

**LEMP, CHRISTOPH (1979):**

**Die Entfestigung überkonsolidierter, pelitischer Gesteine Süddeutschlands und ihr Einfluss auf die Tragfähigkeit des Straßenuntergrundes**

Die überkonsolidierten Ton-, Schluff- und Mergelsteine des Keuper und Jura von Südwestdeutschland gehören zur geotechnischen Gruppe der veränderlich-festen Gesteine. Diese verursachen auf Grund einer ausgeprägten Verwitterungsanfälligkeit besonders beim Straßenbau häufig Stabilitäts- und Tragfähigkeitsprobleme. Bereits innerhalb der relativ kurzen Bauzeit zur Herstellung eines Straßenplanums verändern sich die geotechnischen Eigenschaften des Materials: Die Gesteinsfestigkeit geht zurück, Klufkörper zerfallen in kleinere Aggregate (Bröckchen), diese werden teilweise und im Laufe der Zeit zunehmend plastiziert.

In Straßeneinschnitten, die bis unter die im Quartär gebildete Verwitterungsdecke in den unverwitterten Bereich eingetieft sind, werden rezente Verwitterungsphänomene mit den fossilen Verwitterungsprofilen verglichen. Die „Gebirgsentspannung“, die Bildung größerer Trennflächen unterhalb der quartären Verwitterungsdecke, ist in den ca. 20 m tiefen Aufschlüssen weitgehend abgeschlossen. Nur manchmal vollzieht sie sich andeutungsweise noch unmittelbar während einer Entlastung beim Aushub. Die erdbautechnisch problematische Gesteinsentfestigung hingegen erfolgt in den geöffneten Einschnitten als Folge von Klimaeinflüssen, die eine „Korngefügeentspannung“ auslösen und zu einer Schwächung oder Zerstörung der diagenetisch entstandenen, unter der Verwitterungsdecke konservierten Bindungen zwischen den Körnern führen. Die Geländebeobachtungen zeigen, dass insbesondere der Wechsel von Austrocknung und Beregnung zum Zerfall der felsartig geklüfteten Pelitgesteine in kleinere Aggregate (Bröckchen) führt. Auch der Wechsel von Frost und Auftau bewirkt einen Zerfall in charakteristische größere Bruchstücke. Die klimabedingte Entfestigung führt in der Natur innerhalb weniger Wochen auf einer frischen Geländeoberfläche in Tiefen zwischen 1 und 3 dm zu sichtbarem Bröckchenzerfall. Im Laufe der Zeit kommt es in materialtypischem Maß zur Teilplastizierung; die Bröckchenbildung greift aber auch nach zwei Jahren nicht tiefer ins Gebirge ein, weil die neue Bröckchenschicht das unverwitterte, felsartig feste Material schützt.

Die Entfestigungsvorgänge werden im Klimaprüfschrank unter kontrollierten Luftfeuchtigkeits- und Temperaturbedingungen an gesteinsphysikalisch definiertem Material nachvollzogen. Damit ist eine präzisere Eingrenzung der entfestigungswirksamen Klimaeinflüsse möglich.

Das Gestein trocknet in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte und vom Materialtyp unterschiedlich stark aus. Nach 1 – 3 Tagen stellt sich ein materialspezifischer Gleichgewichtszustand mit bestimmter Wassersättigung ein. Auch längerer Frost führt zur Austrocknung, doch ansonsten hat die Temperatur nur untergeordnete Bedeutung für die Verwitterung. Das Ausmaß der Wasserabgabe und der dabei ablaufenden Schrumpfung steht in materialabhängigem Zusammenhang. Für den Fortgang der Verwitterung spielt die

Verteilung und Größe der Poren (insbesondere der Luftporen) im Gestein eine Rolle, weil der Entfestigungsmechanismus wesentlich darauf beruht, dass das von außen ins Gestein dringende Wasser die Porenluft unter Druck setzt und Aggregate aus dem Verband absprengt. Dieser Bröckchenzerfall tritt bei unverwittertem bergfrischem Material nicht ein, weil vor der Schrumpfung keine Luftporen vorhanden sind. Auf den Zusammenhalt des Gesteins, auf die Stabilität der Bindungen an den Bröckchengrenzen hat der Karbonatgehalt (als mögliches Bindemittel) keinen Einfluss. Dies folgt aus den Zerfallsversuchen und dies zeigen elektronenmikroskopische Untersuchungen, nach denen das Karbonat in Form detritischer Körner vorliegt. Die Stabilität der Gesteine ist von den diagenetisch entstandenen Tonmineralbindungen in der sogenannten Kondensationsstruktur abhängig. Vergleichende Klimaversuche an Bröckchenmaterial und Beobachtungen zur Plastizierungsanfälligkeit führen zu einer Unterteilung dieses Gesteinstyps in eine Gruppe relativ harter, verwitterungsresistenter und eine Gruppe weicher, leicht plastizierbarer Materialien. Diese Unterteilung wird durch Verdichtungsversuche (Proctorversuch) bestätigt.

Tragfähigkeitsversuche (CBR-Versuch), kombiniert mit Klimaversuchen an verdichtetem, leicht plastizierbarem roten Gipskeupertonstein (Unterster Mittelkeuper) und schwarzem Opalinustonstein (Unterster Dogger) zeigen, dass bei normaler Proctorverdichtung die für ein Straßenplanum geforderten Tragwerte in der Regel nicht erreicht werden. Die erreichbare Tragfähigkeit wird stark vom Verwitterungszustand der Pelite beeinflusst. Die für den oberen Dammkörper vorgeschriebenen, geringeren Tragwerte werden am zuverlässigsten mit unverwittertem nach mechanischer Vorzerkleinerung eingebautem Material erzielt; bei Verdichtung von Bröckchen oder stärker verwittertem Material streuen die Tragwerte vergleichsweise stark. Die Tragfähigkeit hängt insbesondere vom Wassergehalt ab. Es wird versucht, verschiedene bodenphysikalische Eigenschaften hinsichtlich ihres Einflusses auf die Tragfähigkeit gegeneinander abzuwägen; dabei werden mögliche rechnerische Methoden zur Tragfähigkeitsbestimmung diskutiert. Eine Folge wechselnder Klimaeinflüsse (an mehreren Versuchsreihen aufgezeigt) bedingen in der Regel eine deutliche Verschlechterung der Tragfähigkeit. Lediglich erstmalige Trocknung lässt die Tragwerte des untersuchten Gipskeupers ansteigen. Mehrere Klimawechsel verursachen bei beiden Materialtypen in jedem Verwitterungszustand einen Tragfähigkeitsrückgang.

Am Beispiel eines Erddamms aus veränderlich-festem Material wird die Problematik der Verwitterungsanfälligkeit an Hand eines Schadensfalles illustriert.