

Bodenmechanische Besonderheiten des Seetons in der Klus von Rondchâtel

Autor(en): **Schär, U. / Bruusgaard, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **94 (1976)**

Heft 21

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73100>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bodenmechanische Besonderheiten des Seetons in der Klus von Rondchâtel

Von U. Schär und H. Bruusgaard, Zürich

DK 624.131.22

Im Jahre 1966 ereignete sich in der Klus von Rondchâtel nördlich von Biel hangseits der Tankanlage der Zementwerke Vigier in einem zu weniger als 10 Grad geneigten Hang eine von einer Materialdeponie verursachte Rutschung. Im benachbarten Gebiet musste zwei Jahre zuvor bei der Erstellung einer Brücke über die Staatsstrasse T 6 südlich des Werkareals der Zementwerke Vigier die Schüttung von deren Zufahrtsdamm abgebrochen werden, weil Grundbrucherscheinungen auftraten. Im Juni 1967 ging östlich der Werkanlagen von Vigier eine

grosse Rutschung nieder, welche die Staatsstrasse T 6, die SBB-Gelise, eine Speiseleitung der Bernischen Kraftwerke AG sowie Werkeinrichtungen der Zementwerke Vigier teilweise zerstörte.

Diese drei erwähnten Ereignisse lassen erkennen, dass im betreffenden Gebiet schwierige Untergrundverhältnisse vorliegen müssen. Zahlreiche Bohrungen haben dann auch gezeigt, dass in der Klus von Rondchâtel ein ausgedehnter, bis 50 m mächtiger Seetonkomplex vorhanden ist. Dessen ungefähre seitliche Ausdehnung ist aus Bild 1 ersichtlich.

Untergrund und Grundwasser

Während der geotechnischen Untersuchungen erschien der vorliegende Seeton zunächst eher problemlos, weist er doch einige Kennzeichen einer eiszeitlich vorbelasteten Ablagerung wie beispielsweise hohe Lagerungsdichte oder beträchtliche undrainierte Scherfestigkeit auf. Um so erstaunlicher erschien deshalb das erwähnte Auftreten von Rutschungen bzw. Geländeinstabilitäten als Folge relativ unbedeutender künstlicher Eingriffe.

Im Zuge der Abklärung der Ursachen der Rutschungen von 1966 und 1967 sowie der Untersuchung der Fundationsverhältnisse für einige Bauvorhaben wurde dieses Gebiet eingehend mittels Bohrungen aufgeschlossen. Dabei zeigte sich, dass in der Klus von Rondchâtel ein lateral ausgedehnter, bis 50 m mächtiger Seetonkomplex vorliegt, der von wasserdurchlässigen, grobkörnigen Ablagerungen vom Typus Gehängeschutt/Moräne unterlagert wird. Der Seeton weist, wie Bild 7 veranschaulicht, eine ausgesprochene horizontale Feinschichtung auf. Insbesondere im unteren Teil sind Sandhorizonte unterschiedlicher Stärke zwischengelagert. Das Grundwasserdruckniveau liegt zumeist nahe oder knapp über der Terrainoberfläche, was baulich etwa bei tiefen Aushüben wegen der damit verbundenen Beeinträchtigung der hydraulischen Stabilität der Baugruben zu ernsthaften Schwierigkeiten führen kann. Auffällig beim vorliegenden Grundwasserregime sind die extrem starken und schnellen Schwankungen des Druckniveaus. So konnten beispielsweise während oder nach längeren Niederschlagsperioden mittels Registrierpegeln Niveauunterschiede von über 6 m innerhalb 24 Stunden gemessen werden.

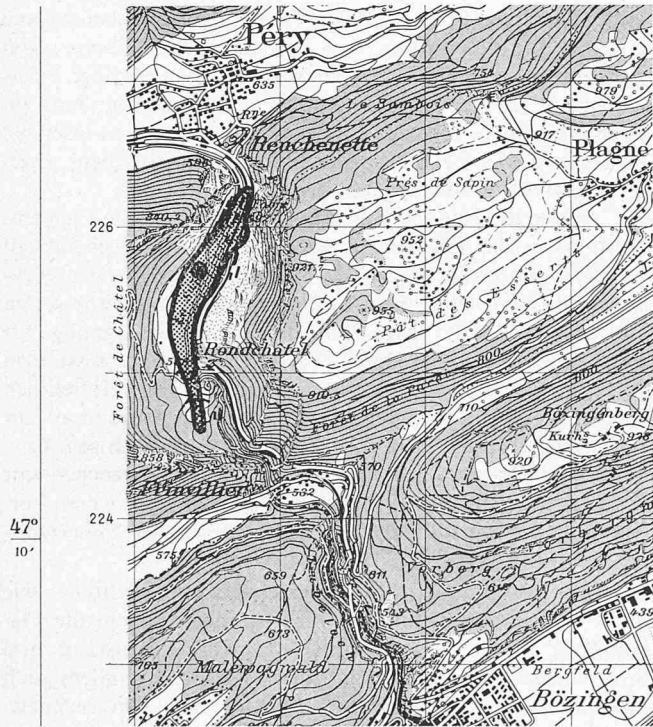


Bild 1. Ungefähre Ausdehnung des Seeton-Komplexes in der Klus von Rondchâtel. Schwarzer Punkt markiert das Rutschgebiet von 1966 (Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie Bern vom 20. Februar 1976)

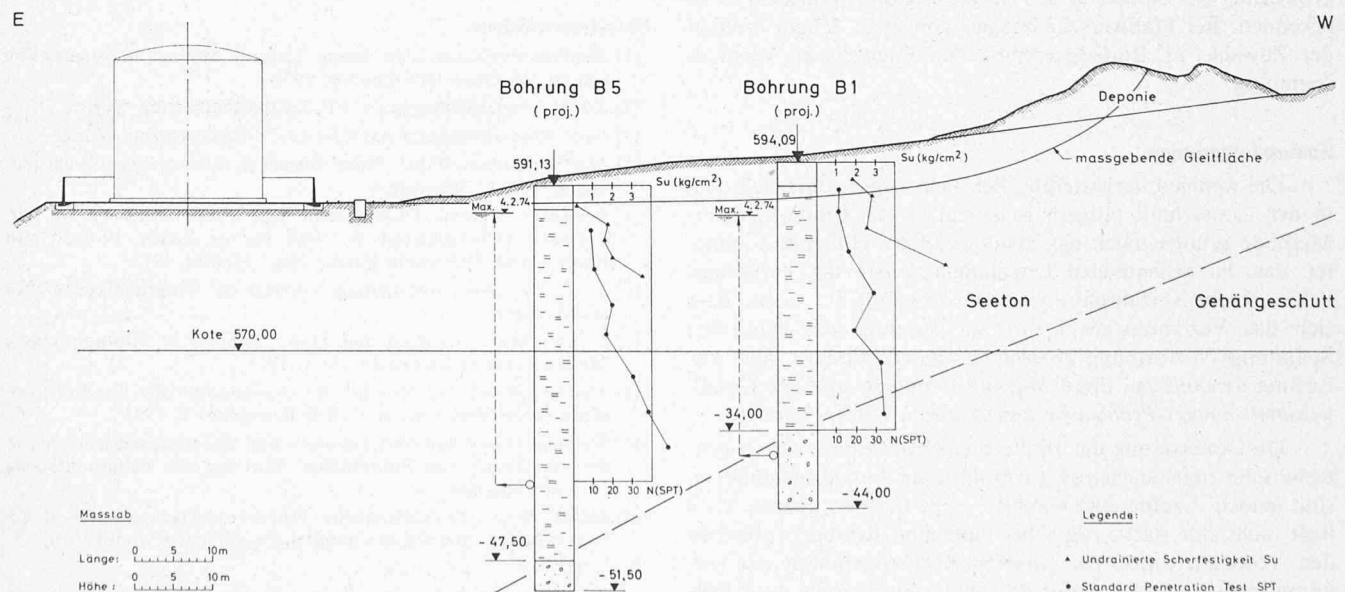


Bild 2. Geotechnischer Schnitt im Rutschgebiet von 1966

Hoher Plastizitätsindex – Aktive Tonminerale

Zur Bestimmung der undrainierten Scherfestigkeit in situ wurden in den Bohrlöchern innerhalb des Seetonkomplexes *Scherflügelversuche* durchgeführt. Diese zeigten, wie aus Bild 2 hervorgeht, s_u -Werte von über etwa 18 t/m², die auch durch einfache Druckversuche $\frac{1}{2} d_c$ im Labor bestätigt wurden. Raumgewichtsbestimmungen an ungestörten Bodenproben ergaben durchwegs Werte von über 2 t/m³, wobei solche bis 2,15 t/m³ keine Seltenheit waren. In guter Übereinstimmung dazu stehen die ermittelten, für toniges Material relativ hohen SPT-Werte von N bis grösser 30 (vgl. Bild 2). Kornverteilungen an gestörten und ungestörten Proben zeigten Summationskurven, wie sie in Bild 3 durch das dargestellte Kurvenspektrum abgedeckt werden. Der Tonanteil (Fraktion kleiner 0.002 mm) liegt dabei etwa zwischen 20–50 Gewichtsprozenten. Ein besonderes Kennzeichen des vorliegenden Seetons liegt nun aber darin, dass Fließgrenze und Plastizitätsindex unerwartet hoch liegen und die 60%- bzw. 40%-Grenze übertreffen können. Die Ergebnisse dieser *Atterberggrenzen-Bestimmungen* sind in Bild 4 dargestellt.

Die ermittelte hohe Plastizität führte nun zur Vermutung, deren Ursache könnte in einem grossen Anteil an *aktiven Tonmineralien* liegen, obschon dies für das betreffende Gebiet mit seiner vorwiegend karbonatischen Gesteinsvergesellschaftung eher fraglich erschien. Tonmineralogische Kontrolluntersuchungen bestätigten jedoch deren Vorhandensein. Damit war nun aber auch ein die Scherfestigkeit des Seetons wesentlich mitbestimmender Faktor ermittelt. Für die weiteren bodenmechanischen Untersuchungen stellte sich die Frage nach der Art der Verteilung der Tonminerale innerhalb dieses Sedimentes. Nach dem visuellen Befund gemäss Bild 7 war deren Anordnung bzw. Konzentration in feinen Schichtchen anzunehmen. Dies stellte bei den durchzuführenden Scherfestigkeitsuntersuchungen, insbesondere beim Triaxialversuch, erhebliche Probleme, da hier wohl ungestörte Proben mit horizontaler Schichtung untersucht, diese aber nicht parallel der Schichtflächen abgeschert werden konnten.

Scherfestigkeitsuntersuchungen

Die eingangs erwähnte Rutschung aus dem Jahre 1966 bergwärts des Tanklagers Vigier war gemäss Bild 2 (vgl. massgebender Gleitkörper) ohne nennenswerten Porenwasserüberdruck nur bei sehr geringer Scherfestigkeit des Seetons möglich. *Rückwärtsrechnungen* an Profilen des Rutschgebietes führten dabei zu einem erforderlichen Winkel der inneren Reibung Φ' von etwa 10°. Dieser Wert konnte jedoch mittels der durchgeführten *Triaxialversuche* nicht annähernd erreicht werden. Die entsprechenden Werte lagen zwischen $\Phi' = 16-23^\circ$. Zur Abklärung der Ursache dieser Differenz zwischen triaxial bestimmtem und aus der Rückwärtsrechnung der Rutschung erforderlichem Winkel der inneren Reibung wurden anschlies-

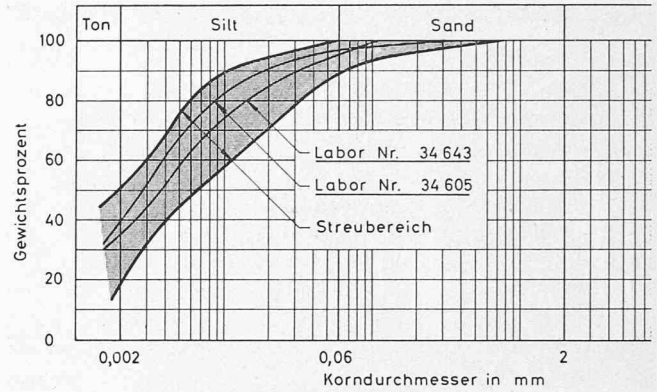


Bild 3. Kornverteilungen des Seetons

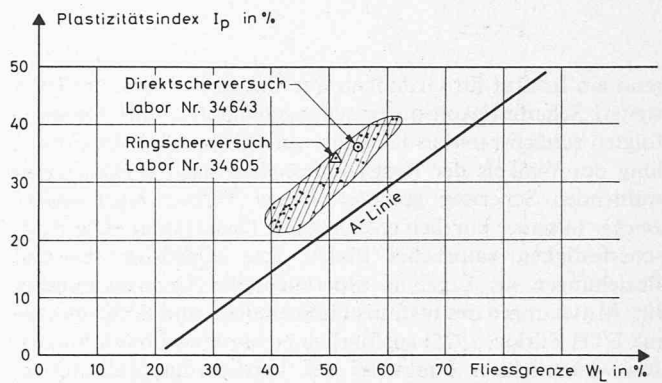


Bild 4. Atterberggrenzen des Seetons

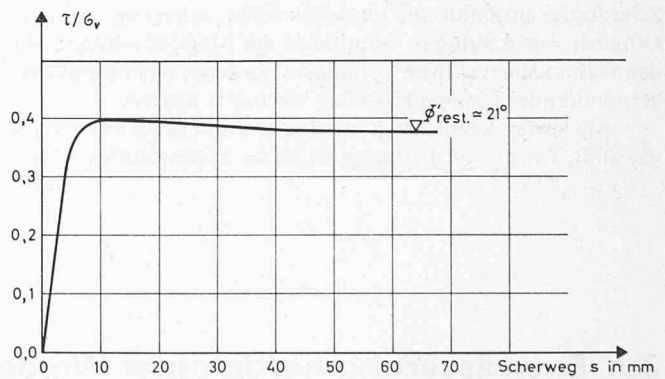


Bild 5. Ringscherversuch Probe 34 605

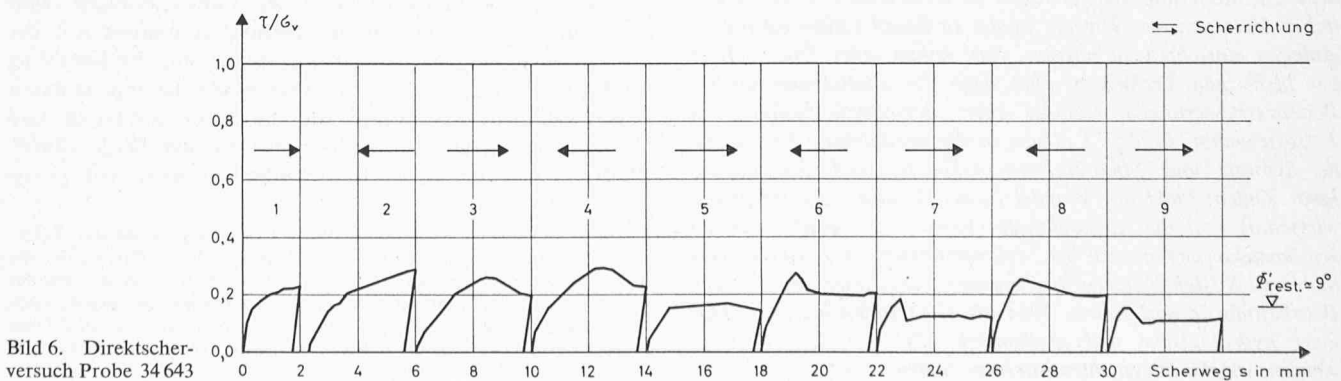


Bild 6. Direktscherversuch Probe 34 643

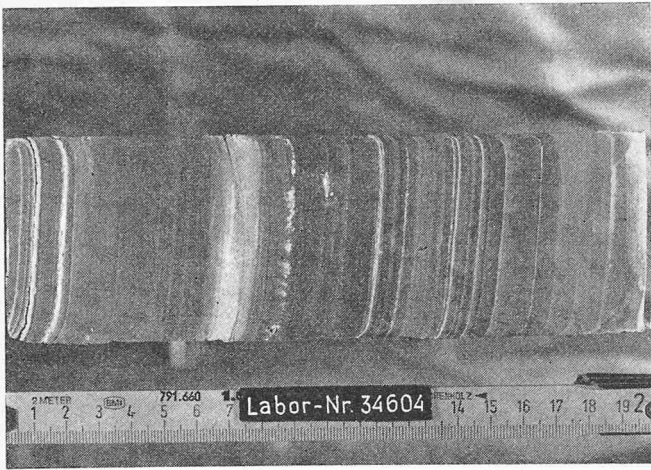


Bild 7. Aufgeschnittene und angetrocknete, ungestörte Probe des Seetons. Ausgesprochene Feinschichtung erkennbar

send am Institut für Grundbau und Bodenmechanik der ETH weitere Scherfestigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Diese erfolgten zunächst mittels Ringscherversuch, welcher die Ermittlung des Winkels der Restscherfestigkeit nach einem frei zu wählenden Scherweg gestattet. Dieser Versuch wird von F. Bucher in seiner kürzlich erschienenen Dissertation «Die Restscherfestigkeit natürlicher Böden, ihre Einflussgrößen und Beziehungen als Ergebnis experimenteller Untersuchungen» (in: Mitteilungen des Instituts für Grundbau und Bodenmechanik ETH Zürich, 1975) ausführlich beschrieben und diskutiert. Als wesentlichster Punkt bei der Versuchsdurchführung sei lediglich erwähnt, dass die Proben in gestörtem, aufbereitetem Zustand untersucht werden müssen, was sich beim vorliegenden Seeton in der Zerstörung seiner Schichtstruktur auswirkte. Wie Bild 5 zeigt, liegt der mittels Ringscherversuch bestimmte Winkel der Scherfestigkeit Φ'_{rest} bei 21° , wobei kein nennenswerter Scherfestigkeitsabfall mit zunehmendem Scherweg erfolgte. Offenbar war durch das Vermischen der Materials substanz mit den vorhandenen aktiven Tonmineralien deren scherfestigkeitsvermindernder Einfluss erheblich verringert worden.

Als letzter Versuchstyp wurde der *Direktscherversuch* angewandt, wie er von F. Bucher in seiner vorerwähnten Arbeit

auf Seite 30f beschrieben worden ist. Dieser Versuch ermöglichte nun den Einbau ungestörter Seetonproben und deren Abscheren parallel der Schichtflächen. Kornverteilung und Atterberggrenzen der dabei untersuchten Probe Nr. 34643 sind in den Bildern 3 und 4 speziell hervorgehoben. Wie aus Bild 6 ersichtlich ist, konnte der mittels Rückwärtsrechnung bei der Rutschung von 1966 errechnete und offenbar für den Seeton massgebende Winkel der Restscherfestigkeit nunmehr auch experimentell nachgewiesen werden und liegt bei $\Phi'_{rest} = 9^\circ$. Durch diesen Versuch bzw. dessen Ergebnis wurde unsere Vermutung bestätigt, dass die massgebend scherfestigkeitsbestimmenden aktiven Tonmineralien innerhalb des Seeton-Komplexes in feinen Schichten angeordnet sind und erst bei Abscheren des Materials parallel bzw. innerhalb diesen Schichten ihre scherfestigkeitsvermindernde Wirkung voll zur Geltung zu bringen vermögen.

Folgerungen

Die in der Klus von Rondchâtel durchgeführten geotechnischen und bodenmechanischen Untersuchungen haben bestätigt, dass insbesondere bei schwierigen Böden allein technisch einwandfrei ausgeführte Kernbohrungen und ein problemorientierter Einsatz eines Erdbaulabors zu den erwarteten Ergebnissen führen kann. Dabei hat sich auch im vorliegenden Fall gezeigt, wie richtig interpretierte, wenig aufwendige Routineversuche im Erdbaulabor wie etwa die Bestimmung des Wassergehaltes, der Kornverteilung oder der Atterberggrenzen wertvolle Hinweise über das Scherfestigkeitsverhalten der Böden zu geben vermögen. Die Beschaffung geotechnischer Unterlagen für die Projektierung grösserer Bauvorhaben, wie sie im Gebiet der Klus von Rondchâtel in Auftrag gegeben worden sind, ist speziell beim Vorliegen schwierigen Baugrundes mit erheblichem finanziellem Aufwand verbunden. Dieser ist jedoch in Relation zum Baurisiko und zu den Baukosten zu beurteilen. Den Zementwerken Vigier AG, La Reuchenette, als Auftraggeber der vorliegenden Untersuchungen, sei an dieser Stelle für die Einwilligung zur Veröffentlichung der Versuchsdaten bestens gedankt.

Adresse der Verfasser: Dr. U. Schär, Geologe SIA, ASIC, und H. Bruusgaard, dipl. Bauing. ETH/SIA, Geotechnisches Büro Dr. U. Schär, Zürich.

Zur Entwässerung nordalpiner Weidezonen

Von Dr. A. Petrascheck, Zürich¹⁾

DK 626.86

Die Notwendigkeit, allenthalben alte, unwirksam gewordene Entwässerungsanlagen auch in Grünlandzonen der nördlichen Voralpen der Schweiz wieder in Stand stellen oder neue Anlagen einrichten zu müssen, war Anlass einer Überprüfung der bisherigen Techniken, aber auch der Zielsetzung solcher Bodenverbesserungen. Gemäss einer Bestandesaufnahme von J. Gottesmann, 1972 [1], liegen in der nordalpinen Flyschzone der Schweiz rund 75000 Hektare meliorationsbedürftiges Grünland. Zudem führt der Wandel in der Struktur der Berglandwirtschaft und die Abwanderung einerseits sowie die enormen Kostensteigerungen auch bei Meliorationsbauten andererseits vermehrt zu Kosten-Nutzen-Überlegungen. Aus dieser umfassenden Bearbeitung in den Jahren 1964 bis 1973 sollen hiermit einige neue hydrologische und methodische Erkenntnisse vorgelegt werden, welche allgemeines Interesse finden könnten.

Zielsetzungen und Abgrenzungen

Der Zweck landwirtschaftlicher Entwässerungen wird heute zum einen in der *Ertragssteigerung*, zum anderen in der Erleichterung der Bewirtschaftung durch eine Verbesserung der *Befahrbarkeit* und der *Trittfestigkeit* gesehen. Sie ist damit eine wesentliche Grundlage für die Rationalisierung und Strukturverbesserung für gewisse Formen der Berglandwirtschaft. Es sei nur an die Bestrebungen erinnert, von gross-

¹⁾ Angesichts der Bedeutung dieser Frage veranlasste das Eidgenössische Meliorationsamt Bern das Institut für Kulturtechnik der ETH Zürich unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. H. Grubinger mit der Abklärung der meliorationstechnischen Grundlagen der sogenannten Flyschentwässerung zu betrauen. Dieser Forschungsauftrag wurde nun abgeschlossen [2, 3]. Dieses Manuskript wurde am 10. Dezember 1973 eingereicht.