

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Band: 66 (1988)

Heft: 2

Artikel: Neue Baumethoden im unterirdischen Linienbau = Nouvelles méthodes appliquées à la construction de lignes souterraines

Autor: Kienast, Heinz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876231>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neue Baumethoden im unterirdischen Linienbau

Nouvelles méthodes appliquées à la construction de lignes souterraines

Heinz KIENAST, Bern

Zusammenfassung. Der Autor beschreibt den Einsatz von Kettenfräsen mit Messern und drehenden Meisseln. Er zeigt Möglichkeiten und Grenzen dieser Grabarbeitsmethode auf, wie sie erste Erfahrungen in den verschiedenen Böden ergeben haben.

Résumé. L'auteur décrit l'emploi de fraises à chaînes équipées de couteaux et de trépan cylindriques rotatifs, puis montre les possibilités et les limites de cette méthode d'excavation en se fondant sur les premières expériences faites dans des sols de diverse nature.

Nuovi metodi nella costruzione di linee sotterranee

Riassunto. L'autore descrive l'impiego delle fresatrici a catena dotate di lame e scalpelli rotanti; mostra quindi le possibilità e i limiti di questo metodo di scavo e le prime esperienze fatte sui diversi terreni.

1 Einst und jetzt

Der Einsatz des Maulwurfpfluges, eines granatförmigen Stahlkörpers an einem messerförmigen Halter, kann in steinfreiem Boden das Kulturland auflockern und behelfsmässig entwässern. Diese Methode der Bodenentwässerung wurde durch das System von parallel angeordneten Gräben mit Tonröhren ersetzt. Die Drainagegräben wurden in Handarbeit, mit Leichtbaggereinsatz und Kettenfräsen, ausgehoben.

Die leistungsfähigen Kettenfräsen mit Messersegmenten sind seit 1965 bekannt. Sie werden auch für die Grabarbeiten im Kulturland für erdverlegte Kabelleitungen eingesetzt. In steinigten Böden waren den messerbestückten Frässegmenten Grenzen gesetzt. Deshalb wurden als Weiterentwicklung, auf den Frässegmenten drehende Meissel angebracht. Sie ermöglichen, je nach Anordnung und Stellung der Rundschafftmeissel, die Gesteinsarten zu Feinmaterial zu zerkleinern und für die Grabenauffüllung zu verwenden.

Die Spitzen der auswechselbaren Rundschafftmeissel sind mit Wolframkarbid, einem sehr harten grauen Metall (spezifisches Gewicht 19,3, Schmelzpunkt 3390 °C), versehen.

Mit solchen Spezial-Felsradfräsen (Raddurchmesser bis 2,2 m) ist es heute in Strassen, fest verkitteten Böden, grossen Felsblöcken und armierten Betonstrassen möglich, bis zu 80 cm tiefe Gräben einzufräsen.

Spezielle Asphalt-schneider mit Frässegmentbreiten von 30 cm und 46 cm erlauben eine Frästiefe von 33 cm. Sie eignen sich für städtische Verhältnisse bei sehr dicken, aufgeschichteten Strassenbelägen. Das Anschneiden der Grabenränder fällt weg, und mit Kleinbaggern kann die Grabarbeit konventionell, ohne Gefährdung der vorhandenen Kabelleitungen, ausgeführt werden.

Eine Spezial-Kettenfräse mit Ausleger und Kette (Fräsraddurchmesser etwa 1 m) ermöglicht den Einsatz in Kulturland, Strassenkoffern mit Belag, in Juragestein, im Voralpengebiet usw. Der Ausleger von 1,80 m Länge und die Kombination von mit Rundschafftmeisseln und Messern bestückter Kette erlauben Grabenprofile von 0,30 m bis 0,60 m Breite und 0,80 m bis 1,80 m Tiefe zu erstellen. Dabei spielt die Bodenbeschaffenheit in bezug auf Härte und Gesteinsart eine grosse Rolle. Kompakte,

1 Naguère et aujourd'hui

L'emploi de la charrue-taupe, un corps d'acier ressemblant à une grenade et fixé à un support en forme de couteau, permet dans les zones de culture d'ameublir et d'assécher les sols exempts de pierres. Cette méthode d'assèchement des sols a été remplacée par la mise en place, dans des fouilles parallèles, de tuyaux en terre cuite. Les fouilles de drainage étaient exécutées manuellement, à l'aide de pelles mécaniques légères ou de trancheuses à chaînes.

Les trancheuses à chaînes performantes, équipées de couteaux, sont connues depuis 1965 et utilisées dans les terrains cultivables pour le creusage des fouilles nécessaires à l'enfouissement des câbles et des conduites du réseau souterrain. La limite d'utilisation pour les trancheuses équipées de couteaux est atteinte dans les sols contenant des pierres. Le développement s'est traduit par la mise en place de couteaux rotatifs, grâce auxquels, selon l'ordonnement et la position des couteaux cylindriques, on peut réduire les pierres en matériau si fin que celui-ci peut être utilisé pour le remblayage des fouilles.

Les pointes des couteaux remplaçables sont revêtues de carbone wolfram, un métal gris très dur (poids spécifique 19,3 et point de fusion 3390 °C).

Grâce à cela, il est aujourd'hui possible, avec des trancheuses à roues spéciales pour le rocher (diam. de la roue jusqu'à environ 2,20 m), de creuser des fouilles de 80 cm de profondeur au plus dans des routes, des sols agglomérés, de gros blocs de rocher et des routes en béton armé.

Des engins spéciaux pour les revêtements en asphalte, avec des segments d'excavation larges de 30 cm et de 46 cm, permettent un creusage jusqu'à 33 cm et sont particulièrement bien adaptés aux conditions urbaines lorsque le revêtement est épais. La coupe des bords de fouille est ainsi éliminée et le travail d'excavation proprement dit peut être exécuté de façon traditionnelle avec de petites pelles mécaniques, sans mettre en danger les conduites de câbles existantes.

Une trancheuse à chaîne spéciale avec bras et chaîne (diam. de la roue environ 1 m) peut être utilisée dans des zones cultivables, les fondations de chaussées avec re-



Fig. 1
Kettenfräse T-650 mit Ausleger und drehbaren Rundschaftmeisseln eignet sich für Grabarbeiten in Strassen, Felspartien und Ackerland. Grabenbreiten 30 bis 60 cm, Grabentiefen 1,00 bis 1,80 m. Tagesleistungen in Strassen bis etwa 600 m (grössere Kettenfräsen erreichen Grabentiefen von 2,50 und 4,50 m) – La trancheuse à chaînes T-650 avec bras et couteaux rotatifs convient pour l'excavation de routes, de terrains rocheux et de terrains cultivables. Elle réalise des fouilles d'une largeur de 30 cm à 60 cm et d'une profondeur de 1,00 m à 1,80 m sur une longueur de 600 m par jour (les grandes fraises à chaînes creusent des fouilles de 2,50 m à 4,50 m de profondeur)

festen Böden und Belagsdicken bis 30 cm und mehr eignen sich sehr gut für Fräseinsatz (Fig. 1 und 2)

Schmalere Grabenbreiten sind mit der Felsradfräse möglich. Es können verschiedene Fräsegmentbreiten eingesetzt werden (zum Beispiel 10...11 cm, 16...18 cm, 23...25 cm).

2 Bodenbeschaffenheit

Seit 1984 sind mit verschiedenen Bauabteilungen von Fernmeldekreisdirectionen Versuche mit Fräseinsatz durchgeführt worden. Dabei hat man festgestellt, dass das Verhältnis Gewicht der Fräsmaschine zur Leistung des Fräsmotors (PS) einen wichtigen Faktor darstellt. Je stabiler, also schwerer die Grundmaschine und je grösser die Leistung für die Fräsarbeit ist, desto sauberer wird das Grabenprofil (Fig. 3).

Bei fest verkitteten Böden, dicken Belägen und gefrorenem Boden ist der Verschleiss an Rundschaftmeisseln am geringsten. Bei lockeren Böden und Moränenmaterial mit losem Gestein kann der Rundschaftmeissel nicht mehr gleichmässig drehen und nützt sich deshalb stärker ab.

Enge Kurven erzeugen mehr seitlichen Druck auf den Ausleger und die Kettensegmente. Dies bewirkt eine grössere Materialabnutzung. Im lockeren Material entsteht eine Mahlwirkung, als deren Folge sich das Grabenprofil im unteren Grabendrittel zu einem «Zwiebelprofil» verbreitert (Fig. 4).

In der Geologie kennen wir folgende Gesteine:

1. Erstarrungsgesteine:

- Tiefengestein (Granit und Syenit)
- Ergussgestein (Porphy, Basalt, Basaltlava, Bimsstein)
- Vulkanische Tuffe (Trachit)

vêtement, le calcaire du Jura, les Préalpes, etc. Le bras de 1,80 m de long, combiné avec la chaîne équipée de trépan cylindriques et de couteaux, permet le creusage de fouille de 0,30 m...0,60 m de largeur et 0,80 m...1,80 m de profondeur. La qualité du sol en ce qui concerne sa dureté et le genre de pierres qu'il contient joue ici un rôle important. Les sols compacts et fermes et les revêtements ayant jusqu'à 30 cm d'épaisseur et plus conviennent très bien à l'emploi d'une trancheuse à chaînes (fig. 1 et 2).

Des fouilles plus étroites peuvent être exécutées avec la trancheuse à roue pour le rocher. Diverses largeurs de segments peuvent être utilisées (p. ex. 10 cm à 11 cm, 16 cm à 18 cm et 23 cm à 25 cm).

2 Caractéristiques du sol

Avec la collaboration de diverses divisions de construction des DAT, les services de la direction générale des PTT examinent depuis 1980 les possibilités d'utilisation des excavateurs. Ils en ont conclu que le rapport entre le poids de l'engin et la puissance en CV du moteur joue un rôle important. Plus l'engin est stable – donc lourd – et plus le moteur est puissant, plus le profil de la fouille est net (fig. 3).

L'usure des couteaux cylindriques est la moindre lors d'emploi dans des sols agglomérés, des revêtements épais et des sols gelés. Dans des sols meubles et des moraines parsemées de pierres, les couteaux ne peuvent plus tourner de façon régulière et s'usent plus fortement.

Des courbes serrées créent de fortes pressions latérales sur le bras et les segments de chaîne et occasionnent une grosse usure du matériel. Dans des sols meubles, un effet de meule se produit et le profil de la fouille s'élargit en «profil d'oignon» dans le tiers inférieur (fig. 4).

En géologie, on distingue les roches suivantes:

1. Roches ignées ou magmatiques
 - Roches plutoniques (granit et syénite)

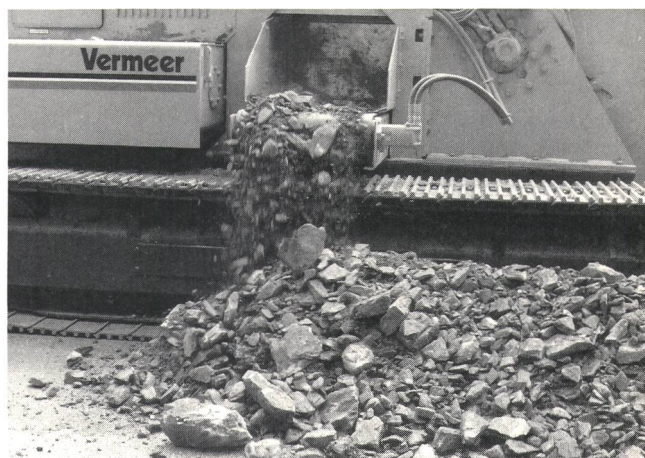


Fig. 2
Grabenaushub seitlich deponiert. Beim Anbringen von Förderbändern kann das Aushubmaterial direkt auf Grossdumper oder Lastwagen verladen werden – Déblai déposé à côté de la fouille. Lors de l'utilisation de rubans transporteurs, le déblai peut être chargé directement dans une benne ou sur un camion



Fig. 3
Gefräster Graben für die Erstellung eines Rohrblocks der Fernmeldekreisdirektion Sitten – Fouille ouverte à la trancheuse pour l'établissement d'un bloc de tuyaux à la direction d'arrondissement des télécommunications de Sion

- Kristalline Schiefer (Gneis, Glimmerschiefer, Quarzit).

Diese Gesteinsvorkommen können mit dem richtigen Rundschaftmeisselprofil durchfräst werden. Bei sehr harten Gesteinsarten wird die Anordnung bzw. die Winkelstellung der Meisselzähne und die Verbesserung des Meisselmaterials weiter studiert werden müssen.

Je nach dem Verbrauch der Meisselzähne muss die Bauleitung den wirtschaftlichen Nutzen abschätzen.

2. Sedimentgesteine (Ablagerungsgestein)

- Ausfällungsgesteine (Kalkstein, «dichter Jurakalk», «dichter Alpenkalk», Marmor, Tuffstein, Travertin, Gipsstein, Alabaster)
- Trümmergesteine (Geröll, Kies, Sand mit Bindemittel Kieselsäure, Kalk, Ton, Sandstein, Muschelsandstein, Meerestuff, «roter Ackerstein», Nagelfluh, Tonschiefer).

Diese Gesteinsarten sind sehr gut fräsbearbeitbar. Eine Ausnahme bildet Moränenmaterial, das im allgemeinen alle Korngrößen von Feinstbestandteilen bis zu grossen Blöcken (Findlinge) aufweist.

3 Vorteile der Spezialradfräse

Mit der Spezialradfräse sind etwa folgende Tagesleistungen möglich:

- in Strassen und Wegen 400 m... 600 m
- in Wiesen- und Ackerland 400 m...1000 m
- im Voralpengebiet 200 m... 400 m

Schmalere Grabenbreiten ergeben gegenüber herkömmlichen Verfahren Kosteneinsparungen

- beim Grabenaushub um 30–60 %
- beim Belageinbau (Wiederherstellungsarbeiten) etwa 40...50 %.

- Roches effusives (porphyre, basalte, lave basaltique, ponce)
- Tufs volcaniques (trachite)
- Schistes cristallins (gneiss, micaschistes, quarzites).

Chaque genre de roches peut être excavé avec des profils de couteaux adaptés aux circonstances. Avec des roches très dures, l'emplacement et l'inclinaison des couteaux ainsi que l'alliage amélioré dont ils sont constitués doivent être testés.

Selon l'usure des couteaux, la direction des travaux doit décider si leur emploi est indiqué du point de vue économique.

2. Roches sédimentaires

- Roches chimiques et organiques (calcaires, «calcaires massifs du Jura», «calcaire massif des Alpes», marbres, tufs calcaires, travertin, gypse, albâtre)
- Roches détritiques (galets, graviers, sable avec liant silicaté, calcaire, argile, grès, grès coquilles, tufs marins, «Roter Ackerstein», poudingue, schistes argileux).

Les roches se laissent facilement excaver, à l'exception du matériau morainique qui, en général, contient des pierres de toutes dimensions, des plus petites aux plus gros blocs (blocs erratiques).

3 Avantages des excavateurs à roues spéciaux

Avec de telles machines, les rendements journaliers importants suivants sont possibles:

- Routes, chemins 400 m... 600 m
- Prairies et champs 400 m...1000 m
- Région des Préalpes 200 m... 400 m

La faible largeur des fouilles permet de réaliser des économies par rapport à la méthode traditionnelle

- Lors d'excavation d'environ 30 % – 60 %
- Lors de revêtement (travaux de remise en état) environ 40 %...50 %.

Le prix indicatif du mètre courant de fouille excavée dans une route avec 10 cm de revêtement, sans remblayage et compactage, est à peu près égal à 2 fois la



Fig. 4
Einsatz einer Kettenfräse T-650 im Jurafels (Kettenrad $\varnothing = 1,00$ m mit hochgestelltem Sohlenräumer) – Emploi d'une trancheuse à chaînes dans la roche du Jura (roue à chaîne d'un \varnothing de 1 m avec dispositif de déblayage relevé)

Richtpreis für einen gefrästen Graben in einer Strasse mit etwa 10 cm Belagsstärke (ohne Wiedereinfüllen und Verdichten): etwa zweimal das Anschneiden des Belages in Franken pro Meter = Aushubpreis in Franken pro Meter.

Von den Strasseninspektoraten sehr geschätzt wird, dass beim bauzeitverkürzenden Fräsverfahren die Strasse ohne hemmende Lichtsignalanlagen dem Verkehr etwa 3–4mal schneller freigegeben werden kann.

4 Nachteile beim Fräseinsatz

Bei Tagesleistungen über 200 m muss der Arbeiterbestand für die entsprechenden Nachfolgearbeiten erhöht werden. Der Arbeitskräfteeinsatz richtet sich nach der Zahl der zu verlegenden Kunststoffrohre und dem allfälligen Erstellen des Rohrblocks.

Die Gesamtlänge einer Baustelle im Strassenbereich muss mit Rücksicht auf den Verkehr begrenzt werden, weil die erforderliche Phasen-Lichtsignalanlage immer längere Wartezeiten für die Strassenbenützer bedeutet. Schliesslich kann in lockerem Boden bei Wasseransammlungen und zu grossen Tagesleistungen der gefräste Graben in sich zusammenfallen.

5 Erkenntnisse

Die immer mehr zur Anwendung kommenden Glasfaserkabel erfordern ein neues erdverlegtes Mehrfachrohr (EMR) aus Kunststoff in Stangen zu 10 m Steckmuffen. Das als Rollen gelieferte Kunststoffrohr mit einem Durchmesser von 72/60 mm bietet bei tiefen Temperaturen Schwierigkeit beim Auslegen und Verlegen, speziell bei raschen Nachfolgearbeiten und Tagesleistungen über 200 m. Die PTT prüfen zurzeit zwei neue Mehrfachrohre (EMR-2, 2 × Ø 63/55 mm und EMR-3, 3 × Ø 63/55 mm) mit allen zusätzlich erforderlichen Abzweigteilen.

Die Bestrebungen zielen darauf ab, die Weiterentwicklung im unterirdischen Leitungsbau zu fördern und zu verbessern.

valeur de la coupe du revêtement en francs par mètre courant.

La route peut être rendue au trafic, sans mise en place d'une signalisation lumineuse, trois à quatre fois plus rapidement environ, ce qu'apprécient beaucoup les services routiers.

4 Inconvénients de l'emploi d'excavateurs

Lors de rendements journaliers supérieurs à 200 m par jour, il faut prévoir un effectif important de travailleurs pour les autres travaux. L'augmentation de main-d'œuvre dépend du nombre de tuyaux en matière synthétique à poser et de l'exécution éventuelle de blocs de tuyaux.

Pour tenir compte de la circulation routière, il est nécessaire de limiter la longueur totale du chantier, car les phases des signaux lumineux se traduisent toujours par des temps d'attente prolongés. Enfin, dans des sols meubles, des concentrations d'eau et de grands rendements journaliers peuvent conduire à des affaissements de fouilles.

5 Considérations finales

L'utilisation de plus en plus fréquente de câbles à fibres optiques rend judicieux la pose de polytuyaux synthétiques directement enterrés (EMR). Les polytuyaux se présentent en longueurs de 10 m avec emboîtement normal. En cas de basses températures, la mise en place des tuyaux synthétiques de Ø 72/60 mm livrés en rouleau est difficile, spécialement lorsque les travaux annexes sont rapides et les rendements journaliers supérieurs à 200 m. Les PTT testent actuellement deux nouveaux polytuyaux (EMR-2, 2 × Ø 65/55 mm et EMR-3, 3 × Ø 63/55 mm) avec tous les raccords utiles.

Les efforts visent à promouvoir, à perfectionner et à améliorer les nouvelles méthodes appliquées à la construction de lignes souterraines.