gemisches mit einer
Kunststoffolie, um einer Austrock-
nung entgegenzuwirken

Abb. 047 (rechts unten)
aufbereitetes Gemisch nach
24 Stunden mauken

⁴⁴ vgl. AVN 2018, S.15

FORMGEBUNGSPROZESS

Der Formgebungsprozess war sowohl für die großen als auch die kleinen Lehmziegel identisch. Bevor mit dem Formen begonnen werden konnte, musste der Untergrund gemäß von *The Nubian Mason's Manual* gesäubert und gegebenenfalls geebnet werden.⁴⁴ Als Vorbereitung auf das Formen der Ziegel musste im ersten Schritt das Model befeuchtet werden, um ein sauberes Abziehen dieser vom Ziegel im späteren Verlauf des Formprozesses gewährleisten zu können. Für beide Ziegelarten wurden Zweifach-Model herangezogen, wobei je nach Art unterschiedlich große Model verwendet wurden. Die Innenabmessungen der großen Model betragen 36x16x16 cm, wohingegen die kleinen Lehmziegel die Abmessungen von 23x14x6 cm aufwiesen. Im nächsten Schritt wurde das aufbereitete und vermengte Material schwungvoll in das Model geworfen, bis dieses vollständig aufgefüllt war. Daraufhin wurde das Gemisch mit den Händen ver-

dichtet. Im Anschluss wurde das überschüssige Material händisch abgestrichen und das verdichtete Gemisch aus Haftungsgründen mit diagonalen Furchen versehen. Abschließend wurde das Model vorsichtig senkrecht abgezogen.

Täglich konnten durchschnittlich zwischen 600 - 1000 große Lehmziegel hergestellt werden, sodass innerhalb von acht Nettoarbeitstagen sieben Arbeiter die erforderliche Gesamtmenge von rund 6000 Stück vor Beginn der Rohbauarbeiten fertiggestellt hatten.

Der Herstellungsprozess der kleinen Lehmziegel verlief parallel zu den Rohbauarbeiten und erstreckte sich von Beginn der Fundamentarbeiten, bis hin zur Fertigstellung der Bögen der Längswände in der Bibliothek. Die erforderliche Gesamtstückanzahl von rund 6000 kleinen Lehmziegeln wurde ausschließlich von drei Arbeitskräften in der zuvor beschriebenen Zeitspanne erreicht.



Abb. 048 (links oben)
Befeuchten des Holzmodells
(große Lehmziegel)

Abb. 049 (links mittig)
Füllen des Holzmodells
(große Lehmziegel)

Abb. 050 (links unten)
Abziehen des Holzmodells
(große Lehmziegel)

Abb. 051 (rechts oben)
Verdichten des Gemisches
in dem Holzmodell
(kleine Lehmziegel)

Abb. 052 (rechts unten)
Abziehen des Holzmodells
(kleine Lehmziegel)

⁴⁵ vgl. Gespräch mit Norbert
am 11.11.2022, Bolgatanga

TROCKNUNGSPROZESS

Die hergestellten Lehmziegel verblieben am Ort der Herstellung, wo sie unter konstanter Sonneneinstrahlung drei bis fünf Tage an der Luft trockneten.

Im Zuge des Trocknungsprozesses wurden

wir von Norbert darauf aufmerksam gemacht, dass ein Wenden der Lehmziegel um 90 Grad die Trocknungszeit verkürzen würde⁴⁵, woraufhin wir seinen Ratschlag annahmen und umsetzten.

MATERIALTESTS

Nachdem einige der großen Lehmziegel bereits getrocknet waren, führten wir zwei Materialtests durch, um festzustellen, ob sie sich für das Haupttragwerk eignen würden. Beim ersten Test musste sich eine Person auf einen Ziegel stellen, der auf zwei weiteren positioniert wurde, die ca. 30 cm voneinander entfernt waren.

Da der Ziegel währenddessen nicht brach, wies dies auf eine hohe Festigkeit hin. Im Zuge des zweiten Tests wurde ein Ziegel aus Schulterhöhe fallengelassen und das Bruchmuster anschließend analysiert. Die wenigen, jedoch großen Bruchstücke deuteten laut Norbert ebenfalls auf eine ausreichend hohe Festigkeit der Ziegel hin.⁴⁶

⁴⁶ vgl. Gespräch mit Norbert
am 16.11.2022, Bolgatanga

Abb. 053 (links)
Wenden der kleinen Lehmziegel



Abb. 054 (rechts)
Wenden der großen Lehmziegel





Abb. 055 (links)
Belastungstest der großen,
getrockneten Lehmziegel

Abb. 056 (rechts)
Begutachtung und Auswertung des
Bruchmusters

Abb. 057

hergestellte große Lehmziegel
während des Trocknungsprozesses

Abb. 058 (nächste Seite)

hergestellte kleine Lehmziegel
während des Trocknungsprozesses





PROBLEMATIKEN | OPTIMIERUNGEN

LEHMPROBEN GRUNDSTÜCK

⁴⁸ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362–364,
S.225,229

⁴⁷ vgl. Gespräch mit Viola Kryza
im November 2022

Während Viola Kryzas und Theresa Labers dreimonatigen Aufenthaltes in Bolgatanga wurden Überlegungen angestellt, das Erdreich des zu bebauenden Grundstückes für die Lehmziegelherstellung heranzuziehen. In diesem Zusammenhang wurden von ihnen Lehmproben vom Grundstück entnommen und Tests bezüglich der Beschaffenheit, Qualität und Eignung durchgeführt. Die Resultate zeigten, dass jenes Erdmaterial sich für die Herstellung von Lehmziegeln eignen würde.⁴⁷ Die Verwendung dieses Lehms hätte durch den Wegfall der Transportwege für die externe Beschaffung sowohl den CO₂-Ausstoß reduzieren als auch finanzielle Einsparungen mit sich bringen können. Obwohl die Ergebnisse des Erdmaterials sowohl uns als auch AVN vorlagen, wurde dieses aufgrund von Versäumnissen seitens AVN nicht für die Herstellung der großen Lehmziegel genutzt. Spätestens nach dem Erhalt der Kostenschätzung

von AVN, in welcher explizit der Einsatz sowie Transport eines externen Lehmgemisches angeführt ist⁴⁸, wäre es notwendig gewesen, sie erneut auf die geplante Nutzung des Erdmaterials vom *Nongre*-Grundstück aufmerksam zu machen. Diese Versäumnisse führten dazu, dass nach unserer Ankunft eine möglichst zeitnahe Entscheidung über das Ausgangsmaterial für die Lehmziegelherstellung getroffen werden musste. Die Aushubarbeiten des Erdreiches vom Grundstück hätten einige Tage in Anspruch genommen, was den Start des Herstellungsprozesses der großen Lehmziegel wiederum verzögert hätte. Da unsere Aufenthaltsdauer in Bolgatanga jedoch auf fünf Wochen bzw. drei Monate begrenzt war, mussten wir frühestmöglich mit den Bauarbeiten sowie den vorbereitenden Maßnahmen beginnen und hatten uns deshalb – im Einvernehmen mit *Nongre* – für das externe Lehmgemisch entschieden.



Abb. 059 (oben)
Stampfen und Verdichten des
Erdmaterials vom geplanten Baufeld



Abb. 060 (unten)
hergestellte Lehmziegel aus dem
Erdgemisch vom geplanten Baufeld

WASSERVERSORGUNG

Die Wasserversorgung, welche obligatorisch für den gesamten Bauprozess war, stellte bereits vor Beginn der Herstellung der großen Lehmziegel ein Problem dar.

Um die gewünschte Wassermenge zeitgerecht zum Ort der Lehmziegelherstellung befördern zu können, wurde entweder eine funktions-tüchtige Wasserversorgung mit ausreichend Wasserdruck oder ein Wassertank mit genügend Fassungsvermögen benötigt. Da bereits im Vorfeld über Einsparungen hinsichtlich der Baukosten diskutiert worden war, unterbreitete Adombila Adugbire den Vorschlag, die bestehende Wasserversorgung des angrenzenden *Nongre*-Grundstückes sowie seinen eigenen Wassertank für die Bauarbeiten zur Verfügung zu stellen. Jedoch wurde uns von Adombila Adugbire zeitgleich mitgeteilt, dass der Wasserdruck der Wasserversorgung aufgrund des geringen Gefälles zu niedrig sei, was wiederum zu zeitlichen Verzögerungen in Bezug auf die Bauarbeiten führen könnte. Zu diesem Zeitpunkt wurde erstmals die Anschaffung einer elektrischen Wasserpumpe in Betracht gezogen, aber dennoch nicht weiter verfolgt.

Demnach wurde immer wieder auf den im Vorfeld mit Wasser befüllten Tank zurückgegriffen, der zwar kurzfristig gesehen eine

kontinuierliche Wasserzufuhr ermöglichte, jedoch keine langfristige Lösung darstellte, da im späteren Verlauf mehr Wasser benötigt wurde, als der Tank an Volumen fassen konnte. Um eine für das Projekt funktionierende und für *Nongre* langfristige Lösung in Hinblick auf die Wasserversorgung zu gewährleisten, wurde das Thema der Anschaffung einer elektrischen Wasserpumpe erneut diskutiert. Die Kostenschätzung von AVN zeigte, dass 2500,00 GH¢ für die Bereitstellung von 40.000 Liter Wasser für den Verputz der Außenwände dieses Projektes nötig sind.⁴⁹

Dieses Budget wurde stattdessen für den Erwerb und die Installation einer elektrischen Wasserpumpe verwendet. Die Gesamtkosten für den Erwerb der Pumpe inklusive Installation sowie Stahleinhausung, welche den Diebstahlschutz garantieren sollte, beliefen sich auf 1850,00 GH¢. Zeitlich betrachtet gab es trotz Anschaffung der Pumpe, Verzögerungen in Bezug auf die Wasserversorgung, da sich die einzelnen provisorisch, befestigten Wasserschläuche immer wieder voneinander trennten. Grund dafür war der jetzt vergleichbar hohe Wasserdruck, der durch die elektrische Wasserpumpe entstanden war und die zu klein dimensionierten Wasserschläuche voneinander trennte. Der Vorschlag unsererseits,

⁴⁹ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 363, S.225

einen langen und im Durchmesser breiteren Wasserschlauch anzuschaffen, welcher dem Wasserdruck standhalten würde, wurde sowohl von Norbert als auch den Bauarbeitern abgelehnt. Stattdessen wurden die einzelnen Schläuche mit Gummibändern provisorisch miteinander verbunden, was die Problematik



jedoch nicht löste. Weitere Verzögerungen, die im Zuge der Ziegelherstellung auftraten, wurden durch lokale Stromausfälle verursacht, welche den Ausfall der elektrischen Wasserpumpe mit sich führte. Diese Verzögerungen führten aber nur zu einem marginalen Verzug in der Zeitlinie der Ziegelherstellung.



Abb. 061 (links)
Installation der elektrischen
Wasserpumpe am Betonsockel

Abb. 062 (rechts oben)
Stahleinhausung für die elektrische
Wasserpumpe als Diebstahlschutz

Abb. 063 (rechts unten)
Wassertank mit den Nongre-Kids

⁵⁰ vgl. Gespräch mit Norbert
am 12.11.2022, Bolgatanga

⁵¹ vgl. WetterKontor 2023

EINGEDRÜCKTE LEHMZIEGEL

Bereits nach Fertigstellung der ersten Charge konnten einige Fußabdrücke von Tieren oder Kindern auf den Lehmziegeln festgestellt werden. Viele der Einheimischen im Umkreis leben von der Viehzucht und dem Ackerbau. Da weder die Weiden der Tiere noch die Baustelle über eine Absperrung verfügte und eine permanente Kontrolle unsererseits nicht möglich war, konnte das Vieh ungehindert die frisch hergestellten Lehmziegel beschädigen. Neben Tierspuren konnten wir menschliche Fußabdrücke auf den Lehmziegeln identifizieren, die auf die Kinder der Nachbarschaft zurückzuführen waren. Von den Bauarbeitern wurde uns jedoch versichert, dass die Be-

NIEDERSCHLAG

Kennzeichnend für das Klima Nordghanas ist eine Regenzeit, die sich von März bis September hin erstreckt.⁵¹ Da der Baubeginn erst am 11.11.2022 stattfand, wurde dies nicht als Risikofaktor bedacht oder einkalkuliert. Erstaunlicherweise wurden wir zu Beginn der Herstellung der großen Lehmziegel von einem heftigen Monsunschauer überrascht, welcher einen Tag andauerte.

Bezugnehmend darauf ist zu erwähnen, dass Regen bzw. Nässe ein Problem für die frisch

geschädigten an den Lehmziegeln kein erwähnenswertes Problem wären. Selbst die zum Teil zerstörten Ziegel würden für weniger lastbeanspruchte Bauteile zum Einsatz kommen.⁵⁰

Lösungsansätze in Bezug auf die beschädigten Lehmziegel waren in diesem Kontext schwer zu eruieren. Zwar gab es Überlegungen, die Baustelle nachts durch eine Absperrung zu sichern, aber uns fehlte das Material, um den gesamten Baustellenbereich zu umfassen. Zudem befand sich die Baustelle auf einer stark frequentierten Kreuzung, die Dreh- und Angelpunkt in der näheren Umgebung war.

hergestellten Lehmziegel hätte darstellen können, da der Lehm abgespült hätte werden und dies folglich zu einem Qualitätsverlust der Lehmziegel hätte führen können. Um dem entgegenzuwirken, wurden während des Monsunregens mit Hilfe der Einheimischen aus der Nachbarschaft Versuche unternommen, die Lehmziegel mit einer wasserundurchlässigen Kunststoffolie abzudecken.

Die unvorhersehbar enorme Intensität des Monsunschauers und -windes unterband je-

doch ein erfolgreiches Abdecken aller Lehmziegel. Die Schäden hielten sich in Grenzen und lediglich die nicht abgedeckten Lehmziegel wiesen marginale Abspülungen auf, die sich durch die freigelegte Kiesschicht auf der Oberfläche erkennbar machten. Ungeachtet dessen wurden keine drastischen Auswirkungen



gen auf das Tragverhalten bzw. die Qualität der Lehmziegel vermutet, da die Hauptstruktur jener weiterhin intakt war. Präventivmaßnahmen in unvorhersehbaren Fällen wie diesen gestalten sich als schwierig, da sowohl die Einheimischen als auch wir ein derartiges Gewitter in der Trockenzeit nicht erwarteten.



Abb. 064 (links)
Tierspuren in frischen Lehmziegeln

Abb. 065 (rechts oben)
gescheiterter Versuch die Lehmziegel
vor dem Monsun zu schützen

Abb. 066 (rechts unten)
geschützter und von Monsun betroffener
Bereich

LIEFERSCHWIERIGKEITEN

Bis auf eine Materiallieferung, von insgesamt elf, kamen alle Lieferungen pünktlich an. Die um drei Tage verspätete Lieferung führte zu

⁵² vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 17.11.2022, Bolgatanga

RISSBILDUNG

Während des Trocknungsprozesses der ersten beiden Chargen der großen Lehmziegel fielen Samuel Kogo einige Risse entlang der Lehmziegel auf. Dieser vermutete die Ursache der Rissbildung in der zuvor verwendeten Erdmischung und empfahl ein anderes Lehmgemisch aus derselben Lehmgrube zu testen und in weiterer Folge für den Herstellungsprozess heranzuziehen.⁵³ Das von ihm in der Lehmgrube getestete und als geeignet empfundene Erdgemisch wurde daraufhin auf die Baustelle geliefert, wo es für die Lehmziegelherstellung verwendet wurde. Im Zuge des Trocknungsprozesses und nach genauerer Prüfung der neuen Charge, konnten wir optische Unterschiede zum vorherigen Material erkennen. Neben der deutlich dunkleren Farbnuance, die laut Samuel Kogo keine Aussage über die Qualität der Mischung traf, fiel uns die grobkörnigere Oberfläche auf. Ein höherer Korndurchmesser würde laut ihm dazu führen, dass der Porengehalt innerhalb des Lehmziegels höher wäre, was die Tragfähigkeit des Ziegels beeinträchtigen könn-

⁵⁴ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 14.11.2022, Bolgatanga

⁵³ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 14.11.2022, Bolgatanga

⁵⁵ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 30.11.2022, Bolgatanga

einer Verzögerung in der Lehmziegelherstellung. Die Ursache für die Lieferverzögerung lag in einem defekten Hydraulikbagger.⁵²

te.⁵⁴ Folglich wurde das Material der ersten beiden Chargen für die weitere Herstellung der großen Lehmziegel verwendet, da dieses einen geringeren Porengehalt aufwies und sich demnach besser für höher beanspruchte Bereiche eignen würde. Das dunklere Material wurde ebenfalls für die weitere Lehmziegelherstellung genutzt, indem es mit dem helleren vermischt wurde.

Im Zuge der Herstellung der kleinen Lehmziegel wurden ähnliche Probleme beobachtet. Fast die gesamte erste Charge wies oberflächliche Risse auf, die laut Samuel Kogo auf einen zu hohen Tongehalt im Ausgangsmaterial hindeuteten.⁵⁵ Dementsprechend wurden Anstrengungen seitens Samuel Kogo unternommen, ein Material zu finden, welches magerer und infolgedessen geeigneter für die Herstellung der kleinen Lehmziegel war. Das zuvor getestete Material wurde im Anschluss mit dem vorherigen vermischt und für die weitere Herstellung der kleinen Lehmziegel genutzt, die im weiteren Verlauf keine Risse aufwiesen. Eine Rissbildung an Lehmoberflä-

chen im Verlauf der Trocknung kann mehrere Gründe mit sich führen, wobei die meisten davon in Verbindung mit einem ungleichmäßigen Austrocknungsprozess gebracht werden können. Die ungleichmäßige Austrocknung der Lehmziegel und damit einhergehende Rissbildung kann dabei durch die intensive Sonneneinstrahlung hervorgerufen werden.



Diese hätte dazu führen können, dass die Geschwindigkeit des aus dem Bauteilinneren kommenden Wassers geringer als jene der oberflächlichen Verdunstung ist.⁵⁶ „Aber auch Inhomogenität des Lehmbaustoffes kann zu ungleichmäßigen Austrocknungsbedingungen führen. Die sichtbare Folge sind Rissbildungen an der Bauteiloberfläche [...]“⁵⁷



⁵⁶ vgl. Schroeder 2010, S.111

⁵⁷ Schroeder 2010, S.111

Abb. 067 (links oben)
helles Erdgemisch (ersten zwei Chargen)
und dunkles Erdgemisch (dritte Charge)

Abb. 068 (rechts oben)
hergestellte große Lehmziegel aus dem
dunklen Erdgemisch

Abb. 069 (links unten)
erstes Erdgemisch für kleine Lehmziegel

Abb. 070 (rechts unten)
Rissbildung in den kleinen Lehmziegeln

HERSTELLUNG
GROÙE LEHMZIEGEL

HERSTELLUNG
CEMENT BRICKS

HERSTELLUNG
CEMENT SLABS

ERRICHTUNG
WÄNDE

03.02.02 BETONZIEGELHERSTELLUNG

⁵⁸ deutsches Äquivalent:
quaderförmige Betonziegel

⁵⁹ deutsches Äquivalent:
speziell für die Attika
angefertigte Betonziegelform

Im folgenden Kapitel wird sowohl auf die vorbereitenden Maßnahmen als auch auf den Herstellungsprozess der Betonziegel, nachfolgend als *cement bricks*⁵⁸ und *cement slabs*⁵⁹ bezeichnet, eingegangen. Zum einen werden die *cement bricks* thematisiert, die anfangs als erste Schicht oberhalb des Fundamentes gedacht waren und laut *AVN* als zusätzlicher Schutz vor kapillar aufsteigender Feuchtigkeit dienen sollten. Zum anderen werden die *cement slabs* behandelt, welche den oberen Abschluss der Attika bilden und diese vor Niederschlägen bzw. Nässe schützen sollen. Die vorbereitenden Maßnahmen für die Herstellung beider Arten erfolgten größtenteils analog und werden daher gemeinsam beschrieben werden. Abschließend werden einige Probleme angesprochen und unsererseits Verbesserungsvorschläge unterbreitet, die sowohl den Herstellungsprozess als auch die Verwendung der bereits genannten Betonziegel betreffen.

WERKZEUG UND MATERIAL

- Zement (9,5 Zementsäcke)
- Schaufeln
- Eimer
- Schubkarren
- 1x quaderförmige Metallform (*cement bricks*)
- 1x speziell angefertigte Metallform (*cement slabs*)
- Wassertank
- Wasser
- 1x Lieferung des Sand-Kies Gemisches
- Bewehrungsstahl (*cement slabs*)
- Maurerkellen (*cement slabs*)

Abb. 071 (nächste Seite oben)
hergestellte cement bricks

Abb. 072 (nächste Seite unten)
hergestellte cement slabs



ANMISCHEN DES BETONS

Die Ausgangsstoffe für die Herstellung der *cement bricks* und *cement slabs* waren Zement, Wasser, feiner Sand und Kies. Das Sand-Kies-Gemisch, welches aus derselben Lehmgrube kam wie das Erdgemisch für die Ziegelherstellung, wurde kurz vor der Herstellung der *cement bricks* geliefert und umfasste eine Ladung mit fünf Cubit. Diese Lieferung wurde sowohl für die Herstellung von rund 250 *cement bricks* als auch rund 100 *cement slabs* verwendet. Die Arbeitsschritte für das Anmischen des Betons waren nicht nur für die *cement bricks*, sondern auch für die *cement slabs* identisch. Lediglich die Zementmenge, die dem Gemisch beigelegt wurde, unterschied sich. Im ersten Schritt wurde der Zement mit dem Sand und Kies vermischt. Hierfür wurde der Zement über dem Sand-Kies-Gemisch entleert sowie gleichmäßig verteilt. Für die *ce-*

ment bricks wurden sieben Zementsäcke á 50 kg, für die *cement slabs* zweieinhalb Zementsäcke á 50 kg benötigt.

Das Mischen des Betons wurde händisch mittels Schaufeln ausgeführt. Dadurch konnte das Budget klein gehalten werden, da zum einen die Anschaffungskosten für einen Betonmischer und zum anderen die Treibstoffkosten eines solchen entfallen sind. Im Zuge des Mischprozesses wurde zunächst ein Teil des Zement-Sand-Gemisches abgetragen und zu einem separaten Hügel aufgehäuft. Im Anschluss darauf wurde das Gemisch kontinuierlich mit Wasser übergossen und wiederum zu einem weiteren Hügel umgewälzt. Der Prozess vom Aufschütten bis zum Umwälzen wurde solange wiederholt bis eine homogene breiartige Konsistenz erreicht wurde, die sich für die Betonziegelherstellung eignete.



Abb. 073 (links oben)
Mischen des Zements mit dem
Sand-Kies-Gemisch
(cement bricks)

Abb. 074 (links mittig)
Umwälzen des Gemisches
(cement bricks)

Abb. 075 (links unten)
Vermengen des Gemisches mit
Wasser
(cement bricks)

Abb. 076 (rechts oben)
Mischen des Zements mit dem
Sand-Kies-Gemisch
(cement slabs)

Abb. 077 (rechts mittig)
Umwälzen des Gemisches
(cement slabs)

Abb. 078 (rechts unten)
Vermengen des Gemisches mit
Wasser (cement slabs)

FORMGEBUNGSPROZESS

CEMENT BRICKS

Für die Herstellung der *cement bricks* musste wie bei den Lehmziegeln im Vorfeld der Untergrund, auf welchem die Ziegel geformt wurden, mittels Hacken und Schaufeln soweit wie möglich geebnet und gesäubert werden. Anschließend wurde der Frischbeton mithilfe einer Schaufel in eine quaderförmige Metallform – mit den Maßen 37x16,5x15,5 cm – gepresst. Durch Klopfen und Streichen mittels Schaufeln wurde einerseits die Verdichtung

des Gemisches bewerkstelligt und andererseits das überschüssige Material entfernt. Im Anschluss wurde die aufgefüllte Metallform zum Herstellungsort getragen, wo sie schwungvoll um 180 Grad gewendet und auf dem Boden platziert wurde. Abschließend wurde diese unter mehrmaligem Rütteln vorsichtig senkrecht vom Ziegel abgezogen. Im Rahmen des Formprozesses wurden 250 *cement bricks* an einem Arbeitstag hergestellt.

CEMENT SLABS

Vor Beginn des Formprozesses, musste wie bei den *cement bricks* der Untergrund gesäubert und geebnet werden. Darauf folgend wurde der Frischbeton mit einer Maurerkelle in die speziell gefertigte Metallform – mit den Maßen 45x35x4 cm – geworfen, bis die Form vollständig aufgefüllt war. Mit der Kelle wurde das Material verdichtet sowie gleichmä-

ßig verteilt. Anschließend wurde ein Bewehrungsstahl in den Frischbeton gepresst, um die Tropfkante des Ziegels zu formen. Schließlich wurde die Form mithilfe der beiden Griffe senkrecht abgezogen. Die Gesamtanzahl der hergestellten *cement slabs* betrug rund 100 Stück und wurde an zwei Nettoarbeitstagen erreicht.



Abb. 079 (links oben)
quaderförmige Metallform
37x16,5x15,5 cm
(cement bricks)

Abb. 080 (links unten)
Herstellung der cement bricks



Abb. 081 (rechts oben)
speziell angefertigte
Metallform 45x35x4 cm
(cement slabs)

Abb. 082 (rechts mittig)
Füllen der Form mit Frischbeton
(cement slabs)



Abb. 083 (rechts unten)
Bilden der Tropfkante mit einem
Stück Bewehrungsstahl
(cement slabs)

⁶⁰ vgl. Bosold/Grünwald 2020, S.1

TROCKNUNGSPROZESS

Nachdem die Betonziegel geformt wurden, mussten sie drei bis vier Tage an der Luft trocknen. Dabei musste jedoch ein zu schnelles Aushärten des Jungbetons verhindert werden. Dies wurde für insgesamt drei Tage durch zwei- bis dreimal tägliches Wässern der Betonziegel gewährleistet.

Die Nachbehandlung der Betonziegel war insofern bedeutend, da sich im Jungbeton auf-

grund ungleichmäßiger Austrocknung Risse hätten bilden und dies die Festigkeit der Betonziegel erheblich beeinträchtigen können.⁶⁰ Weil AVN zeitgleich auf anderen Baustellen tätig war, war es unsere Aufgabe die *cement bricks* zu wässern.

Die Bewässerung der *cement slabs* wurde von den auf der Baustelle tätigen Arbeitskräften durchgeführt.



Abb. 084 (oben)
bewässerte cement bricks



Abb. 085 (unten)
bewässerte cement slabs

PROBLEMATIKEN | OPTMIERUNGEN

ÖKOLOGISCHER ASPEKT

Der ökologische Aspekt von Zement begleitete uns während des gesamten Bauprozesses und führte zu Diskussionen über die Notwendigkeit einer Verwendung dessen im Projekt. Speziell in Bezug auf die Sinnhaftigkeit, Beton in einem reinen Lehm- oder Ziegelbau zu verwenden, wurden einige Gespräche mit Samuel Kogo und Norbert geführt. Dabei stellte sich heraus, dass AVN erst seit einigen Jahren Zement in ihren Projekten implementierte. Geschuldet sei dies vor allem der Klimaerwärmung, die im Norden Ghanas in Form von immer heftigeren Niederschlägen und Überflutungen zu spüren ist, und zu einem Umdenken in Bezug auf die Bauweise führte. Dementsprechend sei der Sicherheitsstandard gestiegen und dies hätte zur Folge gehabt, dass Zement in besonders durch Feuchtigkeit beanspruchten Bauteilen immer mehr Verwendung fand. Die Wasserbeständigkeit des Zements führt dazu, dass erhaltende Maßnahmen am Gebäude nicht jährlich, sondern nur alle fünf bis zehn Jahre durchgeführt werden müssten, was im Sinne vieler Auftraggeber:innen wäre.⁶¹ Dem gegenüber standen unsere Argumente, die sich gegen die Nutzung der *cement bricks* stellten. Die Horizontalabdichtung, welche oberhalb der Fundamente verlegt wurde und in Kapitel

03.03.02 Errichtung des Fundamentes näher thematisiert wird, würde ausreichend Schutz vor kapillaraufsteigender Feuchtigkeit bieten. Gleichzeitig wurde das Fundament höher als zuerst gedacht ausgeführt, was in weiterer Folge einen Feuchtigkeitseintritt in die Mauern vorbeugen würde. Lehmziegel als erste Schicht oberhalb des Fundamentes waren deshalb unserer Auffassung nach die nachhaltigere Alternative zu den *cement bricks*. Kurz vor Beginn der Maurerarbeiten wurden alle Argumente im Rahmen eines weiteren Gesprächs mit Samuel Kogo und Norbert im Beisein von Adombila Adugbire besprochen. Dieser vertrat unsere Ansichten in Bezug auf die Nutzung von *cement bricks*. Infolgedessen schlug Samuel Kogo vor, die technische Abteilung von AVN sowie Emmanuel Azumah zu kontaktieren, um ihnen unser Anliegen zu unterbreiten. Im Zuge des Gesprächs wurde eine Einigung erzielt, die die Nutzung von Lehmziegeln anstelle der *cement bricks* oberhalb des Fundamentes vorsah. Gleichzeitig wurden wir darüber informiert, dass die Nutzung der *cement slabs* nicht verhandelbar sei, da diese als oberer Abschluss der Attika einer hohen Feuchtigkeitsbelastung ausgesetzt sein würden.⁶² Weiters wurden wir von Emmanuel

⁶¹ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo
November 2022, Bolgatanga

⁶² vgl. Gespräch von Samuel Kogo mit AVN
am 02.12.2022, Bolgatanga

Azumah darauf hingewiesen, dass die Verwendung von Zement im Projekt bereits in der Kostenschätzung angeführt worden war und diese von allen Projektbeteiligten unterzeichnet wurde.⁶³ Dementsprechend wäre im Vorfeld eine Prüfung der Kostenschätzung notwendig gewesen, um Missverständnisse in Bezug auf die Zementnutzung zu vermeiden. Diese wurde aufgrund zeitlich begrenzter Ressourcen bis zum Baubeginn nicht durchgeführt. Jenes Versäumnis und die Tatsache, dass sowohl AVN als auch wir über keine Ausführungsplanung vor Beginn der Bauarbeiten verfügten, führte zu Diskussionen hinsichtlich der Zementnutzung. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass einige Arbeitsschritte im Vorhinein geklärt hätten werden können, um



derartige Probleme zu vermeiden. Bezugnehmend dazu sollte jedoch angemerkt werden, dass derartige projektrelevante Diskussionen, über einen E-Mail-Schriftverkehr oder Zoom-Meetings schwierig durchzusetzen gewesen wären.



⁶³ vgl. Gespräch mit Emmanuel Azumah am 02.12.2022, Bolgatanga

Abb. 086 (links)
Horizontalabdichtung, auf welche die cement bricks verlegt werden sollten

Abb. 087 (rechts)
statt den cement bricks wurden Lehmziegel in Kombination mit Lehmörtel auf der Horizontalabdichtung verlegt

RISSBILDUNG

Obwohl wir uns strikt an die mündlichen Angaben von Samuel Kogo bezüglich der Bewässerungsmenge hielten⁶⁴, zeigten sich bereits einen Tag nach der Herstellung ungerichtete Risse und Abbröckelungen an der Oberfläche und den Ecken der *cement bricks* ab. Grund dafür waren sehr wahrscheinlich große Feuchtigkeits- und Temperaturunterschiede zwischen Schale und Kern, die zum einen den hohen Temperaturen in Ghana und zum anderen unzureichender Nachbehandlung geschuldet waren.⁶⁵ Bei einigen *cement*

bricks waren größere Steine entlang der Risslinie zu sehen, welche laut Samuel Kogo die Spannungen innerhalb der Ziegel begünstigten. Insgesamt waren die meisten jedoch fehlerfrei und es wurde uns von Samuel Kogo versichert, dass auch die mit Rissen versehenen Ziegel genutzt werden würden.⁶⁶ Um derartige Spannungsrisse zu vermeiden, hätten die Ziegel mit einer dampfundurchlässigen Kunststoffolie, die den Jungbeton vor zu schnellem Austrocknen schützt, abgedeckt werden können.⁶⁷

⁶⁴ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 16.11.2022, Bolgatanga

⁶⁶ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 19.11.2022, Bolgatanga

⁶⁵ vgl. Bosold/Grünwald 2020, S.1

⁶⁷ vgl. Pickhardt/Schäfer 2020, S.2



Abb. 088
größere Steine entlang der Risslinie
(cement bricks)

Abb. 089 (nächste Seite oben)
Anwenden der 3-4-5-Regel

Abb. 090 (nächste Seite unten)
Gruppenfoto mit dem tindana
und dem Ältestenrat

⁶⁸ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire
am 25.11.2022, Bolgatanga

03.03 ROHBAUARBEITEN

03.03.01 VORBEREITENDE MAßNAHMEN

Im folgenden Kapitel werden die Vorbereitungsmaßnahmen thematisiert, welche obligatorisch für den Beginn der Fundamentarbeiten waren. Zu diesen zählten die Absteckarbeiten auf dem Grundstück sowie die Bewilligung des *tindanas* - religiöses Oberhaupt der Gemeinschaft - für den Beginn der Aushubarbeiten.⁶⁸ Jene Schritte wurden unmittelbar nach der Herstellung der großen Lehmziegel innerhalb von zwei vollen Arbeitstagen durchgeführt.



ABSTECKEN DER STREIFENFUNDAMENTE

WERKZEUG UND MATERIAL

- Spitzhacken
- Maurerschnüre
- Bewehrungsstahl
- Maßband
- Hammer

Während der Trocknungsprozess der Lehmziegel von staten ging, sollte mit dem Abstecken der Streifenfundamente begonnen werden. Der erste Schritt dafür war die genaue Position und Ausrichtung des Gebäudes auf dem Grundstück mit Hilfe der Entwurfspläne zu bestimmen. Diesbezüglich ist zu erwähnen, dass Viola Kryzas Entwurf eine Bebauung unmittelbar an die südliche und westliche Grundstücksgrenze vorsah. Jedoch riet uns Samuel Kogo davon ab, das Gebäude direkt an die Grundstücksgrenze zu bauen. Zum einen würden sonst die geplanten außenliegenden Sitzmöglichkeiten auf dem westlichen Nachbargrundstück liegen. Zum anderen gäbe es seitens der Regierung infrastrukturelle Pläne, künftig Nebenstraßen entlang der südlichen und westlichen Seite des Grundstückes zu errichten.⁶⁹

Laut ghanaischer Bauordnung muss ein Mindestabstand von drei Metern zwischen Außenmauer des Gebäudes und dem äußersten Punkt einer Nebenstraße eingehalten werden.⁷⁰ Zwar hatte die *Bolga East District Assembly* bei der

Grundsteinlegung den Mindestabstand von drei Metern mitberücksichtigt, jedoch könne eine zukünftige Straßenverbreiterung nicht ausgeschlossen werden, da es bereits in der Vergangenheit zu willkürlichen, partiellen Enteignungen von Privatgrundstücken seitens der Regierung kam.⁷¹ Aus diesem Grund wurde uns von Samuel Kogo empfohlen, das Gebäude beidseitig um einen Meter nach innen zu versetzen. Nachdem *Nongre* dem Vorschlag zugestimmt hatte, konnten die Absteckearbeiten beginnen.⁷² Zuerst wurden die äußeren Ecken der Streifenfundamente mit in den Boden getriebenen Bewehrungsstahl in einem Meter Abstand zum südwestlichen Grundstein abgesteckt. Anschließend wurde die westliche Längsseite des Fundamentes parallel zur westlichen Grundstückslinie abgemessen und erneut ein Bewehrungsstahl in den Boden geschlagen. Diese Linie diente folglich als Referenzlinie für die weiteren Schritte. Ausgehend von der nordwestlichen Ecke sollte die nordöstliche darauffolgend ermittelt werden. Neben der Länge der nördlichen Giebelwand,

⁷¹ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire am 24.11.2022, Bolgatanga

⁷² vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire am 24.11.2022, Bolgatanga

⁶⁹ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 24.11.2022, Bolgatanga

⁷⁰ vgl. Fosu 1996, S.18

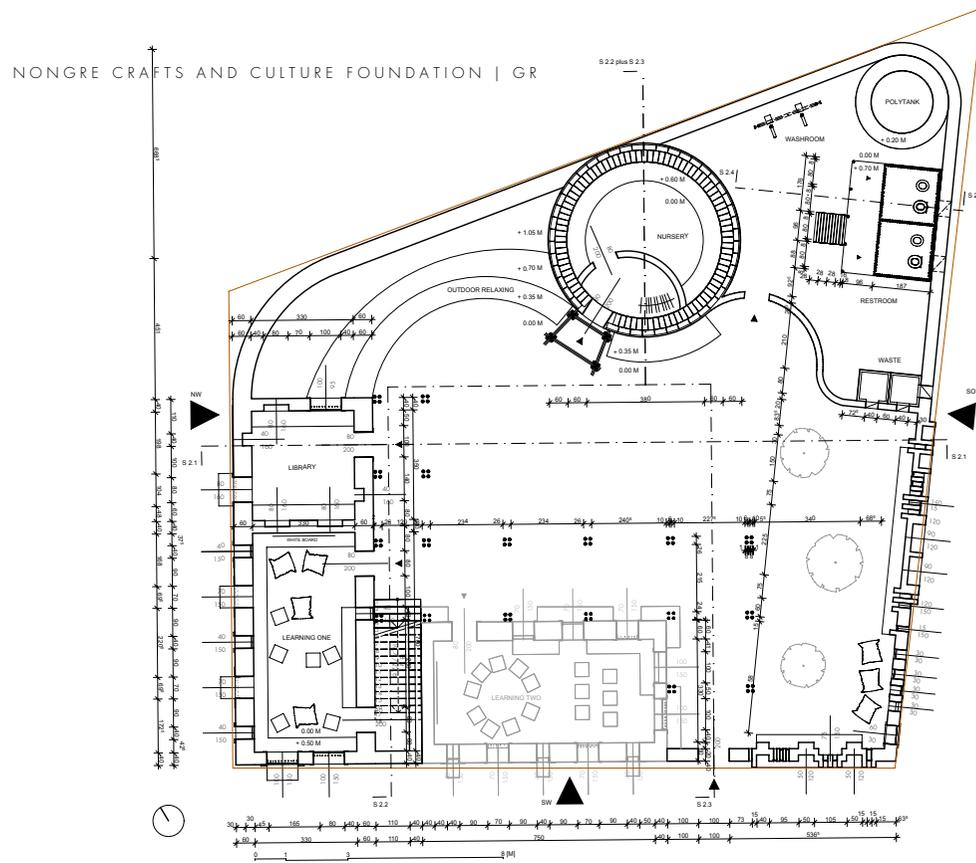


Abb. 092 (links unten)
Versetzen der südwestlichen
Fundamentaüßenecke um
einen Meter nach innen

Abb. 093 (rechts unten)
angepasste westliche Fundament-
außenkante

⁷³ vgl. AVN 2018, S.25

galt es ebenso die Orthogonalität der beiden Seiten zu garantieren. Hierfür bediente sich AVN der *3-4-5 Regel*. Eine einfache, jedoch effektive Vorgehensweise, welche auf dem Satz des Pythagoras beruht. Laut dieser Methode handelt es sich dann um ein rechtwinkeliges Dreieck, wenn die beiden Katheten drei und vier sowie die Hypotenuse fünf Einheiten lang sind.⁷³ Da in unserem Fall ein rechter Winkel zwischen der Nord- und Westseite benötigt wurde, musste die längste Seite, also die Hypotenuse, dem gegenüber liegen. Ausgehend von der nordwestlichen Ecke wurden vier Meter entlang der westlichen sowie drei Meter entlang der nördlichen Seite abgemessen und provisorisch abgesteckt. Folglich wurde ausgehend von der nordöstlichen Ecke ein langes Maßband um die drei Ecken gespannt und zwölf Meter abgemessen. Anschließend musste überprüft werden, ob der Nullpunkt und die zwölf Meter-Markierung am Maßband

übereinander liegen. War dies der Fall, wurde mittels o.g. Methodik ohne weitere, z. B. technische Hilfsmittel ein rechter Winkel konstruiert. Danach wurde die zuvor provisorisch abgesteckte Ecke umpositioniert und die Mauerschnur entlang dieser gespannt. Weiters wurde die tatsächliche Länge der nördlichen Giebelwand abgemessen und abgesteckt. Dieser Prozess wurde auf der gegenüberliegenden Seite wiederholt bis die südöstliche Ecke des Fundamentes eruiert war. Wichtig ist, dass die östliche und westliche tragende Wand parallel zueinander verlaufen, da sie als Auflager für das Gewölbe fungieren und eine gleichmäßige Lastabtragung ausschließlich somit durch diese Parallelität gewährleistet werden kann. Nachdem die Außenkontur des Fundamentes ermittelt wurde, galt es die Breite der Streifenfundamente auszumessen und abzustecken. Je nach Art der Wand, welche auf dem Fundament ruht, unterscheidet sich

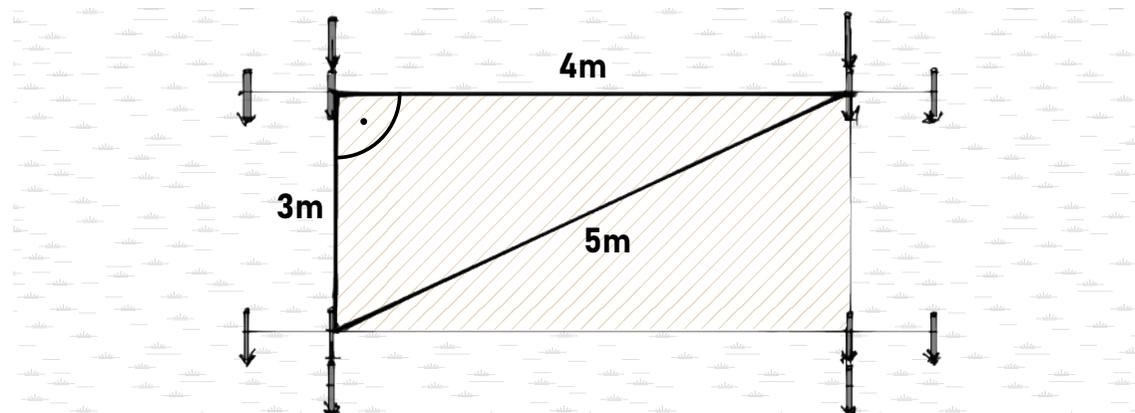


Abb. 094
3-4-5-Regel



Abb. 095 (links oben)
Eruieren der nordöstlichen
Fundamentecke

Abb. 096 (links unten)
Kontrolle ob der Nullpunkt
und die zwölf Meter-Markierung am
Maßband übereinander liegen

Abb. 097 (rechts oben)
Eruieren der südöstlichen
Fundamentecke

Abb. 098 (rechts unten)
Abstecken der südöstlichen
Fundamentecke

⁷⁴ vgl. AVN 2018, S.24

⁷⁵ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire
am 25.11.2022, Bolgatanga

die Breite des Streifenfundamentes. Dementsprechend wurde für die tragenden Wände eine Breite von 70 cm und für die Giebelwände eine Breite von 50 cm abgemessen.⁷⁴ Im Anschluss an die Ermittlung der Fundamentbreiten wurden mit Hilfe von Spitzhacken, entlang der gespannten Schnüre, die Konturlinien des Fundamentes am Boden abgebildet. Daraufhin wurde jede Seite der Außenkontur beidseitig um einen Meter erweitert und die Position

mittels eines Bewehrungsstahls markiert. Abschließend konnten alle übrigen Stäbe sowie die Maurerschnur entfernt werden, da anhand der neuen, außerhalb liegenden Markierungen der Fundamentumriss jederzeit neu gespannt werden konnte. Nachdem die Absteckarbeiten erledigt waren, galt es ein Treffen mit dem *tindana*, welcher das religiöse Oberhaupt der Gemeinschaft ist⁷⁵, zu vereinbaren, um mit den Aushubarbeiten beginnen zu können.



Abb. 099
Abmessen der Breite
des Streifenfundamentes



Abb. 100 (links oben)
Abbildern der Außenkontur der
Streifenfundamente

Abb. 101 (rechts oben)
abgesteckte südöstliche Ecke
des Fundamentes



Abb. 102 (unten)
Entfernen der Maurerschnüre



EINHOLEN DER GENEHMIGUNG VOM TINDANA

Abb. 103 (nächste Seite)
Opferritual

Kurz nachdem die Absteckungsarbeiten abgeschlossen waren, wurden wir von Adombila Adugbire und Anthony Anabire aufmerksam gemacht, dass der nächste Punkt auf der Agenda das Einholen der Genehmigung des *tindanas* war.

Ein *tindana* – wörtlich „Eigner des Landes“ – oder auch als *landlord* bezeichnet, ist das religiöse Oberhaupt einer Gemeinschaft, welcher einerseits die Verfügungsgewalt über das lokale Land hat und andererseits über die Grundstücksverteilung der Gemeindeglieder bestimmt. Möchte ein Gemeindeglied ein Nutzungs- oder Baurecht für ein Grundstück erhalten, muss es unabhängig von der Zustimmung der lokalen, öffentlichen Behörden, die Zustimmung des *tindanas* und des Ältestenrates einholen. Im Rahmen einer Zusammenkunft wird anschließend über die Bedingungen des *tindanas* und Ältestenrates verhandelt.⁷⁶

Für unser Bauvorhaben musste dementsprechend ein solches Treffen organisiert werden,

um mit den Aushubarbeiten beginnen zu können. Nachdem Adombila Adugbire ein Treffen mit dem *tindana* auf seinem Grundstück, welches sich in unmittelbarer Nähe zu dem Baugrundstück befand, organisiert hatte, fanden die Verhandlungen mit dem *tindana* statt. Hierbei fungierte Adombila Adugbire als Ansprechperson, da das Gespräch in der lokalen Muttersprache *gurune* stattfand und *Nongre* selbst das Baurecht für das Grundstück beantragen musste.⁷⁷

Es wurde eine Einigung erzielt, die eine Opfergabe unsererseits vorsah, um die Genehmigung seitens des *tindanas* für die Aushubarbeiten zu erhalten. Jene Opfergaben mussten von uns herbeigeschafft werden und umfassten sowohl lebende Tiere als auch Konsumgüter, die im Rahmen des darauffolgenden Rituals geopfert und z.T. verzehrt werden mussten, um die bösen Landgeister zu beschwichtigen und den Vorfahren aller Beteiligten zu ehren.⁷⁸ Nach Beendigung des Rituals konnte mit den Aushubarbeiten begonnen werden.

⁷⁷ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire am 25.11.2022, Bolgatanga

⁷⁶ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire am 25.11.2022, Bolgatanga

⁷⁸ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire am 25.11.2022, Bolgatanga



Abb. 104 (nächste Seite links oben)

Aushubarbeiten zur Herstellung
der Streifenfundamente

Abb. 105 (nächste Seite rechts)

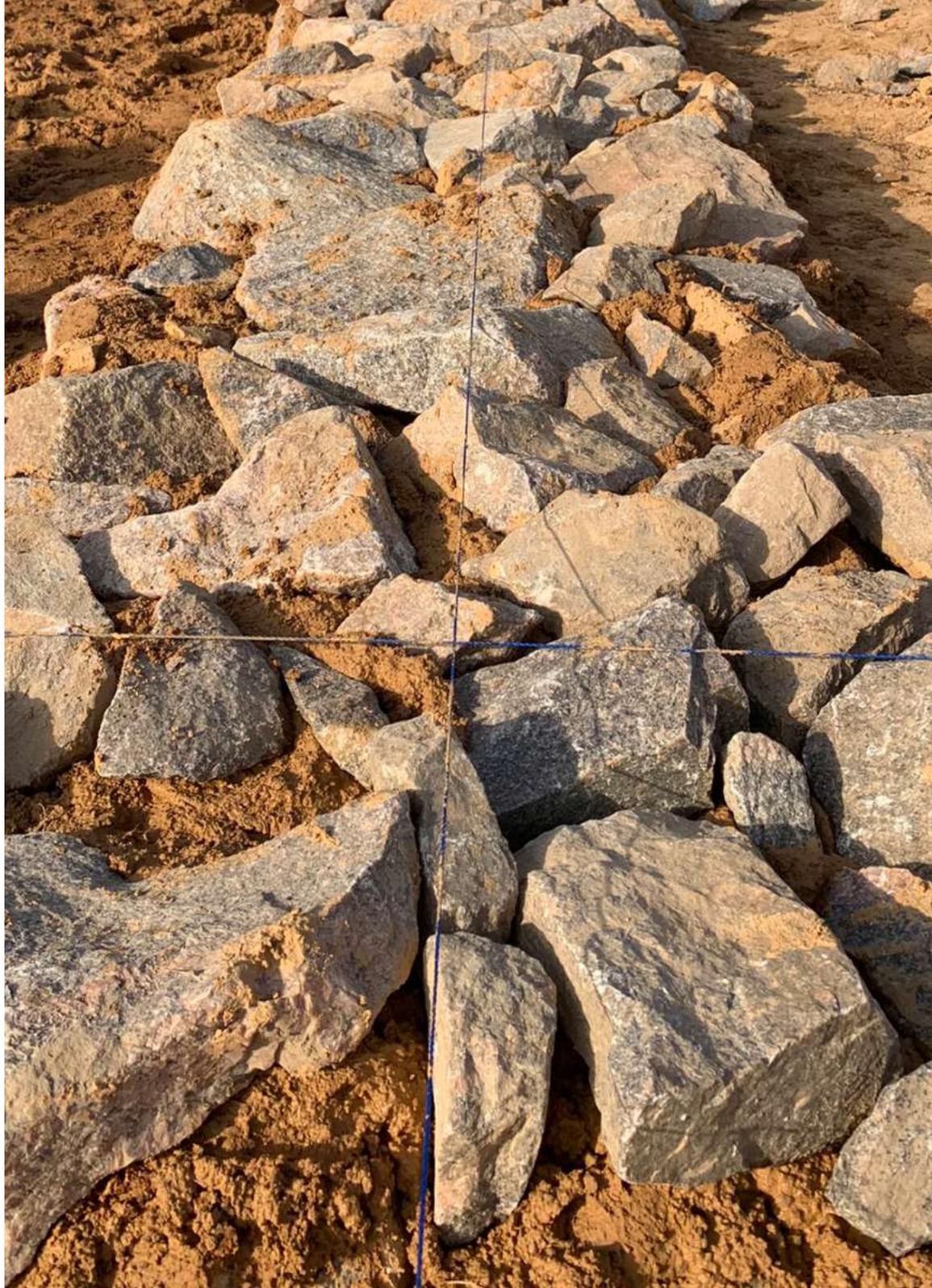
hergestelltes und mit Lehmörtel
verfülltes Fundament

Abb. 106 (nächste Seite links unten)

horizontale Abdichtung
oberhalb der Fundamente

03.03.02 ERRICHTUNG DES FUNDAMENTES

Das vorliegende Kapitel setzt sich mit der ersten Bauphase des Rohbaus, den Fundamentarbeiten, auseinander. Zeitlich betrachtet fand diese im Anschluss an die Fertigstellung der großen Lehmziegel statt und nahm in Summe sieben Nettoarbeitstage in Anspruch. Die Errichtung des Fundamentes diente zum einen der Lastaufnahme sämtlicher horizontaler und vertikaler Kräfte des Bauwerks. Zum anderen stellt das Fundament den Übergang vom Mauerwerk zum Grund dar und könnte somit mit Wasser in Berührung kommen. Neben der Errichtung des Fundamentes werden daher im weiteren Verlauf auch einige relevante Arbeitsprozesse beschrieben, welche für die Feuchtigkeitsabdichtung zwischen Mauerwerk und Grund relevant sind. Am Ende des Kapitels werden abschließend einige Problemstellungen, die sich im Zuge der Fundamentarbeiten ergaben, näher beleuchtet und mit Verbesserungsvorschlägen kommentiert.



EINHOLEN
GENEHMIGUNG TINDANA

AUSHUBARBEITEN

VERFÜLLEN
FUNDAMENT

AUSHUBARBEITEN

WERKZEUG UND MATERIAL

- Spitzhacken
- Schaufeln
- Maurerschnüre

- Bewehrungsstahl
- Maßband

⁷⁹ vgl. Gespräch mit Norbert
am 25.11.2022, Bolgatanga

Der erste Spatenstich erfolgte direkt nach der mündlichen Zustimmung des *tindanas*. Mittels Spitzhacken wurde der zuvor gekennzeichnete Bereich abschnittsweise abgetragen. Dabei wurde der Aushub mit Hilfe von Schaufeln rund um die Fundamentgrube verteilt, da er im späteren Verlauf als Mörtel genutzt wurde. Zur Bestimmung der Tiefe der Baugrube wurde uns von Norbert mitgeteilt, dass es von dem Härtegrad bzw. der Beschaffenheit des Bodens abhängig ist, wie tief gegraben werden muss. Je härter und unnachgiebiger ein Boden ist, desto flacher müsse das Fundament gegründet werden.

Laut Norbert handelt es sich bei dem Boden auf dem Baugrundstück um einen weichen bis normalbindigen Grund, weswegen er eine Mindesttiefe von 70 – 80 cm vorschlug.⁷⁹ Diesem Vorschlag wurde zugestimmt und die Aushubarbeiten der Baugrube begannen. Um die vorgeschriebene Aushubtiefe zu überprüfen, wurden nach Fertigstellung der Aushubarbeiten Kontrollmaße an den verschiedenen Messpunkten der Baugrube mit Hilfe eines Zollstocks vorgenommen, welche allesamt eine Mindesttiefe von 70 cm aufwiesen. Die gesamten Aushubarbeiten nahmen zwei Nettoarbeitstage in Anspruch.



Abb. 107 (links oben)
erster „Spatenstich“ mit der Spitzhacke

Abb. 108 (rechts oben)
abschnittsweises Abtragen des
gekennzeichneten Aushubbereiches



Abb. 109 (links mittig)
Baugrube

Abb. 110 (rechts mittig)
Fertigstellung der Aushubarbeiten



Abb. 111 (links unten)
Kontrollmaß an der nordöstlichen
Ecke, Tiefe ca. 75 cm

Abb. 112 (rechts unten)
Kontrollmaß an der südöstlichen
Ecke, Tiefe ca. 80 cm

Abb. 113

Momentaufnahme während
der Aushubarbeiten

Abb. 114 (nächste Seite)

Nongre-Kids spielen
in der Baugrube Fangen





VERFÜLLEN DER BAUGRUBE

WERKZEUG UND MATERIAL

- Hacken
- Schaufeln
- Maurerschnüre
- Schnurwasserwaage
- Wasserwaage
- Bewehrungsstahl
- Fundamentsteine
- Schubkarren
- Eimer
- Wasserschlauch
- Wasser
- Hammer
- Aushub Baugrube
- Handschuhe

Im Anschluss an die Aushubarbeiten wurde mit dem Verfüllen der Baugrube begonnen.

Hierbei sollten die Granitsteine, welche vor Baubeginn geliefert wurden, in die Baugrube positioniert werden, um das Fundament des künftigen Gebäudes zu bilden.

Als vorbereitender Schritt wurde die Grubensohle mit Wasser vermengt und eingeweicht. Hierzu nutzte man das noch im Tank vorhandene Wasser und transportierte es mit Hilfe von Eimern zur Baugrube. Das Wasser wurde im Anschluss über die Sohle geschüttet und mittels Hacken mit der Erde vermengt. Darauf folgend wurde dem Gemenge etwas Aushubmaterial beigemischt, bis die gewünschte Konsistenz erreicht wurde. Der daraus entstandene Lehmörtel fungierte zum einen als Untergrund unterhalb der Fundamentsteine und zum anderen als Füllmittel für die entstehenden Hohlräume. Nach der Aufbereitung

der Fundamentsohle galt es die Baugrube zu verfüllen. Für das Fundament wurden etliche schwere Granitsteine verwendet, die zuvor zur Baugrube transportiert werden mussten. Da kein Kran oder Hubwerkzeug zur Verfügung stand, wurden die Steine teilweise gemeinsam von zwei Arbeitskräften in Richtung Baugrube gerollt. Schichtweise wurden zuerst die großen Steine herangezogen, da sie die größten Lasten tragen. Dabei wurde vor allem darauf geachtet, dass jene fest im Mörtelbett verankert und mit den anderen Steinen verzahnt wurden. Vorerst unpassende Steine wurden mit einem Hammer in die erforderliche Form geschlagen. Anschließend war es notwendig, die Zwischenräume mit Mörtel und kleineren Steinen zu füllen. Der Mörtel wurde durch das Vermischen des Aushubes mit Wasser hergestellt. Den oberen Abschluss jeder Reihe bildete eine gleichmäßig verstrichene Mörtel-



Abb. 115 (links oben)
Befüllung mit Aushubmaterial zwecks
Mörtelherstellung

Abb. 116 (rechts oben)
Verfüllen der Zwischenräume mit
Lehmmörtel und kleineren Steinen



Abb. 117 (links unten)
Positionieren der Granitsteine
in die Baugrube

Abb. 118 (rechts unten)
schichtweises Verlegen weiterer
Granitsteine

schicht. Diese Arbeitsschritte wurden für jede weitere Schicht wiederholt.

Nachdem die Baugrube bis zur Geländeoberkante verfüllt worden war, musste die Höhe des Fundamentes oberhalb des abfallenden Geländes eruiert werden. Dafür wurden weitere Markierungspunkte an beiden Enden der östlichen und südlichen Fundamentseite abgesteckt, welche die Mittelachse der Streifenfundamente darstellen sollten. Darauf folgend wurde eine Maurerschnur vom südlich höher bis zum nördlich tiefer gelegenen Absteckpunkt gespannt. Im weiteren Zuge wurde die Ausrichtung der Schnur und damit einhergehend die Fundamenthöhe mit Hilfe einer Schnurwasserwaage überprüft bzw. die Horizontalität festgestellt.

In Anbetracht der jährlich auftretenden Niederschläge während der Regenzeit und den damit verbundenen Überflutungen wurde seitens Samuel Kogo und Norbert entschieden, das Fundament höher auszuführen. Ein ausreichend hohes und wasserundurchlässiges Fundament würde die Gefahr eines Ausspülens der Wände sowie Böden durch Eintreten des Wasser verringern.⁸⁰

Deshalb wurde die Entscheidung getroffen, das Fundament auf der Südseite um eine Schicht zu erhöhen, damit das Fundament auf der höherliegenden Seite des Geländeniveaus zumindest um zehn Zentimeter ausgehend von der Geländeoberkante hinausragt. Dies

hatte zur Folge, dass auf der gegenüberliegenden Seite weitere Steinreihen nötig waren, um die o.g. Horizontalität des Fundamentes herzustellen.

Jene Entscheidung wurde bei einem späteren Treffen mit Thomas Granier von ihm persönlich bemängelt und wird im Abschnitt Problematiken | Optimierungen näher beschrieben. Nachdem die letzte Schicht an Steinen verlegt worden war, wurde eine abschließende Lehm-mörtelschicht oberhalb der Steine verteilt und glatt verstrichen. Die Gesamthöhe auf der Nordseite betrug somit rund 60 cm. Für das Verfüllen der Baugrube wurden vier Arbeitstage benötigt.

Festzuhalten ist, dass während der gesamten Fundamentarbeiten die Anwesenheit des leitenden Maurers Norbert erforderlich war, da in dieser Bauphase keine groben Fehler gemacht werden durften.

Um ein stabiles Fundament gewährleisten zu können, war die Positionierung der Steine innerhalb der Grube entscheidend.

Als zusätzliche Erschwernis stellten sich die scharfen Kanten der Granitsteine heraus, welche sowohl den Arbeitern als auch uns leichte Schnittverletzungen an Händen sowie Beinen zufügten. Um weiteren Verletzungen entgegenzuwirken, besorgten wir sechs Paar Arbeitshandschuhe beim lokalen Baumarkt in der Stadt, die wir unter den Arbeitskräften aufteilten.

⁸⁰ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 25.11.2022, Bolgatanga



Abb. 119 (links oben)
Fundamenthöhe erreicht Oberkante
Terrain

Abb. 120 (links unten)
Kontrollmessung mit
Schnurwasserwaage

Abb. 121 (rechts oben)
Erhöhung der Fundamente für die
Erreichung einer Horizontalität

Abb. 122 (rechts unten)
Verfüllung der letzten Steinschicht

Abb. 123
abschließende waagrechte
Lehmmörtelschicht am Fundament

Abb. 124 (nächste Seite)
finalisiertes Fundament





VERLEGEN DER HORIZONTALABDICHTUNG

WERKZEUG UND MATERIAL

- wasserundurchlässige Kunststoffolie

Zusätzlich zum erhöhten Fundament sollte eine zweilagige Horizontalabdichtung in Form einer wasserundurchlässigen Kunststoffolie oberhalb des Fundamentes verlegt werden. Dies sollte einer kapillar aufsteigenden Mauerfeuchte infolge von Überschwemmungen oder konstanten Niederschlägen während der Regenperiode entgegenwirken. Das Verlegen der zweilagigen Folie erfolgte in vier Etappen. Jede Etappe stellte das Abdichten eines einzelnen Fundamentstreifens dar, wovon es insgesamt fünf gab. Der Fundamentstreifen unterhalb der Trennmauer wurde zu einem späteren Zeitpunkt im Zuge der Mauerarbeiten abgedichtet.

Im ersten Schritt wurde die Kunststoffrolle oberhalb des Fundamentstreifens von einem

- Messer/Rasierklinge

bis zum nächsten Ende ausgerollt und anschließend mit einem Messer abgeschnitten. Hierbei wurde vor allem darauf geachtet, dass die Verlegebahnen mittig auf dem Streifenfundament ausgerichtet waren, sodass die seitlichen Enden gleichmäßig sowie beidseitig über dem Fundament hinausragten. Die Schnittstellen der einzelnen Bahnen, welche sich an den Eckpunkten der Streifenfundamente befinden, wurden überlappend ausgeführt, um eine zusätzlich schützende Wirkung zu erzielen.

Nach Fertigstellung der Abdichtungsarbeiten wurde mit den Vorbereitungen für die Mauerarbeiten begonnen, welche im darauffolgenden Kapitel näher beschrieben werden.



Abb. 125 (links oben)
Kunststoffolie wurde abschnittsweise
zweilagig verlegt

Abb. 126 (rechts oben)
Abtrennen der Kunststoffolie an den
Ecken mittels Messer/Rasierklinge



Abb. 127 (unten)
verlegte Horizontalabdichtung

PROBLEMATIKEN | OPTMIERUNGEN

ÜBERHÖHTES STREIFENFUNDAMENT

⁸¹ vgl. Gespräch mit Thomas Granier
am 03.12.2022, Bolgatanga

In Bezug auf die Fundamenterrichtung kann ausschließlich Samuel Kogos und Norberts Entscheidung bemängelt werden, das Fundament höher als nötig ausgeführt zu haben, was weitere Problemstellungen nach sich zog. Die Problematik des überhöhten Fundamentes wurde uns zum ersten Mal im Rahmen des am 02.12.2022 auf der Baustelle stattgefundenen Treffens mit Thomas Granier besprochen. Im Zuge dieses Treffens, welches im Beisein von Samuel Kogo und Norbert abgehalten wurde, wollte sich Thomas Granier ein eigenes Bild über die erzielten Baufortschritte verschaffen. Dabei bemängelte er die von Samuel Kogo und Norbert getroffene Entscheidung, das Fundament derart hoch ausgebildet zu haben. Laut ihm hätte die Fundamentoberkante das gleiche Niveau wie die südliche Geländeoberkante haben müssen, was ein gesamtheitlich betrachtetes, rund zehn Zentimeter niedrigeres Fundament zur Folge gehabt hätte. Da dies jedoch außer Acht gelassen worden war, würden sich infolgedessen weitere Problempunkte ergeben. Zum einen würde mehr Füllmaterial für den Fußbodenaufbau benötigt werden, was mit Mehrkosten verbunden sein könnte. Diese Mehrkosten müssten laut Thomas Granier nicht von *Nongre*, sondern von Samuel

Kogo selbst getragen werden.⁸¹ Im Zuge der später ausgeführten Fußbodenarbeiten wurde zwar mehr Füllmaterial benötigt, jedoch ergaben sich keine zusätzlichen Mehrkosten, da der Ziegelbruch, der im Zuge der Mauerarbeiten erstanden ist, zum Füllen des Fußbodens verwendet wurden.

Das überhöhte Fundament würde außerdem zu einem Umdenken der geplanten Eingangssituation führen, da das Fußbodenniveau dadurch höher liegen würde.⁸² Gelöst wurde dies, indem der Höhenunterschied zwischen Türschwelle und Gelände durch bereits vorhandenes Füllmaterial ausgeglichen und nachverdichtet wurde. Jenes Material wurde dabei herangezogen, um hangabwärts – von der Türschwelle betrachtet – eine Rampe zu bilden.

Ein weiterer Punkt war die Horizontalabdichtung. Hierbei hätte ein niedrigeres Fundament den sichtbaren Anteil der Kunststoffolie reduziert, wodurch die Ästhetik des Gebäudes nach Fertigstellung nicht beeinträchtigt werden würde. Anstatt der punktuell geplanten Sitzgelegenheiten unterhalb der Fenster, schlug Thomas Granier eine umlaufende Sitzbank vor, welche die Kunststoffolie abdecken und das Problem der Sichtbarkeit lö-

⁸² vgl. Gespräch mit Thomas Granier
am 03.12.2022, Bolgatanga

sen würde.⁸³ Aus Kostengründen und knapper zeitlicher Ressourcen wurde diese Idee im späteren Verlauf der Bauarbeiten nicht weiterverfolgt. Jedoch konnte die Problematik der sichtbaren Abdichtung im Laufe der Geländeaufschüttung kurz vor Ende der Rohbauarbeiten gelöst werden. Jenes aufgeschüttete Erdmaterial, welches für den umlaufenden,

vom Gebäude abfallenden Randstreifen verwendet wurde, verdeckte die Kunststoffolie. Auf die von Thomas Granier angesprochenen Kritikpunkte argumentierte Samuel Kogo, dass ein erhöhtes Fundament ausreichend Schutz vor Überflutungen und damit vor Feuchtigkeit bieten würde.⁸⁴



⁸³ vgl. Gespräch mit Thomas Granier am 03.12.2022, Bolgatanga

⁸⁴ vgl. Gespräch mit Thomas Granier am 03.12.2022, Bolgatanga

Abb. 128

Höhenunterschied zwischen Geländeniveau und Fundament

03.03.03 ERRICHTUNG DER WÄNDE

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

⁸⁵ vgl. AVN 2018, S.29

Dieses Kapitel thematisiert die Errichtung der Außenwände und der Innenwand sowie die dafür essentiellen, vorbereitenden Maßnahmen. Die Maurerarbeiten an den Wänden fanden in zwei, zeitlich voneinander getrennten Etappen statt. Im vorliegenden Kapitel wird auf die erste Etappe eingegangen, welche mit dem Hochmauern der Längswände bis zur Unterkante des Gewölbes bzw. der Fensterrundbögen und der Giebelwände bis zur Oberkante des Gewölbes endete. Die weiterführenden Mauerarbeiten, welche erst nach der Gewölbeerrichtung fortgesetzt werden konnten und die zweite Etappe darstellten, werden in Kapitel 03.03.06 Finalisierung der Errichtung der Längswände erläutert. Ziel dieser Bauphase war die Schaffung eines vertikalen, flächigen Abschlusses, welcher den Außen- vom Innenraum trennt und somit das Gebäude vor äußeren Einflüssen wie Feuchtigkeit, Wärme und Schall schützt. Neben der abgrenzenden

Funktion, wird den Außenwänden, insbesondere den Längswänden, eine tragende Rolle zugeschrieben. Gemäß der AVN-Bauweise werden die Außenwände in Längs- und Giebelwände gegliedert.⁸⁵ Die Längswände fungieren als Auflager für das Nubische Gewölbe sowie die darüberliegende Dachkonstruktion und sind demnach stärker dimensioniert als die Giebelwände, welche ausschließlich auf Eigenlast beansprucht sind. Das Grundgerüst aller Wände bilden die großen Lehmziegel, welche vom Beginn der Mauerarbeiten bis hin zur Fertigstellung dieser, abschnittsweise von zwei Arbeitskräften mit Hilfe von Schubkarren vom Trocknungs- zum Ausführungsort transportiert wurden. Um einen fachgemäßen Mauerwerksverband konstruieren zu können, war es erforderlich einige der Lehmziegel im Vorfeld mit einer Machete auf drei Viertel der ursprünglichen Länge zu kürzen. Die gekürzten Lehmziegel wurden insbesondere für

die Außenecken sowie Kreuzungspunkte zwischen Außenwand und Innenwand herangezogen. Der Mörtel, welcher die kraftschlüssige Verbindung der Lehmziegel garantiert, wurde im Zuge der Lehmörtel-Vorbereitung hergestellt. Jenes lehmhaltige Erdgemisch, das bereits im Verlauf der Fundamentarbeiten für die Verfüllung verwendet worden war, wurde



zu Beginn dieser Bauphase von zwei Arbeitskräften mit Wasser vermengt und zu einem Lehmörtel vermischt. Dieser Arbeitsschritt wurde fortlaufend sowie parallel zu den Mauerarbeiten durchgeführt.

In dieser Bauphase wurden neben den bereits verwendeten Werkzeugen sowie Materialien, zudem Macheten und ein Senklot benötigt.



Abb. 129 (links)
Lehmörtelvorbereitung

Abb. 130 (rechts)
Kürzen der großen Lehmziegel

UMSETZUNG

Nachdem die Fundamentarbeiten fertiggestellt worden waren, konnte mit den Mauerarbeiten der Wände begonnen werden.

Im ersten Schritt sollten die Außenecken gesetzt werden. Bevor die ersten Lehmziegel verlegt werden konnten, musste eine etwa fünf Zentimeter dicke Schicht des zuvor vorbereiteten Lehmmörtels auf der Horizontalabdichtung im Bereich der südwestlichen Fundamentecke aufgetragen sowie händisch gleichmäßig verteilt werden. Darauffolgend wurde der erste Eckziegel auf das Mörtelbett gesetzt, gefolgt von zwei weiteren aneinander gereihten Lehmziegeln, welche allesamt mit der Kopfseite gen Süden bzw. Norden angeordnet wurden. Jene wurden gefühlsmäßig so verlegt, dass die addierte Gesamtbreite der drei im Vorfeld gekürzten Binderziegel inklusive Stoßfugen etwa 60 cm ergab, was der Mauerstärke der Längswand entsprach.

Anschließend wurde die westliche Längswand angedeutet, indem ein Binder- und Läuferziegel in einem geringen Abstand zu den zuvor

erwähnten Ziegeln gesetzt wurde. Bezugnehmend darauf ist anzumerken, dass die Längswände im Gegensatz zu den Giebelwänden eine Mauerstärke von 60 cm aufweisen, was anderthalb Ziegellängen entspricht und damit einem Binder- plus Läuferziegel gleichzusetzen ist. Zurückzuführen ist dies auf die Tatsache, dass die Längswände die Gesamtlast des Nubischen Tonnengewölbes zu tragen haben und dementsprechend stärker ausgebildet werden müssen. Nachdem die beiden Lehmziegel auf das Mörtelbett positioniert wurden, kontrollierte Norbert mit Hilfe eines Senklots die Lotrichtung des Eckziegels und richtete diesen aus. In weiterer Folge wurde ein zusätzlicher Binder in einem geringen Abstand an die ersten drei Binderziegel gereiht, um die Giebelwand anzudeuten. Jene weist eine Mauerstärke von 38 cm auf, was einer ganzen Ziegellänge entspricht. Diese Arbeitsschritte wurden daraufhin für die südöstliche Ecke wiederholt. Anschließend wurde kontrolliert, ob die Innenraumbreite und die Mauerstärken



Abb. 131 (links oben)

Auftragen sowie Verteilen des Lehm-
mörtels auf der horizontalen Abdichtung
(südwestliche Außenecke)

Abb. 132 (rechts oben)

Positionierung des ersten Eckziegels auf
dem Mörtelbett

Abb. 133 (links mittig)

Positionierung von zwei weiteren Bindern

Abb. 134 (rechts mittig)

Andeuten der Längswand durch Verlegen
von einem Binder- sowie Läuferziegel

Abb. 135 (links unten)

Senklotkontrolle an dem Eckziegel zwecks
lotrechter Ausrichtung

Abb. 136 (rechts unten)

Setzen der Ziegel an der südöstlichen
Außenecke

der Längswände mit den Planmaßen übereinstimmen. Darauffolgend wurde eine Maurerschnur rund um die beiden Eckziegel gespannt, um die Außenkontur der Giebelwand zu erhalten und damit einhergehend die restlichen Lehmziegel entlang dieser Linie ausrichten zu können. Diese Arbeitsschritte wurden danach für die gegenüberliegende Seite wiederholt, bis alle Außenwandecken gesetzt worden waren. Nachfolgend wurden zwei weitere Maurerschnüre rund um die Ecksteine gespannt, um die Ausrichtung der Längswände zu erhalten. Nachdem alle Wandecken positioniert waren, konnten die Zwischenräume der Wände

mit dem Lehmörtel verfüllt werden. Danach wurden die restlichen Lehmziegel der ersten Schicht verlegt. Zeitgleich wurden die Positionen der Türen anhand der Pläne eruiert. Dort, wo sich die zukünftigen Türen befinden sollten, wurden dementsprechend Ziegeln ausgespart. Hohlräume, die sich dadurch in dem Mauerwerksverband bildeten, wurden mit schmalen Ziegeln geschlossen, welche zuvor mit der Machete zurechtgeschlagen worden waren. Etwa zwei Stunden nach Beginn der Mauerarbeiten war die erste Schicht fertig verlegt. Vor dem Verlegen der Lehmziegel für die zweite Schicht mussten die etwa fünf



Abb. 137

Kontrolle von Abmessungen der lichten
Innenraumbreite sowie Mauerstärken



Abb. 138 (links oben)

Spannen einer Maurerschnur um die Eckziegel zwecks Ausrichtung der südlichen Giebelwand

Abb. 139 (rechts oben)

Verlegen der Ziegel an den beiden Ecken der nördlichen Giebelwand

Abb. 140 (links unten)

Auftragen des Lehm Mörtels

Abb. 141 (rechts mittig)

Aussparen des Mauerwerksverbandes zwecks Herstellung von Wandöffnungen

Abb. 142 (rechts unten)

erste verlegte Lehmziegelschicht

⁸⁶ vgl. Gespräch mit Norbert am
02.12.2022, Bolgatanga

Zentimeter breiten Stoßfugen im Bereich der Wandecken mittels Händen und Maurerkellen mit Lehmörtel verfüllt werden. Parallel dazu wurde jener Restmörtel, der aus den Fugen quillte sowie frisch vorbereiteter Lehmörtel oberhalb der ersten Lehmziegelreihe großzügig aufgetragen und verteilt, um die Lagerfuge für die nächstfolgende Mauerschicht zu bilden. Die Stärke jener unterschied sich dabei von Schicht zu Schicht, jedoch lag sie im Rahmen von fünf bis zehn Zentimetern. Nach dem Auftragen des Lehmörtels sollte die zweite Schicht von Lehmziegeln im Verband verlegt werden. Zu erwähnen ist hierbei, dass sowohl die Giebelwände als auch die Längswände im weiteren Verlauf größtenteils im Blockverband verlegt wurden. Daraufaufgehend mauerte Norbert mit unserer Unterstützung die zweite Schicht der nördlichen Giebelwand, während sich zwei der Arbeiter um die östliche Längswand kümmerten. Im Zuge der Mauerarbeiten

der zweiten Schicht wurden wir von Norbert mit dem Thema der Wandnischen sowie Fensterbrüstungshöhen konfrontiert. Entgegen der Planung wurde uns von ihm empfohlen, den Abstand von der westlichen Längswand bis zum Beginn der Nische in der Nordwand von 40 cm auf 50 cm zu erhöhen, da das Gewölbe ausreichend Auflagerfläche brauchen würde und 40 cm zu gering wären. Darüber hinaus wurde uns geraten, die ursprünglich vorgesehene Nischenbreite von 80 cm auf 70 cm zu verringern, um die Lastabtragung in der Nordwand nicht zu beeinträchtigen. Weiters wurden wir in Kenntnis gesetzt, dass die Nische in der Ostwand mit 40 cm zu gering bemessen wurde und Norbert eine Mindestbreite von 50 cm vorschlagen würde.⁸⁶ Nachfolgend wurden die Mauerarbeiten, bestehend aus denselben zuvor beschriebenen Arbeitsschritten, fortgeführt, bis die vierte Lehmziegelreihe fertig verlegt war. Zu den genannten Arbeitsschrit-

Abb. 143 (links)
Auftragen von Lehmörtel oberhalb
der ersten Lehmziegelschicht



Abb. 144 (rechts)
Kontrollmaß der Lehmörtelschicht





Abb. 145 (links oben)
Setzen des ersten Eckziegels der zweiten
Lehmziegelreihe an der nördlichen Außen-
ecke

Abb. 146 (rechts oben)
Erweiterung des Abstandes zwischen
Innenkante Längswand bis Beginn der
Nische in der Giebelwand von 40 cm auf
50 cm



Abb. 147 (unten)
vierte verlegte Lehmziegelschicht

⁸⁷ vgl. Gespräch mit Norbert am
02.12.2022, Bolgatanga

⁹⁰ vgl. Gespräch mit Thomas Granier am
03.12.2022, Bolgatanga

⁸⁸ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am
05.12.2022, Bolgatanga

⁸⁹ vgl. Gespräch mit Norbert am
05.12.2022, Bolgatanga

⁹¹ vgl. AVN 2018, S.23

ten zählte das Vermörteln, Verlegen und das Ausrichten der Eckziegel sowie das Verfüllen der Zwischenräume. Da im zuvor genannten Gespräch⁸⁷ ebenso die Brüstungshöhen der Fenster besprochen worden waren und wir uns einstimmig für eine Brüstungshöhe von ungefähr 75 cm – was in etwa der Oberkante der vierten Ziegelreihe entspricht – geeinigt hatten, wurde ab Beginn der fünften Lehmziegelschicht begonnen die Fensterpositionen zu ermitteln. Im Zuge dessen wurde uns von Samuel Kogo und Norbert vorgeschlagen, die Breite der Fenster in den Giebelwänden von 100 bzw. 95 cm auf maximal 80 cm zu reduzieren. Die Fenster in den Längswänden, welche mit 40 cm geplant wurden, sollten dafür ein Mindestmaß von 50 cm aufweisen, um einen stärkeren Lichteinfall zu gewährleisten.⁸⁸ Nachdem diese Vorschläge gemeinsam mit Viola Kryza und *Nongre* besprochen worden waren, wurden die Fenster- sowie Nischenpositionen an sämtlichen Wänden anhand der Pläne eruiert. Dazu wurden je Fenster bzw. Nische zwei Lehmziegel auf die vierte Ziegelreihe gesetzt, wobei der Abstand dazwischen die Fensterbreite darstellte.

Im Rahmen des Gesprächs mit Norbert wurden wir ebenso darauf aufmerksam gemacht, dass entgegen der Planung noch zwei weitere Nischen in der östlichen Längswand des Lernraumes möglich seien.⁸⁹ Festzuhalten ist hierbei, dass Thomas Granier im Zuge der

Baustellenbesichtigung den Vorschlag unterbreitet hatte, Nischen unterhalb der Fensterbrüstungen zu integrieren, um zusätzlichen Stauraum zu schaffen.⁹⁰ Bezugnehmend darauf wurde jedoch eine Einigung zwischen Samuel Kogo und *Nongre* getroffen, im Lernraum keine Nischen unterhalb der Fensterbrüstungen zu positionieren. Zum einen hätten einige der bereits gemauerten Lehmziegelreihen zurückgebaut werden müssen, was eine Verzögerung des nachstehenden Bauprozesses zur Folge gehabt hätte. Zum anderen könnte bei Bedarf zusätzlicher Stauraum unterhalb der geplanten umlaufenden Sitzbank im Lernraum generiert werden. Im nächsten Schritt wurde die Position beider zusätzlicher Nischen eruiert und mit Lehmziegeln markiert. Im Anschluss wurden die Lehmziegel mit Hilfe des Senklots auf eine lotrechte Ausrichtung kontrolliert.

Nachdem die Positionen der Fenster und Nischen ermittelt worden waren, wurde der Mauerwerksverband der beiden Giebelwände sowie der beiden Längswände um drei weitere Lehmziegelschichten erweitert. Die Oberkante der siebten Ziegelschicht befindet sich etwa 1,50 m oberhalb der Fußbodenoberkante und bildet – den AVN Vorgaben entsprechend – das Widerlagerniveau für das Nubische Tonnengewölbe sowie die Fenster-, Nischen- und Türbögen innerhalb der Längswände.⁹¹ Damit waren die Mauerarbeiten der beiden Längs-



Abb. 148 (links oben)

Setzen von Lehmziegeln auf die Oberkante der vierten Lehmziegelschicht, um Fensteröffnungen zu eruieren

Abb. 149 (rechts oben)

Erweiterung des Mauerwerksverbandes um drei weitere Schichten



Abb. 150 (unten)

Erreichen des Widerlagerniveaus für die Gewölbeerrichtung von 1,50 m oberhalb der Fußbodenoberkante nach dem Verlegen der siebten Lehmziegelschicht

wänden der ersten Etappe abgeschlossen. Unter Zuhilfenahme eines Baugerüstes in Kombination mit Holzbrettern wurde die südliche Giebelwand um acht weitere Lehmziegelschichten erhöht, welche zu den Außenseiten abgetrept wurden. Das Abtreppen war insofern erforderlich, da nach der Gewölbeerichtung die Mauerarbeiten an den Längswänden fortgesetzt werden sollten und lediglich dadurch ein Anschluss an den Mauerwerks-

verband gewährleistet werden konnte. Neben der südlichen Giebelwand wurde in weiterer Folge die nördliche fortgeführt. Außerdem wurde die Mittelwand auf das gleiche Niveau wie die südliche Giebelwand hochgemauert. Nachdem die Mittel- und Giebelwände auf die Oberkante des zu errichtenden Gewölbes hochgemauert wurden, konnte mit den vorbereitenden Maßnahmen für die Umsetzung des Gewölbes begonnen werden.



Abb. 151
Mauerarbeiten der südlichen Giebelwand unter Zuhilfenahme eines Baugerüstes



Abb. 152 (links oben)
Finalisierung der Mauerarbeiten an der
nördlichen Giebelwand

Abb. 153 (rechts oben)
Mittelwand bis zu Oberkante des zu er-
richteten Gewölbes hochgemauert



Abb. 154 (unten)
Fertigstellung der Mauerarbeiten der
ersten Etappe (Beginn der Errichtung des
Gewölbes des Lernraumes)

Abb. 155
Nongre-Kids spielen
neben der Baustelle

Abb. 156 (nächste Seite)
Westansicht von
den Errichtungsarbeiten





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Die größte Herausforderung im Zuge der Mauerarbeiten stellten die sprunghaften Entscheidungen seitens *AVW* dar, welche mitten im Bauprozess entgegen der Planung getroffen wurden. Diese betrafen vor allem die Fensterbreiten und -höhen, Brüstungshöhen der Fenster sowie die Positionierung dieser in der Außenmauer. In Bezug auf die Höhe der Fenster in der westlichen Längswand wurde uns vor Beginn der Errichtung der Rundbögen versichert, dass die geplante Fensterhöhe von 1,50 m umsetzbar sei.⁹² Nachdem die siebte Lehmziegelschicht verlegt worden war, wurden wir jedoch von Samuel Kogo darauf aufmerksam gemacht, dass jene Schicht das Widerlager für die Rundbögen bilden würde. Dementsprechend wäre die ursprünglich geplante Fensterhöhe von 1,50 m in der westlichen Längswand nicht mehr zu erreichen, da aufgrund der Fensterhöhe das Gewölbe nicht mehr auf den Fensterbögen aufliegen könnte und demnach nicht realisierbar wäre.⁹³ Nach

interner Absprache mit Adombila Adugbire und Viola Kryza erkundigten wir uns, ob es stattdessen möglich sei, die obersten zwei Ziegelschichten der bereits verlegten und getrockneten Brüstung abzureißen, um die fehlende Fensterhöhe somit zu kompensieren. Nachdem Samuel Kogo uns zuerst versicherte, dass dies möglich sei, wurden wir kurz darauf von ihm in Kenntnis gesetzt, dass das Technikteam von *AVW* diesen Vorschlag ablehnte, da ein Abbruch im Bereich der Brüstung die Lastabtragung innerhalb des Mauerwerksverbandes beeinträchtigen würde.⁹⁴ Um weitere zeitliche Verzögerungen zu vermeiden, einigten wir uns in Absprache mit Adombila Adugbire darauf, die spontan getroffene Entscheidung seitens *AVW* hinzunehmen und mit dem Bauprozess fortzuschreiten. Nach der Fertigstellung der Rundbögen, stellten wir fest, dass die lichte Fensterhöhe statt der geplanten 1,50 m lediglich ca. 1,10 m beträgt.

⁹² vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 02.12.2022, Bolgatanga

⁹⁴ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 13.12.2022, Bolgatanga

⁹³ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 11.12.2022, Bolgatanga



Abb. 157
entgegen der Planung niedriger ausgeführte Fensterhöhen in der westlichen Längswand (ca. 1,10 m lichte Fensterhöhe)

03.03.04 ERRICHTUNG DER RUNDBÖGEN

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Im vorliegenden Kapitel wird auf die Herstellung der Rundbögen für die Fenster, Türen sowie Nischen und damit verbundenen, vorbereitenden Maßnahmen eingegangen. Die Hauptfunktion der Rundbögen besteht in der Abtragung sämtlicher darüberliegender Lasten, insbesondere des Gewölbes und der Dachkonstruktion.

Um die abgetreppte Auskrugung der Rundbögen in den Längswänden herstellen zu können, bediente sich *AVW* eines sehr effektiven Hilfsmittels. Hierfür wurde etwa in Höhe des Widerlagers ein Loch in die südliche Giebelwand sowie die Mittelwand geschlagen. Daraufhin wurde ein massives Drahtseil durch jene beiden Löcher durchgeführt. Um die gewünschte Spannung im Drahtseil zu erreichen, wurde jedes Drahtseilende um ein Kantholz gewickelt und mit Hilfe von zwei weiteren Kanthöl-

zern festgezogen sowie verkantet. Daraufhin wurde das Drahtseil mit einem Maßband exakt mittig ausgerichtet. Im Anschluss wurde eine Wasserwaage verwendet, um eine horizontale Ausrichtung des Drahtseils zu gewährleisten. Abschließend wurden dünne Schnüre an den bereits am Drahtseil befestigten Metallringen, welche einen Durchmesser von etwa fünf Zentimetern aufwiesen, festgebunden.

Die Länge jeder Schnur entsprach exakt der Hälfte der Innenraumbreite (1,65 m). Am gegenüberliegenden Ende der Schnur wurde ein Nagel befestigt, welcher im späteren Verlauf in die einzelnen Mörtelschichten gesteckt wurde, um das Ausmaß der Auskrugung zu überprüfen und somit die gewünschte Gewölbeform der Rundbogen in den Längswänden zu erzielen.



Abb. 158 (links oben)

Durchbruch in die Höhe des Widerlagers in die südliche Giebelwand sowie Mittelwand geschlagen

Abb. 159 (rechts oben)

Durchführung des Drahtseils durch den Wanddurchbruch

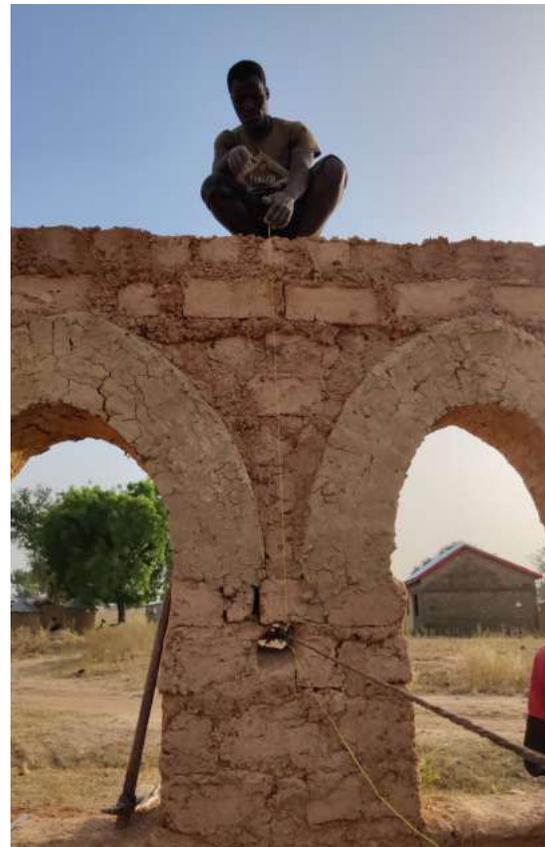


Abb. 160 (links mittig)

Spannen des Drahtseils mittels Kanthölzer an der Außenseite der Wände

Abb. 161 (links unten)

Überprüfung der horizontalen Ausrichtung des Drahtseils mit einer Wasserwaage

Abb. 162 (rechts unten)

Anbringen von Schnüren an den Metallringen



Der nächste Schritt beinhaltete das Aufbereiten des Lehmörtels, welcher wie bei den Maurerarbeiten für eine kraftschlüssige Verbindung der einzelnen Ziegel dienen sollte. Als Ausgangsmaterial für die Lehmörtelherstellung wurde jenes Lehmgemisch verwendet, welches für die ersten drei Chargen der kleinen Lehmziegel genutzt worden war sich für diese Zwecke als ungeeignet erwies. Das Aufbereiten des Mörtels fand kontinuierlich während der gesamten Maurerarbeiten an den Rundbögen statt. Zeitgleich wurden die kleinen, bereits getrockneten Lehmziegel mittels Schubkarren etappenweise vom

Herstellungs- zum Ausführungsort transportiert, wo sie für die Herstellung der Rundbögen herangezogen wurden. Außerdem war es für die Formung der Rundbögen notwendig, eine Schalungskonstruktion, bzw. in diesem Fall Negativform herzustellen. Diese bestand aus aufgeschichteten, unvermörtelten großen Lehmziegeln. Den Abschluss der Negativformen bildete eine Lehmörtelschicht, die mit einer Kunststoffolie bedeckt wurde. Die Folie war insofern wichtig, da sich die Negativform nach der Herstellung der Rundbögen somit von diesen einfacher lösen ließ.



Abb. 163 (links oben)
Aufbereitung des Lehmörtels

Abb. 164 (links unten)
Herstellung der Negativform aus großen, unvernichteten Lehmziegeln für die Errichtung eines Rundbogens (südliche Giebelwand)



Abb. 165 (rechts oben)
Abdecken der Negativform mit einer Kunststoffolie (südliche Giebelwand)

Abb. 166 (rechts unten)
Abdecken der Negativform mit einer Kunststoffolie (westliche Längswand)

UMSETZUNG

Für die Errichtung der Rundbögen in den Giebelwänden wurde im ersten Schritt ein Lehmziegel, welcher das Auflager des Rundbogens bildet, auf der glatteren Seite mit Wasser befeuchtet. Anschließend wurde eine etwa fünf Zentimeter dicke Schicht des zuvor vorbereiteten, fettigen Lehmörtels aufgetragen. Daraufhin wurde der erste Lehmziegel kraftvoll in den Mörtel gepresst sowie gegen die im Vorfeld hergestellte Negativform gedrückt. Da sämtliche Rundbögen die gleiche Stärke wie die Giebelwände besitzen, wurde ein weiterer Lehmziegel, welcher zuvor mit einer Macheite auf etwa drei Viertel seiner ursprünglichen Länge gekürzt worden war, mit der Kopfseite an den zuvor gesetzten Lehmziegel angereiht. Beide wurden so verlegt, dass die raue mit Rillen versehene Lagerfläche in Richtung des Mörtelbetts zeigt, um eine bessere Haftung

zwischen Lehmziegel und Mörtel gewährleisten zu können. Ausschließlich die gegenüberliegende, glatte Fläche wurde mit Wasser befeuchtet und diente als Basis für die darauffolgende Mörtelschicht. Nach dem Auftragen und Verstreichen des Mörtels wurde die nächste Schicht von Ziegeln im Verband ausgeführt. Diese Arbeitsschritte wurden solange wiederholt bis ca. die Hälfte des Rundbogens fertiggestellt war. Währenddessen wurden die aufgemauerten Lehmziegel außen vermörtelt. Auf der gegenüberliegenden Seite wurden die bereits genannten Arbeitsschritte wiederholt, um die zweite Hälfte des Rundbogens herzustellen. Den Abschluss bildete ein Schlussstein, welcher in die Bogenspitze eingesetzt wurde.

Nach der Fertigstellung der ersten Bogenreihe wurde eine zweite darüberliegende Schicht

Abb. 167 (links)
Befeuchten der Oberfläche des Widerlagers (südliche Giebelwand)



Abb. 168 (rechts)
Auftragen des Lehmörtels





Abb. 169 (links oben)
Pressen eines kleinen Lehmziegels in den
Lehmmörtel (südliche Giebelwand)

Abb. 170 (rechts oben)
Pressen eines kleinen, gekürzten
Lehmziegels in den Lehmmörtel
(südliche Giebelwand)



Abb. 171 (links mittig)
Herstellen der ersten Hälfte
des Rundbogens (südliche Giebelwand)

Abb. 172 (rechts mittig)
Herstellen der zweiten Hälfte
des Rundbogens (südliche Giebelwand)



Abb. 173 (links unten)
Einfügen des Schlusssteins zwischen die
beiden Rundbogenhälften
(südliche Giebelwand)

Abb. 174 (rechts unten)
finalisierter Rundbogen nach
der Herstellung einer zweiten Schicht von
kleinen Lehmziegeln
(südliche Giebelwand)

Abb. 175
Abendaufnahme nach
der Rundbogenerrichtung in
der Südgiebelwand

Abb. 176 (nächste Seite)
Gruppenbild der Nongre-Kids





nach demselben Prinzip ausgeführt. Die restlichen Fenster und Nischen in den Giebelwänden bzw. der Mittelwand wurden auf gleiche Art errichtet. Insgesamt wurden hierfür vier Nettoarbeitstage benötigt.

Die Fenster-, Tür- und Nischenbögen innerhalb der Längswände wurden nach demselben Prinzip wie die Rundbögen in den Giebelwänden errichtet. Der Unterschied lag darin, dass die Rundbögen mit Hilfe des zuvor gespannten Drahtseils auskragend in Richtung Raummitte aufgemauert wurden. Dies war insofern von Bedeutung, da das noch zu errichtende Gewölbe auf den Rundbögen in den Längswänden auflagert und jenes eine ausreichend große Auflagerfläche für die Lastabtragung benötigt.

Um eine ausreichend tiefe Auskragung zu erreichen, wurde die Schnur, die am Drahtseil mit Hilfe eines beweglichen Metallringes befestigt worden war, genutzt. Weil diese den Radius des Halbkreises vorgab, konnte der Versatz der einzelnen Lehmziegelschichten dadurch eruiert und eine ausreichend dimensionierte Auskragung der Rundbögen hergestellt werden.

Da ein Rundbogen von beiden Seiten parallel errichtet werden konnte, war es hierbei möglich, dass zwei Maurer zeitgleich daran arbeiteten. Folglich konnte ein Rundbogen in kurzer Zeit hergestellt werden. Dementsprechend wurden lediglich sieben Nettoarbeitstage für sämtliche Rundbögen in den beiden Längswänden benötigt.



Abb. 177 (links oben)
Eruieren der Auskrugung des
Lehmziegels mit Hilfe des
an der Schnur befestigten Nagels
(westliche Längswand)

Abb. 178 (rechts oben)
Aufmauern der ersten Hälfte
des Rundbogens
(westliche Längswand)



Abb. 179 (links unten)
Finalisierung der ersten Schicht des
Rundbogens
(westliche Längswand)

Abb. 180 (rechts unten)
Finalisierung des Rundbogens nach der
Herstellung der zweiten Ziegelschicht
(westliche Längswand)

Abb. 181

Finalisierung
sämtlicher Rundbögen der Bibliothek

Abb. 182 (nächste Seite)

Finalisierung der meisten Rundbögen
des Lernraumes





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Im Zuge der Rundbogenerrichtung kann bemängelt werden, dass für die Negativformen ausschließlich unvermörtelte Lehmziegel herangezogen wurden. Diese Tatsache führte in weiterer Folge zu ungleichmäßig geformten Halbkreisformen, die den Einbau der Fenster, erschwerten sowie das optische Erscheinungsbild des Gebäudes beeinträchtigten.

AVN schreibt in *The Nubian Mason's Manual* vor, für den oberen Abschluss der Negativform eine Schalung zu verwenden, sei es nur ein Metallblech, welches in die Halbkreisform gebogen wird.⁹⁵ Die Verwendung einer Metallschalung oder eines Metallfasses hätte eine gleichmäßigere Halbkreisform der Rundbögen

bewirkt. Auf Nachfrage, wieso keine Metallfässer für die Rundbogenherstellung verwendet wurden, entgegnete Samuel Kogo, dass zum Ausführungszeitpunkt keine zur Verfügung standen.⁹⁶ Lediglich für die Herstellung des Rundbogens für den Stauraum unterhalb der Außentreppe, welcher an den Lernraum anknüpft und zeitlich betrachtet ca. einen Monat stattfand, wurde in der Zwischenzeit ein Metallfass organisiert sowie verwendet. Dabei wurde ein klarer optischer Unterschied zu den ohne den Metallfässern errichteten Rundbögen ersichtlich.

Damit einhergehend war eine höhere Ausführungsqualität wahrnehmbar.

⁹⁶ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 06.12.2022, Bolgatanga

⁹⁵ vgl. AVN 2018, S.51

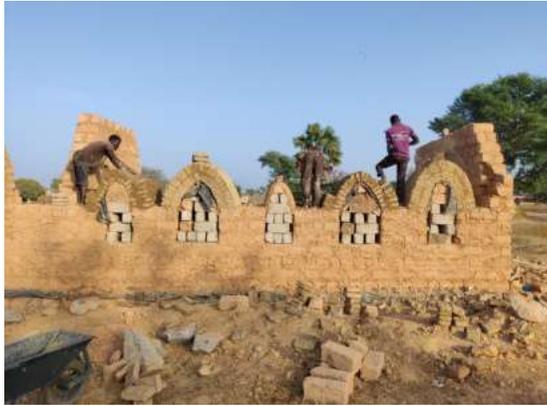


Abb. 183 (links oben)
Nutzung von unvermörtelten Lehmziegeln
als Negativform
(westliche Längswand)

Abb. 184 (rechts oben)
Nutzung eines Metallfasses
als Negativform
(östliche Längswand)



Abb. 185 (links unten)
ungleichmäßig geformte Rundbögen
(westliche Längswand)

Abb. 186 (rechts unten)
gleichmäßig geformter Rundbogen
(östliche Längswand)

ERRICHTUNG
RUNDBÖGEN

ERRICHTUNG
GEWÖLBE

FINALISIERUNG
LÄNGSWÄNDE



Abb. 187 (oberhalb)
Darstellung der Sahel-Zone
(beige dargestellt)

⁸⁵ vgl. Schroeder 2019, S.392
Abb. 188 (nächste Seite)
Nubisches Gewölbe während
der Errichtung

03.03.05 ERRICHTUNG EINES NUBISCHEN TONNENGEWÖLBES

GESCHICHTE DES NUBISCHEN GEWÖLBES

Das Herzstück des Gebäudes ist das Nubische Tonnengewölbe. Wie der Name bereits impliziert, stammt die über 4000 Jahre alte Gewölbebauweise aus dem antiken nubischen Königreich, welches vom heutigen nördlichen Sudan bis zur südlichen Grenze Ägyptens reichte.⁸⁵ Das Bauen mit Lehmziegeln ist seit altägyptischer Zeit bekannt und nach mehreren tausend Jahren noch immer zeitgemäß. Unter anderem durch Institutionen wie AVN wird diese Bauweise seit Jahrzehnten in weiteren afrikanischen Ländern der Sahel Zone kontinuierlich verbreitet.



The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.
Die approbierte gedruckte Originalversion ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Nachdem, wie in dem vorherigen Kapitel 03.03.04 | Errichtung der Rundbögen bereits beschrieben, die beiden Giebelwände sowie die Mittelwand bis ca. Oberkante des noch zu errichtenden Gewölbes hochgemauert, als auch sämtliche Fensterbögen des Lernraumes errichtet wurden, konnten schlussendlich die vorbereitenden Maßnahmen für die Errichtung des Nubischen Gewölbes beginnen.

Aufgrund des halbkreisförmigen Querschnitts wurde deutlich, dass es sich bei dem zu errichtenden Gewölbe um ein Tonnengewölbe handelte. Da das geplante Gebäude einen rechteckigen Grundriss aufweist, wurde ebenfalls ersichtlich, dass es sich um ein gerades Tonnengewölbe handelte. Das wesentliche Charakteristikum eines geraden Gewölbes ist, dass die Gewölbeachse rechtwinklig zu jener Ebene steht, die den Halbkreis erzeugt.⁹⁷

Zu Beginn der Ausführung wurde der zu verarbeitende Lehmörtel direkt am Morgen des jeweiligen Arbeitstages vorbereitet. Hinsichtlich des Mörtels war es in diesem Bauabschnitt sogar notwendig, dass das äußerst lehmhaltige Erdmaterial bereits ein erstes Mal am Vorabend vorbereitet wurde. Dies beinhaltete das Wässern, Durchmischen, Stampfen und weiteres Durchmengen des Materials. Das gleiche Prozedere wurde am darauffolgenden Morgen wiederholt.

Es herrschte stets eine Arbeitsteilung unter den Maurern und (Hilfs-)Arbeitern. Die Aufgabenbereiche unterschieden sich bei diversen Arbeitsschritten aufgrund ihrer unterschiedlichen Ausbildungsniveaus, dies hieß jedoch nicht, dass Maurer, Lehrlinge oder Hilfskräfte mit geringerem Ausbildungsgrad geringerschätzt behandelt wurden.

Wie bei der Errichtung der Rundbögen für die Fenster, spielte auch bei der Errichtung des Gewölbes das im Vorhinein - zwischen der südlichen Giebelwand und der Mittelwand - gespannte Drahtseil eine elementare Rolle. Denn die am Drahtseil befestigten Schnüre, mit denen die abgetreppte Auskrugung der Rundbögen kontrolliert wurde, waren das einzige, primäre Kontrollinstrument für die Positionierung der Gewölbeziegel und das Einhalten des Radius. Denn da jene Schnüre genau 1,65 m lang waren und damit der Hälfte der Raumbreite entsprachen, konnte mit ihnen ein perfekter Halbkreis mit einem Durchmesser von 3,30 m abgebildet werden. Entlang dieses Halbkreises orientierte sich schließlich die gesamte Konstruktion des Gewölbes.

Für die sämtlichen vergangenen, wie auch für die nun folgenden Konstruktionsarbeiten wurden keine Gerüste verwendet, was eines der wesentlichen Vorteile der Nubischen Gewölbebauweise darstellt. Um jedoch das Arbeiten

⁹⁷ vgl. Cörner 1901, S.146

in der Höhe zu ermöglichen, wurden mit den großen Ziegeln sechs Stapel errichtet, die als Auflager für Sperrholzbretter dienten. Für einen sicheren Stand wurden die Bretter zuerst in Längsrichtung ausgelegt, worauf weitere Bretter in Querrichtung aufgelegt wurden. Im nächsten Schritt konnten die eigentlichen Mauerarbeiten beginnen. Mit der am Drahtseil befestigten Schnur wurde mit Hilfe eines, an deren Ende befestigten, Metallnagels der Umriss eines Halbkreises in die südliche Giebelwand eingeritzt. Die oben genannte Markierung entlang der südlichen Giebelwand diente den Maurern als Orientierung für die Herstellung der ersten Ziegelschicht entlang der Mauer. Festzuhalten ist, dass bei der Errichtung des Gewölbes, wie auch schon bei der Errichtung der Rundbögen ausschließlich kleine Lehmziegel in Verbindung mit dem fetteren, lehmhaltigeren Mörtel verwendet wurden. Bevor mit dem Verlegen der Ziegel begonnen werden konnte, wurden mit Hilfe von Macheten sämtliche Unebenheiten auf der Giebelwand abgeschlagen und beglichen. Zeitgleich wurden von den Arbeitern kontinuierlich die kleinen Lehmziegel mit Schubkarren von den umliegenden Feldern, wo sie etliche Tage getrocknet sind, zur Baustelle gebracht. Dort wurden die Ziegel abgeladen, gestapelt und von weiteren Arbeitern mit Hil-

fe von Macheten oder größeren, stumpferen Messern von allen Seiten gesäubert. Überstehende Kanten wurden von den Seiten abgeschlagen und Überreste von Pflanzen und Gräsern, sowie Fremdkörper wie Kiesel oder sogar Plastikmüll wurden vor allem von den glatteren Seiten, mit denen sie auf dem unreinen Feldeboden gelegen sind, entfernt.



Abb. 189 (oben)
provisorische Ziegelstapel
als Auflager für Sperrholzbretter



Abb. 190 (unten)
Einritzen des Gewölberadius
in die Giebelwand

⁹⁸ vgl. Minke 2022, S.145

UMSETZUNG

Nachdem o.g. vorbereitende Maßnahmen stattgefunden hatten, konnte die eigentliche Umsetzung des Gewölbes beginnen. Dabei wurde wie in den vorherigen Bauprozessen das gleiche Prinzip des Mauerns umgesetzt. Die Mauern wurden mit Wasser befeuchtet, der Lehmörtel wurde großzügig aufgetragen, ein Lehmziegel wurde verlegt und durch leichte Schläge mit den Händen in die richtige Position gebracht. Die ersten Ziegelschichten wurden mit einer Neigung von ca. 65 Grad angewinkelt. Dies war für den Beginn der Gewölbeerrichtung entscheidend, denn nur so konnten die Lasten der nachfolgenden Schicht von den bereits gemauerten, darunterliegenden Schichten mit abgetragen werden. Das Prinzip des Anwinkelns ist bei der Errichtung des Nubischen Gewölbes auch aus einem anderen wesentlicheren Grund unumgänglich, da wie eingangs bereits erwähnt sämtliche

Konstruktionsarbeiten ohne die Verwendung von Schalungen und Lehrgerüsten umgesetzt wurden. Dies bedeutet jedoch auch, dass es beispielsweise einer senkrechten Wand bedarf, an die das schräge Gewölbe mit o.g. Winkel angelehnt wird.⁹⁸

Bei der Errichtung des Gewölbes wurden die Ziegel zum Teil mit viel Schwung und Kraft auf die Wand bzw. im späteren Verlauf auf die darunterliegende Ziegelschicht heraufgeschlagen, sodass der stets üppig aufgetragene Mörtel aus den umliegenden Fugen gequollen ist. Entscheidend bei diesem Prozess war, ebenso wie bei der Errichtung der Rundbögen, dass fortlaufend die glattere Seite des Lehmziegels mit Wasser befeuchtet wurde, bevor der Ziegel mit der raueren Seite nach unten verlegt wurde. Das Befeuchten hatte den Hintergrund, damit der Mörtel auf der glatteren Seite besser haften kann.



Abb. 191 (links oben)
Aufbringen der kleinen Lehmziegel

Abb. 192 (links unten)
Kontrolle des Radius mit Hilfe
des Drahtseils

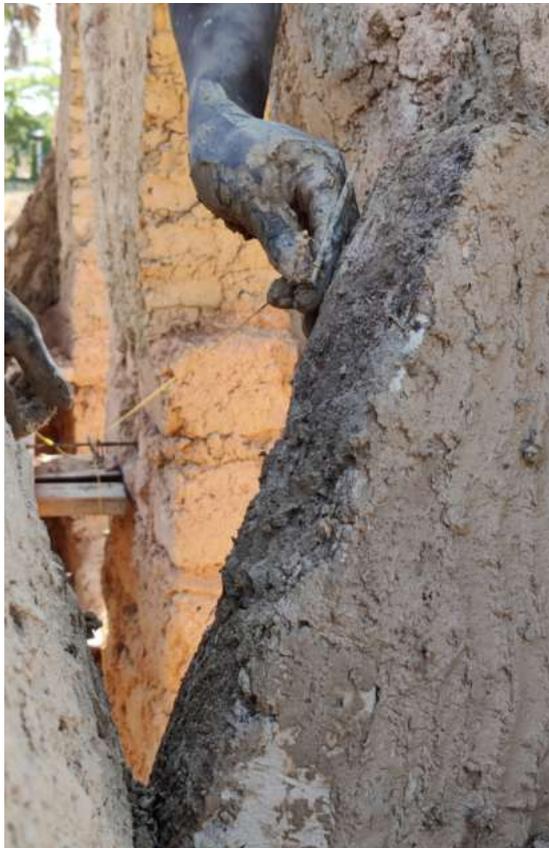


Abb. 193 (rechts oben)
Auftragen von weiteren
Ziegelschichten unter Zuhilfenahme
des Drahtseils

Abb. 194 (rechts unten)
neue Ziegel werden ohne Lehrgerüst
von den unteren Schichten
mitgetragen

Anschließend wurde erneut Mörtel aufgetragen und das gesamte Prozedere wiederholte sich kontinuierlich und unverändert. Aufgrund des o.g. Winkels benötigte es sechs Ziegelschichten, bis die erste Schicht vollständig auf der Giebelwand auflag. Ausgehend von dieser ersten Ziegelschicht folgten an dem ersten Tag der Gewölbeerrichtung noch 17 weitere Schichten, was ungefähr mit 20 % Baufortschritt des gesamten ersten Gewölbes gleich-

zusetzen war. Bereits nach wenigen Stunden Trockenzeit war es möglich, auf dem noch sehr frisch errichteten Gewölbe zu stehen. Ohne, dass sich etwas bewegte und veränderte, oder gar einstürzte. Dies wurde mehrfach durch Norbert demonstriert.

Die Errichtung des Gewölbes für den Lernraum nahm insgesamt fünf Arbeitstage in Anspruch.

Die reinen Mauertätigkeiten wurden größten-



Abb. 195 (links)
erste vollständige Ziegelschicht des
Gewölbes



Abb. 196 (rechts)
Unteransicht der Gewölbeerrichtung



Abb. 197 (links oben)
Gewölbe lagert vollständig auf den ersten beiden Rundbögen auf

Abb. 198 (rechts oben)
Unteransicht der Gewölbekonstruktion



Abb. 199 (links unten)
Belastungstest des frisch errichteten Gewölbes

Abb. 200 (rechts unten)
Baufortschritt des ersten Tages

teils von dem C2 Maurerlehrling und dem C3 Maurer unter der Aufsicht von Norbert durchgeführt, wobei letzterer ebenfalls kontinuierlich im Bauprozess involviert war und aufgrund seiner Erfahrung und Geschwindigkeit den Baufortschritt beträchtlich vorantrieb. Als letztlich das Gewölbe des Lernraumes finalisiert wurde, konnte das Drahtseil abmontiert und zwischen der Mittelwand und der nördlichen Giebelwand erneut gespannt werden,

um dort mit dem zweiten Gewölbe beginnen zu können. Es folgten drei Arbeitstage für vorbereitende und weiterführende Maßnahmen, wie z.B. die erneute Ziegelherstellung, das Aufmauern der Längswände etc. Die anschließende Errichtung des kleineren Gewölbes der Bibliothek nahm insgesamt drei weitere Arbeitstage in Anspruch, sodass für die Arbeiten zur Herstellung beider Gewölbe in Summe acht Arbeitstage benötigt wurden.



Abb. 201 (links)

Innenansicht des Tonnengewölbes
während der Errichtungsphase



Abb. 202 (rechts)

Draufsicht des Tonnengewölbes
während der Errichtungsphase



Abb. 203 (links oben)
Gewölbe lagert vollständig auf
sämtlichen Rundbögen auf

Abb. 204 (rechts oben)
vollständig geschlossenes
Tonnengewölbe



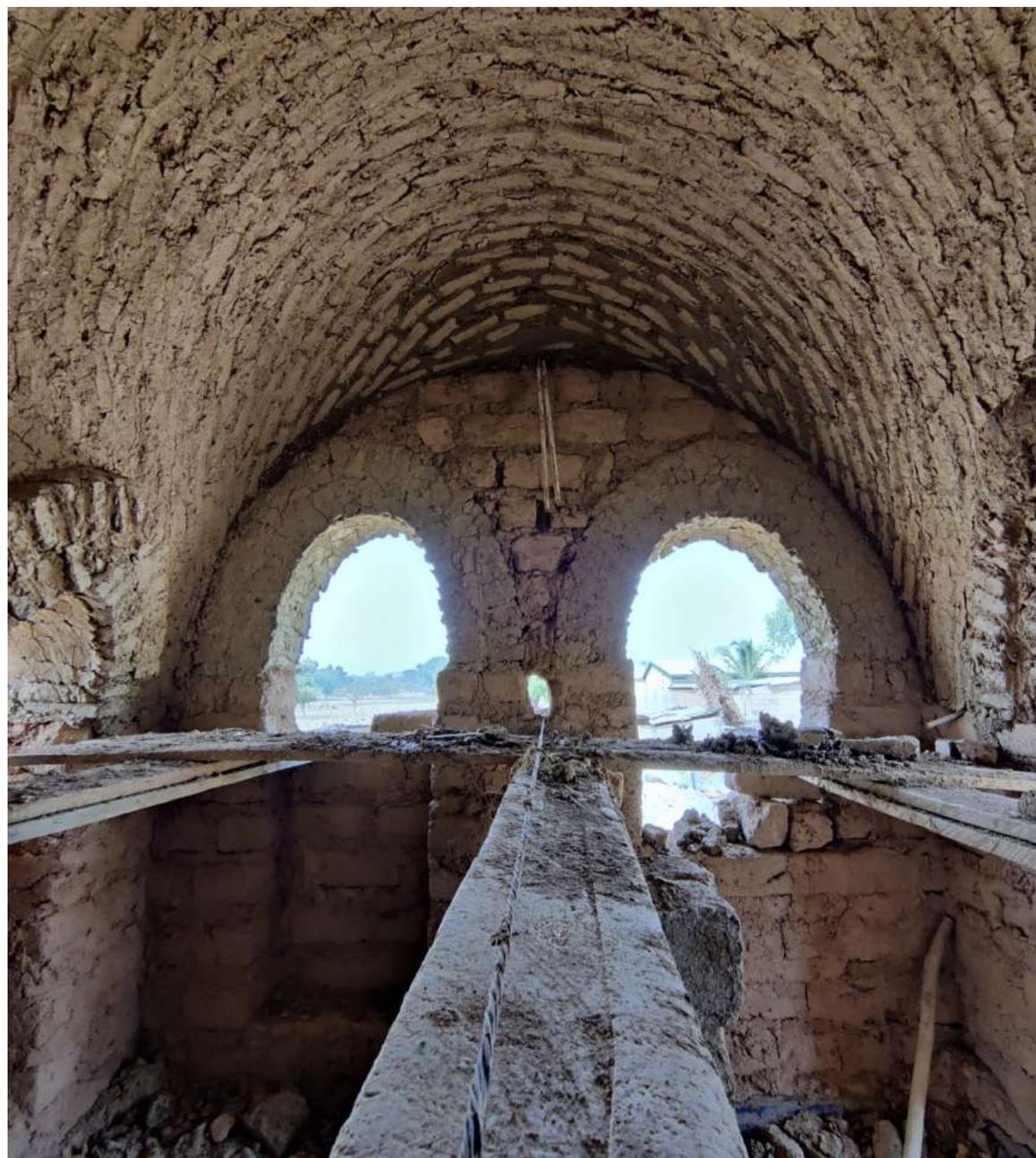
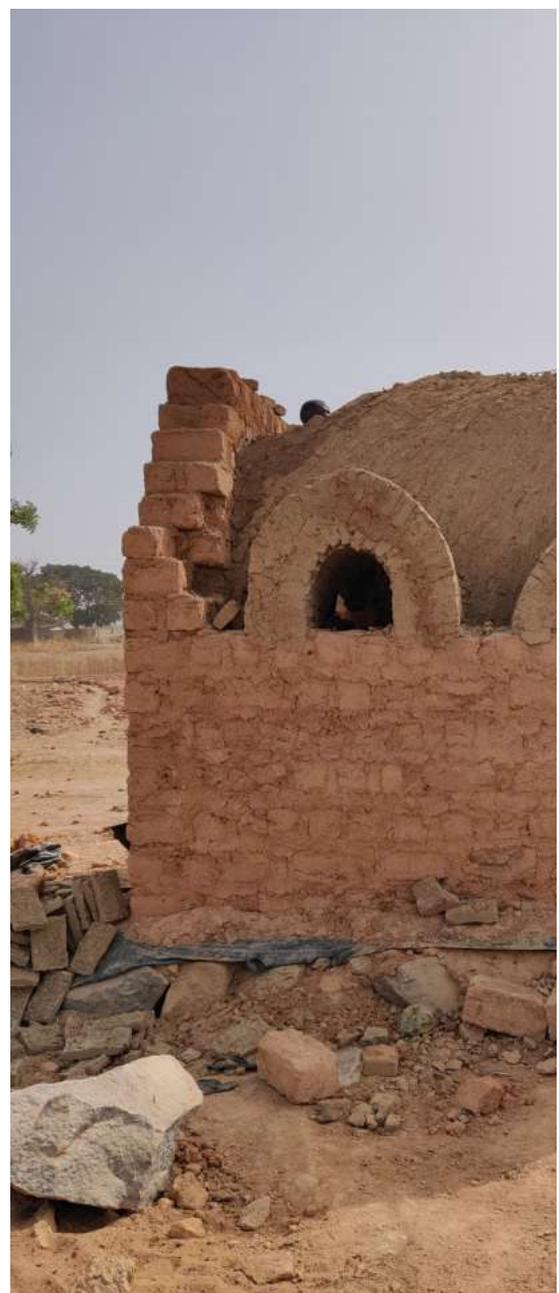
Abb. 205 (unten)
Ostansicht des finalisierten
Gewölbes des Lernraumes

Abb. 206
Schließung des Gewölbes der
Bibliothek

Abb. 207 (nächste Seite links)
Westansicht Gewölbe der Bibliothek

Abb. 208 (nächste Seite rechts)
Innenansicht des Gewölbes der
Bibliothek





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Der Bau eines Gebäudes per se birgt unterschiedliche Risiken. Hierbei sind Probleme mit den verwendeten Materialien und den Konstruktionsarbeiten von infrastrukturellen Problemen zu unterscheiden. Die Konstruktionsarbeiten der Gewölbe unterlagen keinen Komplikationen. Auf Materialebene kam es jedoch zu einem Engpass der kleinen Lehmziegel. Dieses Problem war sowohl in dem Material an sich begründet als auch in den Ressourcen, die für die Ziegelherstellung notwendig waren. Zum einen konnten von den ersten paar hundert Ziegel aufgrund des ungeeigneten Materials nur vereinzelt Ziegel verwendet werden. Zum anderen wurden bei der Errichtung der Rundbögen äußerst viele Ziegel benötigt, sodass während der Ausführungsphase an drei Tagen erneut Ziegel herge-

stellt werden mussten. Da Schwierigkeiten bei der Verwendung von natürlichen Baumaterialien nur bedingt vorhergesagt werden können (Lehmzusammensetzung, Trocknungszeit ist vom Wetter abhängig, etc.), ist das Einplanen eines zeitlichen Puffers und einer budgetären Reserve für zusätzliche Arbeitskräfte sinnvoll. Ziel der Verwendung von natürlichen Baustoffen ist auch der Nachhaltigkeitsaspekt. Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit, als auch der Kostenoptimierung dieses Projektes gibt es einen Punkt, der optimierbar ist.

Für die Errichtung des Gebäudes wurden Sperrholzbretter benötigt. Diese wurden als Unterkonstruktion für die Arbeiter verwendet, damit diese sicher stehen und arbeiten können. Seitens AVN wurde argumentiert, dass diese im späteren Verlauf wiederverwendet

oder weiterverarbeitet werden können.⁹⁹ Im Konkreten wurde auf die zukünftigen Sitzbänke und Bücherregale verwiesen. Da es sich jedoch einerseits um das günstigste, vor allem jedoch sehr weiche Bauholz handelte, wurde dieser Vorschlag vom involvierten Tischler ausgeschlagen, da es eine willkommene Gelegenheit und gleichermaßen eine Einladung für die dort existierenden Terminten sei. Andererseits wurden auch während des Bauprozesses diverse Bretter beschädigt oder sind aufgrund von Astlöchern o.ä. sogar in zwei oder mehrere Teile gebrochen. Da die Anschaffungskosten durch *Nongre* getragen wurden, entsteht aus finanzieller Sicht ein Verlust. Auch hinsichtlich der Nachhaltigkeit sind die o.g. Argumente hinfällig, sobald jenes Bauholz nicht mehr wiederverwendet oder

weiterverarbeitet, sondern im schlimmsten Fall nur noch als Brennholz genutzt wird. Im späteren Verlauf des Projekts kam ein Baugerüst aus Stahlstellrahmen zum Einsatz, bei dem ebenfalls die Sperrholzbretter als Auflager verwendet wurden. Würde ein Wechsel von Sperrholzbrettern auf die langlebigere Variante von Gerüst-Metallbrettern erfolgen, würden auf langer Sicht Kosten für jegliche Auftraggeber:innen eingespart werden. Andererseits würden angesichts der vielen Bauprojekte größere Mengen Bauholz eingespart und so in geringer Weise dem (z.T. illegalen) Abholzen der lokalen Wälder vorgebeugt werden. Die dabei entstehenden Mehrkosten können seitens *AVN* den Klienten in Form von Mietgebühren in Rechnung gestellt werden, wie es auch beim Metallgerüst der Fall war.

⁹⁹ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 08.12.2022, Bolgatanga

03.03.06 FINALISIERUNG DER ERRICHTUNG DER LÄNGSWÄNDE

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Die Errichtung der Längswände, wie schon in Kapitel 03.03.03 Errichtung der Wände beschrieben, wurde wegen der Errichtung der Gewölbe pausiert. Diese Arbeiten konnten wieder fortgeführt werden, nachdem das erste Gewölbe finalisiert wurde. Dazu ergänzend wird in dem vorliegenden Kapitel der Abschluss sämtlicher Errichtungsarbeiten an den Wänden beschrieben.

UMSETZUNG

Die Errichtung der Längswände erfolgte parallel zur Finalisierung des Gewölbes des Lernraumes. Darauffolgend wurde die Errichtung der Wände zum Abschluss gebracht. Nach der Errichtung des o.g. Gewölbes wurden die nachfolgenden drei Arbeitstage nicht nur zur Vorbereitung des Gewölbes der Bibliothek genutzt, sondern auch um die Längswände des Lernraumes im Bereich der Rundbögen um insgesamt sieben Ziegelschichten zu erhöhen. Da während dem weiteren Hochmauern eine Lücke zwischen Außenwand und Gewölbe entstanden wäre und ab Oberkante Gewölbe der Flachdachaufbau beginnt, war es notwendig den sonst entstehenden Hohlraum zu verfüllen. Hierfür wurde bei jeder weiteren Ziegelschicht der Mauerwerksverband der Außenmauern bis zu der Außenkante des Gewölbes erweitert. Somit wurde gleichermaßen eine äußerst massive, monolithische Verfüllung neben und oberhalb des Gewölbes hergestellt.

Weiterhin erfolgten die vorbereitenden Maßnahmen für die Errichtung des zweiten, kleineren Gewölbes für die Bibliothek. Dies beinhaltete das erneute Spannen des Drahtseils, die Errichtung der Negativformen der Rundbögen sowie die Errichtung der Rundbögen selbst. Diese Prozesse und Abläufe haben bereits in gleicher Weise bei der Errichtung des Gewölbes für den Lernraum stattgefunden, die in Kapitel 03.03.05 Errichtung eines Nubischen Tonnengewölbes beschrieben wurden und daher nicht erneut erläutert werden müssen. Schließlich wurden beide Gewölbe finalisiert. Parallel dazu wurden die Längswände bis zur Oberkante Gewölbe hochgemauert, was mit der 16. Ziegelreihe und mit einer Höhe von ca. 3,20 m gleichzusetzen war. Die Giebelwände wurden zu den Seiten hin bewusst abgetrept, wodurch der bestehende Mauerwerksverband wieder aufgenommen und ohne Unterbrechungen fortgeführt werden konnte.



Abb. 209 (links oben)
Fortführung der Längswanderrichtung

Abb. 210 (rechts oben)
Fortführung des Mauerwerksverbandes
an das Gewölbe unter Verwendung des
Ziegelbruchmaterials

Abb. 211 (links mittig)
weiterführende Mauerarbeiten an den
Längswänden

Abb. 212 (rechts mittig)
Draufsicht während der
Längswanderrichtung inkl.
der monolithischen Gewölbeverfüllung

Abb. 213 (links unten)
finalisierte Längswände (bis Oberkante
Gewölbe), Südostansicht

Abb. 214 (rechts unten)
finalisierte Längswände (bis Oberkante
Gewölbe), Westansicht

Zeitgleich wurden die Hohlräume des Gewölbes durch das Fortführen des Mauerwerksverbandes verfüllt sowie die ersten elektrischen Installationen vorbereitet.

PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Bei der oben genannten Verfüllung oberhalb des Gewölbes kann ein ressourcenrelevanter Aspekt verbessert werden. Für die Verfüllung wurden nahezu ausschließlich unbeschädigte, große Lehmziegel verwendet, welche nachfolgend bearbeitet wurden. Sobald sich der Mauerwerksverband der Rundung des Gewölbes annäherte, wurden jene intakte Ziegel mit Hilfe von Macheten in viele, kleine Bruchstücke zerschlagen. Die Frage ist, ob für diesen Prozess auch Ziegel verwendet hätten werden können, welche bereits bei den Herstellungs-, Trocknungs- oder Transportprozessen gebrochen sind oder bei dem Bauprozess in passende Größen geschlagen wurden. Die Unterscheidung in welchem Zusammenhang sie zerbrochen sind, ist für diese Entscheidung relevant.

Ziegel, die im Herstellungs- bzw. Trocknungsprozess zerbrochen sind, müssten auf geeignete Materialqualitäten geprüft werden, wohingegen Ziegelbruch basierend auf Transportprozessen problemlos für die Verfüllung benutzt werden kann.

Auf diese Tätigkeiten wird im nachfolgenden Kapitel 03.03.07 Elektroinstallation detaillierter eingegangen.

Dies betrifft sowohl die großen, als auch die kleinen Lehmziegel. Jene Bruch- und Reststücke wurden fortlaufend während des gesamten Bauprozesses an Ort und Stelle innerhalb, als auch außerhalb des Gebäudes fallen gelassen. Dies hatte gleichermaßen Vor- und Nachteile für aktuelle und zukünftige Bauphasen.

Neben den wirtschaftlichen Einbußen der *Nongre* durch das Zerschlagen von intakten Ziegeln, wurde auch gleichzeitig die Mobilität aller an der Baustelle beteiligten Personen eingeschränkt, da sich ständig auf einem unebenen Untergrund jener Überreste bewegt werden musste. Neben den Einbußen der Mobilität stellte sich hierbei auch ein gewisses Sicherheitsrisiko heraus. Während der Bauphase ist es häufig vorgekommen, dass jemand gestolpert oder umgeknickt ist. Glücklicherweise resultierten abgesehen von kleineren Schrammen und Schürfwunden keine ernsthaften Verletzungen daraus. Mögliche Verletzungsrisiken könnten durch das Sauberhalten der Baustelle reduziert werden.



Abb. 215 (links)
Zerschlagen intakter Lehmziegel
für die Verfüllung

Abb. 216 (rechts)
Unebenheiten aufgrund von Ziegelbruch

Abb. 217

Blockverband mit
nebenliegender Gewölbeverfüllung

Abb. 218 (nächste Seite)

finalisierte Längswand
(bis Oberkante Gewölbe), Südostansicht







03.03.07 ELEKTROINSTALLATION

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Dieses Kapitel beschreibt jegliche Leistungen, Abläufe und Tätigkeiten der allgemeinen Bereitstellung einer elektrischen Infrastruktur im und am Gebäude. Diese Infrastruktur beinhaltet einen Anschluss an das vorherrschende öffentliche Stromnetz sowie ein Leitungsnetz innerhalb des Gebäudes mit diversen Ausgängen für die Innen- und Außenbeleuchtung, Steckdosen und Ventilatoren. Darüber hinaus wurden auch Netzwerk- und Datenkabel verlegt, welche zukünftige digitale Erweiterungen ermöglichen sollen. So könnten zu einem späteren Zeitpunkt problemlos Bildschirme, Projektoren, ein eigenes Netzwerk etc. nachgerüstet werden. Bei den nachfolgenden Abläufen, wie auch bei diversen anderen Tätigkeiten, wurde sich zum Teil, den einfachsten Werkzeugen und (Hilfs-)Mitteln bedient. Dazu gehören Hammer, Meißel, Bewehrungsstahl, Sägeblatt, Elektrozange, Kabeleinzugshilfe und selbstverständlich offenes Feuer.

UMSETZUNG

Der Großteil der Arbeiten für die elektrischen Installationen wurde bereits während der Rohbauarbeiten durchgeführt, da die Installationen oberhalb und direkt auf dem Gewölbe verlegt wurden. Da nicht jeder lokale Elektriker mit den Gebäuden und der damit verbundenen Bauweise von AVN vertraut ist, war es ein Anliegen Samuel Kogos, dass ein ihm vertrauter Elektriker den Auftrag erhielt und die Arbeiten durchführte. Zu Beginn wurden interne Absprachen versäumt, wodurch der Elektriker ohne Absprache zwei Einbringöff-

nungen schräg seitlich durch das Gewölbe schlug. Rückblickend hätte dort direkt interveniert werden müssen, da diese nicht abgesprochene Handlung dafür sorgte, dass kein Sichtgewölbe realisiert werden konnte.

Nachdem kurze Zeit später Samuel Kogo auf der Baustelle erschienen war, wurde die o.g. Thematik besprochen und im nächsten Schritt gemeinsam begonnen, die Positionen für die Innenbeleuchtung und die Ventilatoren zu ermitteln. Es handelte sich um drei Beleuchtungskörper und um zwei Ventilatoren.



Abb. 219 (links oben)
Stemmen der Schlitz für
die Leitungen

Abb. 220 (rechts oben)
Einbringöffnung für elektrische
Leitungen am Gewölbe



Abb. 221 (unten)
Eruierung der Positionen für
Innenbeleuchtung/Ventilatoren auf
dem Gewölbe

Somit musste die Gesamtlänge des Gewölbes bei fünf zu installierenden Objekten durch die Zahl sechs geteilt werden, um einheitliche Abstände zwischen jeder Installation und den Wänden zu gewährleisten. Nach dieser Durchführung war die einheitliche Unterteilung mit zufriedenstellendem Ergebnis abgeschlossen. Abschließend schlug der Elektriker mittels eines Hammers und eines kurzen Stückes Bewehrungsstahl fünf Löcher im Scheitel, dem höchsten Punkt des Gewölbebogens, ein. Dort wurden runde Verteilerdosen ausgelegt, an denen die leeren Kunststoffrohre angeschlossen wurden. Diese Verteilerdosen haben vier Anschlusspunkte, sind auf der Unterseite offen und gleichen vom Prinzip her einer Untertputzdose. Die verwendeten Kunststoffrohre haben die gleiche Länge und Durchmesser, sind gerade sowie unbiegsam. Aus diesem Grund wurden wiederkehrend kleine, offene Feuer direkt vor Ort an der jeweilig benötigten Stelle gelegt. Es war durchaus befremdlich, offenes Feuer auf einem Gewölbe zu sehen. Jedoch war es nicht das erste Mal, dass offene Feuerquellen genutzt wurden, um gewisse Arbeiten oder Reparaturen durchzuführen. In diesem Fall wurde es sehr lokal und gezielt genutzt, um die steifen Rohre in die gewünschte Form zu biegen sowie um die Enden der Rohre zu erhitzen und sie somit ineinanderstecken oder regelrecht miteinander verschmelzen zu können.

Abb. 222 (oben)
Einschlagen von Löchern
im Gewölbescheitel

Abb. 223 (unten)
Positionierung von Verteilerdosen





Abb. 224 (links)
Verlege- und Anschlussarbeiten der
Kunststoffrohre

Abb. 225 (rechts)
durch offenes Feuer verformte
Kunststoffrohre

Anschließend wurden mit einer Kabeleinzugs-
hilfe sämtliche Elektro- und Datenkabel durch
das verlegte Leitungsnetz an die jeweiligen
Positionen gezogen. Weiterhin wurden ein Si-
cherungskasten installiert, sowie im unteren
Bereich der Wände Schlitz für Rohrleitungen
und Steckdosen gestemmt. Für die Stromver-
teilung in die Räume selbst wurde an der Mit-
telwand für jeden Raum eine Einbringöffnung
in den Gewölbescheitel geschlagen. Dabei
wurden lediglich Teile der letzten Putzschicht
und der Mittelwand weggestemmt, damit der
Schlussstein des Gewölbebogens und das da-
mit verbundene statische System unversehrt
blieb. Nachdem jegliche Rohre, Verteilerdosen
und Unterputzdosen verlegt und positioniert
worden waren, wurde punktuell Lehmörtel
verwendet, um besagte Installationen tempo-
rär zu fixieren. Zuletzt wurden an den Einbringöffnungen der
Deckenventilatoren notwendige Halterun-

gen für die Aufhängungen installiert. Hierfür
wurde im Vorhinein ein kurzes Stück Beweh-
rungsstahl zu einem U-förmigen Haken mit
einer runden Lasche am anderen Ende gebö-
gen. Diese Haken wurden durch die Decken-
öffnung geführt und an einem noch kürzeren
Stück Bewehrungsstahl aufgehängt, wel-
ches zuvor durch die Lasche geführt und auf
dem Gewölbe positioniert wurde. Damit sich
dieses Stahlstück nicht unkontrolliert bewe-
gen konnte, wurde mittels einer Machete ein
kleiner Schlitz in die Lehmziegel gestemmt, in
den das Stück eingelegt wurde.
Sämtliche, in diesem Kapitel beschriebenen,
Arbeiten haben insgesamt fünf Arbeitstage in
Anspruch genommen.
Die abschließenden Tätigkeiten und Installa-
tionen der Elektrik folgen in der Chronologie
nach der Finalisierung des Innenputzes in
Kapitel 03.04.02 Herstellung des Innen- und
Außenputzes.



Abb. 226 (links)
Verwendung der Kabeleinzugshilfe



Abb. 227 (rechts)
Installation des Sicherungskastens



Abb. 228 (links oben)
Nahaufnahme vom Sicherungskasten

Abb. 229 (rechts oben)
eingestemmte Schlitz für
Kunststoffrohre und Unterputz Dosen



Abb. 230 (links unten)
Einbringöffnung am
Gewölbescheitel der Mittelwand für die
Stromverteilung

Abb. 231 (rechts unten)
Installation der Abhangkonstruktion
für den Deckenventilator im Bereich
der Einbringöffnung

PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Wie bereits erwähnt, hätte durch eine intensivere Absprache der irreversible optische Schaden am Gewölbe vermieden werden können, welcher aufgrund voreiligen, unabgestimmten Handelns schließlich durch die Stemmarbeiten des Elektrikers entstanden ist. Im Laufe der Realisierung entstand die Idee, das Gewölbe nicht zu verputzen, sondern in Form eines Sichtgewölbes die spannende Tragkonstruktion des Nubischen Tonnengewölbes sichtbar zu lassen. Diese Idee wurde durch den Besuch eines Referenzgebäudes bestärkt, in dem Samuel Kogo selbst das Gewölbe errichtete und anschließend gründlich säuberte. Das Ergebnis war sehr überzeugend.

Weiterhin kann festgehalten werden, dass eine fortdauernde Kontrolle der Arbeiten des Elektrikers unverzichtbar war. Maße mussten kontrolliert werden, Höhen und Abstände mussten überprüft und regelmäßig auf unser Ansuchen hin ausgebessert werden. Der von uns angestrebte Anspruch an bauliche und optische Uniformität musste fortlaufend kontrolliert sowie auf unser Ansuchen ausgebessert werden. Neben der subjektiven Auffassung von Uniformität als Ideal, welches ggf. regionale Unterschiede in der Bedeutsamkeit aufweist, ist die Absprache und Einhaltung von Vorgaben unerlässlich.

¹⁰⁰ vgl. AVN 2018, S.93

¹⁰¹ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo
am 03.01.2023, Bolgatanga

Darüber hinaus ist die Befestigung der Ventilatoraufhängung zu hinterfragen, da gemäß *The Nubian Mason's Manual* hierfür ein 1x1 m großes Stahlkreuz zu verwenden ist, an dem eine Gewindestange montiert wird, die als Aufhängung fungiert.¹⁰⁰

Unseres Erachtens nach ist ein viel essentiellerer Punkt wesentlich problematischer. Die Tatsache, dass der Großteil der Rohre und Kabel oberhalb des Gewölbes verlegt wurde, erschwert zukünftige Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten enorm. Im Worst-Case-Szenario ist es möglicherweise sogar unmöglich, trotz Verwendung einer Kabeleinzugshilfe zukünftig beschädigte Kabel auszutauschen. In einem Gespräch mit Samuel Kogo bestätigte er, dass in der Zukunft Teile des Dachaufbaus weggestemmt und abgebrochen werden müssten, sofern das bestehende Leitungsnetz ausgetauscht werden muss.¹⁰¹

Hingegen müsste bei den Kabeln und Rohren im Innenraum lediglich die Putzschicht weggestemmt werden, sollten dort Arbeiten notwendig sein. Es wäre wahrscheinlich wartungsfreundlicher und nachhaltiger, wenn die elektrischen Leitungen mit einem Zugang durch eine Außenwand komplett im Innenraum verlegt werden müssen. Hierbei muss der Elektriker in einer frühen Planungsphase hinzugezogen werden und dessen Lei-

tungsplanung im Vorfeld geschehen. Da dies scheinbar nicht der aktuelle Standard in dieser Region ist, besteht aus unserer Sicht Verbesserungspotenzial. Dies wird zum gewissen Teil bereits in *The Nubian Mason's Manual* thematisiert.

In Kapitel 19.1 wird bezüglich der elektrischen Arbeiten seitens AVN empfohlen, dass der Elektriker idealerweise schon bei der Herstellung der Fundamente involviert wird, um in dieser frühen Bauphase Leerverrohrungen und Kabelkanäle zu verlegen.¹⁰²

¹⁰² vgl. AVN 2018, S.92

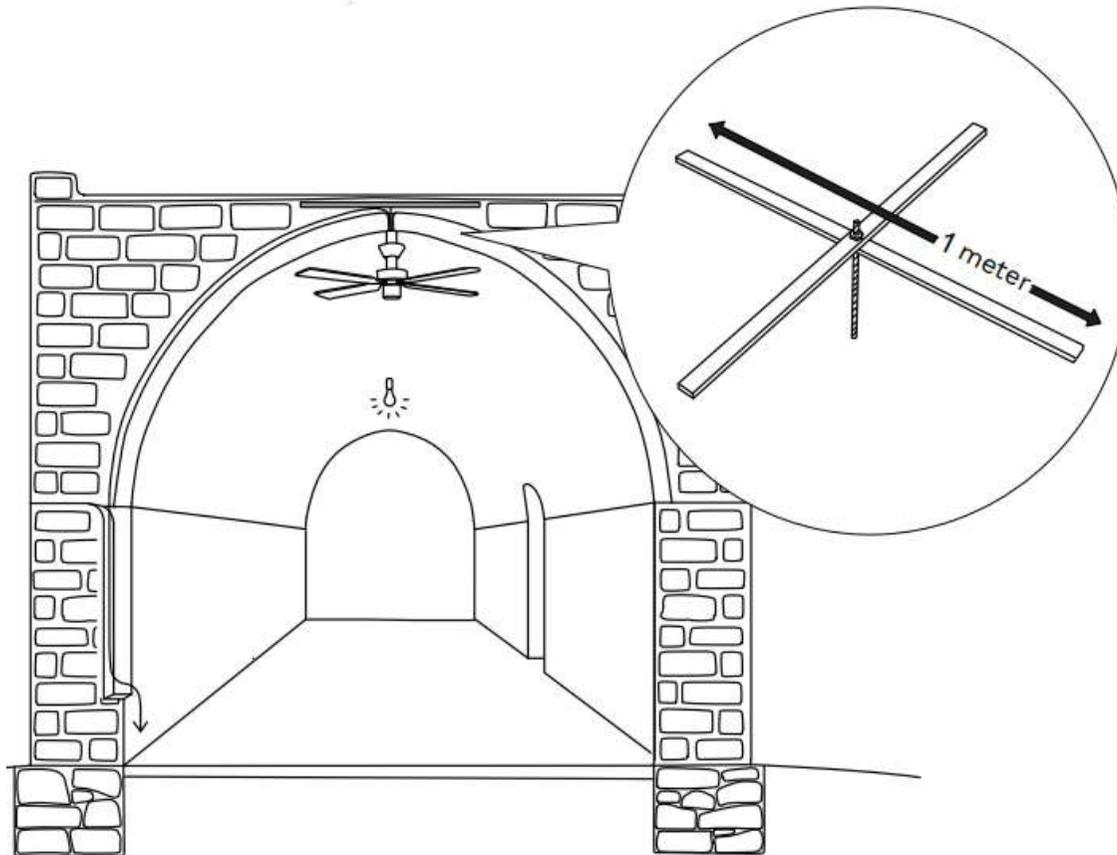


Abb. 232
Befestigung der Ventilatorstange
mit einem Stahlkreuz

03.03.08 ERRICHTUNG DES FLACHDACHES

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Der Abschluss der primären Tragkonstruktion war gleichermaßen der Beginn der Errichtung des Flachdaches. Diese wurde in drei, zeitlich voneinander getrennten, Etappen gegliedert, welche in dem vorliegenden Kapitel erläutert werden. Sämtliche Arbeiten dieser Bauphase dienten der Herstellung des horizontalen Gebäudeabschlusses, der gleichermaßen Bestandteil der äußeren Hülle ist und damit primär das auf Feuchtigkeit sensibel reagierende Haupttragwerk sowie den Innenraum mit all seinen Einrichtungen und Installationen gegen Niederschlag und andere Klimaelemente schützen sollte. „Zu diesen sogenannten Klimaelementen gehören Sonnen- und Himmelsstrahlung, Wind, Temperatur, Feuchtigkeit, Luftdruck, Niederschlag, Verdunstung, Bewölkung, Meeresströmungen und der Salzgehalt der Meere.“¹⁰³

¹⁰³ Althoetmar/Franck 2020

Neben den bereits bekannten Werkzeugen und Materialien kamen darüber hinaus in dieser Bauphase eine Spritzpistole, Insektenpestizide, Kunststoffolie, Bitumen, Altöl, Benzin und Wasserspeier aus Metall zum Einsatz. Eigens für den finalen Flachdachschichtaufbau erfolgte eine neue Materiallieferung.

UMSETZUNG

Nachdem die vorbereitenden Maßnahmen der elektrischen Installationen, sowie die Errichtung der Wände bis zu dem Niveau Oberkante Gewölbe finalisiert worden waren, konnte der mehrschichtige Aufbau des Flachdaches beginnen.

Die unterste Schicht entsprach einer Ausgleichsschicht aus Lehmörtel, mit welcher die gesamte letzte Ziegelschicht bedeckt sowie gerade und eben gezogen wurde. In dieser Schicht wurde bereits das erste Mal ein Gefälle initiiert, das für den Regenwasserab-

lauf unumgänglich ist. Die Steigung des Gefälles wurde vorher nicht berechnet, sondern gemäß Erfahrungswerten und nach Gefühl der Ausführenden hergestellt. In der ersten Schicht des Dachaufbaus wurde dies an der Ostseite des Gebäudes mittels einer dort zusätzlich verlegten Reihe der kleinen Lehmziegel veranlasst, um das Gefälle gen Westen auszubilden.

Am darauffolgenden Tag wurden vier Wasserspeier aus Metall gleichmäßig auf der Westseite positioniert. Anschließend wurden



Abb. 233 (links oben)
Herstellung einer ebenen Ausgleichsschicht

Abb. 234 (rechts oben)
erste Gefälleausbildung in der
Ausgleichsschicht von Osten nach
Westen (hier: von links nach rechts)



Abb. 235 (links unten)
finalisierte und z.T. getrocknete
Ausgleichsschicht

Abb. 236 (rechts unten)
Positionierung und Markierung der
Wasserspeier

die Umrise auf der Lehmschicht markiert und mittels Spitzhacken und Macheten ausreichend Material abgebrochen, damit die Wasserspeier bündig in jener ersten Schicht eingelassen werden konnten. Abgewinkelte Seitenbleche wurden mit Steinen oder größeren Bruchstücken der Lehmziegel fixiert und daraufhin mit Lehmörtel verputzt. Danach wurde um den Bereich des Einlaufs trichterförmig die bereits getrocknete Ausgleichsschicht abgebrochen, sodass dort zukünftig sich anhäufendes Wasser leichter abfließen kann.

Abschließend wurde mit Hilfe einer Spritzpistole ein mit Wasser verdünntes Pestizid auf die gesamte Dachfläche aufgesprüht, bevor schlussendlich eine wasserundurchlässige Kunststoffolie vollflächig und in zweifacher Lage ausgelegt wurde.

Das versprühte Pestizid soll zusätzlich dem Befall sämtlicher Insekten vorbeugen, da in der Vergangenheit Samuel Kogo selbst Opfer eines Insektenbefalls, explizit im Bereich der horizontalen Abdichtungsschicht, wurde. Als Folge daraus entstanden partielle Leckagen sowie Wasserschäden innerhalb des Gewölbes.

Die Kunststoffolie soll das darunterliegende Haupttragwerk vor Wassereinfall schützen und wurde anschließend mit einer weiteren, ca. zehn Zentimeter starken Mörtelschicht bedeckt, welche jedoch nicht mit Maurerkellen



Abb. 237 (oben)

Abbrucharbeiten zwecks Einbringung der Wasserspeier in die Dachschiicht

Abb. 238 (mittig)

temporär mit Steinen oder Ziegelbruch fixierter Wasserspeier

Abb. 239 (unten)

fertig verputzter Wasserspeier mit weggestemten Einlaufbereich



Abb. 240 (links oben)
Aufsprühen des verdünnten
Insektenpestizids mittels Spritzpistole



Abb. 241 (rechts oben)
Beginn der Verlegearbeiten
der Horizontalabdichtung



Abb. 242 (links unten)
Herstellung der wasserundurchlässigen
Schutzschicht mittels Kunststoffolie sowie
weiterer Putzschicht inkl. Gefälleausbildung



Abb. 243 (rechts unten)
Einbindung der Kunststoffolie im Bereich
der Wasserspeier

¹⁰⁴ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo
am 12.01.2023, Bolgatanga

glattgezogen, sondern roh und grob belassen wurde. Dies hatte jenen Hintergrund, da die finale Putzschicht zu einem späteren Zeitpunkt - nach rund zwei Wochen - hergestellt wurde und diese einen rauen Untergrund für eine bessere Haftung und einen homogenen Materialverbund benötigte.

Die erste Etappe nahm drei Arbeitstage in Anspruch und bevor mit der zweiten Etappe begonnen wurde, sind sieben Tage vergangen. In der zweiten Etappe wurde die Attika errichtet, da das Flachdach begehrbar und nutzbar sein sollte. Zu Beginn wurde die oberste, bereits getrocknete Lehm-schicht mit Wasser ausreichend befeuchtet. Frischer Lehm-mörtel wurde aufgetragen, worauf schließlich die Lehmziegel platziert wurden. Dadurch entstand ein neuer, unabhängiger Mauerwerksverband, der sich von der Art des Verbandes von dem Verband der Außenwände unterschied.



Abb. 244 (links)
Befeuchtung der getrockneten
Lehmmörtelschicht

Abb. 245 (rechts)
Auftragen eines frischen Mörtels

Die Attika hat ausschließliche eine selbsttragende Funktion und muss daher keine weiteren statischen Anforderungen besitzen. Daher wurde sie mittels der großen Lehmziegel in einem einschichtigen Läuferverband errichtet, wohingegen die gesamte Tragkonstruktion in einem Blockverband errichtet wurde. Die einzige Abweichung zu dem Läuferverband war die erste Ziegelschicht an der Westseite, welche quer zum Wanderverlauf verlegt wurde. Samuel Kogo hatte diesen Wunsch geäußert und es als zusätzliche Absicherung begründet. Laut ihm könne die Attika so bei starken Niederschlägen dem höheren Wasserdruck besser standhalten.¹⁰⁴ Weiterhin wurden nach der zweiten Ziegelschicht auf allen vier Gebäudeseiten Aussparungen im Mauerwerksverband gelassen, in denen anschließend ein eigenes Design eingelassen wurde. Das Muster wurde durch Aufrichten und Anwinkeln der Ziegel erzeugt.





Abb. 246 (links oben)
unterste Ziegelschicht an der
Westseite in Querrichtung verlegt

Abb. 247 (rechts oben)
Unterbrechung des Läuferverbandes
der Attika an der Westseite



Abb. 248 (unten)
Ausparungen im Mauerwerksverband
(alle Gebäudeseiten betroffen)

Dies ermöglicht einerseits eine Durch- bzw. Querlüftung, andererseits sorgt es als spielerisches Detail für eine optische Aufwertung der schlicht gehaltenen Fassadenseiten. Oberhalb des Designs wurde eine letzte Läufer-schicht ergänzt, bevor schließlich der Attikaabschluss hergestellt wurde. Die Brüstungshöhe betrug demnach fünf Ziegelschichten, was ca. einem Meter Höhe entsprach. Da die Oberseite der Attika in der Regenzeit

den Niederschlägen am intensivsten ausgesetzt ist, wurde der Abschluss mittels der *cement slabs* realisiert. Hierfür wurde Zementmörtel auf die letzte Lehmziegelschicht aufgetragen, worauf die *cement slabs* verlegt und positioniert wurden.

Aufgrund ihrer speziellen Form wurden die Ziegel ineinandergefügt, sodass eine Stoßfuge, jedoch keine Überlappung entsteht. Sie wurden mit ca. zehn Zentimetern Überstand



Abb. 249 (links)
Anwinkeln der Lehmziegel



Abb. 250 (rechts)
Herstellung des Attika-Designs
innerhalb der Aussparungen

zum Gebäude verlegt. Eine bereits bei dem Herstellungsprozess integrierte Abtropfkante soll dabei die Außenwände vor vermeidbarem Übernässen bewahren. Aufgrund der ungeschützten Stoßfuge und fehlender Überlappungen bei den Ziegeln war eine weitere Schicht Zementmörtel oberhalb der *cement slabs* notwendig, sodass die darunterliegende Attika ausreichend vor dem Eindringen von Feuchtigkeit geschützt ist.



Abb. 251 (links)
Herstellung der letzten
Lehmziegelschicht

Abb. 252 (rechts oben)
Aufbringen des Zementmörtels und
Positionierung der cement slabs

Abb. 253 (rechts mittig)
geradlinige Ausrichtung der cement
slabs entlang der Attika
inkl. Überstand

Abb. 254 (rechts unten)
Verputzen der cement slabs mit einer
weiteren Schicht Zementmörtel

¹⁰⁵ vgl. Minke 2022, S.43

¹⁰⁶ vgl. AVN 2018, S.103

RECOMMENDED DOSAGES					
Bitumen	Fine sand	Gravel	Earth	Waste oil	Petrol
17kg	3 wheelbarrows	5 wheelbarrows	1 wheelbarrow	6 litres	3 litres

Abb. 255 (oberhalb)
seitens AVN empfohlenes
Mischungsverhältnis
für den Flachdachaufbau

Abb. 256 (links)
Erhitzen des Bitumens
in einem Metallkessel

Abb. 257 (rechts)
Bitumen über den vorbereiteten
Lehmmörtel gegossen

Die dritte und letzte Etappe dieser Arbeiten startete 16 Arbeitstage nach Errichtung der Attika. Hierbei wurde die letzte Putzschicht auf das Flachdach aufgetragen und damit die Arbeiten am Flachdach finalisiert. Dieses Prozedere nahm einen gesamten Arbeitstag in Anspruch, wobei die Arbeiten nach Sonnenuntergang beendet und das Resultate erst am darauffolgenden Tag ersichtlich wurden. Das verwendete Erdmaterial wurde in bekannterweise vorbereitet, jedoch wurde Bitumen in flüssiger Form dem Lehmmörtel untergemischt. Das zähflüssige Bitumen wurde in einen großen Metallkessel gefüllt und anschließend über einem offenen Feuer direkt vor Ort erhitzt. Als das Bitumen aufkochte, wurde zusätzlich Altöl hinzugegeben. Das Gemisch wurde im heißen Zustand über dem vorbereiteten Lehmmörtel, welcher zuvor auf dem Boden ausgebreitet wurde, gegossen und verteilt. Das Beifügen von Bitumen und (Erd-)



Öl als dessen Lösemittel ist schon seit Jahrtausenden bewährt, um den Lehm zu stabilisieren und damit die Wasserfestigkeit zu erhöhen.¹⁰⁵ Nachdem dieses Konglomerat wenige Minuten abgekühlte hatte, wurde es mit dem bereits homogenen Mörtel vermengt. Hierfür wurde das gesamte Material mit den Füßen gestampft und mit Schaufeln kontinuierlich durch- und vermischt. Als die pechschwarze Flüssigkeit nach einigen Durchläufen vollständig untergemischt wurde, konnte mit der Verarbeitung des Materials begonnen werden. Aufgrund des geringen prozentualen Anteils¹⁰⁶ wurde die natürliche Farbe des Erdmaterials nicht beeinträchtigt. Bevor das fertige Gemisch auf dem Dach verteilt werden konnte, musste die untere, vollständig getrocknete Lehmschicht großzügig bewässert werden. Daraufhin wurde das Material mit Eimern auf das Dach getragen und auf der befeuchteten Dachfläche aus-





Abb. 258 (links oben)
Vermischen des Bitumens mit
dem Lehmörtel



Abb. 259 (rechts oben)
Transport des Gemisches mit Eimern auf
das Flachdach



Abb. 260 (links unten)
Lehmgemisch wird vollflächig verteilt

Abb. 261 (rechts unten)
anschließendes Verteilen und verdichtendes
Stampfen mit den Füßen

geteilt. Damit ein ordentlicher Verbund mit der groben und rauen Lehmschicht zustande kam, wurde das frisch aufgetragene Material zuerst mit den Füßen gestampft und flächig verteilt. Abschließend wurde mittels Maurerkellen die Oberfläche mit einem deutlich sichtbaren Gefälle zur Westseite glattgezogen. Die Bereiche zwischen den Wasserspeiern wurden ebenfalls beidseitig abgeflacht, damit die Gefälle

jeweils zum Speier neigen. Dadurch soll dort stehendes Wasser vorgebeugt bzw. weitestgehend verhindert werden. Mit dieser letzten Schicht wurde schließlich der mehrschichtige Aufbau des Flachdaches finalisiert.

Nachdem sämtliche Arbeiten abgeschlossen worden waren, nutzten die Arbeiter Benzin als Lösemittel, um sich damit von den Bitumen- und Ölresten zu säubern.



Abb. 262
Abschluss Flachdachaufbau
(Anschlusspunkt Außentreppe
zur Terrasse)

Abb. 263 (nächste Seite)
Dachterrasse mit finalisiertem
Flachdachaufbau inkl. Gefälleausbildung
von Osten nach Westen
(hier: von rechts nach links)



PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Bei der Herstellung des Daches sind per se keine Problematiken aufgetaucht. Jedoch beschäftigte uns eine Thematik schon seit der Errichtung der Fundamente und ist bei der Errichtung des Daches in ähnlicher Weise wieder aufgetreten. Die Abdichtungsschichten wurden zwar in der horizontalen, aber nicht in der vertikalen Ebene verlegt. Bei der Dachabdichtung wird in *The Nubian Mason's Manual* explizit darauf verwiesen, dass die Abdichtung bündig zu der Baulinie, also der äußersten Gebäudekante, reichen muss und nicht überlappen darf.¹⁰⁷ Im Bereich des Sockels hätte diese, zum Teil 30 cm breite, Überlappung verwendet werden können, um gleichzeitig nach oben hin eine vertikale Abdichtung herzustellen. Bei dem Flachdach hätte die vertikale Abdichtung eine zusätzlich Schutzfunktion für die Attika gehabt. Diese wurde einerseits mit einem Lehmörtel verputzt, dessen Resistenz gegen Feuchtigkeit mit jenem Gemisch aus Bitumen

¹⁰⁷ vgl. AVN 2018, S.63

und Altöl erhöht wurde. Andererseits gibt es neben dieser schützenden Schicht keinerlei weitere Schutzschicht gegen Wassereintritt im Bereich des Attikasockels.

Als weitere Optimierung kann die nicht durchgeführte Bemessung für ein ausreichend steiles Gefälle im Vorfeld getätigt und vor Ort ausgeführt werden. Es wurde zwar mittels langjähriger Erfahrung von Norbert nach Augenmaß hergestellt, dies hätte jedoch mit einer simplen Berechnung überprüft werden können. Bei der Gebäudebreite von 4,50 m hätte dieser Wert lediglich mit dem gewünschten Gefälle von z.B. 0,05 m (entspricht 5 % Gefälle) multipliziert werden müssen, um festzustellen, dass der Dachaufbau an der Ostseite des Gebäudes um 22,5 cm höher sein muss. Dies würde eine bauliche Sicherheit auf Grundlage einer messbaren Berechnung und keiner subjektiven Einschätzung garantieren.



Abb. 264 (links)
horizontale Abdichtung beim Flachdach

Abb. 265 (rechts)
Gefälleausbildung des Flachdaches

03.03.09 ERRICHTUNG DER AUßENTREPPE

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Dieses Kapitel umfasst sämtliche Arbeiten und Abläufe, die mit der Errichtung der Außentreppe in Verbindung stehen. Die Treppe dient der vertikalen Erschließung und damit einhergehend der Nutzbarkeit der Dachterrasse. Für diese Bauphase wurden keine neuen Werkzeuge oder Hilfsmittel verwendet, die meisten Abläufe werden denen aus vorherigen Kapiteln gleichen. Die Arbeiten wurden insgesamt in fünf, zeitlich voneinander getrennten, Etappen gegliedert, auf die im vorliegenden Kapitel eingegangen wird. Festzuhalten ist, dass nach der Finalisierung des Rohbaus das Maurerteam, bestehend aus dem C3 und C4 Maurern, gewechselt wurde. Für die Errichtung und Finalisierung der Treppe wurden ca. sieben Arbeitstage benötigt.

UMSETZUNG

Die erste Etappe dieser Bauphase war, wie bei dem Gebäude selbst, der Aushub des Fundamentes. Diese beiden Fundamente wurden jedoch voneinander unabhängig und nacheinander hergestellt, sodass beim Aushub Rücksicht auf das bestehende, angrenzende Streifenfundament genommen werden musste. Da auf dem neuen Fundament nur die Lasten der Treppe selbst aufliegen sollten, wurde es ausgehend von der Oberkante Fundament nur ca. 60 cm tief hergestellt. Die Baugrube wurde vollflächig unterhalb der Außenabmessungen der Treppe ausgehoben. Die Aushubarbeiten wurden parallel zu den Errichtungsarbeiten innerhalb eines Arbeitstages abgeschlossen.

wurden erneut die großen und schweren Granitsteine hereingeworfen, händisch positioniert und mit Lehmörtel verfüllt. Dies wurde mehrfach wiederholt, bis die oberste Mörtelschicht der gleichen Höhe, wie der Oberkante des danebenliegenden Streifenfundamentes



Abb. 266
Aushubarbeiten des
Treppenfundamentes



Abb. 267 (links oben)
finalisierter Fundementaushub

Abb. 268 (rechts oben)
Fundamentfüllung mit Granitsteinen

Abb. 269 (links unten)
Verfüllung der Zwischenräume mit
Lehmmörtel

Abb. 270 (rechts unten)
Fertigstellung der Mörtelschicht
oberhalb der Fundamentsteine

entsprach. In diese letzte Schicht wurden händisch noch viele, kleinere Bruchstücke der Fundamentsteine gedrückt. Während dieser Arbeiten wurde parallel von Samuel Kogo mit Hilfe einer Leiter und einem Stück Kreide der Verlauf der Treppe an die östliche Außenwand gezeichnet, was der Orientierung während der Errichtungsarbeiten dienen sollte. Abschließend wurde die Mörtelschicht mit Maurerkellen glattgezogen und eine Kunststoffolie in

zweifacher Lage darauf ausgebreitet, womit gleichermaßen die Füllung des Fundamentes abgeschlossen und die Errichtung der Treppe begonnen wurde. Die Fundamentfüllung wurde bereits an dem Tag des Aushubes begonnen und nahm noch drei weitere Arbeitstage in Anspruch. Zu betonen ist jedoch, dass diese Arbeiten stets parallel zu der Errichtung des Gebäudes stattfanden. Zu Beginn der Mauerarbeiten wurde eine Mör-



Abb. 271 (links)
Einbringung kleiner
Steinbruchstücke in Mörtelschicht



Abb. 272 (rechts)
Markierung des Treppenverlaufs
an der Außenwand



Abb. 273 (oben)
Markierung des Treppenverlaufs
an der Außenwand (Nahaufnahme)



Abb. 274 (links)
mittels Maurerkellen wurde die
Mörtelschicht glattgezogen



Abb. 275 (rechts)
Aufbringung der Kunststoffolie (zweilagig)
als horizontale Abdichtungsschicht

telschicht auf der horizontalen Abdichtung verteilt. Daraufhin mussten die äußeren Abmessungen der Treppengrundfläche ermittelt werden. Zuerst wurde die Treppenbreite abgemessen, worauf an dem südöstlichen Eckpunkt ein großer Lehmziegel positioniert wurde. Von dort aus wurde die Länge der Treppe Richtung Norden abgemessen. In die nördlichen Ecken wurden ebenfalls zwei Lehmziegel positioniert, anschließend wurde dort die Treppenbreite erneut kontrolliert. Diese Ziegel spiegelten gleichzeitig den Treppenantritt wider. Für eine orthogonale und bündige Ausrichtung und Positionierung der Treppe zum Gebäude wurde bei der ersten Ziegelschicht eine Schnur verwendet, welche an der südlichen Giebelwand befestigt und um die positionierten Ecksteine gewickelt wurde. Dadurch entstand ein akkurates Rechteck, in dem der Mauerwerksverband verlegt wurde. Da die Planung einen großen Stauraum in-

nenseitig unterhalb der Treppe vorsah, wurde anschließend dessen Grundfläche in dem bestehenden Verband integriert. Hierbei ist zu betonen, dass AVN bei solchen Öffnungen im Mauerwerksverband stets der gleichen Systematik folgte. Zuerst wurde der gleichmäßige Verband verlegt, anschließend wurde dieser bei geplanten Öffnungen zurückgebaut und woraufhin dieser gegebenenfalls mit anderen Ziegelformaten adaptiert werden musste. Darüber hinaus wurde von Samuel Kogo vorgeschlagen, einen kleinen Stauraum außenseitig in die Treppenkonstruktion zu integrieren. Wir entschieden uns dafür, da es diesbezüglich seitens AVN diverse Referenzprojekte gab, in denen ein solcher äußerer Stauraum sogar als architektonisch wertvolles Detail in Außentritten integriert wurde.¹⁰⁸ Das Resultat des spontanen Eingriffes wich jedoch optisch von den Referenzprojekten ab. Nachdem die Flächen beider Stauräume in der ersten Zie-

¹⁰⁸ vgl. AVN 2018, S.63

Abb. 276 (links)
Ausrichtung und Positionierung
der äußeren Ecke der Treppe



Abb. 277 (rechts)
Nahaufnahme der Ausrichtung





Abb. 278 (links oben)
Abmessung, Ausrichtung und Positionierung des Treppenantritts

Abb. 279 (rechts oben)
Kontrollmessung der maximalen Treppenbreite

Abb. 280 (links unten)
Referenzprojekt AVN mit Stauräumen als architektonisches Stilmittel (AVN Büro in Koutiala)

Abb. 281 (rechts unten)
finaler Mauerwerksverband abzüglich der Flächen für die Stauräume (innen und außen)

gelschicht übernommen worden und der finale Mauerwerksverband feststand war, wurde dieser mit Lehmörtel verfüllt und vollständig bedeckt, woraufhin die nächsten Schichten in gleicher Weise verlegt wurden. Um eine Verbindung zwischen dem Verband des Gebäudes und dem der Außentreppe herzustellen, wurde ca. alle fünf Ziegelschichten ein Lehmziegel an der südöstlichen Ecke des Gebäudes abgebrochen, um mit einem Ziegel des

neuen Verbandes daran anzuknüpfen. Weiterhin war es notwendig die beiden Stauräume mittels Rundbögen herzustellen. Da nur das Eigengewicht der darüberliegenden Treppenstufen auf den Bögen auflag und zukünftig nur mit temporären Punktlasten während der Benutzung zu rechnen ist, wurden beide Bögen nur in einer Ziegelschicht umgesetzt. Lediglich bei dem deutlich größeren Rundbogen wurde beidseitig eine zweite Lage mit vier

Abb. 282 (links)
Verfüllung des Mauerwerksverbandes
mit Lehmörtel



Abb. 283 (rechts oben)
ersten vier Ziegelschichten mit An-
bindung an das Gebäude



Abb. 284 (rechts unten)
Rundbogen des kleinen Stauraumes in
einlagiger Ziegelschicht umgesetzt



Ziegeln begonnen. Diese wurde jedoch nicht abgeschlossen, sondern in den Mauerwerksverband der Teppe integriert. Aufgrund der Länge dieses Rundbogens wurde sich bei der Errichtung zusätzlich eines runden Metallfasses bedient, dass auf lose gestapelte Ziegel positioniert und ebenfalls mit einer Kunststoffolie als Trennschicht bedeckt wurde. Nachdem den Arbeitern ein Anreiz in Form einer kleinen Prämie in Aussicht gestellt wor-



Abb. 285 (links oben)
Errichtung einer Negativform zwischen dem bereits errichteten Rundbogen und dem neu zu errichtenden Rundbogen

Abb. 286 (links unten)
Herstellung des Rundbogens mit Hilfe eines Metallfasses

Abb. 287 (rechts oben)
Anbindung des Mauerwerksverbandes an die zweite, nicht finalisierte Bogenschicht

Abb. 288 (rechts unten)
Baufortschritt während der Treppenerrichtung am zweiten Arbeitstag

den war, konnten die Errichtungsarbeiten der primären Tragstruktur der Außentreppe innerhalb von zwei Arbeitstagen abgeschlossen werden.

In der vierten und damit vorletzten Etappe wurde der Treppenhandlauf errichtet. Da diese Arbeiten parallel zu der Errichtung der Attika stattfanden, orientierte man sich an deren Brüstungshöhe. Am Treppenantritt wurde mit der Errichtung des Handlaufs begonnen, welche als massive Läufer-schicht an den Mauerwerksverband der Treppe angeschlossen

wurde. In einer Höhe von rund sechs Ziegelschichten wurde eine Schnur beginnend an der Oberkante Attika nach unten zur Oberkante Handlauf gespannt. Diese Diagonale entsprach dem zu realisierenden Handlauf, der gleichermaßen als Absturzsicherung fungiert. Diese Arbeiten nahmen einen weiteren Arbeitstag in Anspruch.

Die fünfte und letzte Etappe bestand aus den Putzarbeiten, welche im nachfolgenden Kapitel gebündelt mit der Thematik des Außenputzes behandelt werden.



Abb. 289

Meilenstein: Abschluss der Rohbauarbeiten



Abb. 290 (links oben)
Aufmauern des Treppenhandlaufs
entlang der gesponnenen Hilfsschnur

Abb. 291 (rechts oben)
Finalisierung des Attika parallel zur
Errichtung des Handlaufs



Abb. 292 (unten)
fertiggestellter Handlauf

Abb. 293
Nongre-Kids jubeln über
den fertiggestellten Rohbau

Abb. 294 (nächste Seite)
Nahaufnahme der Treppenkonstruktion





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Die schwerwiegendste Problematik, die es innerhalb dieses Kapitels zu hinterfragen gilt, ist die Tatsache, dass sowohl die Fundamente, als auch die Mauerwerkskonstruktionen des Gebäudes und der Außentreppe voneinander entkoppelt wurden. Diese Frage wurde auch seitens Thomas Granier während der Baustellenbesichtigung an Samuel Kogo gestellt.¹⁰⁹ Selbst in *The Nubian Mason's Manual* wird empfohlen, dass die Treppe gleichzeitig mit der Wand errichtet werden soll, an der sie entlangläuft und befestigt wird.¹¹⁰ Darauf gab es jedoch keine plausible Antwort, sodass lediglich abgewartet werden kann, ob zukünftig Senkungen mit potenziellen Setzungsrisen auftreten. Ob in diesem Fall der Versuch, die beiden Mauerwerksverbände mit jeweils einem einzigen Ziegel ca. alle fünf Schichten zu verbinden, sich wirklich positiv auf das Setzungsverhalten auswirken wird, bleibt derzeit offen.

Eine weitere, nicht unerhebliche Problematik stellte die interne Fehlplanung der Außentreppe dar. Die Entwurfsverfasserin bediente sich bei der Entwurfserstellung einem 3D-Zeichenprogramm, bei dem standardmäßig eine Betonfertigteiltreppe erstellt wird. Diese Annahme wurde durch die übermittelten Pläne bestätigt, in denen für die Treppe ein Steigungsverhältnis von 19,70/22,60 cm ablesbar

war. Das Problem bei dieser Thematik war, dass sich die Errichtung der Treppe, als auch die Herstellung der Fundamente an den übermittelten Außenabmessungen orientierten. Da sichtbare Differenzen zwischen der Planung und dem AVN-Standard bestanden, mussten die Abmessungen der Treppe, als auch das Steigungsverhältnis vor Ort adaptiert werden. Die seitens AVN realisierten Treppen weisen in der Regel ein Steigungsverhältnis von 20,00/24,00 cm für eine steile, sowie 17,00/30,00 cm für eine bequeme Treppe auf.¹¹¹ Durch die Gesamtlänge der Treppenkonstruktion begrenzt, waren wir gezwungen, eine steilere Treppe mit einem Rohbau-Steigungsverhältnis von 17,00/25,00 cm zu realisieren. Dieses Maß veränderte sich nach den Putzarbeiten auf ein Netto-Steigungsverhältnis von durchschnittlich 18,00/26,00 cm. In Anbetracht der Nutzung durch Kinder und Jugendliche wäre ein bequemeres Steigungsverhältnis erstrebenswerter gewesen.

Der Fauxpas in der Treppenplanung führte zu einem weiteren Denkfehler, der den nutzbaren Stauraum unterhalb der Treppe betraf. Da es sich um keine Fertigmauteiltreppe, sondern um eine monolithisch gemauerte Treppe handelte, war die einzige - statisch überhaupt zu realisierende - Möglichkeit einen Stauraum zu schaffen, indem dieser von einem Rundbo-

¹⁰⁹ vgl. Gespräch mit Thomas Granier, am 03.12.2022, Bolgatanga

¹¹⁰ vgl. AVN 2018, S.77

¹¹¹ vgl. AVN 2018, S.76

gen überspannt wird. Hierfür wurde der 80 cm breite Wanddurchbruch vom Lernraum um ca. 1,10 m in den Treppenraum hinein erweitert, sodass der tatsächlich nutzbare Stauraum nur noch 0,88 m² entsprach. In der ursprünglichen Planung war angedacht, dass ausgehend vom Eingang des Stauraumes die Fläche links und rechts davon ebenfalls genutzt werden kann (siehe Abb. 012, S.25). In der Theorie wäre dies zwar möglich gewesen, jedoch hätte dafür ein kleines Kreuzgratgewölbe als Mauerwerksverband unterhalb der Treppe errichtet werden müssen, was ressourcetechnisch sowohl kosten- als auch zeitintensiv geworden wäre. „Der Mauerwerksverband eines Kreuzgratgewölbes ist ein kompliziertes System. Dieses System benötigt eine ausführliche Planung und eine hohe Genauigkeit, um die Verbindungspunkte sauber herzustellen [...]“.¹¹² Darüber hinaus würde ein Lehrgerüst benötigt werden, um die Gewölbekonstruktion zusätzlich zu unterstützen, was gegen die Prinzipien von AVV als auch gegen die des gerüstfreien, Nubischen Gewölbes sprechen würde. Abschließend ist festzuhalten, dass dies gemäß einer Kosten-Nutzen-Analyse dem Projekt definitiv keinen nennenswerten Mehrwert erbracht hätte und daher nicht weiterverfolgt wurde. In Zukunft müsste die Planung sich inhaltlich intensiver mit der Treppenkonstruktion und den damit verbundenen Einschränkungen auseinandersetzen.



¹¹² Attias 2018

Abb. 295 (oben)
minimale Verbindung zwischen den
Mauerwerksverbänden des Gebäudes
und der Treppe

Abb. 296 (unten)
innerer Stauraum unterhalb der Treppe

03.04 AUSBAUARBEITEN

03.04.01 EINBAU DER FENSTER UND TÜREN

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

¹¹³ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 363, S.225

Dieser vorletzte Bauabschnitt widmet sich dem Einbau der Fenster und Türen. Gemäß Kostenschätzung AVN wurden Fenster und Türen in Metallausführung geschätzt und angeboten.¹¹³ Die Fenster und Türen fungieren als Verschluss der Wandöffnungen, um die Innenräume vor der Witterung zu schützen. Ebenfalls erfolgen über die Fenster eine natürliche Belichtung und Belüftung. Der Einbau und die Fixierung der zwölf Objekte nahm insgesamt drei Arbeitstage in Anspruch und fand unmittelbar vor den Putzarbeiten statt. Als Werkzeuge und Materialien kamen Spitzhacke, Machete, Wasserwaage, Maurerkellen, Mörtel, Holzstücke und Steine zum Einsatz.

UMSETZUNG

Die Herstellung der Fenster und Türen wurde vor Ort beauftragt und durchgeführt. Hierbei wurde der Vertrag zur Herstellung der Fenster und Türen an einen lokalen Schweißer vergeben, der schon häufiger für Samuel Kogo tätig war. Nach Beauftragung wurden die fertigen Objekte nach anderthalb Woche geliefert. Unmittelbar nach der Lieferung durch ein *tricycle* waren sofort deutliche optische Mängel wahrnehmbar und wurden unsererseits dokumentiert, um diese im späteren Verlauf seitens AVN bzw. des hauptverantwortlichen Auftragnehmers korrigieren bzw. ausbessern zu lassen. Eigens für den Einbau der Objekte wurde von Samuel Kogo eine externe Arbeitskraft beauftragt, welche zusätzlich

von einem Hilfsarbeiter unterstützt wurde. Zu Beginn wurden sämtliche Fenster und Türen zu den jeweiligen Wandöffnungen gebracht. Im nächsten Schritt wurde das Fenster oder die Tür von außen in der ungefähren Position direkt vor die jeweilige Öffnung gehalten, um auf der Mauer die Lage der seitlichen Befestigungsanker zu markieren. Daraufhin wurde das jeweilige Objekt bei Seite gestellt und mittels Machete oder Spitzhacke die markierten Bereiche abgebrochen. Da bei dem Arbeitsschritt nicht immer sehr präzise gearbeitet wurde, musste dieser Schritt mehrfach von den Arbeitern wiederholt werden, bis alle Objekte mit ihren Befestigungsankern akkurat passten. Aus diesem Grund sind die Löcher für



Abb. 297 (links oben)
mangelhaft lackierte Fenster
inkl. Einbruchschutz und Mosquitonetz

Abb. 298 (links unten)
Positionierung der Tür, um die
abzubrechenden Bereiche für die
Befestigungsanker zu markieren

Abb. 299 (rechts oben)
mittels einer Machete wird der o.g.
Bereich abgebrochen

Abb. 300 (rechts unten)
abschließende Kontrolle der Durch-
führung

die Anker zum Teil exorbitant groß ausgefallen (siehe beispielsweise südliche Giebelwand). Aufgrund diverser Unebenheiten entlang der Wandöffnungen, welche auf den Herstellungsprozess zurückzuführen waren, mussten mit Hilfe von Macheten zum Teil großflächig Bereiche abgeschlagen werden. Vor allem im Bereich der Rundbögen, was durch das Verwenden von Metallfässern bei der Errichtung der Rundbögen deutlich reduziert oder vermieden

hätte werden können. Nachfolgend wurden die Fenster mittels Wasserwaage gerade und bündig in der Außenwand ausgerichtet und mit kleinen Steinen, im späteren Verlauf auch mit Holzstücken, temporär fixiert. Daraufhin wurde frischer Zementmörtel hergestellt. Nachdem die Löcher um die Befestigungsanker mit Wasser befeuchtet wurden, wurde mit Maurerkellen der Mörtel hineingeworfen. Zusätzlich wurden kleinere Steine in den fri-



Abb. 301
temporär fixierte Fenster in der
südlichen Giebelwand



Abb. 302 (links oben)
Nahaufnahme eines mit Holzstücken
temporär fixierten Fensters

Abb. 303 (links unten)
Herstellung des Zementmörtels zur
Fixierung der Fenster und Türen



Abb. 304 (rechts oben)
mit einer Maurerkelle wird der
frische Mörtel in den zuvor
befeuchteten Bereich geworfen

Abb. 305 (rechts unten)
finalisierter Türeinbau

schen Mörtel gedrückt, um für mehr Festigkeit zu sorgen. Zu der gleichen Zeit erschien das neue Maurerteam, das sämtliche Putzarbeiten und finalisierende Tätigkeiten durchführen sollte. Sie inspizierten die frisch eingebauten Fenster und waren sichtlich unzufrieden, da die Fenster bündig zur Außenwand eingebaut wurden und die Anker an der Außenseite der Rahmen befestigt waren. Daher haben diese nur minimal in den Mauerwerksverband hi-

neingereicht und kaum für Halt gesorgt. Aus diesem Grund entschieden die beiden Maurer, dass der gesamte Zementmörtel wieder entfernt und anschließend die Anker nach hinten Richtung Innenraum gebogen werden sollten. Da es bereits abends war und die Sonne gerade am Untergehen, wurde vorerst nur der frische Mörtel abgebrochen. Hierbei ist festzuhalten, dass nur der Zementmörtel von den Fenstern entfernt wurde, die



Abb. 306

temporär fixierte Fenster mit nach hinten gebogenen Befestigungsankern

Türen blieben letztlich unberührt. Am nächsten Tag wurden sämtliche Befestigungsanker vorsichtig mit einem Hammer nach hinten verbogen und erneut, wie oben bereits beschrieben, ausgerichtet und fixiert. Entgegen unserer Erwartungen wurde dieses Mal Lehmörtel verwendet, um die Fenster einzubauen. Dieser Wunsch wurde im Vorfeld mehrfach bauherrenseitig geäußert.



Abb. 307 (oben)
Fixierung der Fenster mit frischem
Lehmmörtel



Abb. 308 (unten)
eingebaute und mit Lehmmörtel
fixierte Fenster in der südlichen
Giebelwand

Abb. 309
Nordostansicht während des
Fenster- und Türeinbaus

Abb. 310 (nächste Seite)
eingebaute und mit Lehmörtel fixierte
Fenster in der südlichen Giebelwand





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Während der Ausführungsphase wurden im *Nongre Austria Team* Überlegungen angestellt, die Fenster und Türen durch eine nachhaltigere Variante aus Holz und Bambus zu ersetzen. Dieser Ansatz wurde durch uns intensiv vor Ort verfolgt. Da es jedoch diesbezüglich weder Planung noch konkrete Ausführungsdetails gab, stellte die Bearbeitung parallel zu der Ausführung und den damit verbundenen, zeitintensiven Bauüberwachungs- und Dokumentationsarbeiten eine Herausforderung dar. Der einzige Orientierungspunkt war das *mudLibrary*-Bauprojekt in Nsutem, im Süden von Ghana.¹¹⁴ Jedoch unterschieden sich dieses und das *Nongre*-Projekt in vielerlei Hinsicht sehr, sodass sich lediglich der Fensterkonstruktion angenähert werden konnte. Diese bestand aus einem Kantholz als Rahmen, in das Löcher gefräst und dünne Bambusrohre diagonal eingebracht wurden. Diese Fenster wurden schließlich bündig zur Außenwand eingebaut. Das besagte Projekt wird jedoch von einer äußerst großen Dachkonstruktion überdeckt. Der Dachüberstand beträgt zum Teil mehrere Meter, sodass dadurch ein konstruktiver Holzschutz im überdimensionierten Maßstab vorhanden ist.¹¹⁵ Dieser fehlende konstruktive Holzschutz ist eines der Hauptargumente gegen die nachhaltigere Fensterkonstruktion gewesen. Ohne

diesen Schutz wäre die Feuchtigkeitsbelastung während der Regenzeit zu hoch, darüber hinaus könnte bei Niederschlägen und gleichzeitigem Wind viel Regenwasser in den Innenraum eindringen. Seitens *Nongre* wurde zwar der Wunsch geäußert, dass so nachhaltig und natürlich wie möglich gebaut wird. Jedoch gab es weitere Argumente dagegen. Zum einen ist der Sicherheitsaspekt zu nennen. Vorerst wurde nur das Gebäude freistehend auf dem Grundstück errichtet. Auch wenn es zukünftig eine Außenmauer geben soll, für die beispielsweise auch schon ein konkreter Entwurf vorliegt, ist zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht ersichtlich, wann diese tatsächlich realisiert wird. Somit hätte mit den Holz-Bambus-Fenstern für diese ganze, nicht absehbare, Zeit kein ausreichender Einbruchschutz bestanden. Weiterhin wird Bambus nicht im Norden angebaut, was klimatisch bedingt ist. Die Anbaugelände für Bambus befinden sich grundsätzlich im Zentrum des Landes bis hin zur Atlantikküste.¹⁰⁵ Somit ist das Material im Norden nicht heimisch und daher auch nur begrenzt verfügbar. Damit einhergehend sind regionale Tischler und Zimmermänner ebenfalls weniger vertraut mit Bambus als Baustoff und dessen Verarbeitungsweisen und Techniken. Adombila Adugbire, als auch der Tischler haben zwei voneinander unabhängige Bezugs-

¹¹⁴ vgl. Archifair 2023

¹¹⁶ vgl. Bystriakova/Kapos/Lysenko 2004, S.34

¹¹⁵ vgl. Archifair 2023

personen im Zentrum Ghanas kontaktiert, da auf dem lokalen Holzmarkt in Bolgatanga nur großformatige Bambusrohre vorhanden waren. Für die diagonalen Fensterstreben wären junge und dünne Rohre benötigt worden. Diese hätten laut Angaben beider Herren eigens im Regenwald geschlagen, auf ein Transportfahrzeug verladen und nach Bolgatanga gefahren



werden müssen.¹¹⁷ Für jeden dieser Schritte wären Zahlungen notwendig gewesen. Darüber hinaus hätte ein Transportweg von ca. 500 km oder mehr in Kauf genommen werden müssen, was sich negativ in der Ökobilanz des Projektes widerspiegelt hätte. Aufgrund aller genannter Gegenargumente wurde sich gegen die Holz-Bambus-Fenster entschieden.



¹¹⁷ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire und Tischler am 11.12.2022, Bolgatanga

Abb. 311 (links)
Referenzprojekt mudLibrary in Nsutem, Ghana, Archifair 2022

Abb. 312 (rechts)
Verortung von Bambusanbaugebieten (grün dargestellt) in Afrika

03.04.02 HERSTELLUNG DES INNEN- UND AUßENPUTZES

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

In dem nachfolgenden Kapitel wird thematisch auf die Herstellung des Innen- und Außenputzes eingegangen. Gewisse Abläufe werden jenen, die bereits in Kapitel 03.03.08 Errichtung des Flachdaches beschrieben wurden, gleichen. Grundsätzlich stellen sowohl Innen- als auch Außenputz ein einheitliches sowie ästhetisches Erscheinungsbild her. Der Außenputz übernimmt darüber hinaus noch eine schützende und wasserabweisende Funktion. Im Innenraum dient er dem Wandanstrich als glatten Untergrund. Sämtliche Putzarbeiten haben insgesamt 16 Arbeitstage in Anspruch genommen. Neben den bereits bekannten Werkzeugen und Materialien kamen darüber hinaus in dieser Bauphase noch Zement, grobkörniger Schotter, *cement bricks*, und unterschiedlich große Reibebretter zum Einsatz. Eigens für den Innen- und Außenputz erfolgte eine neue Materiallieferung.

UMSETZUNG

Für die Herstellung des Innen- und Außenputzes wurde zuerst der Lehmörtel vorbereitet. Zu dem neu gelieferten, grauen Erdmaterial wurden mehrere Schubkarrenladungen Sand hinzugefügt und unter kontinuierlicher Beigabe von Wasser zu einem homogenen Material vermischt. Nachdem es mehrfach mit den Füßen gestampft und mittels Schaufeln vermengt wurde, konnte anschließend das Bitumen untergemischt werden. Der gesamte Herstellungsprozess ist mit dem in Kapitel 03.03.08 Errichtung des Flachdaches beschriebenen identisch. Die einzige Abweichung ist, dass ein bereits im Vorfeld hergestelltes Bitumen-Öl-Gemisch verwendet wurde.

Laut Samuel Kogo wurde dies bei einem anderen Bauvorhaben in Togo hergestellt und in große Kunststoffbehälter abgefüllt.¹¹⁸ Aus diesem Grund musste es nicht über offenem Feuer erhitzt werden, sondern konnte direkt über den vorbereitenden Mörtel gegossen und untergemischt werden. Im nächsten Schritt wurde der fertige Mörtel mittels Maurerkellen auf die Wände aufgeworfen und mit einer Schichtstärke von ca. zwei Zentimeter vorerst nur grob abgezogen. Um eine gerade Kante an der Gebäudeecke zu gewährleisten, wurde ein Sperrholzbrett angelehnt und fixiert. Die beiden Maurer haben an zwei unterschiedlichen Fassadenseiten gearbeitet, begonnen wurde

¹¹⁸ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo, am 16.02.2023, Bolgatanga



Abb. 313 (links oben)
Vermischung des neuen Erdmaterials
mit Sand

Abb. 314 (rechts oben)
unter Beigabe von Wasser wird ein
homogenes Material hergestellt



Abb. 315 (links mittig)
Zugabe des im Vorfeld hergestellten
Bitumen-Altöl-Gemisches

Abb. 316 (rechts mittig)
Vermischung des gesamten
Konglomerates zum finalen
Außenputzprodukt



Abb. 317 (links unten)
Herstellung einer sauberen
Gebäudeecke unter Zuhilfenahme von
Sperrholzbrettern

Abb. 318 (rechts unten)
parallel stattfindende Putzarbeiten an
zwei Fassadenseiten

mit der Süd- und Westfassade. Es wurde bis ungefähr 2,20 m Höhe verputzt, anschließend wurden Sperrholzbretter auf Ziegelstapel gelegt, um die Wand bis ca. drei Meter Höhe verputzen zu können. Nach einiger Trockenzeit während der Mittagspause wurde damit begonnen, die frische, leicht angetrocknete Mörtelschicht mit Hilfe eines Reibebretts und ausreichend viel Wasser zu glätten. Am Ende des Tages gab es noch größere Restflächen,

die erst am darauffolgenden Morgen geglättet wurden. Diese Abläufe wiederholten sich an den nachfolgenden Tagen in gleicher Weise. Nachdem die unteren zwei Drittel der Außenwände verputzt worden waren, wurde mit dem Treppenaufgang und der Innenseite der Attika fortgeführt. Am sechsten Arbeitstag waren alle erreichbaren Flächen verputzt, sodass erneut das Baugerüst aus Stahlstellrahmen zum Einsatz kam, das schon während der Er-

Abb. 319 (links oben)
Verputzen ca. zwei Drittel der Fassade unter Zuhilfenahme einer provisorischen Erhöhung



Abb. 320 (rechts oben)
Glätten der Außenputzschicht mit einem Reibebrett unter Zugabe von Wasser

Abb. 321 (links unten)
Finalisierung des Außenputzes auf der Innenseite der Attika mittels Reibebrett



Abb. 322 (rechts unten)
Ostansicht während Putzarbeiten



Abb. 323 (nächste Seite)
Verputzarbeiten unter Verwendung des Baugerüsts und der Sperrholzbretter



richtungsarbeiten verwendet wurde. Auf das Gerüst wurden wieder die Sperrholzbretter als Auflage verwendet, um das letzte obere Drittel der Außenmauern verputzen zu können. Nach insgesamt acht Arbeitstagen war die gesamte Außenhülle des Gebäudes vollständig verputzt.

Der Innenputz wurde in der gleichen Art und Weise wie der Außenputz hergestellt. Der einzige Unterschied war, dass deutlich kleine-

re, selbst zusammengenagelte Reibebretter zum Glätten des Tonnengewölbes verwendet wurden, was auf den halbkreisförmigen Querschnitt zurückzuführen ist. Aufgrund der Rundung wäre das große Reibebrett an seine Grenzen gestoßen und das Herstellen einer einheitlich glatten Oberfläche wäre umständlich, wenn nicht sogar unmöglich gewesen. Im Gegensatz zum Außenputz wurde beim Innenputz zuerst mit dem Verputzen des Ge-



Abb. 324
Ostansicht nach Abschluss der
Außenputzarbeiten



Abb. 325 (links oben)
selbst hergestelltes, kleines Reibebrett

Abb. 326 (rechts oben)
Glätten des frischen verputzten
Tonnengewölbes mittels des kleinen
Reibebrettes

Abb. 327 (links unten)
Gegenüberstellung von geglätteter und
ungeglätteter Wandoberfläche

Abb. 328 (rechts unten)
fertig verputztes Tonnengewölbe des
Lernraumes

wölbes begonnen und im Anschluss die unteren, vertikalen Wandflächen finalisiert. Da das Metallgerüst im Innenraum keinen Platz fand, wurden erneut Ziegelstapel errichtet, worauf die Sperrholzbretter gelegt wurden. Für das Verputzen der Innenräume wurden ebenfalls acht Arbeitstage benötigt.

Nachdem schließlich Innen- und Außenputz finalisiert worden waren, mussten noch die Treppenstufen verputzt und ein Randstreifen

hergestellt werden. Dafür wurde ein weiteres Mal Zement benötigt, denn sowohl die Stufenauftritte als auch der Randstreifen sind in der Regenzeit erhöhten Wasserlasten ausgesetzt und müssen daher besonders widerstandsfähig sein. Während für die Treppe ein Zementmörtel hergestellt wurde, mit dem die gesamte Fläche des Auftritts verputzt wurde, wurde für den Randstreifen unter Zugabe einer groben Gesteinskörnung als Zuschlagsstoff fri-



Abb. 329 (links)

Putzarbeiten der vertikalen Wandflächen



Abb. 330 (rechts)

fertig verputztes

Tonnengewölbe und Längswände

scher Beton angemischt. Dieser Randstreifen wurde um das gesamte Gebäude herum mit einer Breite von ca. einem Meter auf dem im Vorfeld verdichteten Erdreich hergestellt. Auf der Westseite wurde unterhalb jedes Wasserspeiers ein rund 70x80 cm großes Rechteck innerhalb des Randstreifens ausgespart. Hier wurden mit den der *cement bricks* U-Formen errichtet, welche in den betonierten Streifen integriert, nach Westen hin geöffnet und so-



mit vom Gebäude weggerichtet sind. Dies war eine weitere Vorsichtsmaßnahme, damit die, von den Wasserspeiern vom Gebäude weggeleiteten, Wassermassen weder den Randstreifen noch die Fundamente in irgendeiner Weise ausspülen können. Um die Hydratation, also die chemische Bindung des Wassers mit dem Zement, aufrecht zu erhalten¹¹⁹, wurden die Treppenstufen und der Randstreifen die folgenden drei Tage weiterhin gewässert.



¹¹⁹ vgl. Grimm 2014

Abb. 331 (links)
Verputzen der Stufenauftritte der Außentreppe mit schützender Zementmörtelschicht

Abb. 332 (rechts)
Herstellung des Betonrandstreifens inkl. U-förmiger Aussparungen mit *cement bricks* unterhalb der Wasserspeier

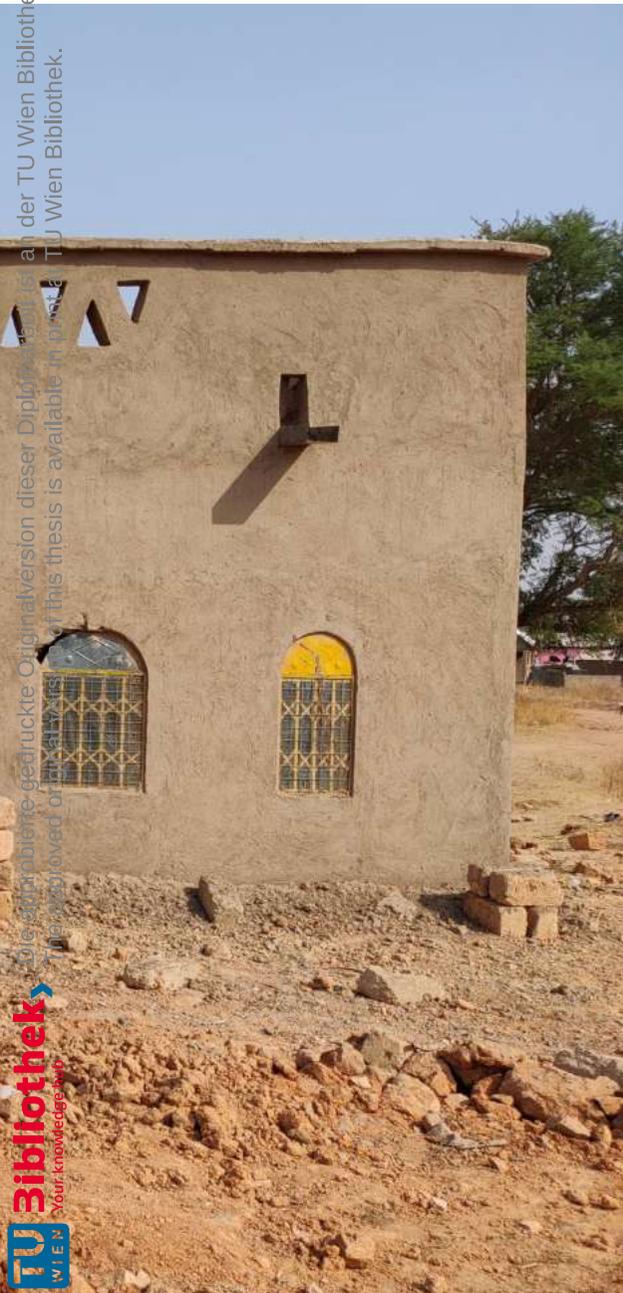
Abb. 333

Westansicht des finalisierten Außenputzes

Abb. 334 (nächste Seite)

fertig verputzter Innenraum (Bibliothek)





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Bei der Herstellung von Innen- und Außenputz traten diverse kleine, aber nicht unerhebliche Abweichungen zu den empfohlenen Ausführungen in *The Nubian Mason's Manual* auf. Bereits in den vorbereitenden Maßnahmen gab es Abweichungen, denn gemäß *The Nubian Mason's Manual* hätte die gesamte Oberfläche mit einer steifen Bürste gereinigt und die Fugen ausgeharkt werden sollen, damit die Haftfähigkeit des Untergrunds erhöht wird.¹²⁰ Es wurde lediglich mit den Macheten mit minimalem Einsatz überstehende Ecken und Kanten abgeschlagen. Des Weiteren wurde die Oberfläche auch nicht vollständig befeuchtet¹²¹, was ebenfalls gewährleistet hätte, dass der Putz besser haftet. Für den Abgleich zwischen Planung und Ausführung hätte mehr Zeit aufgewendet werden müssen, da auf die meisten solcher Versäumnisse wir leider erst im Nachgang aufmerksam geworden sind. Dennoch ist diese Feststellung und Dokumentation von Bedeutung. Sollten aufgrund o.g. Mängel in näherer Zukunft Probleme auftreten, können jene Versäumnisse vorgewiesen und eine Mängelbehebung beanstandet werden. Hierbei muss jedoch auch auf die Kulanz seitens AVN vertraut werden, da in Ghana das Thema gesetzliche Gewährleistung eher problematisch ist. Der letzte Punkt, der bemängelt werden kann

bezieht sich auf eine Abweichung im *The Nubian Mason's Manual* vorkommenden Kapitel *Bitumen render for external walls*. In diesem Kapitel wird erwähnt, dass eine gesamte Wand in einem Arbeitsgang abgeschlossen werden sollte und dass zusätzlich von oben nach unten gearbeitet werden muss.¹²² Hier wurde sich an keine Anweisung gehalten, was sich letztlich negativ auf das Erscheinungsbild der Fassade ausgewirkte. Da die Fassadenseiten an zwei unterschiedlichen Arbeitstagen begonnen und finalisiert wurden, wurden daher auch zwei nicht identische Mörtelmischungen hergestellt und verarbeitet. Dies lässt sich klar und deutlich in der Fassade ablesen, da eine Kante zwischen der oberen und der unteren Putzschicht sichtbar ist, die auf abweichende Materialzusammensetzungen während des Herstellungs- und Mischprozesses zurückzuführen sind.

Seitens Samuel Kogo wurde häufig betont, dass ein gut hergestellter Bitumenaußenputz problemlos sieben bis zehn Jahre halten kann, ohne dass er instandgehalten bzw. saniert werden muss.¹²³ Ob und inwieweit die o.g. Abweichungen negative Auswirkungen in Bezug auf die Haltbarkeit des Außenputzes haben werden, wird sich erst in der Zukunft zeigen. Ein komplett natürlicher, nachhaltiger Außenputz wäre wünschenswert gewesen.

¹²² vgl. AVN 2018, S.102

¹²⁰ vgl. AVN 2018, S.100

¹²¹ vgl. AVN 2018, S.100

¹²³ vgl. Gespräche mit Samuel Kogo am 27.11.2022, Bolgatanga

Die Natur bietet in der Tat viele verschiedene natürliche Stabilisatoren, die als Zusatzstoffe dem Lehmputz beigemischt werden können. „Tierische Produkte wie Blut, Urin, Kot, Kasein und Knochenleim wurden seit Jahrhunderten als stabilisierende Zusätze für Lehm verwendet, vor allem um die Wetterfestigkeit der Oberflächen zu erhöhen“.¹²⁴

Darüber hinaus werden in *The Nubian Mason's Manual* auch pflanzliche Zusatzstoffe wie der Saft vom Néré Baum, Sheabutter oder Öl erwähnt, die ebenfalls die Eigenschaften des Lehms positiv beeinflussen können.¹²⁵ Oftmals muss das Lehmgemisch anschließend einige Tage, bis zwei Wochen mit einer Kunststoffplane bedeckt werden, woraufhin ein Fermentationsprozess beginnt. Dabei findet ein erhöhter Ionenaustausch statt, welcher die Feuchtigkeitsresistenz des Lehmputzes er-

höht.¹²⁶ Dennoch sind natürlich verstärkte Außenputze wartungsintensiver, womit regelmäßige Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten einhergehen. Diese sind zwar in Ländern mit Entwicklungskontext nicht immer kostspielig, da Lehm in der Regel ein günstiges bzw. kostenfreies Material darstellt. Jedoch werden immer Arbeitskräfte benötigt, die in der Lage sind jene Sanierungsarbeiten mit Lehm als Baustoff durchzuführen. In vielen Kommunen finden sich zwar immer Nachbarn, die solche Fähigkeiten besitzen. Aber freiwillig und unentgeltlich arbeitet dort mittlerweile nahezu niemand mehr. Darüber hinaus fehlt an allen Ecken und Enden finanzielle Mittel, sodass durch die langlebigere Variante des Bitumenputzes regelmäßige und wiederkehrende Instandhaltungskosten für *Nongre* auf das geringste Maß reduziert werden sollten.



¹²⁶ vgl. Minke 2022, S.43

¹²⁴ vgl. Minke 2022, S.43

¹²⁵ vgl. AVN 2018, S.101

Abb. 335
optisch sichtbare horizontale
Fassdenteilung aufgrund unterschiedlicher
Materialchargen (Südwestansicht)

03.04.03 HERSTELLUNG DES FUßBODENS

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Als einer der letzten Bauphasen dieses Projektes wird in diesem Kapitel die Herstellung des Fußbodenaufbaus thematisiert. Die hierfür notwendigen Arbeiten haben in zwei, zeitlich voneinander getrennten Etappen stattgefunden. Grundsätzlich dient diese Bauphase der Herstellung eines zweischichtigen Fußbodenaufbaus, bestehend aus der verdichteten Tragschicht und dem Bodenbelag als oberste Nutzschiicht. Neben den bereits bekannten Werkzeugen und Materialien kamen darüber hinaus in dieser Bauphase noch eine benzinbetriebene Rüttelplatte und ein Handstampfer zum Einsatz. Sämtliche Arbeiten nahmen zwei Arbeitstage in Anspruch.

UMSETZUNG

Der erste Schritt zur Herstellung des Fußbodenaufbaus war zunächst die Befüllung der Innenräume, welche unmittelbar nach Abschluss der Rohbauerrichtung stattfand. Hierfür wurde das gleiche Erdmaterial verwendet, womit auch der Lehmörtel für die Konstruktionsarbeiten hergestellt wurde. Das Material wurde mittels Schubkarren in die Innenräume befördert und gleichmäßig verteilt. Darüber hinaus wurde das restliche Erdmaterial verwendet, um ebenfalls einen sauberen Randstreifen entlang des Gebäudes herzustellen.

Daraufhin erfolgte die Verdichtung der zuvor eingebrachten Erdfüllung. Für diesen Arbeitsschritt wurde eine externe Arbeitskraft beauftragt, die mit Hilfe einer benzinbetriebenen Rüttelplatte die lose Füllung verdichtet. Nachdem die Innenräume, als auch der Rand-

streifen ein erstes Mal vollflächig verdichtet worden waren, befeuchtete der Arbeiter die gesamte Fläche mit Hilfe eines Wasserschlauches leicht. Anschließend erfolgten weitere Verdichtungsdurchläufe bis schließlich ein zufriedenstellendes, optisch gleichmäßig dichtes Ergebnis vorlag. Diese Tragschicht stellt die erste Schicht des Fußbodenaufbaus dar.

Im zweiten Schritt, der zeitlich betrachtet erst drei Wochen später erfolgte, wurde die zweite und letzte Schicht des Fußbodens hergestellt. Gemäß AVN gab es für den Fußbodenaufbau mehrere Varianten.¹²⁷ Entsprechend Planung wurde eine verdichtete Tragschicht mit einer darüberliegenden Betonschicht als Bodenbelag vorgesehen und ausgeführt. Für den Beton wurden zwölf Zementsäcke geliefert und verarbeitet. Dieser wurde in bekannter Weise

¹²⁷ vgl. AVN 2018, S.96



Abb. 336 (links oben)
Verdichtung des eingebrachten Erdmaterials
mittels Rüttelplatte

Abb. 337 (rechts oben)
Verdichtung des angehäuften Erdmaterials
mittels Rüttelplatte

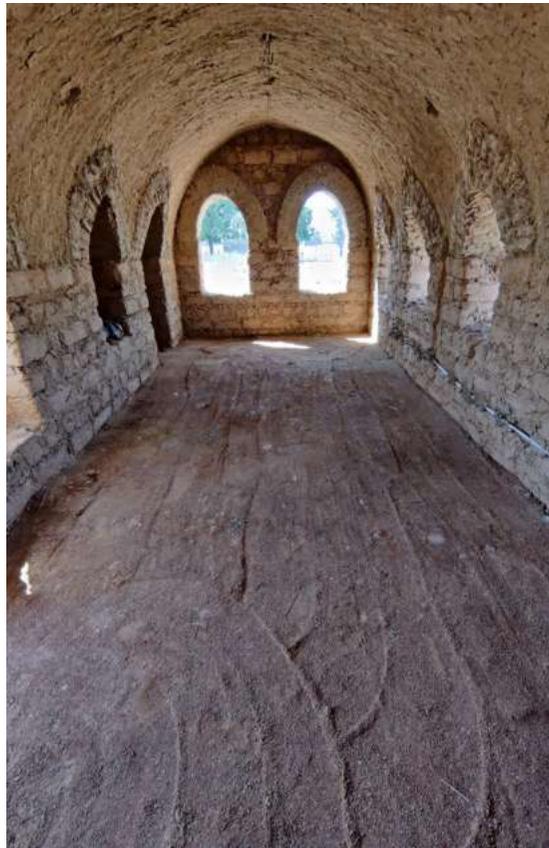


Abb. 338 (links unten)
fertig verdichteter Fußboden

Abb. 339 (rechts unten)
fertig verdichteter Randstreifen
entlang des Gebäudes

mit einem Gemisch aus Sand und Kies, ohne konkretes Mischungsverhältnis nach Gefühl vermerkt.

Unter Zugabe von Wasser und grobkörnigen Schotter war die Betonmischung fertiggestellt. Der verdichtete Fußboden wurde reichlich mit Wasser befeuchtet, woraufhin das Betongemisch mit Schubkarren in die Innenräume befördert und dort gleichmäßig mit einer Schichtdicke von ca. 12 bis 15 cm ver-

teilt wurde. Direkt im Anschluss wurde mit Hilfe eines Handstampfers der Frischbeton gestampft, verdichtet und die Oberfläche mit Maurerkellen glatt abgezogen.

Um ein Austrocknen des Betons zu vermeiden, wurde der Fußboden die folgenden drei Tage gewässert. Dies verhalf dem Beton zu erhärten, da das Wasser für die chemische Bindung mit dem Zement obligatorisch war.

Abb. 340 (links oben)
Anmischen des Betons
für Fußbodenaufbau



Abb. 341 (rechts oben)
eingebrachter Frischbeton (Lernraum)



Abb. 342 (links unten)
ca. 12-15 cm hoher Fußbodenaufbau
(Nahaufnahme)



Abb. 343 (rechts unten)
Verdichtung mittels Handstampfer



Abb. 344 (nächste Seite)
Hydratationsprozess



PROBLEME | OPTMIERUNGEN

¹²⁸ vgl. AVN 2018, S.96

Bei der Herstellung des Fußbodens kann festgehalten werden, dass entgegen *The Nubian Mason's Manual* der Betonfußboden ohne einen Randstreifen hergestellt wurde.¹²⁸ Jener Randstreifen hätte den Fußboden von den Mauern entkoppelt. Als Folge dessen können zukünftig Risse und Brüche aufgrund von Setzungen entstehen. Besagte Entkopplung hätte dies vermeiden können.

¹²⁹ vgl. AVN 2018, S.96

Weiterhin kann die interne Planung bemängelt werden, da seitens AVN auch nachhaltige zementfreie Alternativen für den Fußbodenaufbau angeboten und realisiert werden.¹²⁹ Hier

hätten zum einen Kosten in Höhe von ca. 1 % der Gesamtkosten eingespart werden können, da die zwölf Zementsäcke ca. 95,00 € gekostet haben.

Zum anderen hätte sich beispielsweise ein verdichteter Stampflehm Boden ebenfalls sehr positiv auf die gesamte Ökobilanz des Gebäudes ausgewirkt.

Außerdem hätten die Verunreinigungen an den Wänden, welche durch das Stampfen und Verdichten verursacht wurden, im Bereich des Fußbodens vermieden werden können.



Abb. 345 (oben)
Verunreinigungen der Wände
im Bereich des Fußbodens



Abb. 346 (unten)
Nahaufnahme der Verunreinigungen

03.04.04 FINALISIERUNG DER ELEKTROINSTALLATION

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

Die elektrischen Installationen, wie in Kapitel 03.03.07 Elektroinstallation beschrieben, mussten wegen der Verputzarbeiten pausiert werden. Diese Arbeiten konnten erst wieder fortgeführt werden, nachdem der Innen- und Außenputz finalisiert wurde. Dazu ergänzend wird in dem nachfolgenden Kapitel der Abschluss sämtlicher Installationsarbeiten beschrieben.

UMSETZUNG

Nachdem das Gebäude vollständig von innen und außen verputzt worden war, kam der Elektriker drei Tage später erneut zur Baustelle, um seine Arbeiten abzuschließen.

Die Finalisierung umfasste den Einbau und die Installation aller Ventilatoren, Lichtschalter, Stufenschalter, Steckdosen, Fassungen und Glühbirnen.

PROBLEME | OPTIMIERUNGEN

Seitens des Elektrikers wurde ohne Absprache ein deutlich kleinerer Deckenventilator in der Bibliothek verbaut, als im Lernraum. Dies wurde bauherrenseitig hinterfragt, da ein identischer Einheitspreis für alle drei Ventilatoren bezahlt wurde. Seitens des Elektrikers/AVW wurde als Begründung die deutlich kleinere Bibliothek und die damit verbundenen geringeren Abstände vom Ventilator zum Gewölbe genannt, die ansonsten problematisch gewesen wären.¹³⁰ Beide Themenstellungen wurden mit *Nongre* zusammen besprochen

und überprüft. Diesen Aussagen konnte widersprochen werden, da die beiden Gewölbe baugleich sind. Aus diesem Grund kann, unter Verwendung der gleichen Ventilatorgröße wie im Lernraum, keine Kollision des Ventilators mit dem Gewölbe entstehen. Darüber hinaus impliziert ein deutlich kleineres Modell einen ebenfalls geringeren Einheitspreis, was als Resultat eine Überbezahlung bedeutet hätte. Nachdem wir dieses Anliegen an AVW weitergegeben haben, wurde der kleinere Ventilator ausgetauscht.

¹³⁰ vgl. Gespräch mit Samuel Kogo am 03.02.2023, Bolgatanga



Abb. 347 (oben)
kleinerer Ventilator (Bibliothek) wurde
später ausgetauscht



Abb. 348 (unten)
Ventilator (Lernraum)

03.04.05 HERSTELLUNG INNENANSTRICH UND LACKIERUNG

EINLEITUNG UND VORBEREITUNG

¹³¹ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 363, S.225

Zu den letzten Maßnahmen der Fertigstellung des Gebäudes gehörte die erneute Lackierung der Fenster und Türen, sowie der Innenanstrich. Seitens AVN war standardmäßig ein zweifarbiger Innenanstrich in der Kostenschätzung¹³¹ vorgesehen, welcher jedoch auf Wunsch von *Nongre* einfarbig realisiert wurde. Für die Lackierung der Fenster wurde ein Druckluftkompressor mit Sprühpistole, Lackfarbe auf Ölbasis im Farbton *mtn yellow*, Verdünnungsmittel, Benzin und Klebeband verwendet. Für den Innenanstrich wurde eine diffusionsoffene Acryl-Emulsionsfarbe im Farbton *sandstone*, eine Spachtelmasse für Risse, Spachtel, Pinsel und Pinselrollen verwendet. Insgesamt wurden sechs Arbeitstage für sämtliche Maler- und Lackierarbeiten benötigt.

UMSETZUNG

Nachdem der Außenputz finalisiert worden war, konnten im Anschluss die Fenster und Türen erneut lackiert werden. Diese wurden einerseits in einem mangelhaft lackierten Zustand geliefert, andererseits entstanden durch den Transport weitere Beschädigungen der Lackierung. Da das Ergebnis unzufriedenstellend war, veranlasste Samuel Kogo, dass der Schweißer besagte Objekte erneut lackiert. Zu Beginn wurden die Türblätter ausgebaut, worauf hin mit Klebeband versucht wurde die Rahmen sowie Fenster abzukleben. Dies war aufgrund mangelnder Klebkraft nicht erfolgreich, sodass letztlich alle fest verbauten Objekte ohne jeglichen Schutz der umliegenden Flächen lackiert wurden.

Bevor mit den Lackierarbeiten begonnen werden konnte, musste zuerst die alte Farblackierung mit Hilfe des Verdünnungsmittels entfernt werden. Für ein gleichmäßiges Ergebnis wurde die aufzubringende, dicke Lackfarbe mit Benzin verdünnt, in den Behälter der Sprühpistole gefüllt und anschließend gleichmäßig aufgetragen. Diese Arbeiten haben einen Arbeitstag in Anspruch genommen. Da von der Lackierung noch ca. die Hälfte der Farbe übriggeblieben ist, strich damit nach interner Absprache Adombila Adugbire die Außenseite der *cement slabs* an, um dadurch einen weiteren, jedoch dezenten Farbakzent im Bereich der Außenfassade zu setzen.



Abb. 349 (links oben)
Entfernen der alten Lackschicht der
Fenster und Türen

Abb. 350 (links unten)
Farbton für Fenster und Türen:
mtn yellow

Abb. 351 (rechts oben)
erneutes Lackieren der Fenster

Abb. 352 (rechts unten)
Streichen der cement slabs
im Bereich der Attika



Im letzten Schritt wurde der Innenanstrich beider Räume hergestellt. Die damit zusammenhängenden Arbeiten wären zwar gemäß Vertragsgrundlage Bestandteil der zu erbringenden Leistungen seitens AVN gewesen, jedoch war Samuel Kogo bereits in einem Folgeprojekt stärker involviert. Nach Absprache zwischen AVN, Nongre und uns wurde beschlossen, dass Adombila Adugbire den Auftrag direkt an einen Maler vergeben konnte. Diese Einigung konnte erfolgen, da die Kosten für Material und Arbeitsaufwand noch nicht im Vorfeld bezahlt wurden. Nachdem also eine geeignete Farbe mit passendem Farbton *sandstone* ausgesucht und der Auftrag vergeben worden war, konnte die Ausführung schlussendlich beginnen. Beide Räume wur-

den nacheinander von zwei Malern vollständig ausgemalt. Nachdem der erste Anstrich vollständig getrocknet war, haben sie größere Risse mit der elastischen Spachtelmasse auf Acrylbasis verspachtelt. Abschließend erfolgte ein weiterer, vollflächiger Anstrich beider Räume mit einem einheitlichen und zufriedenstellenden Resultat. Da noch etwas Wandfarbe übriggeblieben ist, haben die Maler diese für Umrandungen der Fenster und Türen im Bereich der Außenwände verwendet, um leichte Akzente im Bereich der Fassade zu setzen. Schlussendlich wurden noch an zwei aufeinanderfolgenden Tagen die fehlenden Glaslamellen der Fenster installiert, die erst nach der vollständigen Finalisierung der Innenräume eingebaut werden konnten.



Abb. 353 (links oben)
erster Innenanstrich
Farbton des Innenanstrichs: sandstone

Abb. 354 (links unten)
Verspachteln von Rissen mit
elastischer Spachtelmasse



Abb. 355 (rechts oben)
zweiter und finaler, vollflächiger
Anstrich der Innenräume

Abb. 356 (rechts unten)
Einbau der Glaslamellen

Abb. 357
fertig lackierte Fenster,
südwestliche Ansicht

Abb. 358 (nächste Seite)
fertig lackierte Fenster und Türen,
nordöstliche Ansicht





PROBLEME | OPTMIERUNGEN

Ursprünglich war seitens der Planung kein Innenanstrich angedacht, um das Gebäude so natürlich wie möglich zu belassen. Durch die Herstellung des Betonfußbodens als auch durch die Herstellung der Fensterbänke aus Zementputz entstanden erhebliche Verunreinigungen. Darüber hinaus war ein deutlicher Stilbruch zwischen Lehmputz und Zementputz wahrnehmbar, was die Ästhetik negativ beeinflusste. Grundsätzlich hätte durch eine gründlichere Arbeitsweise und/oder gewissen Schutzvorkehrungen der Innenanstrich und die damit verbundenen Kosten vermieden werden können.

Weiterhin war der Umstand, dass die Fenster und Türen erneut lackiert wurden zwar er-

freulich. Dies hätte jedoch vermieden werden können, wenn eine entsprechend gute Qualität geliefert worden wäre. Schließlich wurden sämtliche Objekte ohne jegliche Schutzmaßnahmen größtenteils im verbauten Zustand lackiert, wodurch sichtbare Lackspuren auf den Innen- oder Außenwänden entstanden sind. Die erneuten Kosten der Lackierfarbe mussten wieder von *Nongre* getragen werden, obwohl die zu erbringende Arbeitsleistung von Beginn an mangelhaft war. Hier wird erneut deutlich das eine direkte Beanstandung nötig ist. In Anbetracht der bereits gesammelten Erfahrungen und des Gesamtkontextes des Projekts wurden diese zusätzlichen Kosten letztlich ohne Einwände bezahlt.



Abb. 359 (links)
erhebliche Verunreinigungen durch
die Herstellung des Betonfußbodens
und der Zementfensterbänke

Abb. 360 (rechts)
sichtbare Lackspuren auf den
Innen- sowie Außenwänden aufgrund
fehlender Schutzmaßnahmen beim
Lackieren

04 TERMINCONTROLLING

Nr.	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende
1	Nongre Ausführungsterminplan	117 Tage	11.11	07.03
2	Baustart	0 Tage	11.11	11.11
3	Ziegelherstellung	44 Tage	11.11	24.12
4	Herstellung Lehmziegel groß (big bricks)	13 Tage	11.11	23.11
5	Herstellung Betonziegel (cement bricks)	4 Tage	16.11	19.11
6	Herstellung Lehmziegel klein (small bricks)	15 Tage	29.11	24.12
7	Herstellung Betonziegel flach (cement slabs)	1 Tag	02.12	02.12
8	Fundamentherstellung Gebäude	9 Tage	24.11	02.12
9	Fundamentaushub	5 Tage	24.11	28.11
10	Fundamentfüllung	4 Tage	29.11	02.12
11	Errichtung Wände	32 Tage	02.12	02.01
12	Bauetappe 01 bis 04	17 Tage	02.12	02.01
13	Fundamentherstellung Treppe	31 Tage	06.12	05.01
14	Fundamentaushub	1 Tag	06.12	06.12
15	Fundamentfüllung Etappe 01 bis 03	4 Tage	06.12	05.01
16	Errichtung Rundbögen	19 Tage	06.12	24.12
17	Giebelwände + Mittelwand	5 Tage	06.12	10.12
18	Längswände Lernraum	5 Tage	10.12	14.12
19	Längswände Bibliothek	3 Tage	22.12	24.12
20	Errichtung Gewölbe	15 Tage	15.12	29.12
21	Gewölbe Lernraum	6 Tage	15.12	20.12
22	Gewölbe Bibliothek	6 Tage	24.12	29.12
23	Elektrische Installationen	39 Tage	27.12	03.02
24	Installationen Etappe 01 und 02	7 Tage	27.12	03.02
25	Errichtung Flachdach	30 Tage	02.01	31.01
26	Herstellung Dachaufbau	3 Tage	02.01	04.01
27	Errichtung Attika	3 Tage	12.01	14.01
28	Herstellung Putzschicht final	1 Tag	31.01	31.01
29	Errichtung Außentreppe	2 Tage	05.01	06.01
30	Abschlussarbeiten Errichtung	1 Tag	07.01	07.01
31	Bauliche Fertigstellung Rohbau	0 Tage	07.01	07.01
32	Herstellung Fußboden	23 Tage	08.01	30.01
33	Befüllung der Räume	1 Tag	08.01	08.01
34	Verdichtung der Füllung	1 Tag	10.01	10.01
35	Herstellung Betonfußboden	1 Tag	30.01	30.01
36	Einbau der Fenster + Türen	3 Tage	11.01	13.01
37	Herstellung Putz	19 Tage	15.01	02.02
38	Außenputz	9 Tage	15.01	23.01
39	Innenputz	8 Tage	23.01	30.01
40	Randstreifen + Treppe	2 Tage	01.02	02.02
41	Herstellung Anstriche/Lackierungen	17 Tage	04.02	20.02
42	Lackierung Fenster + Türen	1 Tag	04.02	04.02
43	Anstrich Attikarandstreifen	1 Tag	05.02	05.02
44	Innenanstrich	4 Tage	17.02	20.02
45	Finalisierung Fenster (Einbau Glaslamellen)	2 Tage	23.02	24.02
46	Gesamtfertigstellung	0 Tage	24.02	24.02
47	Mangelbehebung	11 Tage	25.02	07.03
48	Übergabe AVN an Nongre	0 Tage	07.03	07.03



Legende: Vorgang (solid bar), Vorgangsunterbrechung (dotted bar), Meilenstein (diamond), Sammelvorgang (bracket)

Abb. 361 (vorherige Seite)
Ausführungsterminplan

¹³² vgl. Mathoi 2017

EINLEITUNG

In diesem Kapitel wird der zeitliche Ablauf des realisierten Bauprojektes in Bolgatanga thematisiert und visuell dargestellt. Auf Grundlage der vor Ort dokumentierten, tatsächlich auf-gebrachten Zeitspannen von Arbeits- und Bauprozessen konnte der gesamte Ablauf der Baudurchführung, welcher der „Projektphase 4 Ausführung“ zuzuordnen ist¹³², in Form eines Ausführungsterminplans abgebildet werden. In Abbildung 361 sind auf der X-Achse jegliche Prozesse als in Einzel- oder Sammelvorgänge dargestellt, während auf der Y-Achse deren Abhängigkeiten in Bezug zum Zeitrahmen beschrieben werden.

UMSETZUNG

Die vorliegende Ausarbeitung erfolgte mit dem Software-Programm *Microsoft Project*. In dem vorliegenden Terminplan existieren vier unterschiedliche Ereignisdarstellungen: Meilensteine, Sammelvorgänge, Vorgänge, Vorgangsunterbrechungen. Die in Rautenform dargestellten Meilensteine sind Ereignisse von wichtiger Bedeutung wie Baustart, bauliche Fertigstellung des Rohbaus, Gesamtfertigstellung und Übergabe an *Nongre*. Diese Meilensteine sind wie folgt datiert:

- Baustart: 11.11.2022
- Bauliche Fertigstellung Rohbau: 07.01.2023
- Gesamtfertigstellung: 24.02.2023
- Übergabe an *Nongre*: 07.03.2023

Die in Balkenform dargestellten Vorgänge de-

finieren jeden einzelnen Bauprozess, der im Zuge der Ausführungsphase für die Errichtung des Gebäudes notwendig war. Vorgangsunterbrechungen innerhalb eines Prozesses sind durch punktierte Linien gekennzeichnet. Inhaltlich zusammengehörige oder zusammenfassbare Einzelvorgänge werden durch übergeordnete Sammelvorgänge zusammengefasst und sind oberhalb von jenen gekennzeichnet. Lediglich für den Vorgang der Mängelbehebung wurde eine abweichende Darstellungsform des Balkens verwendet. Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben, kam es während der Ausführungsarbeiten auch zu verschiedenen terminlichen Verzögerungen, welche nicht dezidiert in dem darge-

stellten Terminplan gekennzeichnet wurden. Daraus resultiert, dass die Gesamtdauer der Baudurchführung zwar 117 Tage entspricht, diese Zahl jedoch nicht mit der Anzahl an Nettoarbeitstagen gleichzusetzen ist.

Während der Rohbauarbeiten arbeitete das Konstruktionsteam regulär von Montag bis Samstag. Als das neue Maurerteam für die Finalisierung tätig war, wurde selbst an Sonntagen gearbeitet. Von dieser Mischkalkulation sind noch diverse lokale, als auch internationale Feiertage abzuziehen. Die daraus resultierende Nettozeit für die gesamte Ausführungsphase beträgt 79 Arbeitstage.

Im Kontext der seitens AVN erstellten Kostenschätzung wurde ebenfalls der zeitliche Rah-

men¹³³ geschätzt, welcher in zwei hintereinander ablaufende Bauphasen gegliedert wurde. Die erste Phase entsprach den Rohbauarbeiten exklusive vorbereitender Maßnahmen (wie z.B. die gesamte Ziegelherstellung etc.) und wurde mit einer Dauer von 35 Arbeitstagen geschätzt. Die zweite Phase umfasste die Abschlussarbeiten bis hin zur baulichen Gesamtfertigstellung und wurde mit einer Dauer von 25 Arbeitstagen geschätzt. Abzüglich von Verzögerungen und Nichtarbeitstagen nahmen die erste Phase 37 Nettoarbeitstage und die zweite Phase 23 Nettoarbeitstage in Anspruch. Hieraus wird ersichtlich, wie routiniert und präzise AVN hinsichtlich der zeitlichen Einschätzung ihrer Bauprojekte agiert.

¹³³ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-363, S.225

05 KOSTENCONTROLLING



KOGO SAMUEL; NUBIAN VAULT MASON
GARU - GHANA

CONTACT: +233 241890292/0505077451



Cost estimation for a Nubian Vault building

CLIENT :	NONGRE CRAFT AND CULTURE FOUNDATION
LOCATION :	BOLGATANGA-PORLGOR
CONTACT :	05543388939
TYPE OF BUILDING :	LIBRARY & LEARNING ROOM
NUMBER OF VAULT :	1
TOTAL INSIDE LENGTH :	10.5 METERS

Name	Quantity	Unit	Unit Price	Total Price (Ghc)	Provided by the client ?
MATERIALS					
Moulding of Big bricks (workmanship)	6000	units	1.50	9000.00	
Moulding of small bricks (workmanship)	6000	units	0.80	4800.00	
Moulding of Cement blocks (workmanship)	200	units	1.50	300.00	
Tips of gravels for big bricks	13	Big trucks	1000	13000.00	
Tips of clay for small bricks	7	Big trucks	1000	7000.00	
Tips of gravels for mortar	7	Big trucks	1000	7000.00	
Tips of stones	10	Big trucks	1300	13000.00	
Flat rubbers(plastic)	1	rolls	1000	1000.00	
Trip of gravel and sand	1	trucks	1800	1800.00	
Cost of Cement bags	15	number	80	1200.00	
Cutters	5	number	100	500.00	
SUB-TOTAL				58600.00	
MANPOWER					
Site Manager	35	days*person	90.00	3150	
Craftman (C4)	10	days*person	90.00	900	
Mason (C3)	35	days*person	70.00	2450	
Apprentices (C2)	35	days*person	60.00	2100	
Apprentices (C1)	35	days*person	50.00	1750	
Labor (C0)	35	days*person	220.00	7700	
SUB-TOTAL				18050.00	
OTHERS					
Transport for IN & OUT	9	2	50.00	900	
Accommodation	4	35	20.00	2800	
SUB-TOTAL				3700.00	

TOOLS	Quantity	Unit	Unit Price	Total Price (Ghc)
Wawa Boards	8	units	80.00	640
Water holes tube	1	flat rate	250.00	250
Pick-axes	2	units	50.00	100
Shovels	3	units	50.00	150
Wheel-barrows	2	units	500.00	1000
Buckets	4	units	30.00	120
Hoes	2	units	20.00	40
Transportation of Tools	2	units	60.00	120
SUB-TOTAL				2420.000
STRUCTURAL TOTAL				82770.00
Unexpected (5%)				4138.5
GRAND TOTAL				86908.50

FINISHING MATERIALS	
NV Foreman :	SAMUEL KOGO
Client :	NONGRE CRAFT AND CULTURE FOUNDATION
Location :	BOLGATANGA-PORLGOR
Starting date :	

Name	Quantity	Unit Price	Total Price (Ghc)	Provided by the client ?
MATERIALS				
External Doors(210cm x 90cm)	3	1500.00	4500	
Windows	10	600.00	6000	
Plastering Sand	4	1000.00	4000	
Gravel for filling	3	1000.00	3000	
Cement for Flooring,coping blocks and internal plastering	30	80.00	2400	
Water for plastering(40000 Liters)	25000	0.10	2500	
Coal tar (25 liters)	11	130.00	1430	
Petrol	1	30.00	30	
Plastic for DPM(damp proof)	1	500.00	500	
Metal scaffold(2 set for plastering work)	12	35.00	420	
Paint(white and blue)	4	165.00	660	
Coppen brick moulders(man power)	200	1.50	300	
TOTAL MATERIALS			25,740.00	

MANPOWER			
1 Site Manager	25	90.00	2250
1 Craftman (C4)	10	90.00	900
1 Mason (C3)	25	70.00	1750
4 Labor (C0)	25	220.00	5500
Transport for IN & OUT	7	100.00	700
Accommodation	25	60.00	1500
MANPOWER TOTAL			12600
SUB-TOTAL			38340.00
Unexpected (5%)			1917.00
GRAND TOTAL			40,257.00

Abb. 362 (vorherige Seite links)
Kostenschätzung AVN 2022, S.1/3

Abb. 363 (vorherige Seite rechts)
Kostenschätzung AVN 2022, S.2/3

¹³⁴ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-365,
S.225,229

¹³⁵ zukünftige Kurzform
für Bruttogeschossfläche: BGF

EINLEITUNG

Dieses Kapitel beinhaltet die Zusammenfassung der Kosten des realisierten Bauprojektes. Die Grundlage hierfür bildete die im Vorfeld übermittelte Kostenschätzung von *AVN*, welche gleichermaßen die vertragliche Grundlage zwischen den drei Parteien *AVN*, *Nongre* und *Nongre Austria Team* ist. Seitens *AVN* wurden Gesamtkosten i.H.v. 127.165,00 GH¢ exklusive Elektroinstallationen geschätzt. Letztere wurden in einem Nachtrag mit 9.406,00 GH¢ geschätzt, sodass sich die geschätzten Gesamtkosten insgesamt auf 136.571,00 GH¢ beliefen.¹³⁴

PROJEKTKOSTEN UND BENCHMARKS

Da ein Großteil der verwendeten Finanzmittel aus den in Kapitel 01 Einleitung erwähnten Förderstipendien der TU Wien stammten, war ein umfassendes und gründliches Kostencontrolling inkl. Kostenverfolgung, Kostenprognosen etc. absolut notwendig, da ebenfalls belegt werden musste, wofür das gesamte Fördergeld ausgegeben wurde. Das Kostencontrolling war ebenso für die Spendengelder notwendig, da sich diese auf dem Vereinskonto der *YEB* befunden haben und bei zukünftigen Finanzprüfungen der Verein ebenfalls nachweisen muss, was mit den steuerfreien Spenden passiert ist. Aus diesem Grund wurde ausnahmslos jeder ausgegebene Betrag dokumentiert, die dazugehörigen Rechnungsbelege in Papierform gesammelt und digital abgelegt. Jede erhaltene Leistung oder jedes

gelieferte Material wurde bar und in Vorkasse bezahlt, wofür insgesamt acht Bargeldabhebungen notwendig waren. Die abgehobene Summe belief sich auf 132.595,00 GH¢ und entsprach umgerechnet 9.292,76 € exklusive der Abhebegebühren vor Ort, inklusive Bankgebühren in Österreich. Der dadurch gesamtheitlich betrachtete Wechselkurs lag daraus resultierend bei 1,00 € zu 14,34 GH¢.

Mit den o.g. Gesamtkosten wurde das Gebäude inklusive Außentreppe mit insgesamt ca. 59,79 m² errichtet, woraus sich ein gegenwärtiger Benchmark von 155,42 €/m² BGF¹³⁵ ergibt. Da zum derzeitigen Stand dieser Ausarbeitung noch letzte Teilrechnungen für die Einrichtung offen sind, wird sich dieser Benchmark schätzungsweise auf maximal ~167,00 €/m² BGF erhöhen.

KOSTENGEGENÜBERSTELLUNG BEIDER ENTWURFSVARIANTEN

In Kapitel 01 Einleitung wurden im Zuge des Förderantrages für die *Sto-Stiftung* für die Entwurfsplanung von Constanze Walter Gesamtkosten i.H.v. 22.200,00 € für zwei Gebäude mit einer Gesamtbruttogeschossfläche von ca. 140,30 m² beantragt. Bei den dafür verwendeten Kostenwerten wurde sich an einem bereits realisierten Referenzprojekt von *Archifair* in ähnlicher Bauweise orientiert.¹³⁶

Die Entwurfsplanung beinhaltete keine kostspieligen Materialien, sondern ebenfalls Lehm als primären Baustoff jedoch in Verbindung mit Holzkonstruktionen für die Dächer inklusive einer Zinkblechdeckung. Die Differenz der vorgesehenen Baustoffe spiegelt sich in den Kosten wider. Aus den o.g. Angaben ergibt sich ein Benchmark von 158,23 €/m² BGF, der jedoch noch indiziert werden muss, um eine inhaltlich korrekte Kostengegenüberstellung zu gewährleisten. Gemäß den von *Ghana Sta-*

EINSPARUNGEN

Während der Errichtung des Bauvorhabens ist es gegenüber der Kostenschätzung stetig zu Kosteneinsparungen gekommen. Zum Beispiel ist die Position *Water for plaste-*

tistical Service bereitgestellten Informationen und Unterlagen zu den Baupreisindizes ergibt sich für den Zeitpunkt der Erstellung der Kostenschätzung (12/2021) bis zum Zeitpunkt des Baubeginns (11. November 2022) eine Indexsteigerung von gerundet 33,80 %.¹³⁷ Dadurch erhöhen sich die ursprünglich geschätzten Gesamtkosten auf 29.703,60 €, wodurch der Benchmark auf 211,72 €/m² BGF steigt.

Ausgehend von der damaligen Kostenschätzung wären die Kosten für die Realisierung von der Diplomarbeit von Constanze Walter¹³⁸ um ca. 27-34 % höher ausgefallen. Aufgrund der derzeit in Ghana herrschenden, äußerst hohen Inflation von über 50 %¹³⁹ und den damit verbundenen exorbitanten Preissteigerungen wären die Gesamtkosten in der Realität wahrscheinlich noch deutlich höher ausgefallen als die angenommenen, indizierten Kosten der o.g. Kostenschätzung.

ring (40000 Liters) mit Gesamtkosten i.H.v. 2.500,00 GH¢¹⁴⁰ entfallen, da auf dem zweiten Grundstück der *Nongre* ein Wasserzugang in Form eines Bohrlochs gegeben war. Der

¹³⁷ vgl. Ghana Statistical Service 2023

¹³⁶ vgl. Archifair 2023

¹³⁸ vgl. Walter 2021

¹³⁹ vgl. Dontoh 2023

¹⁴⁰ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 363, S.225

¹⁴¹ vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-364,
S.225,229

¹⁴² vgl. AVN 2022, siehe Abb. 362-364,
S.225,229

Abb. 364 (nächste Seite links)
Kostenschätzung AVN 2022, S.3/3

Abb. 365 (nächste Seite rechts)
Kostenschätzung Elektriker 2022

Wasserdruck war allerdings so niedrig, dass der Kauf und die Installation einer Wasserpumpe notwendig waren, um das Wasser bis zu der Baustelle transportieren zu können. Nach dieser Anschaffung blieben von der ursprünglichen Einsparung i.H.v. 2.500,00 GH¢ noch 650,00 GH¢ übrig. Weiterhin waren Kosten für *accommodation*¹⁴¹ - also für die Unterkunft sämtlicher Arbeiter, die für das Bauprojekt z.T. aus anderen Regionen des Landes anreisen - gesamtheitlich i.H.v. 4.300,00 GH¢ angesetzt. Da Adombila Adugbire über zwei separate Gästezimmer verfügt, mussten lediglich vier Matratzen i.H.v. 840,00 GH¢ angeschafft werden, um temporär Arbeiter unterbringen zu können. Dadurch sind insgesamt Kosten i.H.v. 3.460,00 GH¢ eingespart worden. Für das Bauvorhaben wurden verschiedene Werkzeuge wie Schubkarren, (Spitz-)Hacken, Schaufeln, etc. benötigt und eigens dafür angeschafft. Die Anschaffungskosten von ca. 1.500,00 GH¢ konnten zwar nicht für das gegenwärtige, jedoch für zukünftige Bauvorhaben eingespart werden, da sämtliche Werkzeuge in den Besitz der *Nongre* übergegangen sind. Weitere Einsparungen erfolgten durch das Entfallen einer weiteren, nicht benötigten Kunststoffolie und des Zementinnenputzes, welcher nicht geplant aber seitens AVN in der Kostenschätzung berücksichtigt wurde. Hier-

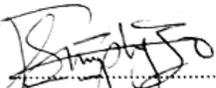
bei konnten Kosten i.H.v. 500,00 GH¢ für die Folie und ca. 1.400,00 GH¢ für 14 nicht benötigte Zementsäcke eingespart werden. Sämtliche Einsparungen wurden im Zuge der Baudurchführung für andere, nicht in der Kostenschätzung enthaltende Leistungspositionen wie z.B. die Inneneinrichtung verwendet. Ebenfalls ungeplante, jedoch notwendige Anschaffungen wie der Kauf der Wasserpumpe konnten dadurch mitfinanziert werden. Weiterhin sind die enormen Abweichungen zwischen geschätzten und tatsächlich bezahlten Materialkosten hervorzuheben, die auf die Inflation und Preissteigerungen zurückzuführen sind. So ist z.B. der Preis für Zementsäcke um 18,75 % bis 25 % von geschätzten 80,00 GH¢ auf 95,00 GH¢ bis 100,00 GH¢ und für die Innenwandfarbe um 21,21 % von 165,00 GH¢ auf 200,00 GH¢ gestiegen. Bei der Herstellung der Fenster und Türen sind Preissteigerungen bis zu 33,33 % aufgetreten.¹⁴²

Abschließend kann festgehalten werden, dass in Bezug auf die o.g. Themenstellungen bei Projektrealisierungen im Entwicklungskontext zwingend ausreichend hohe finanzielle Reserven einkalkuliert werden müssen. Dies betrifft vor allem Länder mit hoher Inflation und schwachen oder volatilen Landeswährungen.

Cost estimation for a Nubian Vault building	
NV Foreman :	SAMUEL KOGO
Client :	NONGRE CRAFT AND CULTURE FOUNDATION
Location :	BOLGATANGA-PORLIGOR
Starting date :	
Type of building :	NUBIAN VAULT
Number of vaults :	1
Total inside length :	10.5 METERS
Total Structural work	86908.50
Total Finishings	40257.00
Total	127165.50

THROUGH
NONGRE CRAFT AND CULTURE FOUNDATION

MASON



ANTHONY ANABIRE
Project Coordinator

NONGRE TEAM AUSTRIA
MEMBER OF YOUNG EARTH BUILDERS

KONSTANTIN VALERIAN HIRSCH



MILORAD RACANOVIC




SAMUEL KOGO

AVN-GHANA
COUNTRY REFERENT



AZUMAH EMMANUEL

NO	ITEM DESCRIPTION OF MATERIALS	QUANTITY	UNIT PRICE	TOTAL PRICE
1.	M.k Base (3x6)	2 Packs	35.00	70.00
2.	M.k Base (3x3)	1 Pack	50.00	50.00
3.	P.v.c Pipe (white)	2 boards	170.00	340.00
4.	Meter Boards	2 Pcs	15.00	30.00
5.	Earth Rod	1 Pcs	40.00	40.00
6.	1.5mm ² Conduit Cable (Red)	3 coils	310.00	930.00
7.	1.5mm ² Conduit Cable (Black)	2 coils	310.00	620.00
8.	2.5mm ² Conduit Cable (Red)	2 coils	420.00	840.00
9.	2.5mm ² Conduit Cable (Black)	2 coils	420.00	840.00
10.	2.5mm ² Conduit Cable (Yellow)	2 coils	420.00	840.00
11.	10mm ² Cable	50 Yards	6.00	300.00
12.	Flexible wire	20 Yards	2.00	40.00
13.	Antental Cable	20 Yards	1.00	20.00
14.	6-way main Switch	1 Pcs	390.00	390.00
15.	13A Double Socket	6 Pcs	35.00	210.00
16.	13A Single Socket	2 Pcs	25.00	50.00
17.	1-gang 2-way Switch	4 Pcs	12.00	48.00
18.	2-gang 2-way Switch	2 Pcs	14.00	28.00
19.	3-gang 2-way Switch	1 Pcs	15.00	15.00
20.	Lamp holders	15 Pcs	8.00	120.00
21.	Black screws	1 Box	15.00	15.00
22.	Bulbs	15 Pcs	30.00	450.00
23.	Ceiling Fans	3 Pcs	430.00	1,290.00
24.	Antental Socket	1 Pcs	30.00	30.00
TOTAL PRICE			=	7,606.00
Workmanship			=	1,800.00
			=	9,406.00

06 PERSPEKTIVEN



¹⁴³ vgl. Gespräch mit Adombila Adugbire
und Anthony Anabire
am 10.11.2022, Bolgatanga
Abb. 366 (vorherige Seite)
Verteilen von Schulmaterial
an die Nongre-Kids

Abb. 367 (nächste Seite)
Nongre-Kids schaukeln
auf einem „Spielplatz“

ZUKUNFTSPERSPEKTIVE NONGRE

Im Zuge der beiden Entwurfsplanungen von Constanze Walter und Viola Kryza wurden die zwei Grundstücke der *Nongre* im Sinne einer gesamtheitlichen Masterplanung ausarbeitet. Aufgrund begrenzter finanzieller Mittel wurde im Rahmen der vorliegenden Diplomarbeit ein Gebäude auf einem der beiden Grundstücke errichtet. Diese Tatsache lässt planerischen und gestalterischen Spielraum hinsichtlich zukünftiger Bauprojekte zu, da mit dem Neubau des Kulturzentrums bisher nur zwei verschiedene Nutzungen – Lernraum sowie Bibliothek – abgedeckt wurden. Jedoch werden noch weitere Nutzungen wie z.B. Sanitäranlagen, Zisterne, Computerraum, Spielplatz etc. benötigt. Bezüglich des Spielplatzes ist zu betonen, dass es in Bolgatanga keine öffentlichen Spielplätze gibt, sondern nur einen privatisierten, bei dem für eine gewisse Nut-

zungsdauer Eintritt zu zahlen ist.¹⁴³ Weiterhin wird eine (Energie-)Autarkie sämtlicher bestehender und zukünftiger Gebäude sowie Einrichtungen der *Nongre* angestrebt. Hierfür ist die Installation von Solarpaneelen unumgänglich, welche jedoch erst auf dem Flachdach des Neubaus installiert werden können, nachdem eine umlaufende Außenmauer errichtet worden ist.

Es bedarf ebenfalls der Ausarbeitung eines umfassenden Betreuungskonzeptes für die Kinder und Jugendlichen der *Nongre*, da ein ressourcentechnisches Defizit in Bezug auf Aufsichts- sowie Betreuungspersonal besteht. Hierbei wird ebenfalls eine gewisse Unabhängigkeit von externen Organisationen oder Institutionen angestrebt, um elementare Abhängigkeitsverhältnisse zu reduzieren und langfristig zu vermeiden.



¹⁴⁴ vgl. Bolgatanga Technical University 2020

¹⁴⁵ zukünftige Kurzform: BTU

Abb. 368 (nächste Seite)

Treffen mit dem Dekan der BTU

(von links nach rechts):

Konstantin Hirsch, Milorad Racanovic,

Callistus Tengan, Anthony Anabire,

Adombila Adugbire

UNIVERSITÄRE KOOPERATION BOLGATANGA TECHNICAL UNIVERSITY UND TU WIEN

Während des Aufenthaltszeitraumes vor Ort haben wir – ebenfalls wie Theresa Laber und Viola Kryza – Prof. Dr. phil. Callistus Tengan, PhD, Senior Dozent und Studiendekan der Fakultät für Gebäudetechnologie¹⁴⁴ persönlich an der *Bolgatanga Technical University*¹⁴⁵ getroffen. Ziel dieser Zusammenkunft war ein Interessenaustausch zwischen Callistus Tengan als Stellvertreter der *BTU* sowie uns als Interessenvertreter der *Fakultät für Architektur und Raumplanung* der *TU Wien*.

Von Andrea Rieger-Jandl – in der Funktion als Vizestudiendekanin für Architektur mit dem

Forschungsbereich *E251-01 Baugeschichte und Bauforschung* – wird grundlegend ein Austausch sowie eine Kooperation zwischen beiden Universitäten angestrebt. Diese Aufgabenstellung kann z.B. im Zuge weiterer Diplomarbeiten behandelt werden. Darüber hinaus kann beispielsweise seitens beider Universitäten ein gemeinsames Curriculum ausarbeitet werden, welches die Grundlage für ein künftiges Austauschprogramm für Studierende beider universitärer Einrichtungen darstellen kann.



CONCLUSIO

Mit der Errichtung eines neuen Kulturzentrums wurde unsererseits angestrebt, einen positiven Beitrag hinsichtlich der Unterstützung sowie Förderung der durch *Nongre* betreuten Kinder und Jugendliche zu schaffen. Weiterhin sollte punktuell die Entwicklung innerhalb der lokalen Gemeinschaft vorangetrieben werden.

In den vergangenen anderthalb Jahren nahm die Realisierung eines kleinen Bauvorhabens im Entwicklungskontext beträchtliche Ressourcen in Anspruch und erforderte sehr viel Engagement. Dieses exorbitante Maß an notwendigem Arbeitseinsatz ging deutlich über das natürliche Maß einer regulären Diplomarbeit hinaus. Jedoch ist der zusätzliche Mehrwert, der daraus erlangt wurde ebenfalls beachtenswert.

Durch die Diplomarbeitsausschreibung von Andrea Rieger-Jandl wurde uns ein mehrmonatiger Auslandsenthalt ermöglicht, welcher

zusätzlich von der *TU Wien* finanziell unterstützt wurde. Diese Unterstützung betraf sowohl uns persönlich (*KUWI-Stipendium*), als auch das Projekt (*Förderstipendium*). Dadurch konnten wir ebenfalls ein neues Land und eine fremde Kultur mit Traditionen und Bräuchen kennenlernen, die in dieser authentischen Art nicht in westlichen Ländern existiert. Die Nähe zu den Einheimischen z.B. durch das gemeinsame Zusammenleben mit einer ghanaischen Familie brachte z.T. einzigartige Erlebnisse und Erfahrungen mit sich. Aufgrund sämtlicher genannter Aspekte konnten verschiedenste Softskills gelernt und ausgebaut werden sowie theoretische Erfahrungen in Bezug auf lokale Lehmbaupraktiken und praktische Arbeits- und Baustellenerfahrung im Entwicklungskontext gesammelt werden. Für die erfolgreiche Projektabwicklung bestand jedoch auch eine gewisse Erwartungshaltung an die jeweiligen Bearbeitenden.

Nach Evaluierung einer persönlichen Kosten-Nutzen-Analyse, kann in Anbetracht der o.g. Gegenüberstellungen festgehalten werden, dass sich die zusätzliche Arbeit und der Mehraufwand lohnten. Die ursprüngliche, in der Einleitung formulierte Aufgabenstellung hinsichtlich der Errichtung eines Kulturzentrums wurde aus unserer Sicht mit einem sehr zufriedenstellenden Ergebnis erfüllt. Um dieses Ziel erreichen zu können, wurde sich den eingangs aufgelisteten Methoden bedient. Hierzu zählte kontinuierlicher Schriftverkehr zwischen sämtlichen Projektbeteiligten vor, während und nach der Baudurchführung. Darüber hinaus hatte jegliche Kommunikation vor Ort einen äußerst hohen Stellenwert. Dazu zählten Telefonate, Videokonferenzen in Form von Online-Meetings sowie regelmäßige, wiederkehrende Baubesprechungen und Projekt -*Jour Fixes*. Essentielle Inhalte und Bestandteile der vor-

liegenden Diplomarbeit waren die vor Ort gemachten Beobachtungen sowie umfassenden Dokumentationen jeglicher projektbezogener Lieferungen, Arbeits- und Bauprozesse. Auch das detaillierte Kosten- und Termincontrolling erleichterte eine präzise, nachträgliche Ausarbeitung immens.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Zusammenarbeit mit AVN größtenteils reibungslos funktionierte. Die innerhalb ihrer Kostenschätzung kalkulierten Kosten- und Zeitrahmen wurden ohne erhebliche Abweichungen eingehalten und die bauliche Qualität war zufriedenstellend. Optimierbar ist die z.T. unzureichende Kommunikation mit den Auftraggeber:innen oder deren Vertreter:innen, wodurch künftig spontane sowie nicht abgesprochene Entscheidungen vermieden werden können. In diesem Zusammenhang wird eine intensivere Einbeziehung der Projektauftraggeber:innen gewünscht.

Abb. 369

Ostansicht nach baulicher
Gesamtfertigstellung

Abb. 370 (nächste Seite)
Innenraum nach baulicher
Gesamtfertigstellung,
(von links nach rechts)

Samuel Kogo, Adombila Adugbire





Abb. 371

Schlüsselübergabe von AVN an Nongre,
(von links nach rechts)
Emmanuel Azumah, Samuel Kogo,
Adombila Adugbire

Abb. 372 (nächste Seite)
Ostansicht nach baulicher
Gesamtfertigstellung





BIBLIOGRAPHIE

LITERATUR

BYSTRIAKOVA, Nadia/KAPOS, Valerie/Lysenko Igor. Bamboo Biodiversity: Africa, Madagascar and the Americas. Cambridge: UNEP World Conservation Monitoring Centre, 2004

CÖRNER, Karl. Gewölbte Decken: Gewölbe. Stuttgart: Bergsträsser, 1901

MINKE, Gernot. Handbuch Lehm- und Ziegelbau. Baustoffkunde, Techniken, Lehmarchitektur. Rastede: öko-buch Verlag GmbH, 2022

SCHNEIDER, Ulrich/SCHWIMANN, Mathias/BRUCKNER, Heinrich. Lehm- und Ziegelbau. Konstruktion. Baustoff und Bauverfahren. Prüfungen und Normen. Rechenwerte. Düsseldorf: Werner-Verlag, 1996

SCHROEDER, Horst. Lehm- und Ziegelbau. Mit Lehm ökologisch planen und bauen. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2010

SCHROEDER, Horst. Lehm- und Ziegelbau. Mit Lehm ökologisch planen und bauen. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2019

WALTER, Constanze. Nongre – zwischen zwei Welten – Kulturzentrum für Kinder in Ghana. Wien: TU-Wien, 2021

INTERNETQUELLEN

ALTHOETMAR, Kai/Franck, Annika (2020)
<https://www.planet-wissen.de/natur/klima/klimaforschung/index.html> [28.03.2023]

ARCHIFAIR (2023)
<https://www.archifair.org/bram-test/> [28.03.2023]

ATTIAS, Nicolas (2018)

<http://www.urbs-mediaevalis.de/pages/studienportal/bauteiltypologie/bauteile-k/kreuzgratgewoelbe.php> [28.03.2023]

AVN (2016–2017)

https://www.lavoutenubienne.org/IMG/pdf/18_avn_annual-report_16-17_light.pdf [28.03.2023]

AVN (2018)

https://www.lavoutenubienne.org/IMG/pdf/20-10_manuel-mac_on-nubien_en_v2.0-2018.pdf
[28.03.2023]

AVN (2019–2020)

https://www.lavoutenubienne.org/IMG/pdf/annual-report_19-20_web.pdf [28.03.2023]

AVN (2023)

<https://www.lavoutenubienne.org/-photo-gallery-> [28.03.2023]

BENDER, Emily (2018)

<https://borgenproject.org/tag/nubian-vault-association/> [28.03.2023]

BOLGATANGA TECHNICAL UNIVERSITY (2020)

<https://www.bolgatech.edu.gh/personnel/callistus-tengan-phd/> [28.03.2023]

BOSOLD, Diethelm/GRÜNEWALD, Alexander (2020)

<https://www.beton.org/fileadmin/beton-org/media/Dokumente/PDF/Service/Zementmerkmale/B18.pdf> [28.03.2023]

DONTOH, Ekow (2023)

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-11/ghana-inflation-hits-record-54-1-as-food-costs-surge> [28.03.2023]

GHANA STATISTICAL SERVICE (2023)

https://www.statsghana.gov.gh/nationalaccount_macros.php?Stats=MTE4NzYxMzIxNi45NDI1/webstats/49pp7266p8 [28.03.2023]

GOFUNDME (2010-2023)

<https://www.gofundme.com/f/nongre-kulturzentrum-fr-kinder-in-ghana> [28.03.2023]

GRIMM, Roland (2014)

<https://www.baustoffwissen.de/baustoffe/baustoffknowhow/grundstoffe-des-bauens/erstarren-von-frischbeton/> [28.03.2023]

FOSU, E.K. (1996)

<https://housingfinanceafrica.org/app/uploads/NATIONAL-BUILDING-REGULATIONS-1996-LI-1630.pdf> [28.03.2023]

MATHOI, Thomas (2017)

<https://www.mathoi.at/2017/08/11/projekt-und-leistungsphasen/>[28.03.2023]

NONGRE AUSTRIA TEAM (2022)

<https://nongre.cms30.com/page.asp/-/index.htm> [28.03.2023]

PICKHARDT, Roland/SCHÄFER Wolfgang (2014)

<https://www.beton.org/fileadmin/beton-org/media/Dokumente/PDF/Service/Zement-merkl%C3%A4tter/B8.pdf> [28.03.2023]

STO STIFTUNG (2021)

<https://www.sto-stiftung.de/de/foerderprojekte/architektur/architektur.html> [28.03.2023]

TU WIEN (2023)

<https://ar.tuwien.ac.at/Studium/Stipendien> [28.03.2023]

WETTERKONTOR GmbH (2023)

<https://www.wetterkontor.de/de/klima/klima-land.asp?land=gh> [28.03.2023]

E-MAILS

Bolga East District Assembly:

E-Mail an Viola Kryza 09/2022

Rieger-Jandl, Andrea. TU-Wien:

E-Mail an AVN 31.02.2022

Rieger-Jandl, Andrea. TU-Wien:

E-Mail an Nongre Austria Team 11.04.2022

Rieger-Jandl, Andrea. TU-Wien:

Rundmail an Masterstudierende der TU-Wien 18.10.2021

Tony Kaye

E-Mail an AVN, Nongre Austria Team, Andrea Rieger-Jandl 17.12.2022

GESPRÄCHE

Adugbire, Adombila: 24.10., 26.10., 24.11., 25.11.2022, Bolgatanga, 17.03.2023 (Telefonat)

Adugbire, Adombila und Anabire, Anthony: 10.11.2022, Bolgatanga

Adugbire, Adombila und Tischler: 11.12.2022, Bolgatanga

Azumah, Emmanuel: 02.12.2022, Bolgatanga

Granier, Thomas: 03.12.2022, Bolgatanga

Kogo, Samuel: 10.11., 14.11., 16.11., 17.11., 19.11., 24.11., 25.11., 27.11., 29.11., 30.11., 02.12., 05.12., 06.12., 08.12., 11.12., 13.12.2022, 16.12.2022 (Telefonat), 03.01., 12.01.2023 Bolgatanga, 03.02.2023 (Telefonat)

Kryza, Viola: 11/2022 (Online-Meeting)

Norbert: 11.11., 12.11., 16.11., 25.11., 02.12., 05.12.2022, Bolgatanga

Rieger-Jandl, Andrea: 02/2022, Wien

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Die dargestellten Abbildungen, Pläne sowie Dokumente wurden von den Urhebern zur Verfügung gestellt:

Constanze Walter:	Abb. 003-005
Viola Kryza:	Abb. 006, 009, 010-013, 091
Theresa Laber:	Abb. 059-060
Adombila Adugbire:	Abb. 248-254, 256-263 290-292, 307, 310, 313-323, 331-332, 340-346, 350-360
AVN:	Abb. 232, 255, 349, 362-365, 369-372
Archifair:	Abb. 311
Bystriakova et. al:	Abb. 312

Alle weiteren Abbildung sind urheberrechtlich geschützt.

Das Urheberrecht liegt bei Konstantin Valerian Hirsch und Milorad Racanovic.

DANKE! | MPOSIYA!

Wir sind **DANKBAR** für:

- die umfassende Betreuung unserer Diplomarbeit von Andrea Rieger-Jandl sowie für die einmalige Gelegenheit einer Realisierung in Bolgatanga, Ghana
- die KUWI- und Förderstipendien der TU Wien, ohne die eine vollständige Projektumsetzung in dem durchgeführten Umfang nicht möglich gewesen wäre
- die moralische sowie finanzielle Unterstützung unserer Familien während der gesamten Studienzzeit
- für die außerordentliche Unterstützung von Anna, Julia und Klara in den vergangenen Monaten

BESONDERER DANK geht an:

- die Nongre für den warmherzigen Empfang sowie die grenzenlose Gastfreundschaft
- die Familie Adugbire für unbeschreibliche Momente, insbesondere an
- Adombila Adugbire für die nicht in Worte zu fassende Unterstützung in allen Lebenslagen
- Dorcas Asugle für außergewöhnliche Bemühungen, Fürsorge und besondere, traditionelle Kochkünste
- Jahcure, Jahzarah, Rose, Roselyn und Maria für aufgeweckte, amüsante sowie herzige Momente
- Anthony Anabire für unermüdliches Engagement bei der Erreichung unserer gemeinsam angestrebten Projektziele
- AVN als Kooperationspartner, insbesondere an
- Emmanuel Azumah und Samuel Kogo als zuverlässige und zielorientierte Vertragspartner

UNTERSTÜTZER:INNEN DES NONGRE-PROJEKTES

Aida K., Alexander G., Andrea K., Andrea R.-J.,
Andreas W., Anita K., Ankinca K., Anna Greta H., Anna-Luise M.,
Antonela K., Antonia H., Antonio K., Arthur G., Astrid W.,
Berkan C., Bernarda G., Carolin T., Christa, Christina B.,
Christine E., Christoph E., Christopher S., Corrine v. d. A.,
Daniel H., David K., Doris K., Dragan G., Dragorad R., Gerd M.,
Günter K., Hans-Jörg, Ingrid M., Ivana D., Ivana V., Ivona G.,
Jadranko K., Jenny-Marleen K., Johanna A., Jakob E.,
Julia E., Julia S., Jutta M., Karlo G., Karoline H., Lena O., Lisa A.,
Magdalena L., Manuel O., Manuela N.-S., Mara Mija K.,
Marc R., Marijana R., Mario G., Marko L., Martin A., Martina H.,
Martina Z., Meik-M. L., Miren A., Otto, Patrick M., Peter H.,
Philipp T., Pia K., Radana M., Radim K., Rainer M.,
Sabine H., Sandra F., Sandro K., Sara K., Sebastian H.,
Sebastian W., Sergej T., Sevinc A., Sieglinde R., Sven E., Sven J.,
Tadeusz B., Theresa B., Ute M.-H., Valerie H., Vukica R., Werner W.

**Danke für die finanzielle Unterstützung und den damit
verbundenen, immensen Beitrag an der Errichtung des Kulturzentrums!**





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.