

Technischer Bericht

zur

China Exkursion 2015

Gruppe D
Guilin/Karstgeologie und Baugrube Peking

Ersteller:

Stelzl Maximilian
Plank Mario
Gappmaier Jan
Brandmaier Markus
Reichenstein Julian
Fuchs Stefan

Inhaltsverzeichnis

China Exkursion – Baustelle/Baugrube Peking.....	3
1. Allgemeines.....	3
2. Lage	4
3. Geologie und Untergundverhältnisse.....	5
4. Baugrubensicherung.....	5
5. Gründung.....	6
China Exkursion – Guilin Karstgeologie	7
6. Allgemein Cockpits, Kegel- und Turmkarst.....	7
7. Karstlandschaft Guilin	9
Quellen:.....	11

China Exkursion – Baustelle/Baugrube Peking

1. Allgemeines

Am 19.10.2015 wurde eine Baustelle im Zentrum von Peking besichtigt. Dabei handelte es sich um eine Baustelle mit einer Breite von 500 m, einer Länge von 600 m und somit einer Gesamtfläche von 30 ha. Auf diesem Areal erfolgte zu diesem Zeitpunkt die Errichtung von mehreren großen Gebäudekomplexen. Unter anderem erfolgt der Bau des zukünftig zweithöchsten Gebäudes der Welt, des China Cup mit einer Gesamthöhe von ca. 528 m. Die Fassade des Gebäudes ähnelt einem altertümlichen Bronzebecher, deshalb der Name China Cup. Das Besondere an dieser Baustelle ist die außergewöhnlich tiefe Gründung von 42m, der zusammenhängende unterirdische Bereich, der auf mehrere Etagen aufgeteilt ist und eine gesamte Größe von $47,5 \cdot 10^4 \text{m}^2$ erreichen wird sowie die daraus resultierende zentralisierte Versorgung mit Strom, Wasser, Abwasser und dergleichen. Die Fertigstellung des Gebäudes soll 2017 erfolgen. Ein Überblick der Baustelle ist in Abbildung 1.1 zu sehen.



Abbildung 1.1: Übersicht Baustelle Peking

2. Lage

Die Baustelle befindet sich im Zentrum Pekings, ca. 5 km östlich der Verbotenen Stadt zwischen dritter und vierter Ringstraße im zentralen Geschäftsbezirk (CBD). In diesem Gebiet haben sich schon zahlreiche große chinesische Institutionen angesiedelt, wie das Hauptquartier des staatlichen chinesischen Fernsehen (CCTV), die Wanda Company, ein bedeutender Immobilienkonzern der auch zahlreiche Kinos betreibt sowie die Zentrale des Beijing TV. Die Lage der Baustelle ist in Abbildung 2.1 mit einem roten Rechteck ersichtlich gemacht.

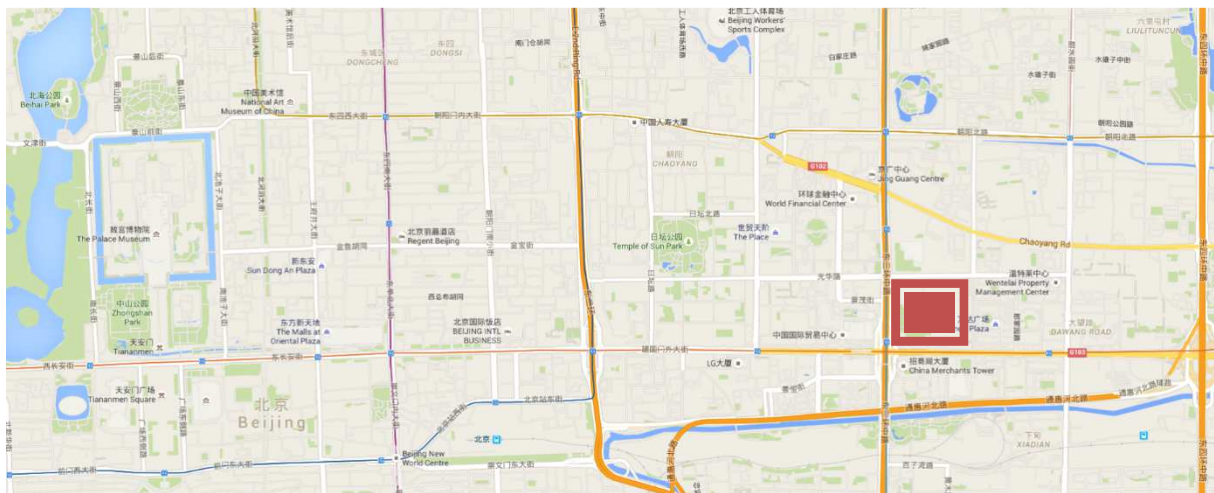


Abbildung 2.1: Lageplan des CBD

Auf Abbildung 2.2 ist die genaue Grundstücksaufteilung ersichtlich. Auf den blau markierten Liegenschaften wird gerade gebaut. Im roten Rahmen soll sich dann der zukünftige China Cup befinden. Die grüne Linie ist eine Straße die durch den Gebäudekomplex verlaufen wird, unter diesem befinden sich auch die zentralen Versorgungsleitungen. Die blaue punktierte Linie soll die Anordnung der Brunnen, mit denen der Grundwasserspiegel abgesenkt wird, symbolisieren.

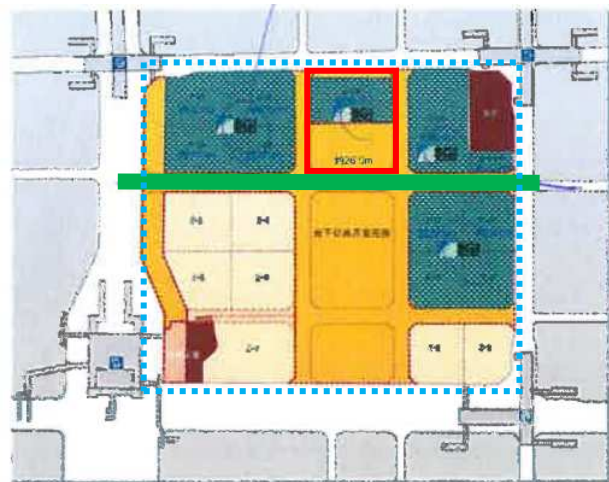


Abbildung 2.2: Grundriss der Grundstücksaufteilung

3. Geologie und Untergundverhältnisse

Peking liegt in der nordchinesischen Ebene (große Ebene) und wurde durch nordchinesische Flüsse ausgefüllt. Die Flüsse transportierten Sande und Löss in die Ebene die sich darin im Laufe der Zeit ablagerten.

Der Bodenaufbau auf dem Projektgebiet besteht hauptsächlich aus Kiesen, Sanden mit Schluff- Toneinlagerungen. Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden Kernbohrungen durchgeführt. Die maximale Länge einer Kernbohrung hat ca. 42 m betragen. Die durchschnittliche Kernbohrungslänge ist 32 m.

Der höchste Grundwasserstand wurde bei 19 m unter der Geländeoberfläche angetroffen. Da die Gründung mehrere Grundwasser führende Schichten durchbricht, werden während der Dauer der Baustelle ca. 10.000 m³/d aus dem Boden gepumpt. Dies geschieht durch Brunnenbohrungen die am Rand der ganzen Baugrube angelegt worden sind.

4. Baugrubensicherung

Die vertikale Baugrubensicherung erfolgte mit rückverankerten Bohrpfahlwänden. Die Anker haben dabei eine Länge von 25-30 m und führen bis in das öffentliche Gut. Die Dimensionierung selbiger erfolgte mittels analytischer 2D Berechnungen. Zur Kontrolle selbiger, insbesondere der Verformungen der Baugrubensicherung (zB. Kopfverformung,...), wurden die analytischen Ergebnisse mit einer numerischen Simulation verglichen.

Eine der ausgeführten rückverankerten Bohrpfahlwände ist in Abbildung 4.1 zu sehen.

Für das Monitoring an Ort und Stelle wurden mehrere Reflektoren an verschiedenen Stellen der Baugrubensicherung angebracht. Durch periodische Messungen können hiermit die tatsächlichen Verschiebungen (horizontal und vertikal) gemessen werden. Diese bewegen sich, laut Aussage der Verantwortlichen, im Bereich unter 1,5 cm (horizontal) und stimmen mit den zuvor getätigten Berechnungen gut überein.

Verbleibende Böschungen wurden für den Bauzustand mittel Spritzbeton und Bodennägel gesichert (siehe untenstehende Abbildung).



Abbildung 4.1: Bohrpfalwand mit Ankern

5. Gründung

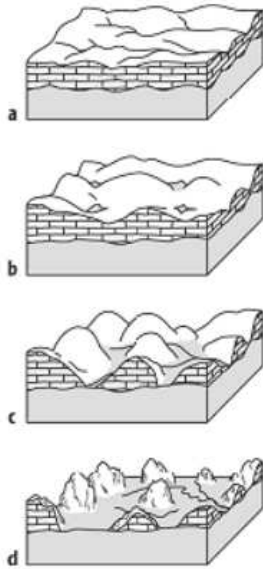
Die Gründung der Gebäude erfolgt über eine Flachgründung die eine Tiefe von bis zu 30 m unter der Geländeoberfläche erreicht. An Hauptlastpunkte (Stützen) werden zusätzlich Tiefgründungen (Bohrpfähle) mit einer Tiefe von 60-70 m ausgeführt.

China Exkursion – Guilin Karstgeologie

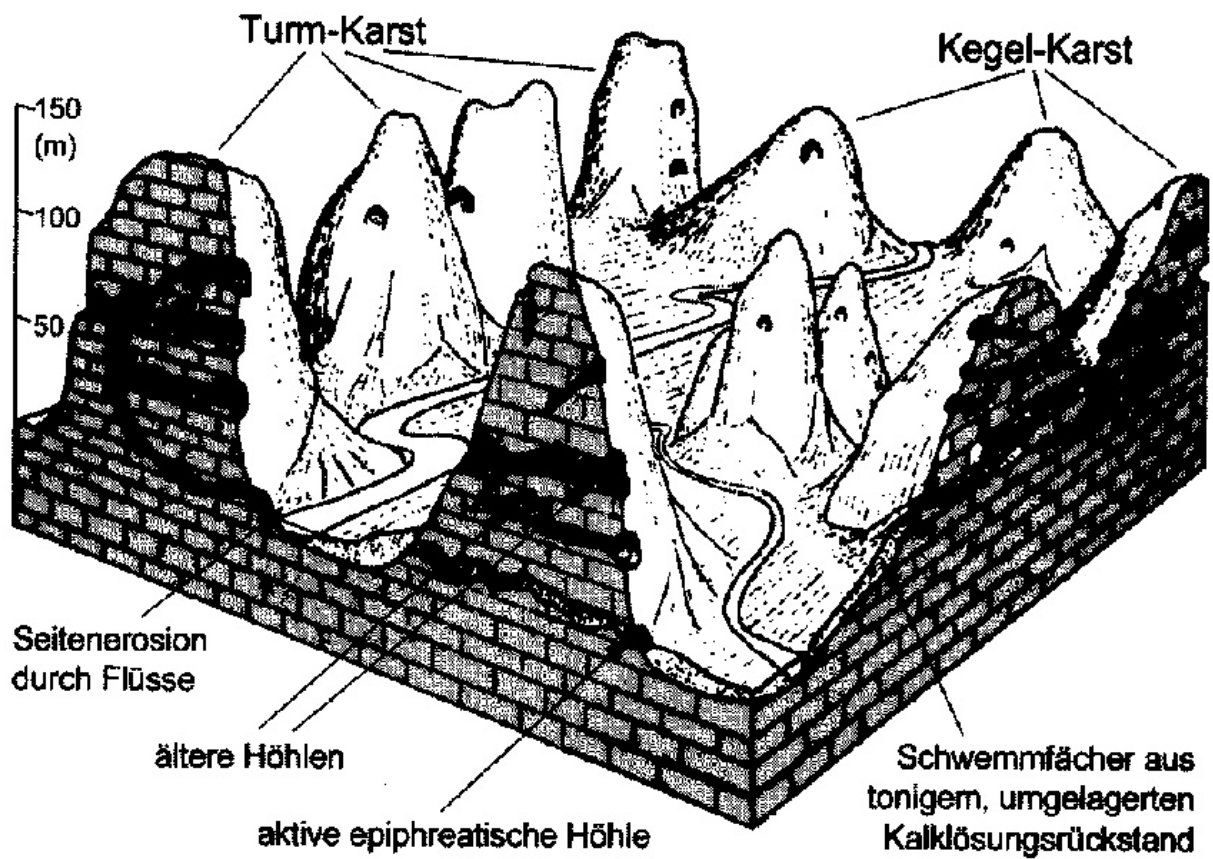
6. Allgemein Cockpits, Kegel- und Turmkarst

In den Tropen ist die Leitform der Karstgebiete der Kegel- und Turmkarst. Diese Karstform wird extrem begünstigt durch die hohe Intensität der chemischen Verwitterung welche zu einer massiven Tiefenerosion führt. Im gemäßigten Klima und im Mediterrangebiet dominieren in den Karstgebieten die Hohlformen. In den Tropen hingegen finden sich hauptsächlich Restformen bei denen nur noch 10-30% des ursprünglichen Gesteins vorhanden sind. Die sehr ausgeprägte Tiefenerosion schafft Schlucklöcher die sich weiter zu tiefe Hohlformen entwickeln, sogenannte Cockpits. Cockpits sind das Äquivalent der Dolinen im tropischen Karst. Angeschwemmte tonhaltige Sedimente kleiden die Cockpits aus und sorgen dafür, dass das Wasser nicht versickert und sich somit die Cockpits in der Breite vergrößern. Dies erfolgt sternenförmig und mehrere Cockpits können sich bei fortschreitender Ausbreitung verbinden. Sie sind somit die Grundlage für die Schaffung einer Karstebene. Die Ausbreitung der Ebene erfolgt meist schachbrettartig und ist durch das Kluftsystem bestimmt.

Zwischen den Cockpits, die sich immer weiter mit ihren Nachbarn verbinden, bleiben Kegel als isolierte Teilstücke der Cockpitumrandung stehen. Die weitere Erosion an der Basis dieser Rückstände schafft immer steilere Hänge. Sie nehmen allmählich eine turmförmige Gestalt an. Der Turmkarst hat in der Regel steiler Hänge und eine geringere Grundfläche als der Kegelkarst. Die isolierten Türme werden weiter aufgelöst und ausgehöhlt. Dies bedingt häufig die Bildung von Höhlen. Trotz der fortlaufenden Erosion und Verwitterung der Türme, sind sie doch recht widerstandsfähig. Dies verdanken sie der Sinterstabilisation. Dies ist der Prozess bei dem das Niederschlagswasser den Kalk der Türme an den Außenflächen löst und dann in das Innere des Gesteins versickert. Bei der weiteren Versickerung bahnt sich das Wasser wieder seinen weg hinaus aus den Karsttürmen und verliert dabei CO₂ und der Kalk wird ausgefällt. Die Folge ist Sinterbildung. Der Sinter stabilisiert, die von innen fast aufgelösten Türme, da er viel weniger zur Verwitterung neigt, bedingt durch seine schlechte Löslichkeit und beinahe Kluftfreiheit. Höhlen in gewisser Höhe der Kegel und Türme sind Zeugen dafür, dass neben der lateralen Erosion auch eine Tiefenerosion stattgefunden hat.



Kegelkarst 1: schematische Darstellung der Karstentwicklung in den Tropen mit a) Initialstadium, b) Kuppenkarst mit Cockpits, c) Kegelkarst und d) Turmkarst.



7. Karstlandschaft Guilin

Bei der Landschaft in Guilin spricht man von Turmkarst. Diese Karsttürme ragen mehrere hundert Meter aus der Karstebene empor. Diese Ebene liegt beinahe auf dem Niveau des Karstwasserspiegels und dem Wasserspiegel des Lijiang Flusses.

Die Ursachen für die Entwicklung der Karsttürme in Guilin beschreibt SWEETING (1990) wie folgt:

1. langhaltende tektonische Hebungsphasen im Tertiär und Quartär,
2. eine von zahlreichen Verwerfungen gegliederte geologische Struktur
3. die Mächtigkeit, Reinheit und Klüftigkeit der hier anstehenden devonischen und karbonischen Kalksteine,
4. die wasserreichen Flüsse, die in den frühen Phasen der Entwicklung die Kalksteine tief zerschnitten und Täler mit sehr steilen Hängen gebildet haben. Mit der Zerschneidung senkte sich der Grundwasserspiegel und die Karstentwicklung setzte ein.
5. Die entstandenen Karsttürme verdanken ihre Zerlegung und ihre Steilheit den tiefreichenden tektonischen Klüften.

Durch das langsame Eintiefen des Wasserspiegels, bildeten sich in den Türmen Karsthöhlen.

Die Entwicklung der Turmkarstlandschaft in Südchina dauerte zirka eine Million Jahre.



Abbildung 7.1: Karstlandschaft, Guilin – Quelle: Wikipedia

Quellen:

- "Einführung in die Geomorphologie", Frank Ahnert, 4. Auflage 2009
- geodz.com
- „Einführung in die Geomorphologie“, Behrendt T. und Prof. Dr. BURGER, 2. Verbesserte Auflage 2004