Diplomarbeit

Ein Park voller Zisternen

Reaktivierung antiker Wassersysteme in Madaba

von
Leona Asrin Palantöken

unter der Leitung
Ao.Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in phil. Andrea Rieger-Jandl

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

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

EIN PARK VOLLER ZISTERNEN

REAKTIVIERUNG ANTIKER WASSERSYSTEME IN MADABA/ JORDANIEN

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades

eines Diplom-Ingenieurs / Diplom-Ingenieurin

unter der Leitung

Ao.Univ.Prof.in Dipl.-Ing. Dr.in phil. Andrea Rieger-Jandl

E251-01 Institut für Kunstgeschichte, Bauforschung und Denkmalpflege
(Forschungsbereich Baugeschichte und Bauforschung)

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Leona Asrin Palantöken
01621439

Wien, am 20.12.2022

TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Abstract

This master thesis deals with the extent to which decentralised, in my case ancient water systems, can support Jordan‘s existing state centralised water system and increase the qualities in the areas of microclimate, air quality and recreational activities of the residents. By integrating small decentralised systems in public spaces, Jordan‘s water scarcity can be addressed.

To this end, this paper examines various issues. How can a decentralised water collection system support Jordan‘s central water and sanitation system? Can ancient structures be rehabilitated and saved? What possibilities exist to supply residents with rainwater and to what extent can they benefit from this in the form of public parks?

For this purpose, I first dealt with the current and the historical water system in Jordan and explained them in more detail. I then look at the possibilities of reactivating historical water systems in the city of Madaba, which is the location of my field research. In this context, the design of parks and communal areas in Jordan is examined, as well as the effects of a mini biotope in the urban fabric on residents and the flora and fauna of the city.

The results were tested for affordability, usability and spatial possibilities by means of a design.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Kurzfassung

Diese Masterarbeit beschäftigt sich damit, inwieweit dezentrale, in meinem Fall antike Wassersysteme, das bestehende staatlich zentrale Wassersystem Jordaniens unterstützen können und die Qualitäten in den Bereichen Mikroklima, Luftqualität und Freizeitgestaltung der Anrainer:innen erhöht werden. Durch die Integrierung kleiner dezentraler Systeme im öffentlichen Raum kann auf die Wasserknappheit Jordaniens angemessen reagiert werden.

Dazu beleuchtet diese Arbeit verschiedene Themenfelder. Wie kann ein dezentrales Wasserauffangsystem das zentrale Wasser- und Abwassersystem Jordaniens unterstützen? Können antike Strukturen aufbereitet und gerettet werden? Welche Möglichkeiten existieren, um Anrainer:innen mit Regenwasser zu versorgen und inwieweit können diese in Form von öffentlichen Parks davon profitieren?

Hierfür habe ich mich zunächst mit dem aktuellen und dem historischen Wassersystem Jordaniens beschäftigt und diese näher erläutert. Daraufhin beleuchte ich die Möglichkeiten einer Reaktivierung historischer Wassersysteme in der Stadt Madaba, welche Forschungsort meiner Feldforschung ist. In diesem Zusammenhang wird die Gestaltung von Parks und Gemeinschaftsbereichen in Jordanien untersucht sowie die Auswirkungen eines Mini Biotops im städtischen Gefüge auf Bewohner:innen und die Flora und Fauna der Stadt.

Die erarbeiteten Ergebnisse wurden anhand eines Entwurfes auf Erschwinglichkeit, Nutzbarkeit und räumliche Möglichkeiten überprüft.

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Hintergrund **3**

2.1 Methodik 7

3 Jordanien im Kontext **9**

3.1 Wassersystem 9

3.1.1 Zwischenergebnis 15

3.2 Entwicklungen und Herausforderungen 17

3.2.1 Bevölkerung 17

3.2.2 Klima 21

3.2.3 Vegetation 25

3.2.4 Zwischenergebnis 29

3.3 Entwicklungen und Herausforderungen 30

3.3.1 Geschichte und Entwicklung Madaba 31

3.3.2 Lage 39

3.3.3 Klima 41

3.3.4 Vegetation 43

3.3.5 Zwischenergebnis 47

4 Madabas Wassersystem **49**

4.1 Historisches Wassersystem 49

4.2 Madabas Wassersystem 59

4.3 Bestehende Probleme des Wassersystems 61

4.4 Al Ulama´a Zisternen 67

4.5 Zwischenergebnis 71

5 Bestandsaufnahme Naherholung **73**

5.1 Grünflächen in Madaba 73

5.1.1 Zwischenergenis 76

5.1.2 Referenzbeispiel: National Gallery of fine Arts Park 77

5.2 Grünflächen Bauort Al Ulama´a 85

5.3 Zwischenergebnis 89

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

6 Designvorschlag 95

6.1 Materialität 95

6.1.1 Kalkstein 95

6.1.2 Schwarzzeltstoffe 97

6.1.3 EPDM- Belag 101

6.2 Wasserquellen des Parks 103

6.2.1 Primäres Wasservolumen 103

6.2.2 Sekundäres Wasservolumen 109

6.2.3 Entwässerungskonzept 111

6.3 Zonierung 113

6.3.1 Erschließung 113

6.3.2 Wege 116

6.3.3 Mauer 121

6.3.4 Bepflanzung 125

6.3.5 Ankerpunkt Wasser 129

6.4 Elemente 137

6.4.1 Trinkbrunnen 137

6.4.2 Windbrunnen 139

6.4.3 Zisternendetail 145

6.4.4 Toiletten 147

Conclusio 151

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Gendergerechte Sprache

Im Sinne der Gendergerechten Sprache, werden in der folgenden Arbeit Doppelpunkt und Doppelnennung verwendet.

1 Einleitung

Jordanien gilt als eines der sieben wasserärmsten Länder der Welt. In einer Region mit wenig Regenfällen und geringen Grundwasservorkommen sollte ein angebrachter Umgang mit dem Rohstoff Wasser praktiziert werden. Auch in unserem westlichen Bewusstsein in Österreich, wird Wasser oft noch als ein unbegrenzt zur Verfügung stehendes Gut behandelt. Die letzten Jahre zeigten jedoch, dass durch den globalen Klimawandel auch in Österreich Wassermangel ein Problem werden kann, auf das reagiert werden muss. Seit der Implementierung des zentralen Wasser- und Abwassersystems in den 1970er-Jahren[1] und seiner stetigen Weiterentwicklung wurden ältere Strukturen in Jordanien teilweise rückgebaut und haben ihren Nutzen für die Bevölkerung verloren. Das neu implementierte Wassersystem ist kostenintensiv und kann nur begrenzt auf kommende Herausforderungen reagieren. Es gilt zu untersuchen, ob traditionelle Formen der Wassergewinnung modernen Formen nachstehen oder sie eine sinnvolle Ergänzung sein können.

Die Zukunft der jordanischen Wasserversorgung sollte nicht abhängig sein von einzelnen Großprojekten. Diese sollten durch gezielte kleinteilige Projekte ergänzt werden, um zusätzlich zu entlasten. In meiner Arbeit konzentriere ich mich auf die Unterstützung des bestehenden Wassersystems und versuche dies in einem Entwurf widerzuspiegeln. Ein dezentrales und passives Auffangen von Regenwasser durch lokale Akteure kann zu einer Entzerrung führen und die Lebensqualität der Bevölkerung bereichern. Viele dieser Systeme sind durch die Vergangenheit des Landes schon vorhanden. Im Falle Madabas können historische Zisternensysteme reaktiviert werden.

Diese Masterarbeit konzentriert sich auf die Fragestellung, wie alte Wassersammelsysteme moderne Rohrsysteme ergänzen können und das so gesammelte Wasser sinnvoll für die Bevölkerung eingesetzt wird. Dies wird anhand eines Designvorschlags auf einem Grundstück mit vorhandenem Zisternensystem im Süden Madabas gezeigt. Anhand der hieraus gewonnenen Ergebnisse können Rückschlüsse für eine Adaption des Wassersystems Jordaniens gezogen werden.

---

1 Ababsa Myriam, Atlas of Jordan- History, Territories and Society, Presses de l'Ifpo Institut francais du Proche-Orient, Beyrouth, 2013, S.417

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

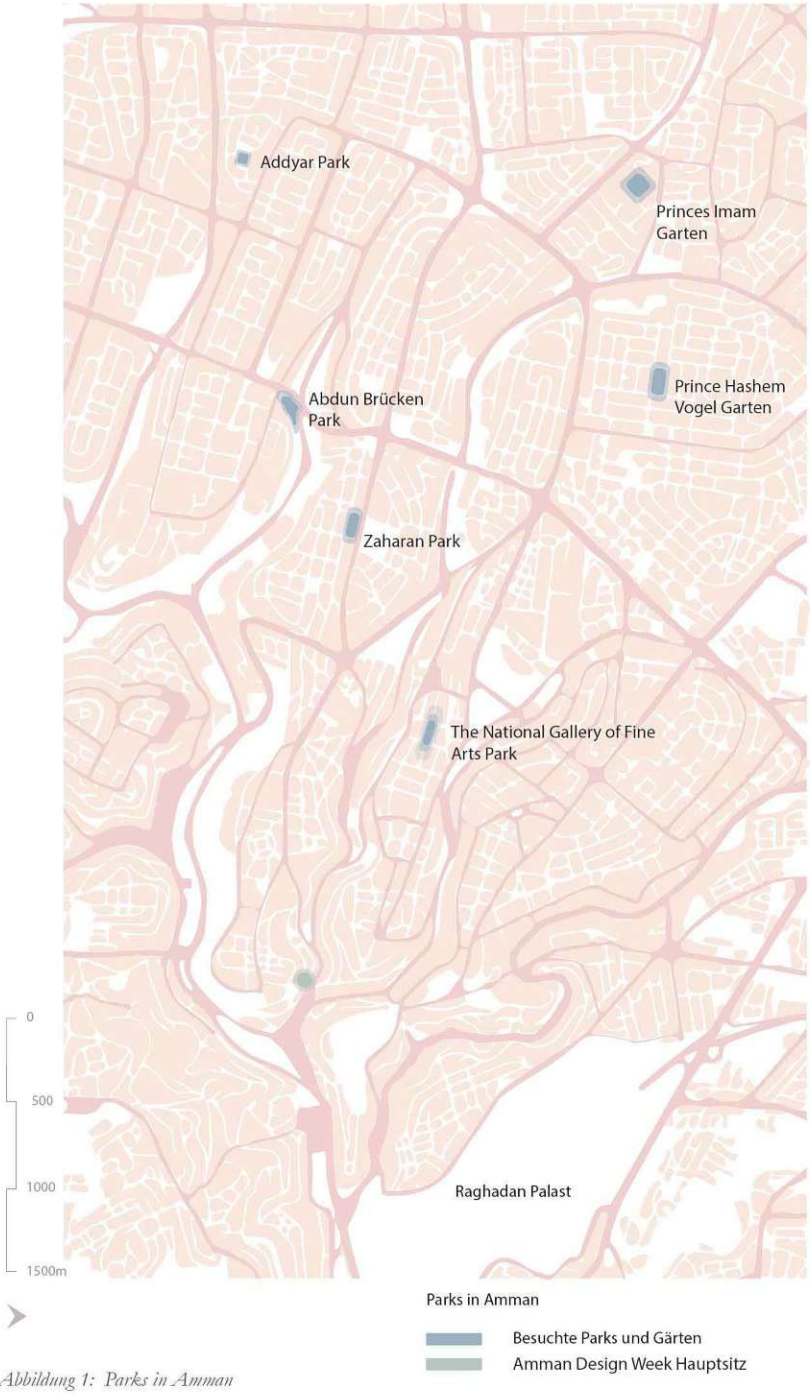


Abbildung 1: Parks in Amman

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.

Ich kannte das Land Jordanien bereits durch private Reisen in die Region. Als Touristin war mein Ausgangspunkt stets die Stadt Amman, in der ich einige Menschen kennen gelernt habe und mir diese Stadt eigens erschließen konnte. Bereits bei meinem ersten Besuch suchte ich aus Gewohnheit Parks auf, um der Hitze und der Lautstärke der Stadt zu entkommen. Die nach europäischem Vorbild erbauten Parks waren jedoch anders als erwartet. Mir fiel auf, wie wenig die Parkstrukturen an die vorhandenen klimatischen Bedingungen angepasst waren. Große Teile der Parks besaßen wenig Flora und waren in einem allgemein schlechten Zustand.

Für mich lag nahe, diese Beobachtung in Verbindung mit den Problemfeldern des Wasserversorgungssystems in Jordanien im Rahmen meiner Masterarbeit aufzugreifen. Amman stellte in meinen Überlegungen einen guten Ausgangsort für die Analyse verschiedener Parkstrukturen dar, weil die Stadt eine hohe Dichte an Grünflächen besitzt (Abbildung 1). Unter den in Betracht gezogenen Parks, konzentrierte ich mich auf den Park der *Jordan National Gallery of Fine Arts*. Der Park wurde 2005 mit dem Ziel saniert, als Musterpark den sparsamen Umgang mit Wasser zu demonstrieren. Seit seiner Sanierung befindet er sich erneut in einer schlechten Verfassung. Zügig erstellte ich eine detaillierte Analyse der Vegetation und sammelte vergleichende Zahlen in anderen Parks, um ein besseres Gefühl der Flora Jordaniens zu erlangen und eine sich selbst versorgende Parkstruktur in Amman zu planen.

Trotzt dieses anfänglichen Fokus, änderte sich mein Vorhaben für die Masterarbeit erheblich. Ein Gespräch mit Saddam Khleifat, dem technischen Leiter im Bereich Wassertechnologie der *USAID*[1] führte zu einem Umdenken. Herr Khleifat war leitender Mitarbeiter in der Erstellung des *National Strategic Wastewater Master Plan*[2] Jordaniens der *International Recources Group (IRG)*[3] und ist ein Experte auf dem Gebiet des jordanischen Wassersystems. Der *National Strategic Wastewater Master Plan* wurde 2013 erstellt und soll dem *Ministry of Water and Irrigation* dabei helfen, zukünftige Investitionen in ihrer Dringlichkeit besser bewerten zu können. Es ist der erste strategische Masterplan, der für ganz Jordanien erstellt wurde und wichtige Studien zur Wasser- und Abwasserwirtschaft sowie Zahlen aus den verschiedenen Gemeinden zusammenträgt und diese durch nationale Kriterien priorisiert und einordnet. Der Investitionszeitraum des Plans gilt bis 2035 und kann somit für diese Masterarbeit herangezogen werden[4].

---

1 USAID ist eine unabhängige Behörde der Vereinigten Staaten, welche Entwicklungsarbeit koordinieren.

2 International Recource Group, Institutional Support & Strengthening Program National Strategic Waste Water Plan, Final Draft Report, USAID, o.O., 2013

3 IRG ist ein internationales Dienstleistungsunternehmen, das Auftragnehmer von Regierungen und internationalen Organisationen ist, die sich auf Energie, Lernen und institutionelle Stärkung, Klima, natürliche Ressourcen und biologische Vielfalt, Wasser und Landwirtschaft konzentrieren.

4 International Recource Group, 2013, S.1

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.

Abbildung 2: Ausgangspunkte in Madaba

Während eines ausführlichen Gespräches überzeugte Herr Khleifat mich, meine bisherigen Ideen zu überdenken. Er machte mich darauf aufmerksam, dass Ammans Wasser- und Abwassersystem im Vergleich zu anderen Städten Jordaniens sehr gut ausgestattet sei, weswegen eine Untersuchung Ammans anhand des Masterplans wenig erfolgsversprechend sei. Allerdings betrachtet der Masterplan auch Regionen wie Madaba oder Balqua, in welchen die Infrastruktur für Wasser und Abwasser weniger gut ausgebaut ist. Für mich bedeutete dies größere Freiheit in Hinblick auf einen Entwurf. Die bis dahin durchgeführten Parkanalysen können teilweise als Referenzobjekte beibehalten werden und verlieren nicht ihren Nutzen. Der aussagekräftigste Park war der *National Gallery of fine Arts Park*, da es sich bei ihm um einen renovierten Park handelt, der ein Musterpark für sparsamen Umgang mit Wasser darstellt.

Mir blieb eine Woche Zeit, zu den beiden Regionen zu recherchieren. Bei der Auswahl der passenden Region nahm ich den schon genannten *National Strategic Wastewater Master Plan* Jordaniens zur Hilfe, sowie die breite Lektüre des *American Center of Oriental Research (ARCOR)*[5]. Letztlich entschied ich mich für die Stadt Madaba als neuen Projektort. In meiner Recherche fiel mir der Artikel von Banks und Zerbini[6] auf, welcher sich mit der neu gebauten Ringstraße Madabas und deren Einfluss auf historische Strukturen beschäftigte. Ich stellte fest, dass ein Großteil der im Artikel beschriebenen Kulturgüter historische Zisternen waren, die nicht mehr genutzt wurden und in Gefahr waren, durch die Ringstraße beschädigt zu werden. Meine Überlegung war, diese vorhandenen Strukturen aufzusuchen und auf die Möglichkeit einer erneuten Nutzung zu untersuchen. Hiermit könnte das ursprüngliche Thema eines wassersparsamen Konzeptes wieder aufgegriffen und durch ihren Standort am Stadtrand die Planung eines Parks möglich werden. In Folge des Artikels *The Madaba Ring Road* entwarf ich einen Plan (Abbildung 2) möglicher archäologischer Funde, deren Bestehen ich überprüfen wollte. Dabei konzentrierte ich mich insbesondere auf alte Zisternen, welche den Plänen nach am Stadtrand angesiedelt waren.

Im Süden Madabas in Al Ulama´a fand ich ein altes, noch existentes Gebiet mit Zisternen[7]. Die Eigentümer:innen des Landes nutzten die Zisternen vor der neuen Bebauung als Viehtränken und für die Landwirtschaft. In den letzten zwanzig Jahren kam es zu einem erheblichen Bevölkerungszuwachs[8], aufgrund dessen das vormals eigenständige Gebiet Al Ulama'a eingemeindet und bebaut wurde. Bei der Schaffung neuen Wohnraums werden die alten Zisternen oft überbaut oder zerstört, da sie als Gefahrenquelle für Kinder und Tiere angesehen werden[9]. Durch die Verdichtung der Bebauung nimmt gleichsam die Qualität des Wassers ab, wodurch die Nutzung der Zisternen nicht mehr möglich ist.

---

5 ARCOR: American Center of Research ist ein amerikanisches Non- Profit Forschungsinstitut, welches die Forschung in Jordanien durch Stipendienprogramme für Wissenschaftler und Studenten unterstützt

6 Banks Rebecca, Zerbini Andrea, The Madaba Ring Road, Jordan. Evidence of cultural heritage assets from remote imagery in the Madaba hinterland, EAMENA university of Oxford, Oxford, 2015

7 In Abbildung 2 mit dem Sternsymbol 2 gekennzeichnet

8 Siehe hierzu Kapitel 3.2.1

9 Same, Intervien, Madaba, 27.Juli 2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Bei Ausflügen in die nähere Umgebung stellte sich heraus, dass viele Zisternen heute noch in Verwendung sind und somit das Wissen um den Nutzten dieser vorhanden ist. Das durch eine Revitalisierung potenziell gewonnene Wasser kann auch in urbanen Kontexten nutzbar gemacht werden. So entwarf ich einen ersten Plan, das Wasser der Zisternen auch für Grünflächen und Parks nutzbar zu machen. Durch eine effiziente Nutzung von anderen Wasserqualitäten könnte der Wasserknappheit in Bezug auf die Nutzung von Trinkwasser für öffentliche Bereiche effektiv begegnet werden.

Abbildung 3: Gebäude Al Ulama`a, Madaba

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

2.1 Methodik

Um herauszufinden, inwieweit die Integrierung dezentraler Systeme in öffentliche Räume die Wasserarmut Jordaniens verbessern kann, führte ich eine qualitative Feldforschung sowie eine Literaturrecherche durch. In meinem dreiwöchigen Aufenthalt in Amman konzentrierte ich mich auf vorhandene Parkstrukturen und deren Wasserversorgung. Anhand dieser versuchte ich allgemeine Informationen über die Wasserversorgung des Landes abzuleiten. Für die Zeit vor Ort kam ich bei einer befreundeten Familie unter und hatte die Erlaubnis, im Büro der *Amman Design Week* und in den Räumlichkeiten von *Takween*[10] arbeiten zu dürfen. Von hier aus konnte ich mich innerhalb der Stadt bewegen und meine anvisierten Parks zu unterschiedlichen Tageszeiten besuchen.

Bei der verwendeten Literatur stieß ich schon zu Anfang auf das Problem an aktuelle Zahlen und Forschungsergebnisse zu gelangen. Besonders im Bereich der staatlichen Erhebungen war es schwierig, aktuelle Zahlen zu erhalten. Deshalb waren neben den offiziellen Quellen der Ministerien[11] auch Websites wie die von *Worldbank*[12] und die der österreichischen Wirtschaftskammer[13] sehr hilfreich, um fehlende Daten zu ergänzen. Viele Informationen konnte ich durch Gespräche mit den betreffenden Personen vor Ort herausfinden. Ich hatte unter anderem die Möglichkeit, mit einem leitenden Mitarbeiter der Organisation *USAID* zu sprechen, welcher mir hilfreiche Informationen und Verweise zu passender Lektüre gab. Besonders wichtig zur Themenfindung war der von *USAID* mitverfasste *National Strategic Wastewater Master Plan* Jordaniens[14] der *International Recources Group (IRG)*, sowie die Arbeit von Banks und Zerbini *The Madaba Ring Road*[15], welche mich auf Madaba und den Standort in Al Ulama`a aufmerksam machten.

Ein zu Anfang meiner Reise geplantes Interview mit Besichtigung der Demonstrationsanlage zur Abwasseraufbereitungsanlage in Fuheis konnte nicht stattfinden. Jedoch hatte ich die Möglichkeit, mit der Familie zu sprechen, welcher das dem Entwurf zugrunde liegende Land gehört. Da es sich um nicht formelle Gespräche im Familienumfeld mit mehreren Unterbrechungen handelte, war es nicht möglich, diese aufzunehmen. Dadurch entstanden zwei Gesprächsprotokolle der geführten Interviews mit Faheis[16] und seinem Bruder Same[17], welche für mich sehr aufschlussreich waren.

---

10 Takween Programm des Goethe Instituts Jordanien für junge Designer und kreative Unternehmer, mit dem Ansatz der Fort- und Weiterbildung
11 https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/OpenDataMain/OpenDataUser/#/manageDataSets, Stand 08.03.2021
12 https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan/climate-data-historical%20%20, Stand 25.05.2020
13 http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien.pdf, Stand 27.05.2020
14 International Recource Group, 2013
15 Banks Rebecca, Zerbini Andrea, 2015
16 Faheis, Interview, Madaba, 25.Juli 2019
17 Same, Interview, Madaba, 27.Juli 2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.
TU Bibliothek, Your knowledge hub WIEN

3 Jordanien im Kontext

Im folgenden Kapitel wird Jordanien vorgestellt, mit dem Schwerpunkt auf das Wassersystem des Landes. Des Weiteren wird ein Blick auf noch kommende Entwicklungen und die damit einhergehenden Herausforderungen geworfen. Im Detail werden Bevölkerungswachstum, Klima sowie die Vegetation des Landes besprochen, um Auswirkungen auf das Wassersystem einschätzen zu können.

3.1 Wassersystem

Jordanien gilt als eines der sieben wasserärmsten Länder der Welt[1]. Durch sinkende Regenfälle und eine stetig steigende Bevölkerung, spitzt sich die Wasserarmut in Jordanien gleichsam zu. Das starke Abpumpen von Grundwasservorräten führt dazu, dass einige unterirdische Quellen fast gänzlich versiegt sind[2]. Wasserbecken, wie das Azraq-Becken im Osten des Landes sind so weit abgepumpt, dass immer tiefere Brunnen gebaut werden müssen. Das Land um diese herum versalzt und wird unbrauchbar, durch ein falsches Bewässern des Bodens. Des Weiteren werden verstärkt fossile Wasserressourcen, wie zum Beispiel der Disi-Grundwasserspeicher angezapft, welche nach dem Abpumpen für immer verloren sein werden[3]. Diese staatliche Praxis zeigt, weshalb Jordanien außerordentlich vom sogenannten *„Wasserstress“*[4] betroffen ist. Nach den Richtlinien der UNESCO ist ein Land dann von *Wasserstress* betroffen, wenn die Entnahmemenge 40 % der Ressourcen der Wasserquelle übersteigt, oder wenn das Land ein Budget von weniger als 1.700 m³ an erneuerbaren Wasserressourcen pro Kopf und pro Jahr besitzt. Liegt das Budget unter 500 m³ pro Person pro Jahr spricht man von einer *„absoluten Wasserknappheit“*[5] . In Jordanien liegt diese Zahl bei 123 m³ pro Kopf, pro Jahr[6]. Man kann also von einer *absoluten Wasserknappheit* ausgehen. Im Vergleich hierzu liegt das Wasser-Budget Österreichs für erneuerbare Wasserressourcen pro Person pro Jahr bei 9.093 m³ [7]. Dies zeigt deutlich den Zustand jordanischer Wasserressourcen und den Ernst der Lage.

In ganz Jordanien kommt es besonders in den Sommermonaten zu Wasserrationierungen. In den meisten größeren Städten des Landes bekommen die Stadtteile einen bestimmten Tag zugeordnet, an dem die Wasserleitungen von der Regierung geöffnet werden. Die Bewohner:innen haben dann

---

1 https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019
2 https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=jordaniens-wasserwirtschaft-unter-druck,did=2159436.html, Stand 27.03.2019
3 Gebhard Thomas, Jordanien – Wasserarmut in einer instabilen Region, in: Wasser- Kooperationen und Konflikte um die Ressource der Zukunft, Argumente und Materialien der Entwicklungszusammenarbeit Nr.14, Susanne Luther (Hrsg.), Hanns-Seidel-Stiftung, München, 2015, S.12
4 https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019
5 https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019
6 https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019
7 https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019

meist 24 Stunden Zeit ihre Wasserspeicher für die nächste Woche aufzufüllen. Je nach Ausstattung des Hauses können dann eine bestimmte Anzahl an Litern gespeichert werden.

Zukünftig ist eine Wasserentsalzungsanlage im Roten Meer geplant, welche mit Kanälen Wasser in das gesamte Land und auch ins Tote Meer pumpen soll[8]. Projekte, wie dieser *Tote-Meer-Kanal* zeigen, dass Jordanien andere Wasserquellen in Betracht zieht und in Zukunft vom Abpumpen des Grundwassers Abstand nehmen möchte. Jedoch sind diese Großprojekte zeit- und kostenintensiv und können meist nicht die gesamte Nachfrage abdecken. Importiertes Wasser und Wasser aus Großprojekten verzerren die Menge an verfügbarem Wasser. Hierdurch werden wichtige Maßnahmen, die in die Breite gehen, hinausgezögert. Im Falle Jordaniens wäre das eine bessere Wasserwiederaufbereitung, Aufklärungsarbeiten und das Implementieren von Regenwasser. Die Praxis des Abpumpens von Grundwasser führt dazu, dass jährlich der Grundwasserspiegel in den Hauptgrundwasserleitern um zwei Meter sinkt, während der Rückgang in einigen schon erschöpften Gebieten 5 bis 20 Meter pro Jahr erreicht[9]. Auswertungen des *Ministry of Water and Irrigation* zeigen, dass im Zeitraum von 2007 bis 2017 die Anzahl von legalen, wie illegalen Brunnen stetig steigen. Wobei die Anzahl von illegalen Brunnen sich versechsfacht hat, während legale Brunnensysteme nur um den Faktor 1,4 gestiegen sind[10]. Dieser Anstieg illegaler Brunnen zeigt, dass Wasser innerhalb dieser Zeit durch seinen Mangel wertvoller geworden ist.

Im Jahr 2017 bestanden die Wasserressourcen Jordaniens aus 59 % Grundwasser, 27 % Oberflächenwasser und zu 14 % aus gereinigtem Abwasser[11]. Daraus kann geschlossen werden, dass es einen großen Handlungsbedarf in den Sektoren Oberflächenwasser und Abwasser gibt.

Das Oberflächenwasser-Budget für 2017 zeigt, dass von 8165 hm^3 Regenwasser, 93 % durch Verdunstung verloren gehen. Dies entspricht 7636 hm^3. Nur 362 hm^3 können zur Anreicherung des Grundwassers genutzt werden. Die restlichen 167 hm^3 führen zu Überschwemmungen[12]. Diesem Trend muss entgegengearbeitet werden, da Jordanien exzessiv Grundwasser abpumpt und erheblich auf importiertes Wasser angewiesen ist. Die Regierung beabsichtigt neue Gesetze, mit welchen sie festlegen will, dass neu gebaute Häuser zum Sammeln von Regenwasser verpflichtet werden. Es ist jedoch zu befürchten, dass eine Umsetzung dieses Gesetzesvorhabens schwierig wird[13], weil hierdurch die Verantwortung auf Privatpersonen übertragen wird, deren finanzielle Mittel in der Regel begrenzt sind. In der Realität werden nur sehr wenige Oberflächen zur Sammlung von Regenwasser genutzt, was in einem starken Kontrast zum historischen Zisternensystem steht. Diese alternative Art von Wasserbeschaffung wird aktuell in zu wenigen Projekten umgesetzt. Dabei wäre

---

8 Denny Elaine, et al., Sustainable Water Strategies for Jordan, Gerald R. Ford School of Public Policy University of Michigan, Michigan, 2008, S.9
9 Ministry of Water and Irrigation, Jordan Water Sector Facts and Figures, Directorate of Media and Water Awareness, Amman, 2017, S.21
10 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.14
11 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.11
12 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.6
13 Denny Elaine, et al.., 2008, S.15

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

eine Einbindung dieser Art von Wasserbeschaffung möglich, wie der *National Gallery of fine Arts* Park in Amman zeigt[14]. Der Park wird dafür genutzt, der Bevölkerung einen sparsamen Umgang mit Wasser beizubringen. Die Art der passiven Wasserbeschaffung durch Zisternen, kann zusätzlich durch die wieder Inbetriebnahme alter großer Zisternen nähergebracht werden. Ein Beispiel für ein gescheitertes Projekt ist die Zisterne in Zizia. Es handelt sich bei diesem Reservoir um eine große römische Zisterne, gelegen am Desert Highway, zwischen Queen Alia International Airport und Madaba. An dieser Straße wurden schon zur Zeit der Umayyaden Dynastie große Bauwerke errichtet, um Pilger:innen und Reisende zu versorgen. Zizia scheint eine Zisterne zu sein, welche zu solch einer Struktur gehört haben könnte. Der Highway ist auch heute noch die wichtigste Straße des Landes und verbindet den Norden mit dem Süden. P.M. Bikai erwähnte in seinem Vortrag *Madaba´s Water System* in Wadi Musa 1999 die Entwicklung der Zisterne[15]. USAID finanzierte dieses für sie erste archäologische Projekt in Jordanien und renovierte die Zisterne, um sie nutzbar zu machen. Sie wurde für Jahre verwendet, erfuhr ab den frühen 1990er-Jahren eine fortschreitende Vernachlässigung, bis sie nur noch als Müllhalde diente.

Abbildung 4: Wassertanks für ein Wohngebäude in Amman

---

14 http://www.csbe.org/may-2005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

15 Bikai P.M., Madaba´s Water System, Men of Dikes and Canals: The archaeology of water in the Middle East; international symposium held at Petra 1999, Marie Leidorf GmbH, Wadi Musa Jordanien, 2004, S.232

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

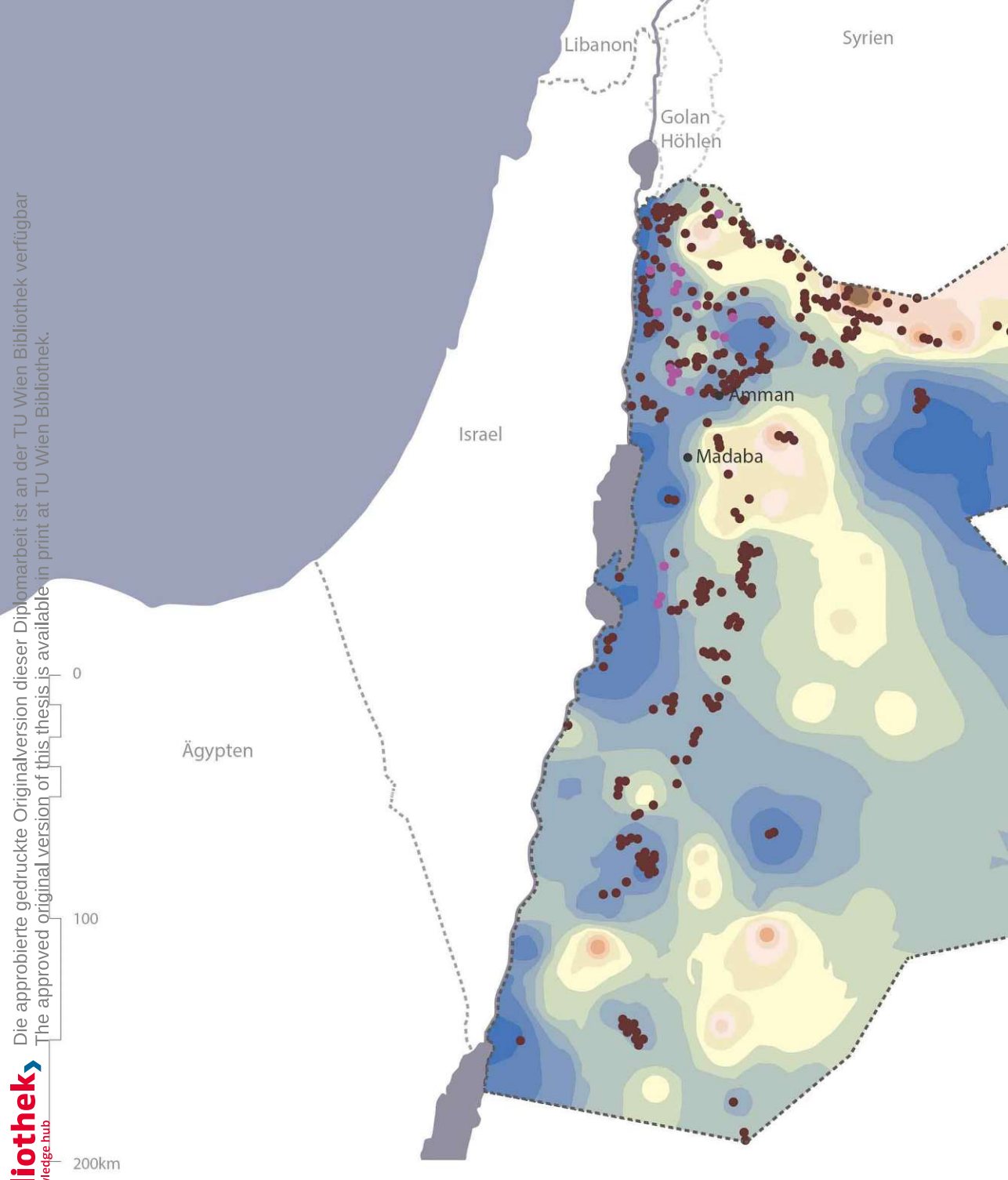
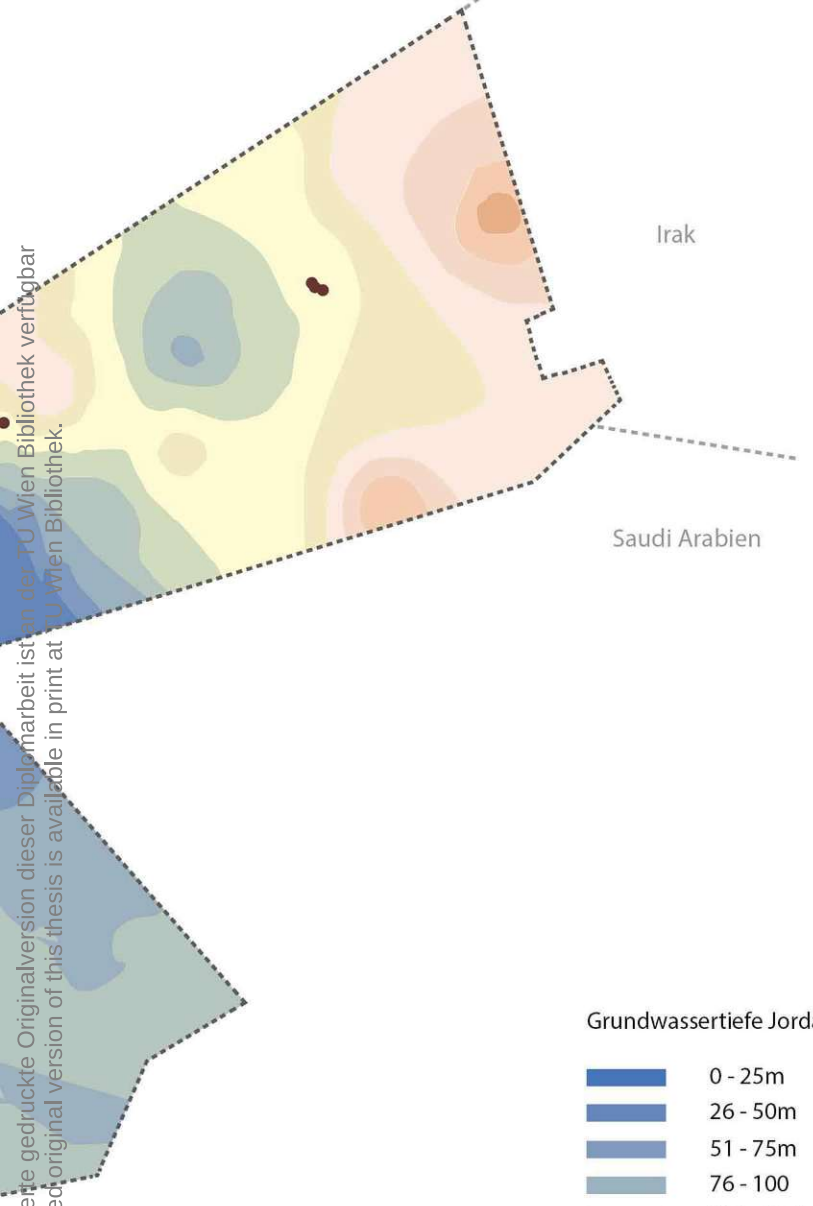


Abbildung 5: Grundwasserspiegel und Wasserressourcen in Jordanien

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN



Grundwassertiefe Jordanien

- 0 - 25m
- 26 - 50m
- 51 - 75m
- 76 - 100
- 101 - 125m
- 126 - 150m
- 151 - 175m
- 176 - 200m
- 201 - 225m
- 226 - 250m
- 251 - 275m
- 276 - 300m
- 301 - 325m
- 326 - 350m

Ab 2000 jährlich minus 1m

Wasserrecourcen

- Brunnen
- Quellen

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

P.M. Bikai erwähnte in seinem Vortrag auch, dass es zur Zeit seines Vortrages wieder Bemühungen einer weiteren Renovierung gab. Es ließ sich für diese Arbeit nicht herausfinden, ob diese Bemühungen in die Tat umgesetzt wurden. Zizia oder auch Al Jizah genannt, wird seit 1968 als Flüchtlingscamp für vertriebene Beduinen und Beduininnen aus den jordanischen Gebieten des sechs Tage Krieges genutzt. Seither sind die temporären Zelte Gebäuden gewichen. Es gilt jedoch noch bis heute als das am geringsten entwickelte Camp Jordaniens[16]. Diese Umstände könnten ein Grund sein, warum ein eigentlich zukunftweisendes Projekt wie die Zisterne in Zizia in Vergessenheit gerät und nicht mehr gepflegt wird. Leuchtturmprojekte brauchen einen Stellenwert im Alltag der Bevölkerung, um zu bestehen und angenommen zu werden.

Der Abwassersektor befindet sich in Jordanien in einem stetigen Wachstum. Seit 2007 ist das Volumen des gereinigten Abwassers um 40 % gestiegen[17]. Jedoch ist dieser Sektor immer noch stark ausbaufähig. In ganz Jordanien lag 2017 die Zahl der Personen, die an das Abwassersystem angeschlossen sind bei 65 %[18]. Dies liegt unter anderem daran, dass der Ausbau der Netze nur langsam vorangeht. Die jordanische Regierung schafft es auch in großen Städten wie Amman oder Madaba, nur eine gewisse Anzahl von Haushalten an das öffentliche Abwassersystem anzuschließen. Das Wassersystem ist erst seit ca. 30 Jahren in Jordanien etabliert und muss deshalb immer weiter ausgebaut werden. Kleinere Siedlungen, welche eine Population unter 5.000 Personen haben, werden hier ausgenommen, da sich der Aufwand nicht lohnt[19]. Besonders für die Menschen in diesen Regionen ist der Zu- und Abfluss von Wasser relevant. Das jetzige Abwassersystem benötigt darüber hinaus weitgreifende Erneuerungen. Dies wird am Beispiel der Abwasseranlage von Madaba ersichtlich. Die gebaute Kapazität liegt 2017 bei 7600 m³ / Tag, während die aktuelle Kapazität bei 7388 m³ / Tag liegt[20]. Die erforderliche Leistung übersteigt demnach die geplante Leistung bereits jetzt. Wenn bedacht wird, dass aktuell nur 65 % der an das Wassersystem angeschlossenen Bürger:innen auch einen Anschluss an das Abwassersystem haben, müsste bei einem flächendeckenden Abwassersystem die Anlage um 3.978,15 m³ / Tag[21] vergrößert werden. Dieser Ausbau ist bis zu diesem Zeitpunkt jedoch nicht geplant. Bereits 2013 wurde ein Anstieg der Population Jordaniens von 55 % in dem Zeitraum zwischen 2012 bis 2035 prognostiziert[22]. Dieser Anstieg wurde jedoch schon 2019 mit einem Wachstum von 59 %[23] überschritten. Dieses Zahlenspiel zeigt, dass im Wasser- und Abwassersektor Jordaniens ein Handeln und Umdenken gefragt ist.

---

16 https://www.unrwa.org/where-we-work/jordan/talbieh-camp, Stand 03.01.2022
17 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.16
18 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.18
19 International Recource Group, Institutional Support & Strengthening Program National Strategic Waste Water Plan, Final Draft Report, USAID, a.O., 2013, S.1
20 Ministry of Water and Irrigation, 2017, S.17
*21 Berechnung: 7388m³/Tag = 65%; ??m³/Tag = 35%; (7.388m³/Tag / 65) *35= 3.978,15m³/Tag*
22 International Recource Group, 2013, S.2
23 Berechnung Bevölkerungswachstum: (2012) 6.338.000/ (2019) 10.070.000= 1,588 ≈ 59%

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

3.1.1 Zwischenergebnis

Neben der Erweiterung der großen zentralen Systeme für Wassertransport, Wassergewinnung und Abwasseraufbereitung muss auch an eine Implementierung von dezentralen Systemen gedacht werden. Das erwirtschaftete Wasser sollte wieder in kleinen Kreisläufen zusammengeschaltet werden können, um einen Mehrwert für die Bevölkerung zu haben. Abgeschöpftes Oberflächenwasser kann zur Bestellung von Agrarflächen oder zur Begrünung von Stadtflächen eingesetzt werden.

Die Abstimmung der unterschiedlichen zentralen Wasser- und Abwasserprozesse ist jedoch äußerst komplex und besitzt auch eine politische Komponente. Dies macht es zu einer Arbeit, die auf Regierungsebene stattfinden muss und somit in meiner Arbeit nicht behandelt werden kann.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

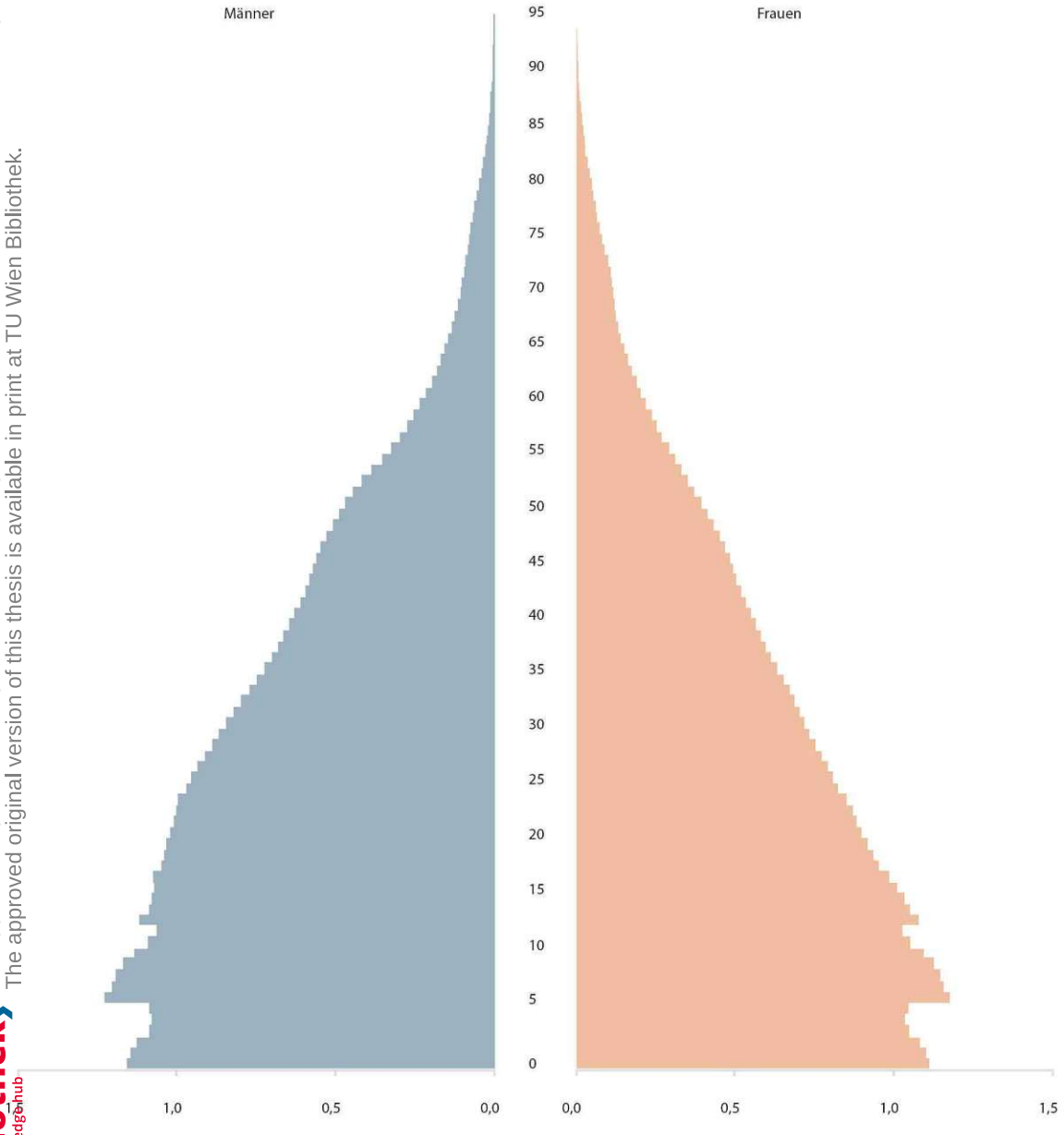


Abbildung 6: Bevölkerungspyramide Jordanien

3.2 Entwicklungen und Herausforderungen

Die geschilderten Probleme, könnten sich aufgrund verschiedener Entwicklungen in Zukunft verschärfen. Wie bereits aufgezeigt, können wichtige Infrastrukturen die Erfordernisse einer modernen Gesellschaft in Jordaniens Städten kaum bewältigen. Hinzu kommen Entwicklungen, welche ich im Folgenden vorstellen werde, die sich negativ auf das Wassersystem auswirken können. Dazu gehören das Bevölkerungswachstum, der globale Klimawandel sowie eine fortschreitende Desertifikation des Landes, welche Auswirkungen auf die Vegetation hat. Der aufgezeigte Investitionsstau im Wassersystem des Landes macht eine flächendeckende und nachhaltige Wasserversorgung schleppend und kostenintensiv.

3.2.1 Bevölkerung

Jordanien hatte 2019 eine Bevölkerung von 10,07 Millionen Menschen[24]. Im Vergleich zu vielen westeuropäischen Ländern deutet die Altersstruktur auf eine junge Gesellschaft hin. Wie in der Bevölkerungspyramide in Abbildung 6 ersichtlich wird, sind 62,8 % der Bevölkerung der Altersgruppe der 15-65-Jährigen zuzuordnen.

Durch die starke Landflucht leben 91,2 % der Bevölkerung in den Städten Jordaniens. Eine besonders große Dichte herrscht im Nordwesten des Landes, da hier viele große und mittelgroße Städte liegen und das Klima angenehmer ist, als in den Saharo-mediterranen Gebieten im Osten und Süden des Landes. Ein wichtiger Faktor für die Landflucht scheint auch die Ressourcenarmut Jordaniens zu sein, welche das Leben in ländlichen Regionen unattraktiv erscheinen lässt. Auch der Zuzug von 100.000 bis 300.000 palästinensischen Geflüchteten ab 1948 und 1967[25], die sich größten Teils in der Region zwischen Amman und Zarqua niederließen, führte dazu, dass sich städtische Gebiete weiter vergrößerten. Die Konzentration von Universitäten, Krankenhäusern und kulturellen Zentren, besonders in der Hauptstadt Amman[26], führt zu einer anhaltenden Zentralisierung des Landes. Wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt, wurde 2013 von einem Gesamtbevölkerungswachstum von 55%, im Zeitraum von 2012 bis 2035 ausgegangen[27]. Die Zahlen von 2019 zeigen jedoch, dass die damals erwartete Anzahl von Einwohner:innen im Jahr 2035[28] schon 2019[29] überschritten wurde. Das starke Bevölkerungswachstum ist somit in einer noch kürzeren Zeit von statten gegangen, als

---

24 WKO, Länderprofil JORDANIEN, Abteilung für Statistik, April 2020, S.3 http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien.pdf, Stand 27.05.2020
25 Ababsa Myriam, Atlas of Jordan- History, Territories and Society, Presses de l'Ifpo Institut francais du Proche-Orient, Beyrouth, 2013, S.385
26 Ababsa Myriam, 2013, S.384
27 International Recource Group, 2013, S.2
28 9.902.325 Einwohner:innen
29 10.070.000 Einwohner:innen

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

erwartet. Das Bevölkerungswachstum für 2019 beträgt 2 % zum Vorjahr[30]. Im Vergleich hierzu lag das Bevölkerungswachstum Österreichs 2019 bei nur 0,45 %[31]. Grund für das starke Wachstum ist nicht nur die Fertilitätsrate von 3,1 Kindern je Frau, sondern auch die anhaltende Zuwanderung von Geflüchteten aus Nachbarländern, wie Palästina, dem Irak oder Syrien. Jordanien ist in der Region eines der sichersten Länder und konnte diesen Status über lange Zeit, bis Heute halten.

Prognosen schätzen, dass bis 2025 eine Gesamtbevölkerung von 10,6 Millionen[32] erreicht werden könnte. Ein anhaltender Anstieg der Population bedeutet für den Wassersektor Jordaniens damit gleichzeitig eine erhöhte Wassernachfrage. Siedlungen und Städte werden sich vergrößern und das schon oben beschriebene Wassersystem wird weiter stark in Anspruch genommen. Hierauf können moderne, dezentrale Wassersysteme einen entscheidenden Einfluss nehmen. Eine effizientere Nutzung des Trinkwassers kann durch das Nutzen von qualitativ minderwertigerem Regenwasser in anderen Bereichen, möglich werden.

---

30 WKO, Länderprofil JORDANIEN, Abteilung für Statistik, April 2020, S.3 http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien.pdf, Stand 27.05.2020

31 https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19292/umfrage/gesamtbevoelkerung-in-oesterreich/#professional; Stand 27.05.2020

32 https://www.ceicdata.com/de/indicator/jordan/forecast-population, Stand 09.03.2021

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

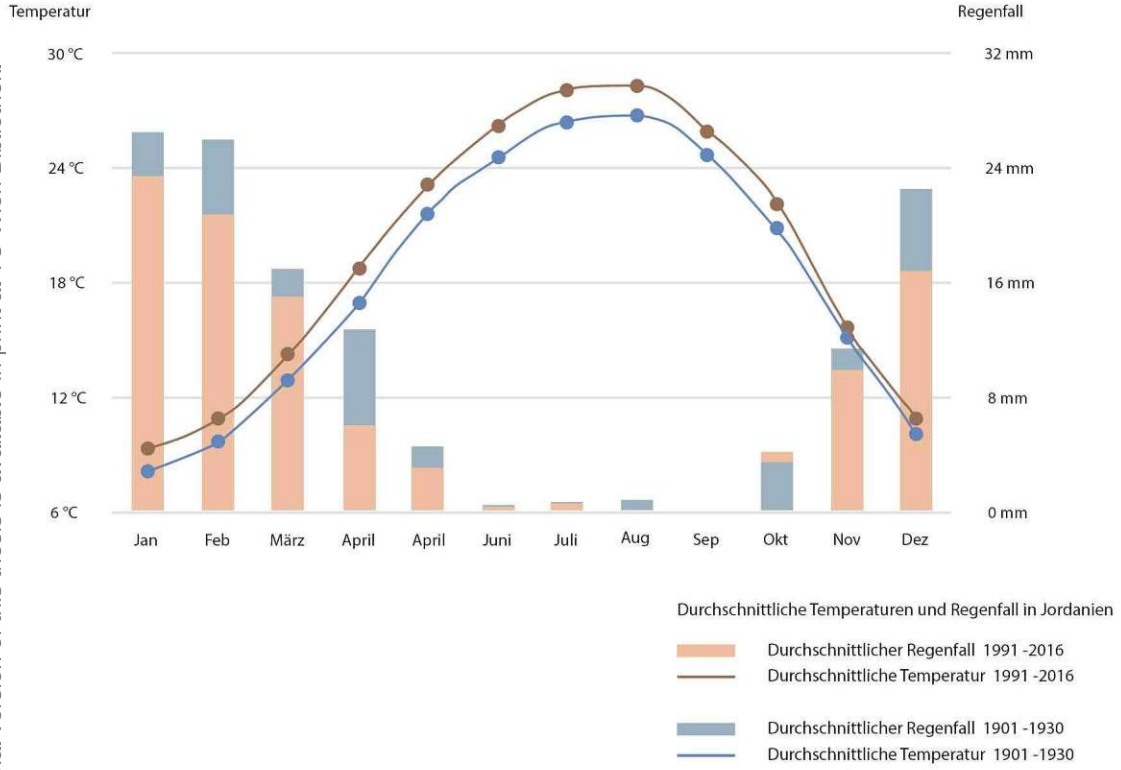


Abbildung 7: Durchschnittliche Temperaturen und Regenfall in Jordanien

3.2.2 Klima

Jordanien hat zu großen Teilen ein Arides- bis Saharo- mediterranes Klima. Dieses zeichnet sich durch milde und regnerische Winter sowie heiße Sommer aus. Mit neun bioklimatischen Regionen existieren eine Vielzahl von unterschiedlichen Klimazonen, die jeweils unterschiedliche Herausforderungen an ein funktionierendes Wassersystem stellen. Jedoch zeichnen sich alle diese Zonen mit einer Trockenperiode, mit gleichzeitigen Höchsttemperaturen aus[33].

Etwa 75 % des jährlichen Regenfalls fallen in den Wintermonaten an, während in den Sommermonaten nur noch wenig Niederschlag nachzuweisen ist. Das Klima Jordaniens wird auch durch die Winde Sirocco und Chamsin beeinflusst. Es handelt sich hierbei um sehr trockene und staubige Winde, welche zu Temperaturschwankungen von bis zu 15°C führen können. In Abbildung 7 werden die durchschnittlichen monatlichen Temperaturen und Niederschläge Jordaniens der Jahre 1930 und 2016 gegenübergestellt. In der Grafik zeigt sich ein Abfall des durchschnittlichen Niederschlags, während die Temperaturen weiter steigen[34].

Im *UN World Water Development Report 2020* wird auf eine ähnliche Entwicklung hingewiesen[35]. Der Report beschäftigt sich mit der globalen Entwicklung der Wasserbestände unter dem Einfluss des Klimawandels. Es wird besonders darauf verwiesen, dass sich in der Zukunft extreme Wetterlagen weltweit häufen können. Diese Extremlagen können ein vermehrtes Auftreten von Dürren, sowie von Flutkatastrophen bewirken. Die Auswirkungen werden, geographisch betrachtet, nicht gleichmäßig verteilt sein[36]. Besonders gefährdet sind schon vorbelastete Länder, in denen diese Extremwetterlagen ein natürliches Phänomen sind. Die konkreten Auswirkungen für Jordanien sind damit ein vermehrtes Auftreten von Dürren und Flutkatastrophen. Die Temperaturen sind in der Vergangenheit kontinuierlich gestiegen, Regenfälle hingegen in ihrer Häufigkeit sowie Masse gesunken. Diese Phänomene führen dazu, dass bei Regenschauern die Böden für die Menge an Wasser nicht aufnahmefähig sind. Dies kann zu noch stärkeren Flutkatastrophen führen, als sie in Jordanien ohnehin schon vorkommen. Folgeerscheinungen dessen sind Erdrutsche oder Sturmfluten. Auswirkungen auf wichtige Infrastrukturbauten, wie Pipelines oder Wasserreservoirs bleiben nicht aus und können zerstört werden[37]. Wichtiges Regenwasser kann somit weder den Grundwasserspiegel auffüllen noch dem Wasserkreislauf hinzugefügt werden.

---

33 Ababsa Myriam, 2013, S.77
34 https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan/climate-data-historical, Stand: 25.05.2020
35 UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, UNESCO, Paris, 2020, S.15
36 UNESCO, 2020, S.15
37 http://www.jordantimes.com/news/local/floods-damage-water-pipeline-denying-thousands-households-their-weekly-supply, Stand 07.10.2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

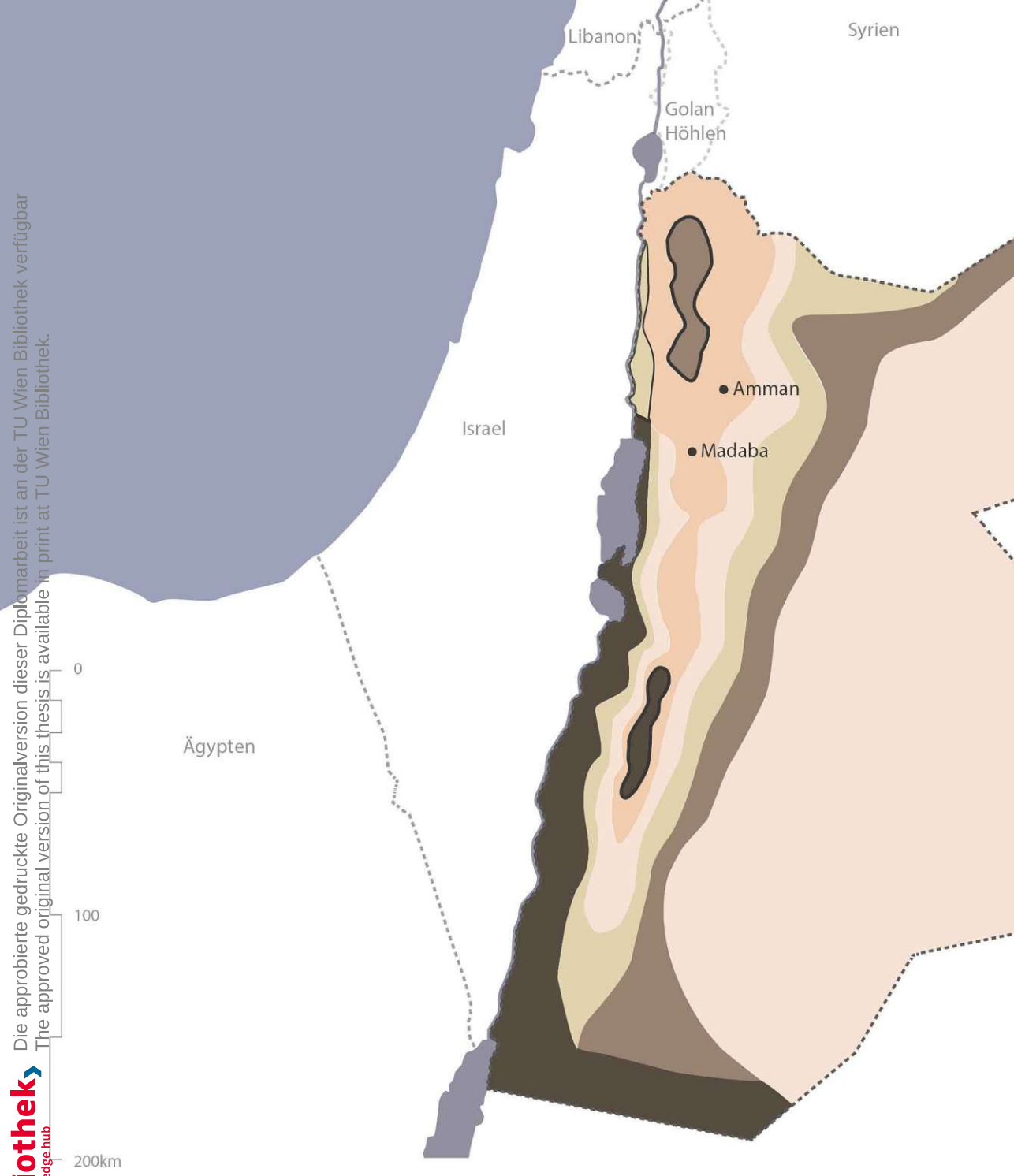
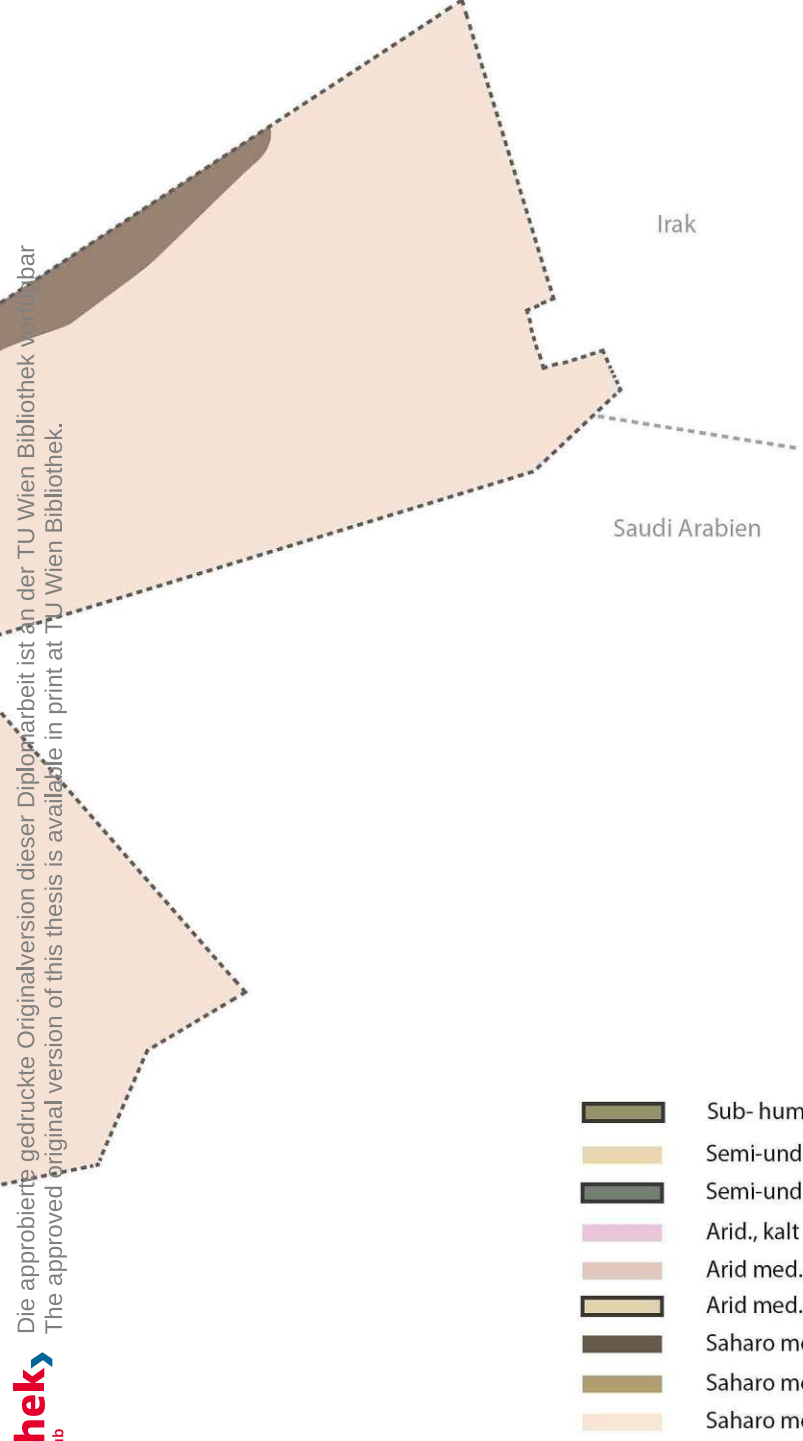


Abbildung 8: Klimazonen Jordanien

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub



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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 9: Agave in Zaharan Park, Amman

3.2.3 Vegetation

Die Vegetation Jordaniens besitzt durch viele unterschiedliche Klimazonen ein weites Spektrum. Es wurden insgesamt 13 Vegetationstypen festgestellt[38]. Mit über 2.600 vaskulären Pflanzenarten, ist Jordaniens Vegetation sehr vielfältig.

Diese Artenvielfalt ist jedoch gefährdet. Im *World Atlas of Desertification*[39] kann ein deutlicher Rückgang der Landproduktivität verzeichnet werden. Wie aus Abbildung 10 ersichtlich wird, kam es in vielen Regionen zu einem Rückgang der *Biomassenproduktion*, innerhalb eines Zeitraums von 15 Jahren (1999-2013)[40]. *Biomassenproduktion* beschreibt in diesem Zusammenhang die erzeugte oberirdische Biomasse in Form von Vegetation in diesen Landstrichen. Ein Rückgang der Biomasse kann ein Indikator für ein Ungleichgewicht in der Bodenqualität sein. Der Rückgang der Landproduktivität in Kombination mit einem hohen Wasserstress ist ein deutliches Zeichen, dass es einen großen Handlungsbedarf in der Bereitstellung von Wasser gibt. Die Gefahr der Desertifikation wird mit steigenden Temperaturen größer. Aber auch Dürren, Überweidung, Bodenverarmung und Zerstörung durch unkontrollierte Zersiedelungen der Städte und falscher Landbewirtschaftung bedrohen die Vegetationsvielfalt. Diese Erkenntnis kann dafür genutzt werden natürliche und vor allem von Menschenhand erzeugte Folgen für die Natur einzudämmen[41]. Mögliche Punkte zur Verbesserung der Lage wären laut Mensching kontrollierte Weidebewirtschaftung, effektive Wassernutzung, und das Schützen von Biotopen, bzw. Planen neuer Biotope sowohl innerhalb als auch außerhalb von Städten[42]. Das Schaffen neuer Biotope kann dabei helfen, Bodenerosionen zu vermeiden und Wasser besser versickern zu lassen. Auch heimische Tierarten finden hier mehr Platz, um sich auszubreiten.

---

38 http://royalbotanicgarden.org/page/flora-jordan, Stand 15.01.2021
39 https://wad.jrc.ec.europa.eu/countryreport, Stand 26.01.2021
40 https://wad.jrc.ec.europa.eu/countryreport, Stand 26.01.2021
41 http://royalbotanicgarden.org/page/overview, Stand 08.06.2020
42 Mensching Horst, Desertifikation: ein weltweites Problem der ökologischen Verwüstung in den Trockengebieten der Erde, Verlag Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1990, S.18-19

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

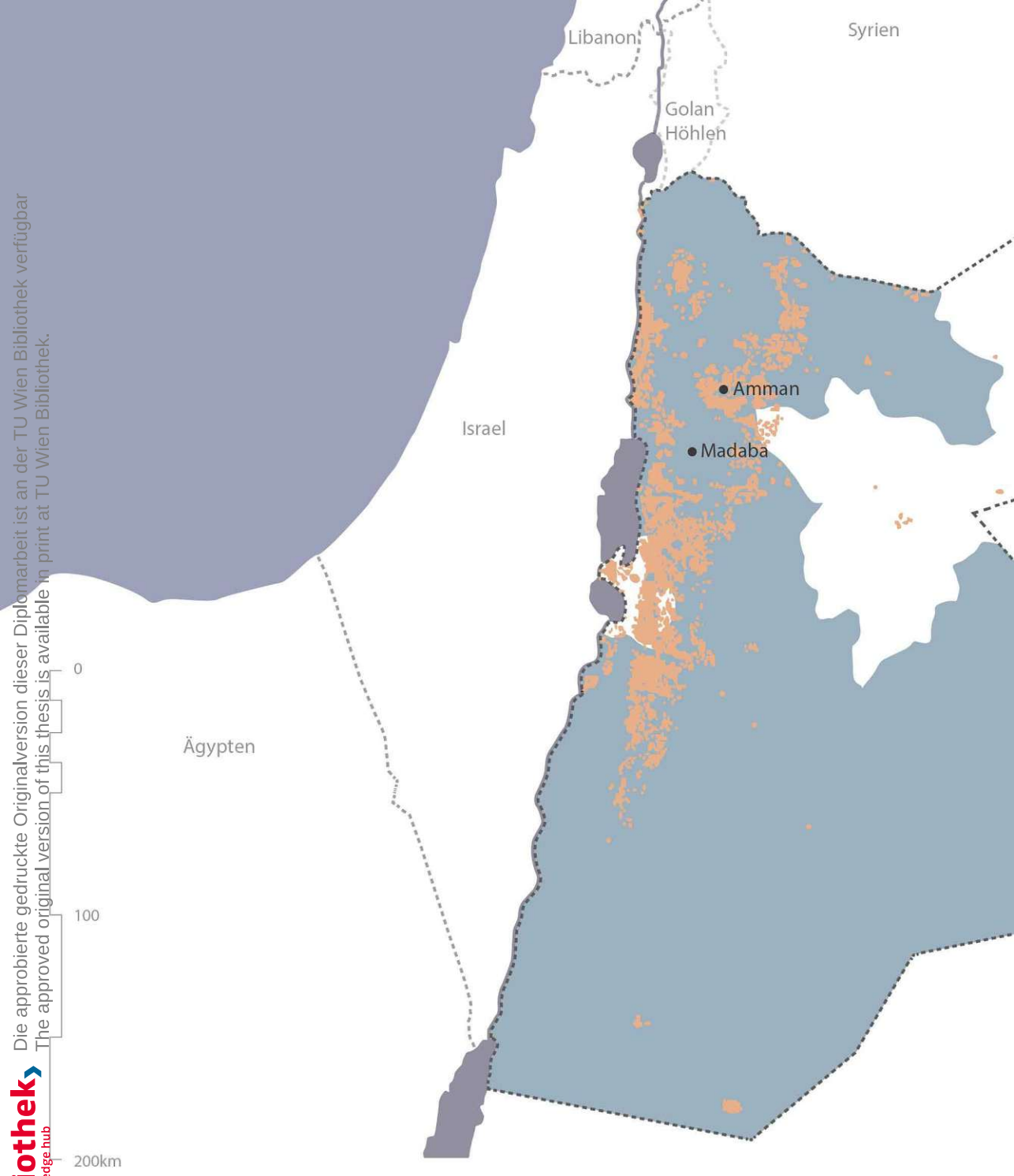


Abbildung 10: Wasserstress und Landproduktivität Jordanien

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

Gebiete mit Wasserstress
Wasserentnahme >40% Wasserressourcen

Sinkende Landproduktivität

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.

3.2.4 Zwischenergebnis

Die Bereiche Bevölkerungswachstum, Klima und Vegetation, auf die ich in diesem Kapitel eingegangen bin, können in Zukunft eine weitere Belastung für bereits bestehende Probleme werden.

Durch eine stetig steigende Bevölkerung, welche sich größtenteils in den Städten des Landes ansiedelt, wird es zu einer weiteren Ausbreitung urbaner Räume kommen. Landstriche, welche zuvor landwirtschaftlicher Nutzung dienten oder Kulturlandschaft waren, werden somit verdrängt. Das Risiko einer Fehlbewirtschaftung der übrig gebliebenen Landstriche und damit verbundenen Desertifikation steigt hierdurch und wird unterstützt durch den allgemein abzulesenden Trend von Extremwetterlagen in Jordanien. Das nicht Nutzen des Oberflächenwassers, wie schon in 3.1 erwähnt und gleichzeitiges Abpumpen fossilen Grundwassers ist keine nachhaltige Lösung der aktuellen Wasserarmut Jordaniens. Durch die in Kapitel 3.2 genannten Entwicklungen wird der Stress auf das jordanische Wassersystem mit der Zeit weiter ansteigen. Das Wassersystem, in seiner aktuellen Form, kann diesen Entwicklungen nicht hinreichend begegnen.

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

3.3 Entwicklungen und Herausforderungen

Die Stadt Madaba wurde, wie beschrieben, der Hauptpunkt meiner Untersuchungen hinsichtlich historischer Zisternensysteme. Daher ist eine zumindest kursorische Einordnung und Erläuterung der historischen, geographischen, klimatischen und vegetativen Gegebenheiten an dieser Stelle sinnvoll.

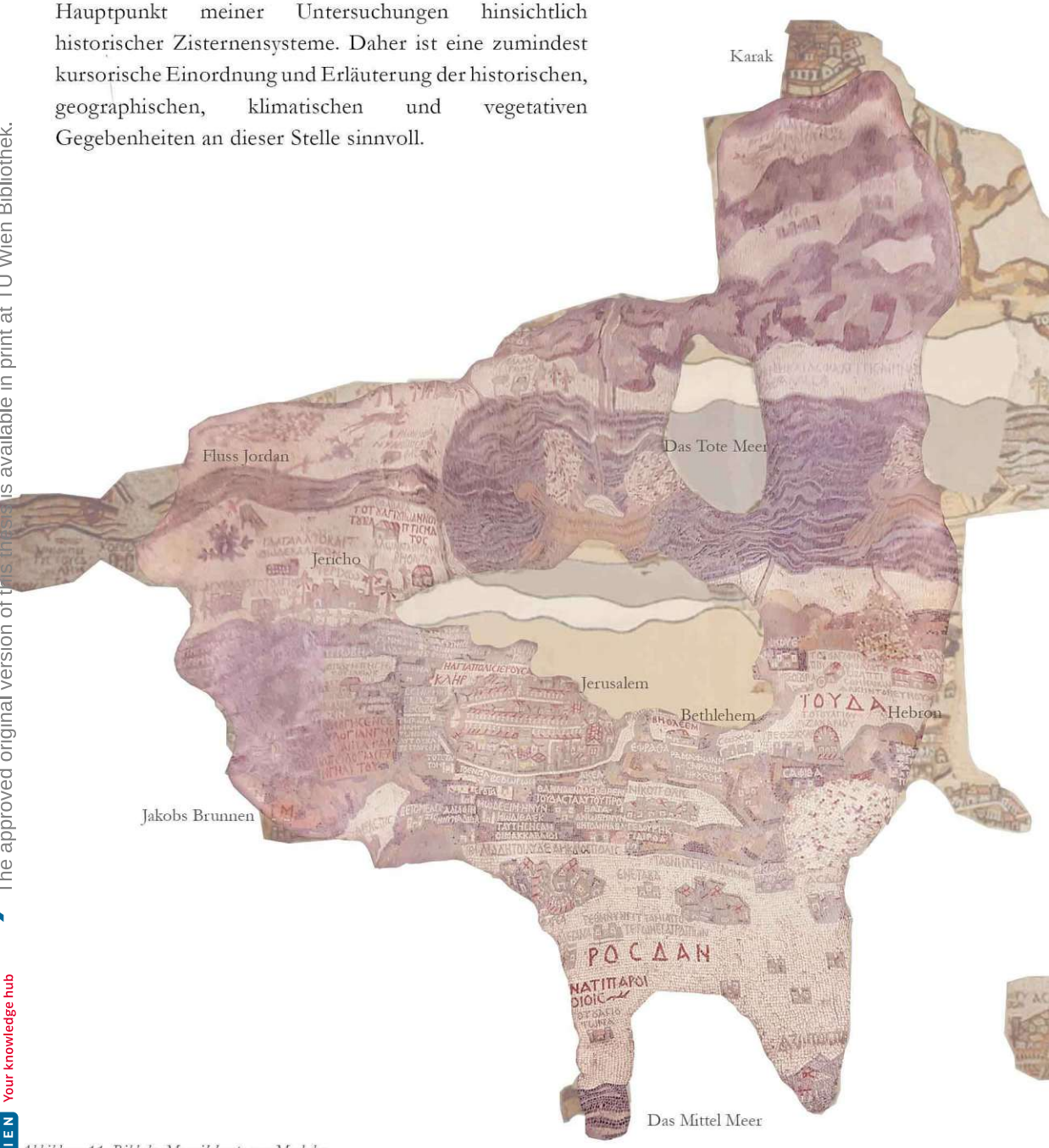


Abbildung 11: Bild der Mosaikkarte von Madaba

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

3.3.1 Geschichte und Entwicklung Madaba

Neben vielen historischen Funden wird Madaba auch in der Bibel unter dem Namen *„Medeba“*[43] mehrfach erwähnt. Die Bibel beschreibt diesen Ort sowohl im Zusammenhang mit Eroberungen als auch die Lage der Stadt[44]. Madaba gehörte einst zu einer Reihe von moabitischen[45] Städten und wurde in der Folgezeit vom amoritischen König Sihon aus Hesbon erobert[46]. Die Siedlungsgebiete der vorherigen Perioden können hingegen nur durch Ausgrabungsfunde lokalisiert werden[47]. In Abbildung 12 werden die zunehmenden und abnehmenden Siedlungsaktivitäten ersichtlich.

Die Funde aus der Bronze-(3.300- 1.200 v. Chr.) und Eisenzeit (1.200- 332 v. Chr.) beschränken sich auf die Akropolis und den Tell Madabas.

St. Lot Kloster

43 Menge Hermann, Die Heilige Schrift, 14. Auflage, Deutsche Bibelgesellschaft, Stuttgart, 2003, 4. Buch Mose/ Num 21:30, S.172
44 Menge Hermann, 2003, Jos 13: 9-16, S.248
45 Moab: Antiker Kleinstaat ca. 13. Jhr. V. Chr. -9. Jhr. V. Chr.. Grenzte im Norden an das Ammonitische Reich.
46 Menge Hermann, 2003, 4. Buch Mose/ Num 21:30, S.172
47 Harrison Timothy, Article History of Madaba, aus Madaba : cultural heritage, ed. by Patricia Maynor Bikai ,ACOR, Amman, 1996, S.19-23

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

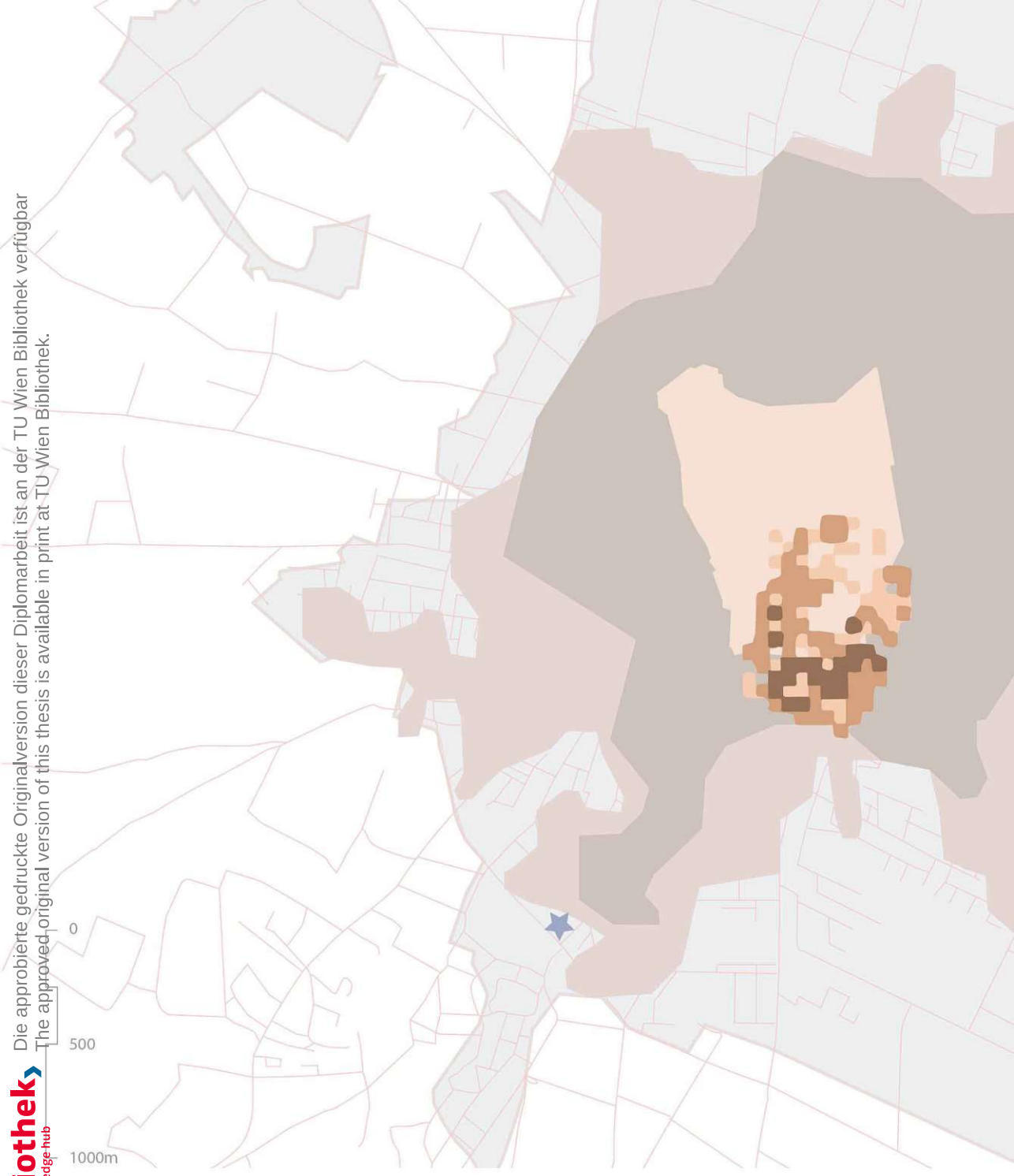
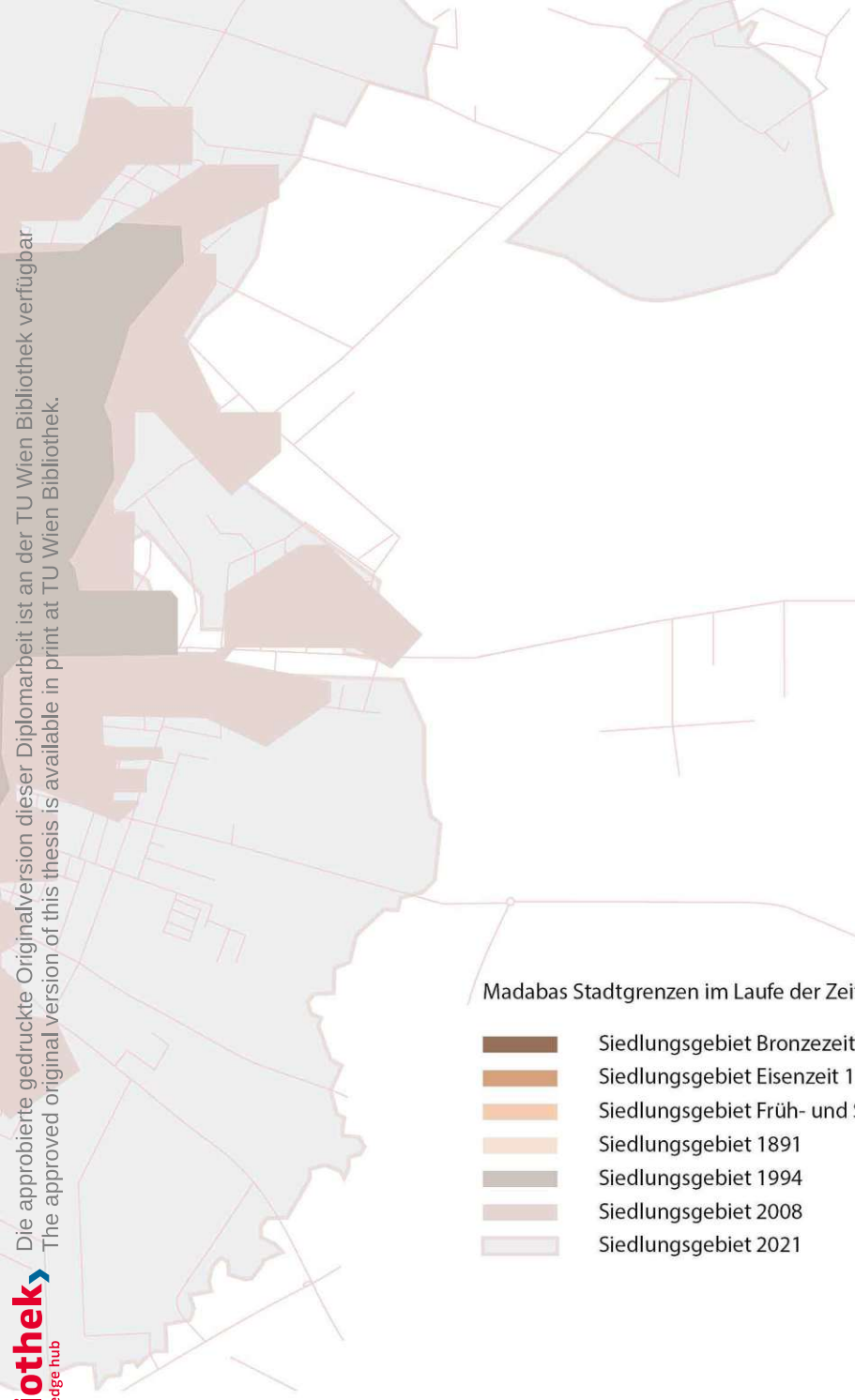


Abbildung 12: Historische Stadtgrenzen Madabas



Madabas Stadtgrenzen im Laufe der Zeit

- Siedlungsgebiet Bronzezeit 3300- 1200v. Chr.
- Siedlungsgebiet Eisenzeit 1200- 332 v. Chr.
- Siedlungsgebiet Früh- und Spätantike 332 v. - 284 n. Chr.
- Siedlungsgebiet 1891
- Siedlungsgebiet 1994
- Siedlungsgebiet 2008
- Siedlungsgebiet 2021

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Auch während der hellenistischen Zeit spielte Madaba eine Rolle in verschiedenen regionalen Konflikten[48]. 106 n. Chr. wurde die Region nach der Niederlage der Nabatäer (332 v. Chr.- 106 n. Chr.) in Petra Teil der römischen Provinz Arabien und in diese eingegliedert. Die Hauptstadt dieser Provinz lag in Bosra. Zu dieser Zeit der frühen römischen Periode (106- 284 n. Chr.) wurde ein großes Netz an Straßen angefertigt, an welches auch Madaba angeschlossen wurde, wodurch der Handel zwischen den Regionen gefördert wurde. In der späten römischen Periode (284 – 395 n. Chr.) nahm die Bedeutung des Christentums in Madaba zu, was sich ab der Mitte des 5. Jh. im Bischofssitz des Gaianus in Madaba widerspiegelt[49]. Auch die viel verbreiteten Mosaike, besonders das berühmteste von ihnen in der heutigen *St. Georgs Kirche* in Madaba zeigen, wie reich die Kirchengeschichte und wirtschaftliche Macht der Stadt gewesen sein muss. Die Mosaikkarte, welche in Abbildung 11 gezeigt wird, ist die älteste bekannte Karte des Heiligen Landes mit genauer Lokalisierung von Städten aus der byzantinischen Zeit. Während der Zeit des Kaisers Justinian zwischen 527-565 n. Chr. wurde die Rolle Madabas immer wichtiger in der Region. Dies lässt sich auch durch eine Inschrift in einer 1890 gefundenen großen Zisterne in der Nähe der *St. Georgs Kirche* verifizieren, in welcher die Renovierung Kaiser Justinian zugeschrieben wird[50].

In der Folgezeit wurde Madaba durch den Bau mehrerer Kirchen an der römischen Straße, dem *Burnt Palace* und dem *Hippolytos Saal* erweitert. Dieser Zuwachs der Stadt legt nahe, dass Madaba in der byzantinischen Periode (395- 661 n. Chr.) an Bedeutung gewann. Nach der islamischen Eroberung in 661 n. Chr. und der Gründung des Umyyad Kalifats 661- 750 n. Chr. in Damaskus, blühte Madaba erst weiter auf. Die byzantinische und frühe islamische Periode zeichnen sich durch eine starke Bauaktivität aus, Ausgrabungen aus dieser Zeit zeigen einen großen Reichtum Madabas. Diese starken Bauaktivitäten scheinen jedoch graduell abzunehmen. Dies kann besonders während der ayyubidischen und mamlukischen Periode (750- 1516 n. Chr.) beobachtet werden. Dabei geht es Madaba ähnlich, wie anderen Städten der Region, wie zum Beispiel der heutigen Hauptstadt Amman. Nachdem der Hauptsitz des Umyyad Kalifates 750 n. Chr. von Damaskus nach Bagdad verlegt wurde, nahm die Bevölkerung Ammans drastisch ab[51]. Ab dem 8. Jh. n. Chr. wird Madaba in offiziellen Aufzeichnungen nicht mehr erwähnt[52]. Erst ab 1806 wird Madaba wieder in offiziellen Aufzeichnungen durch den deutschen Entdecker Ulrich Seetzen sowie dem Petra Entdecker Johann Burckhard wieder erwähnt. Burckhard war beeindruckt über die beträchtlichen Wasser Sammel- und Speicheranlagen Madabas[53]. Dank dieser westlichen Neuentdeckung Madabas und ihrer einhergehenden Kartierung, kann heute das Wachstum Madabas ab 1891 gut nachvollzogen werden. Nach der Entdeckung des *Moabitê Steines* 1868 in Dibon, stieg auch das Interesse an Madaba wieder. Es folgten weitere Expeditionen, in welchen eine hohe Anzahl von antiken Ruinen

---

48 Menge Hermann, Die Heilige Schrift, 13. Auflage, Deutsche Bibelgesellschaft, Stuttgart, 1954, 1. Makkabäer 9:35-42, S.146- 147
49 Harrison Timothy, 1996, S.4
50 https://www.acorjordan.org/2015/09/17/madaba-archaeology/, Stand 17.08.2019
51 https://www.acorjordan.org/2015/09/17/madaba-archaeology/, Stand 17.08.2019
52 Harrison Timothy, 1996, S.20
53 Harrison Timothy, 1996, S.6

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

verzeichnet wurden. Das Land wurde in dieser Zeit von den *Beni Sakhr Beduinen und Beduininnen* bestellt und diente nicht mehr als Wohnort. Die Stadt Madaba, wie sie zuvor existierte, bestand nur noch aus Ruinen[54]. Zu dieser Zeit war das Ostjordanland noch Teil des Osmanischen Reiches (1517-1918). 1881 wurde eine Gruppe von Christen und Christinnen angetroffen, die aus Kerak kamen und in den Höhlen um Madaba herum siedelten. Als diese Familien sich niederließen, bauten sie viele ihrer Häuser über alte Ruinen und nutzten die schon vorhandenen Mosaike als neue Böden[55]. Dies kann als Anfang einer erneuten Besiedelung angesehen werden. Das Überbauen von alten Ruinen und die Wiederbenutzung vorhandener Mosaike, kann heute an verschiedenen Stellen besichtigt werden, wie zum Beispiel dem *Madaba Museum* oder dem *Madaba Archeological Park*. Aufgrund der Entdeckung des Planes des Heiligen Landes in der Kirche St. Georges im Jahr 1897[56], welcher einer Sensation glich, wurden bis zum Ende des Jahrhunderts noch viele weitere Mosaike gefunden und konserviert. Diese können noch heute besichtigt werden. Ab den Jahr 1905 kam es in der Region vermehrt zu politischen Unruhen, die letztendlich in der Arabischen Revolution von 1916- 1918 endeten. Das Ostjordanland konnte sich in Folge dieser Revolution vom Osmanischen Reich lösen. Es wurde 1920 Völkerbundmandat Palästinas und danach, ab 1923, britisches Völkerbundmandat Transjordanien als Emirat[57] unter der Dynastie der Haschemiten ratifiziert. Erst 1946 konnte Jordanien dieses Völkerbundmandat auflösen und der haschemitische Emir Abdallah den Königstitel des heutigen Landes annehmen[58].

Nach dem 2. Weltkrieg kam es zu einem Bauboom in Madaba, in dessen Folge viele weitere Funde gemacht und Madaba als *Die Stadt der Mosaike* bekannt wurde. Einzelne besonders wichtige Mosaike bekamen immer wieder Zuwendungen, um sie zu konservieren. Ein systematisches Vorgehen gab es anfangs jedoch nicht. Aus diesem Grund wurde in den 70er bis 80er Jahren der *Madaba Archeological Park* gegründet. Gleichzeitig wurden die anhaltenden Zuzüge und die damit verbundenen Bautätigkeiten zu einer Gefahr für die archäologischen Funde[59] [60]. Dank Jordaniens stetig steigender Population, wuchs Madaba auch in den folgenden Jahrzehnten weiter. Die durch Expansionen erreichte Größe der Stadt machte ab 2013 den Bau einer Ringstraße erforderlich[61]. Durch ihren Bau und die darauffolgende stärkere Ansiedlung um die Straße herum, wurden viele historische Stätten zerstört oder gefährdet[62].

---

54 Bikai P. M., Delai Thomas A., Madaba: Cultural Heritage, ACOR, Jordanien, 1996, S.7
55 Bikai P. M., Delai Thomas A., 1996, S.8-9
56 Bikai P. M., Delai Thomas A., 1996, S.11
57 Emirat: Ein Emirat beschreibt eine Provinz, welche von einem Emir verwaltet wird. Emir kann im deutschen verglichen werden, mit einem Fürsten.
58 https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_Jordaniens, Stand 16.08.2019
59 Harrison Timothy, 1996, S.1-18
60 https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_Jordaniens, Stand 16.08.2019
61 Banks Rebecca, Zerbini Andrea, The Madaba Ring Road, Jordan. Evidence of cultural heritage assets from remote imagery in the Madaba hinterland, EAMENA university of Oxford, Oxford, 2015, S.1-2
62 Banks Rebecca, Zerbini Andrea, 2015, S.33-34

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 13: Altes osmanisches Gebäude, Altstadt Madaba

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

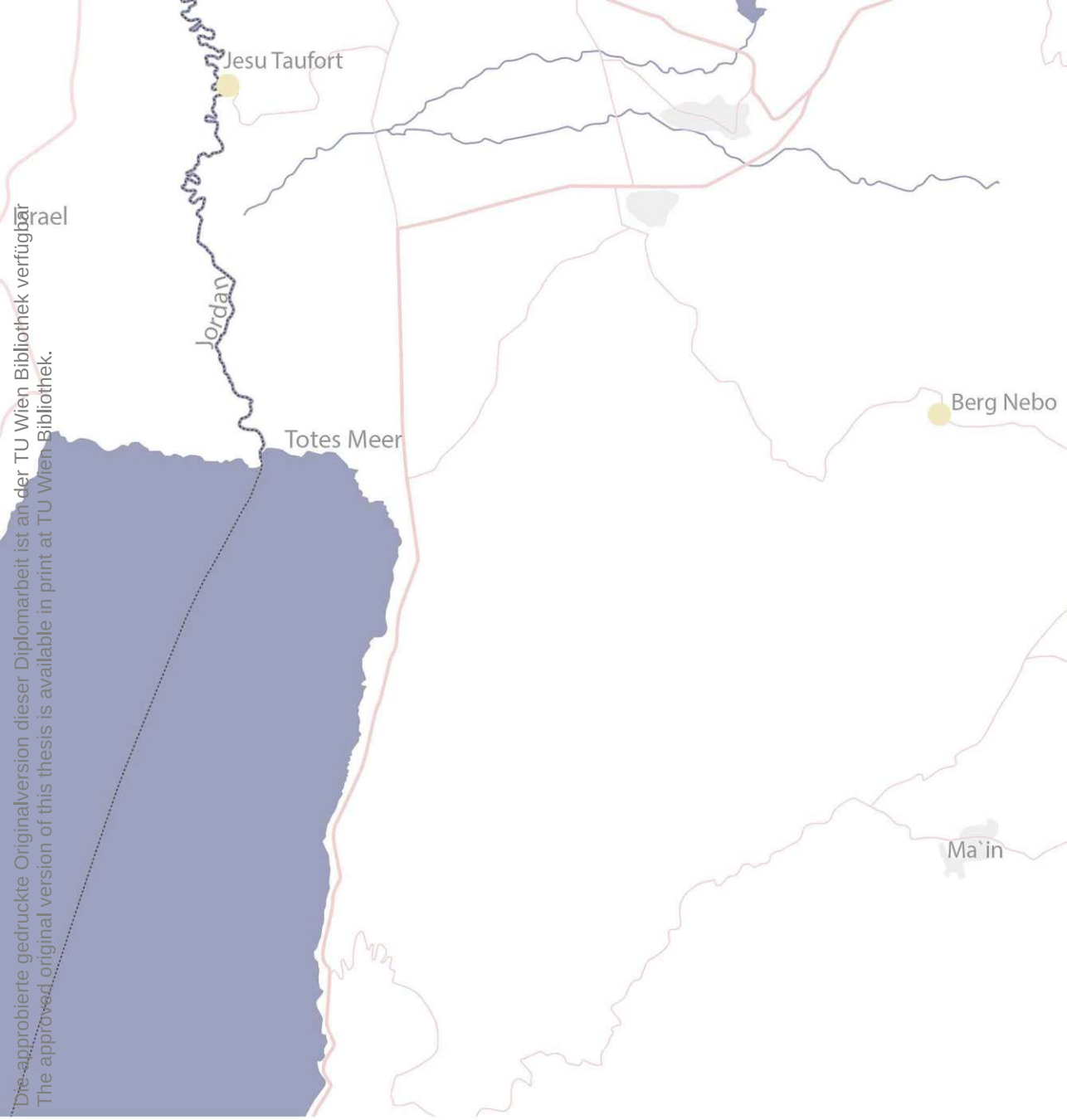
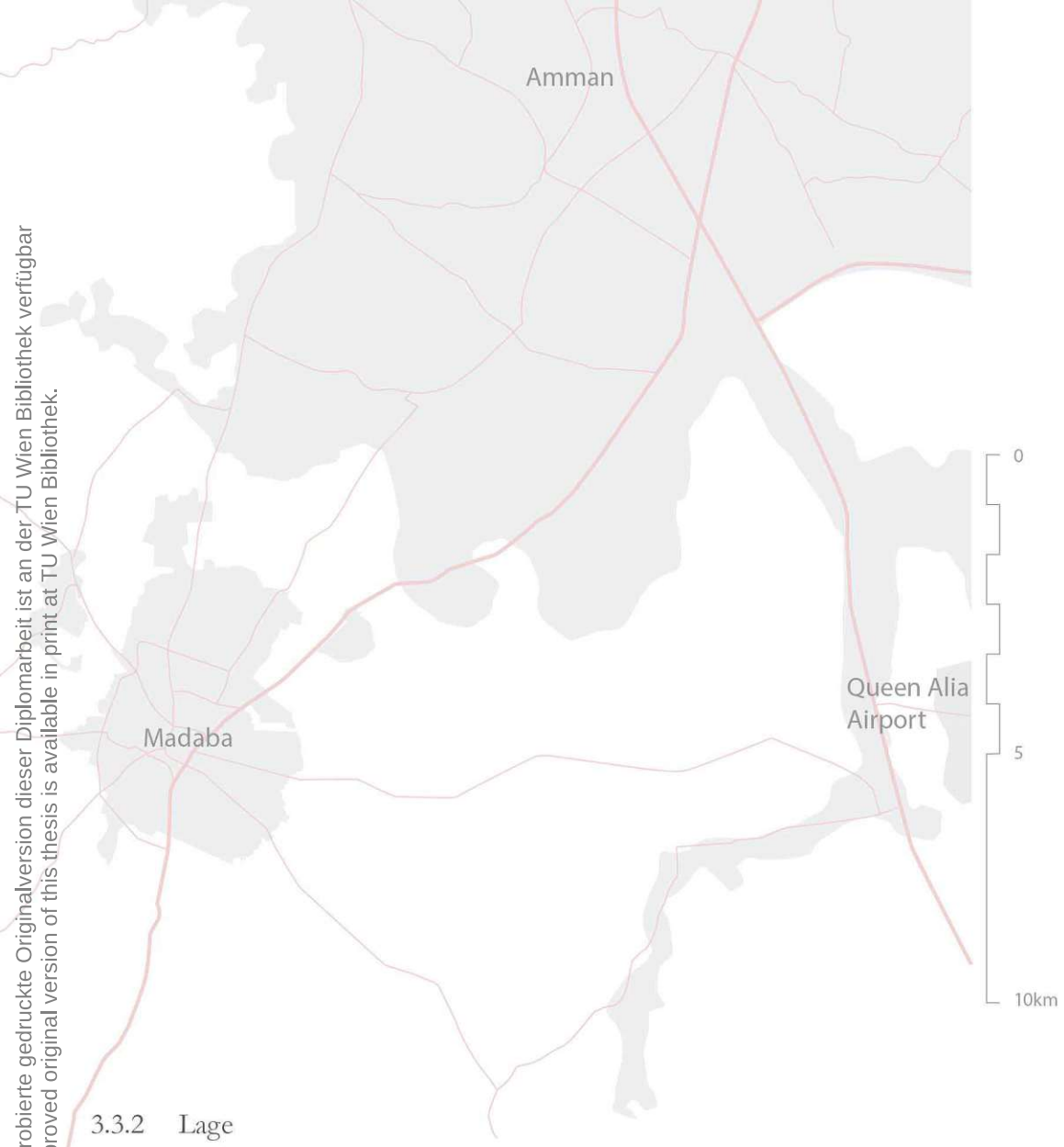


Abbildung 14: Lage Madaba

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.



3.3.2 Lage

Die Stadt Madaba befindet sich auf einer Hochebene in 709 m über dem Meeresspiegel im Westen Jordaniens, in der Nähe des Toten Meeres. Die Hauptstadt Amman ist nur ca. 35 km entfernt. Auch der Queen Alia International Airport ist 22 km weit entfernt, was Madaba zu einem beliebten Ausflugsziel für Touristen und Touristinnen macht. Beliebt sind nicht nur Ausflüge in das historische Stadtzentrum, sondern auch zum Berg Nebo (9 km) oder dem Toten Meer (20 km). Madaba kann damit als Stadt bezeichnet werden, die einen Teil ihres Einkommens durch den Tourismus generiert.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

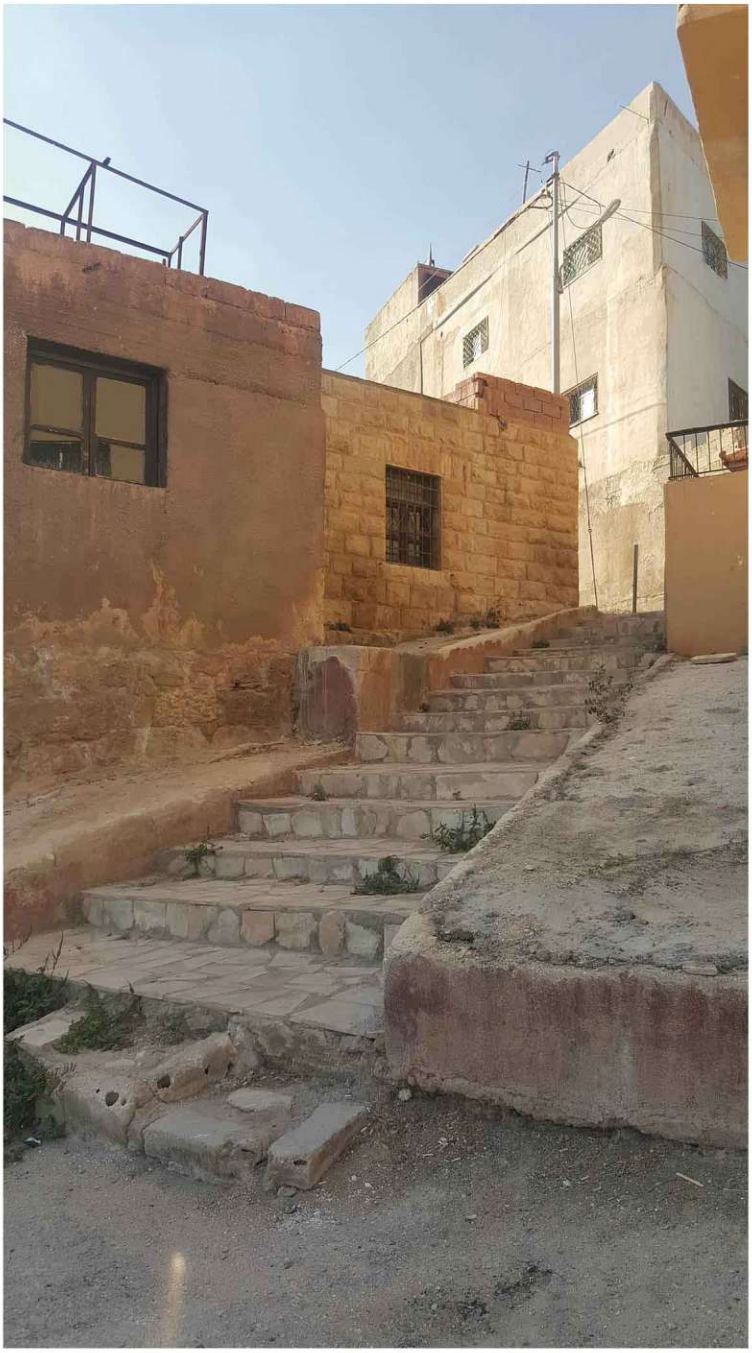


Abbildung 15: Straßenflucht, Ibn Khaldoun Street, Madaba

3.3.3 Klima

Madaba liegt in der Semi-arid-mediterranen Region Jordaniens (Abbildung 8), mit einem durchschnittlichen Niederschlag von 326,6 mm im Jahr 2020[63] (2005: 358 mm[64]). Das Stadtklima ist besonders in den Sommermonaten heiß und trocken. Durch seine durchschnittliche Höhenlage von 709 m kommt es zu angenehmen Winden, welche jedoch nicht abgekühlt werden können und sich mit den heißen Sirocco und Chamsin Winden abwechseln. Das osmanische Stadtzentrum besitzt kaum Bepflanzungen oder schattige Freiräume, in denen man sich während des Tages aufhalten kann. Es besteht aus vielen verschachtelten Straßen mit seinen für Jordanien typischen Kalksteingebäuden. Diese ziehen zwar durch ihre Farbe weniger Hitze an, sind jedoch auch nicht in der Lage kühlend auf das Stadtklima einzuwirken. Dieses Problem wird auch *„Hitzeinseleffekt"*[65] genannt. Im Buch *Einfach Grün* wird auf Seite 43 beschrieben, dass die Baukörper, den Tag über von Sonnenstrahlung aufgewärmt werden. Über Nacht wird diese Wärme wieder an die Umgebung abgegeben und heizt so das Stadtklima auf. Über einen längeren Zeitraum führt das zu einer übermäßig heißen Außentemperatur innerhalb der Städte. Es wird weiter erklärt, dass Bepflanzungen durch Verschattung und Verdunstungskühlung diesen *Hitzeinseleffekt* verhindern können.

---

63 https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/OpenDataMain/OpenDataUser/!ut/p/z1/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjo8ziTS1dPN2dvQ183b3NnAwcQwxc3IxNzA0NHE30w8EKDHAARwP9KEL6o_Aq8TRFV2DgZmRq4Ohj6W3pbWJqbGBgAlWAxw3BqXn6BbkRBpkB6YaA4obPqw!!/#/viewDataSet/188, Stand 15.01.2021

64 Ministry of Tourism and Antiquities, Third Tourism Development Project Secondary Cities Revitalization Study - Madaba, Annex 4, The Hashemite Kingdom of Jordan, Amman, 2005, S.10

65 Strobl Hilde, et al. Einfach Grün : Greening the City : Handbuch Für Gebäudegrün; Simply Green : Die Stadt Begrünen : Manual for Building Greenery. Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 2021, S.43

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 16: Landschaft Madabas

3.3.4 Vegetation

Geologisch betrachtet liegt Madaba wie in Abbildung 17 ersichtlich wird in der Irano-Turanian Steppe (Batha-Steppe), welche vorwiegend kalkhaltige Böden vorweist. Wichtige Erden, wie Humusböden, werden in der Trockenzeit per Wind transportiert und in der Regenzeit kann es durch den steinigen Untergrund zu Bodenerosionen kommen. Diese Umstände sind im weiteren Verlauf des Entwurfes von Relevanz, da auf die Instandhaltung der Böden geachtet werden muss.

Die Nutzung der Böden besteht zum größten Teil aus Regenfeldbau, bei dem Felder ohne künstliche Bewässerung bestellt werden und nur Regenwasser genutzt wird. Diese können jedoch nur im regenreichen Winter bis Frühling kultiviert werden. In regenarmen Jahren kann es zu Ertragsausfällen kommen. Neben dem Regenfeldbau wird das Land vor allem zum Grasen für Vieh genutzt. Weitere Bodennutzungen für diese Umgebung sind Trockenfeldbau, Trockenforstwirtschaft und Gartenbau[66].

Forstwirtschaft wird in dieser Gegend Jordaniens nicht betrieben, da es sich um eine Steppenlandschaft handelt. Bäume werden meist nur in privaten Gärten oder auf Feldern als Nutzpflanzen gepflanzt. Olivenhaine sind in diesem Gebiet öfter vorzufinden, da sie gut an trockenes Klima angepasst sind und sie als Nutzpflanzen besonders beliebt sind. Da mein Besuch im Hochsommer stattfand, konnte ich viele Pflanzen nicht vorfinden, da die meisten Gewächse in dieser Steppengegend in den Wintermonaten wachsen (Abbildung 16). Durch starken Regenfall können dann Samen, welche sich bereits in der Erde befinden, sprießen und die Hochebene Madabas verwandelt sich in eine Wiesenlandschaft. Diese Wiesenlandschaft macht es jedoch bei Starkregen schwierig Bodenerosionen zu verhindern, da nach dem heißen Sommer nur wenige Pflanzen, mit geringer Wurzeltiefe vorhanden sind. Die ersten Regenfälle können somit viel Humusboden wegspülen.

---

66 Ababsa Myriam, 2013, S.81

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

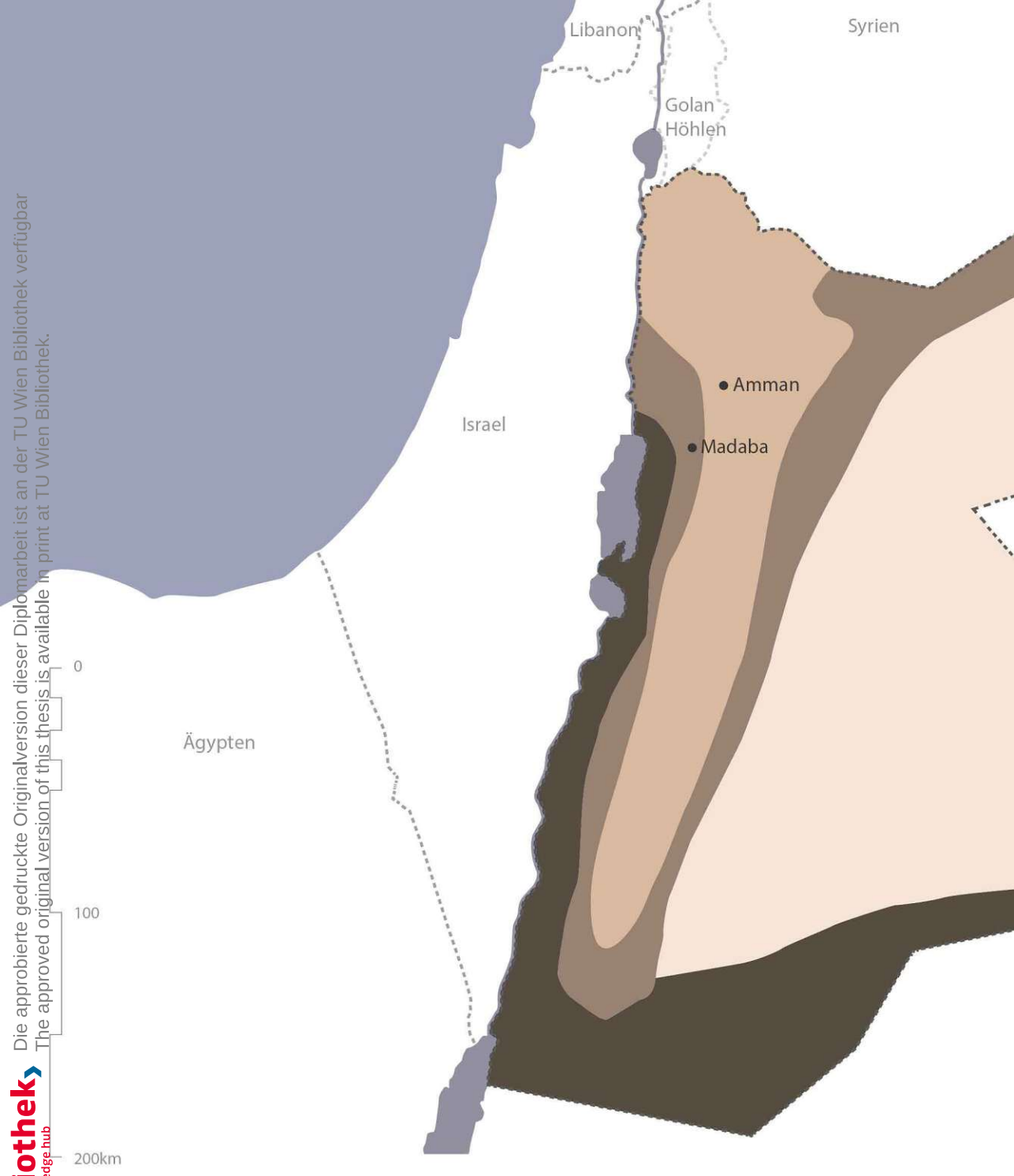
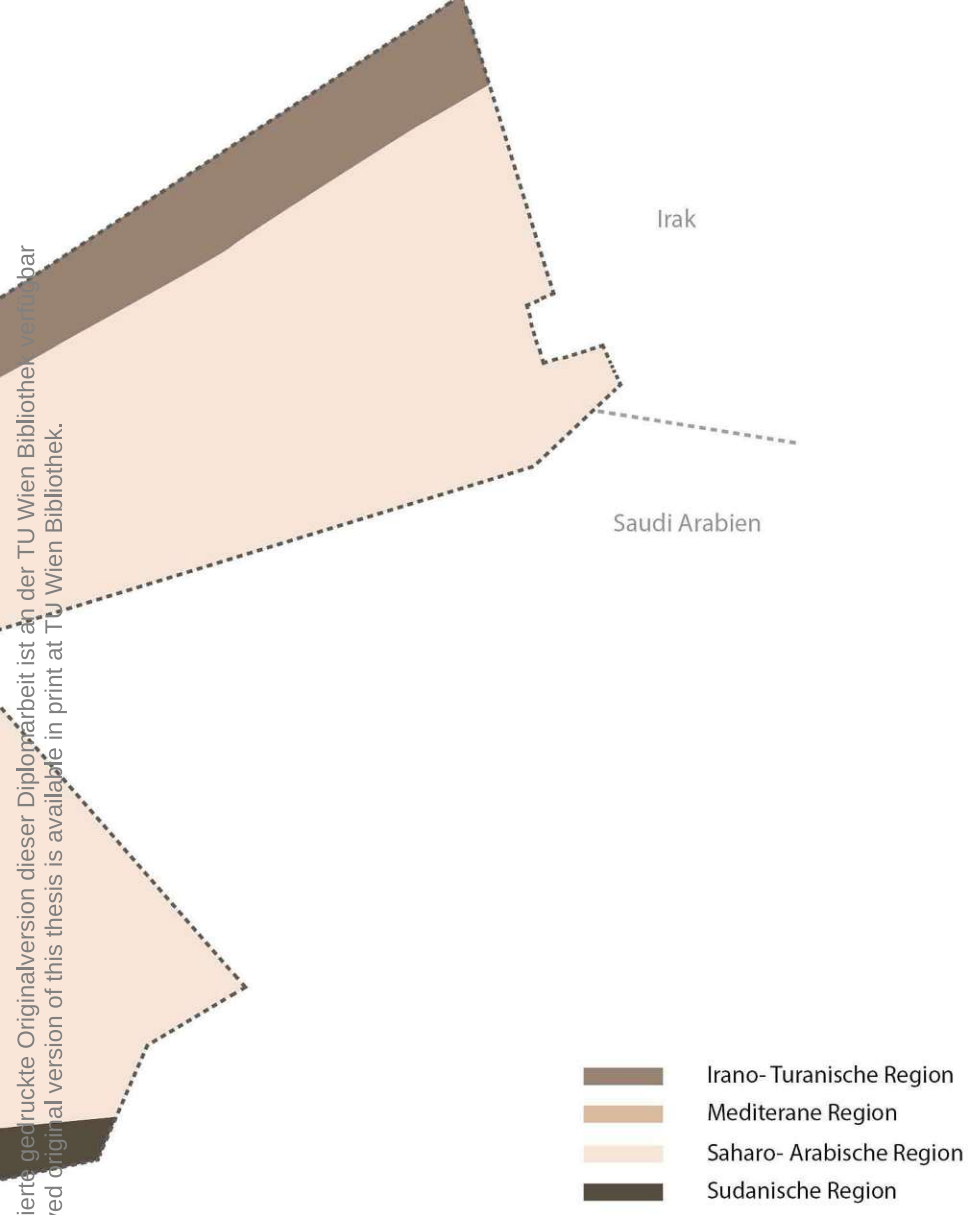


Abbildung 17: Biogeographische Zonen Jordanien

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub



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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

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.

3.3.5 Zwischenergebnis

Madaba ist eine für Jordanien historisch wichtige Stadt, welche in vergangenen Jahrzehnten wieder an Bedeutung gewonnen hat. Durch verschiedene Machtwechsel beheimatete das heutige Madaba seit der Bronzezeit Menschen mit unterschiedlichen Stadtausdehnungen. Es konnten viele Bauten durch eine weitgehend besiedelungsfreie Zeit 8. Jh.n.Chr. bis ins 19. Jhr.n.Chr. erhalten werden.

Die Stadt zeichnet sich heute durch ihre Nähe zum Queen Alia International Airport sowie zur Hauptstadt des Landes aus. Ihre große Dichte an Museen und historischen Orten macht es zu einem Ausflugsziel für Touristen und Touristinnen. Das starke Wachstum Jordaniens, welches in Kapitel 3.2.1 beschrieben wurde, lässt sich in Madabas Stadtstruktur wiedererkennen. Dieses starke Wachstum der Bevölkerung und Stadtgrenzen kann in Hinblick auf Kapitel 3.1 zu Komplikationen in der Wasser- und Abwasserversorgung der Stadt führen. Des Weiteren hat Madaba bezüglich Vegetation und Klima mit ähnlichen Herausforderungen zu kämpfen, wie der Rest des Landes.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 18: Madaba Stadt

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

4 Madabas Wassersystem

Das folgende Kapitel befasst sich mit dem Wassersystem der Stadt Madaba. Ich werde die Entwicklung und die damit zusammenhängenden Vor- und Nachteile des historischen sowie des modernen Wasserversorgungssystems der Stadt darstellen. Ferner zeige ich die vorhandenen Probleme beider Systeme auf und werde versuchen, durch einen Lösungsvorschlag diesen zu begegnen. Die hier gefunden Ergebnisse können im Weiteren als Grundlage für den in Kapitel 6 aufgezeigten Entwurf dienen.

4.1 Historisches Wassersystem

Durch die Lage auf einer Hochebene in der Nähe des Toten Meeres und ohne natürliche Quellen, mussten die Bewohner:innen Madabas schon immer Regenwasser sammeln und speichern. Hierzu dienten Dämme, Zisternen oder Wasserbecken. Die ersten menschlichen Siedlungen wurden auf ein Alter von circa 5.000 Jahren geschätzt und können zeitlich in die frühe Bronzezeit eingeordnet werden (Abbildung 12). Der Fund des *Moabitê Steines* konnte nachweisen, dass Techniken des Regenwassersammelns schon in dieser Zeit existierten. Der *Moabitê Stein* wurde in Dhiban, welches nur 33 km entfernt von Madaba liegt, gefunden und beschreibt die Taten des moabitischen Königs Mescha.

„And I build Baal-meon, making a reservoir in it...

It was I who build Quarhoo...

and I made both of its reservoirs for Water inside the town.

And there was no Cistern …

at Quarhoh, so I said to all the people, let each of you make

a cistern for himself in his House“ [1]

In seiner Inschrift beschreibt der Stein, dass zu dieser Zeit Wasserreservoirs und Zisternen gebaut wurden. Jedes Haus soll, wenn es gebaut wird, eine eigene Zisterne besitzen. Auch Madaba wird namentlich erwähnt, als eine der Städte, welche durch den König erbaut wurden.

---

1 Pritchard James B., Ancient near eastern Texts, Relating tot he old Testament, 2. Ausgabe, Princeton University Press, Princeton New Jersey, 1955, S.320

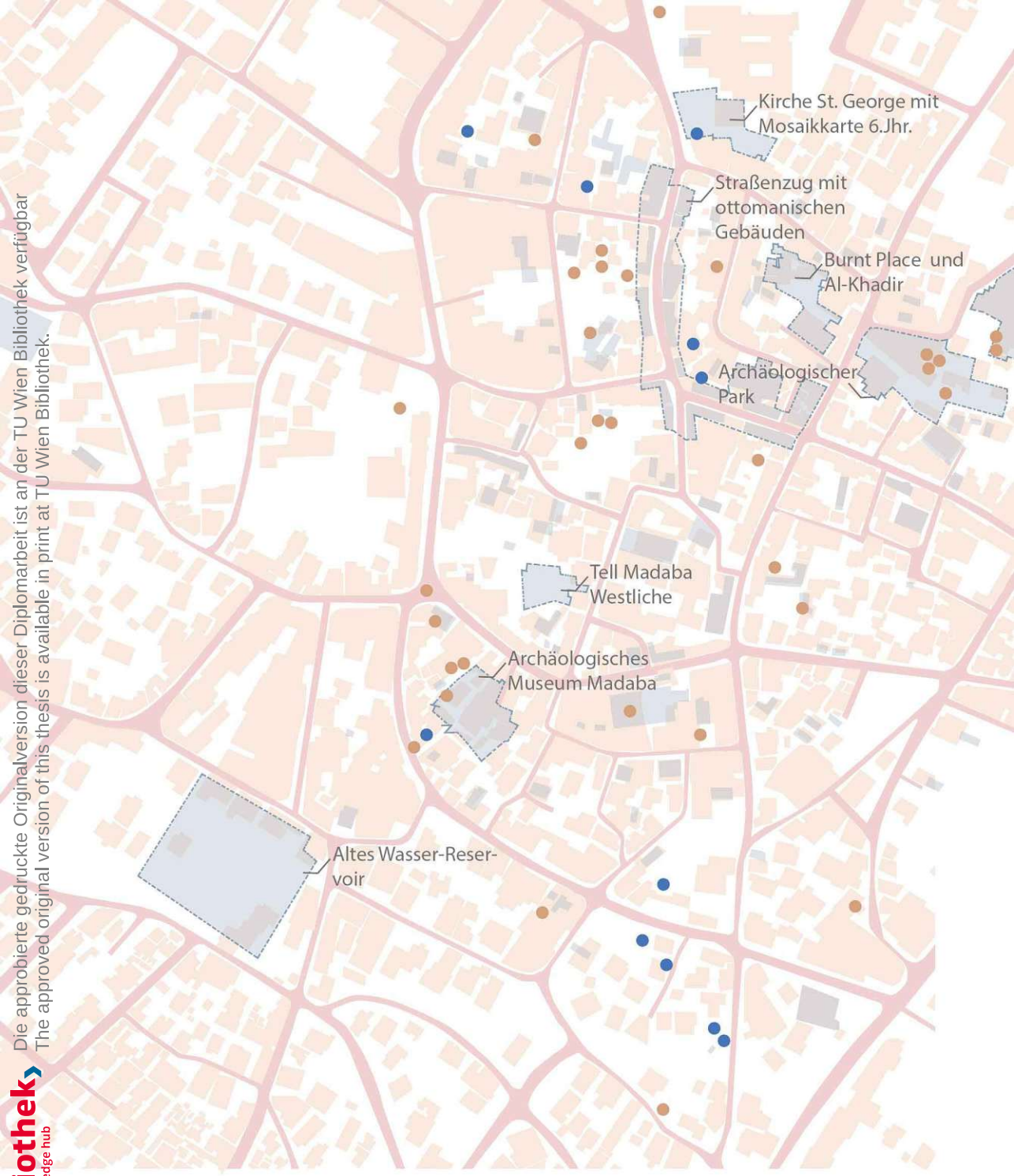
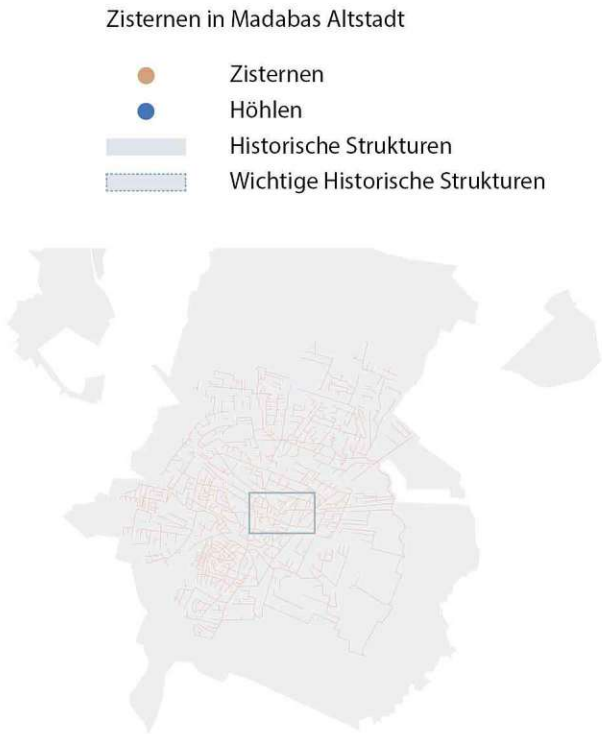


Abbildung 19: Historisches Madaba mit Zisternen

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub



In Abbildung 19 wird eine Überlagerung der modernen Stadtstruktur mit der historischen dargestellt. In den Bereichen der historischen Strukturen ist eine hohe Dichte an Zisternen zu sehen. Dies lässt vermuten, dass die in der Inschrift beschriebene Methode zu bauen auch hier umgesetzt wurde.

Die Errichtung von Brunnen, Pools und Zisternen von Herrschenden ist auch in der Bibel an vielen Stellen nachgewiesen[2] [3]. Es kann angenommen werden, dass alte Systeme weitergenutzt und ausgebaut wurden, entsprechend der Entwicklung der Stadt. Das Forschungsinstitut ACOR fand vor der Anbindung Madabas an das zentrale Wassersystem acht weiterhin genutzte Zisternen, einige davon wurden als septische Tanks genutzt[4].

---

2 Menge Hermann, 2003, 4. Buch Mose 21:16-18, S.171
3 Menge Hermann, 2003, 5. Buch Mose/ Deuteronominon 6:11, S.199
4 Bikai P.M., Middle East; international symposium held at Petra 1999, The University of Chicago Press, Wadi Musa Jordanien, 2004, S.232

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Der Name der Stadt lässt auf diese Art der Wasserbeschaffung deuten, sowie P.M. Bikai in seinem Paper *Madaba´s Water System* anschaulich erklärt.

„„The Name of Madaba could be a derivation from the two words

„mā" and "dabba". The Word "mā" may mean "water" and „dabba" means „to seep".

That verb is used only to describe the movement of ants and to describe the feeling of

alcohol seeping through the Body" [5]

Seiner Interpretation nach bedeutet Madaba also *„water to seep"*, was auf Deutsch übersetzt, so viel heißt wie *„Wasser zum versickern"*.

Um das historische Wassersystem Madabas zu verstehen, muss auch die Funktionsweise römischer Zisternen betrachtet werden. Die ältesten erhaltenen Zisternen Madabas wurden in der Zeit der römischen Herrschaft erbaut oder ausgebaut.

Jede dieser Zisternen besitzt ein bestimmtes Wassereinzugsgebiet. Die Oberflächen können hierbei aus befestigten oder unbefestigten Oberflächen bestehen. Bei dieser Art von Zisterne wird meist mit Gefällen, Zuläufen und Kanälen gearbeitet, wodurch Wasser in die Zisterne gelangt. Insbesondere im landwirtschaftlichen Bereich wurde bevorzugt mit nicht befestigten Oberflächen gearbeitet. Wie in Abbildung 21 dargestellt, existiert in näherer Umgebung Madabas ein gut ausgebautes Netz von alten Zisternen. Von ihnen wurden bei meiner Begehung alle, bis auf zwei genutzt, da sie sich in einem noch ländlichen Gebiet befinden und als Viehtränken verwendet werden.

In Abbildung 20 ist gut zu erkennen, dass Zu- und Abläufe in die Landschaft implementiert wurden. Wasser musste nur geringfügig durch Wälle in die Zisterne geleitet werden. Bei dieser Zisterne[6] konnte ich Öffnungen zu beiden Seiten der Zisternenfassung vorfinden. Dies lässt die Vermutung zu, dass die Öffnung hin zur Steigung des Geländes als Zulauf diente, während die Öffnung hin zur Senkung als Überlaufvorrichtung diente.

Beim Sammeln des Wassers werden oft Bestandteile mit coliformen Bakterien, Salmonellen oder Ähnlichem eingespült, die sich im Wasser vermehren und Gesundheitsschäden verursachen können[7]. Um Wasser trinkbar zu machen, muss dieses lange stehen, damit sich alle organischen Substanzen durch Mineralisierung auflösen können und sämtliche Nährstoffe aufgebraucht werden.

---

5 Bikai P.M., 2004, S.231
6 In Abbildung 18 als Nummer 5 gekennzeichnet
7 Ohlig Christoph. Antike Zisternen. Ohlig Christoph (Hrsg.), Schriften der DWhG Band 9, Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2007, S.9

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Dieser Prozess kann je nach Wasserzusammensetzung und Umgebungsfaktoren unterschiedlich lange dauern. Wichtige Faktoren, die hierbei bedacht werden müssen, sind Wassertemperatur, Oberflächen innerhalb der Zisterne oder die Art der Lagerung des Wassers. Um Wasser für lange Zeit sicher zu speichern, muss es dunkel und kühl aufbewahrt werden. So kann die Bildung von Algen oder anderen Mikroorganismen verhindert werden. Von Vorteil sind verschlossene unterirdische Zisternen mit einem glatten Putz. Dies schützt das Wasser vor neuen Verschmutzungen und verhindert die Neubildung von Bakterien. Die schon erwähnte Mineralisierung kann dabei unterschiedlich lange dauern. Es konnte in einer Studie nachgewiesen werden, dass der Coli-Gehalt in einem Test nach einem anfänglichen Anstieg der Bakterien nach 8- 26 Tagen bei null war[8]. Erst dann ist das gelagerte Wasser in einem trinkbaren Zustand. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass Zisternen während der Sammelzeit kein sauberes Wasser beinhalten. Dieser Zusammenhang war in der Vergangenheit oft nicht bekannt. Es gab oft nicht ausreichend viele Zisternen, bei denen der Wassersammelprozess abgeschlossen war. So kam es immer wieder zu Epidemien zum Beispiel von Cholera oder Typhus[9].

Abbildung 20: Zisterne mit Oberflächen Zu- und Ablauf

---

8 Holländer R., Hygienische Aspekte bei der Nutzung von Regenwasser. Reader zur Tagung „Hygienische Aspekte der Regenwassernutzung". Fbr-Fachsymposium 21.10.1998 in Fulda, 1999 https://www.ikz.de/ikz-archiv/1999/01/9901038.php Stand 30.08.2019

9 Ohlig Christoph, Antike Zisternen, 2007, S.9

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

1

25.07.2019

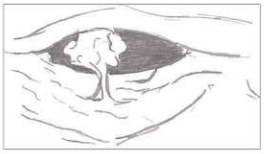
-Vollständig existierende Zisterne
-Eine der letzten, von ehemals sehr vielen -Zisternen an diesem Hang
-Starke Verschmutzung
-Ungenutzt

2

27.07.2019

-Unterhalb der ersten Zisterne.
-Verschlossener Eingang
-Guter Zustand
-50m von Hauptstaße entfernt

3



25.07.2019

-Privates Grundstück
-Olivenhein
-Alte Eisenabbau- schächte, wurden zum sammeln von Wasser genutzt
-Tunnel einige hundert Meter lang
-Neben den Römischen/ byzantinischen Höhlen gab

4

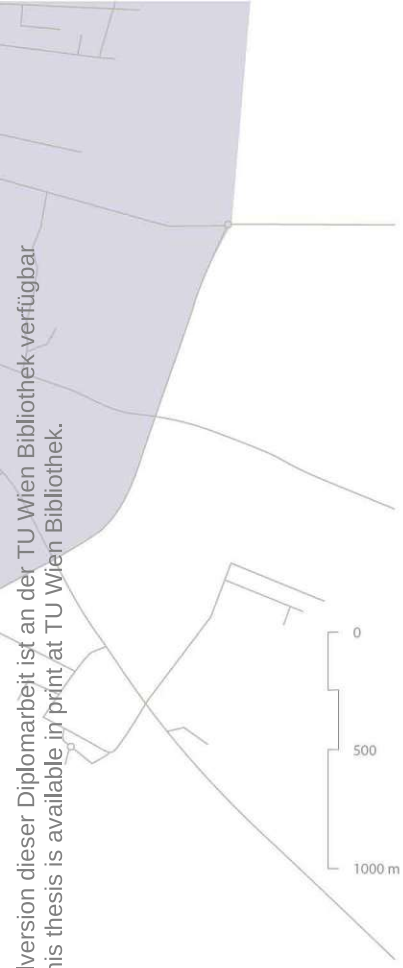
27.07.2019

-Lager von Schäfern
-Genaue Lage konnte nicht herausgefunden werden
-Viele Wachhunde

Abbildung 21: Besuchte Zisternen im Süden Madabas

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.



Zisternen im näheren Einzugsgebiet

- Besuchte Orte 2019
- Gefundene Zisternen
- Straßensystem
- Dicht besiedeltes Gebiet

Zisternen wurden Dank zwei Begehungen vor Ort gefunden und kartografiert

5

27.07.2019

-Guter Zustand
-Geschlossen mit großen Steinen
-Gut erkennbare zulaufschächte
-Noch in Benutzung

6

27.07.2019

-Große Öffnung
-Ehemalige Wasserstelle
-Kollabierter Eingang
-Viel Müll
-Sehr gefährlich für Menschen und Tiere

7

27.07.2019

- Zwei Zisternen nebeneinander
-Noch in Benutzung
-Geschlossen mit großen Steinen
-Gut erkennbare zulaufschächte

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.

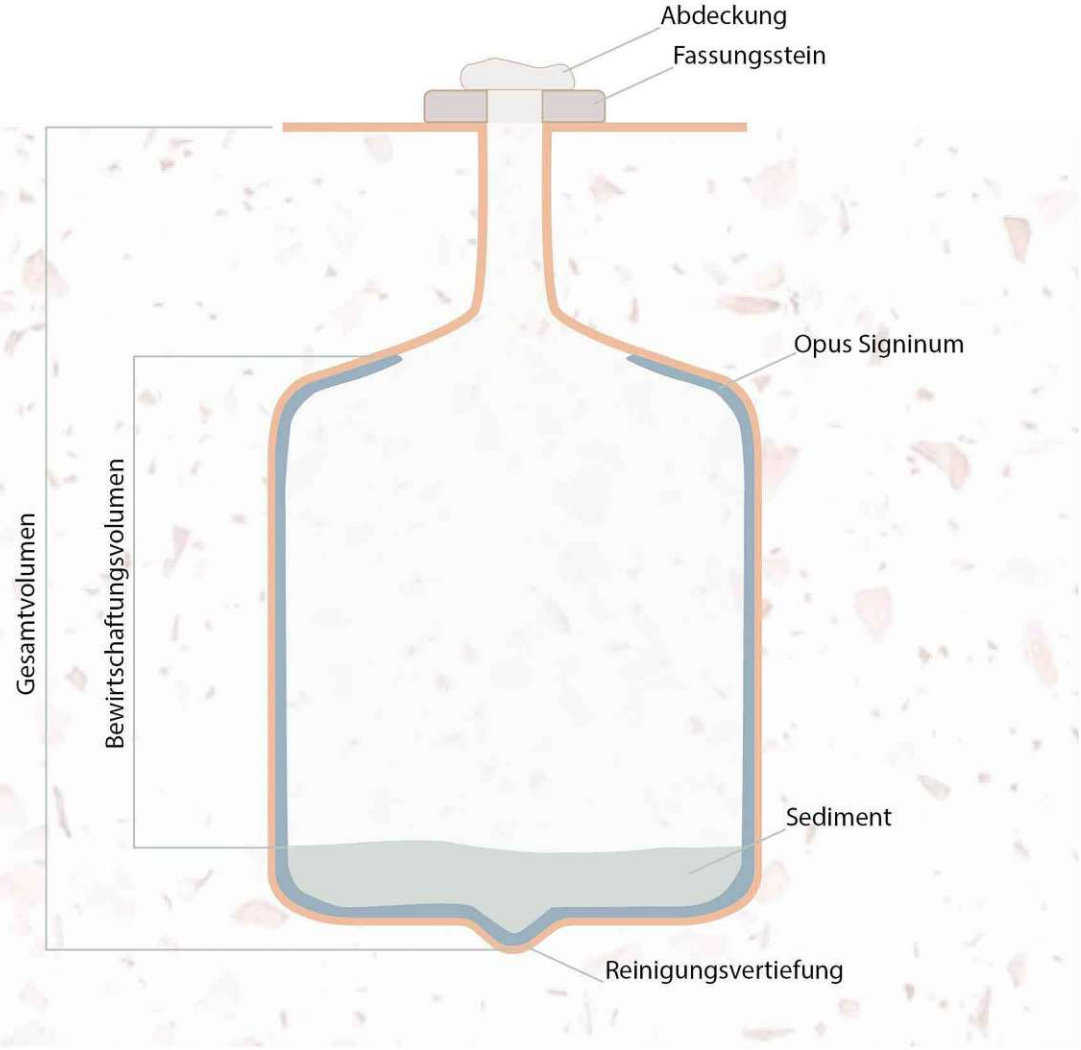


Abbildung 22: Detaillierter Zisternen- Schnitt

Ein weiteres wichtiges Element römischer Zisternen ist der Dichtungsputz *Opus Signinum*. Dieser Putz wird aus Kalk als Bindemittel, vulkanischen Aschen, gemahlener Holzkohle, Ziegelmehl oder Ziegelsplitt hergestellt. Es entsteht ein hydraulischer Mörtel mit starker Festigkeit und Wasserdichtigkeit, welcher irreversibel ist und auch unter Wasser härten kann. Diese Putzschicht kennzeichnet das Bewirtschaftungsvolumen (Abbildung 22) einer Zisterne, da sie meist nur durch diesen Putz wasserdicht wurde. Das Gesamtvolumen bezieht sich auf das gesamte räumliche Volumen, welches bis zur Oberkante der Zisterne zu Verfügung steht. Das Bewirtschaftungsvolumen hingegen ist die maximale Wassermenge, welche theoretisch aufgenommen werden kann. Meist ist dieser Punkt durch das Ende der Putzschicht oder eine Überlaufvorrichtung gekennzeichnet. Auch das angenommene und tatsächlich genutzte Speichervolumen kann sich hiervon unterscheiden, da es immer wieder zu Sedimentbildung kommen kann und dieses vom gespeicherten Wasservolumen abgezogen wird[10]. *Opus Signinum* ist so gut geeignet, dass er sogar noch bis ins 18. Jh. genutzt wurde[11]. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Putz auch während der römischen Periode in den Zisternen Madabas angewandt wurde. Bei einer Revitalisierung von Zisternen sollte dieser erneuert werden.

Kleinere Zisternen wurden von Hand oder mit Hilfe einer Haspel geschöpft. Wie genau dieser Vorgang aussah wird unter anderem in der Bibel beschrieben. Meist musste vor der Nutzung der Zisterne ein Stein vor die Öffnung gelegt bzw. entfernt werden, welcher die Öffnung verdeckte und hierdurch das Wasser vor Sonne und Verschmutzung schützte[12].

Bei der Erbauung von Zisternen sind Form und Größe einer Zisterne immer abhängig von ihrer geologischen Lage. Oftmals wurden bestimmte Felsformationen genutzt, in die von Hand eine Zisterne geschlagen werden konnte[13]. Madaba wurde auf einem Felsplateau errichtet und bietet damit einen guten Untergrund, jedoch blieben große Zisternensysteme, wie in Beit Ras (Jordanien) aus. Stattdessen wurden, wie in Abbildung 19 erkennbar, viele kleine Zisternen in der Altstadt und dem umliegenden Land geschaffen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich viele ähnliche Gebiete um Madaba herum befinden werden. Es könnten also mehr als das für die Masterarbeit ausgewählte Gebiet, zur Implementierung passiven Wasser Sammelns genutzt werden.

---

10 Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, Antike Zisternen, Schriften der DWhG Band 9, Christoph Ohlig (Hrsg.), Books on Demand GmbH, Norderstedt, Siegburg, 2007, S.208

11 Ohlig Christoph, Antike Zisternen, 2007, S.10

12 Menge Hermann, 2003, Genesis 29:2-3, S.32

13 Döring Mathias, Römische Aquädukte und Großzysternen, Antike Zisternen, Schriften der DWhG Band 9, Christoph Ohlig (Hrsg.), Books on Demand GmbH, Siegburg, 2007, S.11

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

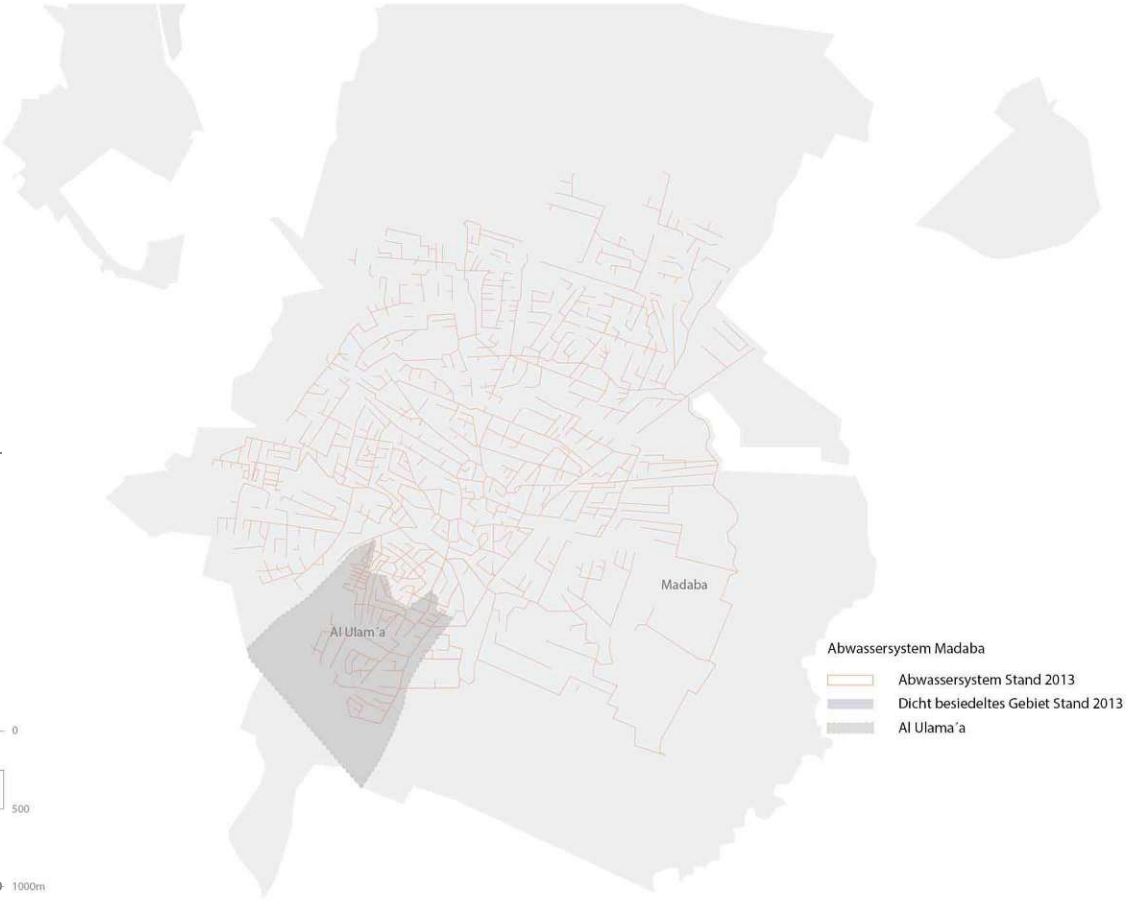


Abbildung 23: Madabas Abwassersystem Stand 2013

4.2 Madabas Wassersystem

Das moderne Wassersystem Madabas unterscheidet sich von seinem historischen Äquivalent in vielerlei Hinsicht. Zuvorderst ist anzumerken, dass das System der Wasserspeicherung nicht mehr genutzt wird. Seit den 1970er Jahren versorgt ein zentrales Rohrnetz die Bewohner:innen der Stadt mit Wasser. Alte Zisternen werden nur noch außerhalb der Stadt für landwirtschaftliche Zwecke im kleinen Maßstab genutzt. Die Wasserversorgung stellte sich vom historischen Sammeln von Wasser um, auf das Abpumpen von Grundwasser. Die Entwicklung hin zum Abpumpen von Grundwasserreserven kann in Jordanien seit den 1970er Jahren beobachtet werden. Davor wurde viel Wasser aufgefangen oder aus den Flüssen Jordan und Yamuk genutzt[14].

Die Wasserversorgung Madabas wird von zwei Brunnen gewährt. Dem Hydan Brunnen in Alwada Wadi (12 km südwestlich) und dem Swaqa Brunnen (40 km östlich)[15]. Das Wasser wird mit Chlor gereinigt und in ein Reservoir mit 7.500 m³ Fassungsvermögen gepumpt, damit es weiter verteilt werden kann[16]. Der Verwaltungsdistrikt Madaba hat eine Wasserrohrabdeckung von 98 %, während die Abdeckung der Abwassersysteme bei lediglich 65 % liegt. Die unterschiedlichen Längen von Wasser- und Abwassersystemen sind nicht deckungsgleich mit diesen prozentualen Zahlen (Wasser 1.291 km zu Abwasser 158 km)[17]. Es liegt die Vermutung nahe, dass oft ein Wasserzugang gelegt wird, Abwassersysteme jedoch erheblich kostenintensiver sind und nur in nächster Nähe zu einer Abwasserstation gelegt werden.

Im gesamten Verwaltungsdistrikt besitzt die Stadt Madaba als Hauptstadt des Distrikts die beste Wasser- und Abwasserversorgung. Der Rest des Verwaltungsdistrikts besteht aus vergleichsweise kleinen Städten und ländlichem Raum. Die Karte in Abbildung 23 zeigt den zuletzt festgestellten Stand des Abwassernetztes aus dem Jahr 2013. Zwar konnten Wasserverluste in den letzten Jahren von ca. 40,8 % in 2015 auf 38,3 % in 2018[18] reduziert werden. Es zeigt jedoch auch, dass immer noch ein großer Anteil des Trinkwassers verloren geht. Die Verluste haben, wie in Kapitel 3.1 beschrieben, ihren Ursprung in der schlechten Verfassung der Wasserleitungen sowie immer wieder auftretendem Wasserdiebstahls.

Wie bereits in Kapitel 3.1 *Wassersystem Jordanien* erwähnt, benötigte das Abwassersystem Madabas 2017 bereits weitgreifende Erweiterungen seiner Kapazitäten von 3.978,15 m³/Tag[19]. In 2017 wurden täglich 7.500 m³ Trinkwasser zur Verfügung gestellt, bei einer genutzten Klärwerk Kapazität

---

14 Ababsa Myriam, Atlas of Jordan- History, Territories and Society, Presses de l'Ifpo Institut francais du Proche-Orient, Beyrouth, 2013, S.418
15 Ministry of Tourism and Antiquities, Third Tourism Development Project Secondary Cities Revitalization Study - Madaba, Annex 4, The Hashemite Kingdom of Jordan, Amman, 2005, S.11
16 Ministry of Tourism and Antiquities, 2005, S.11
17 Miyahuna, Miyahuna Annual Report, Jordan Water Company- Miyahuna, Amman, 2018, S.53
18 Miyahuna, 2018, S.54
19 Ministry of Water and Irrigation, Jordan Water Sector Facts and Figures, Directorate of Media and Water Awareness, Amman, 2017, S.17

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

von 7.388 m³ / Tag. Bei dem schon beschriebenen Bevölkerungswachstum in 3.2.1 wird klar, dass dieser Bereich expandieren muss. Madaba selbst hatte allein 2018 ein Bevölkerungswachstum von 3 % [20].

Auch in Madaba wird die Bevölkerung bezirksweise mit Frischwasser versorgt. Im Bezirk Al Ulma`a findet dies jeden Sonntag statt[21]. Die Bewohner:innen müssen das für die Woche benötigte Wasser an einem Tag in der Woche speichern. Falls das Wasser zwischendurch ausgeht, muss es durch private Tanklaster nachgefüllt werden.

Al Ulma`a liegt am Rande Madabas und zeichnet sich durch eine hohe Bautätigkeit aus. Wie in Abbildung 24 ersichtlich, konnte ich mir einen Überblick über die Zisternen verschaffen, die nach Fertigstellung entweder auf dem Dach oder umzäunt im Hinterhof stehen. In diesem Fall ist ein Gebäude im Rohbau zu sehen, welches schon mit 3 großen Wassertanks (2250 l)[22] ausgestattet wurde. Dies sollte bei einem Wasserverbrauch von durchschnittlich 134 l je Person pro Tag und einem Fassungsvermögen von 6750 l für 7 Personen ausreichen. Ein Hinzufügen einer weiteren Zisterne zum Sammeln von Regenwasser wäre auch möglich.

Abbildung 24: Wassertanks in Al Ulma`a, Madaba

---

20 http://jorinfo.dos.gov.jo/PXWeb2014R2/Table.aspx?layout=tableViewLayout2&px_tableid=Table%204.px&px_path=-&px_language=en&px_db=Demographic%20Statistics&rxid=d8467649-5faf-4b4c-8c29-f629d95a188e ; Stand 27.05.2020

21 Same, Interview, Madaba, 27.Juli 2019

22 https://www.unitexjordan.com/copy-of-khzan-afqy?lang=en, Stand 07.10.2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Durch die Umstellung der Grundstruktur des Wassersystems von Wasserspeichern auf das Abpumpen von Grundwasser wurde die Stadt Madaba eines zusätzlichen Wassereinkommens beraubt. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass aufgefangenes Regenwasser, ohne moderne Filtertechniken, als Trinkwasser genutzt werden kann. Die Revitalisierung von Zisternen könnte jedoch zu einer Entlastung des Wassersystems und einer Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs für private Haushalte führen. Das durch Zisternensysteme gesammelte Wasser könnte zum Beispiel zur Bestellung von Gärten oder für Toilettenspülungen genutzt werden und so wertvolles Trinkwasser einsparen.

Die Revitalisierung alter oder das Einbauen neuer Regenauffangsysteme bedeutet jedoch einen großen Kostenfaktor für viele Bauherren und Bauherrinnen. Um der Bevölkerung die Vorteile von Regenauffangsystemen aufzuzeigen, benötigt es Beispielprojekte in öffentlichen Räumen.

4.3 Bestehende Probleme des Wassersystems

Neben dem Verlust von wichtigem Regenwasser durch ungenutzte Zisternen, bestehen weitere Probleme und Risiken. So ist hier insbesondere das Risiko von Flutkatastrophen zu nennen. Diese kommen in Jordanien in der Regenzeit (November bis März) häufig vor. In den Herbst- und Frühlingsmonaten können Temperaturen von 20 bis 30°C herrschen[23]. Sobald es zu plötzlichen Regenfällen kommt, die teils derart stark ausfallen können, dass sie weder von Böden, Flutkanälen oder Abwasserkanälen aufgenommen werden können, folgen sie dem Gefälle und entwickeln eine teils starke Strömung. Besonders in niederen Regionen um das Tote Meer oder in Wadis[24] kommt es immer wieder zu tödlichen Unfällen, die auf zu starke Regenfälle zurückzuführen sind[25]. Das Wasser sammelt sich blitzartig an und zieht alles auf seinem Weg mit sich.

In den letzten Jahren haben diese Sturmfluten zugenommen. Im Februar 2019 wurde ein Wetteralarm Level 4 ausgelöst[26]. Bei einem Alarm diesen Levels werden Ministerien, Universitäten sowie Schulen geschlossen, damit die Bevölkerung Zuhause bleibt und es zu weniger lebensgefährlichen Situationen kommen kann. Es kam neben 21 Toten zur Schließung von Hauptstraßen, Evakuierungen und Engpässen in der Wasserversorgung einiger Regionen. Besonders in großen Städten, mit vielen versiegelten Oberflächen oder in Wadis ist das Risiko einer gefährlichen Sturmflut besonders hoch.

Im Hinblick auf Madaba, welches auf einer Hochebene liegt, sollte dies auf den ersten Blick keine Probleme darstellen. Gleichwohl gibt es innerhalb Madabas starke Höhenunterschiede, kaum unversiegelte Freiflächen und ein schwach ausgebautes Kanalsystem, sodass die beschriebenen

---

23 http://www.jordantimes.com/news/local/floods-block-roads-several-regions-hundreds%E2%80%99-rescued-cdd-personnel, Stand 07.10.2019
24 Wadi: Trockentäler, die vorübergehend Wasser führen. Bei Schneeschmelze oder Regenfällen kann es zu plötzlichen Sturzfluten kommen.
25 https://www.haaretz.com/middle-east-news/jordan/death-toll-in-jordan-flash-floods-rises-to-11-1.6637131, Stand 07.10.2019
26 https://www.thenationalnews.com/world/mena/jordan-braces-for-flood-chaos-after-heaviest-rains-of-the-winter-1.831697, Stand 07.10.2019

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

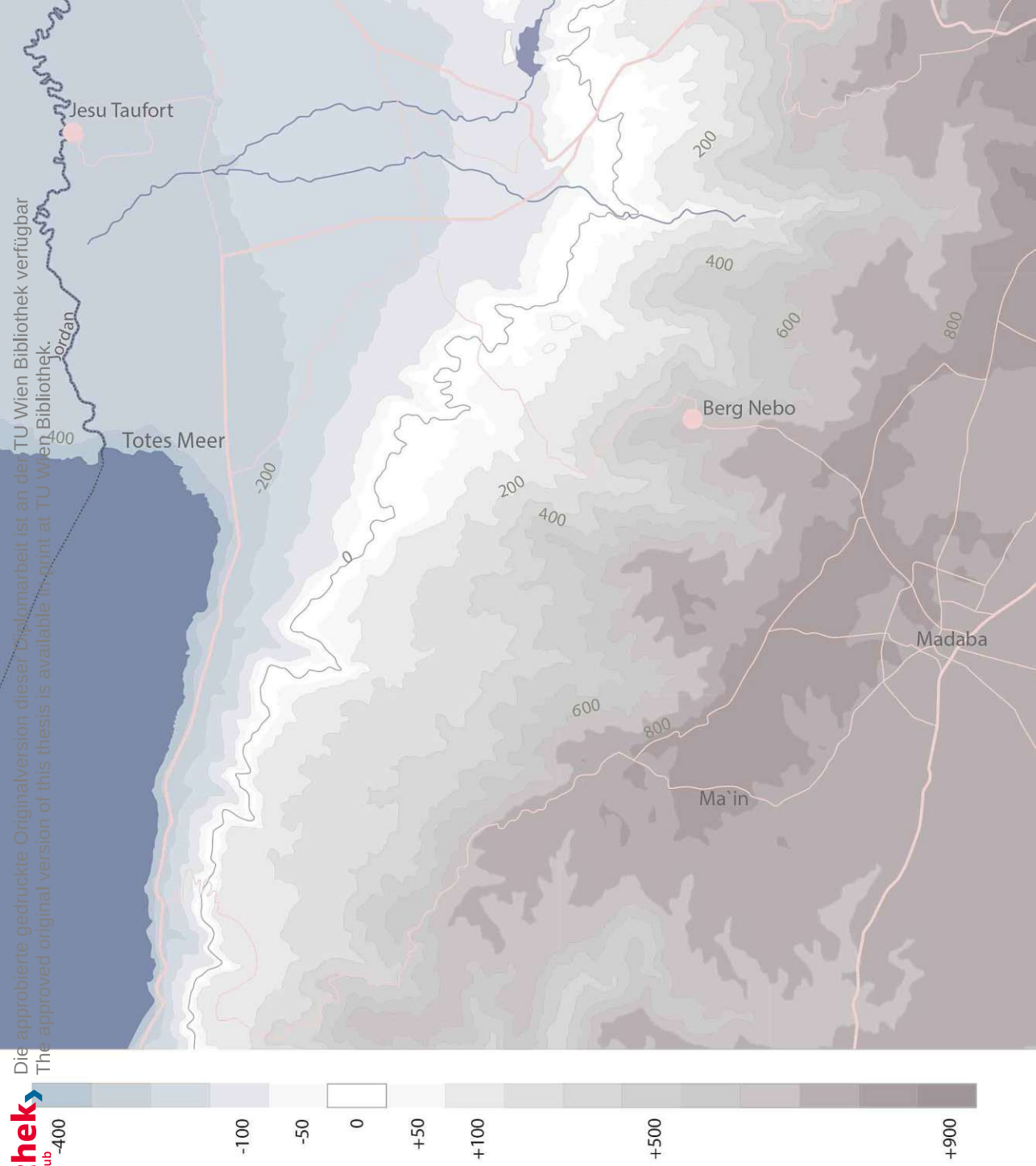
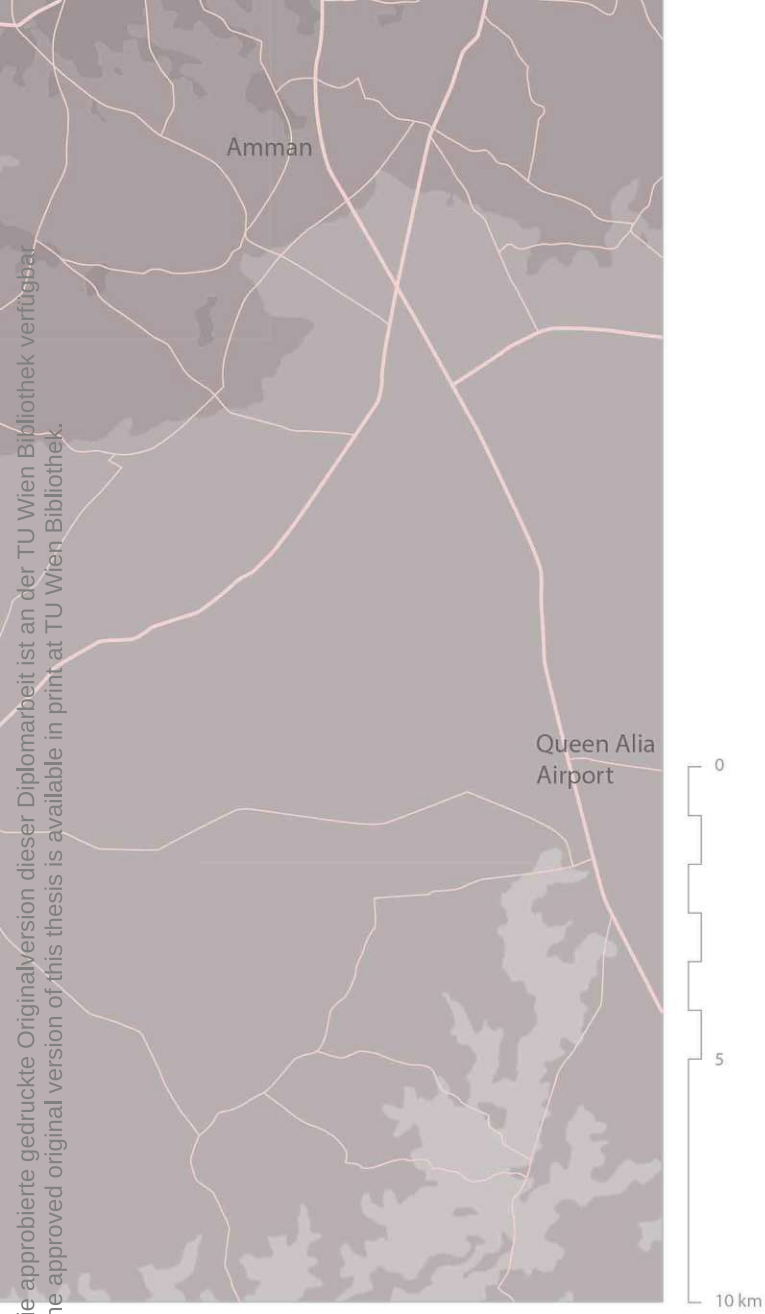


Abbildung 25: Topografie Einzugsgebiet Totes Meer

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN



Jede Topografielinie entspricht 50m
Höhenunterschied

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

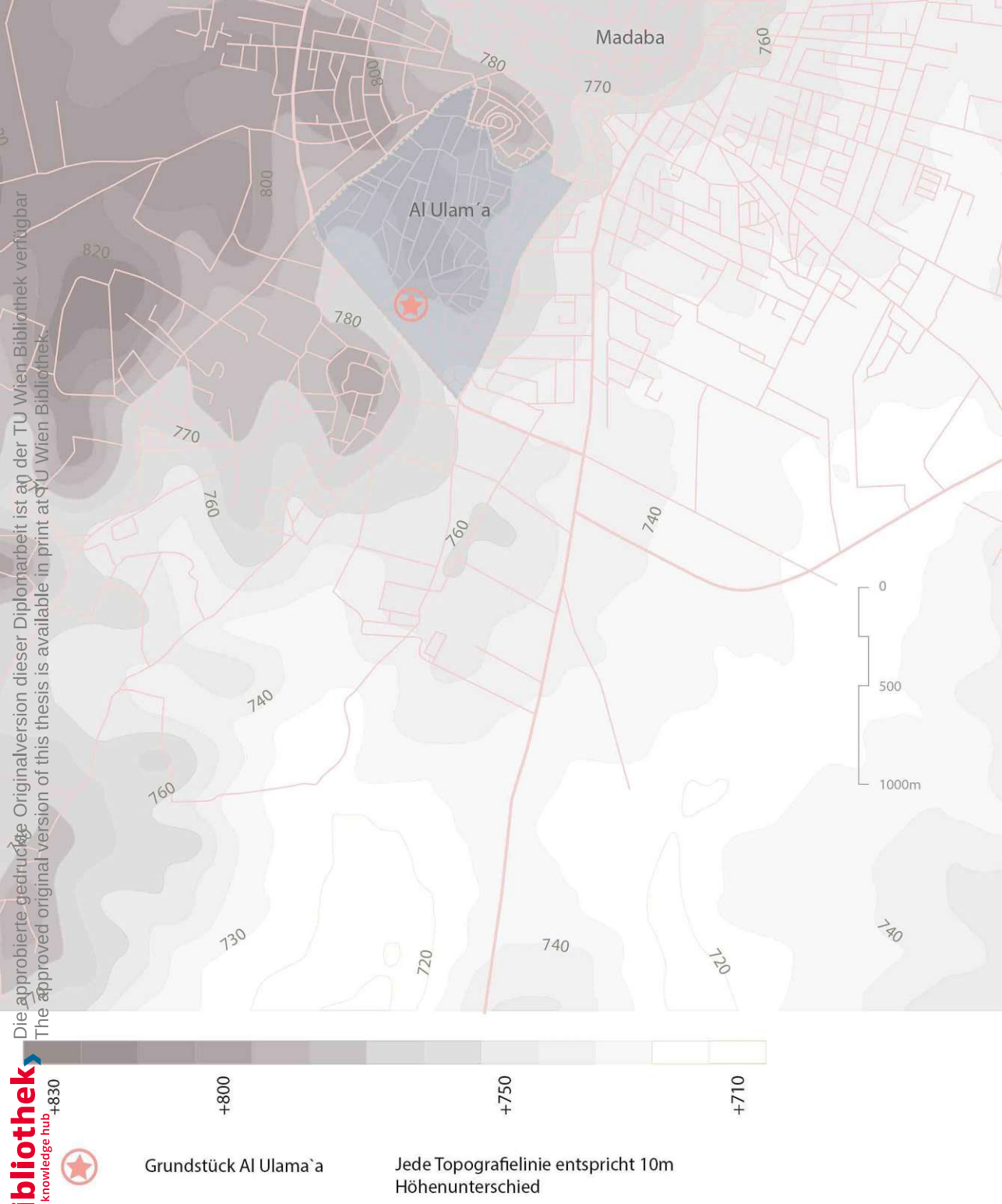


Abbildung 26: Topografie Madaba

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.

Gefahren auch hier bestehen können. Außerdem liegt die Stadt in der Nähe des Toten Meeres, mit dem tiefst gelegenem Ufer der Erde. Mit Hinblick auf diesen Höhenunterschied, der in Abbildung 25 dargestellt wird, ist die Nähe zum Toten Meer ein besonderer Risikofaktor[27]. Vor allem an den äußeren Rändern der Stadt, an welchen aktuell vermehrt gesiedelt wird und auch das in dieser Arbeit behandelte Grundstück liegt, gibt es ein starkes Gefälle. Die zunehmende Überbauung von Zisternen und deren Wassereinzugsgebieten kann besonders in dieser Gegend problematisch werden.

Diese Regionen wurden bis vor wenigen Jahren noch für landwirtschaftliche Zwecke und Viehhaltung genutzt. Wie Abbildung 27 zeigt, können Fundamente unterspült werden und es somit zu strukturellen Problemen kommen. Auch das Öffnen oder die Nichtinstandhaltung einer Zisterne kann zu Problemen führen. Personen oder Tiere können von dem Sog des Wassers erfasst werden und in den Zisternen ertrinken. In Gebieten, wie Al Ulama`a, in denen Zisternen gehäuft vorkommen (Abbildung 28) kann es ferner zum unkontrollierten Ansaugen von Gegenständen oder Abtragen wichtiger Humusschichten oder Bodenbelege kommen.

Wie in Kapitel 3.2.2 schon erwähnt, wird es durch den Klimawandel voraussichtlich häufiger zu Wetterextremen kommen. Das steigende Risiko von Sturmfluten muss daher auch im Entwurf berücksichtigt werden. Den hierdurch entstehenden Risiken kann insbesondere durch den Bau von Terrassierungen, Wasserabflussrinnen sowie das Einsetzten von ganzjährigen Pflanzen vorgebeugt werden.

Abbildung 27: Unterspültes Fundament mit vermuteter Zisterne

27 https://www.haaretz.com/middle-east-news/jordan/death-toll-in-jordan-flash-floods-rises-to-11-1.6637131, Stand 07.10.2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

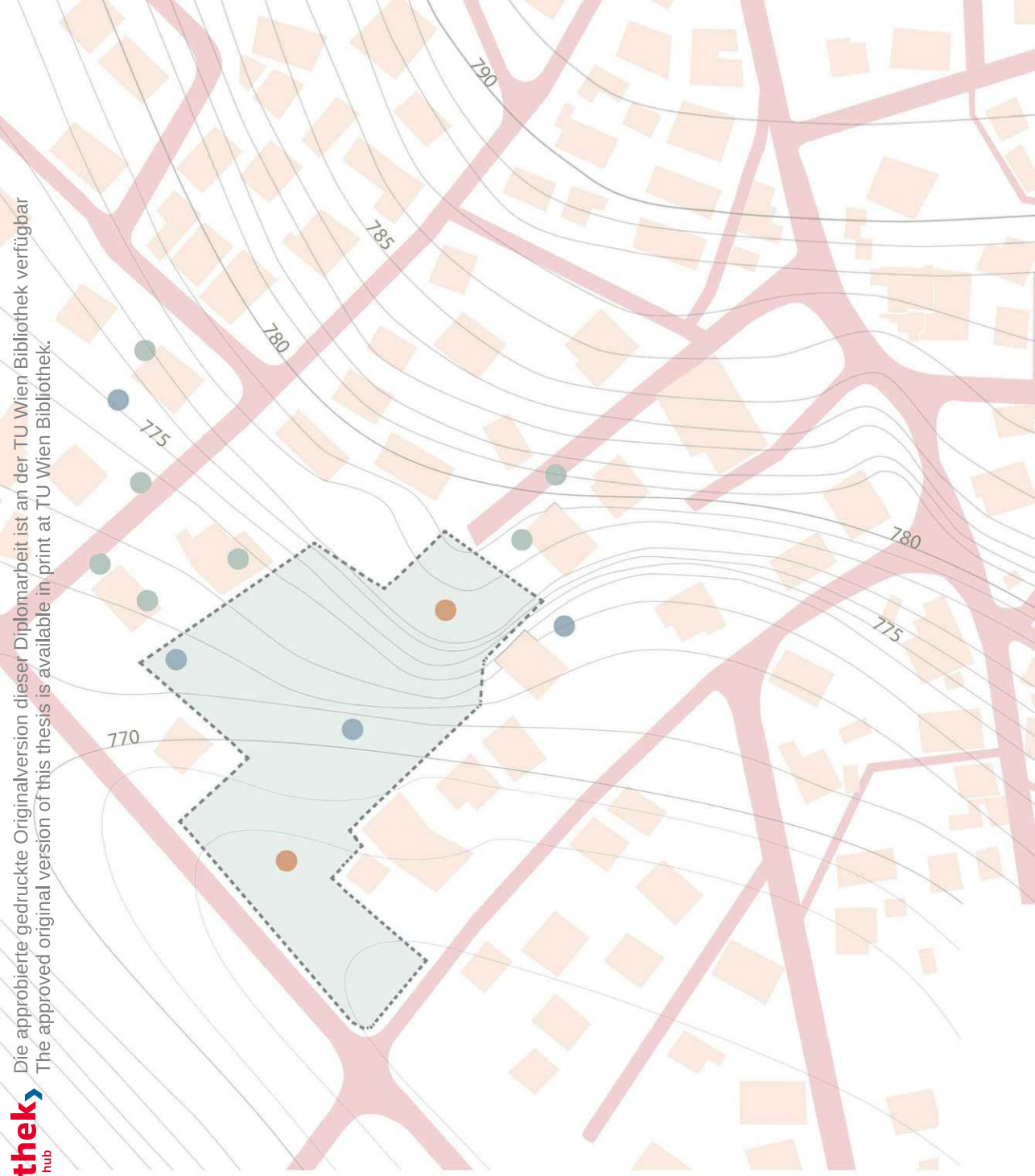
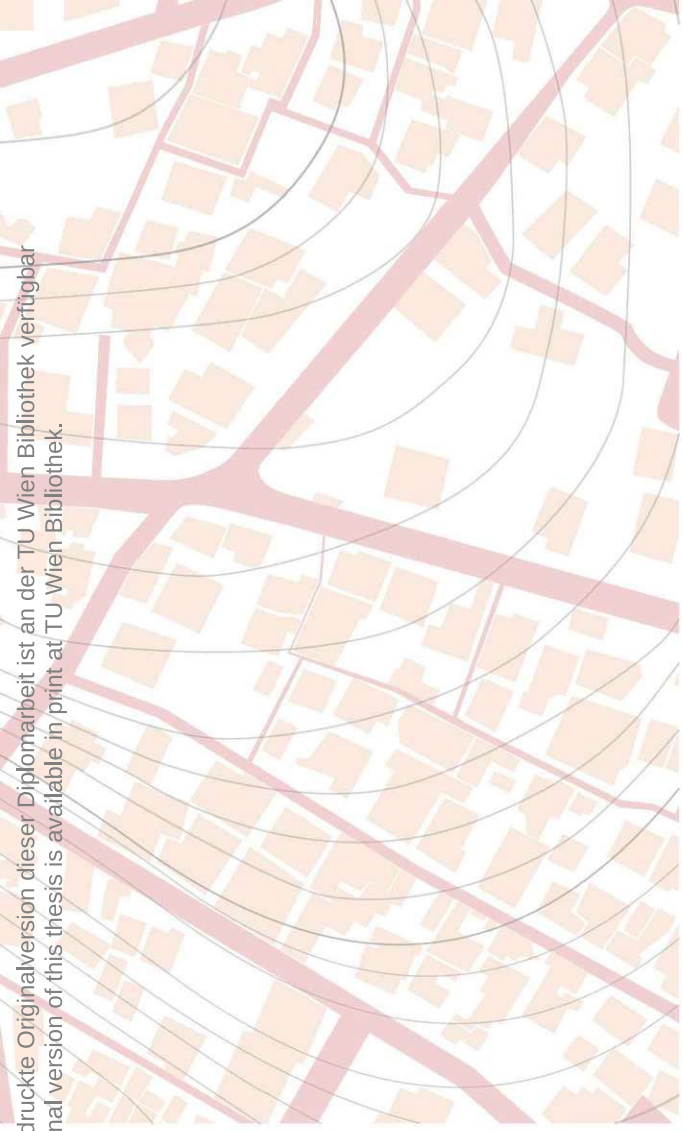


Abbildung 28: Gebiet mit markierten Höhlen und Zisternen



0

100

150m

Zisternen

Planierte Höhlen oder Zisternen

Überbaute Höhlen oder Zisternen

Intakte Zisternen

Brachland

Grundstück

4.4 Al Ulama´a Zisternen

Das folgende Kapitel beschreibt zwei noch erhaltene Zisternen in Al Ulama`a und ordnet diese baulich und zeitlich ein. Außerdem wird im Hinblick auf schon angesprochene Probleme in Kapitel 4.3 erörtert, ob sie Teil einer Lösung sein können.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Im Randgebiet Madabas befindet sich das ehemals ländliche Gebiet Al Ulama`a, das im Zuge des Wachstums der Stadt eingemeindet wurde. Aus Gesprächen vor Ort erfuhr ich, dass um die noch intakten Zisternen herum weitere existierten. Die meisten dieser Zisternen wurden jedoch überbaut und versiegelt. In Abbildung 28 wird ersichtlich, wie dicht beieinander Zisternen und Höhlen gebaut werden konnten. Die roten Punkte markieren die beiden noch intakten Zisternen, auf die sich diese Masterarbeit bezieht. Die vier blau gekennzeichneten Markierungen zeigen Höhlen und Zisternen, die planiert wurden. Die Mehrzahl von acht Zisternen wurde überbaut.

Im direkten Umfeld des Gebietes wurden 2015 im Zuge des *The Madaba Ring Road Report* 13 Zisternen oder Höhlen gezählt[28]. Eine zusätzliche Zisterne konnte bei einer Begehung gefunden werden. Die Dichte der Zisternen lässt den Schluss zu, dass der felsige Untergrund in diesem Gebiet für diese Nutzung besonders geeignet ist. Für die Datierung der vorgefundenen Zisternen konnte einschlägige Literatur genutzt werden.

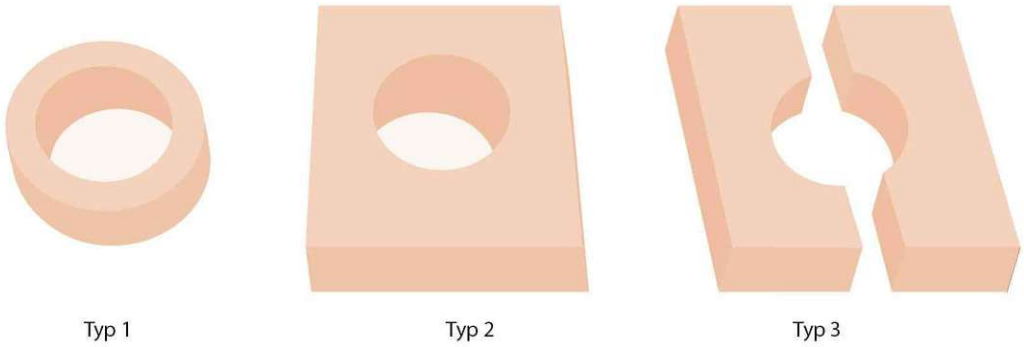


Abbildung 29: Fassungssteine in drei typischen Grundformen

Die Arbeit von Christoph Ohlig[29] beschäftigt sich mit antiken Zisternen der jordanischen Stadt Umm Quais, die sich in der Nähe der heutigen Stadt Gadara befindet. Umm Quais ist eine große, gut erhaltene Grabungsstätte, die ein geeignetes Beispiel für die historische Bauweise römischer Zisternen in Jordanien zur Zeit der Spätantike ist. Besonders die historische Wasserversorgung der nun in Trümmern liegenden Stadt wird in seiner Arbeit ausgiebig erforscht. Ohlig beschreibt drei unterschiedliche Fassungssteine (Abbildung 29).

---

28 Banks Rebecca, Andrea Zerbini, The Madaba Ring Road, Jordan. Evidence of cultural heritage assets from remote imagery in the Madaba hinterland, EAMENA university of Oxford, Oxford, 2015, S.12-13
29 Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.206

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Der Stein, welcher der Zisterne in Madaba am ehesten gleicht, ist Typ drei. Sie bestehen aus zwei separat behauenen Steinen, welche eine Runde Öffnung in der Mitte haben. Dieser Stein konnte in Umm Quais zuunterst gefunden werden. Auf ihm wurden die Typen eins und zwei geschichtet. In der Arbeit beschreibt Ohlig, dass so im Laufe der Zeit auf steigende Geländelevel reagiert wurde[30]. Die Zisternen in Al Ulama´a haben noch ihre ursprünglichen Fassungssteine und wurden nicht mit der Zeit überbaut. Es liegt nahe, dass die von mir vorgefundenen Zisternen römischen Ursprungs sind.

Des Weiteren sind unterschiedliche Bauformen der Zisterne möglich (Abbildung 30)[31]. Eine eindeutige Zuordnung zu den verschiedenen Bauformen der Zisternen war vorliegend nicht möglich. Eine Begehung war ausgeschlossen, sodass lediglich Einblicke mit einer Taschenlampe und Fotos gemacht werden konnten. Auf einigen Bildern ist klar zu erkennen, dass die obere Zisterne in eine bestimmte Richtung besonders tief in den Felsen gehauen wurde. Kleine Zuflusslöcher oberhalb der Zisterne konnten ausfindig gemacht werden (Abbildung 31). Außerdem ist der obere Teil der Zisterne gerade abgeschnitten. Aus diesen Gründen kann von einer würfelförmigen Bauweise ausgegangen werden. Die Würfelform kommt auch in Umm Quais häufig vor. Bei dem anzunehmenden Volumen muss anhand von vor Ort aufgenommenen Messungen und einem Augenmaß ausgegangen werden.

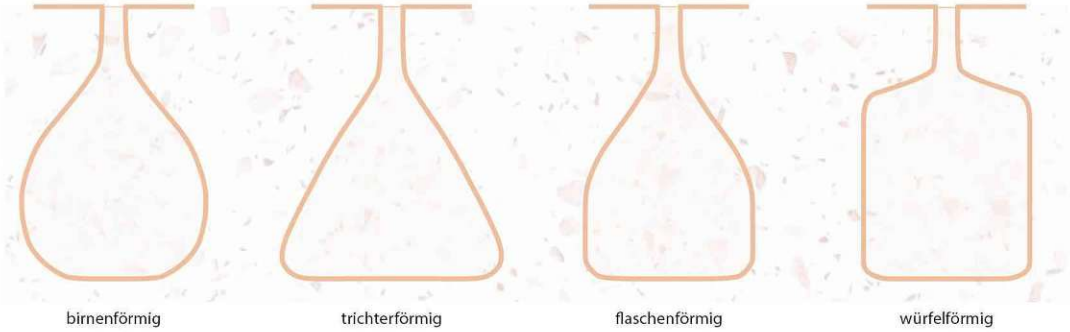


Abbildung 30: Zisternenformen im Schnitt

Eine typische Speichergröße einer Zisterne aus Gadara liegt bei 80-112 m^3 [32]. Da die vorliegenden Zisternen für den privaten Haushalt, sowie zum Tränken von Vieh genutzt wurden und auf den Bildern die Dimensionen eher eine große Zisterne vermuten lassen, gehe ich von einem ähnlichen Volumen aus. Bei einer Revitalisierung muss vor einem weiteren Gebrauch die Zisterne von Müll, Gesteinsbrocken und Sediment befreit werden, bevor ein neuer *Opus Signinum* aufgetragen werden kann.

---

30 Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.207
31 Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.207
32 Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, Tabelle Abb. 15, S.209

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Oftmals wurden Zisternensysteme durch unterirdische Verbindungen zusammengeschlossen, um das Speichervolumen zu vergrößern. Aufgrund der starken Steigung und der erheblichen räumlichen Trennung, die sich zwischen beiden intakten, Zisternen befindet, ist nicht von einer unterirdischen Verbindung auszugehen. Es wäre möglich, beide Zisternen zu einer Speicherkaskade auszubauen oder neue Zisternen hinzuzufügen, um anfallendes Wasser zu speichern. Hierbei kann sich die Verbindung der Speicherkaskade, mit Hinblick auf die starke Steigung des Gebietes, an der Oberfläche befinden. Sobald die obere Zisterne gefüllt ist, kann das Wasser weitergeleitet werden in die untere Zisterne. Sowie die untere Zisterne befüllt ist, kann das überschüssige Wasser wiederum in den vorhandenen Wassergraben der Ringstraße geleitet werden.

Diese mögliche Aneinanderschaltung der Zisternen mit einer funktionierenden Muldenversickerung zeigt, dass den in Kapitel 4.3 aufgezeigten Problemen begegnet werden kann. Instandgehaltene Zisternen können eine sinnvolle und hilfreiche Lösung bieten. Durch die Aufnahme von Wasser bei starken Regenfällen vermindern sie die Folgen dieser und speichern darüber hinaus das gesammelte Wasser. Sie können als Puffer dienen, um es dem Untergrund zu ermöglichen, Niederschläge aufzunehmen.

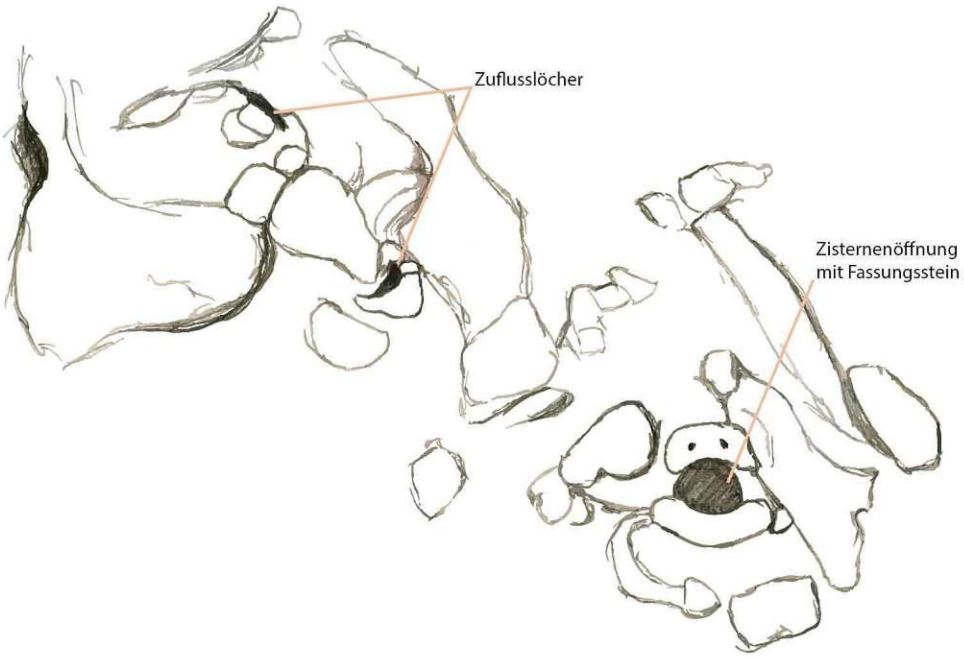


Abbildung 31: Handskizze der oberen Zisterne

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

4.5 Zwischenergebnis

Die aufgezeigte Problemanalyse legt nahe, dass beide Systeme Vor- und Nachteile haben. Das moderne Wassersystem ist ein sehr kostenintensives, da es regelmäßig gewartet werden muss, um eine hohe Trinkwasserqualität zu gewährleisten. Es ist außerdem nicht flächendeckend ausgebaut und wird immer wieder beschädigt, weshalb Wasser auf dem Weg verloren geht. Zusätzlich wird durch das Nutzen nur eines Systems, Trinkwasser für Bereiche genutzt, die keine hohe Wasserqualität benötigen.

Das historische Wassersystem unterscheidet sich erheblich von ihrem modernen Äquivalent. Es ist ein passives Wassersammelsystem und erzeugt eine schlechtere Qualität an Wasser und ist abhängig von Regenfällen in den Wintermonaten. Auch dieses System muss gewartet werden, wobei hier das Problem bei der Oberflächenverschmutzung der Sammelflächen liegt. Regenauffangbereiche müssen klar geplant werden, um mögliche Kontaminierungen zu verhindern. Der Vorteil dieser historischen Zisternen ist jedoch, dass sie wie in Kapitel 4.4 deutlich wird, schon vorhanden sind und passiv mitlaufen können. Sie dienen bei Starkregenereignissen als Puffer für die Infrastruktur und können dazu beitragen, die Ausmaße von Flutkatastrophen zu verringern. Eine Kombination beider Systeme könnte zu einer Entlastung in vielen Bereichen führen und das fortschreitende Wachstum der Städte unterstützten.

Abbildung 32: Obere Zisterne mit Gelände

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

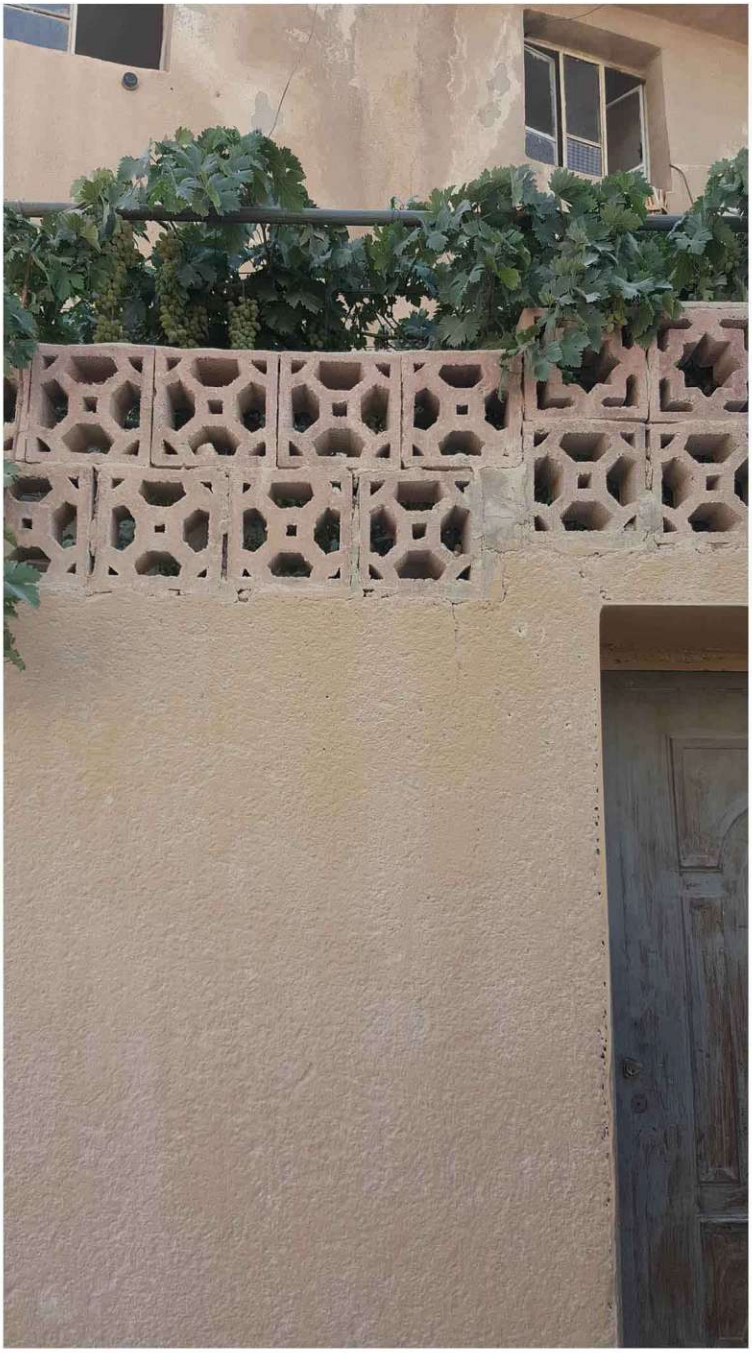


Abbildung 33: Privater Garten hinter Mauer

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.

5 Bestandsaufnahme Naherholung

5.1 Grünflächen in Madaba

In Madaba existieren aktuell kaum Grünflächen. Die vorhandenen Flächen befinden sich meist in privaten Gärten oder Einrichtungen und sind der Öffentlichkeit nicht zugänglich. Madabas Altstadt entspricht den Plänen aus der Zeit des Osmanischen Reichs. Die Stadt wurde, wie schon im Kapitel 3.3.1 erwähnt, in verschiedenen Baubooms erweitert. Diese Baubooms wurden unter anderem durch Landflucht und die Zuwanderung von Geflüchteten ausgelöst. Die Expansionen, mit dem Hauptaugenmerk auf neuen Wohnraum, führten dazu, dass Grünanlagen keine hohe Bedeutung zukam.

Die Stadt der Mosaike konzentriert sich bis heute darauf, die für den Touristenstrom so wichtigen Anlagen mit Mosaiken und alten Gebäuden im Zentrum der Stadt zu konservieren und restaurieren. Hierdurch entstanden wenige zusätzliche Freiflächen und öffentliche Plätze. Die einzigen unentgeltlichen Freiflächen im Stadtzentrum sind der für Touristen und Touristinnen angelegte Busbahnhof mit Informationszentrum, bei der eine Verschattung mit Sitzmöglichkeiten gebaut wurde. Im restlichen Stadtbild lassen sich vereinzelt Bänke an der Straße, ohne Aufenthaltsqualitäten, finden. In den äußeren Bezirken gibt es zwei öffentliche Flächen. Im Nordwesten existiert ein Spielplatz und im Nordosten ein kleiner Park an einer Moschee. Weitere freie und öffentlich zugängliche Flächen existieren meinen Beobachtungen nach nicht. Die restlichen halb öffentlichen Flächen, welche in Abbildung 34 vermerkt sind, sind Flächen in Schulen oder anderen öffentlichen Einrichtungen, deren Begehung nur speziellen Gruppen gestattet ist.

Freie kommunale Flächen bestehen aufgrund der Konzentration auf das ottomanische Stadtzentrum kaum. Madaba war stets eine kleine bis mittelgroße Stadt. Die vorhandenen urbanen Räume gingen fließend über, in die Hochebene mit Grasflächen und Feldern. Durch diese ländliche Auslegung schien es vermutlich nie wichtig, in die Stadt Frei- und Grünflächen zu integrieren, wie es ab den 1950er-Jahren in Amman gemacht wurde. Mit dem stetigen Wachstum Madabas und der Umwidmung des ehemaligen landwirtschaftlichen Umlandes in Wohnviertel, sollte in der zukünftigen Planung der Stadt umgedacht werden.

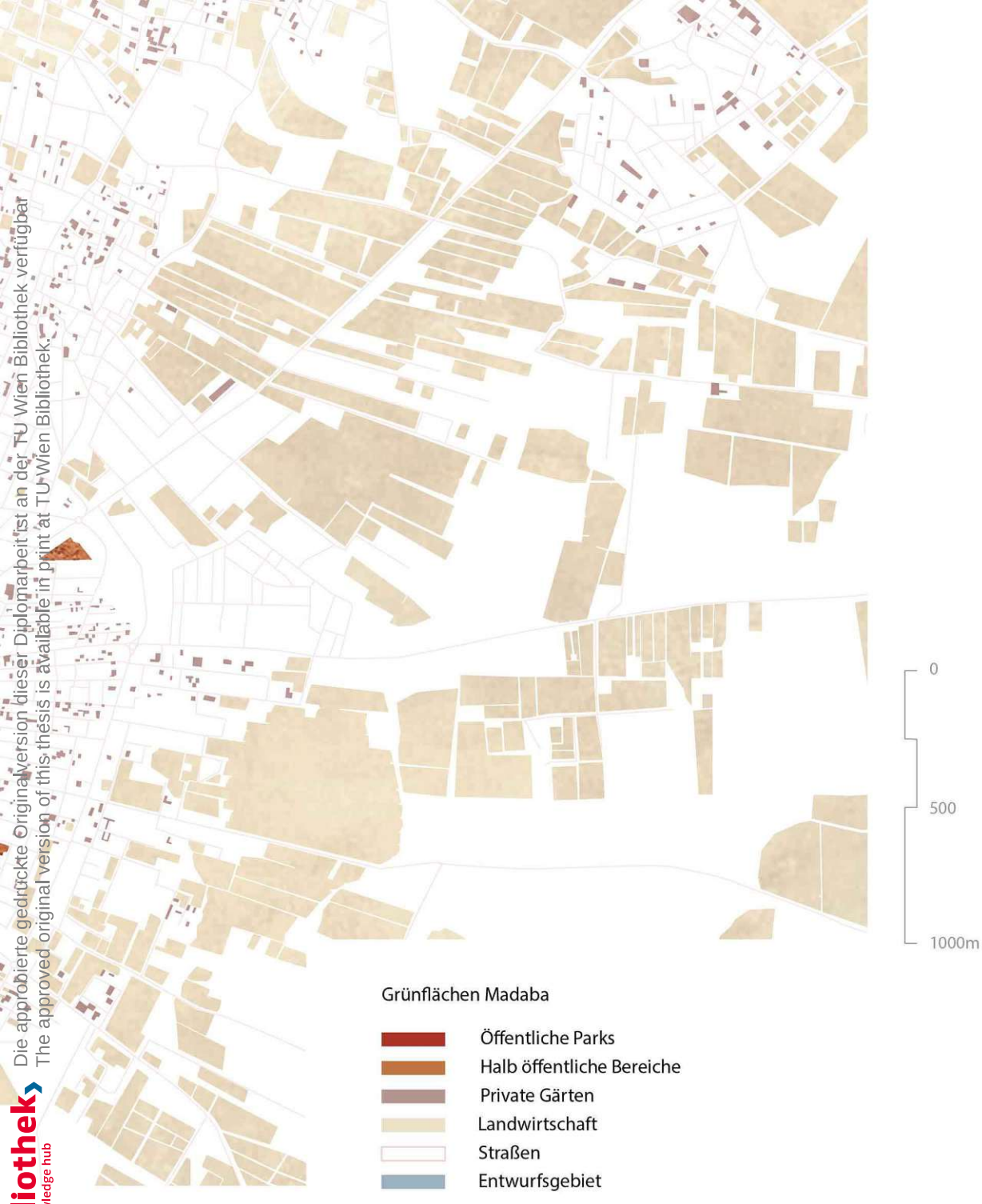
Wie in Kapitel 3.3.3 erwähnt, können kleinere Biotope innerhalb der Stadt den sogenannten *„Hitzeinsel-Effekt“*[1] abschwächen und zu besseren Klima- und Luftverhältnissen innerhalb der Stadt beitragen. Weitere wichtige Faktoren sind die Größe, Dichte und Höhe der Bebauung, verwendete

---

1 Strobl Hilde, et al. Einfach Grün : Greening the City : Handbuch Für Gebäudegrün; Simply Green : Die Stadt Begrünen : Manual for Building Greenery. Deutsches Architekturmuseum (DAM), 2021, S.43

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.

Abbildung 34: Grünflächen Madaba



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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

Baumaterialien sowie zusätzliche Umweltbelastungen durch den Stadtverkehr[2]. Besonders das Überbauen und nicht Nutzen alter Wasserauffangsysteme oder Abflussflächen, welche für die Stadt so typisch sind, führt zu einer nicht genutzten Chance, das Stadtklima zu verbessern und natürliche Ressourcen zu nutzen.

Das Freihalten von Flächen mit passender Bepflanzung kann helfen, dass Böden und wichtige Humusschichten weniger stark erodieren. Hierdurch können sich Pflanzen ansiedeln und mehr Wasser aufgenommen werden, um starke Überflutungen zu verhindern. Es kommt zu einer besseren Belüftung der Stadt, einer Reduzierung sich stark erhitzender Flächen, sowie einer Erhöhung von Verschattungsmöglichkeiten.

5.1.1 Zwischenergenis

Aufgrund des Fehlens von aussagekräftigen Grünflächen innerhalb Madabas wurde ein in der Feldforschung besuchter Park in Amman hinzugezogen. Der *National Gallery of Fine Arts Park* ist besonders geeignet, da er als einziger Park in Amman unter dem Gesichtspunkt eines wassersparsamen Parks mit spezieller Bepflanzung renoviert wurde. Die Analyse konzentriert sich auf drei für den Entwurfsprozess wichtige Punkte. Den Zustand und seine Nutzung, die Bepflanzung und das Bewässerungssystem. Durch das Heranziehen des *National Gallery of Fine Arts Parks* besteht die Hoffnung, gut funktionierende Elemente übernehmen und aus gemachten Fehlern lernen zu können.

---

https://www.umweltbundesamt.de/ban-i-1-ban-i-2-das-indikatoren#grosstadte-im-hitzestress; Stand 17.08.2021

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

5.1.2 Referenzbeispiel: National Gallery of fine Arts Park

Der *National Gallery of fine Arts Parks* zeigt, wie ein wassersparsamer Park in Jordanien gestaltet werden kann. Durch eine Analyse sollen Stärken und Schwächen aufgezeigt werden, um sie in das Design des Entwurf Gebietes in Madaba einfließen zu lassen. Dieser Park war der erste Versuch innerhalb Ammans, einen Park zu gestalten, welcher nur durch Regen- und wiederaufbereitetes Wasser versorgt wird. Die angestrebte Autarkie ist ein besonders interessanter Punkt, da es eine Möglichkeit geben sollte, trotz Wasserknappheit, den Anrainer:innen die Möglichkeit von angenehmen öffentlichen Plätzen anzubieten.

Der Park liegt in Jabal al- Weibdeh, einem der ältesten Viertel Ammans, auf einem der sieben Hügel der Stadt (Abbildung 1). Der Park wurde in den späten 1950er Jahren gebaut und ist einer der Ältesten Ammans. Vor seiner Renovierung 2005 hieß er noch Jabal al- Lubweibdeh Park und war stark vernachlässigt worden. Die 7500m² große Grünfläche wurde 2005 von der Landschaftsarchitektin Lara Zureikat[3] und dem CSBE[4] in Kooperation mit dem Ministry of Water and Irigation und dem Ministry of Enviroment durch USAID renoviert[5].

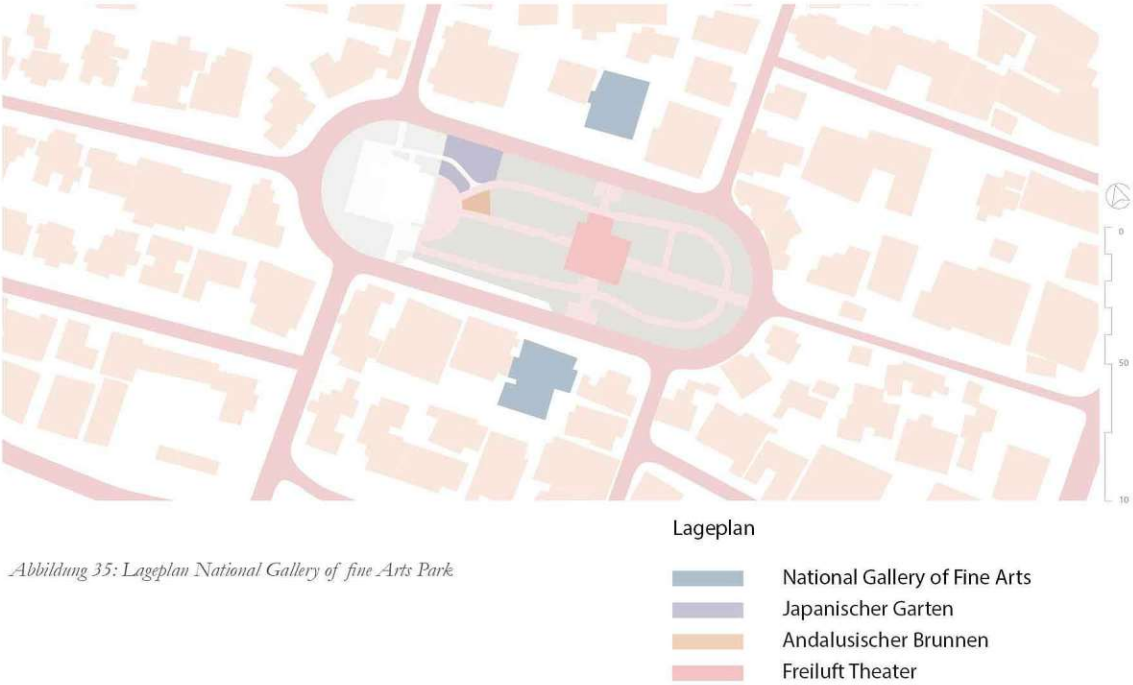


Abbildung 35: Lageplan National Gallery of fine Arts Park

3 *https://www.csbe.org/the-national-gallery-of-fine-arts-park, Stand 13.07.2019*
4 *CSBE ist eine 1999 gegründete gemeinnützige, private Studien- und Forschungseinrichtung. Sie beschäftigt sich interdisziplinär mit Städtebau und -planung, Naturschutz, Architektur, Landschaftsarchitektur und Bautechnologien.*
5 *http://www.csbe.org/may-005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019*

Der Park setzt sich zusammen aus einem unabhängigen Café im Nord-Westen des Parks und einem großen, öffentlich zugänglichen Teil des Parks. Die Mittelachse mit seinem Freiluft Theaterplatz (Abbildung 35) verbindet die beiden Gebäude der National Gallery of fine Arts miteinander. Der Park wird für Besucher:innen der Galerie zu einem Teil des Rundgangs. Die Galerie, welche auch Namensgeberin ist, bespielt seit der Renovierung den Park mit Skulpturen und nutzt ihn regelmäßig für abendliche Flohmärkte und Performances. Neben dem Versammlungsplatz existieren zwei gestiftete Areale, der sich im Nord-Westen befindende japanische Garten, welcher von der japanischen Botschaft in Amman gestiftet wurde, sowie ein andalusischer Brunnen, der von der Regierung in Granada gestiftet wurde[6]. Der Park ist nicht nur Teil der Ausstellungsfläche, sondern auch als Musterpark, der sparsamen Umgang mit Wasser demonstriert. Bei der Bepflanzung des Parks wurde darauf geachtet, bestehende und schon ausgewachsene Bäume mit dürretoleranten Pflanzen zu ergänzen. Es wurden insgesamt 85.000 Pflanzen und Bäume aus 36 Arten gepflanzt[7]. Des Weiteren wurden Tafeln angebracht, die Informationen zu Pflanzen und wassersparenden Landschaften geben. Der Wasserverbrauch wurde durch Glasprismen dargestellt, um dem Besucher:innen ein Gefühl für den Wasserverbrauch der Grünflächen zu geben[8]. Diese Elemente könnten für einen Entwurf übernommen werden und werden im Folgenden auf ihre Machbarkeit überprüft.

Abbildung 36: Bestandsaufnahme Japanischer Garten und Brunnen

Zustand und Nutzung

Viele der zuvor beschriebenen gestalterischen Elemente, waren bei der Begehung 2019 nicht mehr vorzufinden. Dazu gehören die Prismen und Beschilderungen. Einige Teile, besonders die gestifteten Elemente, des Parks waren in einem schlechten Zustand, wie in Abbildung 36 dargestellt.

---

6 http://www.csbe.org/may-005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019
7 http://www.csbe.org/may-005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019
8 http://www.csbe.org/may-2005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Der Brunnen, sowie der japanische Garten waren sanierungsbedürftig. Auch Mülleimer und Wege waren teilweise in einem verbesserungswürdigen Zustand.

Tagsüber wird der Park meist von Anrainer:innen oder Kindern zur Mittagspause oder Feierabend genutzt. Die Freifläche in der Mitte des Parks wurde von Kindern zum Fahren von Inlineskates oder Fahrrädern genutzt. Trotz eigentlichem Verbot dieser Nutzung, wird dieses Verhalten geduldet, da diese Fläche das einzig autofreie Areal in der Nachbarschaft darstellt. Bei einer Begehung fiel auf, dass vorhandene Sitzgelegenheiten selten genutzt wurden. Aufgrund der starken Mittagssonne und der Platzierung von Bänken oder Sitzstufen in der Sonne, wurden diese gemieden und stattdessen schattige Plätze innerhalb der Grünanlage genutzt (Abbildung 37). Tagsüber können die gusseisernen, schwarzlackierten Sitzgelegenheiten kaum genutzt werden, da sie durch die starke Sonneneinstrahlung aufheizen. Die einzige Nutzung besteht abends, sobald die Sonne untergegangen ist. Gleichzeitig kann der Park aufgrund seiner restriktiven Öffnungszeiten nur eingeschränkt zu diesen Zeiten genutzt werden.

Abbildung 37: Sitzgelegenheiten und Orientierungspunkte

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

Abbildung 38: Vergleichsbilder des Parks 2005 und 2019

Die Bestandsaufnahme der Pflanzen half herauszufinden, welche der neu gepflanzten Arten sich durchgesetzt haben. Schon ein Bildvergleich in Abbildung 39 des Parks bei seiner Eröffnung 2005 und 2019 lässt erkennen, dass manche Pflanzen nicht überlebt haben. Auf der linken Seite des Bildes von 2005 sind noch deutlich niedrige Bepflanzungen, sowie eine grüne Wiese im Hintergrund zu sehen, die auf dem Vergleichsbild von 2019 fehlen. Auf der linken Bildhälfte sind neben verschiedenen Büschen auch mehrere neu gepflanzte Bäume zu sehen, welche bis 2019 nicht überlebt haben.

In Abbildung 39 wird zwischen Bäumen, Büschen und anderen niedrigen Pflanzen unterschieden, um die Pflanzendichte des Parks zu darzustellen. Insgesamt konnten von den ursprünglichen 36 zusätzlichen Arten nur noch 21 wiedergefunden werden (Abbildung 40). Die Bestimmung wurde vor Ort mit der App *PlantNet* [9] durchgeführt.

Abbildung 39: Pflanzendichte im National Gallery of Fine Arts Park

9 PlantNet ist eine auf Fotografien basierende App, um Pflanzen zu bestimmen. Sie wurde von den französischen Forschungseinrichtungen Cirad, INRA, Inria und IRD entwickelt.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

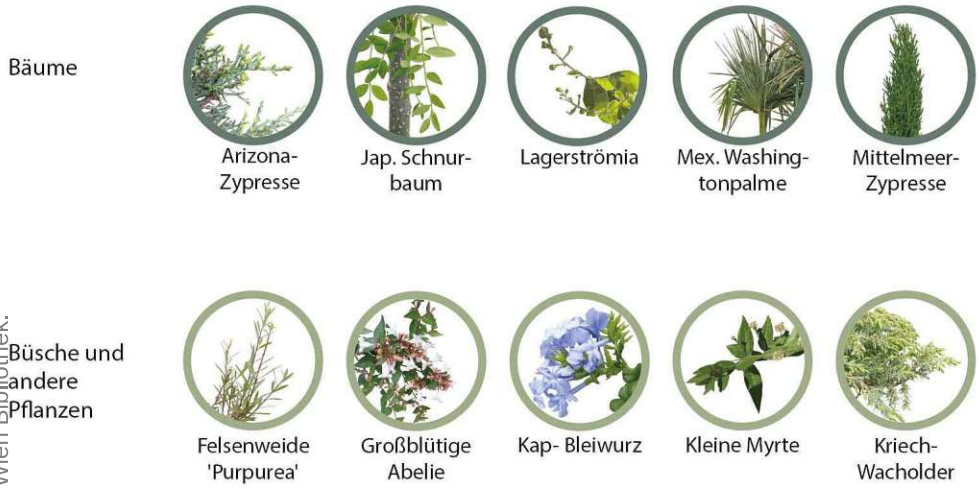


Abbildung 40: Pflanzen im National Gallery of Fine Arts Park

Bewässerung

Unter dem Versammlungsplatz auf der Mittelachse wurde eine 160 m³ große Zisterne gebaut, welche in den Wintermonaten durch ein Kanalsystem Wasser von den befestigten Oberflächen sammelt[10]. Der Abfluss ist einsehbar gestaltet, die Kanäle erstrecken sich über den Platz und waren während einer Begehung noch intakt. Neben diesem Wasser wird auch das Wasser der Kläranlage Abu Nasayr genutzt, um die Pflanzen zu bewässern.

Als Bewässerungssystem wurde die Tröpfchenbewässerung eingesetzt, die besonders sparsam ist und sich für aride Gebiete eignet. Die 50 km langen Schläuche wurden violett gestaltet, um den Gebrauch von aufbereitetem Wasser in den Fokus zu rücken[11]. Die Bewässerungsschläuche waren immer noch vor Ort, wenn auch nicht in ihrer originalen Farbgebung. Nicht alle Pflanzen und Brachflächen wurden an die Tröpfchenbewässerung angeschlossen. Die großen Flächen im Westen und Osten des Parks waren zum Anfang der Neugestaltung mit Gräsern oder anderen flächendeckenden Pflanzen ausgestattet und haben besonders Probleme, mit Wasser versorgt zu werden. Bei dem vorgefundenen System könnten diese Flächen nur durch eine zusätzliche manuelle Oberflächenbewässerung bewässert werden, welche jedoch konträr zu einem wassersparsamen Verbrauch steht. Der Zustand des Parks lässt vermuten, dass dieses zur Fertigstellung des Parks so wichtige Motiv im Laufe der Jahre immer mehr in den Hintergrund gerückt ist. Es sollte bei einem Entwurf darauf geachtet werden, einfache und wartungsarme Systeme zu nutzen.

---

10 http://www.esbe.org/celebrating-water, Stand 13.07.2019
11 http://www.esbe.org/may-2005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Orientalische Platane

Robinie

Seidenbaum

Südliche Seideneiche

Lampen-putzergras

Löwenohr

Mastixstrauch

Rosmarin

Schwertlilie

Sommerflieder

Strauchiger Gamander

Das unter *„Bepflanzung"* beschriebene Absterben einiger Pflanzen kann unterschiedliche Gründe haben. Jedoch wird bei starker Hitze im Sommer aufgrund von Wassermangel darauf verzichten, Grünanlagen zu wässern. Die Wasserversorgung der Bevölkerung und anderer wichtiger Anlagen hat eine höhere Priorität, als der Erhalt von Grünflächen[12]. Ein weiterer Grund könnte sein, dass das Wasservolumen der sich im Park bereits befindlichen Zisterne für die Versorgung einer derart großen Fläche nicht ausreicht. Ausschlaggebend hierfür können eine nicht ausreichende Größe der Zisterne, ein zu kleines Wassereinzugsgebiet oder technische Ausfälle des Systems sein. Es sollte darauf geachtet werden, dass die ständige Bewässerung in den ersten Jahren nach dem Einsetzten der Pflanzen besonders wichtig ist. Es benötigt Zeit und genügend Wasser, sodass große Pflanzen ihr Wurzelwerk so ausbreiten können, dass sie sich selbst versorgen und in die unteren Erdschichten eindringen.

---

12 Ministry of Tourism and Antiquities, Third Tourism Development Project Secondary Cities Revitalization Study - Madaba, Annex 4, The Hashemite Kingdom of Jordan, Amman, 2005, S.3

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Abbildung 41: Foto des Grundstücks mit Blick Richtung Süden

Abbildung 42: Foto des Grundstücks mit Blick Richtung Süd- Ost

Die approbierte 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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

5.2 Grünflächen Bauort Al Ulama´a

Das Grundstück liegt an einer stark abfallenden Geländekante am Rande Madabas und führt hin zur 2015 fertiggestellten Ringstraße, welche um den Stadtrand Madabas führt und ein wichtiger Teil der Infrastruktur ist. Die Begrünung des Grundstücks und seiner umliegenden Flächen lassen sich in drei Kategorien von Bepflanzung unterteilen: Olivenhaine, Brachen und Gärten. Unter Brachen sind Flächen zwischen den Bebauungen oder freies Bauland, die nicht kultiviert werden gemeint. Sie ähneln den Brachflächen vor der Stadt, welche sich in den Wintermonaten zu Wiesen entwickeln, auf denen Schafe grasen können. Während der Sommermonate sind sie, wie in Abbildung 41 und Abbildung 42 ersichtlich, bedeckt von verblühten Kletten und anderen dürretoleranten Stauden.

Die landwirtschaftliche Nutzung durch Olivenhaine hat in dieser Region sowie die Viehzucht eine lange Tradition und ist deshalb auch in den Wohngebieten anzutreffen. Private Gärten kommen weniger vor, da für ihre Instandhaltung Trinkwasser genutzt werden muss und sie deshalb kostenintensiv sind. Bei Begehungen konnten bei keinem der Häuser Anzeichen vorgefunden werden, dass Dachflächen an das Abwassersystem angeschlossen sind oder zum Auffangen von Regenwasser genutzt werden. Die Häuser besitzen Fallrohre, die auf die Straße hin entwässern.

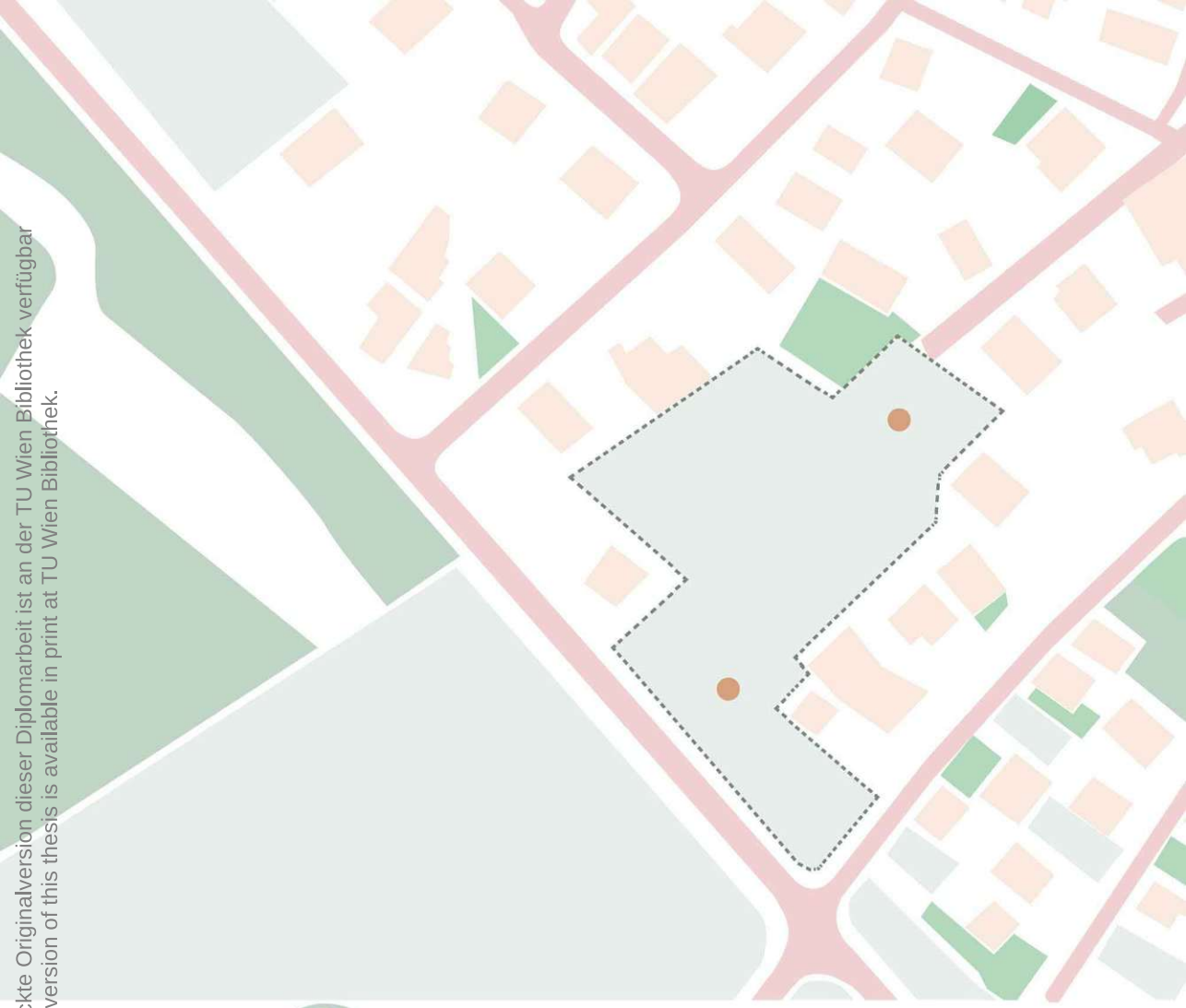
Brachen überwiegen in diesem Gebiet immer noch. Auch das Projektgebiet ist so eine Brache. Durch die schon erwähnte Pflanzenbestimmungs- App *PlantNet* konnten noch bestehende Pflanzen bestimmt werden. Viele der Pflanzen sind niedrige bis halbhohe Gewächse, die im Sommer vertrocknen und Ihre Samen selbst aussäen für den nächsten Regenfall im Herbst.

An vielen Stellen kommt der blanke Stein zum Vorschein, welcher wie in Kapitel 4.4 beschrieben, für den Bau der Zisternen so wichtig ist. Das bedeutet jedoch auch, dass keine tiefe Humusschicht vorhanden ist und es schneller zu Bodenerosionen kommen kann. Verhindert werden kann dies durch eine zusätzliche Bepflanzung und ein Absichern der Grünflächen durch Kantsteine oder Terrassierungen.

Bei der Auswahl der Pflanzen ist der felsige Untergrund ein wichtiger Faktor, da Tiefwurzler senkrechte Wurzeln in die Erde schlagen und nicht geeignet sind für diesen Standort. Für diesen Untergrund eignen sich Flachwurzler, welche ihr Wurzelnetz in die Breite wachsen lassen sowie Herzwurzler, die Ihre Wurzeln an die gegebenen Umstände anpassen. In der Umgebung des Grundstücks konnten von insgesamt zehn Pflanzenarten, neun Herzwurzler und ein Flachwurzler gefunden werden. Zusammen mit den in Kapitel *„Bepflanzung"* analysierten Pflanzen, von denen nur vier nicht geeignet sind für den Untergrund in Al Ulam`a, lässt sich eine Grundauswahl für die Bepflanzung des Gebietes zusammenstellen. Von den verbleibenden 28 Arten sind neun Flachwurzler und acht Herzwurzler. In Abbildung 44 sind diese nach ihrem Standort und Größe sortiert. Zusätzlich wird die Höhe der Wassergabe sowie ein Blühkalender angegeben. Im Blühkalender kann die Farbe der Blüte und deren Blütezeit abgelesen werden.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.



Olivenhain

Olivenbaum

Private Gärten

Olivenbaum

Aleppo Kiefer

Feigenkaktus

Brachland

Amarant

Dornige Spitzklette

Zwerg Heliotrope

Steppenraute

Sonnenwende

Abbildung 43: Grünflächen Umgebung

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.

Grünflächen

- Intakte Zisternen
- Grundstück
- Olivenhain
- Private Gärten
- Brachland
- Straßen

Weißer Andorn

Wilde Malve

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.

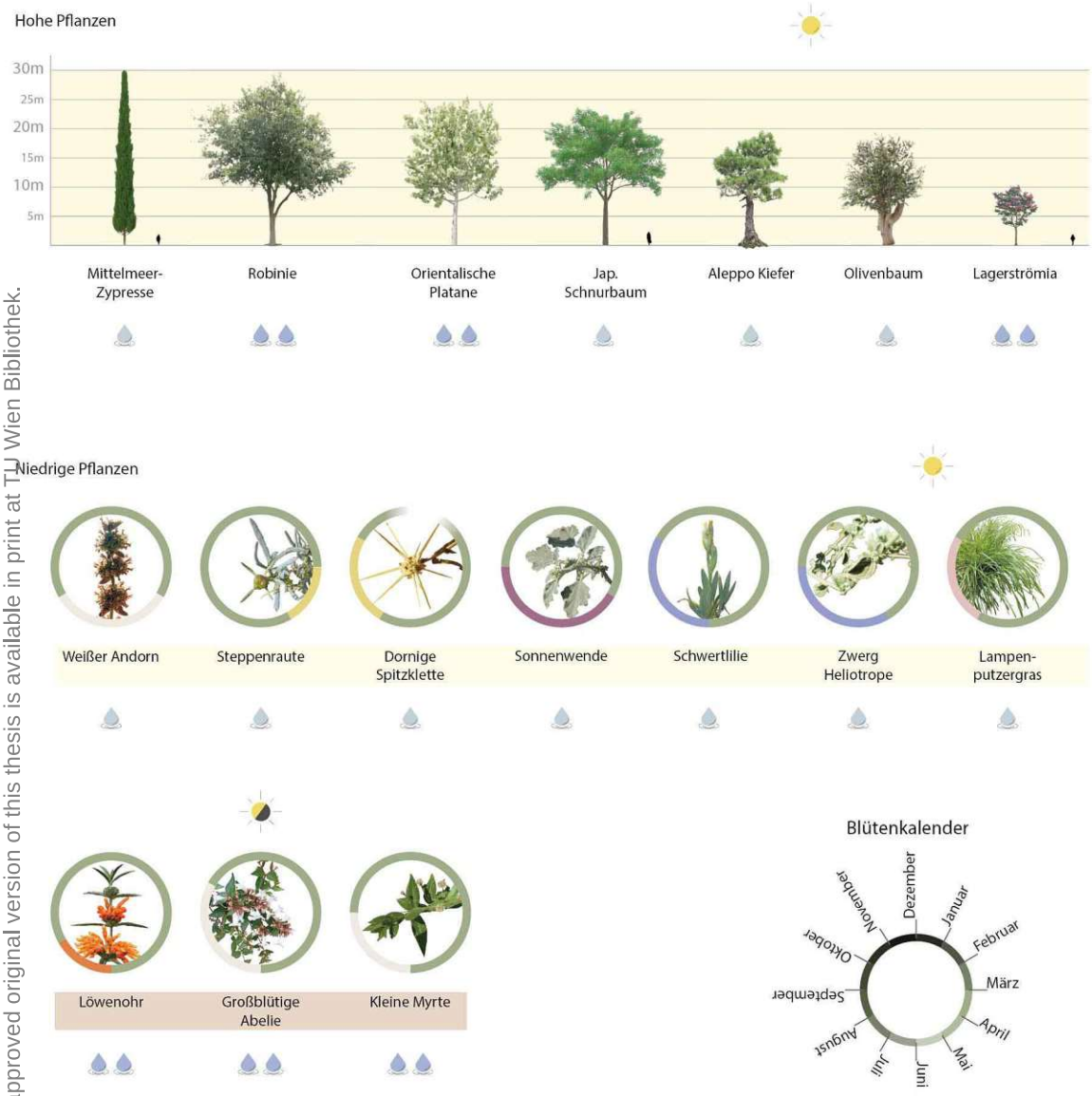
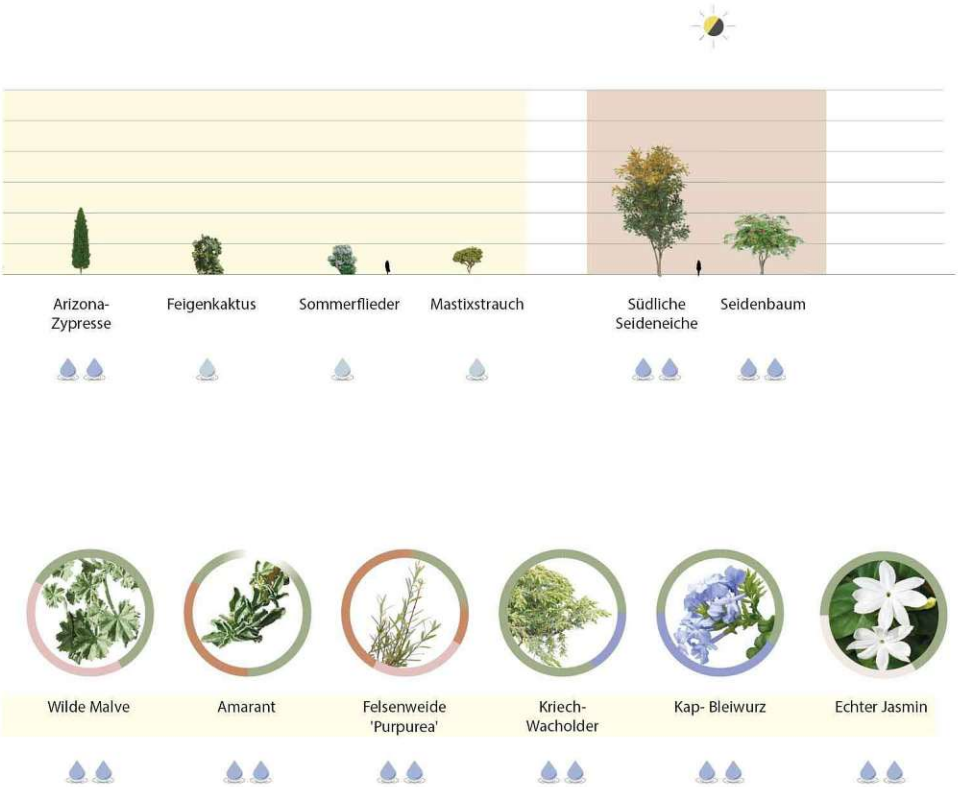


Abbildung 44: Ausgewählte Pflanzen für Al Umala`a

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.



5.3 Zwischenergebnis

Wie aufgezeigt bestehen in der Stadt Madaba selbst kaum, bis keine Grünflächenareale, die für die Untersuchung geeignet wären. Daher macht die Analyse des National Gallery of fine Arts Park Sinn. Das wassersparsame Konzept weist erhebliche Schwächen auf, denen mit einem Entwurf begegnet werden könnte. In diesem Park stand nicht nur die Versorgung der Flora im Vordergrund, sondern auch die Aufklärung der Bevölkerung. Die für mein Projekt wichtigsten Schlüsse sind daher, dass die Wasserversorgung in den Sommermonaten und insbesondere während der ersten Jahre wichtig ist, um ein Sterben der neuen Pflanzen zu verhindern. Die Auswahl der Pflanzen sollte an das Gebiet angepasst sein, um einen großen Mehraufwand zu verhindern. Klare und sinnvolle Zonierungen schützen Menschen und Pflanzen und können für eine attraktive Nutzung des Parks dienen. Auffangflächen sind sehr wichtig und sollten ausreichend eingeplant werden, genauso wie die Instandhaltung.

Abbildung 45: Blick Richtung Süd- Osten

Abbildung 46: Untere Zisterne

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

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.

Abbildung 47: Grundstück mit Blick Richtung Nord- Osten

Abbildung 48: Obere Zisterne

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.

Designvorschlag

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.

Abbildung 49: Kalkstein Gebäude in Madaba

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

6 Designvorschlag

6.1 Materialität

In diesem Kapitel wird auf die verschiedenen Materialien eingegangen, welche im Entwurf eingesetzt werden. Dies wird zum einen der lokale Kalkstein sein sowie Schwarzzeltstoffe und EPDM- Schallschutzbelag sein. Diese Materialien werden immer wieder im Design des Parks vorkommen. Während EPDM ein moderner Belag mit vielen positiven Eigenschaften zum Sammeln von Wasser und der Sicherheit von Kindern dient, sind Kalkstein und Schwarzzeltstoffe typisch für die Baukultur Jordaniens.

6.1.1 Kalkstein

Kalkstein ist eine der am weitest verbreiteten Steinsorten Jordaniens und ist bis in die Moderne eines der sinnstiftenden Elemente der jordanischen Architektur. Seine Lebensdauer beträgt im Mittel 100 Jahre und kann damit sehr lange, starke Witterung und Minustemperaturen aushalten[1]. Insbesondere der lokal abgebaute Stein hat laut Ibrahim M. Tarrad im internationalen Vergleich eine sehr gute Qualität. Sein hohes spezifisches Gewicht und die geringe Wasseraufnahme tragen zu einer langen Haltbarkeit bei[2]. So kann es zu weniger Beschädigungen bei Wetterumbrüchen sowie bei Frost kommen. Lokale Unterschiede in der Sedimentbildung tragen zu einer großen Auswahl an möglichen Farben bei. Weiß, rein Weiß, Gelb, Schwarz, Grün und Pink sind die verfügbaren Farben, wobei Weiß am häufigsten vorkommt[3]. Diese Färbung ist so typisch für die Architektur des Landes, dass die Hauptstadt Amman auch *die weiße Stadt* genannt wird. Der weiße Stein wirkt im Sonnenlicht sehr hell und blendet das Auge. Kalkstein ist ein Sedimentgestein, das sich schichtweise im Boden abbauen lässt. Er wird meist durch maschinelles Spalten im Steinbruch abgebaut. Bei der Weiterverarbeitung bietet sich für Gebäude eine geschliffene oder kugelbestrahlte Oberfläche an. In der Landschaftsgestaltung für Befestigungen oder Böschungswände macht eine unbehandelte Oberfläche direkt aus dem Steinbruch oft mehr Sinn, da sie kostengünstiger ist[4]. Kalkstein ist ein lokales Produkt, wodurch lange Lieferwege wegfallen. Hierdurch müssen weniger Ressourcen aufgebraucht werden. Auch der leichte Abbau, der keine Sprengungen benötigt, wie zum Beispiel bei Granit, lässt einen Einsatz im Vergleich ressourcenschonender erscheinen[5].

---

1 Schulz Ansager, Schulz Benedikt, Atlas Naturstein klassischer Baustoff in zeitgemäßer Anwendung, Edition DETAIL, München, 2019, S88
2 Tarrad, M., Ibrahim M., Detection of limestone quarries in Jordan through remote sensing data to achieve sustainable utilisation in vernacular architecture, international Journal of Sustainable Development and Planning, Vol. 16, No. 4, AL al- Bayt Universität, Al-Mafraq Jordanien, 2021, S.666
3 Tarrad, M., Ibrahim M, 2021, S.666
4 Schulz Ansager, Schulz Benedikt, 2019, S.21
5 Schulz Ansager, Schulz Benedikt, 2019, S.88

Entgegen der aktuellen Einsatzgebiete in der modernen Architektur, die Natursteine nicht mehr als tragende Elemente für Außenwände verwenden, sondern in Kombination als Verbundmaterial. Kalkstein kann genauso gut zur Isolierung von Gebäuden beitragen, wie ein moderner Schichtaufbau[6]. Dies bedeutet, dass die geplanten Gebäude, obwohl sie keinen wärmetechnischen Anforderungen entsprechen müssen, ein gewisses Potenzial besitzen. Im Sommer können sie Hitze fernhalten und im Winter vor der Witterung schützen.

Durch seine einfache Zugänglichkeit und niedrige Transportkosten wurde dieses Material in der Antike sowie in den 40er- und 50er- Jahren im 20. Jahrhundert wieder verstärkt eingesetzt. In Amman können die ältesten Gebäude aus dieser Zeit in den Bezirken Jabal, Iweibdeh und Ashrafieh besichtigt werden. Sie wurden durch die Gestaltungsprinzipien der *Belad Asham Region*[7] beeinflusst. Gebäude aus dieser Zeit zeichnen sich durch hohe Decken und Türen, Außenhöfe und kleine Fenster aus. Sie bilden den Anfang der modernen jordanischen Architektur, welche sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt hat. Das Hauptaugenmerk gilt hierbei dem Stein mit seinen verschiedenen Formaten, Formen und Farben und verbindet historische und moderne Gebäude[8]. Berühmte jordanische Architekten, die sich auf den Gebrauch von Naturstein spezialisiert haben, sind Fawaz Al-Muhanna, Al-Khawaja Deeran, Jaafar Toukan und Rasim Badran. Sie nutzten Natursteine als ihre Hauptgestaltungselemente und setzen dies in einer besonders klaren Architektursprache um[9].

Abbildung 50: Kalkstein Oberflächen: geschliffen, kugelbestrahlt, maschienengespalten

---

6 *Tarrad M., Ibrahim M, 2021, S.665*
7 *Belad Asham ist eine Region in Vorderasien, die Syrien, Jordanien, Palästina und den Libanon umfasst.*
8 *Tarrad M, Ibrahim M, 2021, S.663*
9 *Tarrad M, Ibrahim M, 2021, S.663*

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.
TU Bibliothek, Your knowledge hub WIEN

6.1.2 Schwarzzeltstoffe

Ein weiteres Material, welches für die Geschichte Jordaniens genauso wichtig ist wie für das Design des Parks, sind Schwarzzeltstoffe. In meinem Entwurf werden sie als Verschattungselemente eingesetzt. Anders als die klassischen Beduinen Zelte sollen sie jedoch keinen geschlossenen Raum definieren, sondern als Sonnensegel eingesetzt werden. Hierbei werde ich mir die Vorteile des Stoffes zu Nutzen machen. Kristina Ambrosch beschreibt in Ihrer Diplomarbeit[10] sehr ausführlich die Merkmale von Schwarzzeltstoffen, über die ich mich selbst bei einem Besuch von Yörük-Nomaden und Nomadinnen in Fethiye (Türkei) überzeugen konnte.

Anders als die von Ambrosch beschriebenen und von mir besuchten Yörük- Nomaden und Nomadinnen in der Türkei sind die Ammarin- Beduinen und Beduininnen in Jordanien ein Konglomerat von Stämmen mit bis heute geltenden Nutzungsansprüchen und Besitzrechten für ihr jeweiliges Stammesterritorium[11]. Diese Berechtigung wird durch die von Ihnen seit Jahrzehnten oder Jahrhunderten durchgeführte *„Belebung des Bodens“* [12] gerechtfertigt. Abgesehen von geografischen und rechtlichen Unterschieden, ist der Bau von Zelten und das Erstellen der Materialien jedoch ähnlich, wodurch die Arbeit von Ambrosch als Informationsquelle herangezogen werden kann.

Die Stoffbahnen aus Schwarzzeltstoff werden aus den groben Deckhaaren von Ziegen hergestellt[13]. Das vier bis sieben Millimeter dicke Garn wird auf einem Flachwebstuhl verwebt[14]. Diese spezielle Art des Webstuhls ist besonders leicht und kann einfach auf und abgebaut werden. Die webende Person gibt hierbei das Maß der Stoffbahnen an. Unterschiedliche Größen der Stoffbahnen sind meist nicht abträglich, da Zelte aus mehreren Bahnen bestehen und durch Zusammennähen Ungleichheiten ausgeglichen werden können. Als Webmuster wird meist die Leinwandbindung gewählt[15]. Diese Bindung ist eines der einfachsten Muster, welches gleichzeitig eine hohe Schiebe- und Scheuerbeständigkeit[16] besitzt. Dies macht das Gewebe besonders robust und geeignet für den Außenbereich. Klassische Beduinenzelte bestehen aus mehreren Bahnen unterschiedlicher Stoffqualitäten. Während für die Dachbahnen die höchste Qualität genutzt wird, können die restlichen Elemente für Wandstoffe, Flickwerk und Stützabdeckungen von geringerer Qualität sein[17]. Hier können locker gewebte oder alte Stoffe verwendet werden.

---

10 Ambrosch Kristina, Kara Hane Schwarzzelte als temporäre mobile Behausung für Archäologen in trockenen heißen Regionen, Diplomarbeit Architektur, TU Wien, Wien, 2004
11 Baumgarten Jürgen, Die Ammarin Beduinen in Jordanien zwischen Stamm und Saat, Bibliotheca Academica, Reihe Orientalistik, Band 18, Ergon- Verlag, Würzburg, 2011, S.215
12 Baumgarten Jürgen, 2011, S.48
13 Ambrosch Kristina, 2004, S.37
14 Ambrosch Kristina, 2004, S.51
15 Ambrosch Kristina, 2004, S.52
16 https://de.wikipedia.org/wiki/Leinwandbindung#cite_note-1, Stand 19.08.2022
17 Ambrosch Kristina, 2004, S.43

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.

Abbildung 51: Zusammengefügte Stoffbahnen

Schwarzzeltstoffe sind besonders verbreitet bei nomadischen Völkern, welche ein heutiges Einzugsgebiet vom vorderen Asien über Arabien, Nordafrika bis hin nach Afghanistan besitzen. Die typische schwarze bis bräunliche Farbe der Stoffbahnen kommt von den in Familienverbänden gehaltenen Ziegen, deren Haare genutzt werden. Aktuell leben viele Ammarin in Jordanien halb nomadisch, was bedeutet, dass sie nur in den Sommermonaten mit ihren Tieren auf der Weide leben. Durch diese Nutzung verlängert sich die Langlebigkeit der Stoffbahnen um das Dreifache und von angenommen fünf Jahren ganzjähriger Nutzung, kommt es somit auf eine Haltbarkeit von bis zu 15 Jahren[18].

---

18 Ambrosch Kristina, 2004, S.54

Der Aufbau des Stoffes bringt einige positive Eigenschaften mit sich, welche ein spezielles Raumklima entstehen lassen[19], welche in Ambroschs Arbeit näher definiert werden. Unter diesen Eigenschaften sind ihre Lichtdurchlässigkeit, Wärmeabfuhr, Regenresistenz und Standfestigkeit, die für den Entwurf Wichtigsten. Die Lichtdurchlässigkeit besteht trotz ihrer dunklen Farbe, da die Poren groß genug sind. Dank der dunklen Farbe absorbiert der Stoff Hitze und leitet diese dank seiner Grobporigkeit sofort wieder ab. Im Vergleich zu weißen Zelten oder Sonnensegeln entsteht weniger Hitze unterhalb des Sonnenschutzes[20].

Ein weiterer positiver Effekt ist seine Regenresistenz. Bei Wasserkontakt quellen die Fasern auf und lassen den Stoff steifer werden. Hierdurch können kurze Schauer leicht abperlen. Diese Eigenschaft lässt eine längere Aufhängphase im Park zu. Schwarzzellstoffe können generell bei lokalen Nomadenstämmen bestellt werden. Während meines Besuchs bei einem Yörük-Nomadenstamm in Fethiye in der Türkei im Sommer 2022 konnte ich mich davon selbst überzeugen. Meist können komplette Zelte gekauft werden, was einige Wochen Wartezeit mit sich bringt, weil es sich immer noch um in Handarbeit erstellte Zelte handelt. Dadurch, dass um Madaba herum viele Beduinenfamilien mit Ziegenherden leben, wird es möglich sein, diese vor Ort zu beziehen, wodurch Transportwege minimiert werden können.

Abbildung 52: Alter Schwarzzeltstoff

---

19 Ambrosch Kristina, 2004, S.41
20 Ambrosch Kristina, 2004, S.41

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

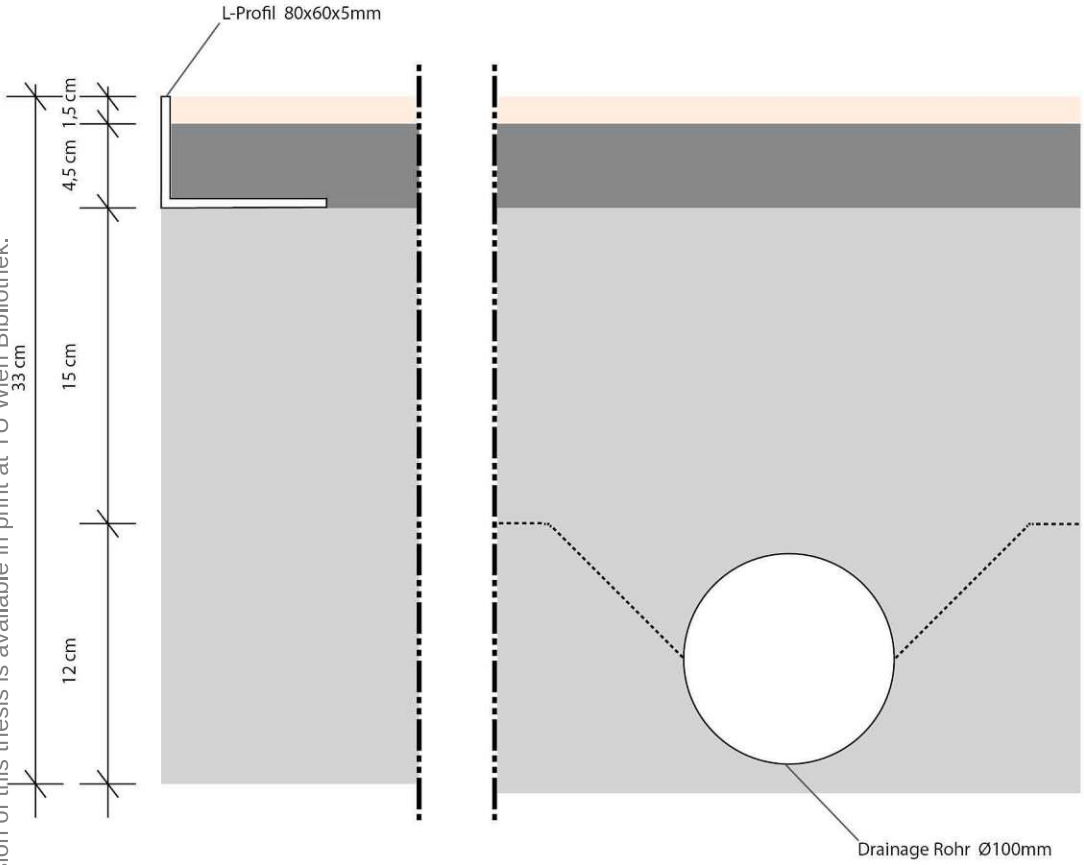


Abbildung 53: Schichtaufbau EPDM- Belag

Abbildung 54: Mögliche EPDM- Belag Farben

6.1.3 EPDM- Belag

EPDM steht für Ethylen- Propyläen- Dien- Monomer. Dieser Kautschuk hat eine hohe UV- , Ozon- und Säurenresistenz und kann hohe mechanische Belastungen aushalten. Diese Art von Kautschuk wurde aufgrund seiner Langlebigkeit seit seiner Entdeckung 1950 von den Chemikern Kai Ziegler und Emilio Natter im Gebäudebereich genutzt[21].

EPDM wird abgesehen davon, auch auf Spielplätzen eingesetzt, da er elastische Eigenschaften besitzt. Sein Aufbau besteht aus einer dünnen Deckschicht Naturkautschuk, einer Elastikschicht aus recyceltem Gummimaterial und darunter einer verdichteten Schotter- Ebene mit Drainage. Anders als lose Beläge wie Sand, Kies oder Holzschnitzel, benötigt er nach dem Verbau keine intensive Pflege und kann schon bei geringen Einbautiefen als Fallschutz dienen. Einen direkten Vergleich kann man in einem Berechnungsbeispiel der Firma Baumann- Trapp sehen. Hier wird ein herkömmlicher EPDM- Belag mit Sand verglichen. Nach zehn Jahren kostet 100 m² Schallschutzbelag 760 €/Jahr und herkömmlicher Sand 1225 €/Jahr[22].

EPDM ist ein Material, das in seiner Herstellung die Umwelt gering belastet. Es enthält keine Weichmacher oder weitere Schadstoffe, die freigesetzt werden. Besonders positiv in seiner Ökobilanz, ist seine Langlebigkeit und seine einfache Recycelbarkeit. Das Granulat kann, wenn nicht mehr benötigt, abgetragen, gehäckselt und neu verlegt werden[23]. Für den Entwurf wichtig ist seine wassersammelnde Eigenschaft. Die obersten Ebenen sind wasserdurchlässig und die unterste Ebene ist wasserleitend. In dieser Ebene kann mithilfe von Drainagen, Regenwasser von der Fläche abgeleitet und gesammelt werden. Die Installation von EPDM- Belag erfolgt, wie schon erwähnt in drei Schichten, welche sich in ihrer Höhe von Projekt zu Projekt unterscheiden können. Sie lassen sich auch auf geneigten Flächen von bis zu 45° einbauen und sind folgenlos. Schichten werden vor Ort im halbflüssigen Zustand verbaut. Als Eingrenzung für den bebauten Bereich wird meist eine Kante in Form von L- Profilen eingebaut. Als Untergrund für den Belag wird eine verdichtete Schotterschicht mit Drainage Ebene eingeplant, um bei Starkregen den Ablauf von Regenwasser zu ermöglichen. Bevor die recycelte Elastikschicht aufgetragen wird, erfolgt eine PU- Grundierung. Nach einer weiteren Grundierung kann nun die Deckschicht aufgetragen werden. Beide oberen Schichten werden nach dem Verschütten nur noch abgezogen und geglättet. Hierbei kommen ähnliche Utensilien, wie beim Estrich Verlegen zum Einsatz. Die oberste Naturkautschuk- Schicht kann in unterschiedlichen Farben sowie Körnung gekauft werden. So können beispielsweise grüne Wiesen, Erden oder Sand nachgeahmt werden.

---

21 https://de.wikipedia.org/wiki/Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk, Stand 29.08.2022
22 https://www.baumann-trapp.de/wp-content/uploads/Playfix_Fallschutz.pdf, S.6; Stand 29.08.2022
23 https://de.wikipedia.org/wiki/Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk, Stand 29.08.2022

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 55: Sammelsysteme Regenwasser

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

6.2 Wasserquellen des Parks

Diesem Kapitel gibt eine Übersicht zu den unterschiedlichen Bezugsquellen für Wasser im Park. Diese Quellen werden unterteilt in primäres und sekundäres Volumen. Als primäres Volumen gilt das gesammelte Wasser von Dachflächen aus der Umgebung. Es gewährleistet eine sichere Einnahme, aufgrund fester Oberflächen und einer kontrollierbaren Umgebung. Das sekundäre Volumen bezeichnet Regenwasser, das innerhalb des Parks gesammelt wird. Diese umschließen das gesammelte Oberflächenwasser von Wegen, Plätzen und dem Spielplatz. Das sekundäre Volumen hat ein weniger effizienteres Sammelsystem, da es hier zu einer starken Verdunstung kommen kann. Das Einbeziehen dieses Volumens ist jedoch besonders in regenarmen Jahren wichtig, um den Bedarf decken zu können.

6.2.1 Primäres Wasservolumen

Bei der Berechnung des Niederschlagvolumens werden alle Dachflächen, die in nächster Nähe liegen und nutzbar sind, einberechnet. In erster Linie wird nur mit den schon vorhandenen Dachflächen gerechnet, da die Straßen in diesem Teil der Stadt noch nicht ausreichend ausgebaut sind, als dass Erträge erzielt werden können. Entwässerungsrinnen sollten nur als Schutz der Verkehrssicherheit bei Starkregen eingeplant werden. Auch Gebäude, die sich zum Zeitpunkt meines Besuchs im Rohbau befanden, werden inkludiert.

Es wird ein wasserreiches Jahr und ein wasserarmes Jahr berechnet. Als Referenzzahlen für diese Berechnungen wird der durchschnittliche jährliche Niederschlag der Jahre 2020 mit 326,6 mm und 2005 mit 358 mm angenommen[24]. Die verwendete Kalkulation berechnet das jährliche Wasservolumen und gibt dieses in m^3 an. Es handelt sich hierbei um eine allgemein anerkannte Rechnung, welche für die Berechnung von Oberflächenwasser herangezogen wird. Die benötigten Variablen sind der jährliche Niederschlag, die Größe der Auffangfläche und der Run Off Koeffizient. Diese Zahlen werden miteinander multipliziert und anschließend durch den Umrechnungsfaktor geteilt, um das Ergebnis in m^3 zu erhalten.

---

24 Siehe hierzu Kapitel 3.3.3 Klima

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.

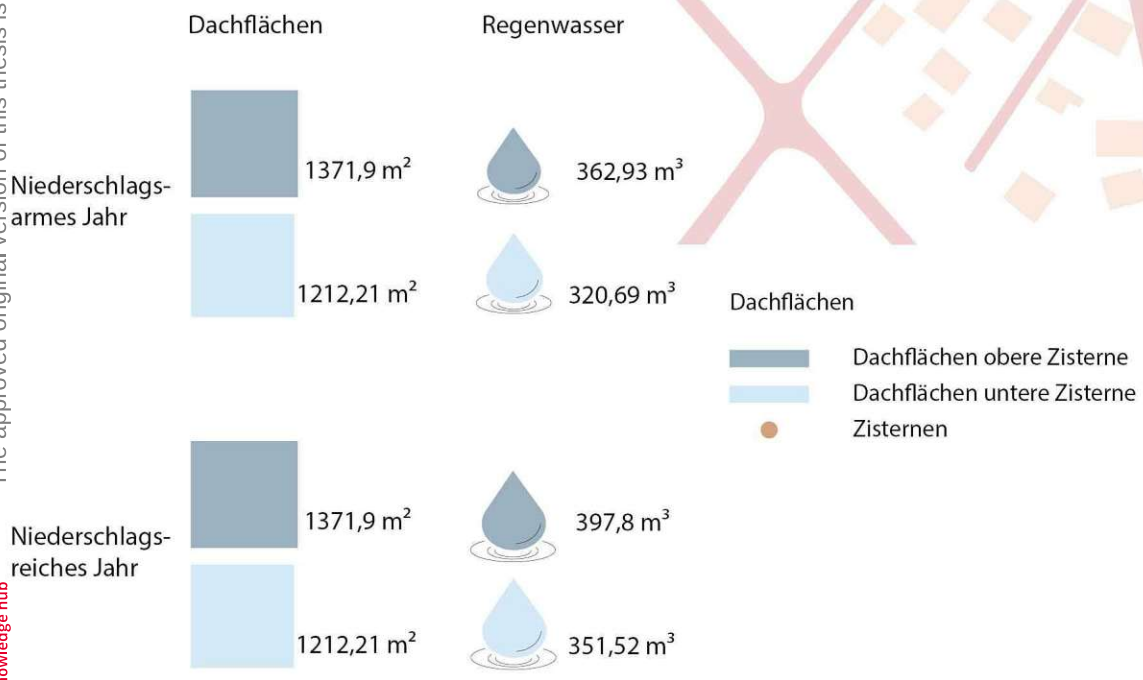


Abbildung 56: Primäres Wasservolumen

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.

Kalkulation:

$$V = Sum\ (R*A*RC/1000)$$ [25]

V: (m^3) jährliches Wasservolumen; R: (mm/y) Durchschnittlicher jährlicher Niederschlag; A: (m^2) Auffangfläche; RC: Run Off Koeffizient; 1000: Umrechnungsfaktor (mm auf m)

25 Awandeh M., et al., Rainwater harvesting assessment for a small size urban area in Jordan, International Journal of Water Resources and Environmental Engineering Vol. 4(12), Jordan, 2012, S.416

Bei der Berechnung des Wasservolumens ist der RC-Faktor ausschlaggebend. Dieser gibt an, wieviel Prozent des aufgefangenen Wassers bis in die Zisterne weitergeleitet werden kann. Dies wird in der Arbeit *Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain* [26] genauer erklärt. Äußere Faktoren (Winde, Temperaturen und Länge des Regens) können den RC-Wert genauso beeinflussen, wie die Bauart des Daches (Dachform und Dachmaterial)[27]. Für diese Berechnungen bedeutet es, dass Vergleichswerte aus Studien herangezogen werden, welche die Möglichkeit groß angelegter Versuche hatten, um hinreichend Daten zu sammeln. Auf Seite 3246 der oben genannten Arbeit, wurde von den Autoren und Autorinnen in Tabelle 1[28] eine Vielzahl von Studien zusammengetragen, welche RC-Werte für unterschiedliche Dacharten und Materialien beinhaltet. Aus dieser Tabelle wird der RC- Wert von Liaw und Tsai aus dem Jahr 2004 übernommen. Dieser liegt bei 0,81 und wurde durch eine Simulation in Taiwan mit unterschiedlichen Dachtypen, durch das Sammeln von Daten in einem Zeitraum von März bis Dezember 2000 berechnet[29].

Diese im Vergleich zu einer anderen Studie mit einem RC-Wert von 1,0 aus 2012[30] niedrige Zahl ist für dieses Projekt realistischer, da es sich nicht um Neubauten handelt, welche erbaut wurden, um Wasser zu sammeln. Es muss also mit den vorhandenen Strukturen gearbeitet werden, um hohe Kosten zu vermeiden. Zumal ist nicht zu erwarten, dass Privatpersonen Dachumbauten finanzieren.

Bei einer angenommenen Projektfläche von ca. 8.135m², scheint das in Kapitel 4.4 angenommene ursprüngliche Speichervolumen von 80-112 m³ pro Zisterne auf dem Grundstück eine realistische Ausgangssituation zu sein. Wie in Kapitel 3.4 beschrieben, ist der Untergrund aus Felsen, in welchen Zisternen besonders gut gehauen werden können. Dieser Vorteil ermöglicht einen Ausbau der bestehenden Zisternen, um die Wassernachfrage zu decken.

Die zu berücksichtigenden Dachflächen, liegen bei der oberen Zisterne, bei 1371,9 m² und bei der unteren bei 1212,21 m². Sie sind in der Lage in einem niederschlagsarmen Jahr 362,93 m³ und 320,69 m³ Wasser zu sammeln[31]. In einem niederschlagsstarken Jahr könnten die Erträge bei 397,8 m³ bei der oberen Zisterne und 351,52 m³ bei der unteren Zisterne liegen[32]. Im *National Gallery of fine Arts Park* in Amman wurde eine Zisterne mit 160 m³ angelegt, um den Park mit 7500 m² Fläche mit Wasser zu versorgen[33]. Mit einem effizienten Bewässerungssystem sollte das in Al Ulama´a gesammelte Regenwasser ausreichen, um den Park zu bewässern.

---

26 Farreny Ramon, et al., Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain, Water Research, Volume 45, Issue 10, Elsevier Verlag, Amsterdam, 2011

27 Farreny Ramon, et al., 2011, S.3246

28 Farreny Ramon, et al., 2011, Tabelle 1, S.3246

29 Liaw Chao-Hsien, Tsai Yao-Lung, Optimum Storage Volume of Rooftop Rain Water Harvesting Systems for Domestic Use, Journal of theAmerican Water Resources Association (JAWRA) 40(4), o.O., 2004, S.906

30 Awawdeh M., et al., 2012, S.416

31 Berechnung: V1= (326,6mm/y × 1371,9 m² × 0,81) / 1000= 362,9 m³; V2= (326,6 mm/y × 1212,21 m² × 0,81) / 1000= 320,69 m³

32 Berechnung: V1= (358 mm/y × 1371,9 m² × 0,81) / 1000= 397,8 m³; V2= (358 mm/y × 1212,21 m² × 081) / 1000= 351,52 m³

33 https://www.csbe.org/the-national-gallery-of-fine-arts-park, Stand 20.01.2021

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Nebelnetz 80,12m²

Berechnung Niederschlag

Run off= 0,4 (Filter Fabric von Gründach)
V=326,6 mm/y * 80,12m² * 0,4 / 1000
V=10.468,80 / 1000
V=10,47m³

Berechung Nebel

L/dayN=80,12m² * 3 L/m²
L/dayN=240,36 L/day
L/yearN=240,36L/day * 9,7 Nebeltage
L/yearN= 2.331,49L = 2,33m³

Gesamt V+ L/yearN = 12,80m³
Kosten m²= 192,59 €

Sonnensegel 80,12m²

Berechnung Niederschlag

Run off= 0,7 (wasserabweisende Oberfäche)
V=326,6 mm/y * 80,12m² * 0,7 / 1000
V=18.317,03/1000
V=18,32m³

Gesamt V = 18,32m³
Kosten m²= 57,79 €

Fallschutzbelag 285,34m²

Berechnung Niederschlag

Run off= 0,5 (nachverdichteter Boden)
V=326,6 mm/y * 285,34m² * 0,5 / 1000
V=46.491,15/1000
V=46,59m³

Gesamt V = 46,59m³
Kosten m²= 70 €

Abbildung 57: Vergleich passives Wasser Spielplatz

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.

6.2.2 Sekundäres Wasservolumen

Das sekundäre Volumen beinhaltet Wasser von den Oberflächen innerhalb des Parks. Diese Oberflächen sind meist Wege oder kleinere befestigte Bereiche. Im Fall des Spielplatzes handelt es sich jedoch um eine große Fläche. Im Zuge dessen wurden mehrere Arten des passiven Wassersammelns durchgerechnet, um die effektivste Methode anzuwenden. Verglichen wurden hierfür das Sammeln von Wasser durch Nebelnetzte, Sonnensegel und wasserdurchlässigen Fallschutzbelag. Als Vergleichsparameter wurden das jährlich gesammelte Wasser in m³ und die durchschnittlichen Kosten in €/m² verglichen. In Abbildung 57 sind die jeweiligen Berechnungen des Niederschlagwassers abgebildet. Für Fallschutzbelag und Sonnensegel wurde jeweils dieselbe Kalkulation angewandt, wie bei der Kalkulation des primären Volumens. Für den Run Off Koeffizienten wurden verschiedene Quellen herangezogen. Der Run Off Koeffizient für das Nebelnetz ist 0,4[34] und des Fallschutzbelages beläuft sich auf 0,5[35]. Der Run Off Koeffizient des Sonnensegels von 0,7 musste auf Grundlage der oben genannten Quellen geschätzt werden. Der Rechnungsweg der Nebelnetzte konnte aus der Arbeit *Evaluation of Fog Collection in Jordan*[36] abgeleitet und die dazugehörigen Variablen übernommen werden.

Kalkulation Nebelnetzte:

$$L/JahrN = (A * EN) * NT$$ [37]

V: (m³) jährliches Nebelvolumen; EN: (L/m²) Durchschnittlicher täglicher Ertrag Nebel; A: (m²) Fläche Nebelnetz; NT: Nebeltage im Jahr

Nebelnetzte sind in der Lage an regnerischen Tagen auch Niederschlag zu sammeln. Aus diesem Grund wird zuerst eine Niederschlagsberechnung[38] durchgeführt, um die durchlässige Netzoberfläche zu berücksichtigen. Dieses Ergebnis wird anschließend addiert mit der gesammelten Wassermenge aus Nebel. An nebeligen Tagen sammeln sich an der feinen Netzoberfläche Wassertropfen. In der übernommenen Kalkulation des Nebelnetztes wird zuerst das zu sammelnde Volumen in Litern pro Tag[39] multipliziert mit den Quadratmetern. Dieses Ergebnis wird auf die durchschnittlichen Nebeltage pro Jahr[40] hochgerechnet.

---

34 https://www.graf.info/en/rainwater-harvesting/all-about-rainwater-harvesting/lexicon/runoff-coefficient.html, Stand 12.10.2022
35 Donahue William F., Determining Appropriate Nutrient and Sediment Loading Coefficients for Modeling Effects of Changes in Landuse and Landcover in Alberta Watersheds, Water Matters Society of Alberta, University of Calgary, Süd-Alberta, 2013, Tabelle 5, S.21
36 Al-Jayyousi O.R., Mohsen M.S., Evaluation of Fog Collection in Jordan, Water and Environment Journal, Ausgabe13(3), o.O., Juli 2007, S.195- 199
37 Al-Jayyousi O.R., Mohsen M.S., 2007, S.195- 199
38 Siehe Kapitel 6.2.1
39 Al-Jayyousi O.R., Mohsen M.S., 2007, S.198
40 Al-Jayyousi O.R., Mohsen M.S., 2007, Tabelle 1, S.196

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.

Abbildung 58: Entwässerungskonzept

Wie in der Abbildung ersichtlich, ist das Sammeln von Niederschlag auf der gesamten Spielplatzfläche effektiver als das Sammeln mit der Hilfe von Nebelnetzten. Auch das Sammeln über einen Sonnenschutz ist im Vergleich nicht sinnvoll. Hierdurch kann die Verschattung dadurch schlanker und kosteneffektiver gestaltet werden. Der Fallschutzbelag hingegen kann ein Volumen von 46,59m³ über dem Boden sammeln. Hier wird das Wasser durch Drainagen im Boden geleitet, da die oberen Schichten wasserdurchlässig sind. Des Weiteren kann zusätzliches Wasser von den gemeinsamen Flächen, wie Aussichtsplattform, Terrassen und Brunnenplatz mit einberechnet werden.

6.2.3 Entwässerungskonzept

Bei Starkregenereignissen kann viel Regenwasser auf einmal fallen und zu Überschwemmungen führen. Um dies möglichst zu verhindern, braucht der Entwurf ein geeignetes Entwässerungskonzept. Bei diesem liegt das Hauptaugenmerk darauf, Schäden zu verhindern und bei Regen den Park weiterhin nutzbar zu halten. Hierbei ist es wichtig, Unterspülungen sowie Überschwemmungen zu verhindern. Dies kann durch eine Kombination aus überirdischen und unterirdischen Abläufen erreicht werden. In Abbildung 58 wird dargestellt, wie diese im Park verortet sind. Unterirdische Rohre sind Orange, Drainagen sind Gelb und Trinkwasserversorgung Blau markiert.

Rohre sind dafür da, um Regenwasser großer Flächen direkt in die Zisternen einzuspeisen. Zu diesen Flächen zählen Dachflächen und der Spielplatzbereich. Drainagen werden im Untergrund von Wegen, Terrassen und Spielplatz genutzt. Durch sie kann das Wasser schnell aus dem Untergrund abgeführt werden und es kommt zu keinen Schäden an Fundamenten. Besonders in den steilen Bereichen der Terrassen ist eine Drainage wichtig, um ein Unterspülen zu verhindern.

Die restlichen Bereiche werden mit oberflächigen Wasserkanälen oder Rinnen ausgestattet. Die Entwässerung von Wegen und Plätzen an Stellen mit starker Steigung ist sehr wichtig. Das Gefälle sollte immer entgegen der Richtung der Geländekante sein. Diese Maßnahme hilft dabei, diese Flächen begehbar zu halten. Das Oberflächenwasser wird erstrangig auf dem Weg zur Zisterne für die Bewässerung des Parks genutzt und zurückgehalten. Erst dann gelangt es durch Rinnen im Boden in die Zisternen. Sobald diese gefüllt sind, kann das überschüssige Wasser weitergeleitet werden in den Entwässerungsgraben der Ringstraße.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

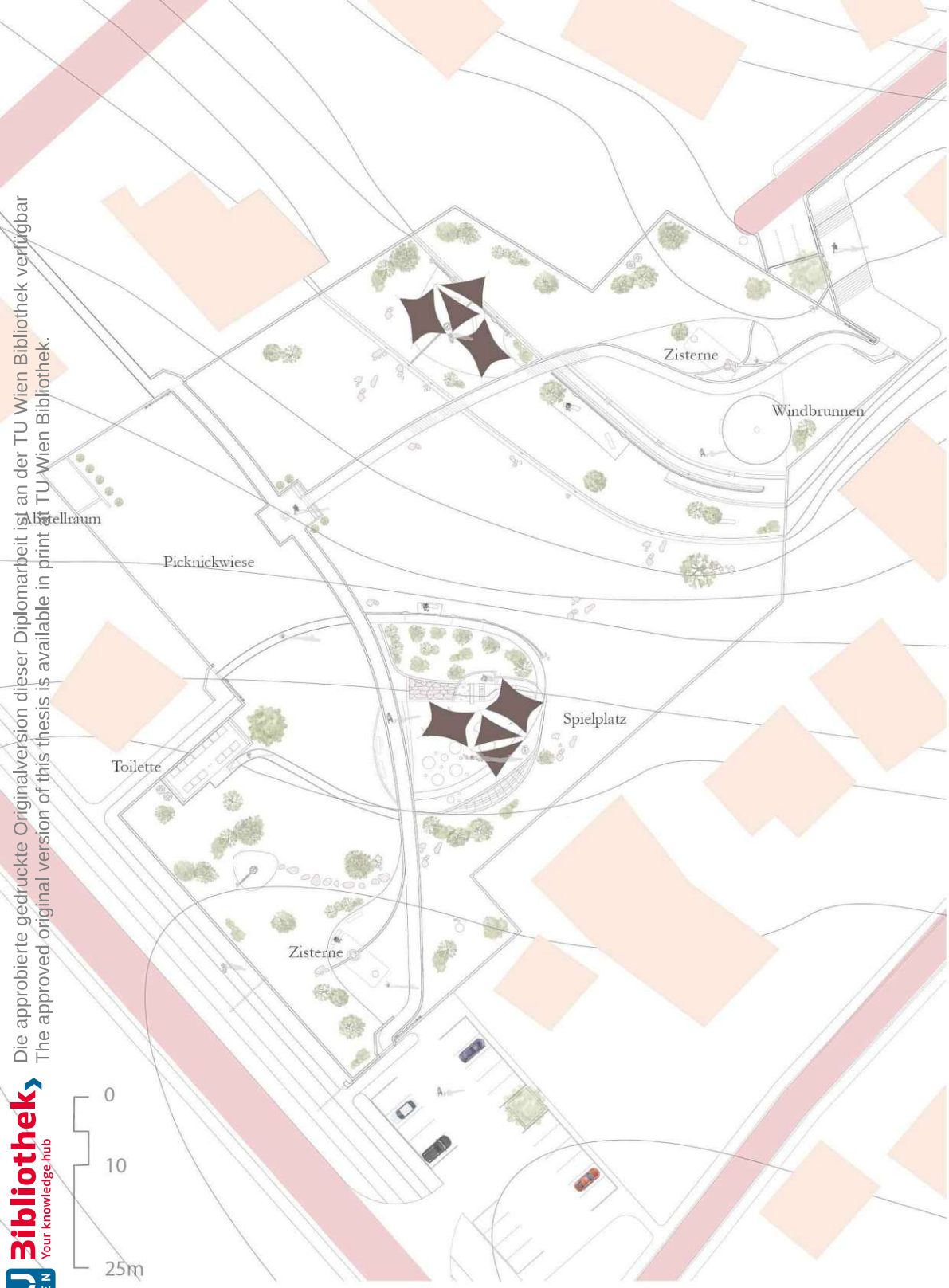


Abbildung 59: Lageplan

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.

6.3 Zonierung

6.3.1 Erschließung

Die Struktur des Parks orientiert sich stark an den schon vorhandenen Merkmalen des Areals. Dies sind zum einen die Standorte der Zisternen und zum anderen der felsige Untergrund mit einer starken Steigung zur Stadt hin. Die beiden Zisternen werden mit neuen oberflächigen Abflussvorrichtungen ausgestattet, um den Besuchern die Möglichkeit zu geben, bei Regen zuschauen zu können, wie sie traditionell befüllt werden, während die großen Wassermengen durch Rohre unbemerkt hinzugefügt werden. Die obere Zisterne wird zudem mit einem Windbrunnen ausgestattet, um ein besonderes Augenmerk auf sie zu legen. Die starke Steigung im nördlichen Teil des Parks, gibt eine natürliche Separierung vor. Um diesen Höhenunterschied zu überwinden wird hier mit Terrassierungen gearbeitet. Diese ermöglichen einen einfachen Zugang und eine sinnvolle Nutzung des Bereichs. Die Treppen und das Gefälle erschließen den nördlichen Teil des Parks jedoch nicht für alle Besucher:innen ausreichend. Hierdurch ergibt sich eine Zonierung in einen etwas privateren Norden und einen öffentlicheren Teil im Süden. Der nördliche Teil, der zur Stadt hin gewandt ist, ist somit einfacher für Anrainer:innen zu erreichen, während der südliche Teil mit der Lage an der Ringstraße und seinem großen Parkplatz und geringem Gefälle für Besucher:innen von Außerhalb erreichbar ist. Im südlichen Teil befinden sich neben der unteren Zisterne auch Toiletten, Spielplatz und eine Picknickwiese. Beide Bereiche sind durch einem steilen Weg miteinander verbunden.

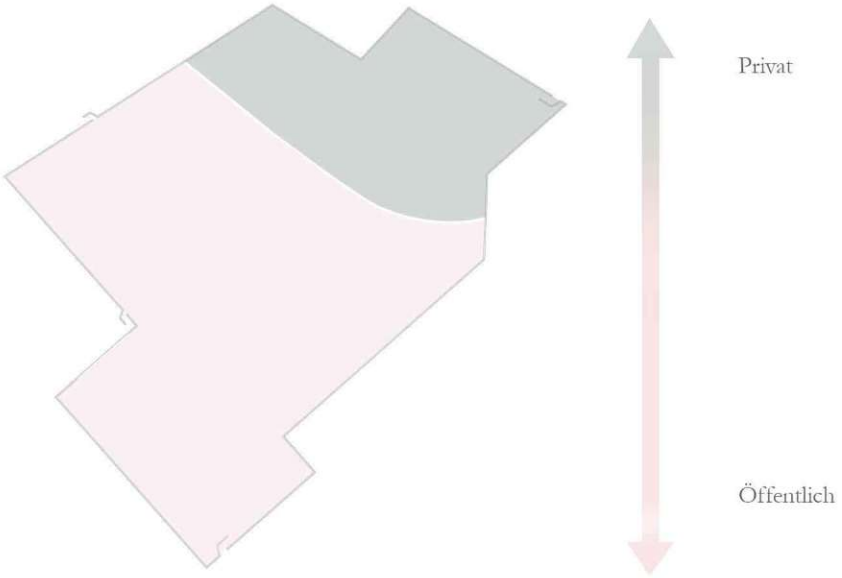


Abbildung 60: Qualitäten

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

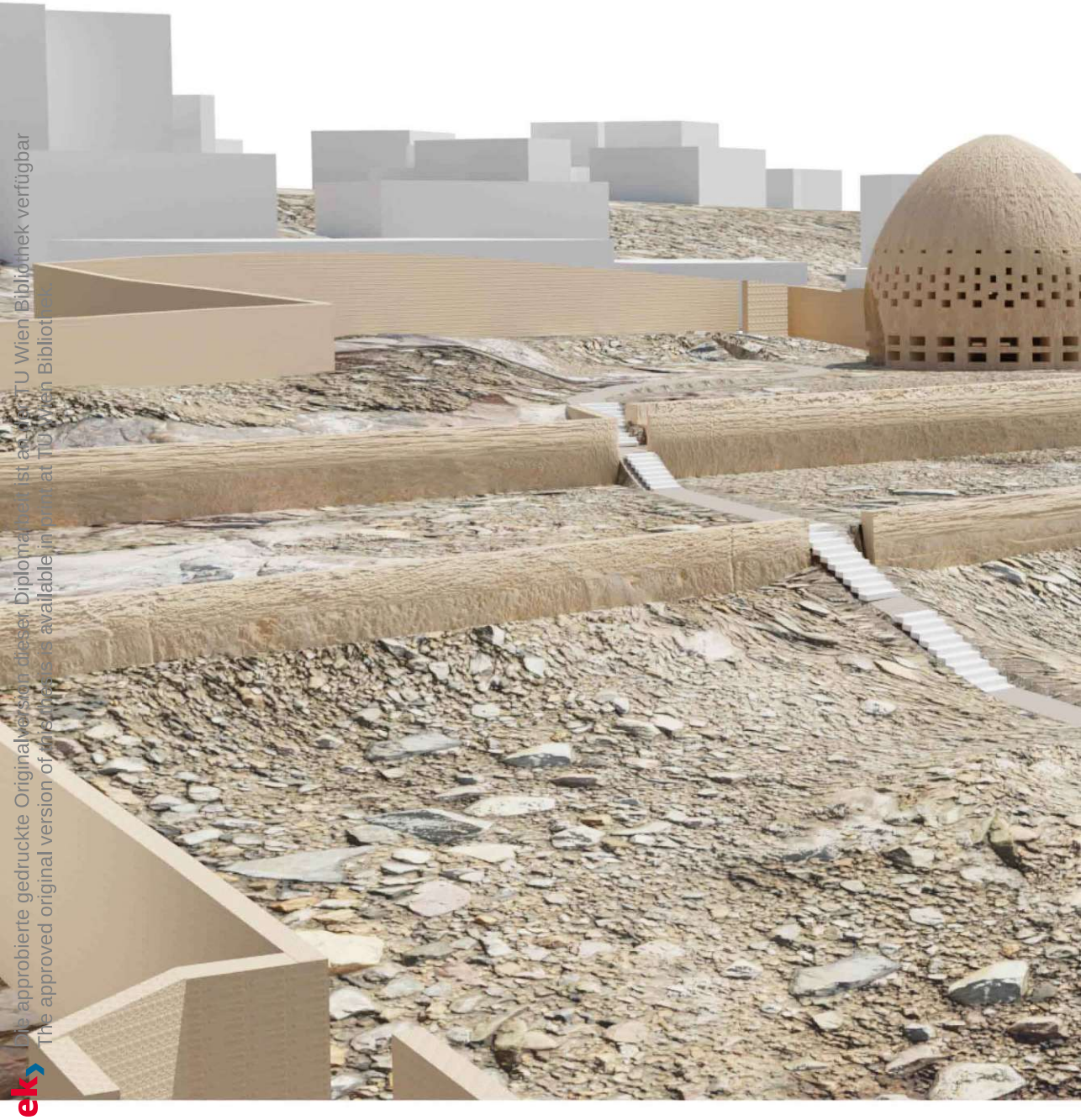
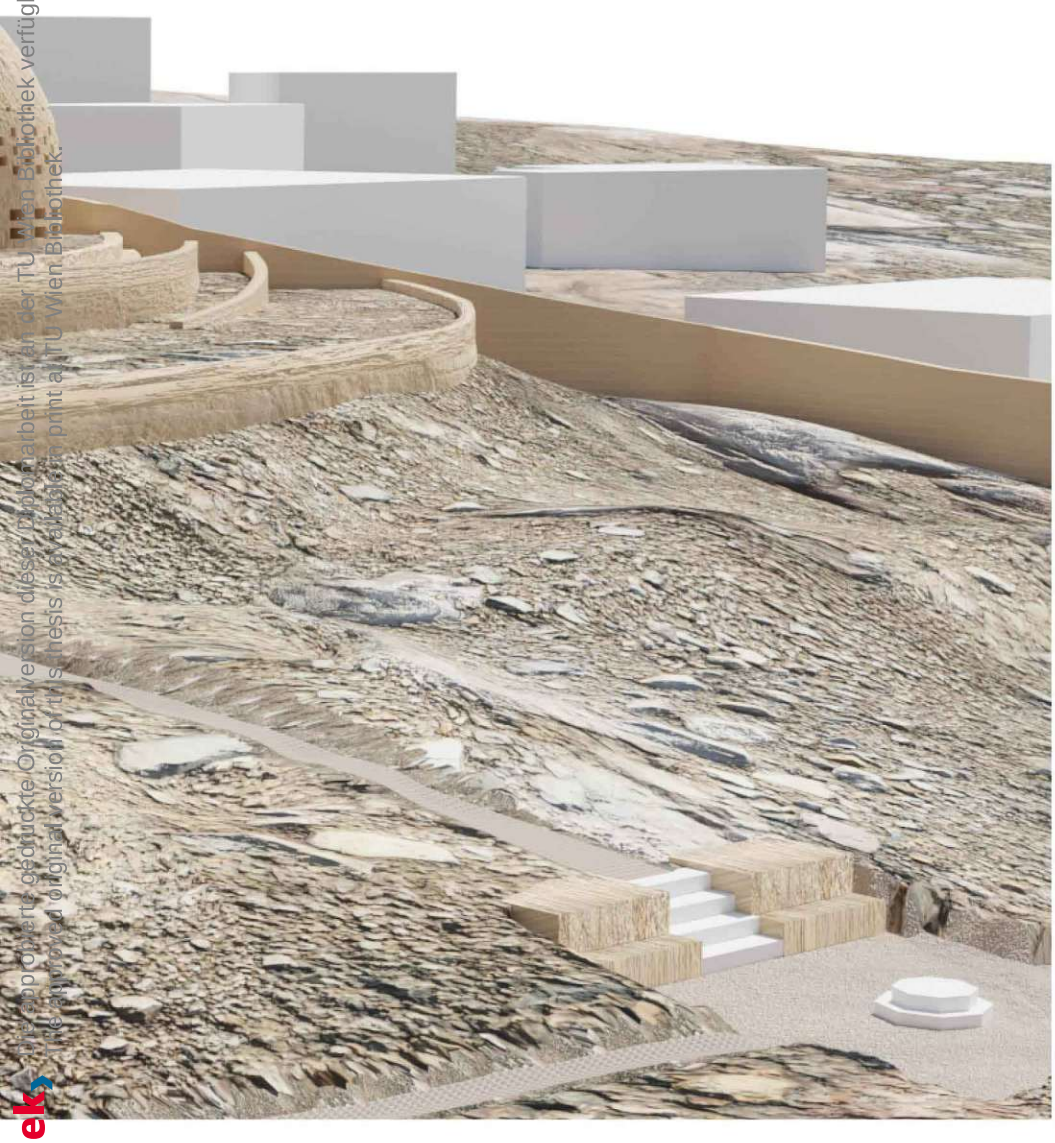


Abbildung 61: Volumendarstellung Topographie obere Terrasse

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



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

6.3.2 Wege

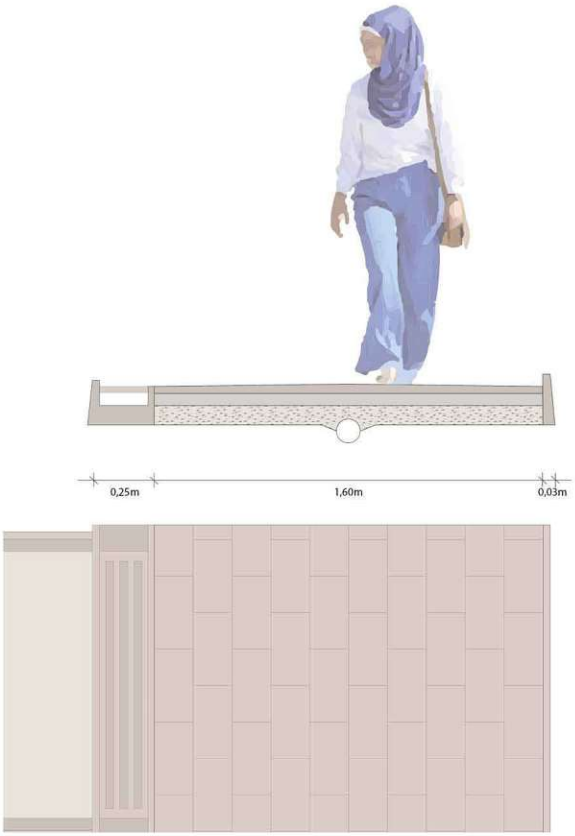
Aufgrund starker Höhenunterschiede kommt es zu unterschiedlichen Anforderungen was Belag, Entwässerung und Bepflanzung betrifft. Auch die Unterteilung in frei zugängliche, öffentliche und privatere Bereiche führt zu unterschiedlichen Ausführungen der Wege. Aus diesem Grund gibt es eine Unterteilung in drei Wege, welche sich in ihren Gestaltungsprinzipien voneinander unterscheiden.

Abbildung 62: Wege Park

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Der steile Weg verbindet den privaten nördlichen Teil mit dem öffentlicheren südlichen Teil des Parks. Er beginnt am oberen Haupteingang und läuft an der Aussichtsplattform am Windbrunnen entlang. Die Besucher:innen werden hier durch das Prinzip der Ausblicke gelenkt. Die Terrassierungen an der Hanglage lenken die Blicke in die Landschaft und nicht hinunter in den Park. Es wird ein neuer Horizont gebildet und die Sicht von den darunterliegenden Ebenen weggelenkt. Durch Treppen hinunter können immer neue Bereiche des Parks erschlossen werden und der Park vergrößert sich optisch.

Der Weg passt sich nicht an die Landschaft an und führt im oberen Teil durch Treppen zu den unterschiedlichen Terrassen. Im weiteren Verlauf kreuzt er den besser zugänglichen Flanierweg. An dieser Kreuzung endet er in einem kleinen Platz mit stilistischem Brunnen. Hier können sich die Besucher:innen entscheiden, in welche Richtung sie gehen wollen. Sie können aus dem Park heraus, zum Picknickbereich oder zum unteren Teil des Parks gehen. Hier befinden sich Toiletten, Spielplatz und die untere Zisterne. Die Landschaft wirkt bei diesem Weg als Barriere. Aufgrund seiner starken Steigung benötigt der Weg einen festen Belag mit einer rauen Oberfläche. Die Befestigung der Wege steht hier im Vordergrund, mehr als die Bepflanzung. Die Entwässerungsrinne ist besonders breit und tief, um ein Überfluten der Treppen zu verhindern. Durch seine Oberfläche und Steigung gibt der Weg einen schnellen Takt an, der durch Aussichtspunkte unterbrochen werden kann.



Aufbau
2,8cm Naturstein Platten
5cm Splitt
8cm Schotter verdichtet, Drainage
Rohr Ø 10cm, Vließ

Abbildung 63: Steiler Weg

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Flanierweg

Dieser besonders breite Weg lädt, wie der Name schon suggeriert, zum Flanieren ein und passt sich an die Steigung der Landschaft an. Er führt vom südlichen Haupteingang zum südwestlichen Nebeneingang und erschließt den Spielplatz, die Toiletten und die untere Zisterne miteinander. Er kreuzt auch den steilen- und Verbindungsweg und ist damit die Haupterschließung des Parks. Durch die im Vergleich geringen Steigungen im unteren Teil, kann dieser Weg von allen genutzt werden und ist aus diesem Grund mit seinen 1,8 m der Breiteste. Es ist wichtig, den Besucher:innen zu ermöglichen, aneinander vorbei und nebeneinanderher zulaufen. Aus diesem Grund ist der Querschnitt von Entwässerung und Wegkanten besonders flach ausgearbeitet. Wasserauffangbecken, Wegabgrenzung und Bepflanzung sind niedrig gehalten, um ein bequemes Ausweichen zu ermöglichen. Die Oberfläche ist etwas weicher aus verdichtetem Kies. Ein weicher Untergrund gibt eher ein langsames Tempo vor. Im Gegensatz zum steilen Weg besteht die Begrenzung des Weges aus Bepflanzung, wenn nötig.

Aufbau
2,5cm aufbereitetes Natursteinmaterial (Verdichtet)
3,5cm Splitt
15cm Schotter Versichtet
12cm Drainage Ebene, Drainage Rohr Ø 10cm, Vließ

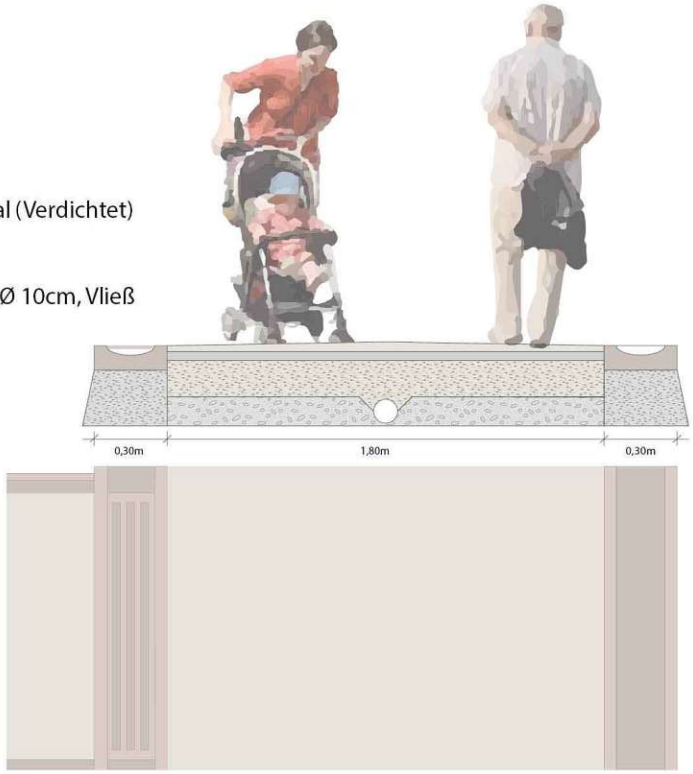


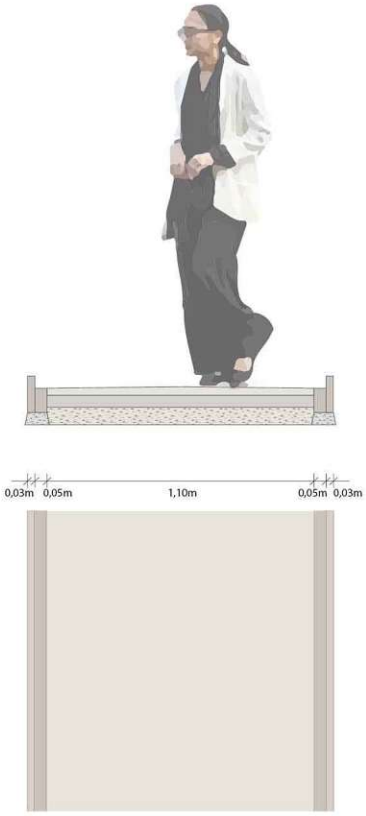
Abbildung 64: Flanierweg

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Schleichweg

Schleichwege befinden sich im südlichen sowie im nördlichen Teil des Parks und gehen immer von den beiden vorherig beschriebenen Wegen ab. Sie werden als zusätzliche Erschließung für die Toiletten und die Schattenterrasse genutzt. Sie sind die schmalsten Wege mit einer Breite von 1,2 m und weniger stark ausgeprägt. Die Wegkanten sind präsenter als beim Flanierweg, da ein Abkommen vom Weg hier nicht gewollt ist. Regenwasser kann durch Kanäle innerhalb des Weges abgeleitet werden.



Aufbau
2,8cm Kies Verdichtet
5cm Splitt
7cm Schotter Verdichtet

Abbildung 65: Schleichweg

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.

Abbildung 66: Mauer in Ansicht und Schnitt

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.

6.3.3 Mauer

Eines der größten und identitätsstiftenden Elemente, ist die um den Park herumlaufende Mauer. Während meines Aufenthaltes in Jordanien konnte ich herausfinden, dass öffentliche Parks, die gut von Besucher:innen angenommen wurden, reglementiert und ummauert waren. Frei zugängliche Flächen, ohne Aufsichtspersonal und Öffnungszeiten waren selten vorzufinden und wurden nur ungern genutzt. Ein Beispiel für einen solchen negativen Raum ist der Park unter der Abdoun Brücke in Amman. Bei der Gestaltung des Abdoun Brücken Parks wurde auf eine offene Gestaltung Wert gelegt, da dieser Park zwei unterschiedliche Höhenlevel des Bezirks Abdoun al Shmali miteinander verbinden sollte. Durch die fehlende soziale Kontrolle und seine abgelegene Lage wurde ein Angstraum geschaffen, der immer wieder Probleme mit Vandalismus hat[41]. Mir wurde mehrfach bei meinem Aufenthalt davon abgeraten, diesen Park zu besuchen, da er als besonders unsicher gilt.

Auch bei Gesprächen in Madaba[42] wurde mehrmals erwähnt, dass Sicherheit ein großes Thema ist. Hier wurden wilde Tiere und die Landschaft als Gefahrenquelle angesprochen. Aus diesen Gründen erschien mir eine Mauer für den Park und feste Öffnungszeiten als wichtig. Die Eingänge befinden sich an vier Stellen im Park. Oben und unten gibt es jeweils einen großen Haupteingang, zwei weitere Nebeneingänge befinden sich im westlichen Teil. Sie sind etwas kleiner und als Abkürzung für Anrainer:innen gedacht.

Die Mauer unterteilt sich in zwei Varianten (Abbildung 67), die Erste Variante hat eine geschlossene Struktur mit kleinen Öffnungen und die Zweite besitzt größere Öffnungen. Die erste Variante dient, um minimale Luftzirkulation zuzulassen und einen Sichtschutz zu gewährleisten. Der Park befindet sich in einer Wohngegend und grenzt an private Grundstücke, deren Interessen gewahrt werden müssen. An Stellen, die weniger einsichtig sind, kann die zweite Variante gebaut werden. Die Blickachsen der Anrainer:innen geben die Dichte der Mauer wieder. Die zweite Variante besitzt größere Öffnungen auf Kopfhöhe. Diese bieten aus der Ferne einen Sichtschutz und aus der Nähe Ausblicke hinter die Mauer. Auch kann hier eine bessere Durchlüftung durch die Winde aus süd-östlicher und süd-westlicher Richtung stattfinden, wodurch sich weniger Hitze ansammelt. Die Mauer besteht aus jordanischem Kalkstein aus der Nähe von Madaba[43], welcher eine für die Gegend typische weiß-gelbliche Farbe hat. Bei den Eingängen wird pinker Kalkstein *Hallabat Royal Rose*[44] eingesetzt, um diese zu markieren. Die Haupteingänge sind so ausgerichtet, dass beim Betreten des Parks eine klare Richtung vorgegeben wird und ein Sichtbezug zum jeweils wichtigen Element dieses Teils des Parks möglich ist. Die Nebeneingänge sind hingegen schmaler ausformuliert und so ausgerichtet sodass sie die Anrainer:innen weniger stören. Durch das Umdrehen der abgewinkelten

---

41 https://www.esbe.org/park-under-abdun-bridge, Stand 20.08.2022
42 Same, Interview, Madaba, 27.Juli 2019
43 https://www.manaseergroup.com/Stones/En/Product/927/Madaba-limestone, Stand 26.08.2022
44 https://www.stonecontact.com/products-91252/hallabat-royal-rose, Stand 26.08.2022

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.

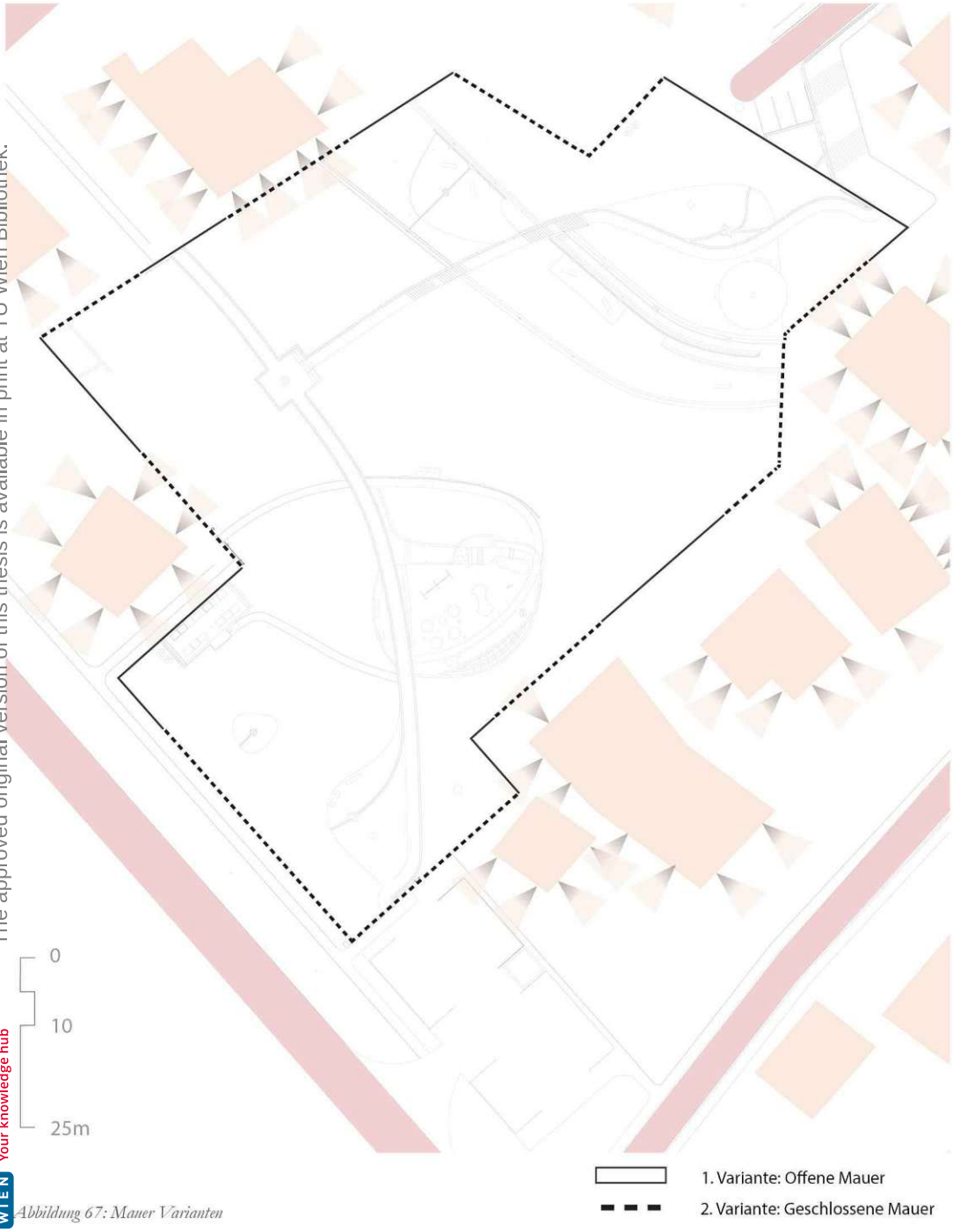


Abbildung 67: Mauer Varianten

Mauer nach außen gibt es eine optische Trennung, wodurch die Nebeneingänge weniger einsichtig werden.

Die Steine der Mauer sind wie beim Windbrunnen, unterschiedlich große Bauquader mit einer Tiefe von 30cm. Die Kalksteinplatten, welche die Mauer in einzelne Schichten unterteilt, haben die Abmessungen 38b x 2h cm und stehen ein wenig vor. Die einzelnen Schichten wurden an die Maße des Windturms angepasst.

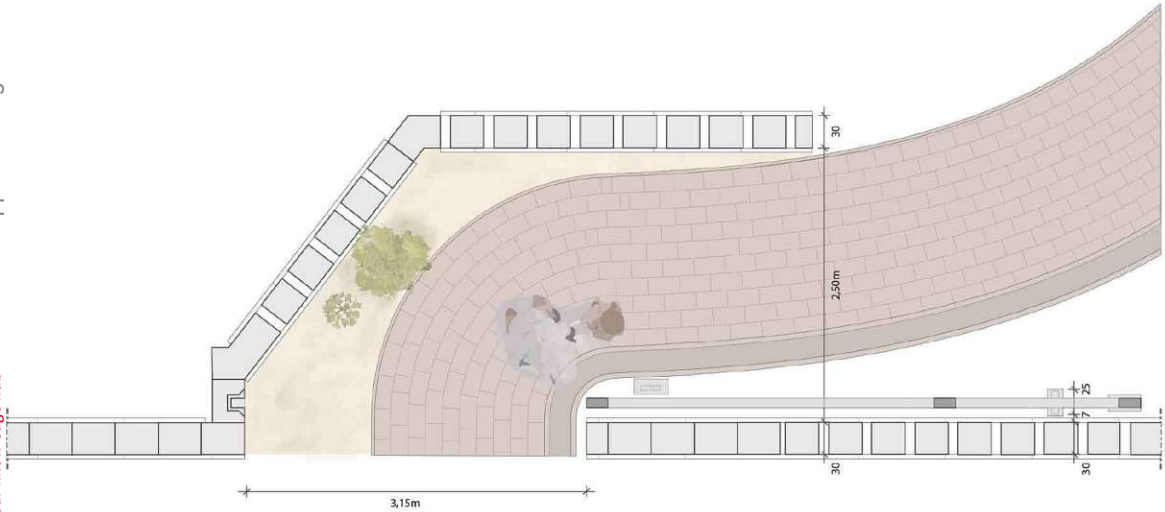


Abbildung 68: Haupteingang Nord

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

6.3.4 Bepflanzung

Die in Kapitel 6.3.1 aufgezeigte Zonierung des Parks durch Terrassierungen spiegelt sich auch in der Bepflanzung wieder. Die Bepflanzung gliedert sich in den terrassierten nördlichen Teil und innerhalb des südlichen Teils in einen mittleren Bereich mit leichter Steigung, einen Picknickbereich, einen Spielplatz und einen Mauerbereich. Der Mauerbereich kennzeichnet den untersten Teil, in der Nähe der unteren Zisternen und den Toiletten. Diese Bereiche sind in Abbildung 69 mit ihren dazugehörigen Pflanzen verortet.

Im nördlichen Teil können durch die Stützmauer der Terrassen, Feuchtigkeit und Humus besser gehalten werden. Ein Drainagesystem, wie in Abbildung 58, sorgt dafür, dass es zu keinen Unterspülungen kommt. Hierdurch kann die Bepflanzung in diesem Bereich üppiger ausfallen. Es können viele von den vergleichsweise wasserintensiveren Pflanzen aus Abbildung 44 eingesetzt werden. Auch die ausströmende Feuchtigkeit des Windbrunnens wird zu einem besseren Microklima beitragen und die Umgebung feucht halten. Der mittlere Bereich besitzt im Süden eine stärkere Steigung und liegt unterhalb der Terrassen. Ihn komplett mit neuem Humus auszustatten würde wiederkommende Kosten generieren, da es ohne Stützmauern immer wieder zu Bodenerosion kommen kann. Aus diesem Grund wird in diesem Bereich kein Humus aufgeschüttet und mit besonders robusten Pflanzen gearbeitet, welche bei Begehungen in Kapitel 5.3 schon vorhanden waren. Er erinnert mehr an die vorherrschende Brachenlandschaft, mit immer wieder zum Vorschein tretendem Felsuntergrund. Er liegt auch in der Nähe vom Spielplatz und Picknickbereich und wird frei zugänglich sein. Bewässert wird der Park durch eine Tröpfchenbewässerung, welche in der trockenen Jahreszeit angeschlossen wird.

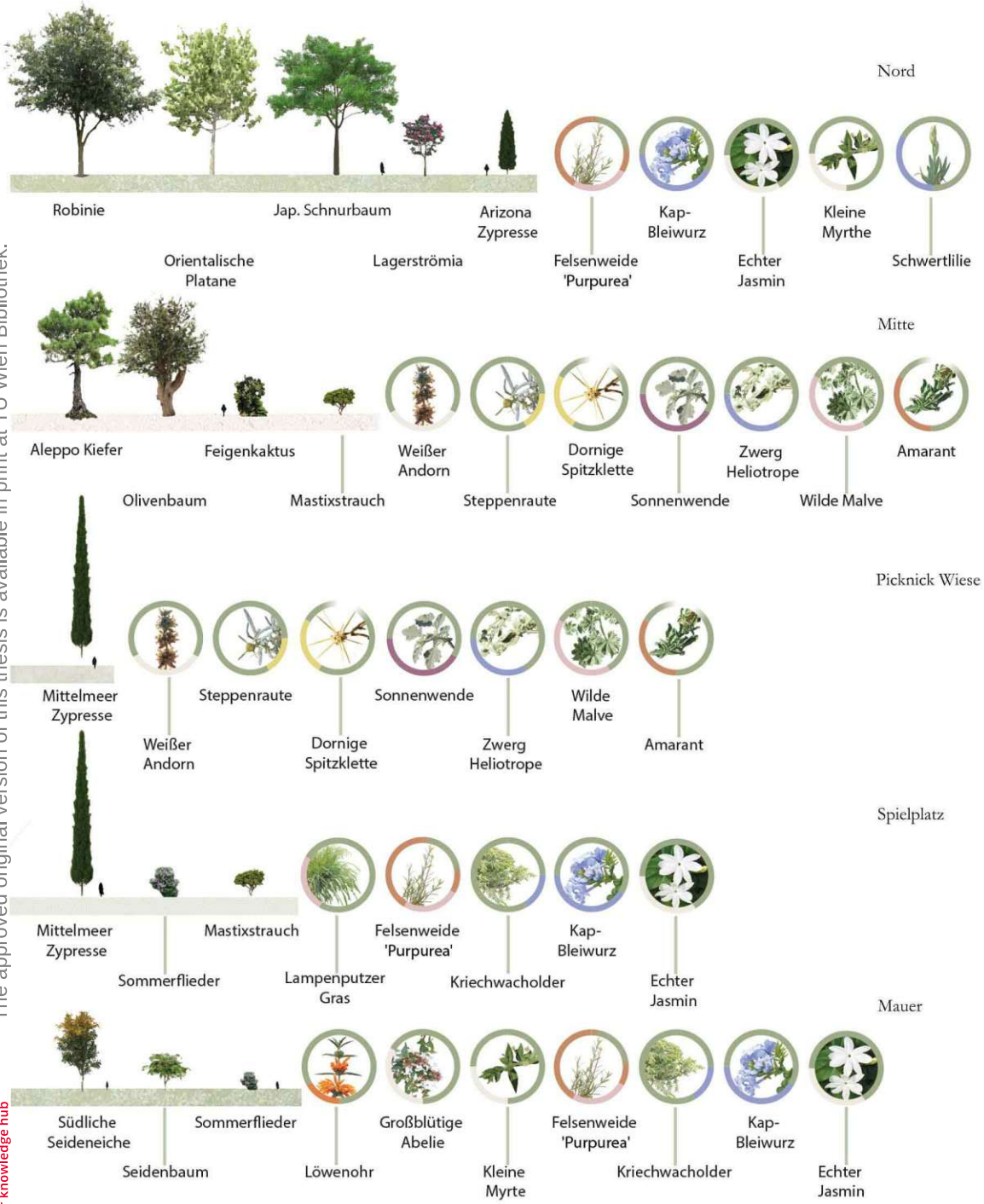
Der Picknickbereich bildet eine Brache, die in den Wintermonaten mit selbstaussäenden Kletten, Gräsern und Stauden übersät sein wird. In den Sommermonaten kann auf der ebenen Fläche auch noch bis in die Abendstunden gesessen werden. Im Spielplatzbereich ist niedrige bis mittelhohe Bepflanzung vorgesehen, um den Kindern zusätzliche Flächen zu bieten, auf denen gespielt und sich versteckt werden kann. Der Mauerbereich bezeichnet den niedrigsten Punkt des Parks und befindet sich zwischen Toiletten und Zisterne. Hier können wiederum üppige Pflanzen gepflanzt werden. Auch Gewächse, welche Halbschatten benötigen, können hier stehen. Vor dem etwas offeneren Mittelteil des Parks soll dieser Bereich zum Entspannen zwischen hohen und halbhohen Gewächsen einladen.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Abbildung 69: Bepflanzung

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.

Abbildung 70: Standorte Trinkbrunnen

6.3.5 Ankerpunkt Wasser

Die Ausgabe von Wasser hat in der muslimischen Tradition einen symbolischen Charakter, der in Sitten und Gebräuchen fest verankert ist. Wasser war das Erste, das von Gott geschaffen wurde, selbst das Land wurde nach Ibn Abbas al Mas´udi aus getrocknetem Wasser erschaffen[45]. Auch der Einsatz von Regengebeten, dem *Istisqa*[46] zeigt, wie wichtig Wasser und Regenwasser in der muslimischen Kultur sind. Seine reinigende Kraft besitzt einen zentralen Punkt und ist in der *Sunna*[47] genau beschrieben. Dieses Reinigungsritual muss vor jedem Gebet durchgeführt werden[48] und ist ein fester Bestandteil im Alltag vieler Gläubiger.

Das Sammeln von Wasser, um sich selbst zu erhalten, ist in diesem Park ein zentrales Element. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, Wasser auch an die Besucher:innen weiterzugeben. Diese Ausgabestellen sind wichtige Ankerpunkte, da sie eine Art Grundversorgung darstellen. In ihrer Nähe befinden sich oft Sitzgelegenheiten oder besonders aktive Räume. Sie leiten die Besucher durch den Park und bieten längere Aufenthaltsmöglichkeiten. Wie schon in Kapitel 4.2 erwähnt, kann das gesammelte Regenwasser nicht als Trinkwasser ausgegeben werden. Dies bedeutet, dass an zwei Stellen im Park moderne Zisternen mit einem Fassungsvermögen von 2250 Litern installiert werden, wie der restliche Bezirk einmal wöchentlich befüllt werden.

---

45 Droeber J., Aspects of the significance of water in muslim traditions- A bird´s eye view, Men of Dikes and Canals: The archaeology of water in the Middle East, international symposium held at Petra 1999, Marie Leidorf GmbH, Wadi Musa Jordanien, 2004, S.331
46 Droeber J., 2004, S.332
47 Droeber J., 2004, S.334
48 Droeber J., 2004, S.334

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

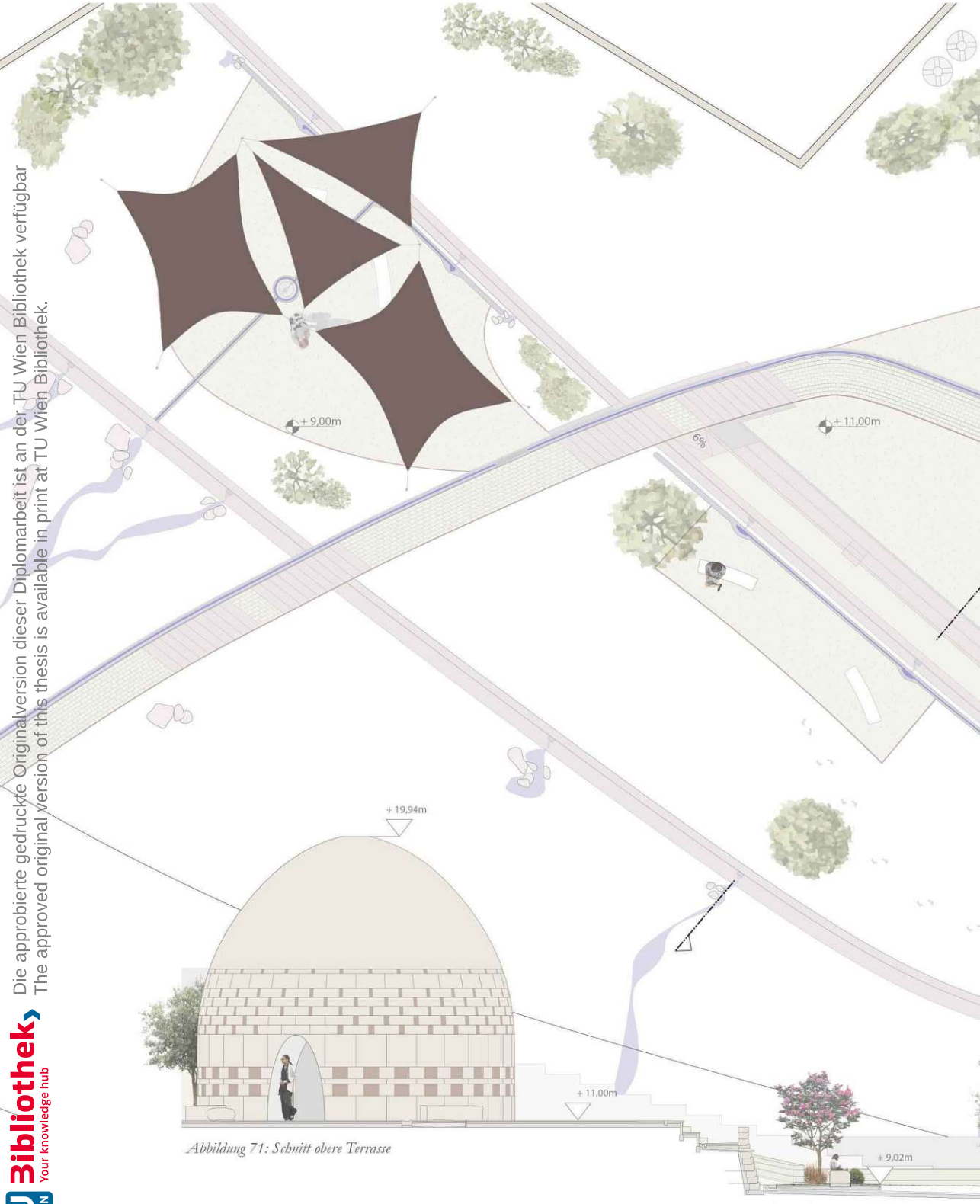


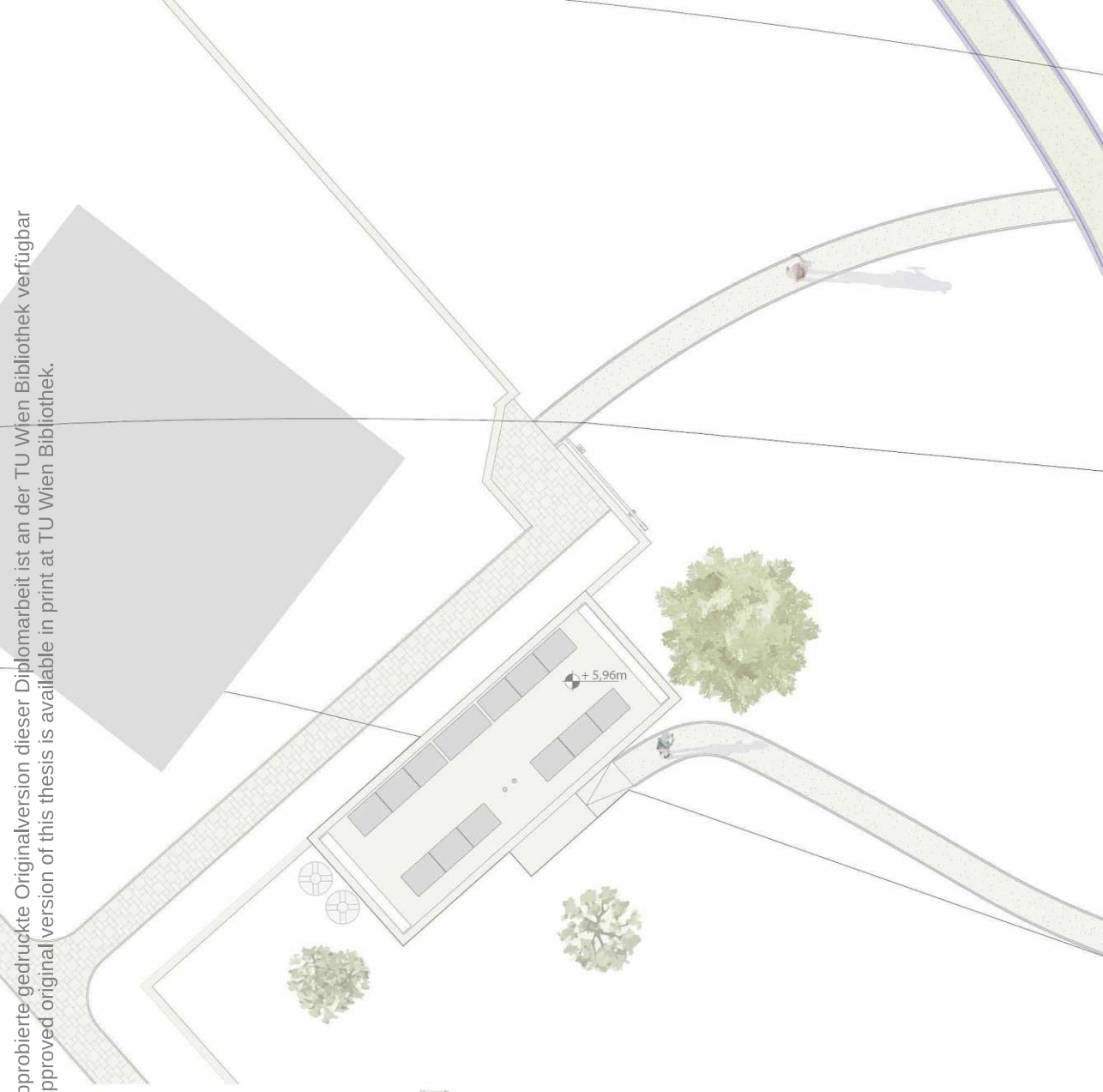
Abbildung 71: Schnitt obere Terrasse

+- 0,00 im Plan entspricht 766m ü. M.

Abbildung 72: Grundriss obere Terrasse

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

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.



+- 0,00 im Plan entspricht 766m ü. M.

Abbildung 73: Grundriss Spielplatz

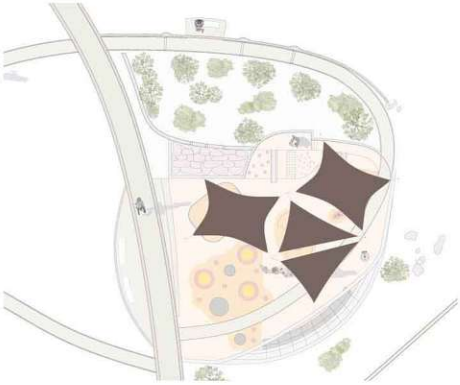
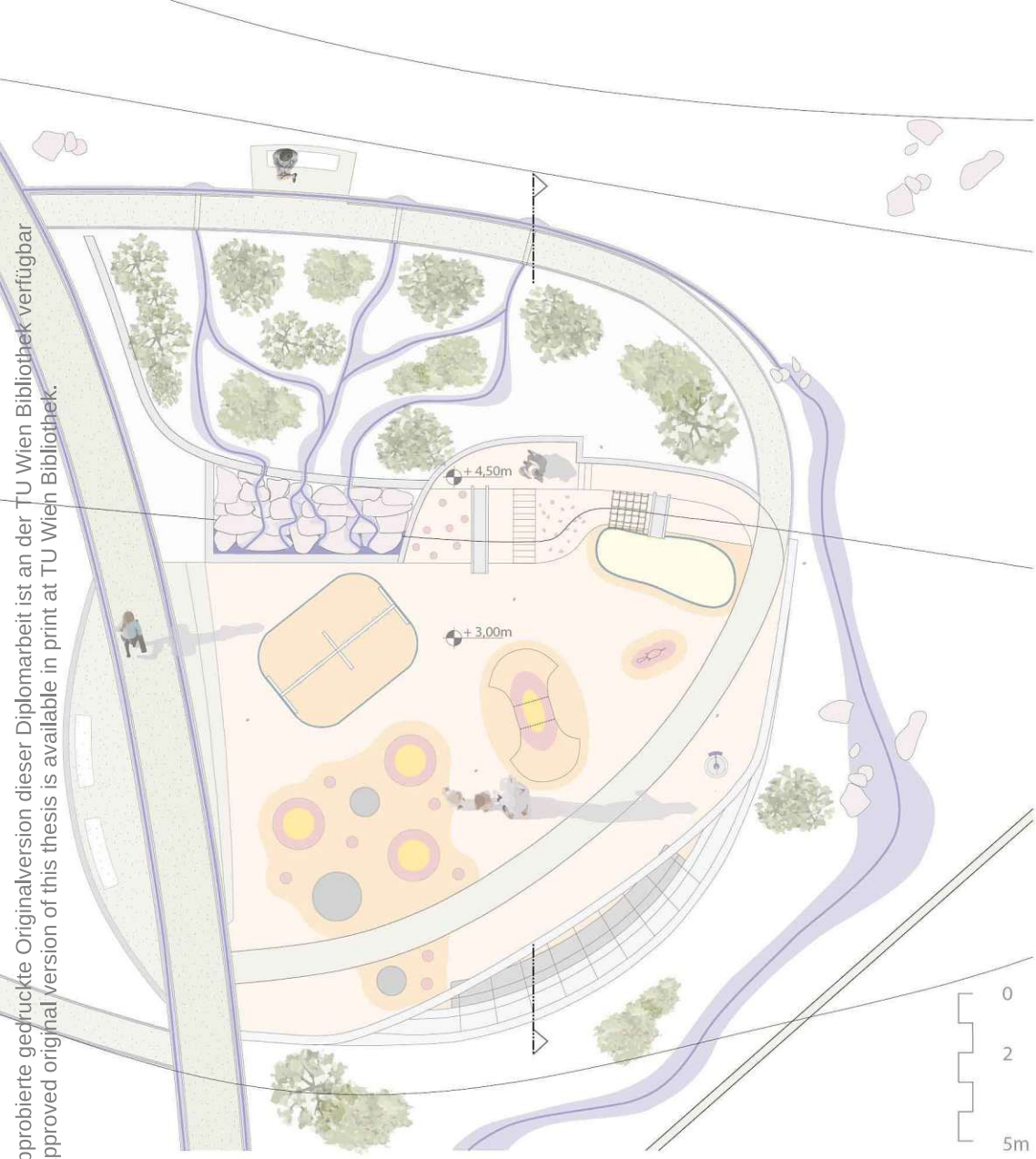


Abbildung 74: Verschattung Spielplatz

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.



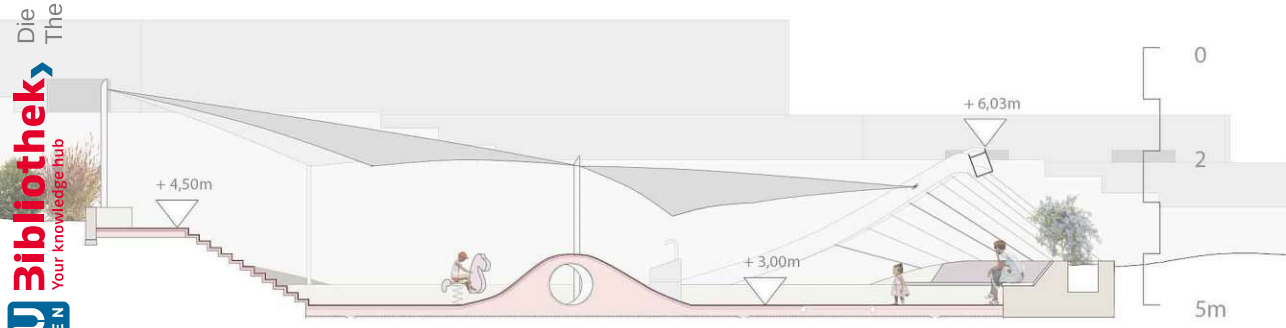
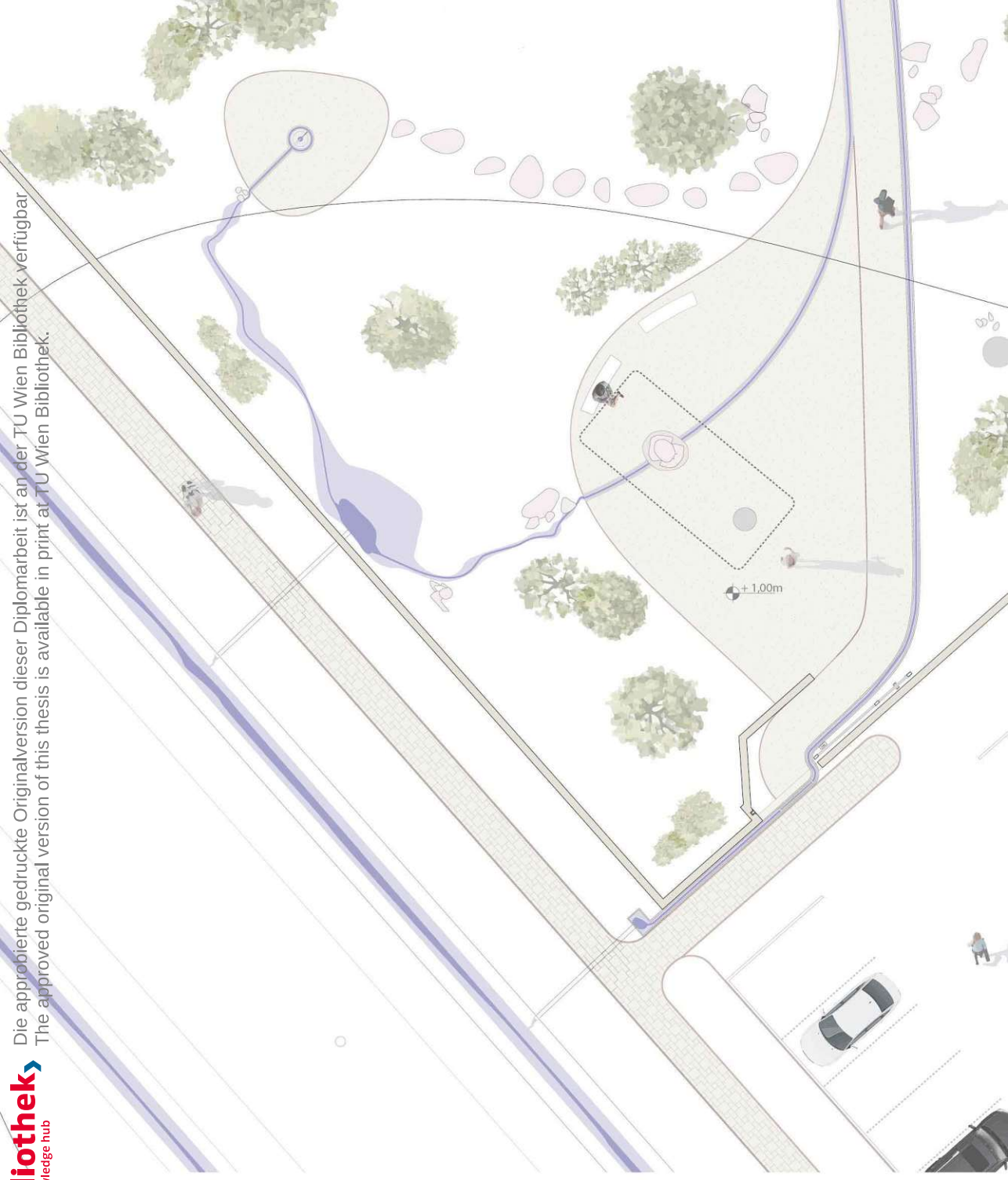


Abbildung 75: Schnitt Spielplatz



± 0,00 im Plan entspricht 766m ü. M.

Abbildung 76: Grundriss untere Zisterne

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

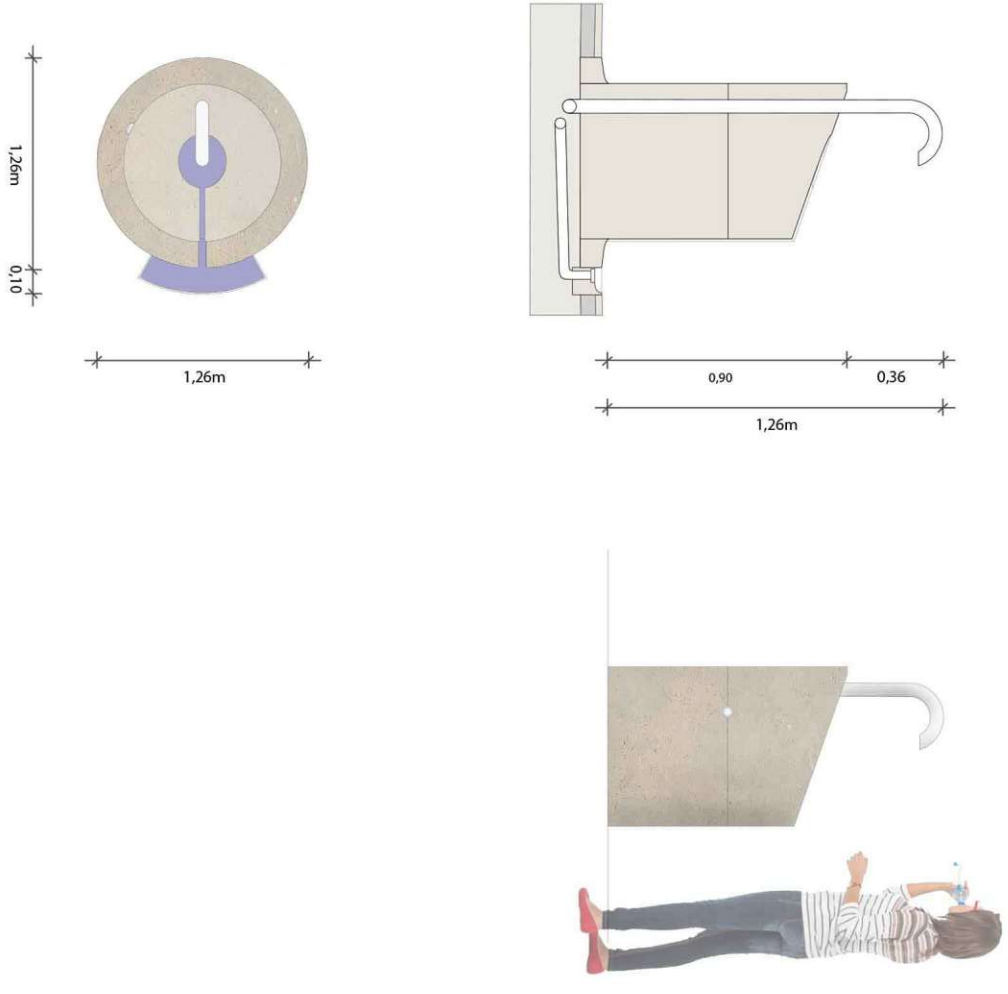


Abbildung 77: Trinkbrunnen

6.4 Elemente

In diesem Kapitel werden alle für den Entwurf wichtigen Elemente des Parks dargestellt und beschrieben.

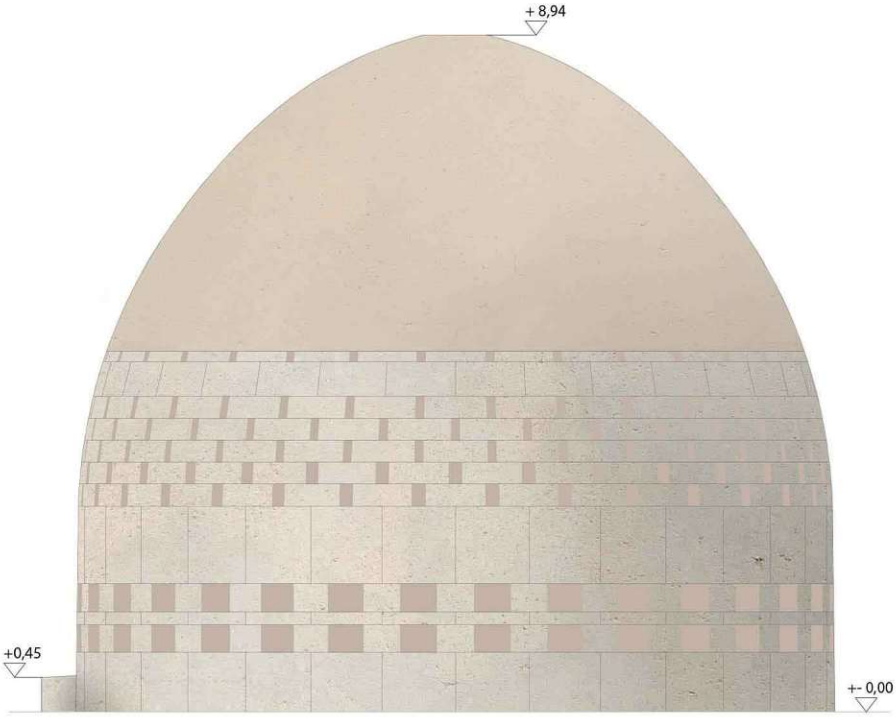
6.4.1 Trinkbrunnen

Die Trinkwasserbrunnen besitzten innerhalb des Parks, wie in Kapitel 6.3.5 beschrieben, eine wichtige Rolle. Die Ausgabe von Trinkwasser dient als Ankerpunkt des Parks und markiert wichtige Aufenthaltsmöglichkeiten. Es ist an 5 Stellen im Park möglich Trinkwasser zu entnehmen.

Wasserverschwendung zu verhindern ist eine wichtige Grundlage für die Funktion des Brunnens. Die Brunnen können mit einem Druckknopf aktiviert werden, nach Aktivierung können 250 ml Wasser konsumiert werden. Zwischen den Aktivierungsintervallen braucht das System eine Minute, um wieder aktiviert zu werden. So kann eine kleine Flasche Wasser ohne Probleme aufgefüllt werden und einer verschwenderischen Nutzung niederschwellig entgegengewirkt werden. Bei einem Speichervolumen von 2250 l je Zisterne können somit 18.000 Flaschen die Woche aufgefüllt werden. Abgesehen von diesen Trinkbrunnen wird mit Wasser nur sehr sparsam umgegangen. Am Spielplatz wird es die Möglichkeit von Wasserspielen bei Regenfall geben, genauso wie einen klassischen Brunnen an der Kreuzung von Flanier- und steilem Weg.

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub



+- 0,00 im Plan entspricht 777m ü. M.

Abbildung 78: Ansicht Süd

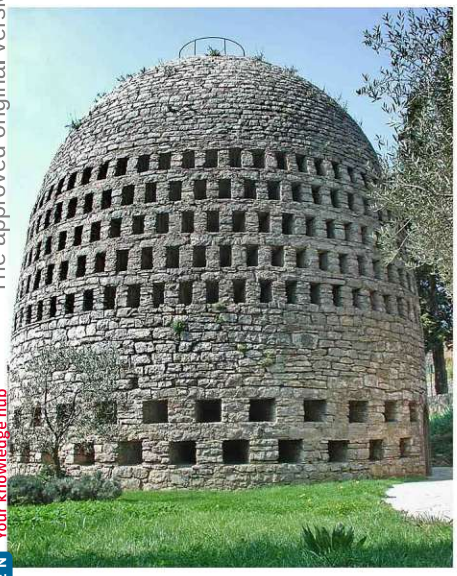


Abbildung 79: Referenzbeispiel, Luftbrunnen von Achille Knapen in Trans-en-Provence

Abbildung 80: Luftbrunnen Eingangsbereich

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

6.4.2 Windbrunnen

Der Windbrunnen befindet sich vor der oberen Zisterne am höchsten Punkt in der Nähe des oberen Haupteingangs. Eine Aussichtsterrasse kann vor dem Brunnen genutzt werden, um in die Landschaft zu schauen. Um die eigentliche Funktion des Wassersammelns der Zisterne nicht zu stören und keine statischen Komplikationen hervorzurufen, wird der Windbrunnen im oberen Teil des Parks als Landmarke gegenüber der Zisterne gesetzt. Besucher:innen können so im Winter die Zisterne in Aktion sehen und beobachten, wie das Oberflächenwasser gesammelt wird. Bei den Bemühungen eine passende Bebauung auf dem Entwurfsgrundstück zu finden, ist immer wieder eine Urform der jordanischen Architektur aufgekommen. Kuppelbauten sind typisch für rurale Gegenden im arabischen sowie anatolischen Raum. Ursprünglich wurden diese Bauten in Form von Hütten aus Holz, Lehm und Steinen gebaut, entwickelten sich immer weiter im Laufe der Geschichte und wurden so zu einer universellen Bauform[49]. Oft wird die Kuppelbauweise für besondere Bauten, wie Moscheen oder Hammams genutzt. Dies macht sie ideal, um wichtige Orte zu markieren. Die römischen Zisternen sind auf dem Entwurfsgebiet die markantesten Orte und benötigen daher einen besonderen Umgang.

Um die Bebauung als Aufenthaltsraum auszuformulieren, muss ein annehmbares Raumklima herrschen. Hierzu braucht es eine, wenn möglich, natürliche Belüftung und ein Speichermedium. Die Konstruktion des Luftbrunnens des belgischen Ingenieurs Achille Knapen, besitzt 1931 eine ausgeklügelte Schachtkonstruktion mit verschiedenen Winkeln, um eine Luftzirkulation zu ermöglichen. Mithilfe von Kondensation sollte ursprünglich Wasser aus der Luft geerntet werden. Feuchte Außenluft gelangt durch verschiedene Öffnungen in den kühlen Innenraum, um dort an einer rauen Betonsäule zu kondensieren und aufgefangen zu werden[50]. Aufgrund geringer Effektivität ist bis heute nur ein einziges Exemplar in Trans-en-Provence erhalten. Der geplante Einsatz des Brunnens im ariden Klima Nordafrikas konnte somit nicht realisiert werden[51]. Die Führung der Luft und der Temperaturunterschied, durch die starken Mauern, sind für die Anforderungen an den Windbrunnen deckungsgleich und wurden deshalb übernommen.

---

49 Tarrat M., Ibrahim M., 2021, S.663

50 Achille Knapen, 1930, Improved means for collecting moisture from the atmosphere, GB 319778 (A)- 1930-05-22, European Patent Office, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19300522&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=GB&NR=319778A&KC=A&ND=2

51 Popular Mechanics Magazine, Well like gigantic Ant hill gathers water from air, Popular Mechanics Magazine, o.O., Dez. 1932, S.868

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.

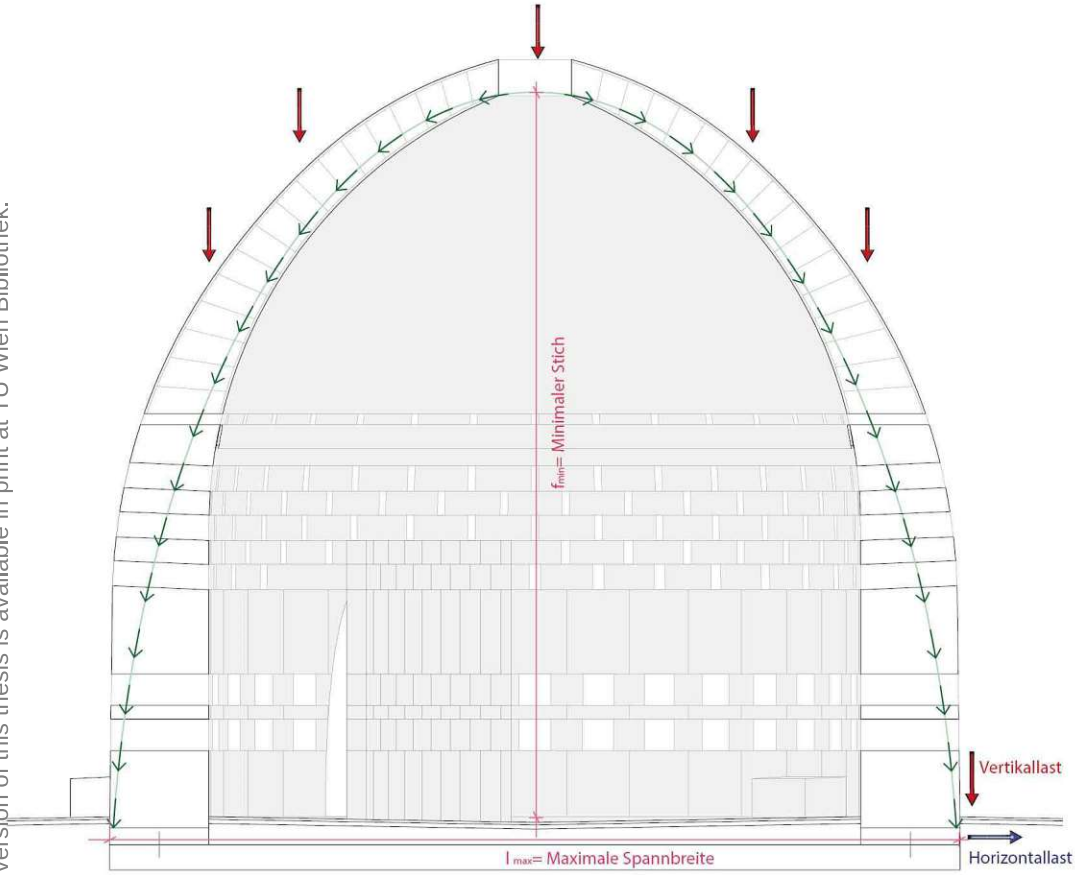


Abbildung 81: Gebäudeschnitt mit Parabel

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 Konstruktion orientiert sich an dem Luftbrunnen von Knapen und wird in Größe und Materialität angepasst. Fotos der Ansichten und systematische Schnitte des Baukörpers lassen eine parabelförmige Kuppel auf einem zylindrischen Unterbau vermuten. Paraboloide Kuppelschalen werden durch die Rotation einer Parabel erstellt und haben nach Matthias Lugenheim den Vorteil, dass sie keine Bruchfugen entwickeln[52]. Durch diese Form wird die Außenkontur des Gebäudes in die Länge gezogen und erhält einen etwas spitzeren Charakter, als beispielsweise Halbkugelschalungen. Bei halbkugelförmigen Kuppeln kommt es im Gegensatz zu großen Abweichungen zur Stützlinie. Die Kuppel erhält durch ihr Eigengewicht zu hohe Biegemomente, droht auszuknicken und entwickelt Bruchfugen[53]. Um dem zu entkommen, braucht es einen großen Aufwand, der verbunden ist mit dem Einsatz von Ringankern, Zugbändern oder einem aufwändigen Unterbau der Kuppel[54].

Da der Windbrunnen als Solitär im Park steht und aus Kalkstein gebaut wird, ist der Einsatz einer Parabol- Kuppel am zielführendsten. In Abbildung 81 wird im Schnitt die parabelförmige Stützlinie dargestellt. Die Stärke der Wand soll schlank sein, während sie die Parabel abdeckt, um Horizontal- und Vertikalkräfte aufzunehmen. Die Parabel beschreibt eine minimale Stichhöhe und eine maximale Spannbreite. Dies soll den zuvor erwähnten spitzen Charakter mindern. Im Zenit der Kuppel befindet sich das Opaion[55] mit einem Durchmesser von 0,86m. Zum Opaion hin wird der Querschnitt verjüngt, um eine zusätzliche Belastung durch Eigengewicht zu minimieren. Es belichtet neben den seitlichen Öffnungen das Innere des Windbrunnens und verhindert Rissbildungen im oberen Teil der Kuppel, welche eine Schwachstelle darstellt. Die Kuppel wird mit Hilfe eines Leergerüstes gebaut.

---

52 Lugenheim Matthias, Die Korrelation von Architekturform und Strukturform im Kuppelbau und deren Einfluß auf die Ingenieurbaukunst – dargestellt am Beispiel der Frauenkirche zu Dresden, Dissertation Bauingenieurwesen, Technische Universität Dresden, Dresden, 2002, S.54
53 Lugenheim Matthias, 2002, S.53
54 Lugenheim Matthias, 2002, S.53- 55
55 Opaion: (altgriechisch) Auch Kuppelauge oder Auge ist eine Runde Öffnung am höchsten Punkt einer Kuppel.

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.

Abbildung 82: Schnitt und Grundriss Windbrunnen

Anders als der Luftbrunnen erntet der Windbrunnen kein Wasser, sondern nutzt es zur Kühlung des Raumes für Besucher:innen. Hierfür werden die örtlichen Winde Chamsin (Süd- West) und Sirocco (Süd- Ost) genutzt. Durch eine Düseninstallation im Inneren wird feiner Wasserstaub in den geschlossenen Raum geblasen, sobald sich Besucher:innen einfinden. Diese können in einer angenehmen kühlen Umgebung der Hitze des Tages entkommen und im Inneren den Trinkbrunnen nutzen. Das Wasser in der Luft setzt sich an Wänden und Boden ab und kühlt den Raum herunter. In der Mitte des Brunnens befindet sich ein Trinkbrunnen, um die Besucher:innen mit Trinkwasser zu versorgen. Die äußere Erscheinung ist von dem charakteristischen Kalkstein Jordaniens geprägt, welcher in unterschiedlich großen Bauquadern verbaut wird. Die Kuppel wird, wie das *Hammam Quasr al-Hallabat* mit einem Feinputz versehen. Das Innere des Kuppelraums wird abends durch eingebaute Lichter in der Düseninstallation beleuchtet.

Abbildung 83: Hammam Quasr al-Hallabat

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

6.4.3 Zisternendetail

Die ursprünglichen Zuläufe der beiden Zisternen werden in die Oberfläche der Plätze intergriert. Sie werden durch Rinnen mit einer geringen Tiefe ersetzt. Hierdurch ist es weiterhin möglich die Zisternen durch Oberflächenwasser des Parks zu befüllen. Diese Wasserquelle ist jedoch nur sekundär, da durch das neu implementierte Regensammelv der umliegenden Dächer genug Wasser gesammelt werden kann.

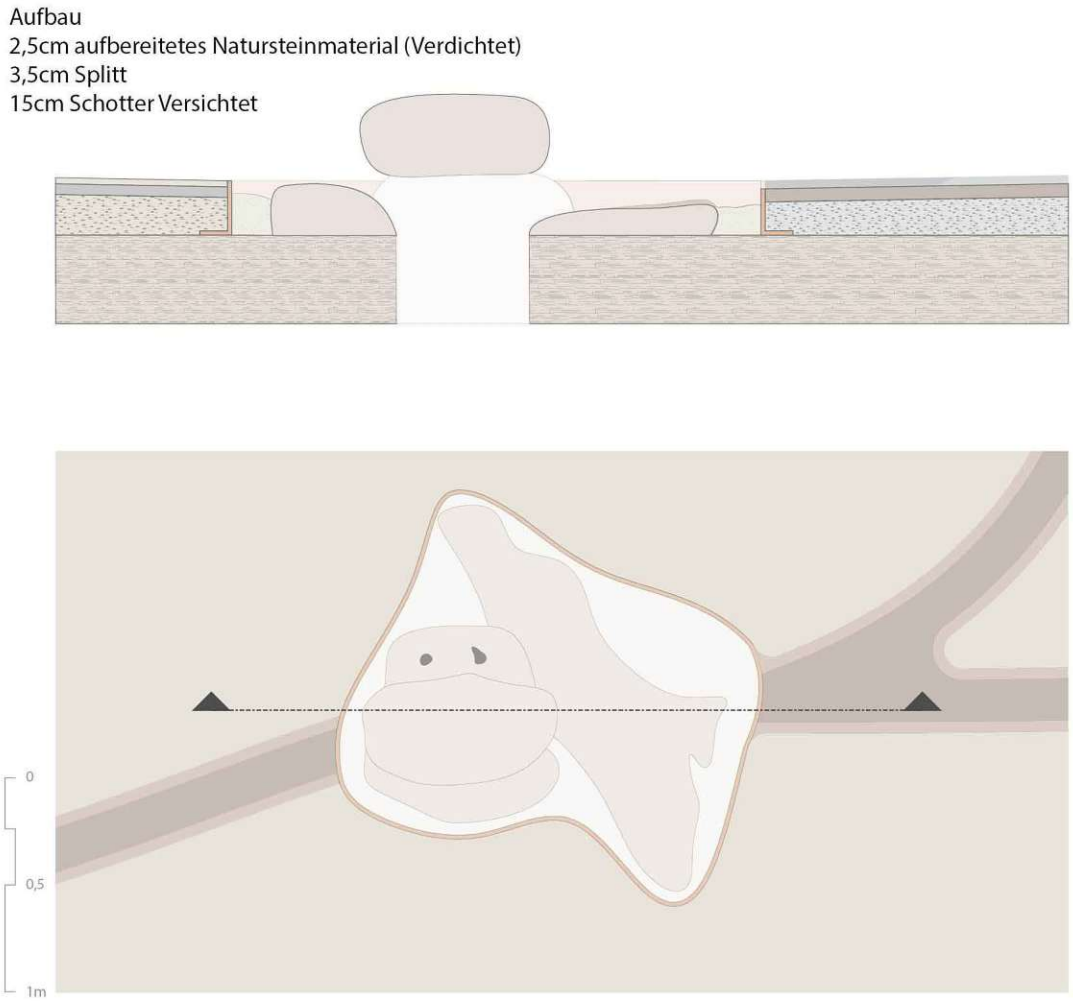


Abbildung 84: Detail Zisterne

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

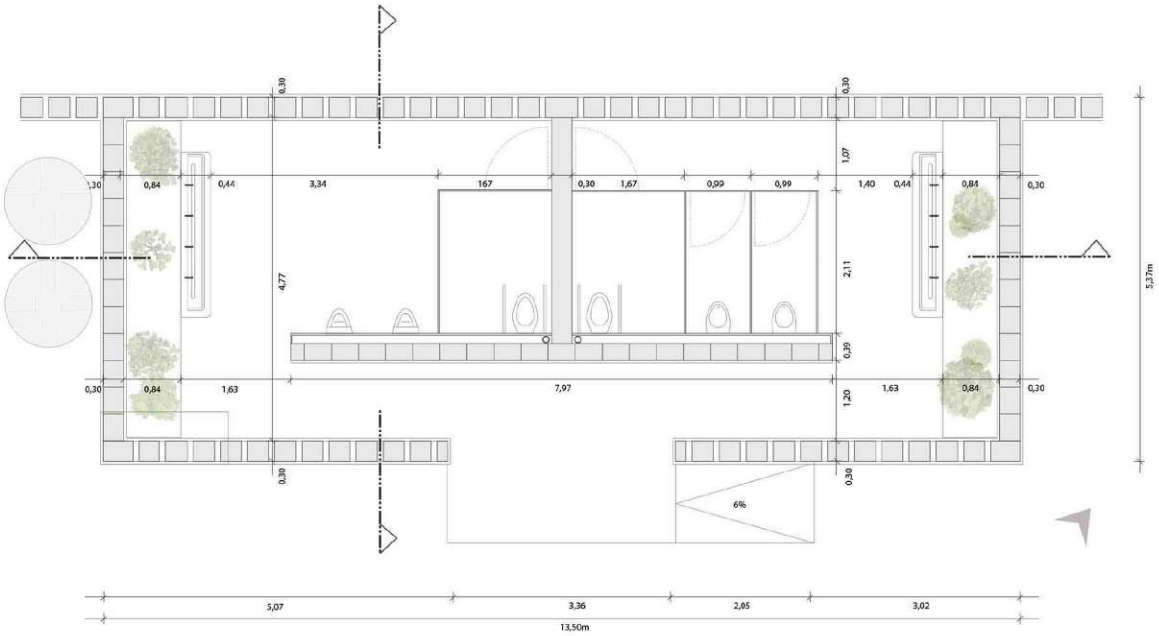
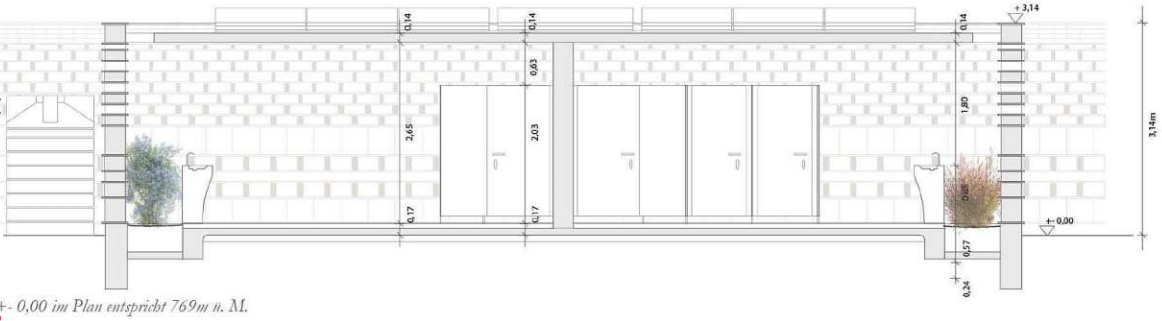


Abbildung 85: Grundriss Toiletten



+- 0,00 im Plan entspricht 769m ü. M.

Abbildung 86: Längsschnitt Toiletten

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.

6.4.4 Toiletten

Im südwestlichen Teil des Parks befinden sich die Toiletten. Sie übernehmen die Struktur der Mauer und gliedern sich in den Park ein. Die vielen Wandöffnungen, zusammen mit einem Oberlicht im Bereich der Waschbecken, lassen eine angenehme Durchlüftung und Belichtung zu. Diese muss tagsüber nur im Bereich der Toilettenkabinen durch Spotlights unterstützt werden. Unter den Oberlichtern befinden sich Grünstreifen, die den Außenraum nach innen bringen. Aufgrund der geschützten Lage, können sie mit halbschattigen Gewächsen bepflanzt werden. Beim Betreten und Händewaschen hat man somit einen entspannten Blick ins Grüne. Ein Großteil des südlichen Teils des Parks ist barrierefrei geplant. Die Toiletten sind über eine Rampe erreichbar und besitzen jeweils eine barrierefreie Kabine. Das Dach der Toiletten wird nicht nur zum Sammeln von Regenwasser genutzt, sondern erstrangig für die Installation einer Photovoltaikanlage. Bei der Planung sind zwei Berechnungen besonders wichtig. Der Reihenabstand[56], welcher durch eine Formel berechnet werden kann sowie die Berechnung des Jahresvolumens und des Aufstellwinkels, welche auf verschieden Webseiten[57] berechnet werden können. Es wurden 1m x 1,33m große Polymodulsysteme mit 48 Zellen verwendet. Sie verlieren bei hohen Temperaturen weniger Leistung, dank eines geringen Temperaturkoeffizienten[58], was sie für diesen Standort passend macht.

Kalkulation Reihenabstand:

$$H = L * \sin(a) \qquad RA = H * 3$$

H= (m) Höhe Modulkante; L= (m) Länge Modul; a= (°) Aufstellwinkel; RA= (m) Reihenabstand

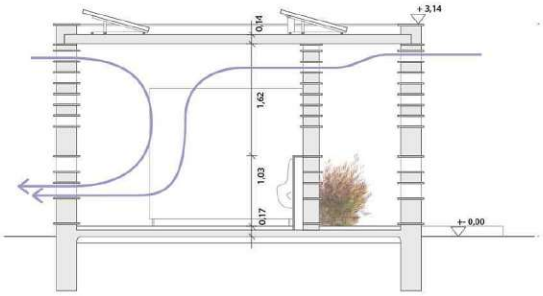


Abbildung 87: Querschnitt Toiletten

56 https://echtsolar.de/photovoltaik-flachdach/, Stand 04.10.2022
57 https://echtsolar.de/photovoltaik-rechner/neigungswinkel/, Stand 04.10.2022
58 https://echtsolar.de/solarmodule-test-vergleich/, Stand 04.10.2022

Bei der Berechnung des Reihenabstands sind die wichtigen Variablen die Länge des Moduls von 1m und der Aufstellwinkel von 15°. Der Abstand liegt bei den oben genannten Polymodulen bei 1,95 m[59] und ermöglicht das Aufstellen von 12 Modulen und einem größeren Modul mit den Maßen 1m x 2m und 72 Zellen. Durch die geologische Lage hat Madaba eine hohe Globalstrahlung von 1967,4 kWh/m² [60]. Bei einem Aufstellwinkel von 15°, einer Fläche von 55,06 m² und einer Anlagengröße von 4,4 kWp kann eine Jahresertrag von 7.653 kWh[61] erreicht werden. Um dies in Relation zu bringen könnten 58 Straßenlaternen mit einer Leistung von 130,16 kWh im Jahr betrieben werden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass die jährliche Leistung der Photovoltaik Anlage den Verbrauch des Parks zu einem großen Teil abdecken kann.

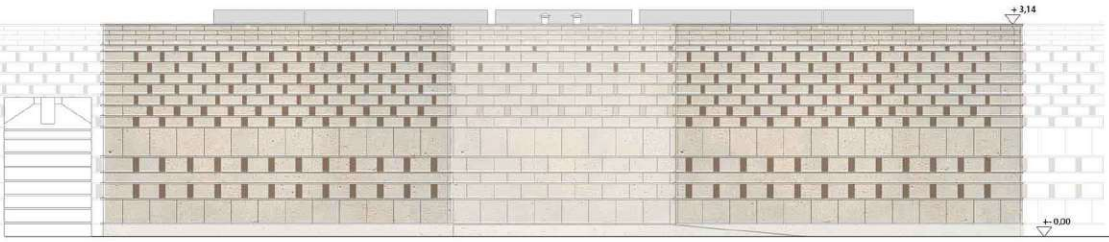


Abbildung 88: Ansicht Toiletten

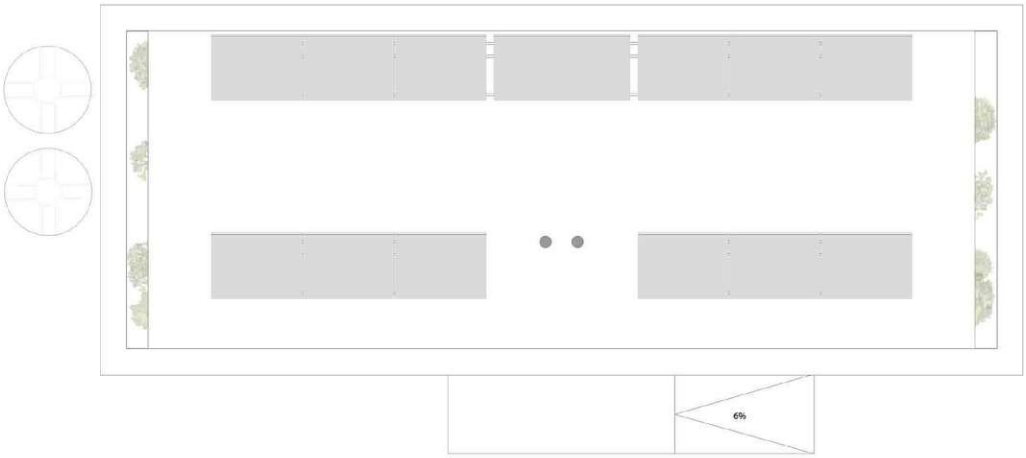


Abbildung 89: Dachaufsicht Toiletten

---

*59 Berechnung Reihenabstand: H= 1m * sin(15°)= 0,6503m RA= 0,6503m * 3= 1,95m*
60 https://www.secondsol.com/de/services/solarrechner.htm, Stand 04.10.2022
61 https://echtsolar.de/photovoltaik-rechner/neigungswinkel/, Stand 04.10.2022

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

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.

Conclusio

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, welche Möglichkeiten in Madaba existieren, um Anrainer:innen mit Regenwasser zu versorgen und inwieweit diese in Form von öffentlichen Parks davon profitieren können. Hierzu wurden Ergebnisse aus der Feldforschung in die Analyse eingebracht und verschiedene Punkte näher beleuchtet.

Das Wassersystem Jordaniens lässt es zu, Regenwasser für Agrarflächen und zur Begrünung von Stadtflächen zu nutzen. Aufgrund gesetztlicher Vorlagen für die Wasserqualität muss es in eigenen Kreisläufen genutzt und kann nicht in das zentrale Versorgungs-System eingespeist werden.

Die von mir untersuchte Stadt Madaba hat durch ihre zentrale Lage und ihr Wachstum in den letzten Jahren mit ähnlichen Herausforderungen wie der Rest des Landes zu kämpfen. Madaba besitzt ein historisches Wassersystem, welches aus Wasserauffangbereichen und Zisternen besteht. Dieser in den Fels geschlagene Bestand kann einfach reaktiviert werden. Die Zisternen können bei Starkregenereignissen als Puffer dienen und Wasser passiv sammeln, welches sonst verloren gehen würde. Dieses zusätzliche Wassereinkommen wird aller Voraussicht nach aufgrund des starken Wachstums und vorschreitender Desertifikation auch in naher Zukunft benötigt werden. Da Madaba selbst kaum über Grünflächen verfügt, erscheint es sinnvoll das zusätzliche Wassereinkommen für öffentliche Flächen und zur Abkühlung zu benutzten. Der Wasserverbrauch der umliegenden Agrarflächen ist durch Regenfeldbau abgedeckt.

Diese Ergebnisse wurden in einem Designvorschlag auf einem Grundstück im Süden Madabas angewandt. Bei der Gestaltung wurde darauf geachtet, die in der Analyse herausgearbeiteten Punkte zu implementieren. Eine komplette Autarkie des Parks kann für die Bewässerung der Pflanzen durch eine Tröpfchenbewässerung erreicht werden. Dies macht einen Fortbestand eines Parks realistischer. Die Versorgung der Besucherinnen und Besucher mit Trinkwasser erfolgt durch eigene Zisternen im Entwurfsgebiet, diese sind mit dem zentralen Wassersystem verbunden. Die Bepflanzung besteht aus einer Vielzahl von heimischen Pflanzen, welche an die Umgebung angepasst sind.

Erreicht wurde eine intensive Auseinandersetzung mit dem komplexen Thema des passiven Sammelns von Wasser und seiner Implementierung in öffentliche Flächen.

Die Wasserknappheit des Landes ist ein grundlegendes Problem Jordaniens und muss im großen Maßstab gelöst werden. Die damit verbundenen wirtschaftlichen, politischen und sozialen Komponenten wurden in dieser Arbeit nicht bearbeitet. Der Designvorschlag zeigt in einem kleineren Maßstab eine Möglichkeit auf, wie auf kommunaler Ebene in den Grenzen des aktuellen Wassersystems agiert werden kann.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Literaturverzeichnis

Ababsa Myriam, Atlas of Jordan- History, Territories and Society, Presses de l´Ifpo Institut francais du Proche-Orient, Beyrouth, 2013

Achilles Knapen, 1930, Improved means for collecting moisture from the atmosphere, GB 319778 (A)- 1930-05-22, European Patent Office, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=19300522&DB=EPODOC&locale=en_EP&CC=GB&NR=319778A&KC=A&ND=2

Al-Jayyousi O. R., Mohsen M. S., Evaluation of Fog Collection in Jordan, Water and Environment Journal, Ausgabe13(3), o.O., Juli 2007

Ambrosch Kristina, Kara Hane Schwarzzelte als temporäre mobile Behausung für Archäologen in trockenen heißen Regionen, Diplomarbeit Architektur, TU Wien, Wien, 2004

Awawdeh M., Al-Shraideh S., Al-Qudah K., Jaradat R., Rainwater harvesting assessment for a small size urban area in Jordan, International Journal of Water Resources and Environmental Engineering Vol. 4(12), Jordan, 2012

Banks Rebecca, Zerbini Andrea, The Madaba Ring Road, Jordan. Evidence of cultural heritage assets from remote imagery in the Madaba hinterland, EAMENA university of Oxford, Oxford, 2015

Baumgarten Jürgen, Die Ammarin Beduinen in Jordanien zwischen Stamm und Saat, Bibliotheca Academica, Reihe Orientalistik, Band 18, Ergon- Verlag, Würzburg, 2011

Bikai P.M., Madaba´s Water System, Men of Dikes and Canals: The archaeology of water in the Middle East; international symposium held at Petra 1999, Marie Leidorf GmbH, Wadi Musa Jordanien, 2004

Bikai P. M., Delai Thomas A., Madaba: Cultural Heritage, ACOR, Jordanien, 1996

Denny Elaine, Donnelly Kristina, McKay Roland, Ponte Geoffroy, Uetake Tetsuya, Sustainable Water Strategies for Jordan, Gerald R. Ford School of Public Policy University of Michigan, Michigan, 2008

Donahue William F., Determining Appropriate Nutrient and Sediment Loading Coefficients for Modeling Effects of Changes in Landuse and Landcover in Alberta Watersheds, Water Matters Society of Alberta, University of Calgary, Süd-Alberta, 2013

Döring Mathias, Römische Aquädukte und Großzysternen, Antike Zisternen, Schriften der DWhG Band 9, Christoph Ohlig (Hrsg.), Books on Demand GmbH, Siegburg, 2007

Droeber J., Aspects of the significance of water in muslim traditions- A bird´s eye view, Men of Dikes and Canals: The archaeology of water in the Middle East, international symposium held at Petra 1999, Marie Leidorf GmbH, Wadi Musa Jordanien, 2004

Farreny Ramon, Morales-Pinzo´n Tito, Guisasola Albert, Taya Carlota, Rieradevall Joan, Gabarrell Xavier, Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain, Water Research, Volume 45, Issue 10, Elsevier Verlag, Amsterdam, 2011

Gebhard Thomas, Gebhard Thomas, Jordanien – Wasserarmut in einer instabilen Region, in: Wasser- Kooperationen und Konflikte um die Ressource der Zukunft, Argumente und Materialien der Entwicklungszusammenarbeit Nr.14, Susanne Luther (Hrsg.), Hanns-Seidel-Stiftung, München, 2015

Harrison Timothy, Article History of Madaba, aus Madaba: cultural heritage, ed. by Patricia Maynor Bikai, ACOR, Amman, 1996

International Recource Group, Institutional Support & Strengthening Program National Strategic Waste Water Plan, Final Draft Report, USAID, o.O., 2013

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Liaw Chao-Hsien, Tsai Yao-Lung, Optimum Storage Volume of Rooftop Rain Water Harvesting Systems for Domestic Use, Journal of theAmerican Water Resources Association (JAWRA) 40(4), o.O., 2004, S. 901-912.

Lugenheim Matthias, Die Korrelation von Architekturform und Strukturform im Kuppelbau und deren Einfluß auf die Ingenieurbaukunst – dargestellt am Beispiel der Frauenkirche zu Dresden, Dissertation Bauingenieurwesen, Technische Universität Dresden, Dresden, 2002

Mensching Horst, Desertifikation: ein weltweites Problem der ökologischen Verwüstung in den Trockengebieten der Erde, Verlag Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 1990

Menge Hermann, Die Heilige Schrift, 14. Auflage, Deutsche Bibelgesellschaft, Stuttgart, 2003

Menge Hermann, Die Heilige Schrift, 13. Auflage, Deutsche Bibelgesellschaft, Stuttgart, 1954

Ministry of Tourism and Antiquities, Third Tourism Development Project Secondary Cities Revitalization Study - Madaba, Annex 4, The Hashemite Kingdom of Jordan, Amman, 2005

Ministry of Water and Irrigation, Jordan Water Sector Facts and Figures, Directorate of Media and Water Awareness, Amman, 2017

Miyahuna, Miyahuna Annual Report, Jordan Water Company- Miyahuna, Amman, 2018

Ohlig Christoph, Antike Zisternen, Ohlig Christoph (Hrsg.), Schriften der DWhG Band 9, Books on Demand GmbH, Norderstedt, 2007

Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, Antike Zisternen, Schriften der DWhG Band 9, Christoph Ohlig, Books on Demand GmbH, Norderstedt, Siegburg, 2007

UNESCO, UN-Water, 2020: United Nations World Water Development Report 2020: Water and Climate Change, UNESCO, Paris, 2020

Popular Mechanics Magazine, Well like gigantic ant hill gathers water from air, Popular Mechanics Magazine, o.O., Dez. 1932, S. 868

Pritchard James B., Ancient near eastern Texts, Relating tot he old Testament, 2. Ausgabe, Princeton University Press, Princeton New Jersey, 1955

Schulz Ansager, Schulz Benedikt, Atlas Naturstein klassischer Baustoff in zeitgemäßer Anwendung, Edition DETAIL, München, 2019

Strobl Hilde, Strobl Cachola, Schmal Scheuermann, Einfach Grün : Greening the City : Handbuch Für Gebäudegrün Simply Green : Die Stadt Begrünen : Manual for Building Greenery. Deutsches Architekturmuseum (DAM), Franfurt am Main, 2021

Tarrad, M., Ibrahim M., Detection of limestone quarries in Jordan through remote sensing data to achieve sustainable utilisation in vernacular architecture, international Journal of Sustainable Development and Planning, Vol. 16, No. 4, AL al- Bayt Universität, Al-Mafraq Jordanien, 202

Interviews

Faheis, Interview, Madaba, 25.Juli 2019

Same, Interview, Madaba, 27.Juli 2019

Websites

https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/OpenDataMain/OpenDataUser/#/manageDataSets, Stand 08.03.2021

https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan/climate-data-historical%20%20, Stand 25.05.2020

http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien.pdf, Stand 27.05.2020

https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/suche,t=jordaniens-wasserwirtschaft-unter-druck,did=2159436.html, Stand 27.03.2019

https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch, Stand 07.10.2019

http://www.csbe.org/may-2005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

https://www.unrwa.org/where-we-work/jordan/talbieh-camp, Stand 03.01.2022

WKO, Länderprofil JORDANIEN, Abteilung für Statistik, April 2020, S.3 http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien.pdf, Stand 27.05.2020

https://de.statista.com/statistik/daten/studie/19292/umfrage/gesamtbevoelkerung-in-oesterreich/#professional; Stand 27.05.2020

https://www.ceicdata.com/de/indicator/jordan/forecast-population, Stand 09.03.2021

https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan/climate-data-historical, Stand: 25.05.2020

http://www.jordantimes.com/news/local/floods-damage-water-pipeline-denying-thousands-households-their-weekly-supply, Stand 07.10.2019

http://royalbotanicgarden.org/page/flora-jordan, Stand 15.01.2021

https://wad.jrc.ec.europa.eu/countryreport, Stand 26.01.2021

http://royalbotanicgarden.org/page/overview, Stand 08.06.2020

https://www.acorjordan.org/2015/09/17/madaba-archaeology/, Stand 17.08.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Geschichte_Jordaniens, Stand 16.08.2019

https://portal.jordan.gov.jo/wps/portal/Home/OpenDataMain/OpenDataUser/!ut/p/z1/04_nMz0vMAfIjo8ziTS1dPN2dvQ183b3NnAwcQwxc3IxNzA0NHE30w8EKDHAARwP9KEL6o_Aq8TRFV2DgZmRq4Ohj6W3pbWJqbGBgAlWAxw3BqXn6BbkRBpkB6YoA4obPqw!!/#/viewDataSet/188, Stand 15.01.2021

Holländer R., Hygienische Aspekte bei der Nutzung von Regenwasser. Reader zur Tagung „Hygienische Aspekte der Regenwassernutzung“. Fbr-Fachsymposium 21.10.1998 in Fulda, 1999 https://www.ikz.de/ikz-archiv/1999/01/9901038.php, Stand 30.08.2019

http://jorinfo.dos.gov.jo/PXWeb2014R2/Table.aspx?layout=tableViewLayout2&px_tableid=Table%204.px&px_path=-&px_language=en&px_db=Demographic%20Statistics&rxid=d8467649-5faf-4b4c-8c29-f629d95a188e, Stand 27.05.2020

https://www.unitexjordan.com/copy-of-khzan-afqy?lang=en, Stand 07.10.2019

http://www.jordantimes.com/news/local/floods-block-roads-several-regions-hundreds%E2%80%99-rescued-

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

cdd-personnel, Stand 07.10.2019

https://www.haaretz.com/middle-east-news/jordan/death-toll-in-jordan-flash-floods-rises-to-11-1.6637131, Stand 07.10.2019

https://www.thenationalnews.com/world/mena/jordan-braces-for-flood-chaos-after-heaviest-rains-of-the-winter-1.831697, Stand 07.10.2019

https://www.umweltbundesamt.de/bau-i-1-bau-i-2-das-indikatoren#grossstadte-im-hitzestress; Stand 17.08.2021

https://www.csbe.org/the-national-gallery-of-fine-arts-park, Stand 13.07.2019

http://www.csbe.org/may-005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

http://www.csbe.org/celebrating-water, Stand 13.07.2019

http://www.csbe.org/may-2005?rq=The%20Jordan%20National%20Gallery%20Park, Stand 13.07.2019

https://de.wikipedia.org/wiki/Leinwandbindung#cite_note-1, Stand 19.08.2022

https://pag-flooring.com/wp-content/uploads/2020/03/PAGplay-EPDM-Fallschutzbelag-im-Ortseinbau-TDB-Deutsch-2020-3.pdf, Stand 19.08.2022

https://de.wikipedia.org/wiki/Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk, Stand 29.08.2022

https://www.baumann-trapp.de/wp-content/uploads/Playfix_Fallschutz.pdf, Stand 29.08.2022

https://www.csbe.org/park-under-abdun-bridge, Stand 20.08.2022

https://www.manaseergroup.com/Stones/En/Product/927/Madaba-limestone, Stand 26.08.2022

https://www.stonecontact.com/products-91252/hallabat-royal-rose, Stand 26.08.2022

https://www.graf.info/en/rainwater-harvesting/all-about-rainwater-harvesting/lexicon/runoff-coefficient.html, Stand 12.10.2022

https://echtsolar.de/photovoltaik-flachdach/, Stand 04.10.2022

https://echtsolar.de/photovoltaik-rechner/neigungswinkel, Stand 04.10.2022

https://echtsolar.de/solarmodule-test-vergleich/, Stand 04.10.2022

https://www.secondsol.com/de/services/solarrechner.htm, Stand 04.10.2022

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Parks in Amman
Eigene Darstellung

Abbildung 2: Ausgangspunkte in Madaba
Eigene Darstellung Referenz: Banks Rebecca, Zerbini Andrea, 2015

Abbildung 3: Gebäude Al Ulama`a, Madaba
Eigenes Foto: Madaba 27.07.2019

Abbildung 4: Wassertanks für ein Wohngebäude in Amman
Eigenes Foto: Amman 28.07.2019

Abbildung 5: Grundwasserspiegel und Wasserressourcen in Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: International Recource Group, 2013, S.291; S.298

Abbildung 6: Bevölkerungspyramide Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: http://wko.at/statistik/laenderprofile/lp-jordanien, Stand 27.05.2020

Abbildung 7: Durchschnittliche Temperaturen und Regenfall in Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/jordan/climate-data-historical 25.05.2020

Abbildung 8: Klimazonen Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: Ababsa Myriam, 20133, S.79

Abbildung 9: Agave in Zaharan Park, Amman
Eigenes Foto: 16.07.2019, Amman

Abbildung 10: Wasserstress und Landproduktivität Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: https://wad.jrc.ec.europa.eu/countryreport, Stand 26.01.2021

Abbildung 11: Bild der Mosaikkarte von Madaba
Eigene Darstellung mit eigenem Foto: Madaba 23.07.2019

Abbildung 12: Historische Stadtgrenzen Madabas
Eigene Darstellung Referenz: Harrison Timothy, 1996, S.9, 16-17, 23

Abbildung 13: Altes osmanisches Gebäude, Altstadt Madaba
Eigenes Foto: Madaba 27.07.2019

Abbildung 14: Lage Madaba
Eigene Darstellung

Abbildung 15: Straßenflucht, Ibn Khaldoun Street, Madaba
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 16: Landschaft Madabas
Eigene Fotos: Madaba, 27.07.19

Abbildung 17: Biogeographische Zonen Jordanien
Eigene Darstellung Referenz: Ababsa Myriam, 2013, S.79

Abbildung 18: Madaba Stadt
Eigenes Foto: 27.07.2019, Madaba

Abbildung 19: Historisches Madaba mit Zisternen
Eigene Darstellung Referenz: Bikai P. M., Delai Thomas A., 1996, angehängte Karte

Abbildung 20: Zisterne mit Oberflächen Zu- und Ablauf
Eigenes Foto: Umland Madaba, 27.07.2019

Abbildung 21: Besuchte Zisternen im Süden Madabas
Eigene Darstellung

Abbildung 22: Detaillierter Zisternen- Schnitt
Eigene Darstellung Referenz: Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.208

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Abbildung 23: Madabas Abwassersystem Stand 2013
Eigene Darstellung Referenz: International Recource Group, 2013, S.78

Abbildung 24: Wassertanks in Al Ulma`a, Madaba
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 25: Topografie Einzugsgebiet Totes Meer
Eigene Abbildung Referenz: https://ngmdb.usgs.gov/topoview/viewer/#13/31.6952/35.8161, Stand 07.10.2019

Abbildung 26: Topografie Madaba
Eigene Darstellung Referenz: https://ngmdb.usgs.gov/topoview/viewer/#13/31.6952/35.8161, Stand 07.10.2019

Abbildung 27: Unterspültes Fundament mit vermuteter Zisterne
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 28: Gebiet mit markierten Höhlen und Zisternen
Eigene Darstellung Referenz: Banks Rebecca, Andrea Zerbini, 2015, Abb. MAD_0077, S.12

Abbildung 29: Fassungssteine in drei typischen Grundformen
Eigene Darstellung Referenz: Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.206

Abbildung 30: Zisternenformen im Schnitt
Eigene Darstellung Referenz: Ohlig Christoph, Die Zisternen der antiken Stadt Gadara, 2007, S.207

Abbildung 31: Handskizze der oberen Zisterne
Eigene Darstellung

Abbildung 32: Obere Zisterne mit Gelände
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 33: Privater Garten hinter Mauer
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 34: Grünflächen Madaba
Eigene Darstellung

Abbildung 35: Lageplan National Gallery of fine Arts Park
Eigene Darstellung

Abbildung 36: Bestandsaufnahme Japanischer Garten und Brunnen
Eigene Darstellung und Fotos: Amman, 11.07.2019 Referenz Fotos: https://www.csbe.org/the-national-gallery-of-fine-arts-park, Stand 13.07.2019

Abbildung 37: Sitzgelegenheiten und Orientierungspunkte
Eigene Darstellung

Abbildung 38: Vergleichsbilder des Parks 2005 und 2019
Eigenes Foto: 11.07.2019 Referenz Foto 2005: https://www.csbe.org/the-national-gallery-of-fine-arts-park, Stand 13.07.2019

Abbildung 39: Pflanzendichte im National Gallery of Fine Arts Park
Eigene Darstellung

Abbildung 40: Pflanzen im National Gallery of Fine Arts Park
Eigene Darstellung

Abbildung 41: Foto des Grundstücks mit Blick Richtung Süden
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 42: Foto des Grundstücks mit Blick Richtung Süd- Ost
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 43: Grünflächen Umgebung
Eigene Darstellung

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Abbildung 44: Ausgewählte Pflanzen für Al Umala`a
Eigene Darstellung

Abbildung 45: Blick Richtung Süd- Osten
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 46: Untere Zisterne
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 47: Grundstück mit Blick Richtung Nord- Osten
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 48: Obere Zisterne
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 49: Kalkstein Gebäude in Madaba
Eigenes Foto: Madaba, 27.07.2019

Abbildung 50: Kalkstein Oberflächen: geschliffen, kugelbestrahlt, maschienengespalten
Foto: Schulz Ansager, Schulz Benedikt, 2019, S.20, Abb. A 1.25

Abbildung 51: Zusammengefügte Stoffbahnen
Eigenes Foto: Fethiye, 14.06.2022

Abbildung 52: Alter Schwarzzeltstoff
Eigenes Foto: Fethiye, 14.06.2022

Abbildung 53: Schichtaufbau EPDM- Belag
Eigene Darstellung

Abbildung 54: Mögliche EPDM- Belag Farben
Eigene Darstellung Referenz: https://www.beco-bermueller.de/de/produkte/fallschutz-einfassungen-bodenbelaege/fallschutz-ortseinbau/, Stand 30.08.2022

Abbildung 55: Sammelsysteme Regenwasser
Eigene Darstellung

Abbildung 56: Primäres Wasservolumen
Eigene Darstellung

Abbildung 57: Vergleich passives Wasser Spielplatz
Bild 1: https://docplayer.org/45439545-Nebelwasser-trinkende-schulkinder-in-arborobue-eritrea-die-wasserstiftung.html, Stand 30.08.2022 Bild 2: https://www.maanta.de/sonnensegel/112-6616-solaria-wp.html#/27-grosse-quadrat_4x4m/200-farbe-white_weathertech, Stand 30.08.2022 Bild 3: https://www.beco-bermueller.de/de/produkte/fallschutz-einfassungen-bodenbelaege/fallschutz-ortseinbau/, Stand 30.08.2022

Abbildung 58: Entwässerungskonzept
Eigene Darstellung

Abbildung 59: Lageplan
Eigene Darstellung

Abbildung 60: Qualitäten
Eigene Darstellung

Abbildung 61: Volumendarstellung Topographie obere Terrasse
Eigene Darstellung

Abbildung 62: Wege Park
Eigene Darstellung

Abbildung 63: Steiler Weg
Eigene Darstellung

Abbildung 64: Flanierweg
Eigene Darstellung

Abbildung 65: Schleichweg
Eigene Darstellung

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.
TU Bibliothek WIEN Your knowledge hub

Abbildung 66: Mauer in Ansicht und Schnitt
Eigene Darstellung

Abbildung 67: Mauer Varianten
Eigene Darstellung

Abbildung 68: Haupteingang Nord
Eigene Darstellung

Abbildung 69: Bepflanzung
Eigene Darstellung

Abbildung 70: Standorte Trinkbrunnen
Eigene Darstellung

Abbildung 71: Schnitt obere Terrasse
Eigene Darstellung

Abbildung 72: Grundriss obere Terrasse
Eigene Darstellung

Abbildung 73: Grundriss Spielplatz
Eigene Darstellung

Abbildung 74: Verschattung Spielplatz
Eigene Darstellung

Abbildung 75: Schnitt Spielplatz
Eigene Darstellung

Abbildung 76: Grundriss untere Zisterne
Eigene Darstellung

Abbildung 77: Trinkbrunnen
Eigene Darstellung

Abbildung 78: Ansicht Süd
Eigene Darstellung

Abbildung 79: Referenzbeispiel, Luftbrunnen von Achille Knapen in Trans-en-Provence
Foto: https://www.wikiwand.com/de/Luftbrunnen#Media/Datei:Puits_aerien_knappen_trans_83_00.jpg, Stand 14.11.2022

Abbildung 80: Luftbrunnen Eingangsbereich
Foto: https://www.wikiwand.com/de/Luftbrunnen#Media/Datei:Puits_aerien_knappen_trans_83_03.jpg, Stand 14.11.2022

Abbildung 81: Gebäudeschnitt mit Parabel
Eigene Darstellung

Abbildung 82: Schnitt und Grundriss Windbrunnen
Eigene Darstellung

Abbildung 83: Hammam Quasr al-Hallabat
Foto: https://alextravel.world/travel_guides/hammam-as-sarah/, Stand 14.11.2022

Abbildung 84: Detail Zisterne
Eigene Darstellung

Abbildung 85: Grundriss Toiletten
Eigene Darstellung

Abbildung 86: Längsschnitt Toiletten
Eigene Darstellung

Abbildung 87: Querschnitt Toiletten
Eigene Darstellung

Abbildung 88: Ansicht Toiletten
Eigene Darstellung

Abbildung 89: Dachaufsicht Toiletten
Eigene Darstellung

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

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.

Run Off Koeffizient für Dächer in Madaba

Table 1 – Review of runoff coefficient (RC) estimates.

Roof	RC	Reference
Roofs (in general)	0.7–0.9	Pacey and Cullis (1989)
	0.75–0.95	ASCE (1969), McCuen (2004), Singh (1992), TxDOT (2009), Viessman and Lewis (2003)
	0.85	McCuen (2004), Rahman et al. (2010)
	0.8–0.9	Fewkes (2000)
	0.8	Ghisi et al. (2009)
	0.8–0.95	Lancaster (2006)
Sloping roofs		
Concrete/ asphalt	0.9	Lancaster (2006)
Metal	0.95	Lancaster (2006)
	0.81–0.84	Liaw and Tsai (2004))
Aluminium	0.7	Ward et al. (2010)
Flat roofs		
Bituminous	0.7	Ward et al. (2010)
Gravel	0.8–0.85	Lancaster (2006)
Level cement	0.81	Liaw and Tsai (2004))

Farreny Ramon, et al., 2011, Tabelle 1, S.3246

Run Off Koeffizient für Fallschutzbelag

Table 5. Runoff coefficients for different surface types.

Surface Type / Material			R_v	R_v*Ppt_i	Citation
Impervious	Highways		0.87 (0.35-0.95)	0.783	38
	Asphalt, concrete		0.8	0.72	45
	Brick, cobblestone		0.77	0.693	45
Impervious-Pervious	High-density neighbourhood commercial development (70% impervious)		0.69	0.621	21
	Low-density neighbourhood commercial development (50% impervious)		0.55	0.495	21
Pervious	Highly compacted	Unpaved parking, driveway, road shoulder; high automobile & human disturbance, poor drainage	0.50	0.45	45
	Mid-High Compaction	Medium density single family development (~26 units/ha) (35% impervious)	0.45	0.405	21
	Moderate compaction	Low density single family urban development (~ 13 units/ha)(26% impervious)	0.38	0.342	21
	Compacted	Unmaintained sports field, park or playground surface; high human disturbance & poor drainage	0.35	0.315	45
	Unmaintained	Moderate foot traffic & some compaction; foot paths, moderate to poor drainage	0.30	0.27	45
	Turf	Maintained lawn w/ high foot traffic (e.g., golf course, park, lawn, ballfield)	0.25	0.225	45
	Maintained	Landscaped/natural vegetated w/ low foot disturbance/foot traffic	0.20	0.18	45
	Undeveloped	Relatively low foot traffic	0.15	0.135	45
	Drainage feature w/ gravel or other coarse-grained material; porous pavement, asphalt, concrete etc w/ subsurface stone reservoir; well-drained sandy soil		0.10	0.09	45

Donahue William F., 2013, Tabelle 5, S.21

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.

Durchschnittliche Nebeltage pro Jahr in Jordanien

Table 1. Long-term mean annual number of foggy days in Jordan[1]

Station	Annual	Period
Ras-Muneef/Ajlun	138.4	1976–87
Shoubak	27.1	1966–87
Mafraq	16.9	1959–87
Wadi Dhuleil	10.4	1974–87
Alia Airport	9.7	1971–87
University of Jordan	6.1	1968–87
Irbid	4.8	1966–87
Wadi Yabis	4.6	1974–87
Azraq-South	4.3	1987–87
Amman Airport	3.9	1923–87
Ruwashed	3.8	1961–87
Azraq-North	3.5	1967–87
Jafr	1.9	1965–87

Al-Jayyousi O.R., Mohsen M.S., 2007, Tabelle 1, S.196

Acknowledgements

At the end of my work, I would like to thank all the people who were important for this work.

First of all to my supervisor Prof. Rieger-Jandl, who accompanied me from the beginning to the end of this work and gave me important food for thought.

Then there are all the interlocutors mentioned in the text, without whose input on site this work would have taken a different, perhaps less purposeful direction.

I would also like to thank my parents, who have always supported me and without whose help I would never have been able to write this thesis. In particular, I owe it to my mother that this work deals with „Humus“ and not „Hummus“. I also have to thank Alexander Palantöken, Marius Valente and Sandra Korn for important corrections, many conversations and perseverance.

I also thank Hala Haddadeen and her entire family for their hospitality, mediation and warm support in and around Amman.

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.
TU Bibliothek Your knowledge hub WIEN

Danksagung

Am Ende meiner Arbeit würde ich mich gerne bei allen für diese Arbeit wichtigen Personen bedanken.

Zu allererst bei meiner Betreuerin Prof. Rieger- Jandl, die mich von Anfang bis Ende dieser Arbeit begleitet und wichtige Denkanstöße gegeben hat.

Hinzu kommen alle im Text erwähnten Gesprächspartner, ohne deren Input vor Ort diese Arbeit eine andere, vielleicht weniger zielführende Richtung genommen hätte.

Zudem bedanke ich mich bei meinen Eltern, die mich immer unterstützt haben und ohne deren Hilfe ich diese Arbeit niemals hätte schreiben können. Insbesondere meiner Mutter verdanke ich, dass sich diese Arbeit mit Humus und nicht Hummus beschäftigt. Für wichtige Korrekturen, viele Gespräche und Durchhalteparolen muss ich mich auch bei Alexander Palantöken, Marius Valente und Sandra Korn bedanken.

Auch bei Hala Haddadeen und ihrer gesamten Familie bedanke ich mich für ihre Gastfreundschaft, Vermittlung und herzliche Unterstützung in und um Amman.

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.
TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub

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.

TU WIEN Bibliothek Your knowledge hub
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.