

BODENVEREISUNG

CDM SMITH KÄTELABOR

Sicherer Baugrund ist erfolgsentscheidend

Ein tragfähiger Untergrund ist die Voraussetzung für jedes Bauvorhaben. Doch nicht immer bietet das Erdreich optimale Bedingungen. Ein berühmtes Beispiel für die Konsequenzen eines zu weichen Bodens ist der Schiefe Turm von Pisa: Errichtet auf lehmigem Morast und Sand, begann sich der Turm schon wenige Jahre nach Baubeginn zu neigen und wurde so zum wohl bekanntesten schiefen Gebäude der Welt.

Doch was sich im Fall von Pisa in Wohlgefallen auflöste, dürfte der Albtraum eines jeden Bauherrn sein. Aus diesem Grund setzen Geotechniker im Tief- und Spezialtiefbau auf die Bodenvereisung. Bei dieser Technik wird der Baugrund künstlich gefroren und dadurch tragfähig und wasserdicht. Voraussetzung sind ein ausreichend hoher Wassergehalt des Bodens und keine zu hohen Grundwassergeschwindigkeiten.

Auf Eis gelegt

Das Prinzip der Bodenvereisung funktioniert ähnlich wie ein Tiefkühlschrank: Doppelwandige Rohre, sogenannte Gefrierlanzen, werden in den Boden eingebracht, durch die ein Kälte-träger strömt. Eine Pumpe fördert den Kälte-träger durch das innere Rohr nach unten, der über den äußeren Bereich zurückfließt und dabei dem umgebenden Boden Wärme entzieht. Auf diese Weise entstehen um die Gefrierlanzen zylinderförmige Frostkörper, die sich mit fortschreitender Gefrierzeit vergrößern und zu einem massiven Frostkörper zusammenwachsen. Diese Frostkörper stabilisieren den Baugrund so lange, bis das Bauwerk die Lasten aufnehmen kann.



FESTIGKEITS- & VERFORMUNGSVERHALTEN

Um eine Bodenvereisung zu planen und die Dimensionierung des Frostkörpers zu berechnen, müssen der geologische Aufbau und die physikalischen Eigenschaften des Baugrunds im gefrorenen Zustand bekannt sein. CDM Smith verfügt dazu über ein Speziallabor. In drei begehbaren Klimakammern wird das Festigkeits- und Verformungsverhalten gefrorener Böden durch einaxiale und triaxiale Druckversuche sowie durch einaxiale und triaxiale Kriechversuche bestimmt. Die Versuche finden je nach Bauaufgabe bei Temperaturen von -5 °C bis zu -25 °C statt und dauern teilweise mehrere Tage.



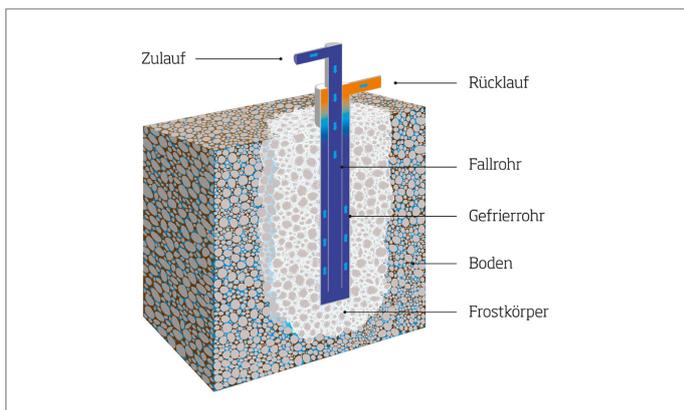
FROSTHEBUNGSVERHALTEN

Während des Frosthebungsversuchs wird die Temperatur an mehreren Stellen über die Probenhöhe sowie am Zu- und Ablauf der Sole gemessen. Die Frosthebung (Höhenänderung der Probe) und die Wasseraufnahme werden regelmäßig kontrolliert.



Sole oder Stickstoff

Je nach Rahmenbedingungen werden zwei unterschiedliche Varianten eingesetzt. Wird der Frostkörper über einen langen Zeitraum benötigt, kommt eine spezielle Salzlösung (Sole) als Kälte­träger zum Einsatz, die Temperaturen von bis zu -35 °C erreicht. Muss es dagegen schnell gehen, wird mit flüssigem Stickstoff gekühlt. Dieser ist bei der Einleitung -196 °C kalt und kann höhere Grundwasser­fließgeschwindigkeiten beherrschen als eine Solevereisung. Nachteil ist jedoch, dass der flüssige Stickstoff auf dem Weg durch die Gefrierrohre verdampft und daher kontinuierlich nachgeliefert werden muss. Über längere Zeiträume ist dieses Verfahren daher sehr teuer, weshalb Fachkundige gerne beide Verfahrensarten miteinander kombinieren: Erst wird der Frostkörper mit Stickstoff aufgefroren und später mit der Solevereisung aufrechterhalten.



Prinzip der Bodenvereisung

Weltweite Erfahrung

Eine Vereisung zu planen oder die Verformungen bei Anstehen frostempfindlichen Materials zu berechnen, erfordert spezifisches Wissen über Eigenschaften und Verhalten gefrorener und aufgetauter Böden. CDM Smith verfügt hier über entsprechende Fachkenntnis und Erfahrung. Weltweit haben unsere Spezialisten zahlreiche Bodenvereisungsprojekte erfolgreich realisiert - ob künstlich oder in Permafrostgebieten. International anerkannt ist unsere Datenbank zu den bodenmechanischen und wärmetechnischen Parametern gefrorener Böden. Sie resultiert aus einer Vielzahl von Projekten und Laborversuchen und umfasst eine große Anzahl verschiedener Bodenarten.

Gesamtplaner vor Ort

Unsere erfahrenen Ingenieure entwickeln für Sie technisch ausgereifte und wirtschaftliche Vereisungen, die auf die lokalen Bedingungen abgestimmt sind. Wir erkunden den Untergrund und analysieren gefrorene Bodenproben in unserem Speziallabor. Ausgehend von den Laborergebnissen bestimmen wir die Tragfähigkeit und das Verformungsverhalten der Böden und den erforderlichen Frostkörper. Mit wärmetechnischen Berechnungen bemessen wir Gefrieranlagen für Solevereisungen oder ermitteln den erforderlichen Stickstoffbedarf. Während der Bauausführung sind wir beratend und überwachend tätig. Unsere Auslegungen von Gefriersystem und Gefrierbetrieb führen zu idealen Geometrien der Frostkörper, die den Zutritt von Grundwasser verhindern und die Tragfähigkeit des Baugrunds während der Bauphase sichern.



MARMARAY TUNNEL, ISTANBUL, TÜRKEI

Beim Bau eines Eisenbahntunnels unter dem Bosphorus wurde als temporäre Sicherungs- und Abdichtungsmaßnahme die Bodenvereisungstechnik angewandt, um die Tunnelbohrmaschine in die Zielbaugrube zu fahren. CDM Smith übernahm Beratung und Planung und überwachte die Vereisung vor Ort.

**CDM
Smith**

listen. think. deliver.

© CDM Smith