

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 88 (1970)
Heft: 28

Artikel: Das Rütteldruckverfahren zur Baugrundverbesserung
Autor: Lüpold, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-84559>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.02.2026

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

Von Ing. **Peter Lüpold** in Firma Schafir & Mugglin AG, Zürich

Vortrag, gehalten an der FGBH-Studientagung vom 21./22. Nov. 1969 in Zürich

1. Einleitung

Dürfen auf einen Boden in seinem natürlichen Zustand nur geringe Lasten übertragen werden, so ist es naheliegend, mittels einer Baugrundverbesserung annehmbare Fundationsverhältnisse zu schaffen. An eine solche Baugrundverbesserung sind in erster Linie die folgenden Anforderungen zu stellen:

1. Die Lasten aus dem Bauwerk müssen ohne Schaden für dieses an den behandelten Boden abgegeben werden können.
2. Es muss eine dauernde Homogenisierung des Untergrundes stattfinden, damit eine gleichmässige Lastverteilung gewährleistet werden kann.
3. Die Baugrundverbesserung muss kontrollierbar sein.
4. Die Baugrundverbesserung soll wirtschaftlich sein

Ein Verfahren, das diesen Anforderungen nachkommt, ist die Tiefenverdichtung nach dem patentierten Rütteldruckverfahren. Es wurde vor dem Zweiten Weltkrieg in Deutschland entwickelt und 1958 erstmals in der Schweiz mit Erfolg angewendet. Während Prof. Lang in seinem Vortrag (siehe SBZ 1970, Heft 22, Seite 475) die bodenmechanischen Gesichtspunkte einer Tiefenverdichtung behandelte, sollen hier die Anwendungsmöglichkeiten besprochen werden.

2. Die Benützung von Schwingungen zur Erhöhung der Lagerungsdichte gewachsener Böden und von Schüttungen

2.1 Allgemeines

Während statischer Druck die Reibung im Korngefüge eines Bodens erhöht und dadurch eine Umlagerung erschwert, vermindert eine dynamische Einwirkung diese Reibung wesentlich oder kann sie sogar aufheben und ermöglicht, in Verbindung mit dem Eigengewicht der einzelnen Bodenkörner und unter Einfluss strömenden Wassers praktisch die optimale Lagerungsdichte zu erreichen.

Je nach Angriffsstelle des Verdichtungsgerätes spricht man von einer Oberflächenverdichtung oder von einer Tiefenverdichtung. In beiden Fällen hängt die Verdichtungswirkung in erster Linie vom Verhältnis der Drehzahl des Schwingungserregers zur Eigenfrequenz des Systems Schwinger-Boden sowie

vom Wassergehalt bzw. dem Sättigungsgrad des Bodens ab. Da bei der Oberflächenverdichtung neben der Einwirkungsdauer auch die Schichthöhe eine Rolle spielt, nimmt die Tiefenwirkung der zur Anwendung kommenden Geräte mit zunehmender Schichtstärke rasch ab. Diese Schwierigkeit, von der Oberfläche aus nur eine beschränkte Schichtstärke behandeln zu können, wird beim Rütteldruckverfahren dadurch umgangen, dass das Verdichtungsgerät im Boden versenkt wird.

2.2 Das Verdichtungsgerät

Das Verdichtungsgerät, auch Rüttler genannt, ist etwa 5 m lang und hat einen Durchmesser von etwa 30 cm (Bild 1). Es enthält einen Elektromotor, der mehrere Exzentrerscheiben in Umdrehung versetzt, die in ihrer Funktion als Schlaggewichte eine starke Vibration des Rüttlers hervorrufen. Die Verbindung zu den Verlängerungsrohren, die die notwendigen Zuleitungen für Strom und Wasser enthalten, erfolgt mittels einer elastischen Kupplung. Die ganze Apparatur wiegt je nach Länge 3 bis 6 t und kann z. B. von einem Pneukran aus bedient werden (Bild 2).

2.3 Wirkungsprinzip und Verdichtungsverfahren

Bei der Tiefenverdichtung erfolgt der Verdichtungsverfahren von unten nach oben, indem der Rüttler mit Hilfe der von ihm erzeugten Schwingungen und unter gleichzeitiger Verwendung von Druckwasser, das an seiner Spitze austritt, auf die gewünschte Tiefe eingespült wird (Bild 3). Je nach natürlicher Lagerungsdichte des Bodens variiert die Eindringgeschwindigkeit zwischen 30 Sekunden bis 2 Minuten. Nach Erreichen der vorgeschriebenen Tiefe wird die Wasserzufuhr gedrosselt, und die eigentliche Verdichtung beginnt.

Da im Bereich des Vibrators die Scherfestigkeit des Bodens durch die Schwingungen weitgehend überwunden wird, findet unter dem Einfluss der bereits genannten Kräfte die Umlagerung des Korngerüsts in eine dichtere Lagerung statt. Ist die gewünschte Lagerungsdichte an der tiefsten Stelle erreicht, wird der Rüttler stufenweise hochgezogen und der Verdichtungs-

Bild 1. Torpedo-Rüttler, System Johann Keller

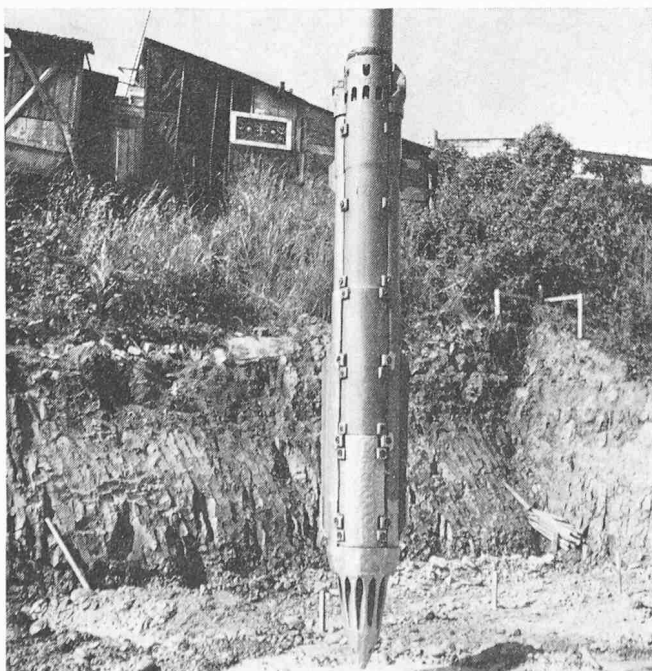


Bild 2. Torpedo-Rüttler mit Traggerät



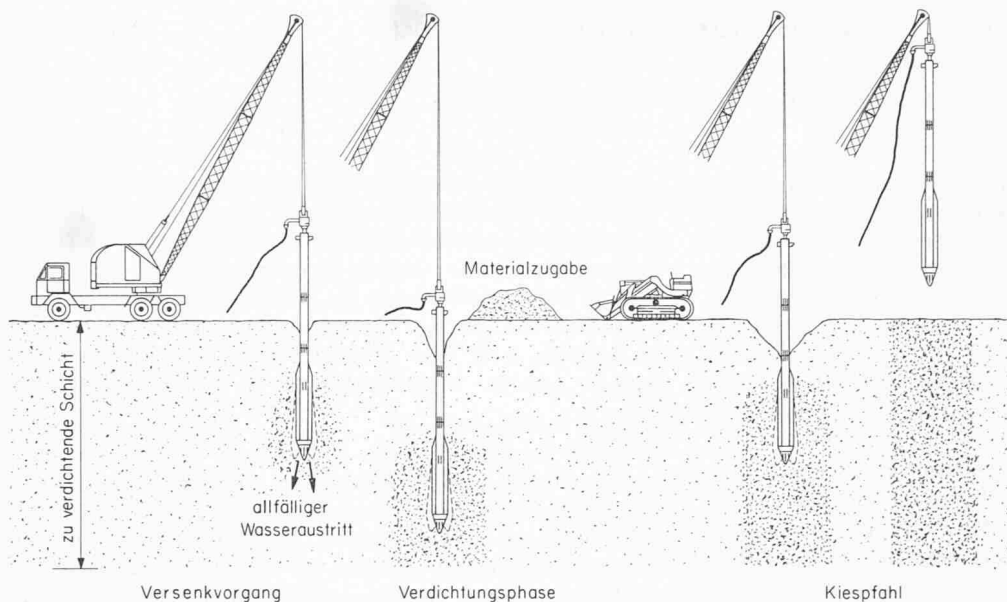


Bild 3. Verdichtungsverfahren beim patentierten Rütteldruckverfahren

vorgang so oft wiederholt, bis zur vorgeschriebenen Fundamentkote ein zylinderförmig verdichteter Erdkörper entstanden ist. Die Umlagerung erfolgt spannungsfrei, der Erdkörper ist auch gegen Erosion weitgehend unempfindlich, und damit die Verdichtung eine dauernde. Infolge der Porenvolumenverminderung des Bodens entsteht an der Oberfläche ein Trichter (Bild 4), in welchen zum Ausgleich laufend Material zugegeben wird.

Um eine optimale Verdichtung zu erzielen, muss dieses Zugabematerial diejenigen Komponenten enthalten, die dem gewachsenen Boden fehlen. Die Materialaufnahme beträgt je nach Lagerungsverhältnissen durchschnittlich 0,4 bis 0,8 m³ pro Meter Verdichtungslänge und erlaubt eine gute Beurteilung der Verdichtungswirkung.

2.4 Anordnung der Rüttelpunkte

Reiht man die einzelnen Rüttelpunkte so aneinander, dass ihre Wirkungsbereiche sich überschneiden (Bild 5), so entsteht ein Verdichtungskörper, welcher eine weitgehend homogene

Lagerungsdichte aufweist, denn in locker gelagerten Zonen ist der Verdichtungseffekt natürlich sehr viel grösser als in bereits dichter gelagerten Zonen. Der Wirkungsbereich eines Rüttelpunktes hängt stark von der Bodenart ab und liegt im Maximum bei etwa 6 m². Es ist zudem darauf zu achten, dass wirklich eine Vergrößerung der Verdichtungsfläche gegenüber der Fundamentfläche stattfindet (Bild 6).

Enthält ein Boden auch wesentliche Mengen an Feinanteilen wie Silt, so erfolgt durch deren teilweise Ausspülung und durch die Materialzugabe eine Kombination von Verdichtung und Bodenersatz. In diesem Fall muss die Anordnung der Rüttelpunkte enger gewählt werden, da ihr Wirkungsbereich im Mittel bis auf 60% des Maximalwertes zurückgeht.

Bild 4. Trichterbildung und Materialzugabe

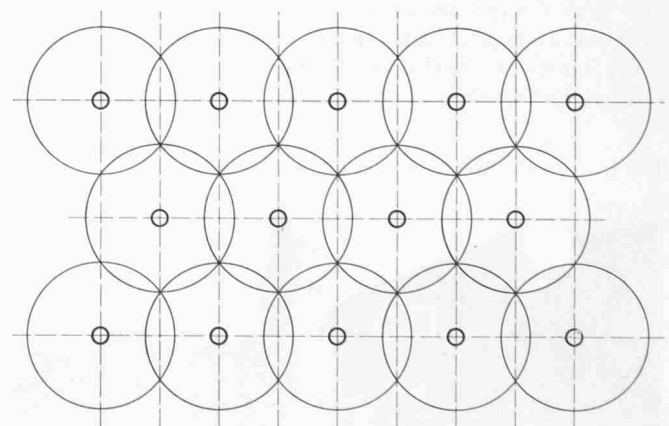
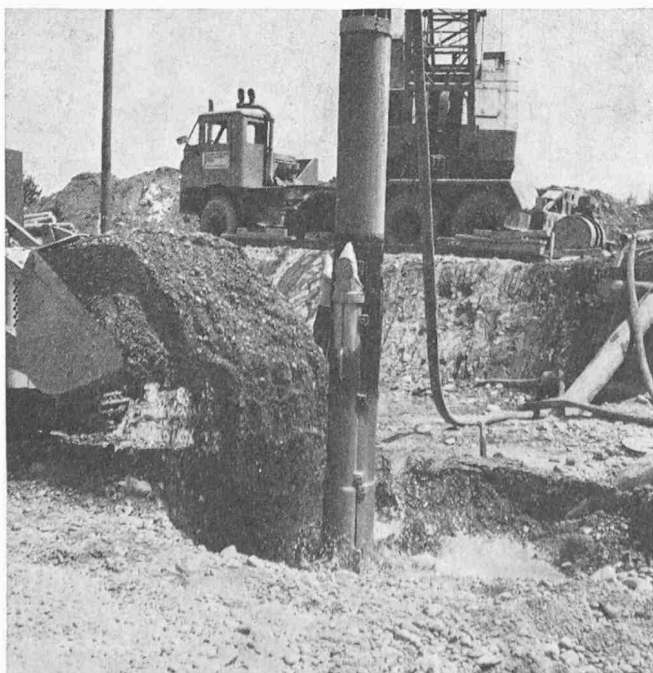


Bild 5. Anordnung der Rüttelpunkte

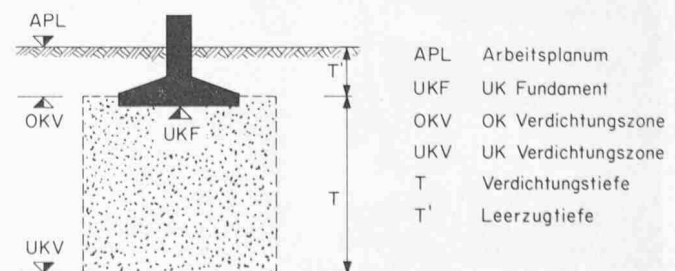


Bild 6. Vergrößerung der Verdichtungsfläche gegenüber Fundamentfläche

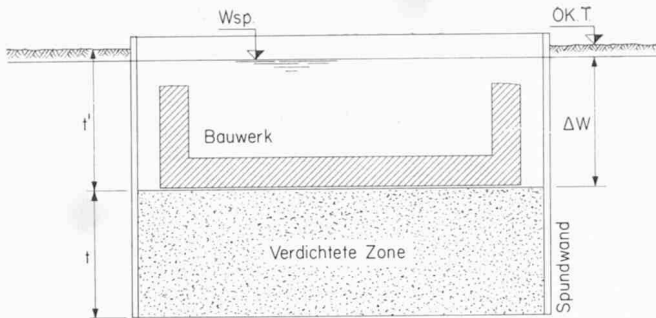


Bild 10. k -Wert-Reduktion innerhalb von Spundwänden. t = Verdictungstiefe, t' = Leertiefe

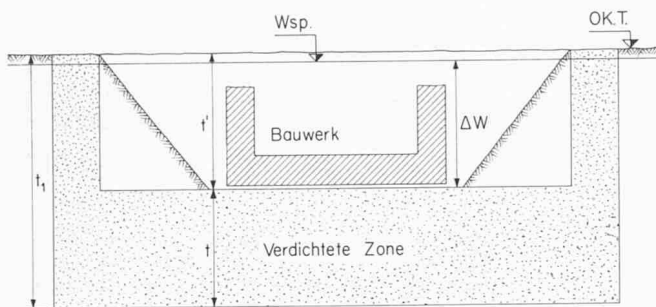


Bild 11. k -Wert-Reduktion mit seitlich hochgezogenem Dichtungsschirm als Ersatz für die Spundwände

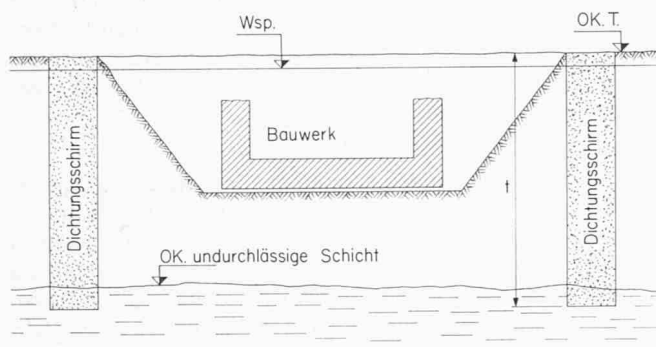


Bild 12. k -Wert-Reduktion beschränkt sich auf Dichtungsschirm, falls eine praktisch undurchlässige Schicht ansteht

4.2.1 Variante 1: Verdichtung innerhalb von Spundwänden (Bild 10)

Der anstehende Boden wird innerhalb der Spundwände in Form eines Deckels verdichtet. OK Verdichtungszone entspricht der Fundamentkote. Die effektive Verdichtungslänge t ist abhängig vom anstehenden Material, der Wasserspiegeldifferenz ΔW und dem ursprünglichen Durchlässigkeitsbeiwert k des Bodens. Die Leerziehtiefe t' entspricht der Differenz zwischen OK Arbeitsplanum und OK Verdichtungszone.

4.2.2 Variante 2: Verdichtung in Form einer Wanne (Bild 11)

Diese Variante kommt in Betracht, wenn keine Spundwände gerammt werden dürfen oder aus anderen Gründen nicht in Frage kommen. Die Spundwände werden in diesem Fall durch einen seitlich hochgezogenen Dichtungsschirm ersetzt. Im übrigen erfolgt die Durchführung wie bei Variante 1.

4.2.3 Variante 3: Verdichtung in Form eines Dichtungsschirmes (Bild 12)

Steht in wirtschaftlich erreichbarer Tiefe eine praktisch undurchlässige Schicht an, so erfolgt die Verdichtung in Form eines Dichtungsschirmes, der in die undurchlässige Zone eingebunden und wie eine Spundwand rund um das Bauwerk gezogen wird.

5. Zusammenfassung

Die Tiefenverdichtung nach dem Rütteldruckverfahren ist ein Verfahren zur Bodenverbesserung. Es werden keine Zuschlagsstoffe chemischer Natur verwendet, und eine Verschmutzung des Grundwassers ist daher ausgeschlossen. Das Verhältnis von Arbeitsgerätfäche zu Wirkungsfläche ist klein und damit (bei gleichem Kostenaufwand) die erzielbare Homogenität des behandelten Bodens viel grösser, bzw. die Wahrscheinlichkeit des Auftretens unbehandelter Zonen wesentlich geringer, als dies bei anderen Verfahren der Fall ist. Die so behandelten Böden weisen bei gleicher Bodenpressung bedeutend geringere Setzungen bzw. bei gleichen zulässigen Setzungen eine wesentlich höhere Tragfähigkeit auf. Durch geeignete Wahl des Zugabematerials wird eine starke Herabsetzung des Wasserandranges in die Baugrube erreicht. Somit werden mit der Tiefenverdichtung die folgenden Verbesserungen eines Bodens erzielt:

1. Verminderung des Porenvolumens in der Grössenordnung von 5 bis 10% und Erhöhung des Raumgewichtes.
2. Erhöhung der Scherfestigkeit.
3. Erhöhung des M_E -Wertes.
4. Verkleinerung des k -Wertes.
5. Erhöhung der Sicherheit gegen Grundbruch.

Adresse des Verfassers: P. Lüpold, 8307 Effretikon, Im Gassacher 16.

Holzforschung und Holzgewerbe

Von Prof. Dr. Hermann Tromp, Institut für forstliche Betriebswirtschaftslehre an der ETH Zürich¹⁾ DK 691.11.001.6

Die Wachstums-Aussichten des holzverarbeitenden Gewerbebezuges hängen auf lange Sicht davon ab, ob und wie die Branche sich wissenschaftlich und technisch auf der Höhe der Zeit halten kann. Die Praxis hat es selbst in der Hand, ob sich die Erkenntnisse der Forschung wirtschaftlich positiv auswirken.

Die Grundlagenforschung, die keinen direkten kommerziellen Gewinn erstrebt, wird in der Regel ganz vom Staat bezahlt; der Aufwand für die Zweckforschung wird ganz vom Unternehmen getragen, wobei jedoch der gewerbliche Einzelbetrieb nicht in der Lage ist, eine solche Forschung zu finanzieren. Die angewandte Forschung, die bereits auf von der Praxis anwendbare und auswertbare Ergebnisse abzielt, dabei aber auch noch Grundlagen zu erforschen hat, wird von Staat und Privatwirtschaft getragen. Die schweizerische Holzforchung wird zu 35% vom Staat finanziert; in Deutschland, Frankreich und Grossbritannien ist der staatliche Anteil wesentlich grösser.

Bei der betriebswirtschaftlichen angewandten Forschung ist dem Gewerbe die Übernahme eines Teils der Kosten zumutbar, da es sich hier um nicht allzu teure Aufträge handelt. Die naturwissenschaftliche und bautechnische angewandte Forschung ist aber sehr teuer und der zur Verfügung gestellte gewerbliche Beitrag kann nur symbolischen Charakter haben. Da diese Forschungen in der Schweiz bisher eher vernachlässigt wurden, sollte eine vermehrte Finanzierung durch die Öffentlichkeit gefordert werden. Die Bestrebungen, an der ETH in Lausanne ein solches Forschungszentrum zu gründen, sind daher voll zu unterstützen; den fachtechnischen Schulen sollte ebenfalls Gelegenheit geboten werden, mehr bautechnische Forschungsarbeiten durchzuführen. Aus einer Publi-

¹⁾ Nach einem Referat, gehalten anlässlich der freien Besichtigung des an die Binzstrasse 39, Zürich-Wiedikon verlegten Instituts für mikro-technologische Holzforchung ETHZ am 16. Februar 1970.