

TU Darmstadt SoSe 2022

## Fachmodul F Klima- und Nutzungsgerechtes Bauen

### PÂTISSERIE

Margarita Ruf  
Nicolas Sebastian



# Inhaltsverzeichnis

## 1 Standortanalyse

1.1 Analyse und Beschreibung des Klimas	05
1.2 Recherche autochthoner Bautypen	08
1.3 Erstellung von Klimadiagrammen +	10
1.4 Klimaanalyse anhand von Diagrammen	
1.5 Analyse und Beschreibung des städtebaulichen Kontextes	17
1.6 Analyse und Beschreibung nutzungsrelevanter Parameter	18
1.7 Potentiale und Herausforderungen des Standortes /Planungsstrategien	19
1.8 Gebäudestruktur	20
1.9 Fassade	21
1.10 Gebäudetechnik	22

## 2 Gebäudeentwurf

2.1 Gebäudeentwurf Toronto	23
2.2 Gebäudeentwurf Marrakech	26
	30

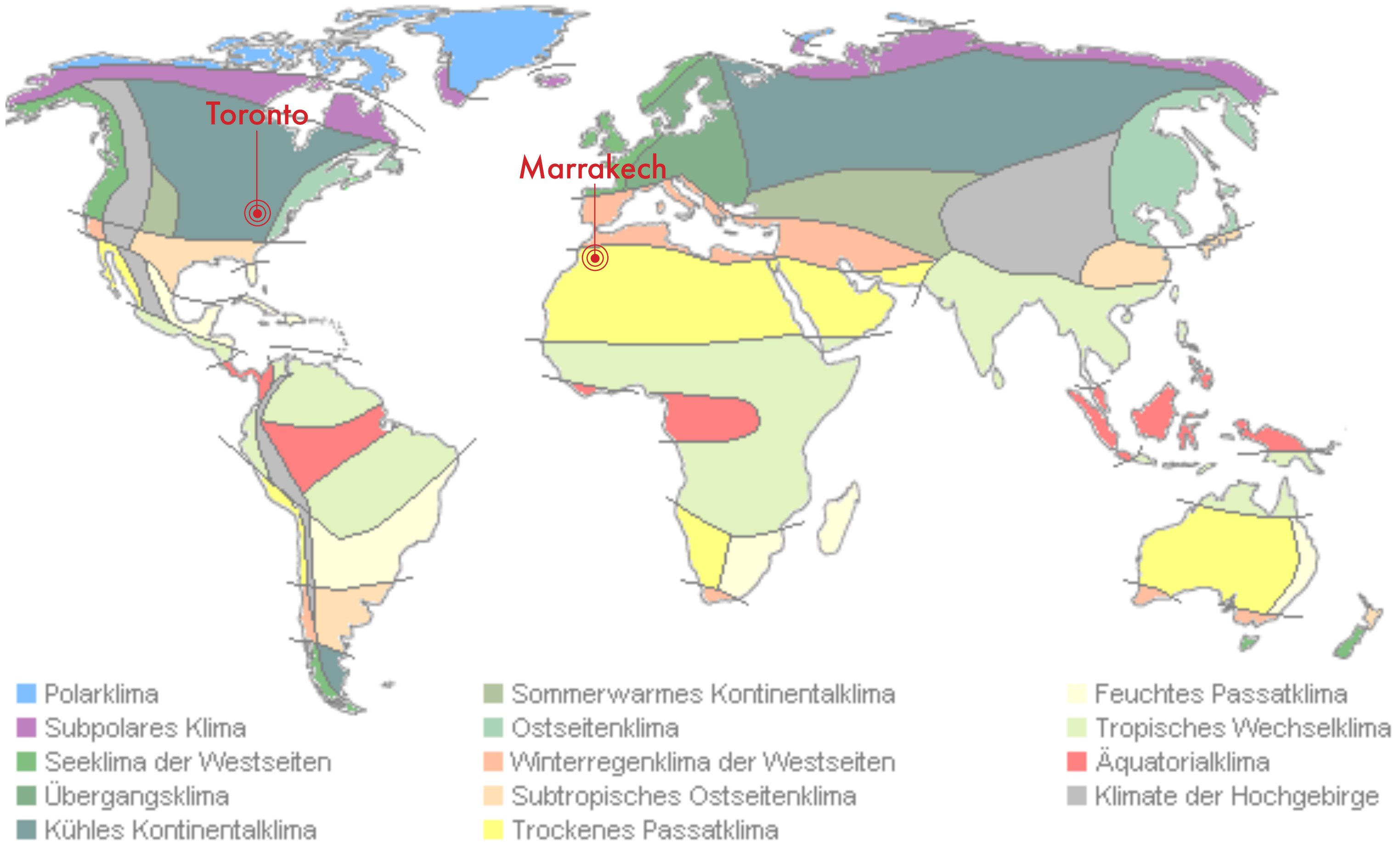
## 3 Nachweise

3.1 Quellenverzeichnis	35
3.2 Förmliche Erklärung	36

# 1 Standortanalyse im Vergleich

Toronto | Marrakech

## Standort und Lage



Quelle: [http://www.klima-der-erde.de/grafiken/karte\\_neef.gif](http://www.klima-der-erde.de/grafiken/karte_neef.gif)

Klimatypen der Erde nach Neef (vereinfacht)



# Standort und Lage



Toronto

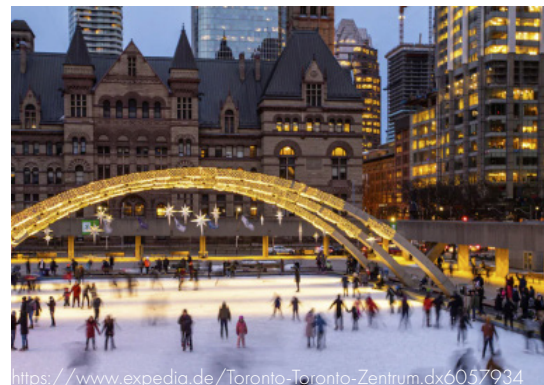


Marrakech

Luftbild

Luftbild

Kontinent:	Nordamerika
Land:	Kanada
Fläche:	630,18 km <sup>2</sup>
Einwohner:	2.956.024 (Stand 2018)
-Metropolregion:	6.341.935 (Stand 2018)
Bevölkerungsdichte:	4.334,6 Einw./km <sup>2</sup>
Breiten-/ Längengrad:	43° 40' N, 79° 23' W
Höhe ü. NN:	76 m
Zone:	Gemäßigte Zone, kühles Klimas



Kontinent:	Afrika
Land:	Marokko
Fläche:	230 km <sup>2</sup>
Einwohner:	966.987 (Stand 2020)

Bevölkerungsdichte:	4.204 Einw./km <sup>2</sup>
Breiten-/ Längengrad:	31° 38' N, 7° 59' W
Höhe ü. NN:	450 m
Zone:	Wüstenklima



Quelle: <https://www.toronto.ca/city-government/data-research-maps/toronto-at-a-glance/>



## Standort und Lage



### Klimawerte

#### Klima im Jahresdurchschnitt

Temperatur ø	(°C)	8,7
Temperatur max.	(°C)	13
Temperatur min.	(°C)	4,8
Niederschlag	(mm)	782
Sonnenstunden	(h/d)	5,6
Regentage	(d)	136

#### Klima im Sommer (Juli)

Temperatur ø	(°C)	21,9
Temperatur max.	(°C)	25,6
Temperatur min.	(°C)	18,3
Niederschlag	(mm)	74
Sonnenstunden	(h/d)	11,4
Regentage	(d)	7
Luftfeuchtigkeit	(%)	69

#### Klima im Winter (Januar)

Temperatur ø	(°C)	-4,4
Temperatur max.	(°C)	-0,9
Temperatur min.	(°C)	-7,2
Niederschlag	(mm)	64
Sonnenstunden	(h/d)	3,8
Regentage	(d)	8
Luftfeuchtigkeit	(%)	72

### Standortanalyse

Toronto liegt auf der nördlichen Halbkugel im südlichen Teil Kanadas am Nordwestufer des Sees „Ontario“. Die Hauptstadt der kanadischen Provinz Ontario bildet mit fast 3 Millionen Einwohnern die größte Stadt Kanadas aus. Durch Toronto fließen im Westen der „Humber River“ und im Osten der „Don River“, welche mit anderen Nebenflüssen in den Ontariosee im Süden münden. Diese bilden einige bewaldete Schluchten aus, welche die Stadtplanung stark beeinflussen.

Der Naturhafen hat sich durch Sedimentation gebildet. Durch diese Ablagerungen ist die vorgelagerte Inselgruppe „Toronto Islands“ entstanden, welche größtenteils als Parklandschaft genutzt wird.

### Analyse des Klimas im Betrachtungsgebiet

Toronto ordnet sich in den vier Klimazonen der Erde der gemäßigten Klimazone zu und ist durch ein kühles Kontinentalklima geprägt. Alle vier Jahreszeiten sind ausgeprägt mit enormen Temperaturschwankungen zwischen Sommer und Winter aufgrund der Nähe zum Wasser.

Im kalten Winter ist in Toronto in den Monaten November bis April mit Schneefällen sowie Schneestürmen und Eisregen zu rechnen. Phasenweise kommt es zu einem milderem Klima mit Temperaturen von bis zu 14 °C. Häufig kommt es jedoch zu Kälteeinbrüchen mit Temperaturen bis unter -10 °C, welche durch die starken (See) Winde als noch kälter empfunden werden. Oftmals kommt es im Winter zu dem meteorologischen Phänomen „lake effect snow“ oder auch „snowsquall“. Dabei strömt kalte Luft über die offene wärmere See und nimmt die Feuchtigkeit und Wärme auf. Wolken bilden sich, werden größer, Wasserdampf gefriert schnell und es kommt zu einem Schneefall an Land. Diese intensiven Schneefälle können zum Teil mehrere Stunden andauern. Der Jahresdurchschnitt der Gesamt-Schneehöhe liegt bei 1,33 Metern.

Niederschläge fallen das ganze Jahr über. Im feuchtwarmen Sommer kommt es zu einem Maximum an Niederschlägen durch Gewitter. Geprägt werden die Temperaturen von Juni bis September von kurzen heißfeuchten Phasen. Es kann zu Hitzeperioden mit Temperaturen bis zu 35 °C kommen. Die durchschnittliche Tagestemperatur im Sommer befindet sich bei 20 bis 29 °C.

Der Frühling und der Herbst sind mild und kühl und zeichnen sich durch wechselhafte Trocken- und Feuchtperioden aus. Im Spätherbst kommt es zu milderem Temperaturen. Diese Zeit wird auch als „Indian Summer“ bezeichnet.

Toronto



### Klimawerte

#### Klima im Jahresdurchschnitt

Temperatur ø	(°C)	19,6
Temperatur max.	(°C)	27,2
Temperatur min.	(°C)	12,1
Niederschlag	(mm)	20,8
Sonnenstunden	(h/d)	8,8
Regentage	(d)	53
Luftfeuchtigkeit	(%)	57,5

#### Klima im Sommer (Juli)

Temperatur ø	(°C)	28,6
Temperatur max.	(°C)	38,1
Temperatur min.	(°C)	19,1
Niederschlag	(mm)	1
Sonnenstunden	(h/d)	12
Regentage	(d)	0
Luftfeuchtigkeit	(%)	45,0

#### Klima im Winter (Januar)

Temperatur ø	(°C)	11,3
Temperatur max.	(°C)	18,1
Temperatur min.	(°C)	4,5
Niederschlag	(mm)	29
Sonnenstunden	(h/d)	6
Regentage	(d)	7
Luftfeuchtigkeit	(%)	66

#### Quellen

<http://www.klima.org>  
<https://www.timeanddate.de>  
<https://de.climate-data.org>

Bild  
<https://res.cloudinary.com>

Marrakech

### Standortanalyse

Marrakech ist die Hauptstadt Marokkos und liegt etwa 180 Kilometer östlich von der Atlantikküste entfernt auf einer Anhöhe vor dem Atlasgebirge. Die Stadt zeichnet sich durch die weit zurück reichende Geschichte aus und zählt zu eine der vier Königsstädte Marokkos. Die Altstadt zählt mit Ihren architektonisch wertvollen Bauten und Gärten seit 1085 zum UNESCO Weltkulturerbe und bildet das Herz der Stadt.

Umrahmt wird die Stadt von drei Flüssen. Im Norden findet sich der größere Tensift, im Westen der Oued Rheraya und im Osten Oued Issyl. Die beiden zuletzt genannten münden nahe der Stadt in den Tensift.

### Analyse des Klimas im Betrachtungsgebiet

Marrakech wird klimatisch dem Wüstenklima zugeordnet und ist von einer weitreichende Wüstenlandschaft umgeben. Durch das östlich gelegene, als Klimascheide fungierende, Atlasgebirge ist die Stadt vom subtropischen Klima zentral Marokkos abgetrennt.

Das Klima wird vorallem von ganzjährig hohen Temperaturen geprägt. Der heiße Wüsten Wind verstärkt das Gefühl der heißen Temperaturen. Im Sommer können es bis zu mehr als 40 °C werden. Dank der Nähe zum atlantischen Ozean sorgen am Abend und in der Nacht, leichte Winde für eine geringe Abkühlung auf bis zu 20°C.

In den sommerlichen Monaten von Juni bis September, kann man mit ca zehn bis zwölf Sonnenstunden am Tag rechnen. In den winterlichen Monaten sind es nur ca. sieben Stunden Sonne.

Auch die Temperatur ist in den Wintermonaten kühler. Sie sinkt auf ca. 20°C tagsüber und in der Nacht auf bis unter 5°C.

Wie es in einer Wüstenregion zu erwarten ist, regnet es nur sehr wenig. Auf das Gesamtjahr betrachtet kommt es zu ungefähr 53 Regentagen mit maximal 30mm Niederschlag pro Monat. In der Trockenperiode kommt es zu nahezu keinem Niederschlag.

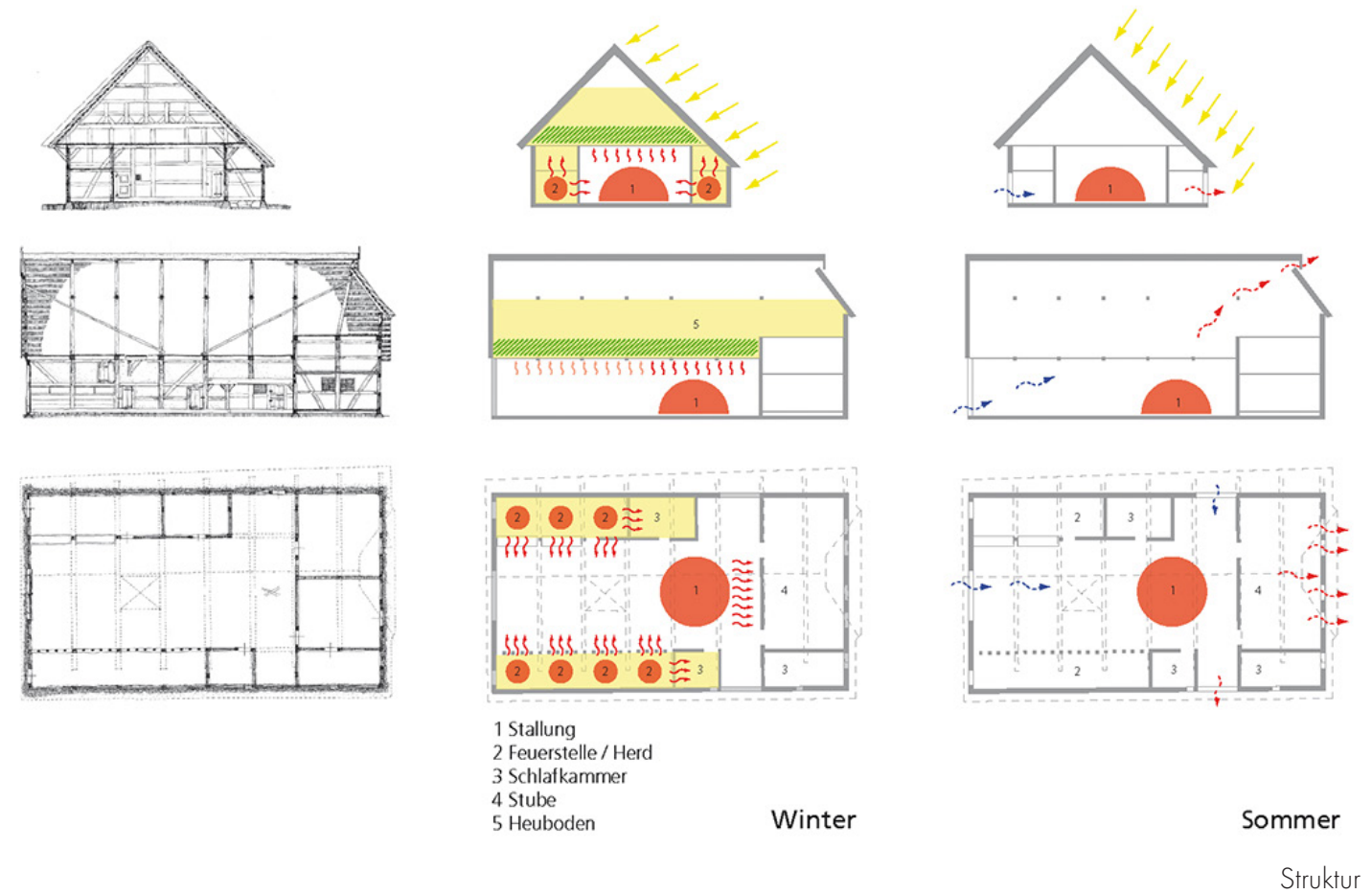
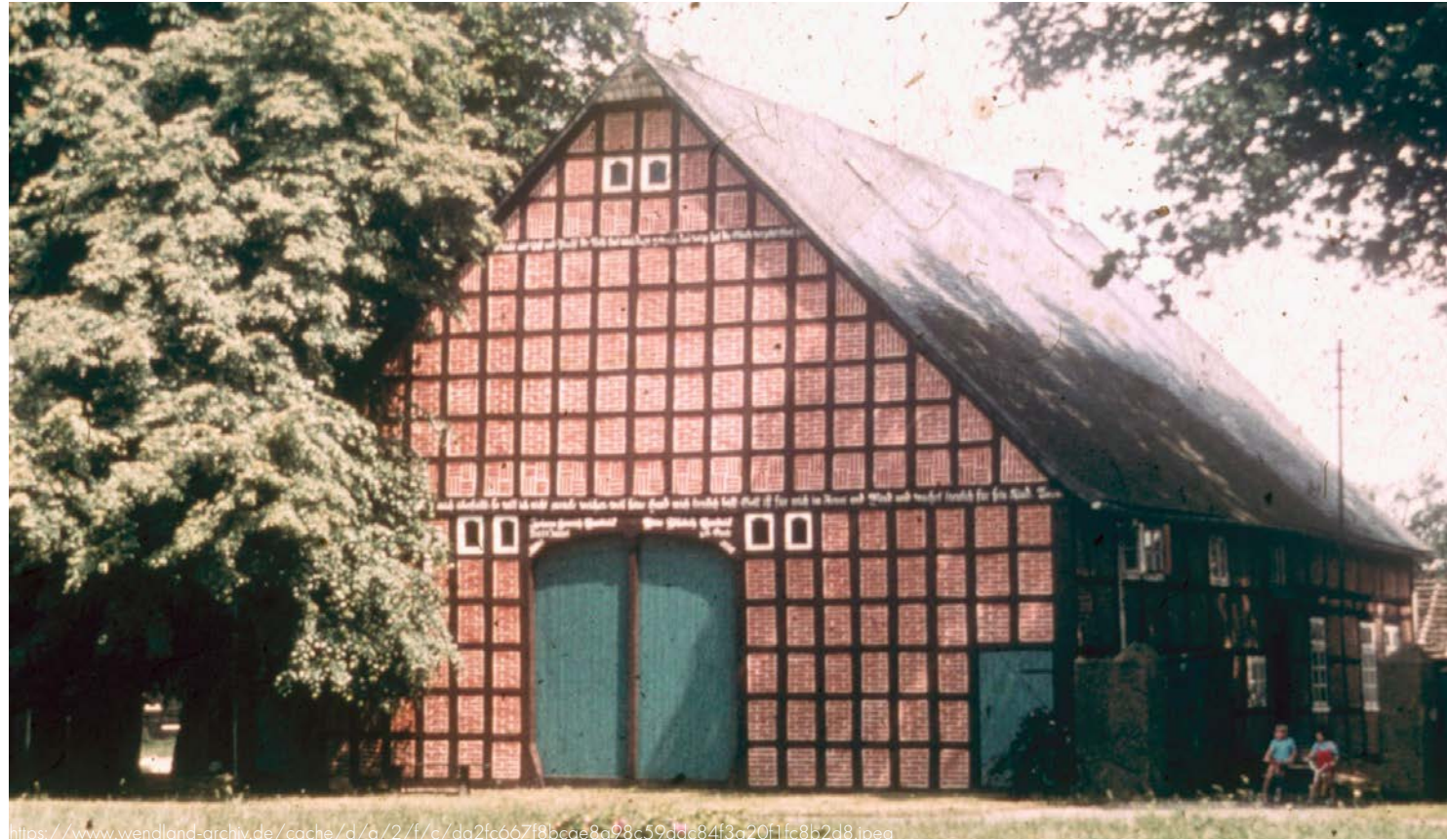
Die relative Luftfeuchtigkeit liegt im Jahresdurchschnitt bei etwas unter 60%.

Quelle Bild: <https://de.vecteezy.com/video/4915962-toronto-skyline-auf-weissem-hintergrund>

Quelle: <https://de.climate-data.org/>, <https://de.wikipedia.org/wiki/Toronto>, <https://www.meiers-weltreisen.de/reisetipps/kanada/toronto-die-groesste-stadt-kanadas>, <https://www.beste-reisezeit.org/pages/amerika/kanada/toronto.php#:~:text=Toronto%20liegt%20im%20s%C3%BCdlichsten%20Teil,Winter%20der%20Stadt%20sind%20kalt>  
 Hausladen, Gerhard, Liedl, Petra and de Saldanha, Michael. Klimagerecht Bauen: Ein Handbuch, Berlin, Boston: Birkhäuser, 2012.  
 Fachmodul F Klima- und Nutzungsgerechtes Bauen



# Autochtoner Bautyp

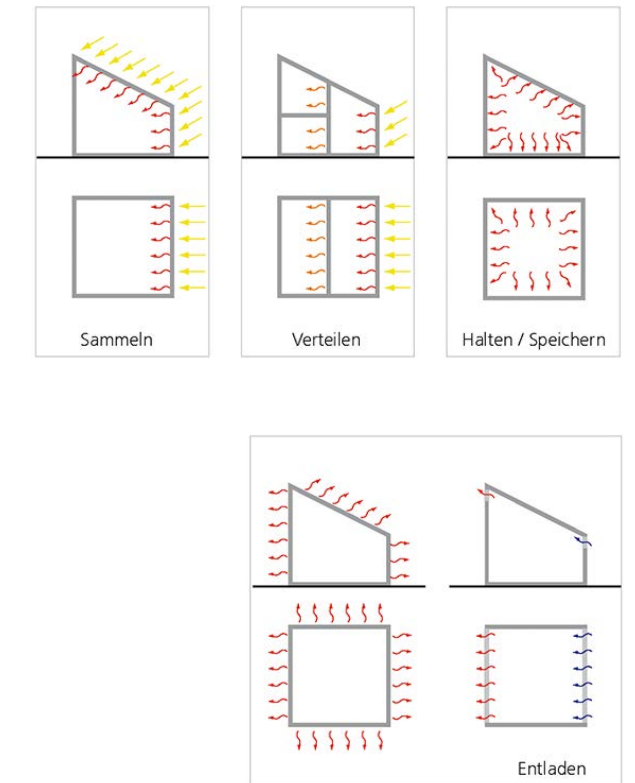
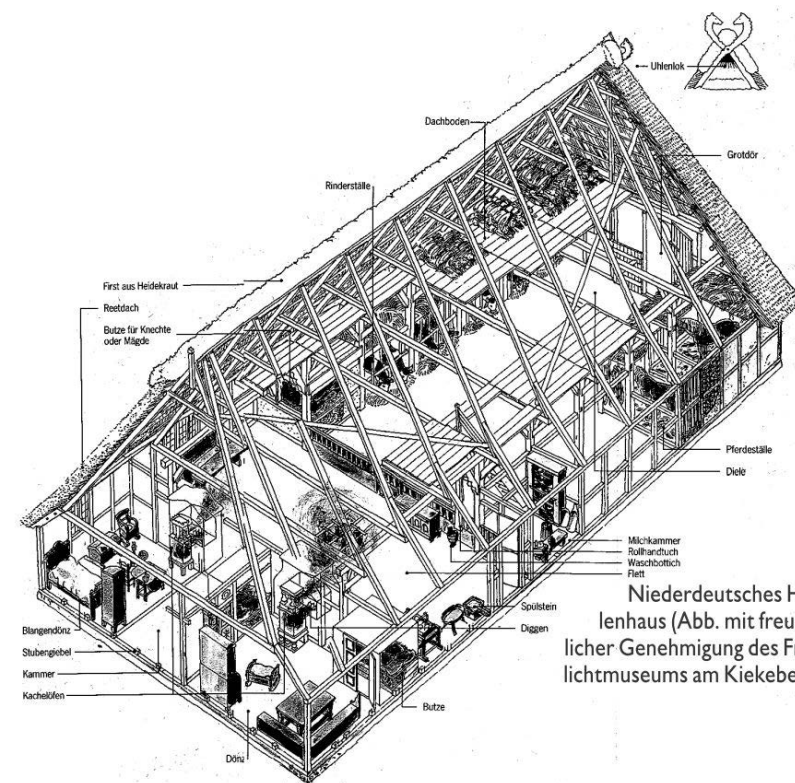


## Das niederdeutsche Hallenhaus

Die enge Verknüpfung zwischen energetischem Nutzen und architektonischer Gestalt kann anhand des niederdeutschen Hallenhauses veranschaulicht werden. Der Aufbau ähnelt dem Schwarzwaldhaus, allerdings wurde es an das nördlich etwas gemäßigte Klima angepasst. Erstmals aufgetaucht gegen Ende des 16. Jahrhunderts ist es vorwiegend in Niedersachsen und im nördlichen Nordrhein-Westfalen zu finden. Auch wenn sich diese Struktur ab mildere klimatische Bedingungen knüpft, lassen sich Möglichkeiten für die kanadische Stadt Toronto ableiten.

Besonders hervor sticht die nutzungsbezogene Zonierung des Hauses. Zentral gelegen befindet sich ein Raum, von welchem Wärme aus geht. In der Vergangenheit waren das Ställe und heutzutage Wohnräume mit einem Ofen zum Beispiel. Die Wohn-, Schlaf- und Aufenthaltsräume ordnen sich rings um den Kern an. Somit erhalten sie Wärme von innen, sind aber zum Beispiel nicht zu warm zum schlafen. Zusätzlich können sie über die Fassade einen solaren Wärmeertrag erzielen. Dank

eines ausreichenden Dachüberstandes gelangt die tiefstehende Wintersonne über die Fassade in den Innenraum und ihre Strahlung kann genutzt werden. Im Sommer wird die Fassade und damit auch der Innenraum verschattet und geschützt. Eine Nachtauskühlung sowie ausreichende Belüftung wird durch sich gegenüberliegende Öffnungen erzielt. In einer angepassten Variante des niederdeutschen Hofhauses dient ein geschützter umlaufender Gang als Pufferzone sowohl im Winter als auch im Sommer.



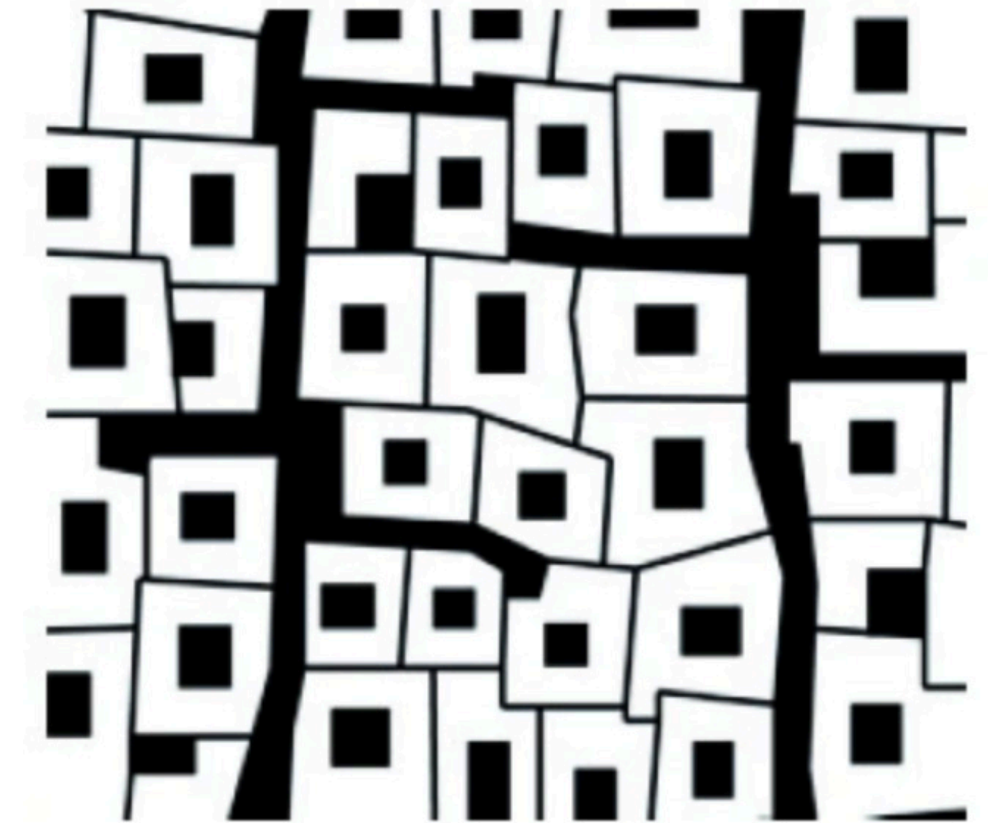
Quelle: <http://derarchitektbda.de/effizienz-als-prinzip/>  
 Skizzen: <http://derarchitektbda.de/effizienz-als-prinzip/>  
 Zeichnung: <https://heimatverein-ashausen.de/wp-content/uploads/2014/10/Zeichnung-Niederdeutsches-Hallenhaus-Teil-2.jpg>  
 Bild: <https://www.wendland-archiv.de/cache/d/a/2/f/c/da2fc66718bcae8a98c59ddc84f3a20f1fc8b2d8.jpeg>

Das niederdeutsche Hallenhaus

Ziele autochthones Bauen



# Autochtoner Bautyp

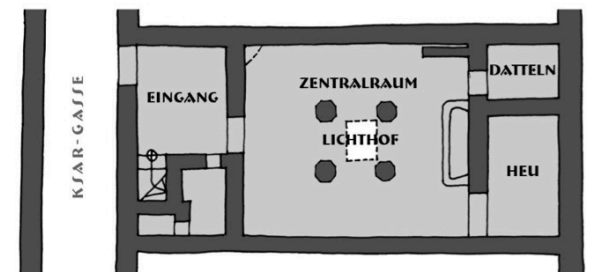
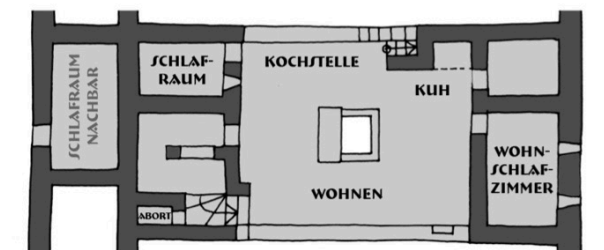
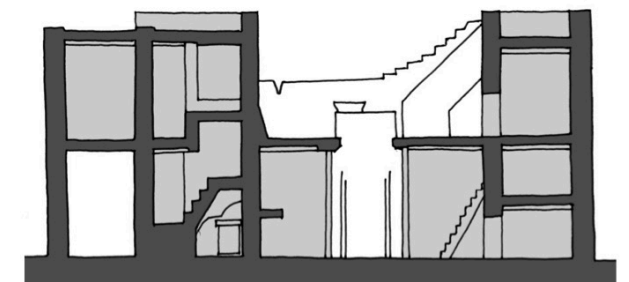


Lageplan eines Ksour

## Nordafrikanische Lehmbauten (Kasbahs und Tighremts)

Um in dem trockenen Wüstenklima Marokkos eine behagliche Wohnatmosphäre zu schaffen, hat man sehr früh schon auf den Lehmbau vertraut. Sie wurden unter anderem von den Berbern im Umkreis des Atlasgebirge erbaut und entwickelt. In einer Siedlung nahe des Atlasgebirge finden sich zwei unterschiedliche Haustypen, das Kaspah und das Tighremt. Die Kasbahs wurden zur Abwehr und zum Schutz vor Angriffen errichtet und verfügten über Wehranlagen, Lagern und weitere taktische Funktionen. Die Tighremts sind reine Wohnbauten bzw. Wohnburgen. Sie werden häufig ebenfalls als Kasbah bezeichnet, sind aber im gegenzug ausschließlich der Wohnnutzung, ohne militärische Funktion, zugeordnet. Oft wurden diese beiden Bautypen auch zusammengereicht. Dann bilden sie eine Ksour, ein Wehrdorf. Diese nordafrikanischen Lehmbauten zeichnen sich durch ihre Struktur als Hofhaus aus. Ähnlich wie die Häuser sind auch die Ksour, die Dörfer, in sich geschlossen. Die einzelnen Bauten stehen dicht beieinander und bieten einander Schutz. Der

innenliegenden Hof dient der Belichtung und Belüftung der einzelnen Tighremts und Kasbahs. Ringsum werden die Wohn- und Nutzräume angeordnet. Diese können in gewissem Maß aufgestockt und an die Bedürfnisse der Bewohner angepasst werden. Somit wächst ein Ksour vorwiegend in die Höhe. Neben des Innenhofes werden auch die Dachterrassen als Freiräume genutzt. Dank des Lehmbaus und seiner guten Raumklimaeigenschaften hält man sich während der heißen Sommermonate im inneren des Baus auf. Dicke Wände, kleine Öffnungen, die dichte Bebauung sowie die durchdacht angeordneten Wände bieten Schutz vor den heißen Winden und sorgen für ein angenehmes Klima.

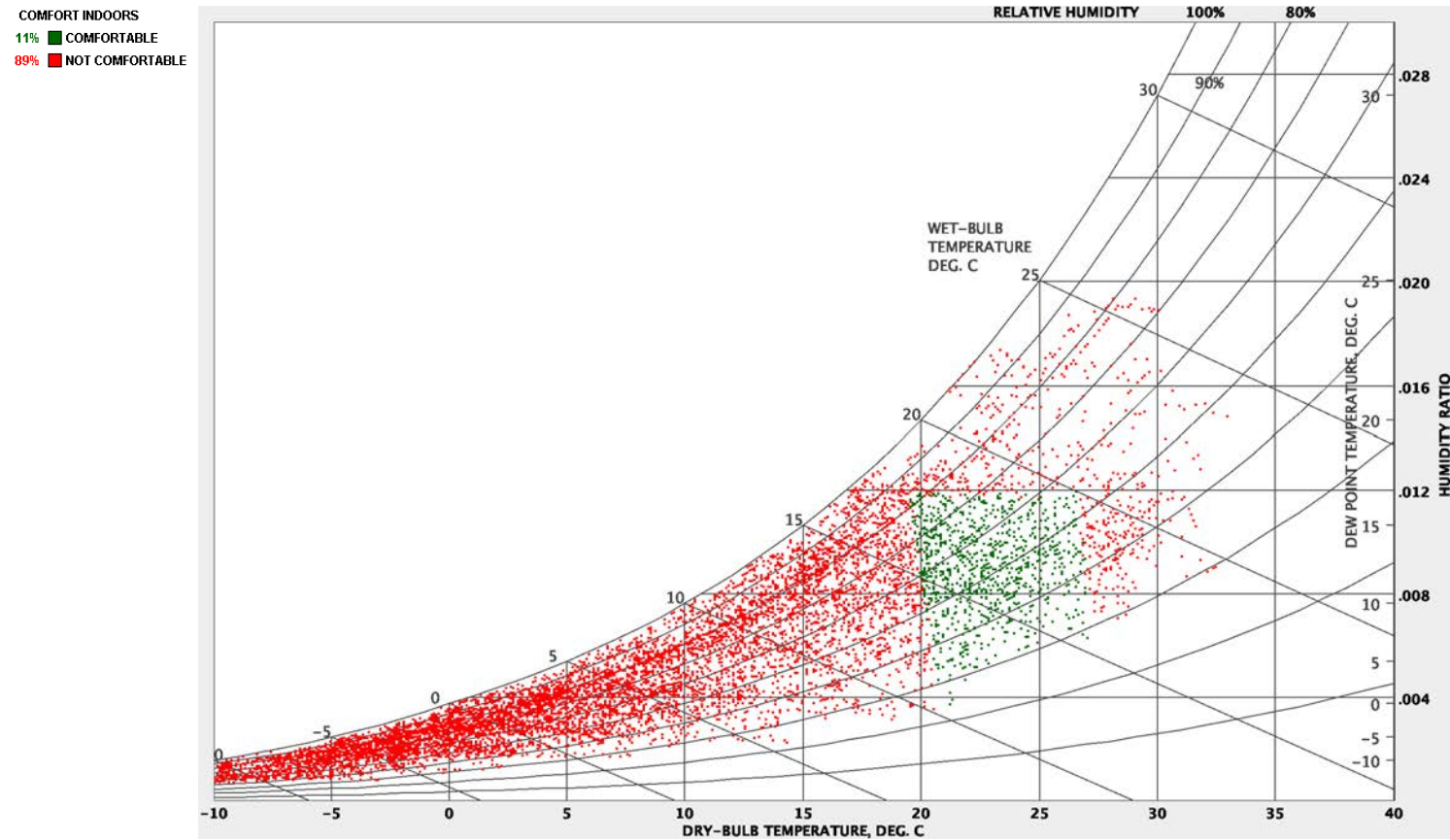


Aufbau eines Tighremts

Skizzen: [http://www.jccs-a.at/old\\_issues/2007\\_issue\\_files/jccs\\_01\\_lehner\\_full.pdf](http://www.jccs-a.at/old_issues/2007_issue_files/jccs_01_lehner_full.pdf)  
 Bild: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Kasbahs\\_in\\_Ait\\_Benhaddou.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/2a/Kasbahs_in_Ait_Benhaddou.JPG)  
[https://www.kulturreisejournal.de/wp-content/uploads/2020/12/Ait\\_Ben\\_Haddou-1.jpg](https://www.kulturreisejournal.de/wp-content/uploads/2020/12/Ait_Ben_Haddou-1.jpg)



# Psychrometric Chart



Psychrometric chart

## Psychrometric Chart

### Beschreibung

Nach ASHRAE- Standard 55 definiert, liegen die meisten Tage in Toronto außerhalb des Behaglichkeitsbereiches. Diese bilden 89% aus und treten vermehrt bei niedrigen Temperaturen auf. Bei höheren Temperaturen gibt es deutlich weniger Tage außerhalb des Behaglichkeitsbereiches.

Das Klima in Toronto weist im Winter sehr niedrige Temperaturen von bis zu  $-20^{\circ}\text{C}$  und im Sommer Temperaturen bis zu  $30^{\circ}\text{C}$  auf.

Ohne Maßnahmen zu treffen, zeigt die Grafik, dass es 929 Stunden gibt, in denen die äußeren Bedingungen in die thermische Komfortzone fallen.

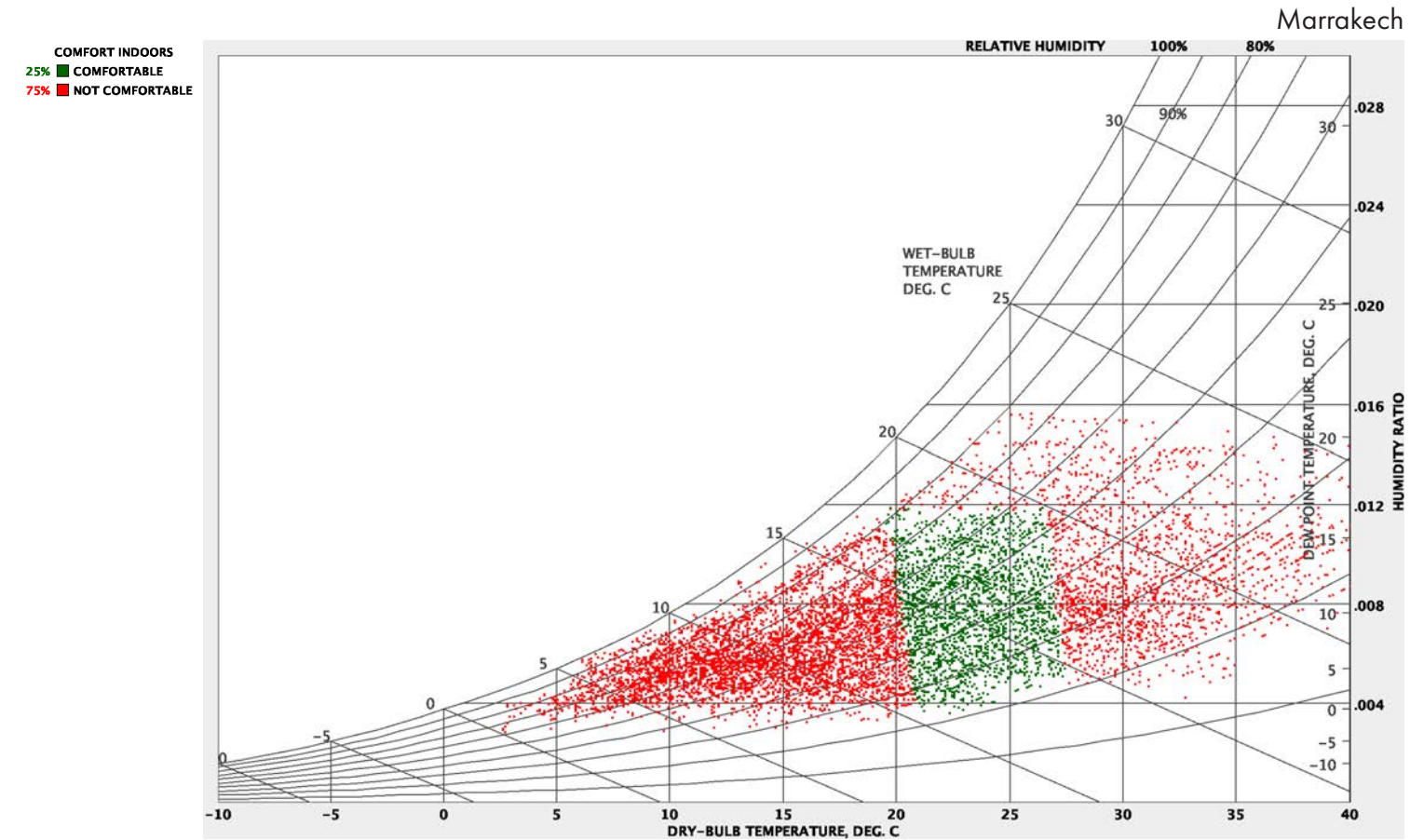
Es wird viel Heizenergie benötigt und somit steht das Heizen im Fokus.

Innerhalb der Sommermonate liegt die Außentemperatur innerhalb des Behaglichkeitsbereiches und ist dadurch für die natürliche Fensterlüftung geeignet.

### Maßnahmen

Um den Behaglichkeitsbereich zu erreichen, ist das Heizen im Großteil des Jahres angebracht. Je wärmer die Temperaturen werden, desto wichtiger erscheint das Kühlen und das Entfeuchten der Luft. Eine natürliche Fensterlüftung für Nachtauskühlung im Sommer erscheint sinnvoll.

Quelle: Climate Consultant



Psychrometric chart

## Psychrometric Chart

### Beschreibung

Ohne irgendwelche Maßnahmen befindet sich das Klima in Marrakech zu 25% in einem behaglichen Bereich. 75% der Zeit befindet sich das Klima außerhalb der Behaglichkeitszone. Für diese Punkte müssen Maßnahmen getroffen werden.

Deutlich zu erkennen ist, dass die Außentemperatur nicht sinkt unter  $0^{\circ}\text{C}$ . Dennoch liegt ein Bereich, unterhalb der Behaglichkeitsgrenze. Positiv fällt der Feuchtigkeitsbereich auf, denn der befindet sich auf einem stabilen behaglichen Niveau.

Ein weiterer Großteil der Werte liegt oberhalb des Behaglichkeitsbereiches. Daraus folgt, dass eine Kühlung nötig sein wird. Der Heizbedarf fällt eher gering aus, da natürliche Wärmegewinne ohnehin genutzt werden können.

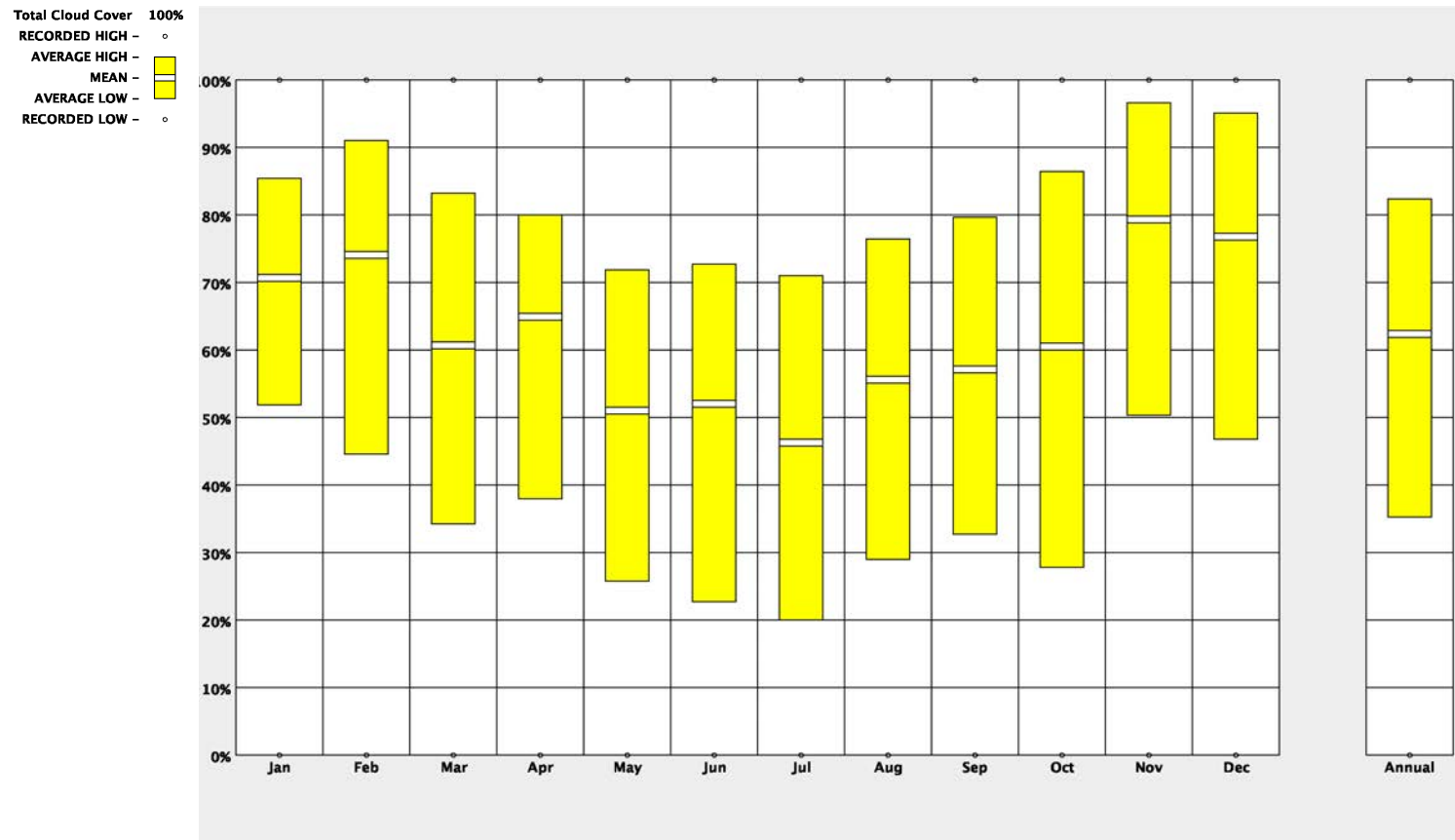
Bei den Maßnahmen ist ein Schwerpunkt auf die Kühlung sowie Be- und Entfeuchtung zu legen. Auch die Belüftung darf nicht vernachlässigt werden. Die Nachtauskühlung bietet

hier ein großes Potential.

Verglichen mit dem Standort Toronto, bewegen sich die Grafiken für Marrakech in einem moderaten Bereich wohingegen Toronto um einiges kühler ist und einen größeren Abstand zur Behaglichkeitszone hat.



# Solare Einstrahlung



Bewölkungsgrad

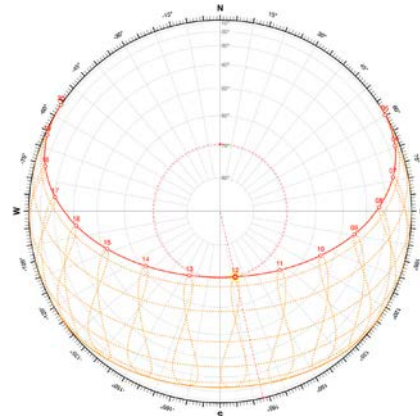
## Sonnenstand

Toronto liegt auf der nördlichen Erdhalbkugel und der Sonnenverlauf bewegt sich von Osten über Süden nach Westen. Der längste Tag im Sommer liegt bei 15,5 Stunden. Die Sonne geht um 04:37 Uhr auf und um 20:02 Uhr unter. Ihren höchsten Stand erreicht die Sonne bei 70° gegen 12 Uhr. Der Bewölkungsgrad liegt in den Sommermonaten im Mittelwert zwischen 48% und 58%.

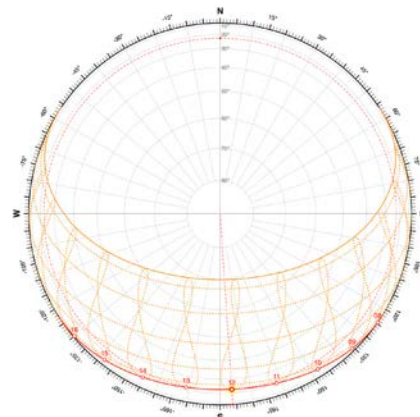
Ein Wintertag erreicht eine Länge von 9 Stunden. Die Sonne geht um 07:47 Uhr auf und um 16:44 Uhr unter. Mit dem höchsten Sonnenstand von 23° steht die Sonne sehr niedrig. In den Wintermonaten liegt der Bewölkungsgrad im Mittel zwischen 70% und 80%. Der Jahresdurchschnittswert liegt im Mittel bei ungefähr 63%.

Da die Tage im Winter im Vergleich zum Sommer weit kürzer sind, besteht ein Beleuchtungsenergiebedarf. Auffällig sind der ähnliche Sonnenstand und die Tageslänge mit Marrakech. Der Bewölkungsgrad liegt in Toronto allerdings deutlich höher, was zu einer eher indirekten Sonneneinstrahlung führt.

Quelle: Climate Consultant



Sonnenstand Stereografische Darstellung  
21. Juni 12 Uhr



Sonnenstand Stereografische Darstellung  
21. Dezember 12 Uhr

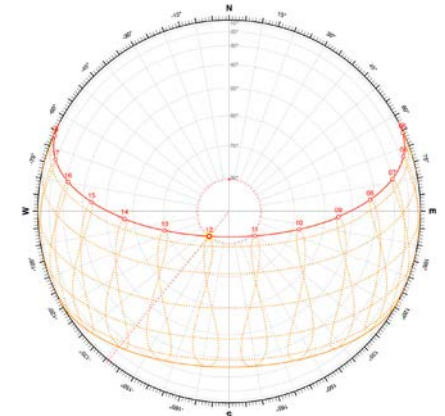
## Sonnenstand

In Marrakech hat der längste Tag im Sommer etwas mehr als 14 Stunden. Die Wolkenbedeckung des Himmels liegt in den Sommermonaten zwischen 10% und 40%. Im Sommer erreicht der Sonnenstand etwas über 80° und erreicht damit fast den Zenit.

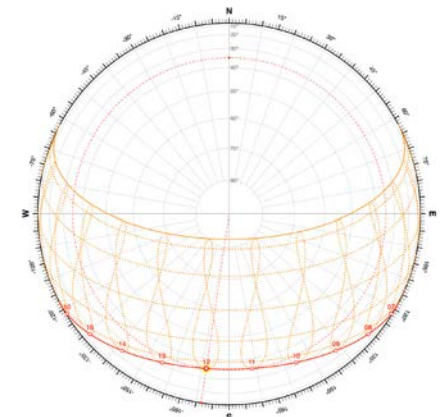
In den Wintermonaten liegt die Wolkenbedeckung im Mittel zwischen 30% und 50%. Ein Wintertag erreicht eine Länge von ungefähr 10 Stunden und die Sonne steht mit unter 40° relativ niedrig.

Ein Tag beginnt im Sommer bereits um 4:29 Uhr und endet gegen 18:39 Uhr. Im Winter beginnt der Tag um 6:26 Uhr und endet um 16:34 Uhr.

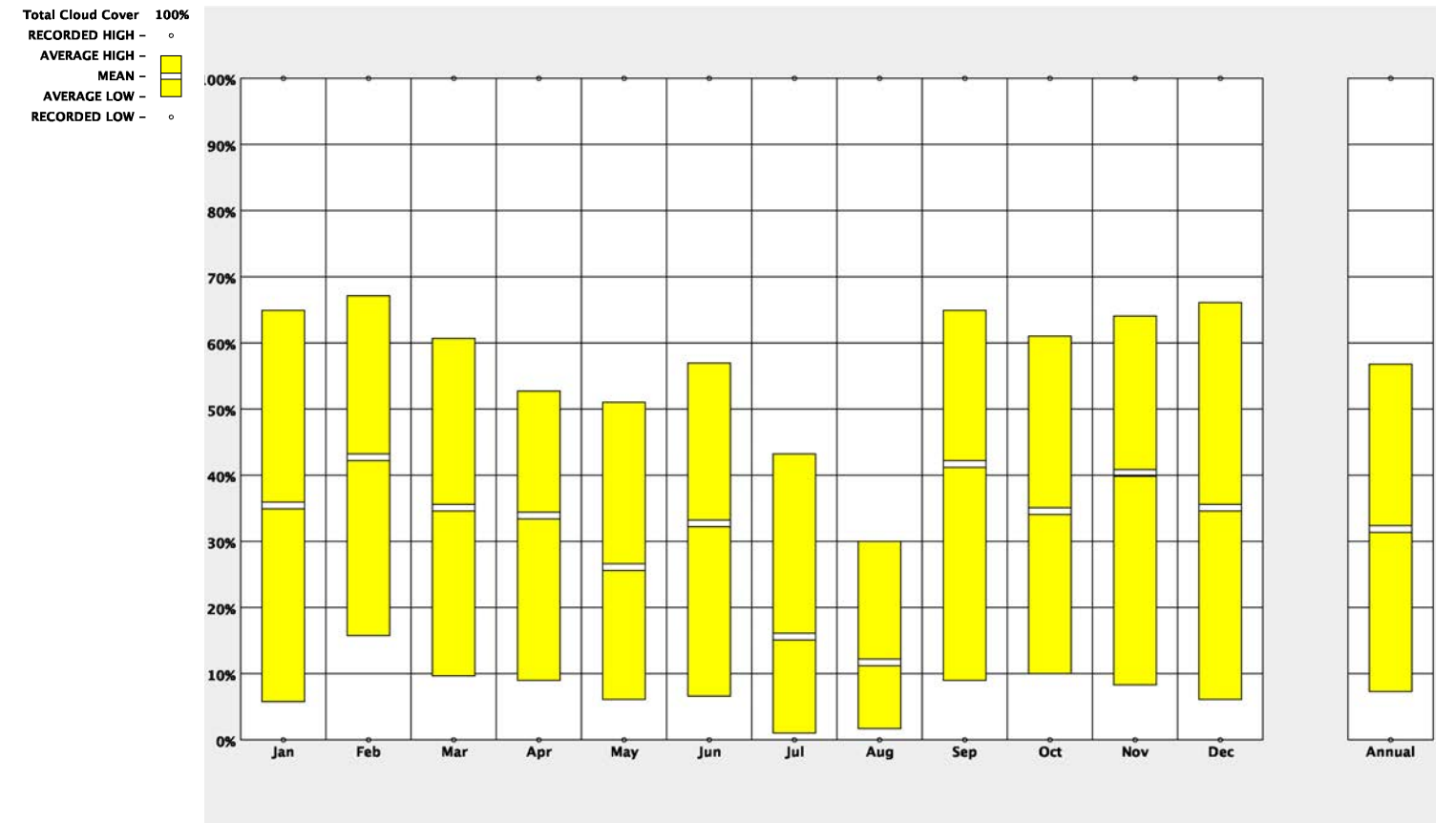
Auffällig ist der, mit Europa verglichen, frühe Sonnenauf- und -untergang. Außerdem ist die Wolkenbedeckung des Himmels recht niedrig, welche zu einer höheren Sonneneinstrahlung führt.



Sonnenstand Stereografische Darstellung  
21. Juni 12 Uhr

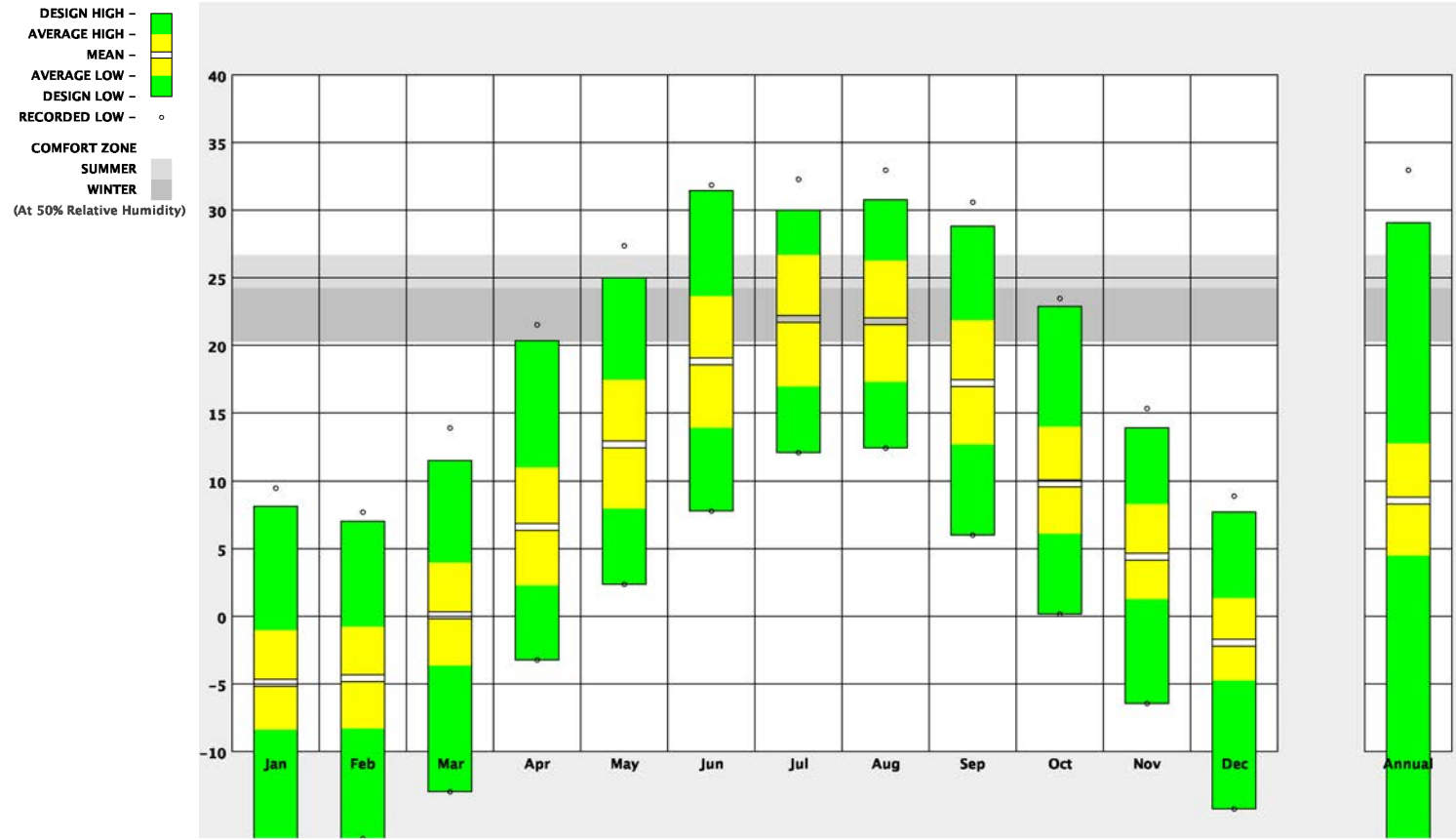


Sonnenstand Stereografische Darstellung  
21. Dezember 12 Uhr

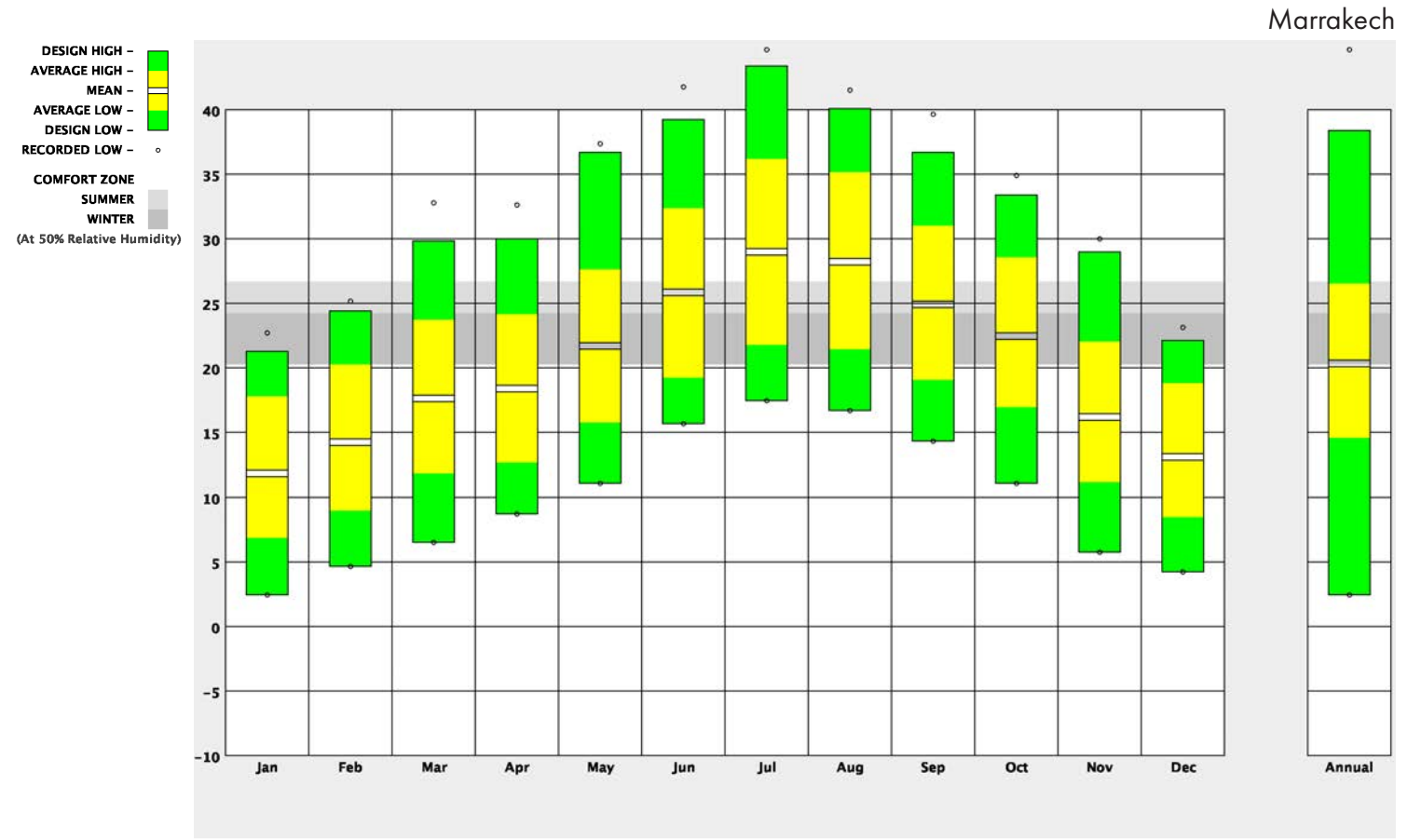


Bewölkungsgrad

# Temperaturverlauf



Temperaturspanne und PMV



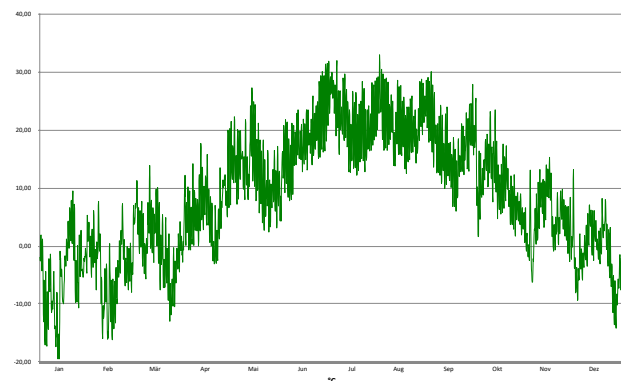
Temperaturspanne und PMV

## Jahres- und durchschnittlicher monatlicher Tagestemperaturverlauf

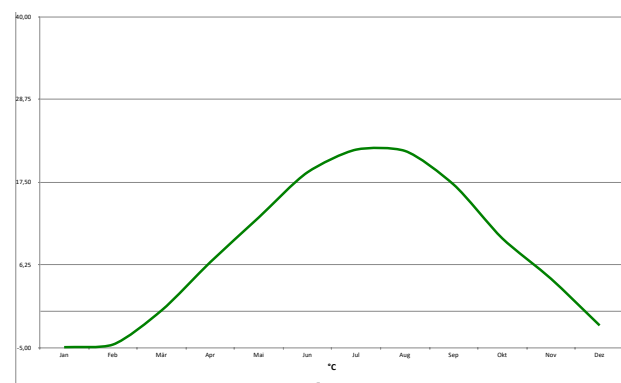
Die Temperaturen schwanken im Jahresverlauf von  $-20^{\circ}\text{C}$  im Winter bis knapp über  $30^{\circ}\text{C}$  in den Sommermonaten. Die Temperatur beträgt im Jahresdurchschnitt einen Mittelwert von  $8^{\circ}\text{C}$ . Überdurchschnittliche Temperaturen werden von Mai bis Oktober erreicht; die höchste Tagestemperatur liegt bei  $32^{\circ}\text{C}$  im Juni, in der Nacht kann die Temperatur auf  $8^{\circ}\text{C}$  sinken.

Starke Kälteeinbrüche können den Temperaturwert nachts im Januar bis zu  $-20^{\circ}\text{C}$  senken.

Im Winter ist die natürliche Lüftung aufgrund der niedrigen Außenlufttemperaturen und der thermischen Unbehaglichkeit nicht sinnvoll. Im Sommer sind die Außenlufttemperaturen zwar hoch, doch sinken sie in der Nacht runter, sodass eine passive Kühlung sinnvoll erscheint.



Außenlufttemperatur



Außenlufttemperatur Durchschnitt

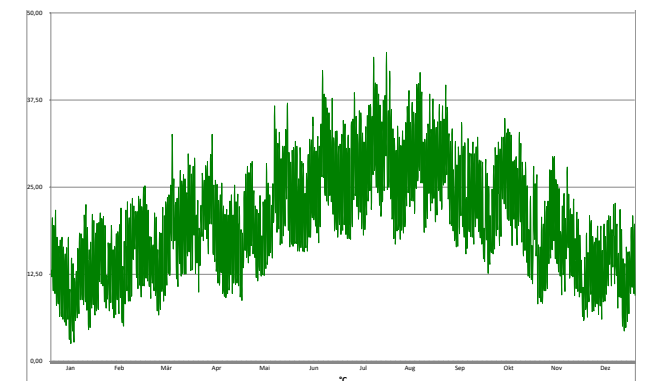
Quelle: Climate Consultant

## Jahres- und durchschnittlicher monatlicher Tagestemperaturverlauf

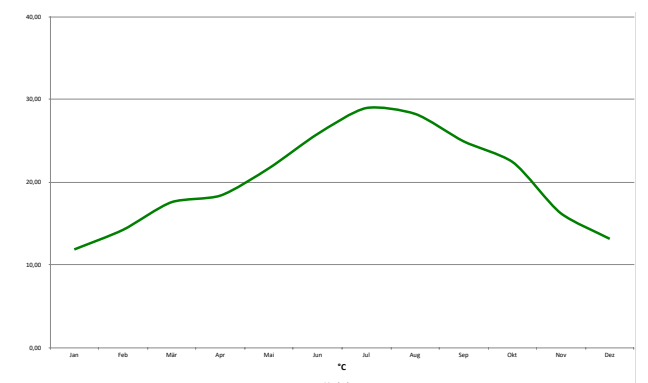
Die Temperaturspanne in Marrakech bewegt sich um den Bereich des Behaglichkeitsgefühls. Auffällig ist der große Unterschied zwischen den Tag- und Nachttemperaturen. Im Winter erreichen die Temperaturen am Tage bis zu ca.  $25^{\circ}\text{C}$  und in der Nacht bis zu  $3^{\circ}\text{C}$ . In den Sommermonaten liegen die Temperaturen gerne mal bei bis über  $40^{\circ}\text{C}$  und in der Nacht bei  $15$  bis  $20^{\circ}\text{C}$ .

Tagsüber kommt es zu den hohen Temperaturen auch zu sehr heißen Wüstenwinden welche die gefühlte Temperatur höher wirken lässt.

Aufgrund des hohen Temperaturunterschieds zwischen Tag und Nacht ist eine passive Nachtauskühlung sehr sinnvoll und sollte genutzt werden. Im Winter allerdings sollte tagsüber gelüftet werden da die Temperaturen dann den Behaglichkeitsbereich erreichen.



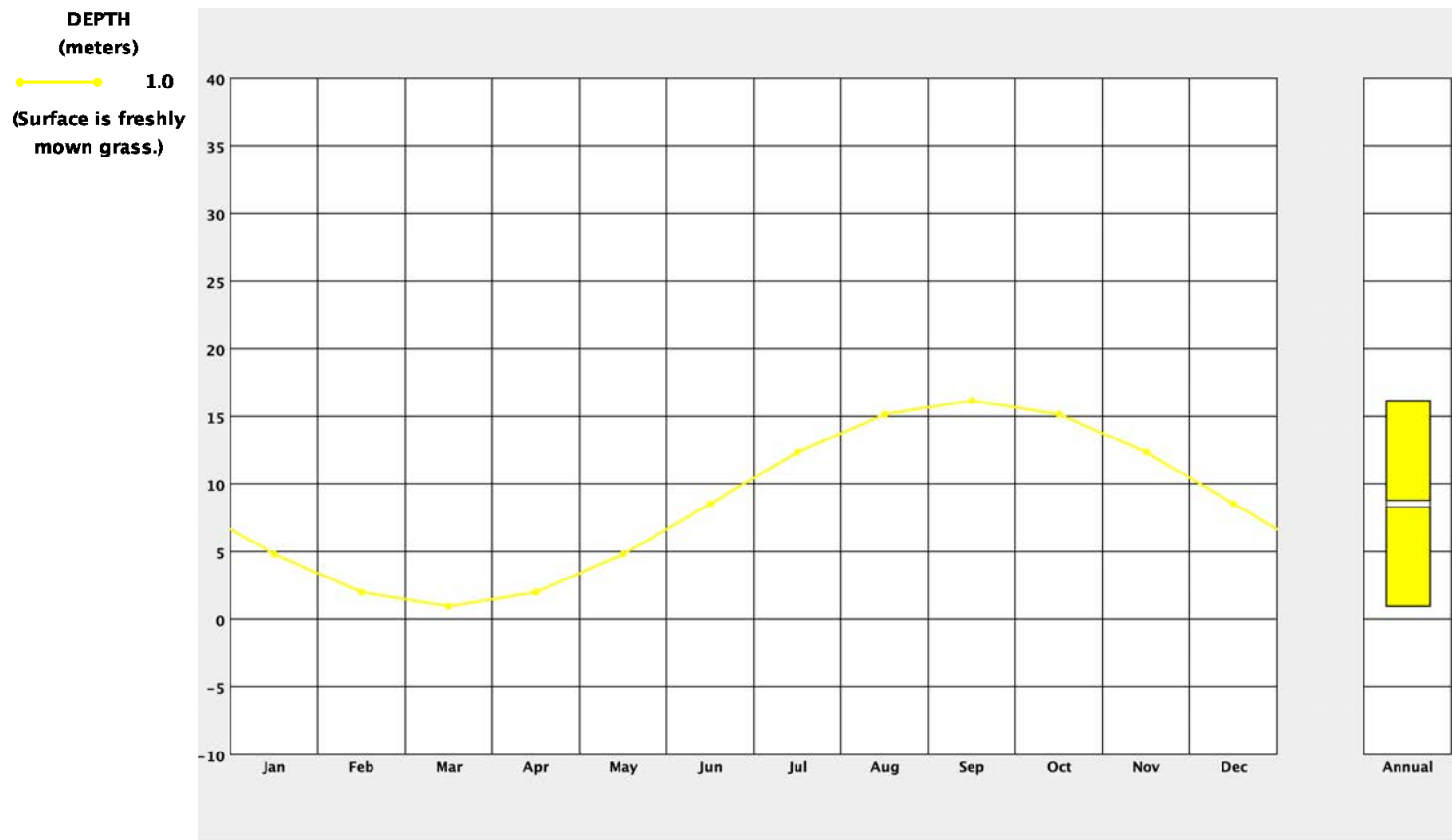
Außenlufttemperatur



Außenlufttemperatur Durchschnitt



# Erdreichtemperaturen



Erdreichtemperaturen (1 m Erdreichtiefe)

## Erdreichtemperaturen

In Toronto liegt die Jahresmitteltemperatur des Erdreiches bei 8°C, gemessen bei einer Bodentiefe von 1 Meter.

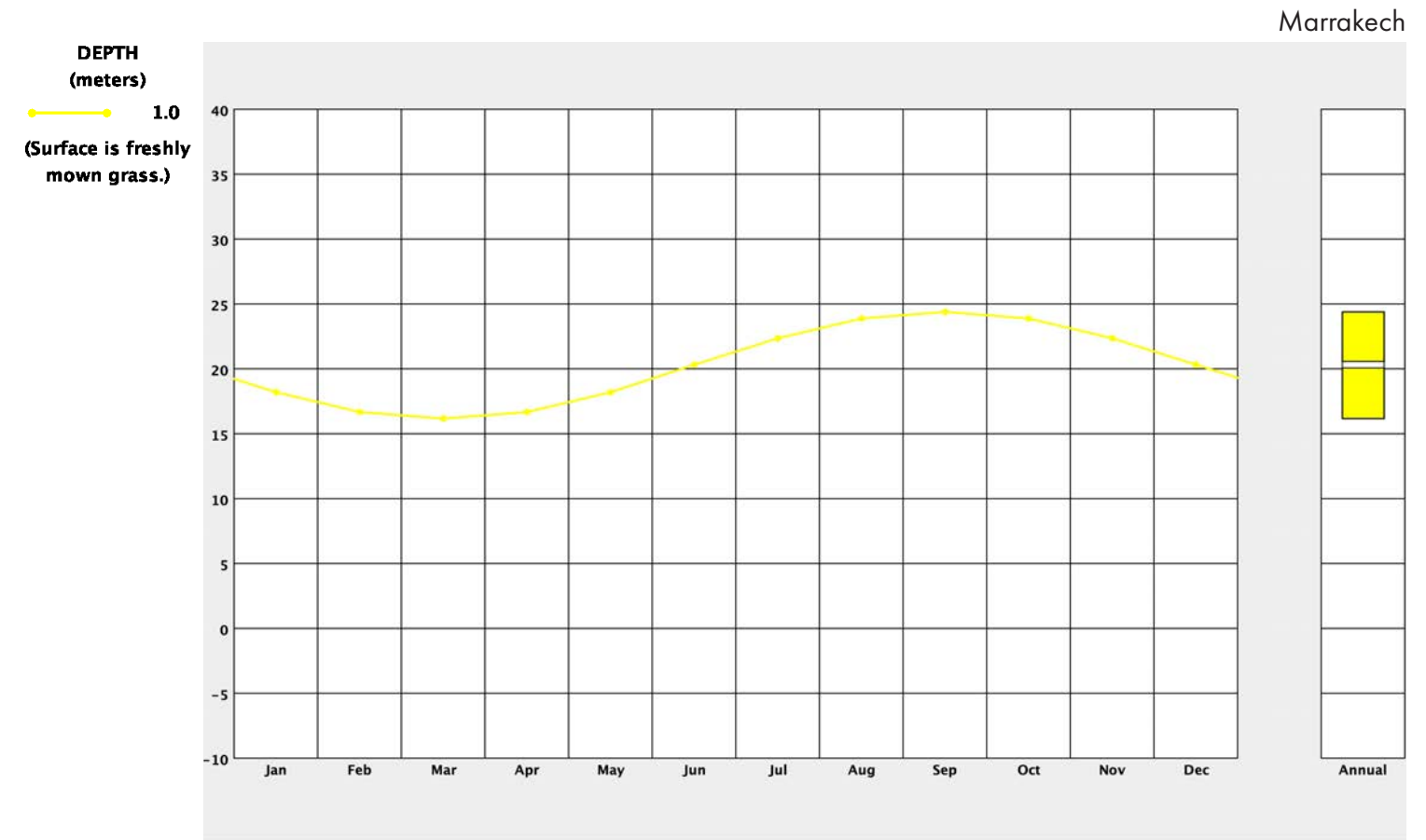
Die Erdreichtemperaturen folgen den Außenlufttemperaturen leicht zeitversetzt.

Die Erdreichtemperatur erreicht ihr Maximum mit 16°C im September und ihr Minimum mit 2°C im März. So ist eine Temperaturschwankung des Erdreiches über das Jahr hinweg festzustellen.

Durch die niedrige Jahresmitteltemperatur ist das Erdreich eine gut nutzbare Kältequelle. Zudem kann es als Wärmequelle für eine Wärmepumpe dienen.

Das Nutzen der Erdreichtemperatur durch einen Erdkanal zur Vorluftherwärmung im Winter oder Kühlung im Sommer kann eine mögliche Maßnahme zur Unterstützung der Klimatechnik sein.

Quelle: Climate Consultant



Erdreichtemperaturen (1 m Erdreichtiefe)

## Erdreichtemperaturen

In Marrakech sind die Erdreichtemperaturen, gemessen bei einer Bodentiefe von 1 Meter, vergleichsweise hoch bei 15 bis 25° Celsius. Sie schwanken nur gering und liegen im Mittel bei 20° Celsius.

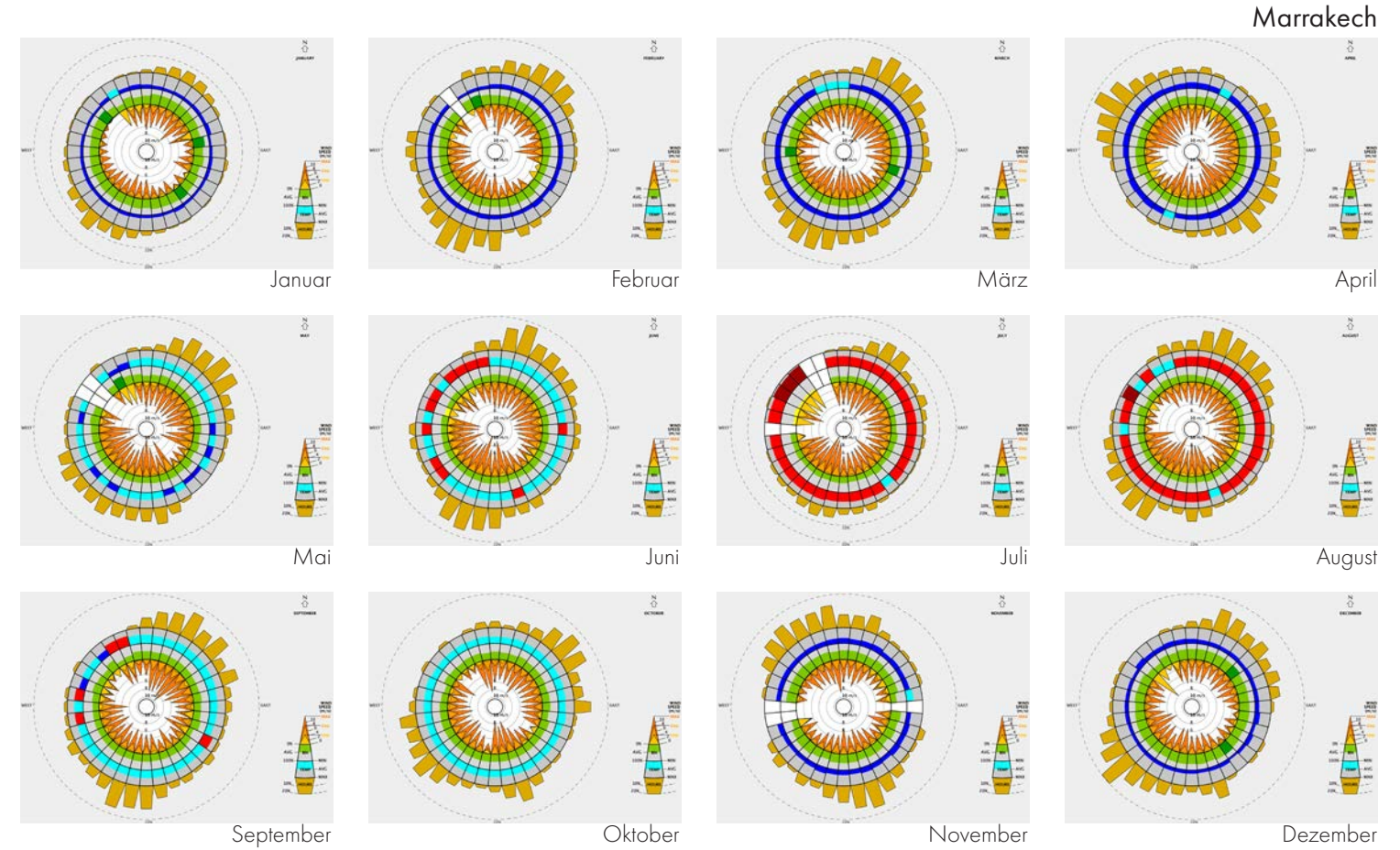
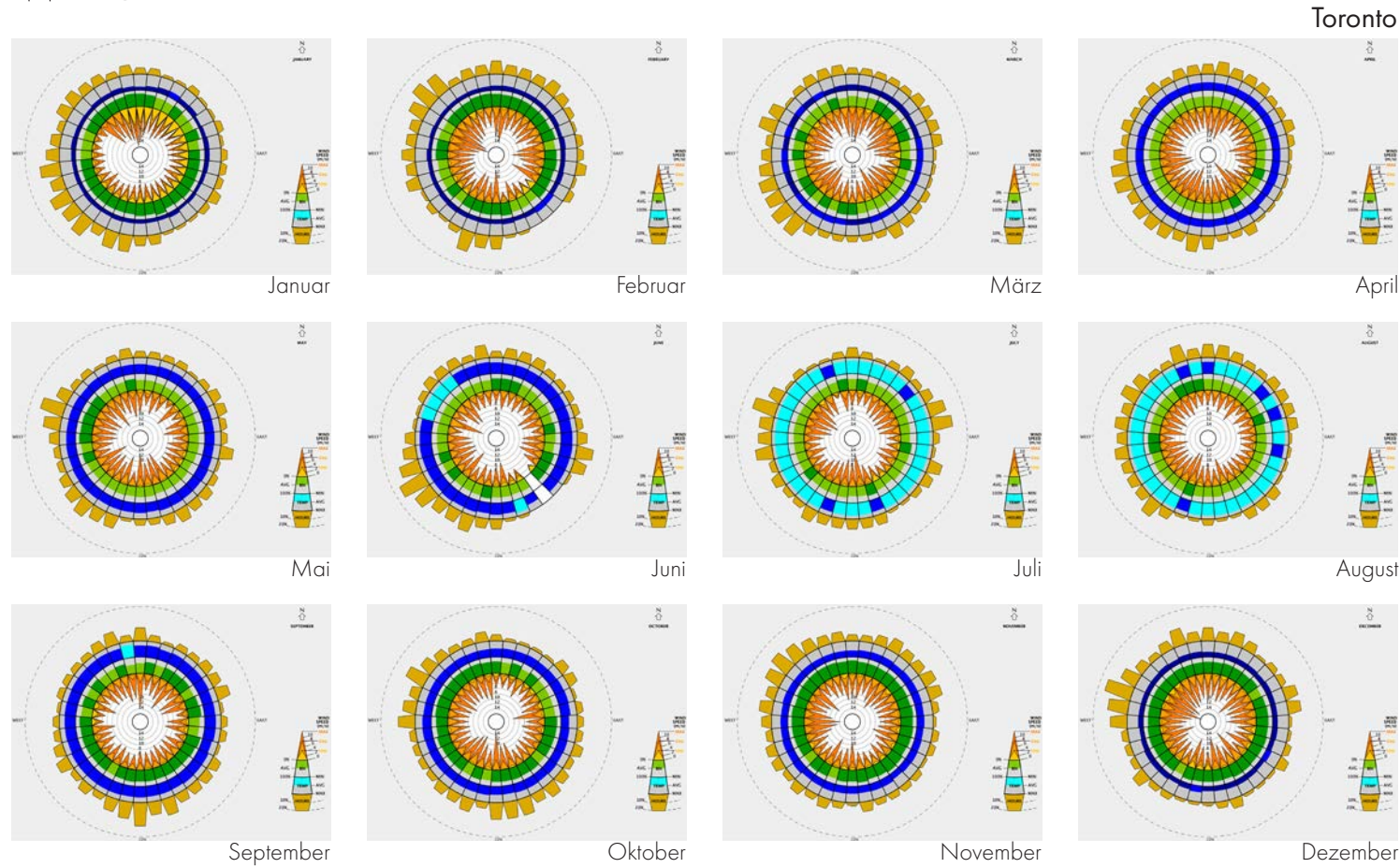
Aufgrund der stabilen Erdreichtemperaturen lässt sich in Marrakech ein hohes Potential für die Nutzung von Erdwärme ableiten.

Im Sommer kann die Erdwärme zum Beispiel zur Vorkühlung und im Winter zur Erwärmung der Luft dienen. Des Weiteren wäre eine erdgekoppelte Wärmepumpe denkbar.

Verglichen mit Toronto ist in Marrakesh eine deutlich wertstabilere Temperaturkurve wahrzunehmen.



# Wind



## Wind

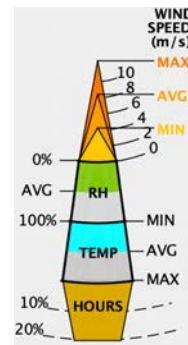
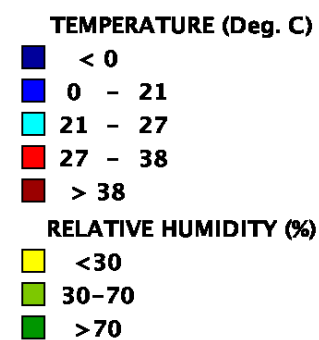
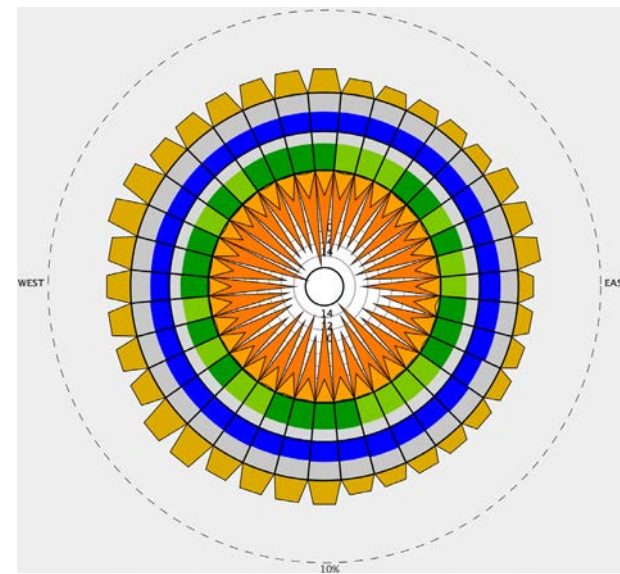
Wie bereits erwähnt liegt Toronto am Nordwestufer des Sees „Ontario“. Die Außenlufttemperaturen werden durch die starken (See-) Winde als noch kälter empfunden, denn die Temperatur des Windes liegt in den Wintermonaten unter 0°C. Die relative Luftfeuchtigkeit ist in den Wintermonaten mit einem Wert von über 70% sehr hoch.

Während der restlichen Monate liegt die Windtemperatur zwischen 0 - 21°C. Lediglich im Juli und August können Temperaturen bis zu 27°C erreicht werden. Die relative Luftfeuchtigkeit liegt zwischen 30 und 70%.

Im Jahresdurchschnitt ist zu sehen, dass der Wind aus allen Himmelsrichtungen kommt. Es kann zu einer hohen Windgeschwindigkeit bis über 14 m/s kommen. Die Temperatur des Windes beträgt im Durchschnitt 0 - 21°C und die relative Luftfeuchtigkeit liegt bei 30 bis über 70%. Es gilt die Gebäude vor starken Winden zu schützen.

Im Vergleich zu Marrakech kommt es zu deutlich niedrigeren Windtemperaturen, höherer -geschwindigkeit und einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit während des Winters.

Quelle: Climate Consultant



Windrose Jahresdurchschnitt

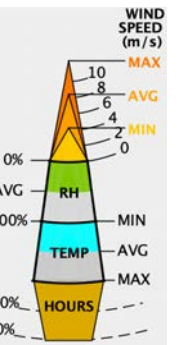
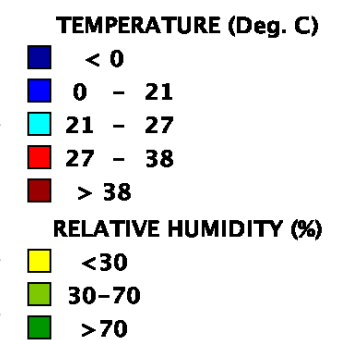
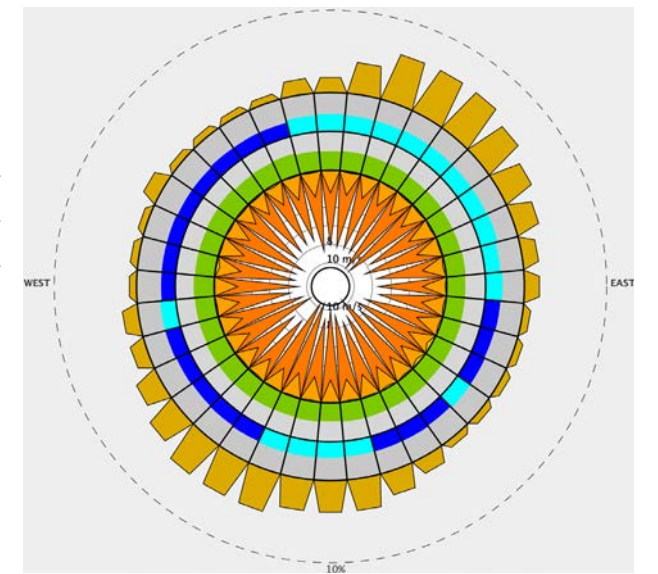
## Wind

Wie bereits erwähnt, erreichen die starken Winde in den Sommermonaten extrem hohe Temperaturen von weit über 30°C. Sie kommen aus südwestlicher und nordöstlicher Richtung. Die Winde können Geschwindigkeiten von bis über 10m/s erreichen. Außerdem kann es zu Sandstürmen kommen. In den Wintermonaten liegen die Temperaturen der Winde deutlich niedriger bei ca 0 - 21°C.

Die relative Feuchtigkeit der Winde liegt im Schnitt zwischen 30 und 70%. Im Sommer kann es zu etwas trockeneren Winden und im Winter zu etwas feuchteren, mit Werten von über 70%, kommen.

Außer in den Monaten April und November kommt der Wind in der Regel aus südwestlicher und nordöstlicher Richtung. Im März und November kommt der Wind aus nordwestlicher und südöstlicher Richtung.

Im Vergleich zu Toronto kommt es zu deutlich höheren Windtemperaturen insbesondere während der Sommermonate. Die Winde kommen außerdem aus definierbaren Himmelsrichtungen.

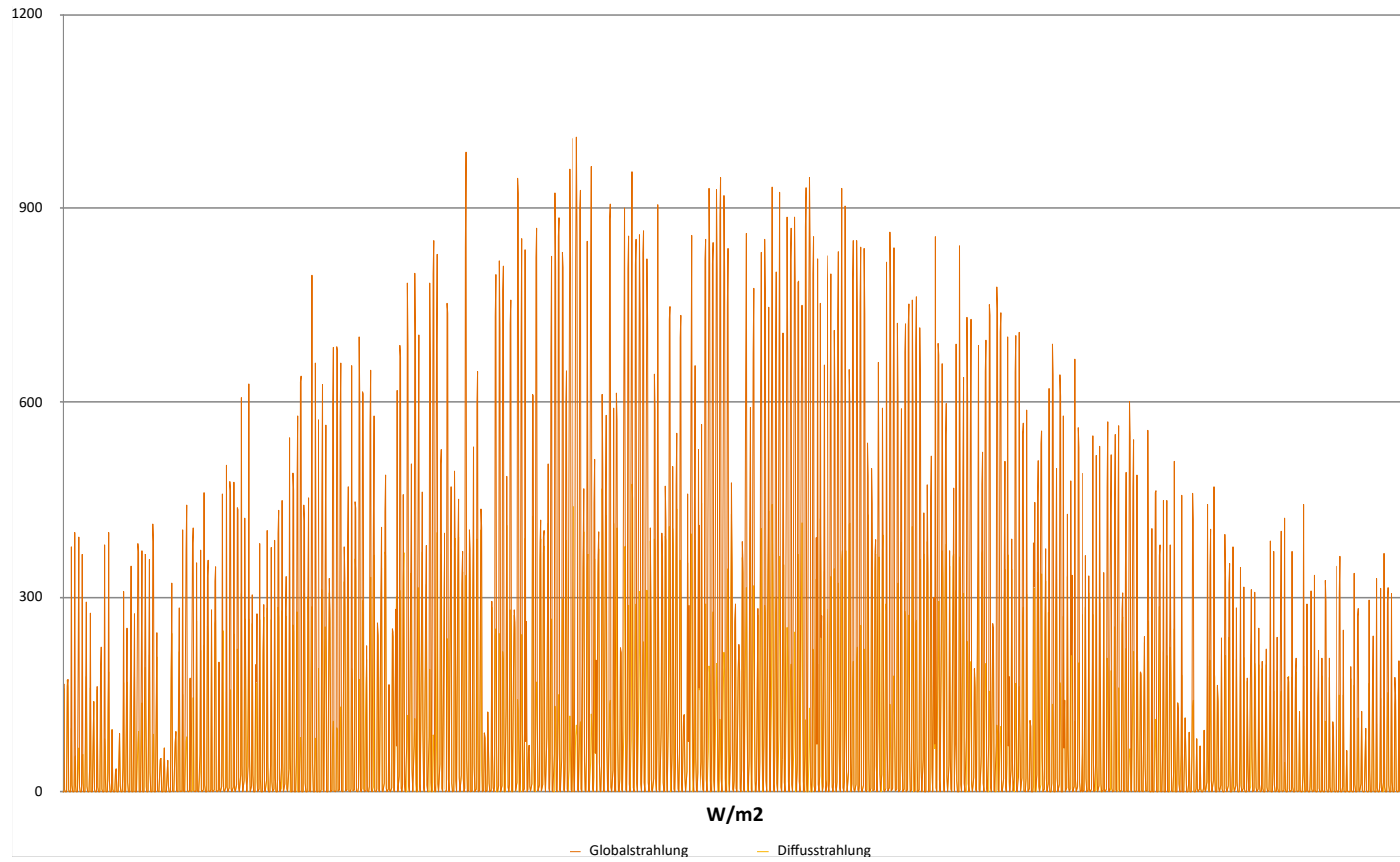


Windrose Jahresdurchschnitt



# Global- und Diffusstrahlung

Toronto



Jahresverlauf Global- und Diffusstrahlung

## Global- und Diffusstrahlung

Die Globalstrahlung erreicht im Sommer zwischen Mai und Ende Juli die höchsten absoluten Werte. Es sind deutliche Schwankungen über das Jahr verteilt abzulesen. Die Diffusstrahlung bleibt über das Jahr verteilt relativ konstant mit deutlich niedrigeren Werten. Deutliche Schwankungen sind auch bei der Direktstrahlung zu erkennen. Die Jahreszeiten lassen sich gut ablesen.

Innerhalb des Jahresverlauf ist es zumeist sinnvoll die Wärmeerträge durch die Strahlung einzufangen. Größere Glasfronten im Süden können dies unterstützen, jedoch ist der Wärmeverlust durch die Fensterflächen zu bedenken und abzuwägen.

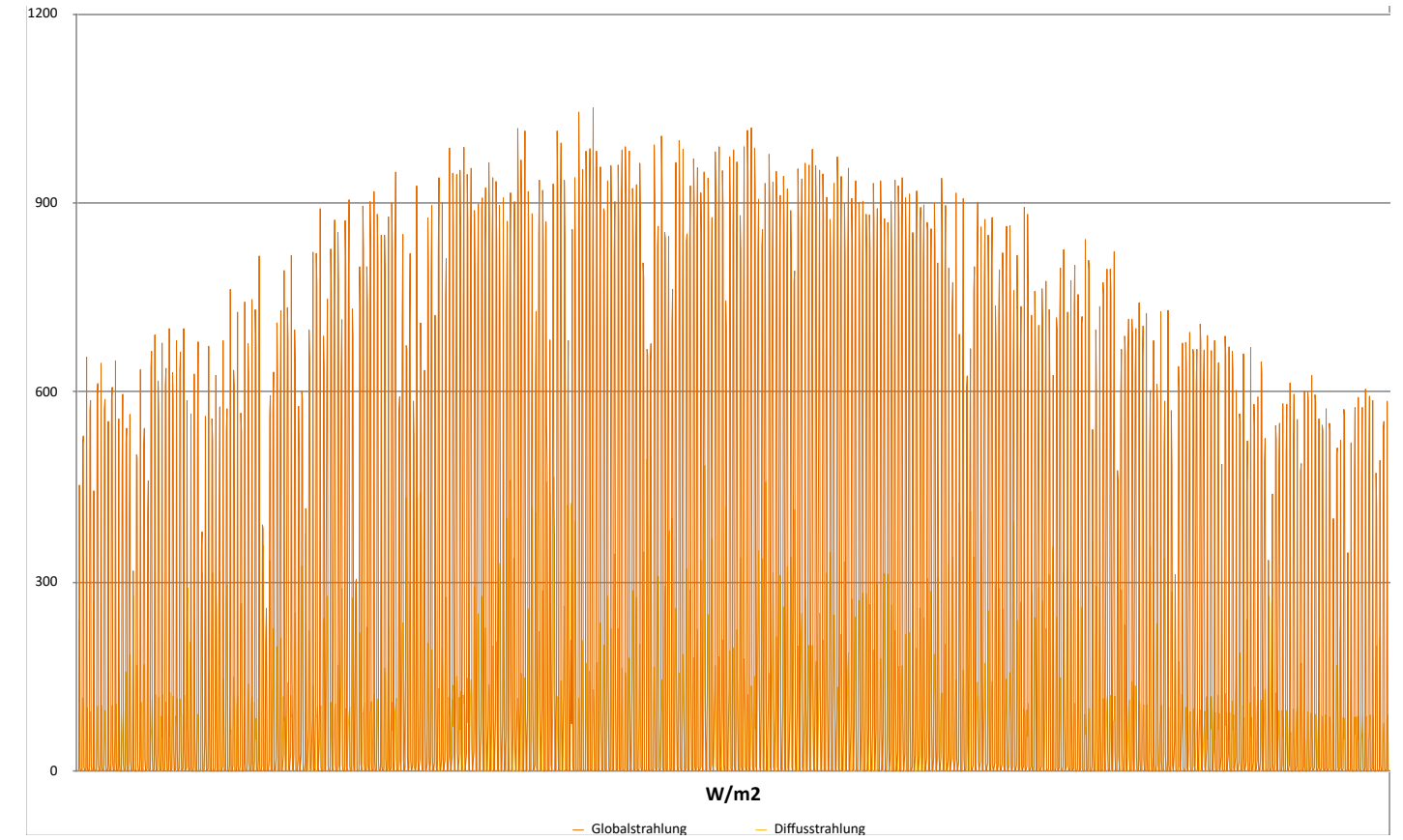
Im Sommer kann ein flexibler Sonnenschutz gegen Überhitzung sinnvoll sein.

Solarthermie ist sowohl zur Brauchwassererwärmung als auch zur Heizungsunterstützung in der Übergangszeit nutzbar.

Im Vergleich zu Marrakech ist die Global- und Direktstrahlung deutlich niedriger insbesondere in den Wintermonaten.

Quelle: Daten vom FG

Marrakech



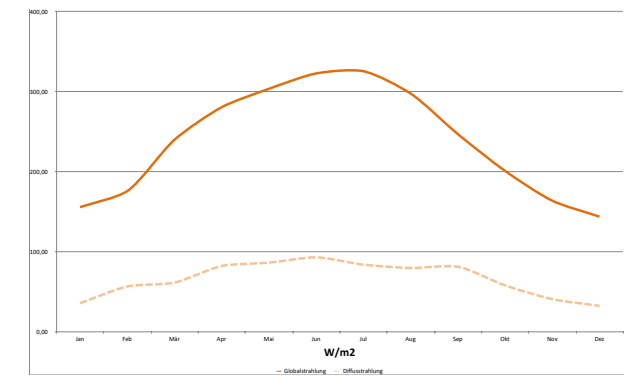
Jahresverlauf Global- und Diffusstrahlung

## Global- und Diffusstrahlung

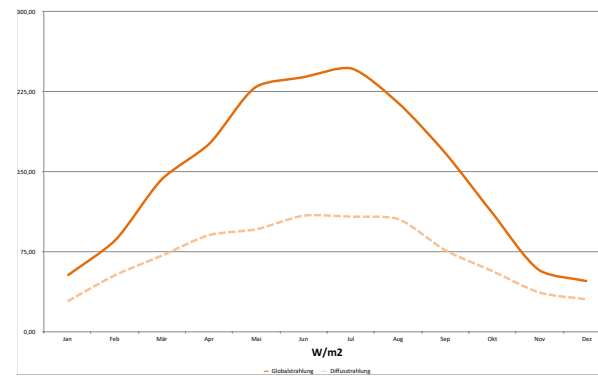
Sehr deutlich zu erkennen ist, dass die Globalstrahlung konstant hoch ist. Aufgrund einer geringen Wolkenbedeckung ist die Wahrscheinlichkeit einer Reduzierung der Direktstrahlung eher gering.

Auch in den Wintermonaten sind die Strahlungswerte nicht gering. Die Diffusstrahlung und Direktstrahlung bleibt recht konstant.

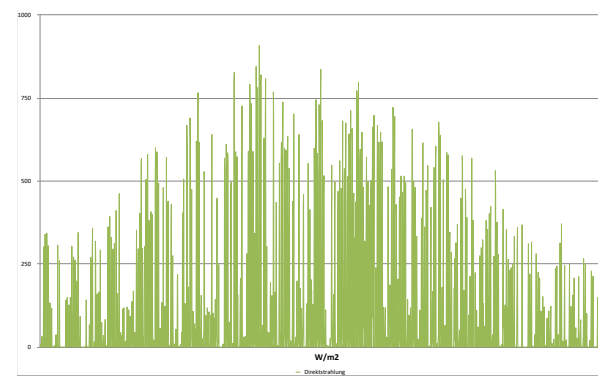
Daraus leitet sich ein hohes Potential zur Nutzung der Sonneneinstrahlung ab. Im Vergleich zu Toronto lässt sich in Marrakech schon fast von einer ganzjährigen Global und Direktstrahlung ausgehen.



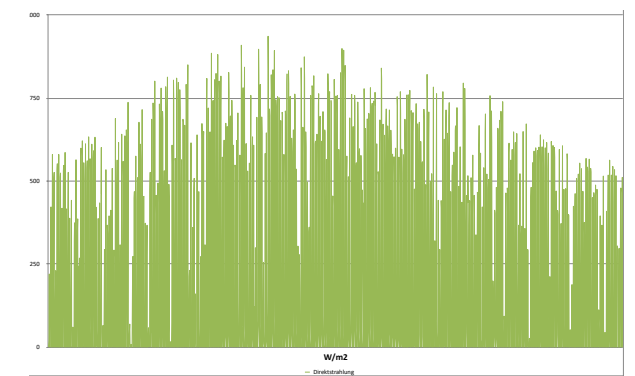
Global- und Diffusstrahlung Durchschnitt



Global- und Diffusstrahlung Durchschnitt

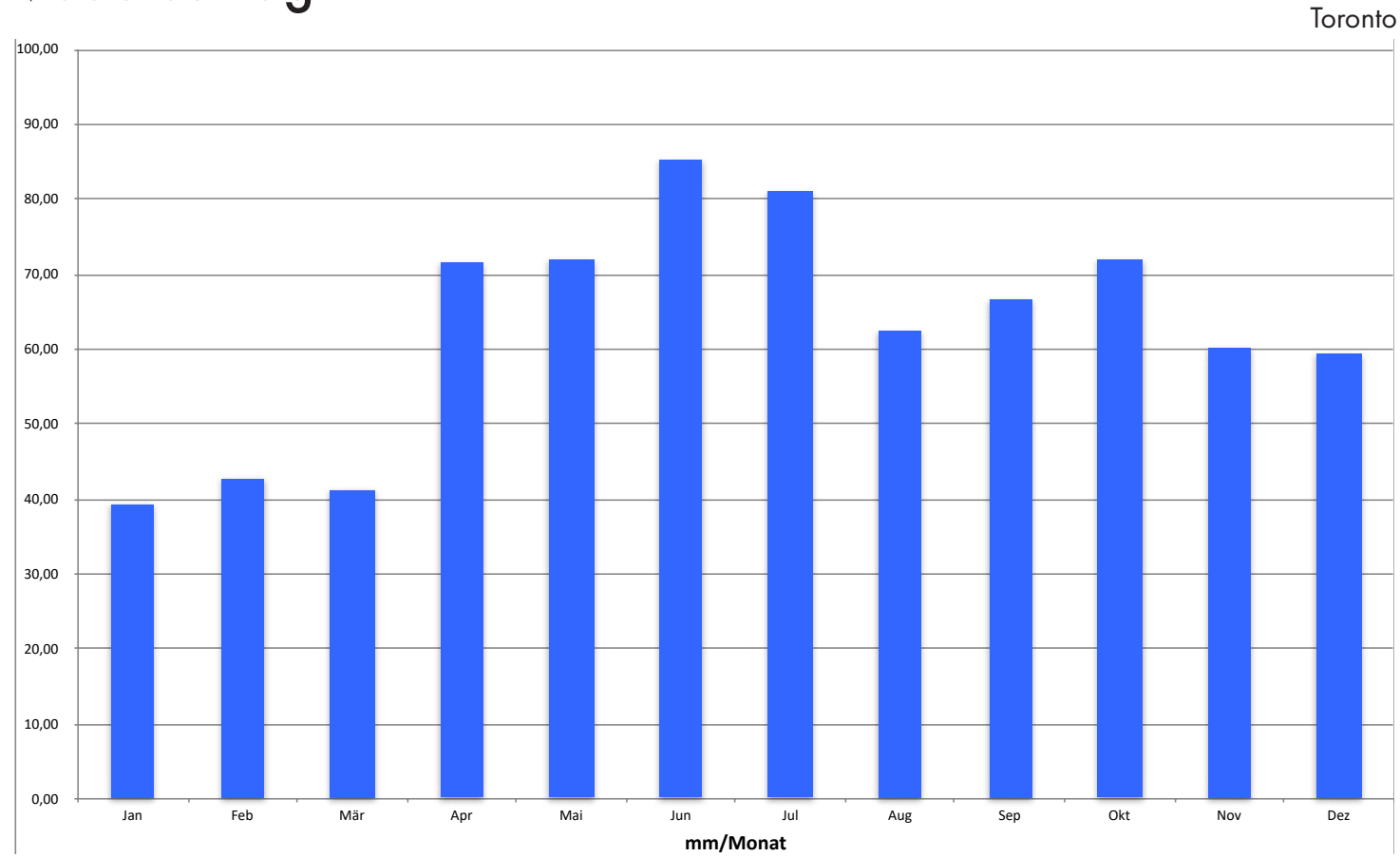


Direktstrahlung



Direktstrahlung

# Niederschlag



Niederschlag Monatssumme

## Niederschlag

Der Niederschlag in Toronto ist das ganze Jahr über hoch. Das Maximum des Niederschlages wird im Juni mit 85 mm erreicht. Am minimalsten ist der Niederschlag im Januar mit 39 mm.

Im Dezember gibt es die meisten Regentage, der Wert liegt bei 15 Tagen. Im Februar sind mit 8 Tagen die wenigsten Regentage verzeichnet. Insgesamt gibt es in Toronto das ganze Jahr über im Durchschnitt 136 Regentage.

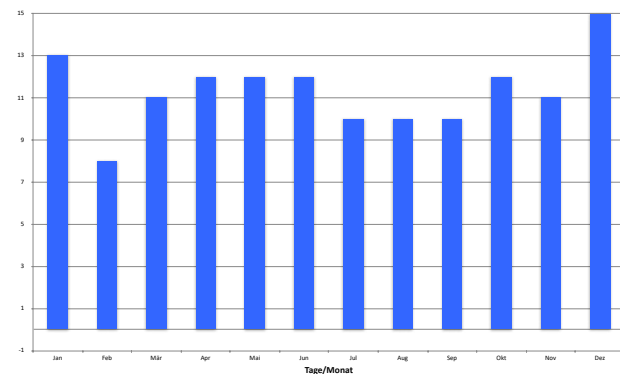
In den Wintermonaten fällt der Niederschlag als Schnee nieder, da die Außentemperaturen im Durchschnitt unter 0°C liegen.

Um den häufig vorkommenden Niederschlag abzuleiten, erscheint das Einsetzen eines Schrägdaches als sinnvoll. Dies gilt insbesondere für die großen Schneelasten im Winter. Das Regenwasser kann im Sommer als Grauwasser genutzt werden.

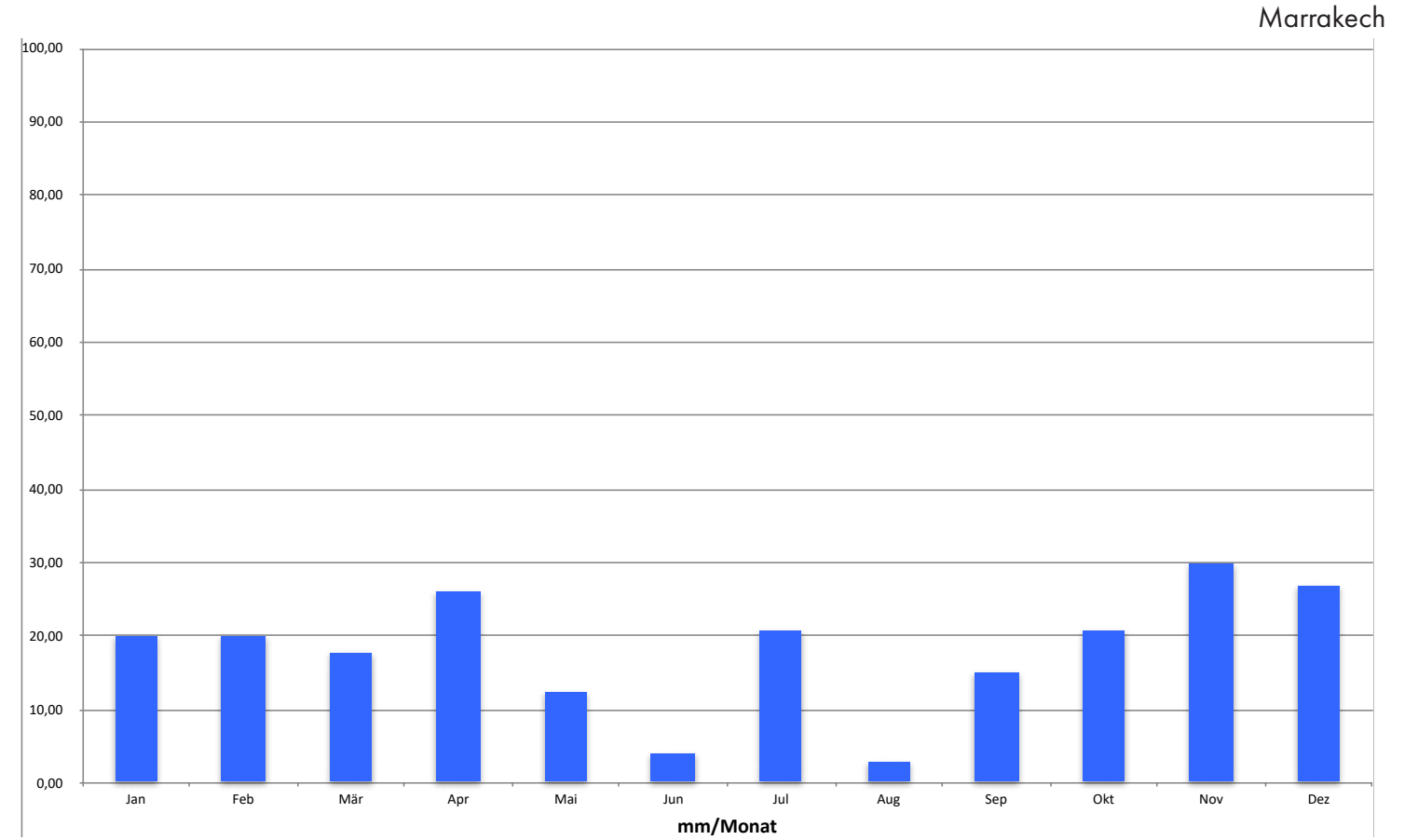
Im Vergleich zu Marrakech gibt es mehr als doppelt so viele Regentage und die Niederschlagsmonatssumme kommt nicht unter 39 mm.

Quelle: Daten vom FG

Monatssummen	
Regentage	Tage/Monat
Jan	13
Feb	8
Mär	11
Apr	12
Mai	12
Jun	12
Jul	10
Aug	10
Sep	10
Okt	12
Nov	11
Dez	15
Total	136



Regentage



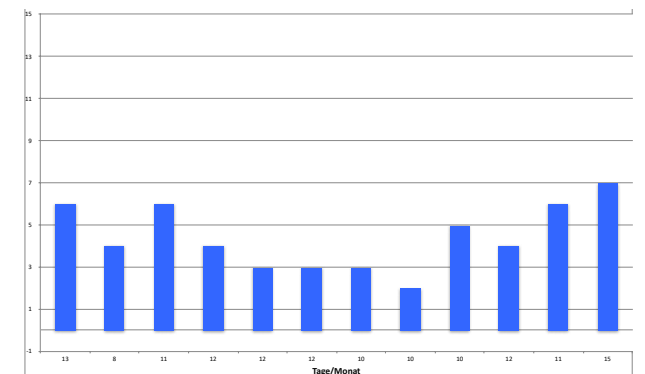
Niederschlag Monatssumme

## Niederschlag

Marrakech ist grundsätzlich ein eher niederschlagarmes Gebiet. In den sommerlichen Monaten zeichnet sich eine eher dürre Periode ab, wohingegen in den Wintermonaten eine leichte Regenzeit zu erkennen ist. Von September bis März kommt es maximal zu ca. 30mm Niederschlag im Monat. Aus diesem Grund ist es sinnvoll wasserspeichernde Maßnahmen vorzusehen.

Insgesamt kommt es in Marrakech gerade einmal zu ca. 53 Regentagen im Jahr.

Monatssummen	
Regentage	Tage/Monat
Jan	6
Feb	4
Mär	6
Apr	4
Mai	3
Jun	3
Jul	3
Aug	2
Sep	5
Okt	4
Nov	6
Dez	7
Total	53



Regentage



Toronto



Luftbild

### Städtebaulicher Kontext

Das Grundstück befindet sich in südlicher Lage nahe des Sees Ontario. Das Entwurfsgebiet liegt in der Provinz Ontario im zentralen Bezirk von Toronto: „Old Toronto“. Dieser Stadtteil weist mit einer Fläche von 97,2 km<sup>2</sup> die meisten Einwohner auf und zählt somit zu dem dicht besiedelsten Stadtteil Torontos.

Das schmale rechteckige Grundstück grenzt direkt an zwei Geschäfte und liegt an der Kreuzung der Hauptstraße Queen Street West und Euclid Avenue. Die Queen Street West bildet eine wichtige Durchgangsstraße von Osten nach Westen aus.

Im Stadtviertel des Entwurfsgebietes gibt es zahlreiche Gewerbenutzungen. Unter anderem eine große Anzahl von Restaurants, Cafés, Boutiquen, Galerien und weitere. Das Stadtviertel „Old Town“ wird dadurch als Geschäfts- und Verwaltungszentrum gesehen.

So kann sich der Entwurf einer Patisserie sehr gut in das bestehende Stadtviertelbild einreihen.



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Toronto>, <https://www.google.com/maps/@43.6464487,-79.4076972,1089m/data=!3m1!1e3>

Marrakech



Luftbild

### Städtebaulicher Kontext

Das zu betrachtene Grundstück liegt recht zentral und etwas nördlich der Altstadt von Marrakech. Es befindet sich im Arrondissement de Marrakech-Medina.

Die angrenzende Bebauung zeigt eine dichte und typische Bebauung. Zahlreiche Bauten scheinen über einen Innenhof zu verfügen, welcher für die nordafrikanische Bauart spricht. Die Umliegenden Gebäude sind vorwiegend zwei Geschosse hoch. Vereinzelt reihen sich dreigeschossige Bauten ein. Ein bis zwei Geschosse bieten eine gute Verschattung für den Innenhof bei ausreichender Belüftung.

Nah des zu betrachteten Grundstücks befindet sich eine Moschee oder ein anderes Gotteshaus.

Als Wahrzeichen für die Stadt Marrakech bekannt, sind die Minarette. Das sind Türme welche in der Nähe einer Moschee stehen und dem Gebetsruf dienen. Sie prägen das städtebauliche Bild. Etwas nördlich des zu betrachteten Areals steht eben so ein Minarett.



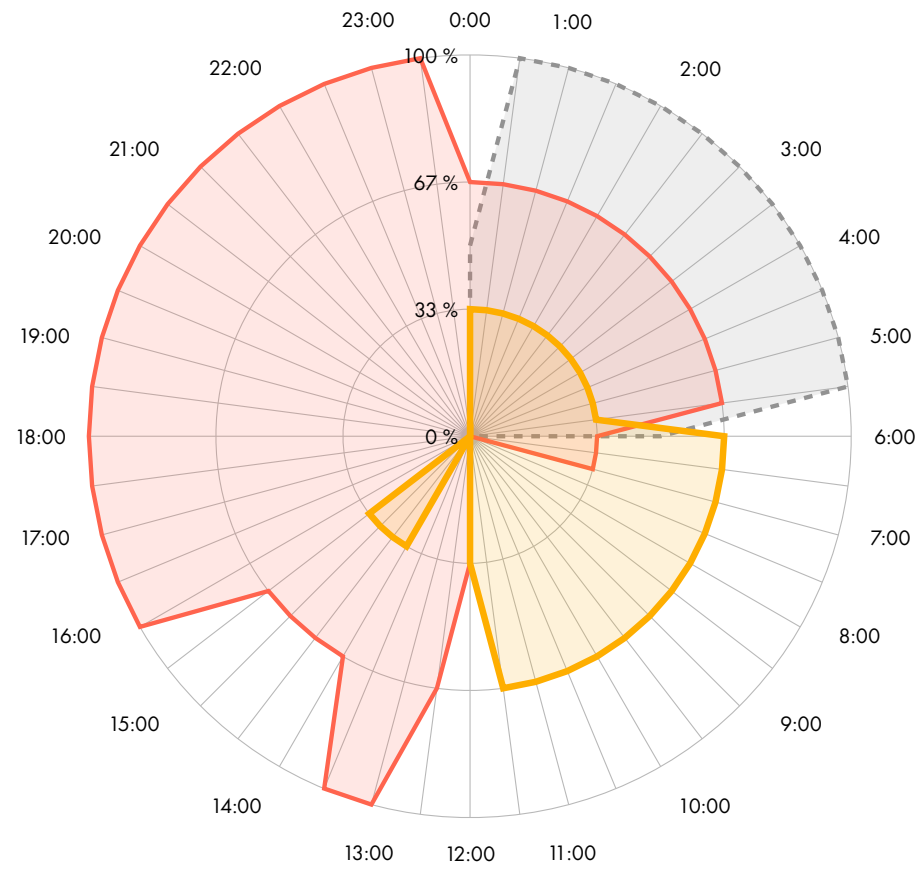
<https://image.geo.de/30146868/1/On/v3/w1440/r1.3333/marrakesch-as/223261354-jpg--83658-.jpg>



# Tagesablauf

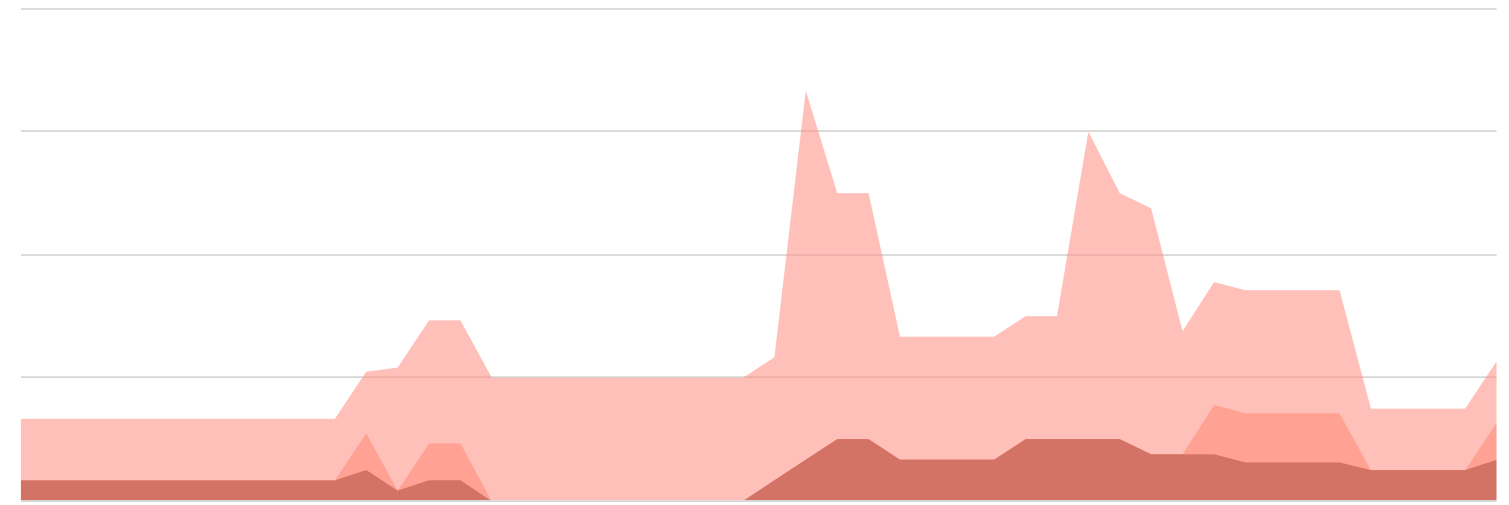
100% entspricht 3 Personen

- Patisserie
- Wohnung
- Ofennutzung



Nutzungsübersicht

- Geräte
- Beleuchtung
- Wohnung Personen



Wärmelasten in der Wohnung

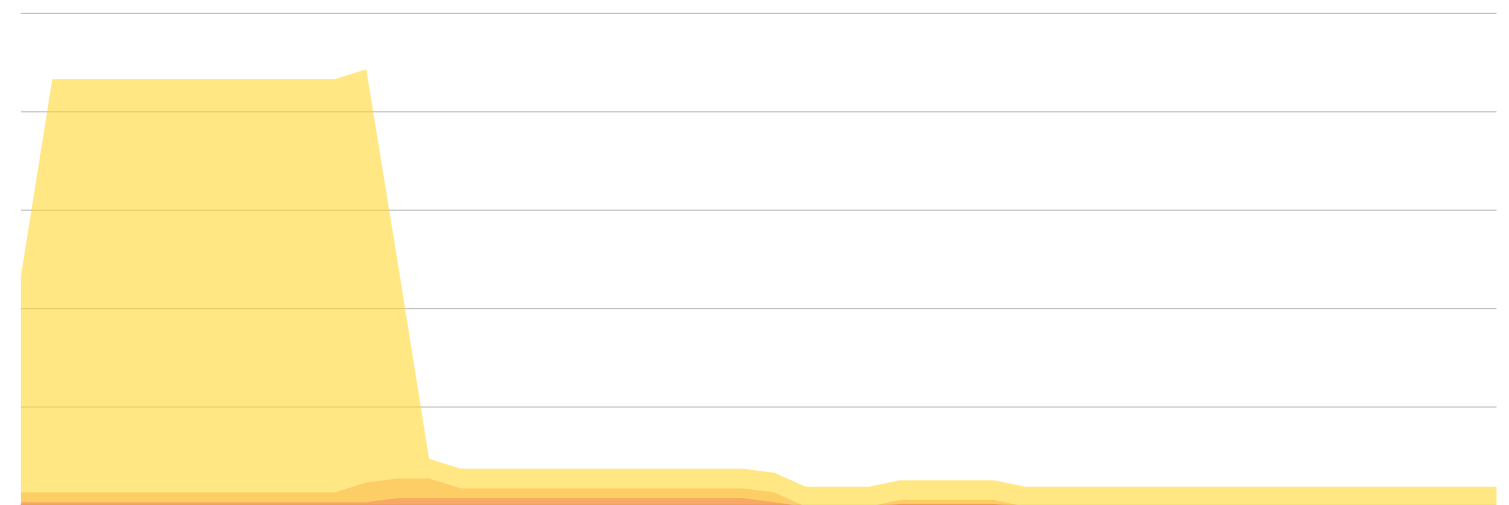
## Tagesablauf

23:30 Uhr	Aufstehen, waschen, Kaffee kochen
00:00 Uhr	Ofen anheizen, Teig zubereiten
01:00 Uhr	Erste Brote im Ofen
01:30 Uhr	Erste Backwaren in den Verkaufsraum bringen, nächste Backwaren herstellen
06:00 Uhr	Ofen abstellen, aufräumen der Backstube, Öffnen des Ladens und Verkauf, kleines Frühstück
12:00 Uhr	Schließen des Ladens, Mittagessen
14:00 Uhr	Büroarbeit
16:00 Uhr	Arbeitstag zu Ende, Familienzeit
18:00 Uhr	Abendessen
19:00 Uhr	Schlafen gehen

Der Entwurf gliedert sich in ein Wohnhaus mit integrierter Patisserie. Diese ist ein kleiner Familienbetrieb und wird von den Eheleuten, welche in der Wohnung leben, geführt. Der Patissière beginnt schon in der Nacht mit seiner Arbeit und stellt die benötigten Backwaren her. Am Morgen, sobald der Laden geöffnet wird, unterstützt ihn seine Frau beim Verkauf solange das gemeinsame Kind in der Schule ist. Mittags wird die Patisserie geschlossen und die Familie isst zusammen. Während die Mutter mit dem Kind in der Wohnung ist oder raus geht, erledigt der Patissière noch ein paar Büroarbeiten.

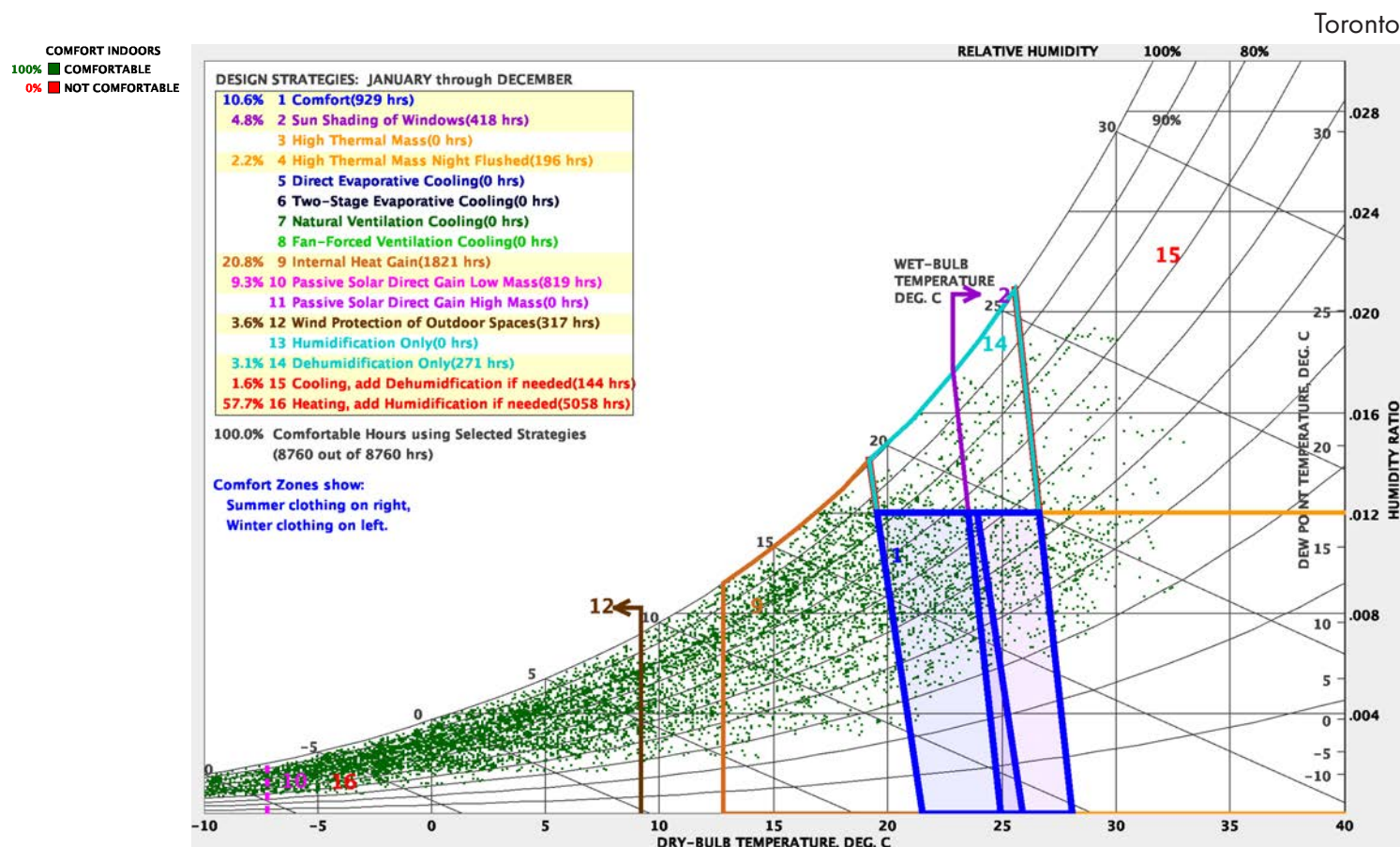
Der Tagesablauf bietet sich sowohl für den Standort Marrakech als auch für Toronto an. So ist es beispielsweise sinnvoll, den Ofen zu nutzen während die Außenlufttemperaturen noch kühler sind.

- Geräte
- Beleuchtung
- Patisserie Personen



Wärmelasten in der Patisserie





Psychrometric chart Strategien

### Strategien nach Psychrometric Chart

Der Komfortbereich in Toronto liegt lediglich bei 10,6% nach ohne zusätzliche Maßnahmen zu treffen. Dies entspricht 929 Stunden im Jahr. Überwiegend ist die Außenlufttemperatur kalt. Im Sommer wird der Behaglichkeitsbereich an vereinzelt Tagen durch höhere Temperaturen und hoher Luftfeuchte überschritten.

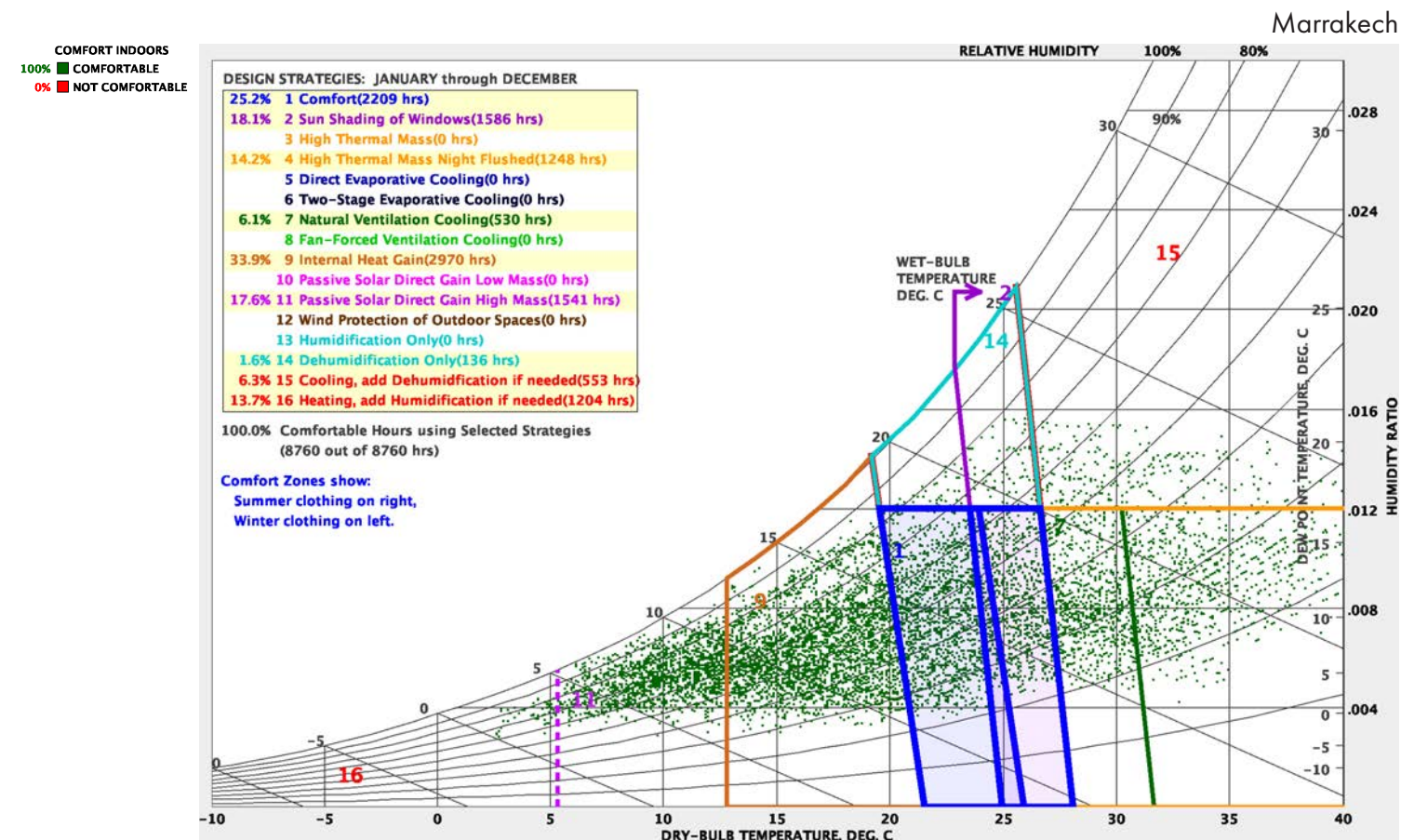
Um die Behaglichkeit das ganze Jahr über herzustellen, sind zusätzliche Maßnahmen notwendig. Ein Behaglichkeitsbereich von 100% wird erreicht durch:

- Verschattung der Fenster (418h)
- Speichermasse zur Speicherung von Nachtauskühlung (196h)
- Nutzung interner Wärmegewinne (1821h)
- (819h)
- Schutz der Außenräume vor Wind (317h)
- Entfeuchten der Luft (271h)
- Heizen (5028h)

Der Heizwärmebedarf fällt mit weitem Abstand am höchsten aus und kann unterstützt werden durch passive solare Gewinne. Ein großes Potential stellt hier der Ofen der Patisserie da.

An Tage, an denen es wärmer ist, können durch passive Maßnahmen behandelt werden. Im Sommer kann eine Verschattung der besonnten Fenster vor einer Überhitzung schützen.

In Toronto und in Marrakech müssen ähnliche Maßnahmen vorgenommen werden um den Behaglichkeitsbereich das ganze Jahr über zu generieren. Diese sind jedoch deutlich unterschiedlich gewichtet. Da unter anderem die Temperaturen in Marrakech deutlich höher sind.



Psychrometric chart Strategien

### Strategien nach Psychrometric Chart

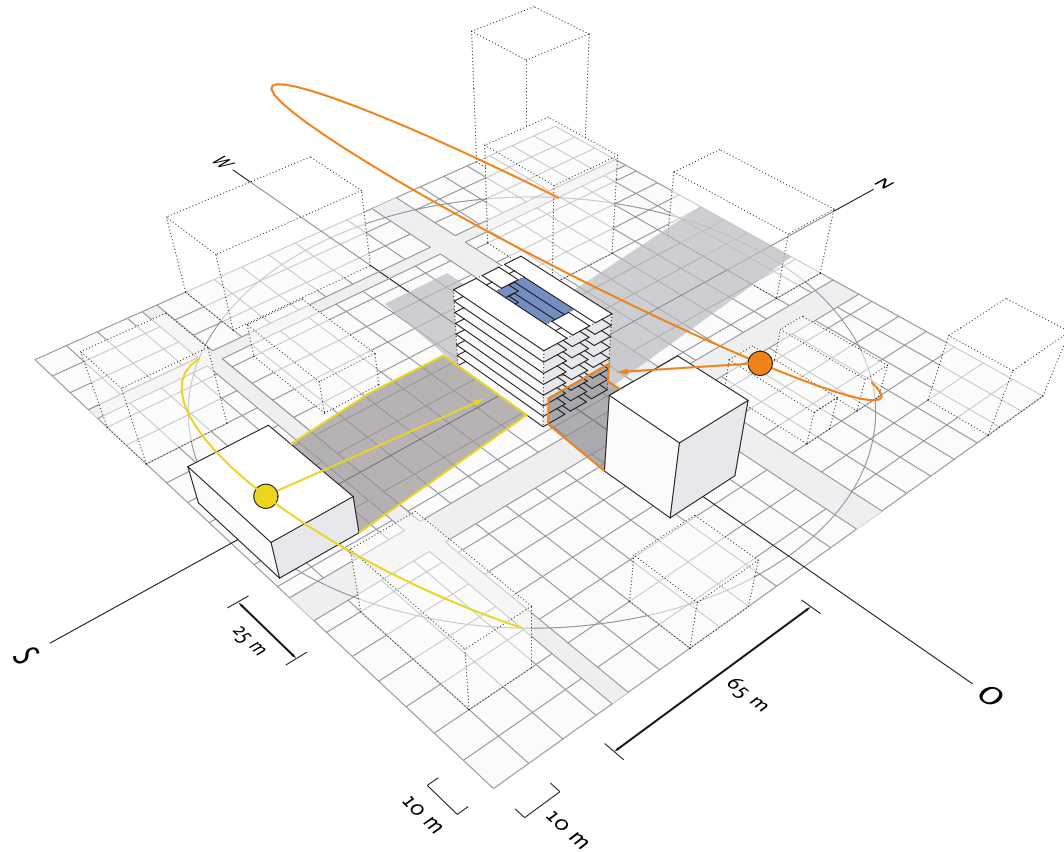
Für den Standort Marrakech lassen sich gewisse Maßnahmen zur Erreichung des Behaglichkeitsbereichs ableiten.

Der wichtigste Punkt, welcher aus dem Psychrometric Chart hervor geht, ist die interne Wärmegewinnung. Diese muss in den Sommermonaten gezielt abgeleitet werden und in den Wintermonaten als Wärmegewinn genutzt werden. Als besonders nützlich erweist sich in diesem Fall zum Beispiel der Ofen der Patisserie. Zudem sorgt eine Verschattung der Fenster für ein großes Einsparpotential im Sommer. Im Winter sorgt die solare Einstrahlung ebenfalls für eine angenehme Temperatur. In Kombination mit Speichermassen und Bauteilaktivierungen kann die solare Wärme im Winter auch für die Nacht gespeichert werden. Im Sommer ist die Nachtauskühlung immens wichtig um die massiven Bauteile abzukühlen.

Vernachlässigt werden kann die Be- und Entfeuchtung, dank der bereits angenehmen relativen Luftfeuchtigkeit vor Ort. Aufgrund der hohen Strahlungswerte liegt ein sehr großes Potential in der solaren Energiegewinnung, welche unter

keinen Umständen vernachlässigt werden sollte.

Der Einsatz von Erdwärme bietet sich am Standort Marrakech ebenfalls an. Diese kann zur Vortemperierung der zugeführten Luft dienen, sowohl im Sommer als auch im Winter.



Gebäudestrukturen für das kühle Klima

## Gebäudestruktur

Da Toronto ein kühles Kontinentalklima aufweist, ist ein kompakter Baukörper sinnvoll. So werden die Transmissionswärmeverluste gering gehalten. Zudem gibt es aufgrund der niedrigen Außenlufttemperaturen lange Heizperiode.

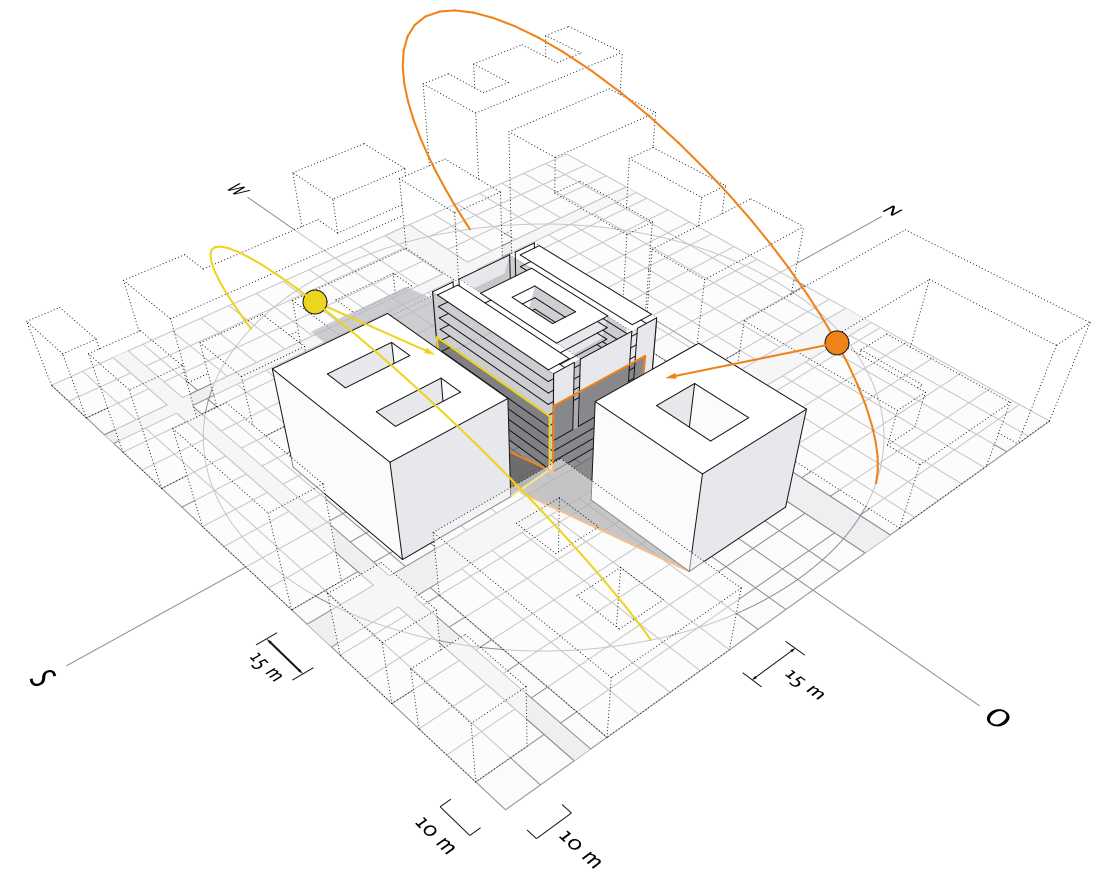
Ein niedriges A/V-Verhältnis wird mithilfe von Atrien, Pufferzonen oder großen Gebäudetiefen erreicht. Hierbei muss beachtet werden, dass die Nutzung des Tageslichtes nicht eingeschränkt wird. Die Orientierung des Gebäudes nach Nord/Süden verbessert den solaren Gewinn im Winter durch die Südfassade. Durch Sonnenschutz kann diese während höheren Temperaturen verschattet werden. Dies ist auf dem Grundstück in Toronto möglich. Hilfreich ist hierbei auch der große Gebäudeanstand in südlicher Richtung von Vorteil. So kann Tageslicht auch in den Wintermonaten bei tief stehender Sonne genutzt werden.

Das Gebäude im Osten und Westen durch die Nachbarbebauung verschattet, was während den wärmeren Sommermonaten sinnvoll ist.

Das Gebäude sollte sich in seiner Höhe an die zwei bis 3-geschossigen Nachbarbebauung anpassen. Eine hohe Gebäudehöhe führt zu höheren Windbelastungen.

Für die Patisserie bietet sich eine Schichtung von Arbeiten im Erdgeschoss und Wohnen im Obergeschoss an. Durch das Nutzen und Erwärmen des Erdgeschosses, können die oben liegenden Räume mit aufheizen. Somit wird weniger Energie benötigt. Oft genutzte Räume sollten an der Südfassade liegen, damit im Winter Tageslicht genutzt werden kann.

Toronto



Gebäudestrukturen für die Wüste

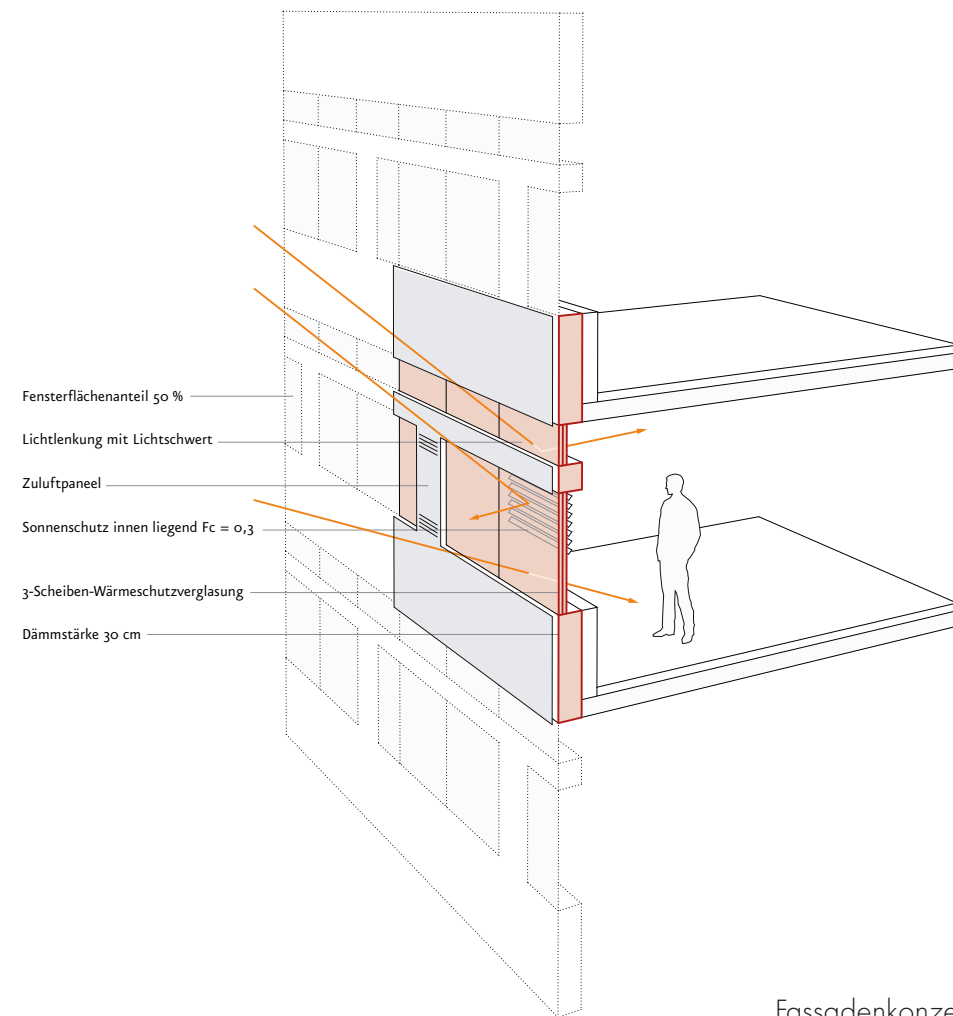
## Gebäudestruktur

Das Gebäude in Marrakech sollte nach außen eine kompakte und einfache Struktur haben. Um im inneren Bereich eine klimagerechte Struktur zu schaffen, sollten die Räume funktionsbezogen angeordnet sein und etwas aufgelockert werden. Dies sorgt für eine gute Durchlüftbarkeit. Auf eine ausreichende Verschattung der Öffnungen ist zu achten. Ein innenliegender Hof fördert die Durchlüftbarkeit. Auch dieser sollte über ausreichende Verschattungsmöglichkeiten verfügen, ohne den Luftfluss zu stören.

Im städtebaulichen Kontext betrachtet lässt sich die angrenzende Straße als Ausrichtung der Verkaufsräume nutzen. Die Grundstücksform ermöglicht eine angepasste Bauweise durch ihre nicht parallel verlaufende Kanten. Im Nord-Osten befindet sich eine Freifläche, welche eine gute Belüftung durch den nordöstlichen Wind ermöglicht. Es ist vermutlich sinnvoll, einen hohen Flächenanteil des Grundstücks zu nutzen. Dies ermöglicht auch eine gute Regenwasserbewirtschaftung.

Marrakech





Fassadenkonzept für das kühle Klima

### Fassadenkonzept

Das Ziel des Fassadenkonzeptes ist es im Sommer den Wärmeeintrag möglichst gering zu halten. Im Winter steht im Fokus die passiven Solargewinne zu optimieren und die Innenräume vor Wärmeverlusten zu schützen.

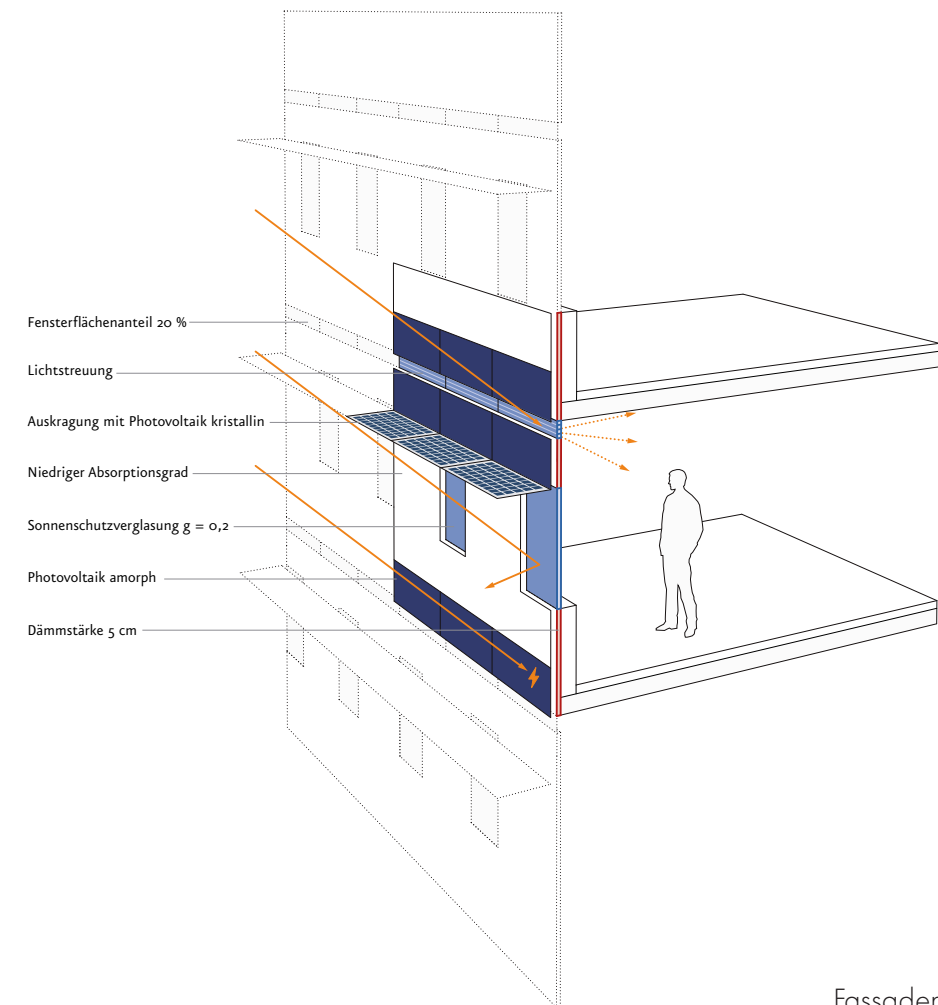
Die Öffnungsanteile der Fassade durch Fenster sollten auf der Nord-, West- und Ostfassade zwischen 30 bis 40% liegen. Da das Gebäude im Süden zur Hauptstraße hin orientiert ist, eignet sich hier einen Fensterflächenanteil von bis zu 50%. Dies optimiert den Heizwärmebedarf und lädt die Menschen in die Patisserie ein. Im Sommer können horizontal bewegliche Verschattungselemente einer Überhitzung der Innenräume entgegen wirken. Diese können bei dem Entwurf auch innenliegend angebracht sein.

Um Lüftungswärmeverluste zu vermeiden können Zuluftpaneele zum Einsatz kommen, die über einen Wärmetauscher verfügen.

Der Einsatz von einer 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung ist sinnvoll um sich vor den kalten Temperaturen zu schützen.

Quelle: Hausladen, Liedl, Saldanha, Klimagerechtes Bauen: Ein Handbuch, S. 54 f.

Toronto



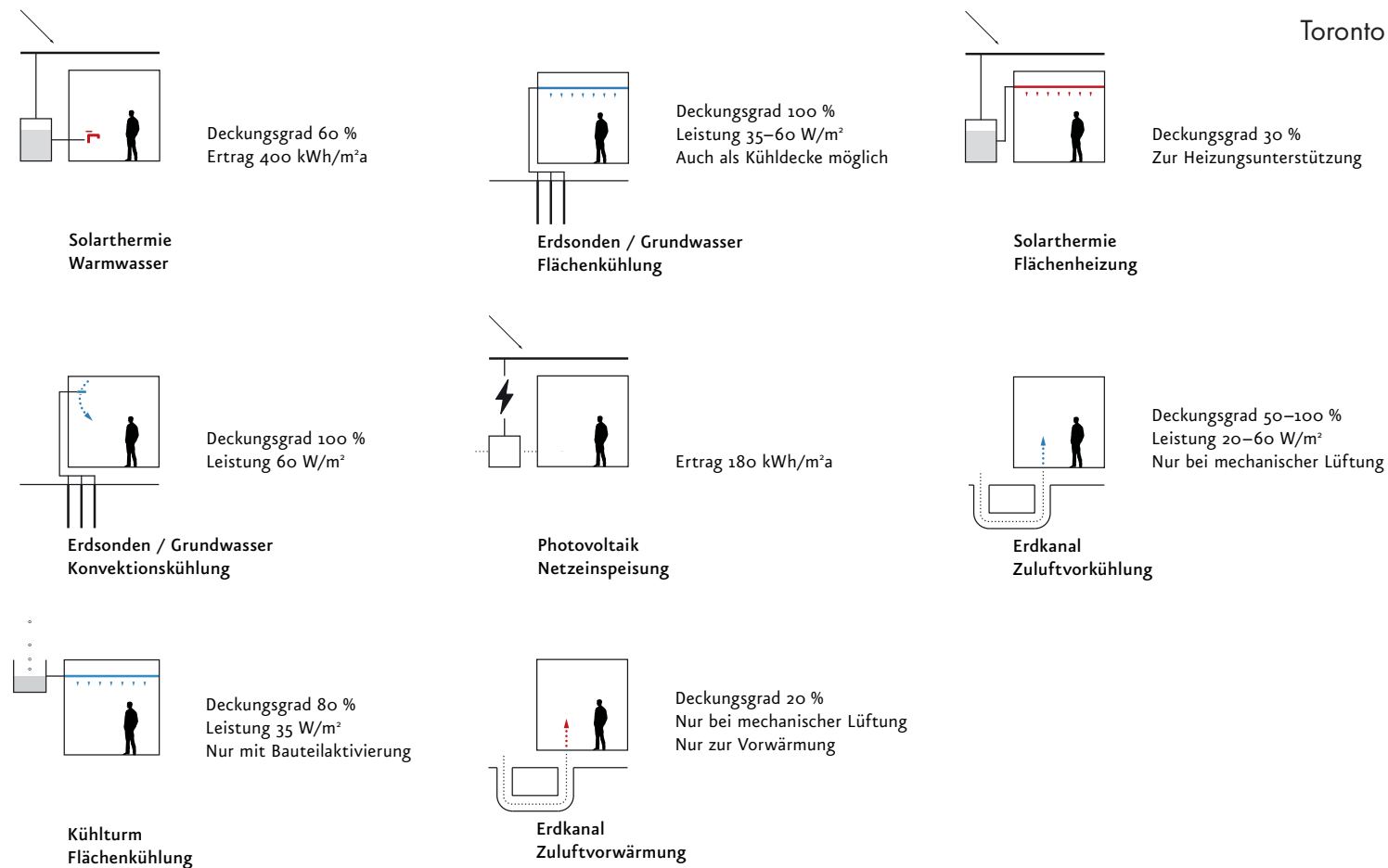
Fassadenkonzept für die Wüste

### Fassadenkonzept

Bei der Gestaltung der Fassade für den Standort Marrakech, sollte darauf geachtet werden, dass die solaren Wärmeenergieeinträge so gering wie möglich gehalten werden. Um dies zu erreichen ist der Fensterflächenanteil möglichst niedrig anzusetzen. Außerdem sollte die Fassade gut gedämmt sein. Um dennoch eine gute Beleuchtung im Innenraum zu gewährleisten, können kleine Fensteröffnungen mit einer Lichtstreuung vorgesehen werden. Verschattungselemente mit integrierten Photovoltaikerelementen können die vorzeitige Aufheizung durch Fensterflächen verhindern und generieren zugleich Energie. Zudem wäre eine helle Fassadenoberfläche von Vorteil um die dahinter liegenden Speichermassen nicht zu schnell aufzuheizen. Bei der Verglasung ist auf eine Sonnenschutzverglasung zu achten.

Quelle: Hausladen, Liedl, Saldanha, Klimagerechtes Bauen: Ein Handbuch, S. 118 f.

Marrakech



Gebäudetechnik für das kühle Klima

Gebäudetechnik

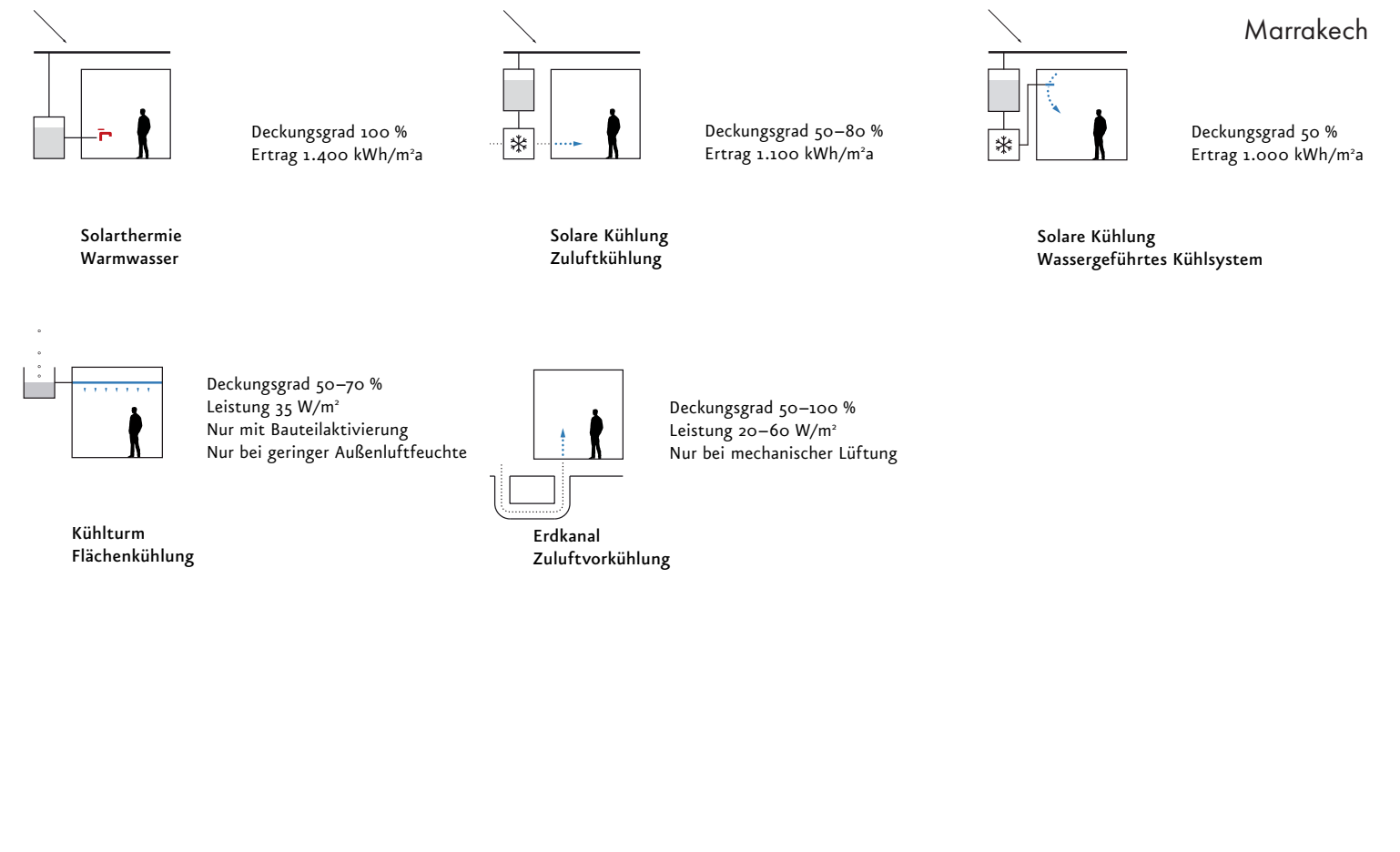
Für das zu entwerfende Gebäude in Toronto steht das Heizen im Fokus. Möglich ist hierfür ein Blockheizkraftwerk mit Biomasse (Pellets oder Hackschnitzel). Eine Fußbodenheizung dient als Verteilungssystem und sorgt für eine angenehme Verteilung der Wärme.

Da ein paar Tage im Sommer oberhalb des Behaglichkeitsbereiches liegen können, muss der Ofen der Patisserie bedacht werden. Passive Strategien können dem entgegen wirken. So ist eine Nachtauskühlung sinnvoll.

Im Winter kann die Wärme des Ofens genutzt werden. Zur Unterstützung des Heizsystems und zur Erwärmung der Zuluft kann ein Erdkanal, beziehungsweise im Sommer das Grundwasser zur Kühlung verwendet werden. Unterstützend sollte eine Nachtauskühlung möglich sein und eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung. Gleichzeitig muss aufgrund der Winde die Entfeuchtung der Luft mitbedacht werden.

Solarthermie kann unterstützend eingesetzt werden und zur

Quelle: Hausladen, Liedl, Saldanha, Klimagerechtes Bauen: Ein Handbuch, S. 56 f.



Gebäudetechnik für die Wüste

Gebäudetechnik

Im Wüstengebiet steht die Belüftung und Kühlung eines Gebäudes im Mittelpunkt der Gebäudetechnik. Über Passive Maßnahmen können bereits wirksame Be- und Entfeuchtungserfolge erzielt werden. Um jedoch die erforderliche Lühlenergie zu erreichen wird die Gebäudetechnik benötigt. In Marrakech kommt einem die Erdtemperatur zu gute. Diese kann zur Vortemperierung genutzt werden.

Um warmes Wasser zu generieren, bietet sich die Solarthermie an. Diese kann ganzjährig genutzt werden. Ebenso kann von einer solaren Kühlung Gebrauch gemacht werden. Allerdings ist dabei auf den erhöhten Staubanteil in der Luft, und damit auf die Verschmutzungstendenz der Panele, zu achten.

Um die eine möglichst effektive Kühlung zu erzielen empfiehlt sich, eine Bauteilaktivierung zu berücksichtigen. Diese kann im Winter sowie im Sommer genutzt werden.

Um die Vorteile der Patisserie zu nutzen, kann die Abwärme des Ofens zur Beheizung im Winter genutzt werden. Auch über

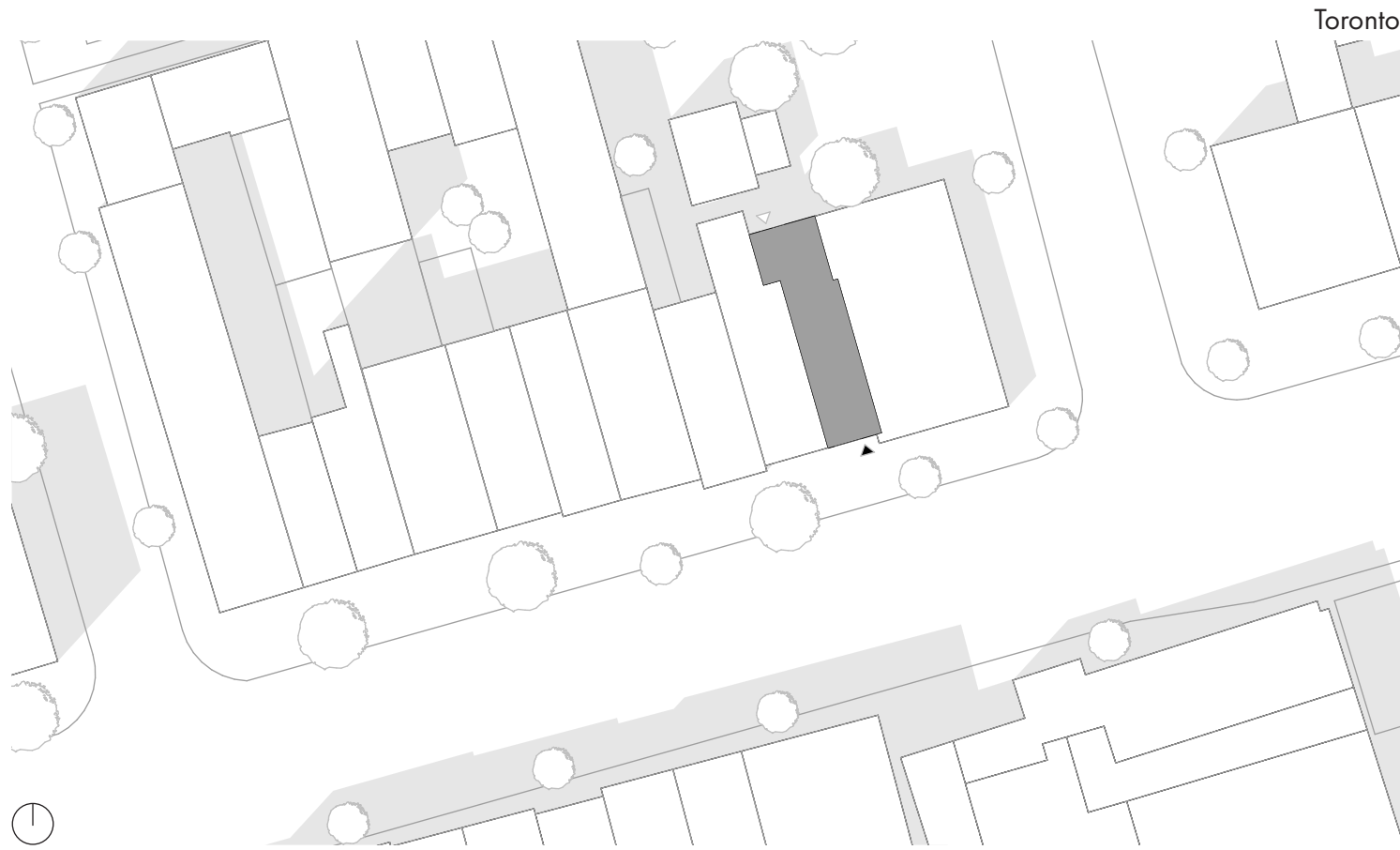
Speichermöglichkeiten ist nachzudenken.

Quelle: Hausladen, Liedl, Saldanha, Klimagerechtes Bauen: Ein Handbuch, S. 120 f.



## **2 Gebäudeentwurf**

Toronto | Marrakech



Toronto

Lageplan M 1:500

**Pâtisserie of Toronto**

Der Entwurf der Pâtisserie in der Stadt Toronto gliedert sich nahtlos in den städtebaulichen Kontext ein. Das sehr schmale und langgezogene Baufeld ist typisch für diese Gegend Torontos.

Der Entwurf ermöglicht durch seine kompakte Struktur und nutzungsorientierte Gliederung ein ganzjähriges Gefühl von Behaglichkeit für Bewohner, Kunden und Angestellte.

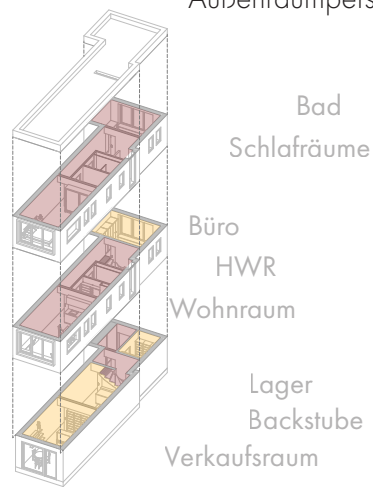
Dies wird durch ein Energiekonzept bewerkstelligt.

Ähnlich wie die restliche Bebauung in der Nachbarschaft kommen die Geschäfte auf sehr kleinem Raum unter. Somit besteht die Pâtisserie lediglich aus einem Verkaufsraum und einer Backstube. Das sich angrenzende Café bietet die Möglichkeit für eine Kooperation für einen Cafébetrieb.

Dank der nur eingeschossigen Bebauung nach Osten hin, kann die Ostfassade ebenfalls natürlich belichtet werden. Im Westen besteht für die Nachbarschaft die Möglichkeit noch ein Geschoss aufzustocken, wie es zahlreiche Nachbarn bereits getan haben.



Außenraumperspektive



Zonierung



Marrakech

Lageplan M 1:500

**Pâtisserie de l'Arabie**

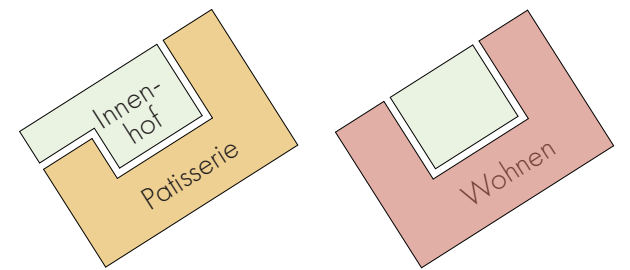
**المعجنات**

Der Entwurf der Pâtisserie de l'Arabie in der Altstadt von Marrakech orientiert sich am Grundtypen des städtischen Wohnhauses: „Dar“. Dieser Typus tritt in allen islamisch geprägten Städten in Marokko auf und kann mit einem Atriumhaus verglichen werden. So passt sich die Pâtisserie an die Nachbarbebauung an. Um einen möglichst hohen Behaglichkeitsbereich das ganze Jahr über herzustellen werden folgende Maßnahmen getroffen:

Der zweigeschossige Entwurf ist ein kompakter und einfacher Lehmleibkörper. Die Zimmer orientieren sich funktionsbezogen und aufglockert um einen zentral gelegenen Innenhof. Dieser ist überdacht mit textilen, biegsamen Solarzellen. Der begrünte Garten und das Wasserbecken im Innhof unterstützen das Mikroklima durch adäquate Kühlung. Die Belichtung und Durchlüftung der Räume erfolgt über den Hof, so kann der Fensterflächenanteil an der Außenfassade minimiert werden. Gegebenenfalls kann diese mit stromerzeugenden Abspanntextilien verkleidet werden.



Außenraumperspektive



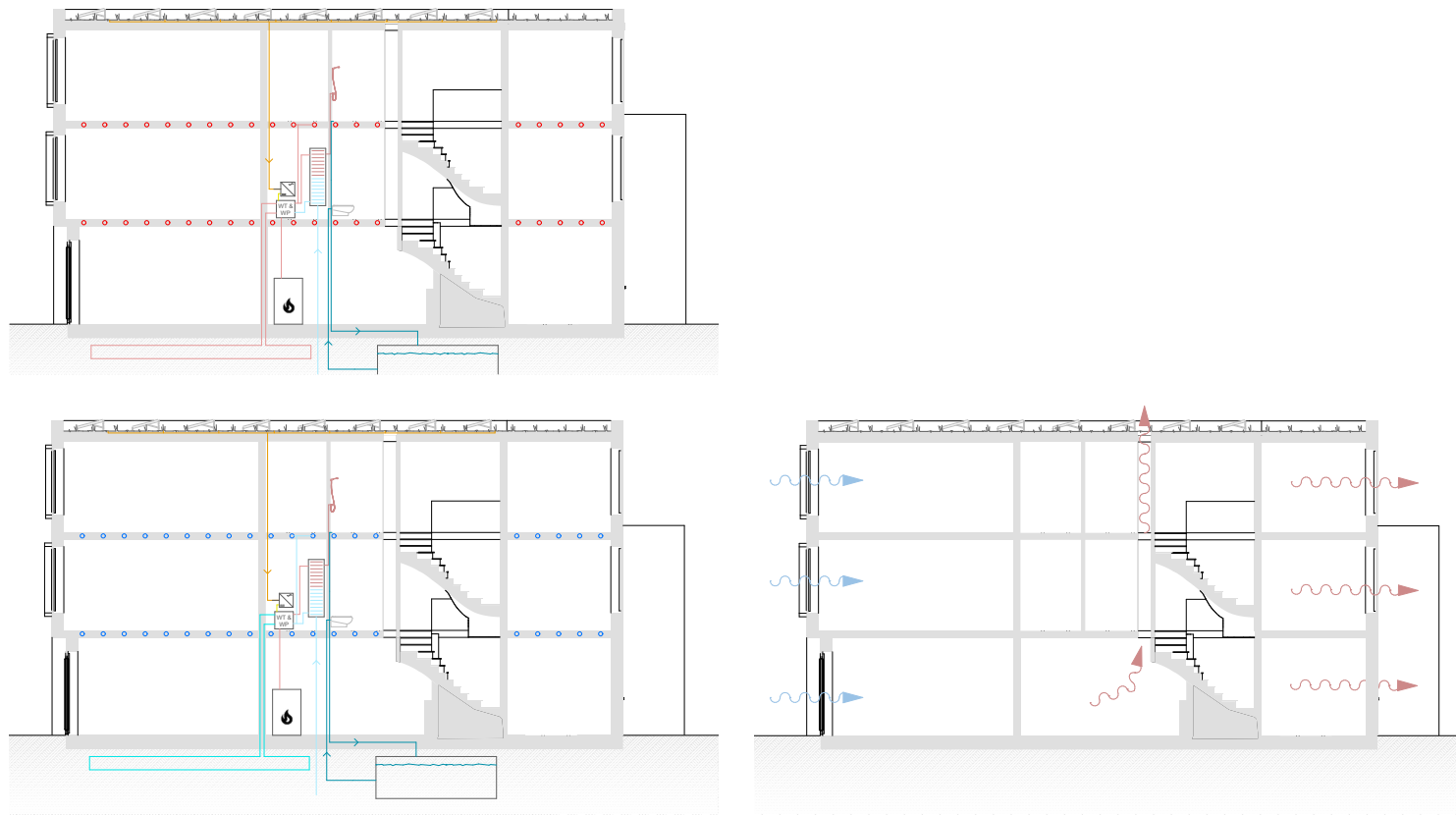
Erdgeschoss

Obergeschoss

Zonierung

Quelle: <https://www.blogs.uni-mainz.de/fb09kulturgeographie/files/2013/11/Gentrification-Medina-Marrakech.pdf>, <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2019/august/strom-aus-stoff.html>





Konzeptanschnitte

**Energiekonzept**

Ziel des Energiekonzepts ist es, so viele Vorteile aus der Umwelt zu ziehen wie möglich. Zum Beispiel die Sonne als Energiequelle nutzen, Erdwärme sich zu nutze machen oder die natürlichen Windbedingungen und die vorteilhafte Ausrichtung des Baufeldes für die Belüftung nutzen.

**Passive Maßnahmen**

Als Passive Maßnahme sind die Anordnung der Fenster einzuordnen sowie des Lichtschachtes für die Backstube. Dieser kann wie ein Kamin die warme Luft abführen. Die offene Struktur des Gebäudes ermöglicht eine gute Durchlüftung über die Fenster. Außerdem sorgt das Gründach für ein angenehmes Klima im Haus und auch in der näheren Umgebung.

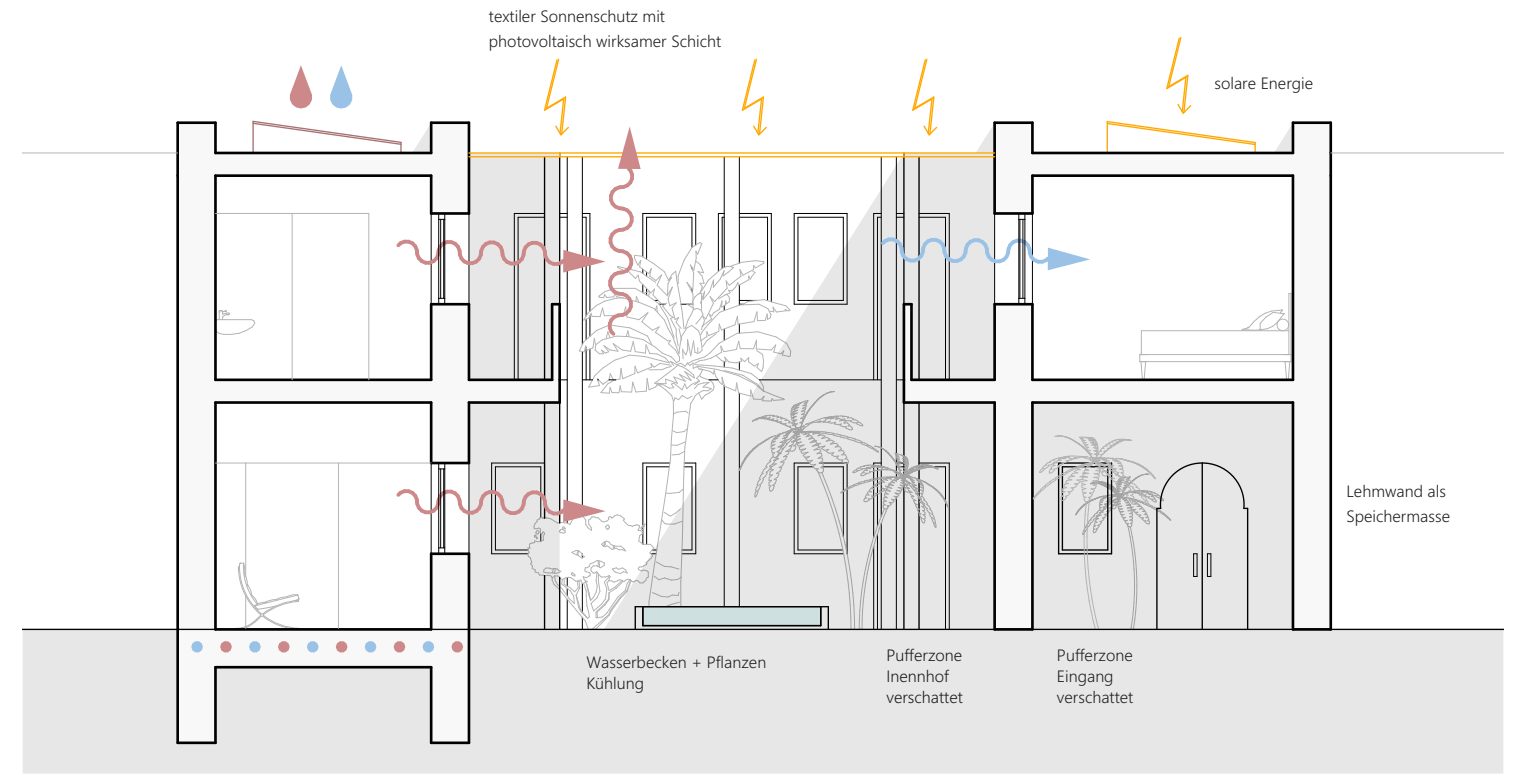
**Aktive Maßnahmen**

Zu den aktiven Maßnahmen gehört die Wärmepumpe mit Wärmetauscher. Sie nutzt die Wärme des Bodens zur erwärmung von Wasser oder zur temperierung des Hauses.

Die Bauteilaktivierung zählt ebenfalls zu den aktiven Maßnahmen. Sie kann zur wärmeren Jahreszeit heruntergekühlt werden und zur kalten Jahreszeit erwärmt werden. Die Bauteilaktivierung wird ebenfalls über die Wärmepumpe gespeist. Über den Wärmetauscher kann die Abwärme des Bäckerofens im Winter auch an die Bauteilaktivierung gereicht werden. Ebenso ist die Erwärmung des Wassers möglich.

Für die sicherstellung der Warmwasserversorgung steht ein Schichtenspeicher zur Verfügung.

Die Wcs sowie eine eventuell notwendige Dachbewässerung erfolgt über eine Brauchwasseranlage. Die dazugehörige Zisterne befindet sich unterhalb der Bodenplatte.



Konzeptanschnitt M 1:100

**Energiekonzept**

Um das Gebäude vor dem Wüstenklima zu schützen, werden passive und aktive Maßnahmen vorgenommen:

Es handelt sich um eine kompakte und massive Gebäudehülle aus Stampflehmfertigteilen. Das Material wirkt temperatenausgleichend und schafft ein angenehmes Raumklima. Die 50cm dicken Wände bilden eine Speichermasse, die zu einer passiven Kühlung oder Heizung beiträgt. (Wandaufbau von außen nach innen: 30cm Stampflehm, 10cm Dämmung, 10cm Stampflehm).

Die Räume orientieren sich um einen verschatteten Innenhof. Durch Bepflanzung und ein Wasserbecken entsteht ein angenehmes Klima mithilfe von adiabater Kühlung.

Die Fensteröffnungen sind minimiert um solare Wärmeeinträge so gering wie möglich zu halten. Die Öffnungen sich zum Innenhof hin orientiert. Dies bietet Schutz vor Hitze und ermöglicht eine Durchlüftung sowie Belichtung über den Innenhof. So entweicht die warme Raumluft aus dem Gebäude und es kommt zu einem natürlichen Luftaustausch.

Aufgrund der hohen solaren Einstrahlung im Sommer sehen wir keine Dachbegrünung vor sondern Solarthermieanlagen auf dem Dach für eine solare Kühlung. Durch eine Bauteilaktivierung werden die Räume gekühlt und in den Wintermonaten beheizt. Dies wird zusätzlich von dem Ofen der Patisserie unterstützt. Auf dem Dach kommen zusätzlich noch Photovoltaikanlagen um den Stromverbrauch zu decken. Je nach

Nutzung kann das Dach während der kühleren Monate als Dachterrasse benutzt werden.

Ein überdachter Laubengang dient zur Erschließung der Räume im Obergeschoss. Überdacht wird der Laubengang durch ein Textil mit photovoltaisch wirksamer Schicht. Gegebenenfalls kann die Fassade mit dem stromerzeugenden Abspanntextilien verkleidet werden, deshalb ist sie nach Außen hin fensterlos.

Das Erdreich wird als regenerative Wärme- und Kältequelle genutzt. Erdsonden im Boden ermöglichen, dass das Bodentemperaturniveau über einen Wärmetauscher zur Kühlung oder indirekt über eine Wärmepumpe als Heizung zu nutzen. So kann überschüssige Wärme im Sommer in das Erdreich zurückgeführt werden.

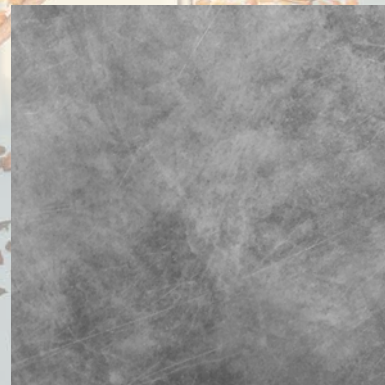
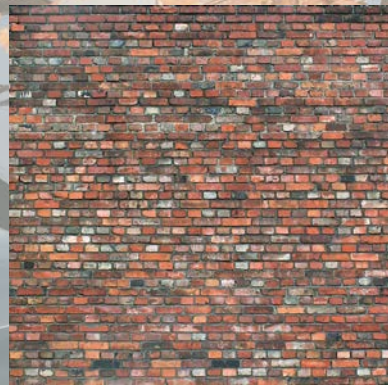
Aufgrund des seltenen Niederschlages, kann anfallendes Grauwasser durch Wiederaufbereitung der sekundären Nutzung zugeführt werden.



## 2.1 Gebäudeentwurf

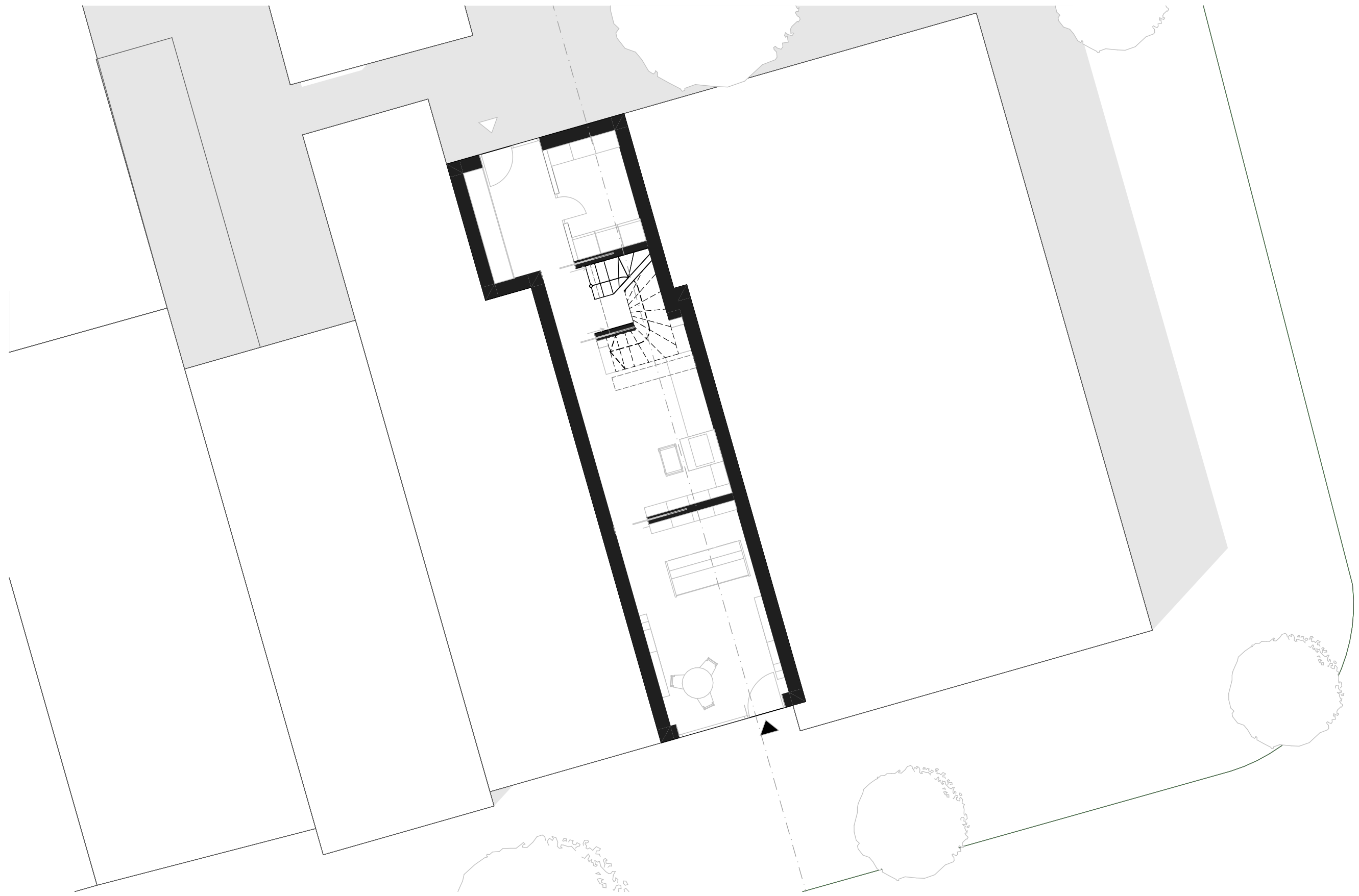
Toronto

Pâtisserie aus Stein, Holz, Beton



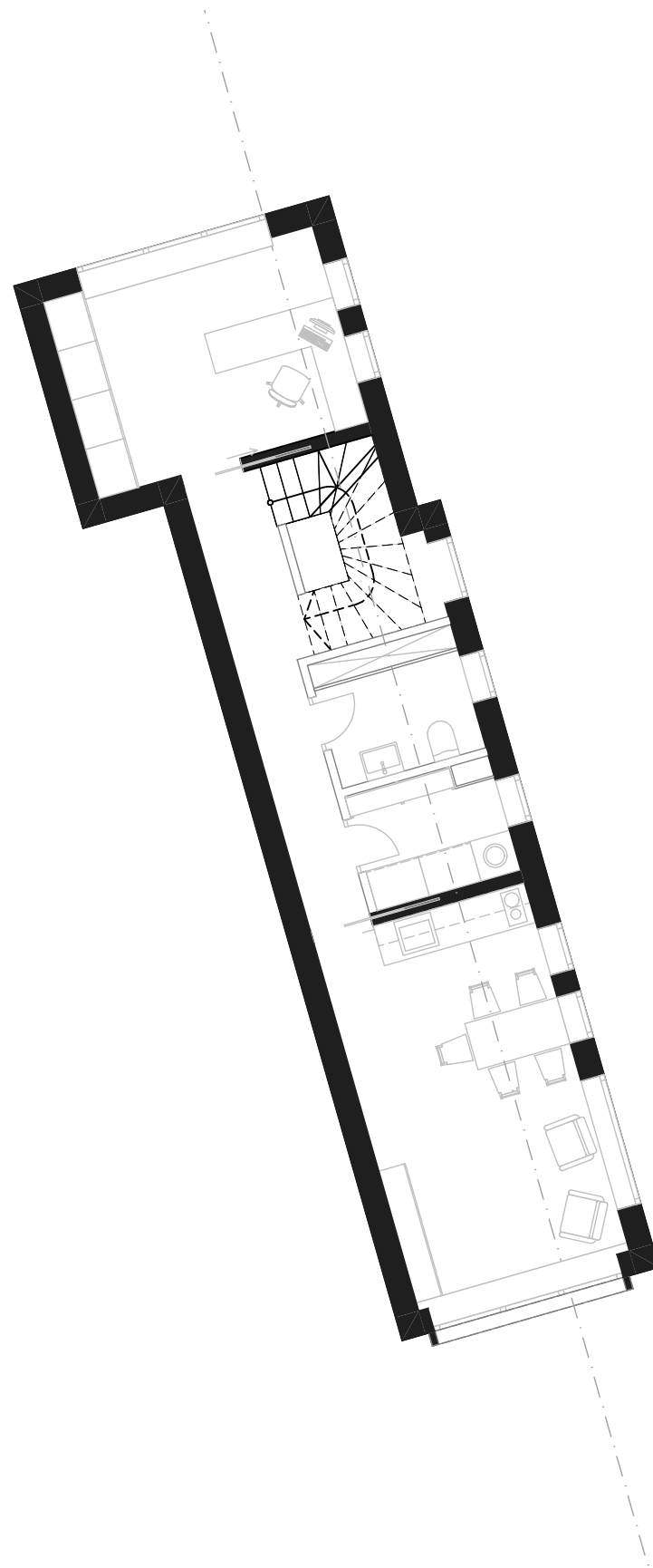


# Grundrisse

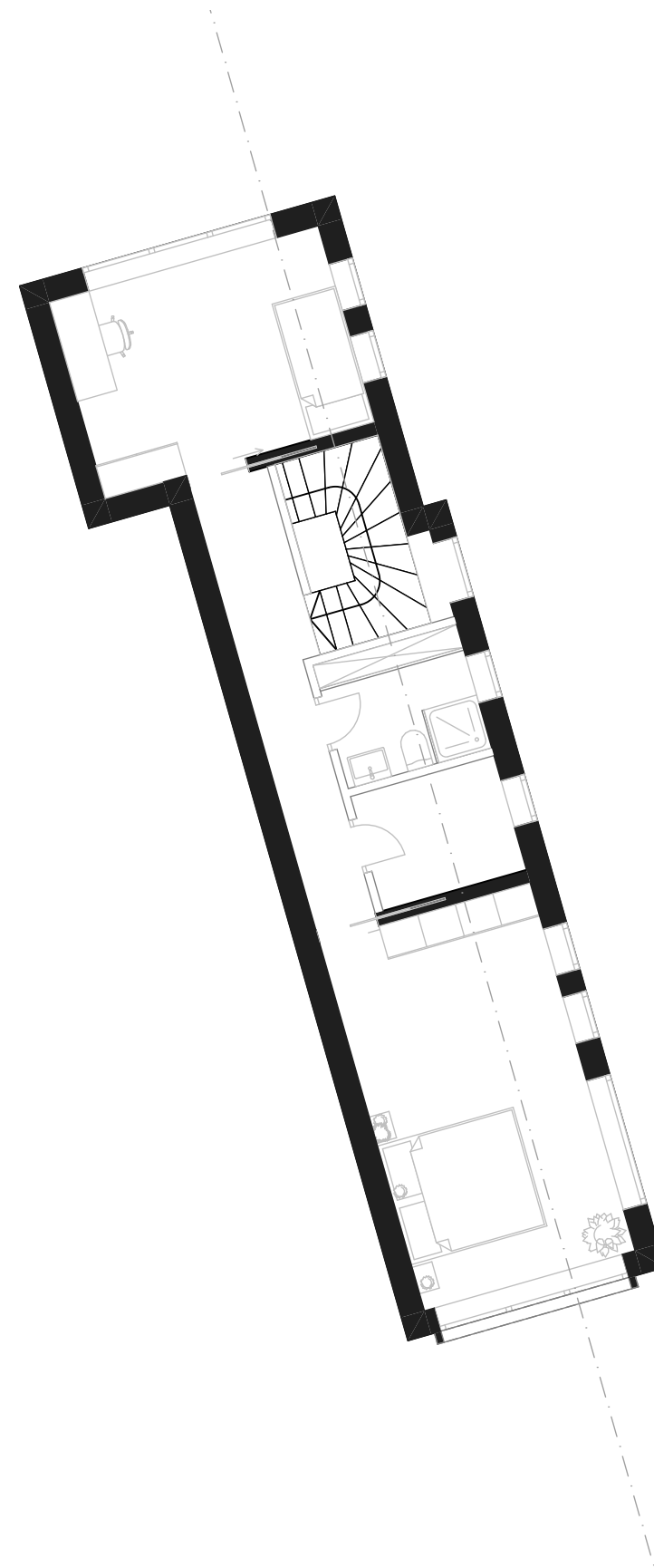


Grundriss Erdgeschoss M 1:100

# Grundrisse



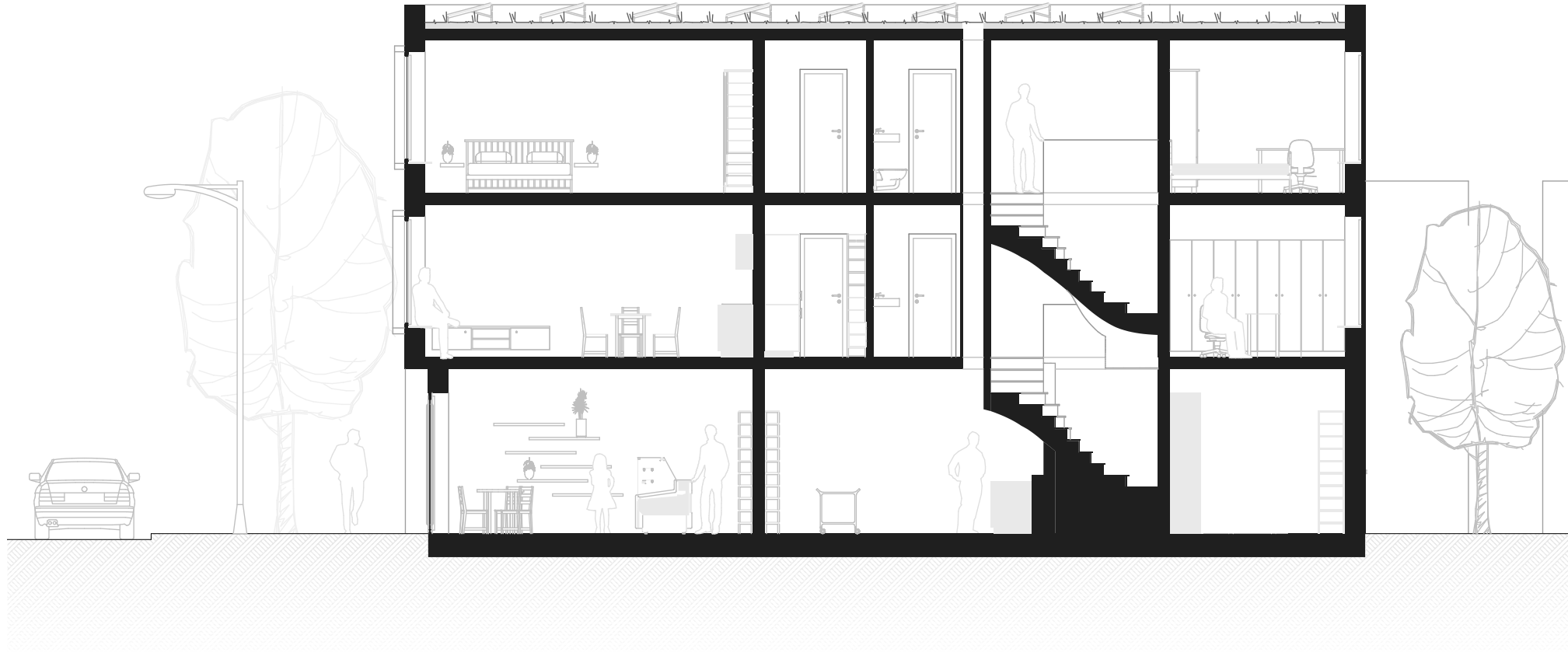
Grundriss 1. Obergeschoss M 1:100



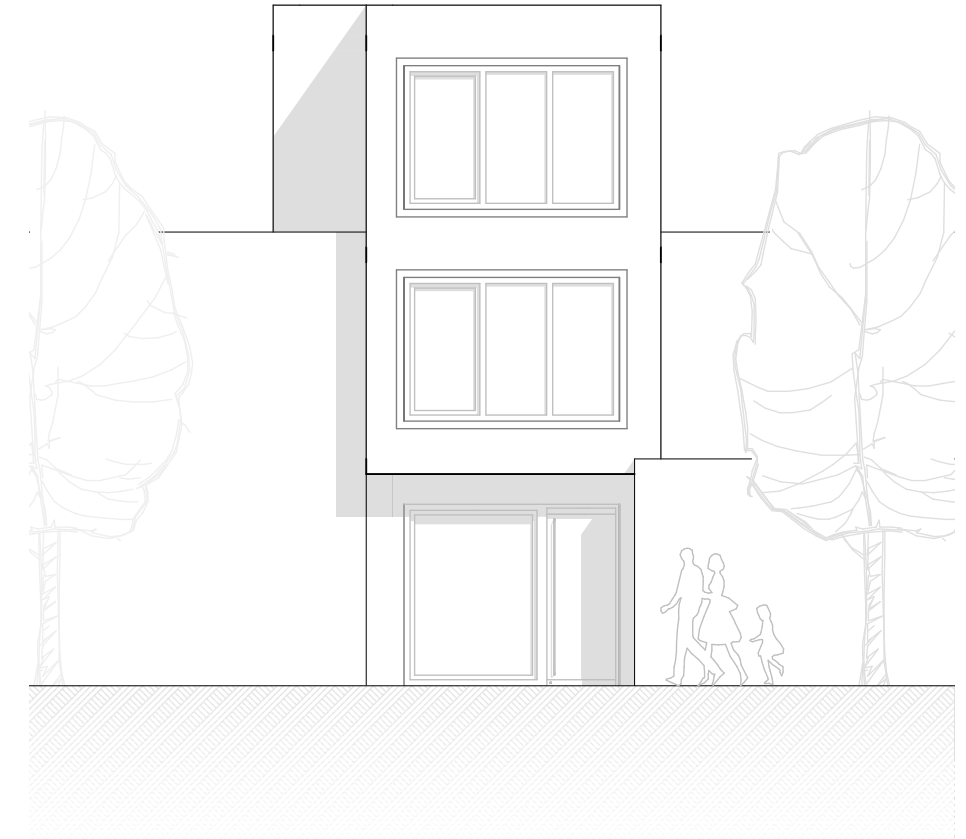
Grundriss 2. Obergeschoss M 1:100



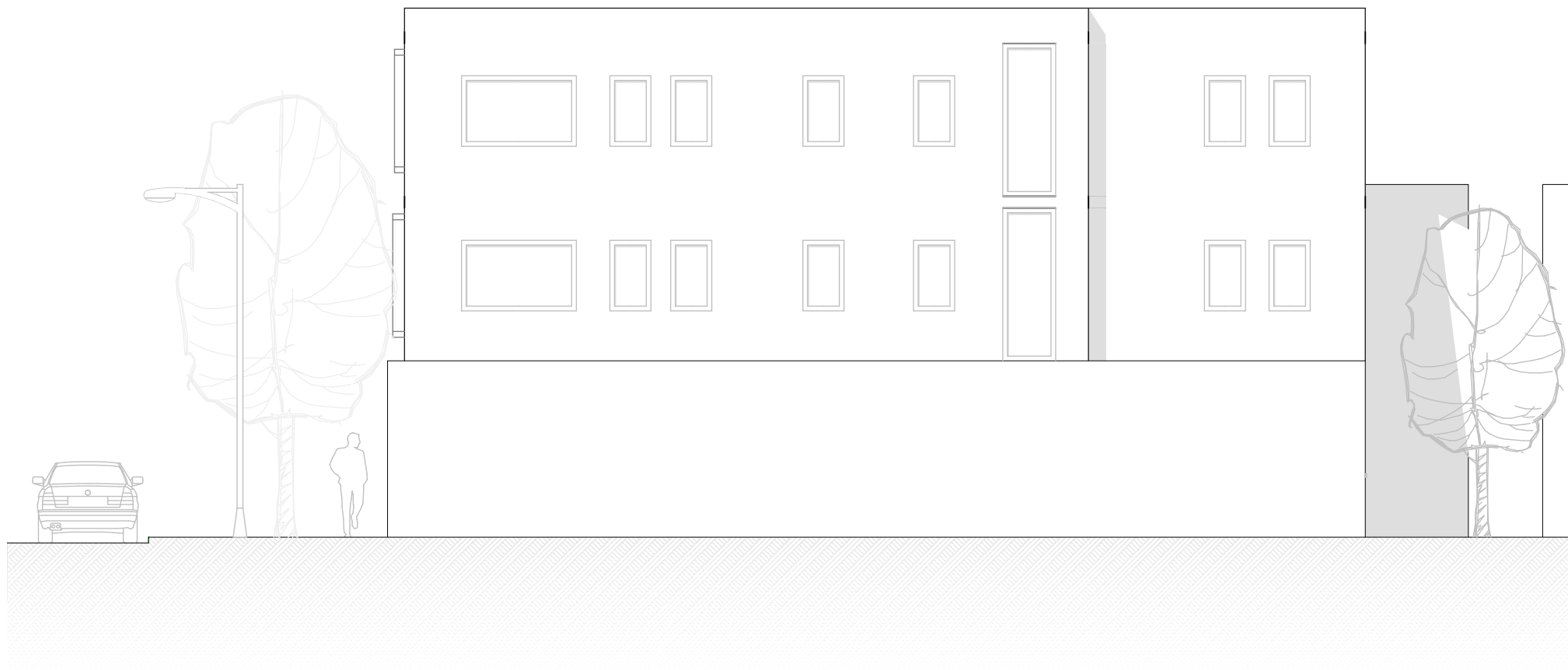
# Ansichten und Schnitte



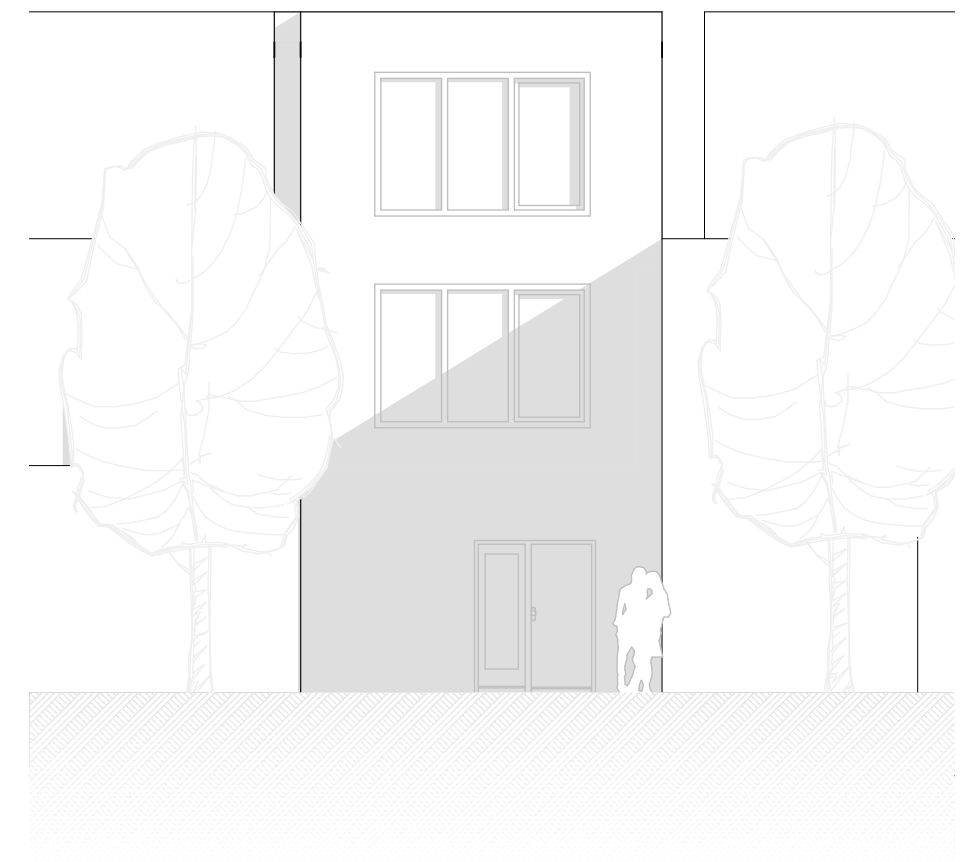
Schnitt A-A M 1:100



Ansicht Süd M 1:100



Ansicht Ost M 1:100



Ansicht Nord M 1:100



## 2.2 Gebäudeentwurf

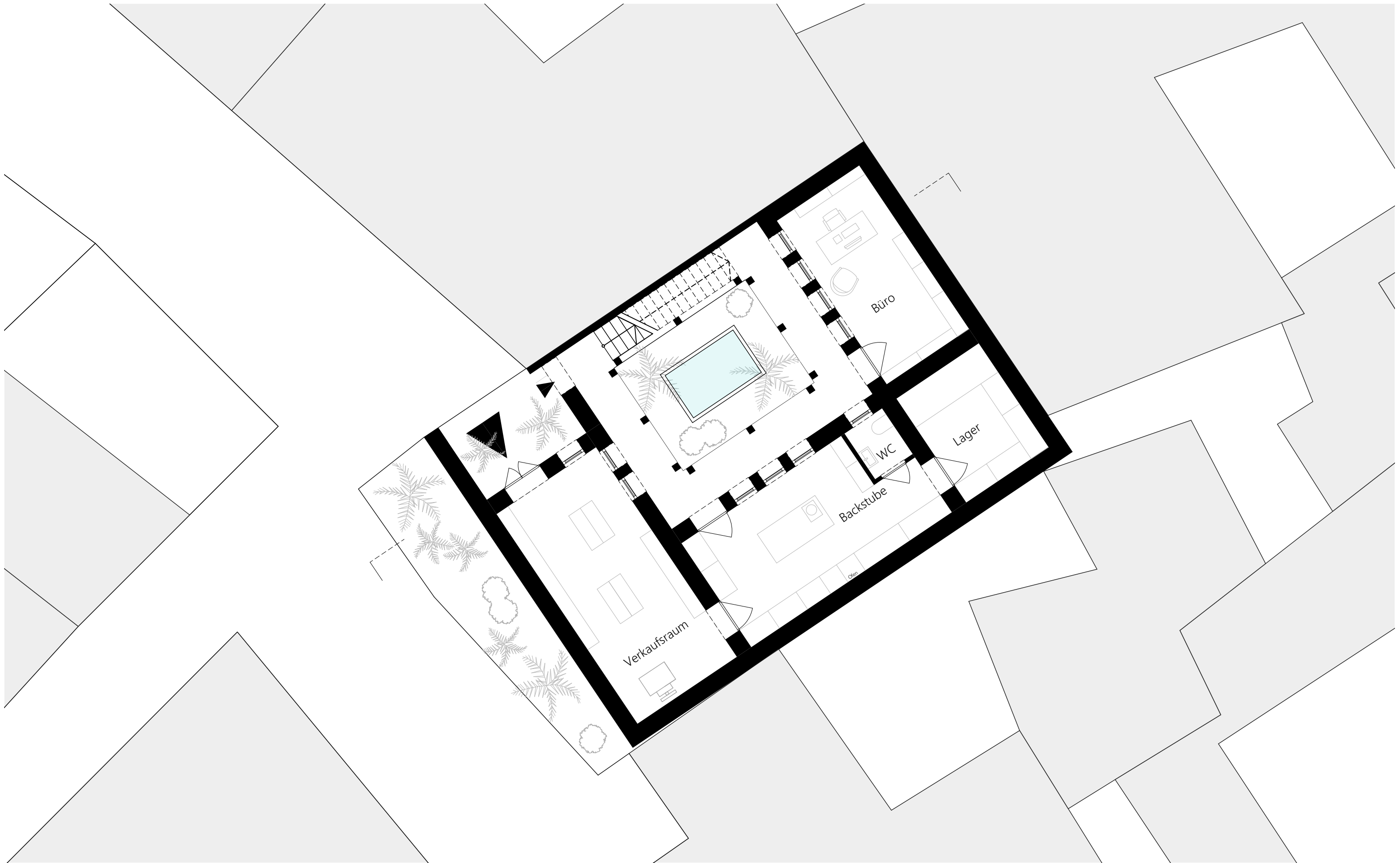
Marrakech

Pâtisserie aus Stampflehm, Stein



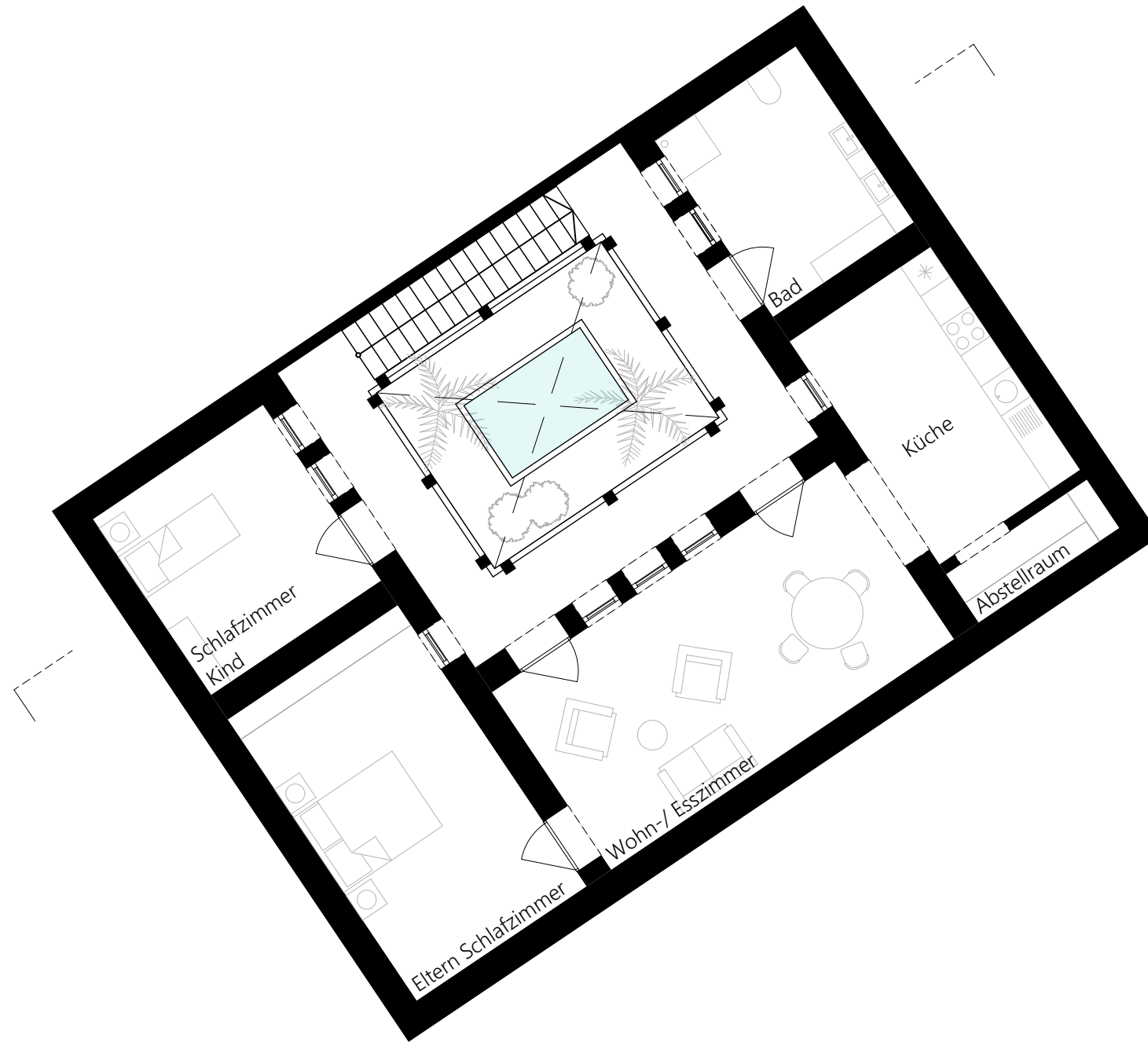


# Grundrisse



Grundriss Erdgeschoss M 1:100

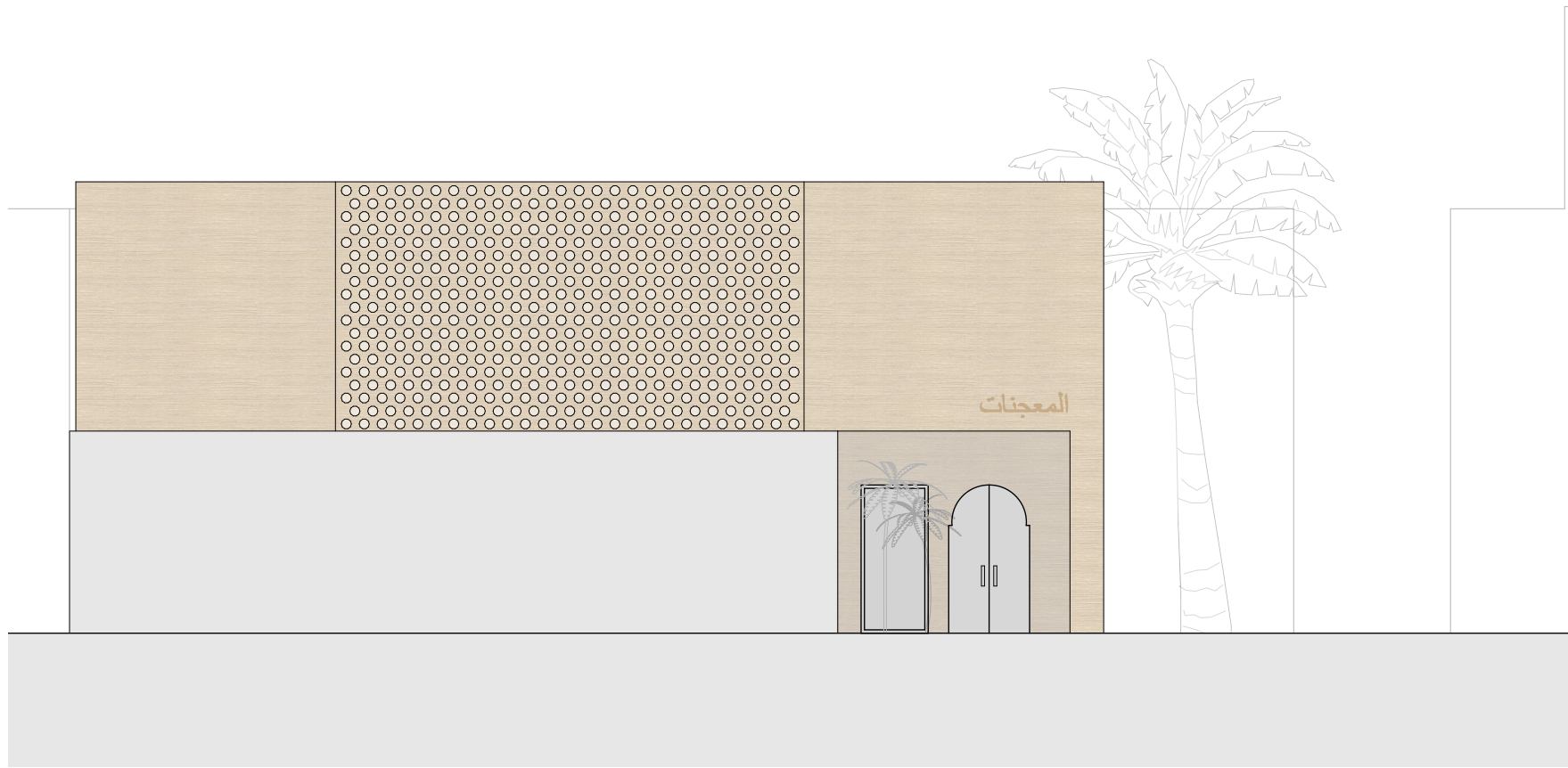
# Grundrisse



Grundriss Obergeschoss M 1:100



# Ansichten und Schnitte



Ansicht Nord M 1:100



Ansicht Süd M 1:100



Schnitt A-A M 1:100

## **3 Nachweise**

Quellenverzeichnis | Förmliche Erklärung



## Quellenverzeichnis

<https://www.brunnenturmfigur.de/index.php?cat=Turm%20und%20Uhr%2FTürme%20%28Minarette%29%20in%20Marokko>  
<https://de.climate-data.org/afrika/marokko/marrakesch/marrakesch-4746/>  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Marrakesch>  
<https://www.hochbau.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapool-hochbau/Diverse/Lehre/2006-04Kaelte.pdf>  
<https://fachwerkhaus-sanierung.de/marokko.html>  
<https://www.kulturreisejournal.de/traditionelle-lehmbauweise-in-marokko/>  
[http://www.jccs-a.at/old\\_issues/2007\\_issue\\_files/jccs\\_01\\_lehner\\_full.pdf](http://www.jccs-a.at/old_issues/2007_issue_files/jccs_01_lehner_full.pdf)  
<https://ronaldwandererprofessur.wordpress.com/2012/11/01/autochtone-bauweisen/#jp-carousel-408>  
[https://www.architektur.uni-kl.de/hauskybernetik/10\\_00\\_hauskybernetik\\_e.pdf](https://www.architektur.uni-kl.de/hauskybernetik/10_00_hauskybernetik_e.pdf)  
<https://core.ac.uk/download/pdf/11583605.pdf>  
<http://derarchitektbda.de/effizienz-als-prinzip/>

Weitere Quellen sind direkt auf den Seiten vermerkt.