

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Scheibner, Heinz; Becher, Gertraud

Ermittlung des Index der organischen Beimengungen durch die Glühverlustmethode

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106238>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Scheibner, Heinz; Becher, Gertraud (1987): Ermittlung des Index der organischen Beimengungen durch die Glühverlustmethode. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 51. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 5-17.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Dipl.-Phys. H. Scheibner
Chem. G. Becher

Ermittlung des Index der organischen Beimengungen durch
die Glühverlustmethode

5

**Определение индекса органических примесей методом при
прокаливании**

**Determining the index of organic additives by the ignition
lost method**

Dr.-Ing. N. Grüger
Dr.-Ing. H. Rahn

Beitrag zum Bau, zur Sicherung und Sanierung
von Bahndämmen auf organischem Baugrund in der DDR

19

**Работа по строительству, содержанию и реконструкции железно-
дорожных полотен на органическом строительном грунте в ГДР**

**A contribution to the construction, protection, and
reconstruction of railway embankments on organic subsoils
in the GDR**

Ermittlung des Index der organischen Beimengungen durch die Glühverlustmethode

Scheibner, H.
Becher, G.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Bemerkungen zum Fachbereichstandard (TGL 11462/02)
3. Bisheriger Erkenntnisstand für die Durchführung der Glühverlustmethode
4. Ermittlung geeigneter Prüfparameter für die Glühverlustmethode
 - 4.1. Geeignete Trocknungstemperaturen
 - 4.2. Geeignete Glühtemperaturen
 - 4.2.1. Glühtemperaturen unterschiedlich vorgetrockneter Prüfmaterialien
 - 4.2.2. Glühtemperaturen für kalkfreie und kalkhaltige organogene Lockergesteine
 - 4.2.3. Prüfergebnisse
5. Korrelativer Zusammenhang zwischen $I_{om,N}$ und $I_{om,G}$
6. Zusammenfassung
Literatur

1. Einleitung

Als Index der organischen Beimengungen (I_{om} -Wert) einer Lockergesteinsprobe wird deren Anteil an organischen Stoffen bezeichnet. Er gibt das Verhältnis der Trockenmasse der organischen Stoffe ($m_{s,o}$) zur Trockenmasse der Gesamtprobe (m_g) in Prozenten an:

$$I_{om} = \frac{m_{s,o}}{m_g} \cdot 100 \%$$

Der Nachweis der organischen Stoffe kann im Prinzip auf verschiedene Weise erfolgen, z. B. durch Na₂SO₃-Oxidation (Titration mit Kaliumdichromat) oder auch durch den Glühverlust, der zur Trockenoxidation gehört. Im Fachbereichsstandard TGL 11462/04 "Bestimmung des Index der organischen Beimengungen" /1/ wird vor allem auf die Na₂SO₃-Oxidation eingegangen und lediglich erwähnt, daß bei kalkfreien nichtbindigen Lockergesteinen die Bestimmung der organischen Beimengungen auch durch den Glühverlust zulässig ist. Weitere Angaben für diese relativ einfach durchzuführende und vielfach angewandte Prüfmethode fehlen. Es erscheint daher angebracht, grundlegende Erfahrungen bei der Anwendung der Glühverlustmethode darzulegen.

2. Bemerkungen zum Fachbereichsstandard (TGL 11462/02)

Bei der standardisierten Methode zur Bestimmung des Index der organischen Beimengungen (Na₂SO₃-Oxidation - Titration mit Kaliumdichromat) zeigen sich einige Unzulänglichkeiten. Insbesondere fehlen nähere Angaben zur Höhe der Einwaage, zur Siedezeit, zum Blindversuch sowie ein Hinweis zur Stabilisierung der Mohr'schen Salzlösung. Im VEB FAS erfolgten deshalb systematische Untersuchungen zur Überprüfung der Na₂SO₃-Oxidationsmethode. Im Ergebnis der Untersuchungen wurde eine betriebliche Richtlinie /2/ erarbeitet. Sie trägt dazu bei, die genannten Unzulänglichkeiten zu beheben und reproduzierbare Prüfergebnisse zu erhalten. Als wesentliche Grundlage für die rationelle und zielgerichtete Durchführung der Versuche erwiesen sich die Herausarbeitung des Zusammenhanges zwischen Reindichte und vorzunehmender Einwaage des Prüfmaterials sowie der Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang zwischen den Prüfergebnissen aus der Na₂SO₃-Oxidation und dem Glühverlust. Ziel der Untersuchungen war die Überprüfung der Zuverlässigkeit der Glühverlustmethode für

kalkfreie und kalkhaltige organogene Lockergesteine durch die Ermittlung geeigneter Prüfparameter. Umfangreiche Laborprüfungen zur Ermittlung geeigneter Trocknungs- und Glühtemperaturen für organogene Lockergesteine waren dazu erforderlich.

3. Bisheriger Erkenntnisstand für die Durchführung der Glühverlustmethode

Ausgangspunkt für die Bestimmung geeigneter Prüfparameter war die Auswertung des bisherigen Erkenntnisstandes der Fachliteratur. Die ausgewerteten Literaturquellen bestätigten, daß eine Bestimmung der organischen Substanzen in Lockergesteinen mit Hilfe der Glühverlustmethode erfolgen kann. Allerdings existieren unterschiedliche Auffassungen sowohl über eine optimale Trocknungstemperatur und Trocknungszeit in der Vorbereitungsphase als auch über eine geeignete Glühtemperatur für organogene Lockergesteinsproben.

So geben Skempton und Petley /3/ den Hinweis, zur Trocknung organischer Substanzen sei eine Temperatur von 105 °C und zum Glühen eine Temperatur von 550 °C über 3 Stunden geeignet. McFarlane und Allen /4/ berichten, daß bei einer Trocknungstemperatur von 85 °C bereits eine Verkohlung der Torfe eintritt. Nach Armann /5/ ist eine Trocknungstemperatur von 54 °C, nach Stiegler /6/ eine von 50 °C zu wählen. Im polnischen Standard /7/ wie auch im Fachbereichstandard für Meliorationen /8/ wird für die Vortrocknung des Prüfmaterials eine Temperatur von 105 °C angegeben.

Um eine vollständige Verbrennung der organischen Substanz zu erreichen, empfehlen Skempton und Petley eine Glühtemperatur von mindestens 550 °C (Glühzeit 3 Stunden), Ball /9/ und Adams /10/ dagegen ein Glühen der organischen Substanz bei 375 °C, wobei Ball von einer 16-stündigen Glühzeit ausgeht. Im polnischen Standard /7/ ist für das Glühverlustverfahren ein vierstündiges Glühen bei Temperaturen zwischen 600 °C und 800 °C festgelegt. Nach Arman /5/ werden die genauesten Prüfergebnisse erzielt, wenn das Glühen der organischen Substanzen bei 440 °C (Glühzeit 5 Stunden) vorgenommen wird. In Auswertung sich zum Teil widersprechender Angaben in der Fachliteratur wurden für die im VEB FAS durchgeführten Laborprüfungen unterschiedliche Trocknungs- und Glühtemperaturen zugrunde gelegt.

Lockergestein: Torf ($\rho_s = 1,47 \text{ g/cm}^3$)

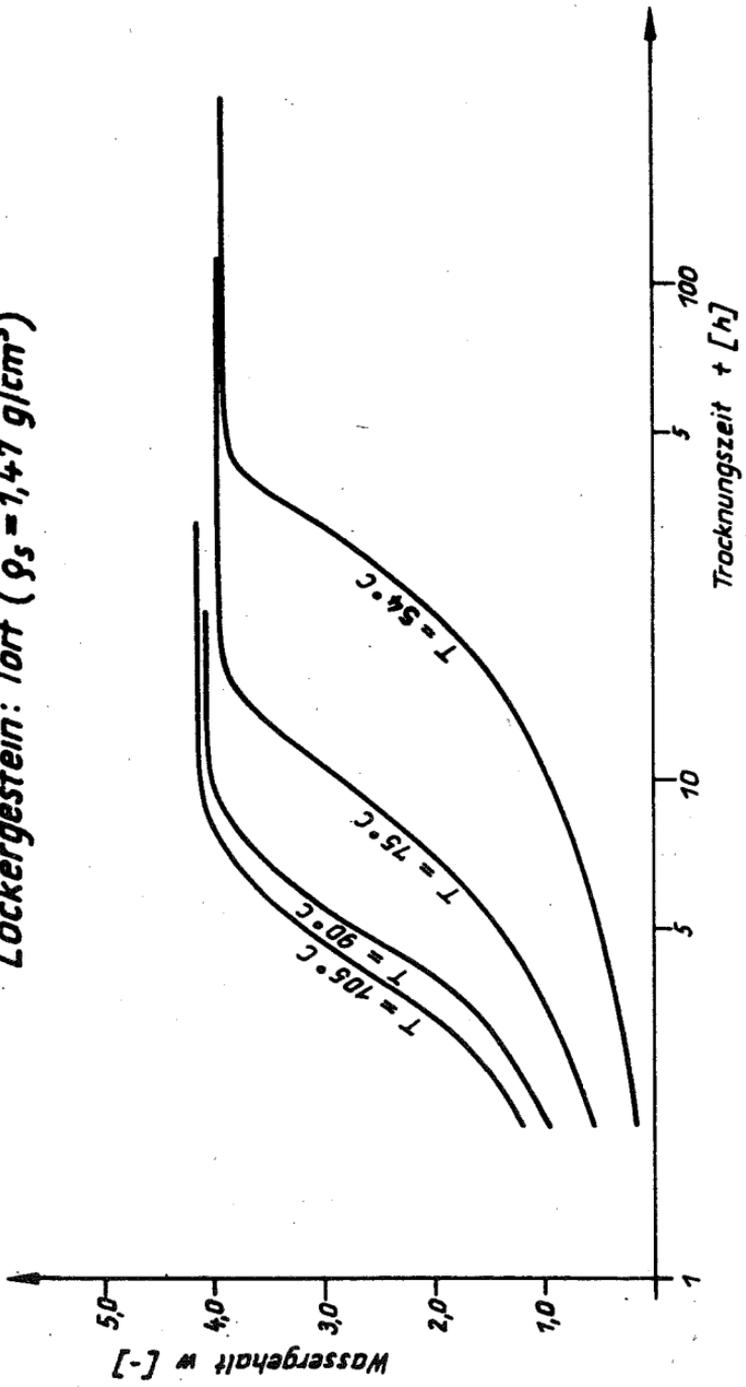


Bild 1 Lockergestein: Torf ($\rho_s = 1,47 \text{ g/cm}^3$)

4. Ermittlung geeigneter Prüfparameter für die Glühverlustmethode

4.1. Geeignete Trocknungstemperaturen

Voraussetzung für die Ermittlung reproduzierbarer Prüfergebnisse ist, daß das zu untersuchende Probenmaterial einer gut durchmischten Probeneinheit entnommen wird. Ferner ist darauf zu achten, daß bei dem Trocknungsprozeß, der die Grundlage für die Glühverlustbestimmung bildet, die Homogenität des Prüfmaterials nicht gestört wird. Dazu gehört die Bestimmung einer einheitlich definierten, durch Versuche näher zu ermittelnden Trocknungstemperatur. Um diese herauszufinden, wurden 9 ausgewählte organogene Lockergesteinsproben (Torfe und Mudden) jeweils bei 54 °C, 75 °C, 90 °C und 105 °C getrocknet. Die Trocknungen erfolgten analog einer Wassergehaltsbestimmung unter Beachtung der Angaben des Fachbereichsstandards TGL 11462/02 /11/. Die Trocknungszeiten wurden im Gegensatz zum Fachbereichsstandard sehr unterschiedlich gewählt, um eine Trocknung bis zur Massekonstanz zu erreichen. Wie zu erwarten, waren die Trocknungszeiten bis zur Massekonstanz von den Trocknungstemperaturen abhängig und somit sehr unterschiedlich.

Für die untersuchten organogenen Lockergesteine, getrocknet bei 105 °C, betragen die Trocknungszeiten, je nach mineralogischer Zusammensetzung und vorliegendem natürlichen Wassergehalt, 6 bis 8 Stunden. Ein Vielfaches dieser Zeit war erforderlich, wenn bei niedrigen Temperaturen (z. B. 54 °C, 75 °C) getrocknet wurde. Für eine der untersuchten Lockergesteinsproben (Torf, Reindichte $\rho_s = 1,47 \text{ g/cm}^3$) zeigt Bild 1 die Abhängigkeit der ermittelten Wassergehalte w von der Trocknungszeit t und den gewählten Trocknungstemperaturen T . Wie dem Diagramm zu entnehmen ist, differieren die Endergebnisse für den Wassergehalt nur wenig, d. h. durch Trocknung bei unterschiedlichen Temperaturen (54 °C, 75 °C, 90 °C, 105 °C) wird nach verschiedenen langen Trocknungszeiten praktisch der gleiche Wassergehalt erreicht. Untersuchungen der übrigen Proben bestätigen das, woraus zu schließen ist, daß selbst bei einer Temperatur von 105 °C noch kein Verlust an organischer Substanz eintritt. Unter Prüfbedingungen im Labor kann deshalb eine Trocknungstemperatur von 105 °C - auf Grund der günstigen Trocknungszeit - bevorzugt gewählt werden.

Die Untersuchungen zeigten weiter, daß bei Torfen und Mudden eine Mindesttrocknungszeit von 18 Stunden nicht unterschritten werden darf. Der Wasserge-

halt sowohl von kalkfreien als auch von kalkhaltigen Lockergesteinsproben ändert sich nicht, wenn der Trocknungsprozeß - bedingt durch den Arbeitsablauf - über die Mindesttrocknungszeit hinaus ausgedehnt wird.

4.2. Geeignete Glühtemperaturen

4.2.1. Glühtemperaturen unterschiedlich vorgetrockneter Prüfmaterialien

In einer ersten Versuchsserie von 108 Einzelprüfungen wurde der Einfluß der Vortrocknungstemperatur (vgl. 4.1.) auf den Glühverlustwert untersucht. Von den insgesamt 9 vorgetrockneten, unterschiedlichen organischen Lockergesteinen wurden die Glühverluste bei 440 °C, 600 °C und 800 °C ermittelt. Diese Glühtemperaturen wurden gewählt, da nach Skempton und Petley /3/ im Temperaturbereich von 550 °C bis 800 °C kritische Phasen liegen, die bei Über- bzw. Unterschreitung wesentliche Veränderungen der Prüfergebnisse bewirken sollen. In Auswertung der durchgeführten Glühverlustprüfungen zeigte sich, daß es ohne Einfluß ist, bei welcher Temperatur die Proben vor dem Glühen getrocknet wurden. Die Glühverlustwerte der bei 54 °C oder bei höheren Temperaturen vorgetrockneten organischen Substanzen weichen nur unwesentlich voneinander ab. Die Prüfergebnisse in den Tabellen 1 und 2 von zwei der untersuchten Lockergesteinsproben zeigen diesen allgemein zutreffenden Sachverhalt eindeutig.

Tabelle 1: Glühverluste eines Torfes

Reindichte $\rho_s = 1,44 \text{ g/cm}^3$

Glühtemperatur °C	Glühverluste I_{om} (%)			
	bei Trocknungstemperatur T (°C)			
	54	75	90	105
440	88	88	88	88
600	89	89	89	89
800	91	91	91	91

Tabelle 2: Glühverluste einer Kalkmudde

Reindichte $\rho_s = 2,07 \text{ g/cm}^3$

Glühtemperatur °C	Glühverluste I_{om} (%) bei Trocknungstemperatur T (°C)			
	54	75	90	105
440	41	40	40	42
600	42	41	42	42
800	63	61	62	63

Im Gegensatz zur Vortrocknungstemperatur, die ohne Einfluß auf den Glühverlustwert ist, können durch unterschiedliche Glühtemperaturen stark abweichende Prüfergebnisse erzielt werden. Ein Vergleich der Glühverlustwerte kalkhaltigen Lockergesteins in Tabelle 2 zeigt diese Temperaturabhängigkeit. Die zwischen 600 °C und 800 °C zu verzeichnende sprunghafte Veränderung der Glühverlustwerte ließ vermuten, daß dieses Verhalten auf den Kalkgehalt des Lockergesteins zurückzuführen ist. Dementsprechend wurden kalkfreie und kalkhaltige organogene Lockergesteine gesondert untersucht.

4.2.2. Glühtemperaturen für kalkfreie und kalkhaltige organogene Lockergesteine

In einer zweiten Versuchsserie wurden 22 kalkfreie Lockergesteinsproben, gekennzeichnet durch unterschiedliche Reindichten (Wertebereich $\rho_s = 1,48$ bis $2,08 \text{ g/cm}^3$) bei Temperaturen von 350 °C, 440 °C, 600 °C und 800 °C geglüht. Jede Einzelprobe wurde bis zur Massekonstanz geglüht und anschließend bei den nächst höheren Temperaturen entsprechend untersucht. Die Prüfergebnisse einiger dieser untersuchten Lockergesteine (Mudden und Torfe) zeigt das Diagramm in Bild 2.

Vergleicht man die bei den o. g. Glühtemperaturen ermittelten Glühverlustwerte von je einer kalkfreien Probe miteinander, so stimmen die Prüfergebnisse mit geringen Unterschieden recht gut überein. Sie sind sowohl auf Versuchsstreuungen als auch auf - bei der Benennung nicht erfaßbare - geringfügige Kalkanteile zurückzuführen.

Glühverluste von kalkfreien org. Lockergesteinen

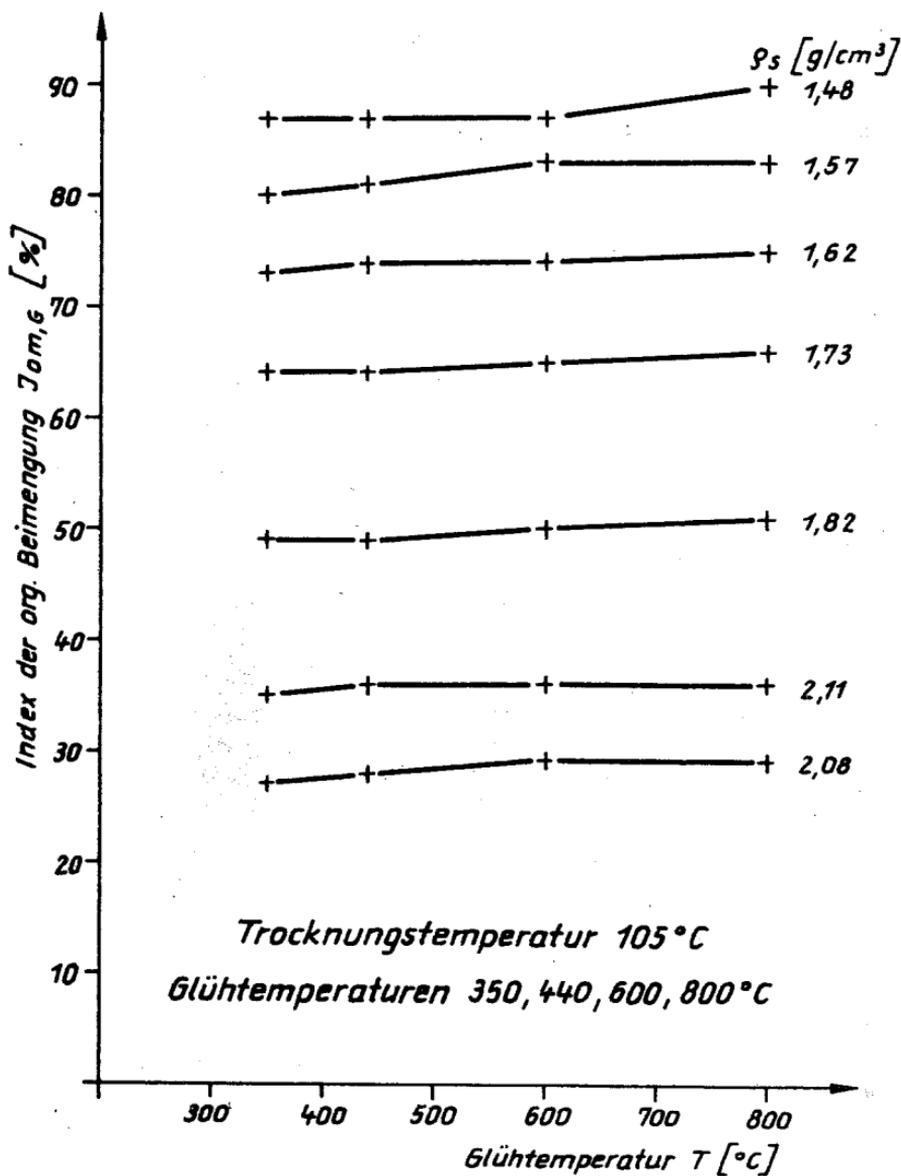


Bild 2 Glühverluste von kalkfreien organogenen Lockergesteinen

Glühverluste von kalkhaltigen org. Lockergesteinen

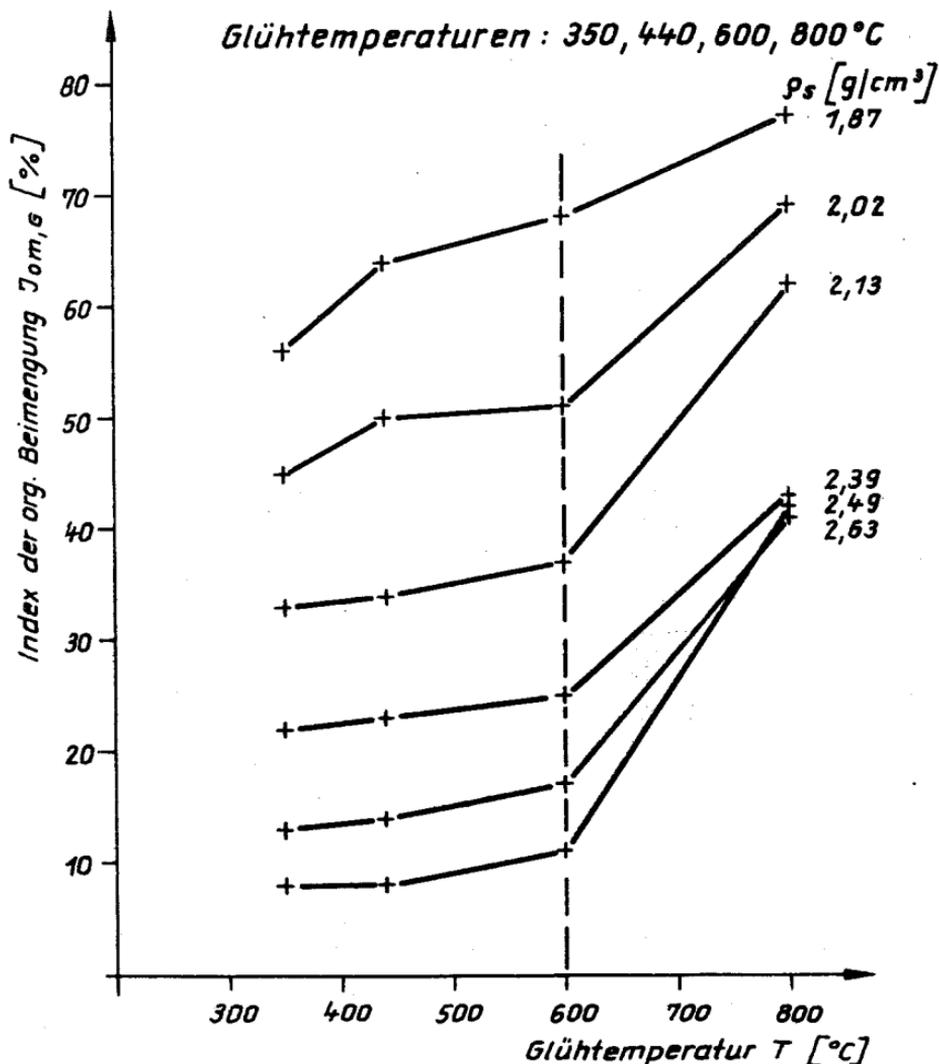


Bild 3 Glühverluste von kalkhaltigen organogenen Lockergesteinen

Somit ist festzustellen, daß die Höhe der Glüh-temperatur bei kalkfreien organogenen Lockergesteinen ohne Einfluß auf das Prüfergebnis ist. In einer weiteren Versuchsserie wurden kalkhaltige Lockergesteinsproben mit unterschiedlich hohem Kalkanteil (bis zu 87 %) untersucht, d. h. sie wurden bei den gleichen Temperaturen wie o. a. bis zur Massekonstanz geglüht. Die Prüfergebnisse einiger der untersuchten kalkhaltigen Lockergesteine, vorwiegend Kalkmudden, zeigt das Diagramm in Bild 3.

Abweichend von den Ergebnissen, die für kalkfreie Lockergesteine erzielt wurden, verändern sich die Glühverlustwerte kalkhaltiger Lockergesteine mit zunehmender Glüh-temperatur. Die größte Veränderung im Prüfergebnis ist bei allen Proben im Temperaturbereich von 600 °C bis 800 °C festzustellen.

4.2.3. Prüfergebnisse

Die Untersuchungen haben gezeigt: kalkfreie organogene Lockergesteine können sowohl bei 600 °C als auch bei 800 °C geglüht werden, ohne daß ein bemerkenswerter Unterschied in den Prüfergebnissen zu beobachten ist. Dagegen sollten kalkhaltige organogene Lockergesteine bei einer Temperatur geglüht werden, die nicht über 600 °C liegt. Demnach wird vorgeschlagen, die Glüh-temperatur nicht unter 550 °C zu wählen, um eine arbeitstechnisch günstige Glühzeit von 2 Stunden nicht zu überschreiten und ein vollständiges Verglühen der organischen Substanzen zu gewährleisten

Da sich für kalkfreie und für kalkhaltige organogene Lockergesteine eine Glüh-temperatur zwischen 550 °C und 600 °C als geeignet erwiesen hat, kann generell die Glühverlustbestimmung bei dieser Temperatur vorgenommen werden. Eine vorherige Prüfung auf den Kalkanteil des Lockergesteins ist nicht erforderlich. Um in Zukunft zutreffende und reproduzierbare Prüfergebnisse zu erhalten, wurden die vorliegenden Erkenntnisse in einer Richtlinie des VEB FAS "Arbeitsanweisung zur Bestimmung des Index der organischen Beimengungen durch Trockenoxydation (Glühverlustmethode)" /12/ zusammenfassend dargestellt.

5. Korrelativer Zusammenhang zwischen $I_{om,N}$ und $I_{om,G}$

Zur Ermittlung eines möglichen Zusammenhanges zwischen Prüfergebnissen aus der NaOxydation ($I_{om,N}$) und aus der Glühverlustmethode ($I_{om,G}$) wurden 130 Proben organogener Lockergesteine nach beiden Prüfmethode untersucht. Die Auswertung der Prüfergebnisse zeigte, daß ein enger statistischer Zusammenhang zwischen den I_{om} -Werten beider Prüfmethode besteht, den das Diagramm in Bild 4 zeigt. Sich mehrfach wiederholende Meßwerte wurden nur einmal eingetragen. Der korrelativen Beziehung

$$I_{om,N} = 0,90 I_{om,G} - 1,96$$

Korrelationskoeffizient: $r = 0,98$

ist zu entnehmen, daß die Prüfergebnisse aus der NaOxydation etwa 10 % kleiner sind als die entsprechenden Kennwerte aus der Glühverlustbestimmung. Anhand dieser korrelativen Beziehung können die mit wesentlich höherem Aufwand zu ermittelnden Kennwerte $I_{om,N}$ mit Hilfe der $I_{om,G}$ -Werte hinreichend genau bestimmt werden. Damit ist eine Grundlage geschaffen, ggf. die standardisierte NaOxydationsmethode durch die einfachere Glühverlustmethode zu ersetzen.

6. Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt:

- die Trocknung organogener Lockergesteinsproben vor dem Glühen ist am günstigsten bei einer Temperatur von 105 °C durchzuführen;
- es ist eine Mindesttrocknungszeit von 18 Stunden einzuhalten;
- die Glühverlustmethode ist eine geeignete Prüfmethode zur Bestimmung des Index der organischen Beimengungen sowohl für kalkfreie und kalkhaltige als auch für nichtbindige und bindige Lockergesteine;
- die Glühverlustbestimmung ist bei einer Temperatur zwischen 550 °C und 600 °C vorzunehmen, wobei die Glühzeit 2 Stunden betragen sollte.

**Beziehung der J_{om} -Werte
aus der
Trocken- u. Naßoxydation**

$$J_{om,N} = -1,96 + 0,90 \cdot J_{om,G}$$

$$n = 130$$

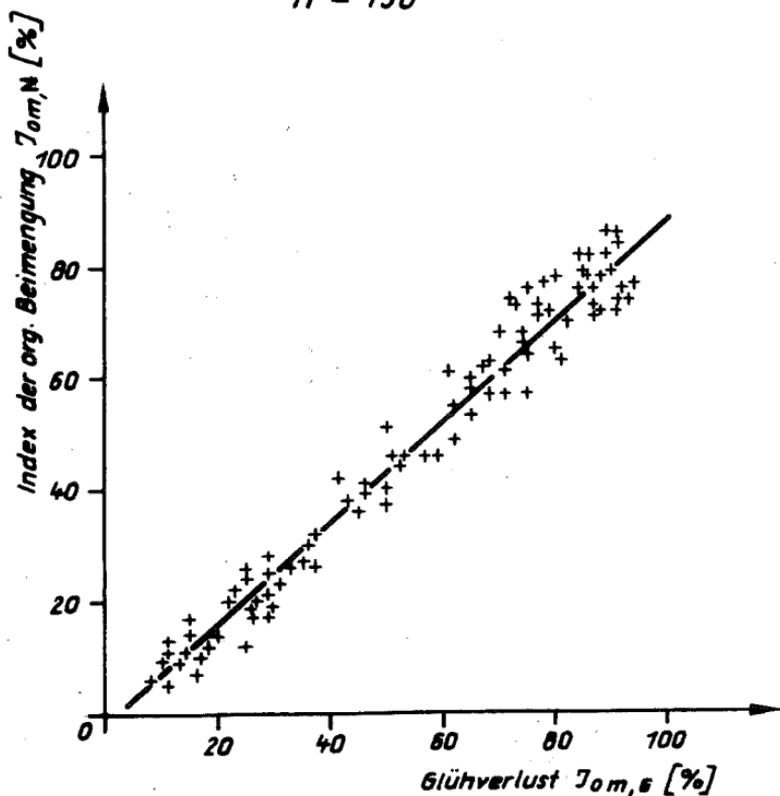


Bild 4 Beziehung der I_{om} -Werte aus der Trocken- und Naßoxydation

Literatur

- /1/ Fachbereichsstandard Baugrundmechanik
Prüfungen an Lockergesteinsproben im Laboratorium.
Bestimmung des Index der organischen Beimengungen
TGL 11462/04 (1970)
- /2/ Richtlinie des VEB FAS. Arbeitsanweisung zur Bestimmung des Index der organischen Beimengungen (I_{om} -Bestimmung durch Titration mit Kaliumdichromat)
VEB FAS Berlin (1983)
- /3/ SKEMPTON, A. W. Ignition loss and other properties of peats and clays
PETLEY, D. J. from Avonmouth
Geotechnique 20 (1970) nr. 4
- /4/ McFARLANE, I. C. An examination of some index test procedures for peat
ALLEN, C. M. Proc. 9th Muskeg Research Conference, NRCC,
Technical Memorandum 81 (1963)
- /5/ ARMAN, A. Engineering classification of organic soils
Highway Research Record (1970), Heft 310
- /6/ STIEGLER, W. Baugrundlehre für Ingenieure
Werner-Verlag, Düsseldorf (1962)
- /7/ Polska Norma PN-75 B-04481
Laborprüfungen im Grundbau
- /8/ Fachbereichsstandard Meliorationen
Aufnahme von Moorstandorten. Untersuchungen und Prüfungen im Labor
TGL 80 - 24301/03
- /9/ BALL, D. F. Loss of ignition as an estimate of organic matter and
organic carbon in non-calcareous soils
Journal of Soil Science, Oxford, 15 (1964) Nr. 1
- /10/ ADAMS, W. A. The effect of organic matter on the bulk and true
densities of some uncultivated podzolic soils
Journal of Soil Science, London, 24 (1973) 1
- /11/ Fachbereichsstandard Baugrundmechanik
Prüfungen an Lockergesteinsproben im Laboratorium.
Bestimmung des Wassergehaltes
TGL 11462/02 (1970)
- /12/ Richtlinie des VEB FAS. Arbeitsanweisung zur Bestimmung des Index der organischen Beimengungen durch
Trockenoxydation (Glühverlustmethode)
VEB FAS Berlin (1984)