

Hilti Aktiengesellschaft in Schaan
Fürstentum Liechtenstein

5

Befestigungsverfahren und Befestigungssystem

10

BESCHREIBUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befestigung eines
15 Befestigungselements an einem Untergrund, bei dem in dem Untergrund ein
Sackloch erzeugt und ein Befestigungselement in dem Sackloch verankert wird.
Weiterhin betrifft die Erfindung ein Befestigungssystem mit einem Untergrund und
einem daran befestigten Befestigungselement.

20 Es sind Befestigungsverfahren und -systeme bekannt, bei denen ein Schaft des
Befestigungselements eine in eine Befestigungsrichtung weisende Stirnfläche
aufweist, also stumpf ist, wobei sich an die Stirnfläche eine Umfangsfläche
anschliesst. Die Aussenabmessungen der Stirnfläche übersteigen einen
Durchmesser des Sacklochs, so dass der Schaft beim Eintreiben in das Sackloch
25 einen Teil des Untergrundmaterials verschiebt und an der Umfangsfläche mit dem
Untergrund verschweisst wird. Die Verschweissung trägt zur Haltekraft des
Befestigungselements an dem Untergrund bei.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Befestigungsverfahren
30 und ein Befestigungssystem anzugeben, bei denen bei gegebener Sacklochtiefe
eine grosse Haltekraft des Befestigungselements an dem Untergrund gewährleistet
ist.

Die Aufgabe wird einerseits gelöst durch ein Verfahren zur Befestigung eines aus
35 einem ersten Material bestehenden Befestigungselements an einem aus einem
Untergrundmaterial bestehenden Untergrund, bei dem ein eine Tiefenrichtung
definierendes Sackloch mit einem Sacklochdurchmesser in dem Untergrund erzeugt

wird, ein Befestigungselement zur Verfügung gestellt wird, welches einen eine Befestigungsrichtung definierenden Schaft mit einer im Wesentlichen in die Befestigungsrichtung weisenden Stirnfläche und mit einer sich unmittelbar an die Stirnfläche anschliessenden Umfangsfläche aufweist, und der Schaft in das Sackloch eingetrieben wird, um das Befestigungselement in dem Sackloch zu verankern. Die Aussenabmessungen der Stirnfläche übersteigen dabei den Sacklochdurchmesser, so dass der Schaft beim Eintreiben in das Sackloch einen Teil des Untergrundmaterials in der Tiefenrichtung verschiebt und an der Umfangsfläche mit dem Untergrund verschweisst wird. Die Umfangsfläche ist gegenüber der Befestigungsrichtung geneigt oder gestuft.

Die Aufgabe wird andererseits gelöst durch ein Befestigungssystem, umfassend einen aus einem Untergrundmaterial bestehenden Untergrund und ein Befestigungselement, welches einen eine Befestigungsrichtung definierenden Schaft mit einer im Wesentlichen in die Befestigungsrichtung weisenden Stirnfläche und mit einer sich unmittelbar an die Stirnfläche anschliessenden Umfangsfläche aufweist, wobei der Schaft mit dem Untergrund verschweisst ist, und wobei die Umfangsfläche gegenüber der Befestigungsrichtung geneigt oder gestuft ist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass das Befestigungselement einen Verankerungsbereich, welcher in dem Sackloch verankert wird und den Schaft aufweist, und einen nach der Verankerung von dem Basiselement abragenden Verbindungsbereich zum Verbinden eines Anbauteils mit dem Befestigungselement aufweist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass eine senkrecht zur Befestigungsrichtung orientierte Querschnittsfläche des Schaftes Aussenabmessungen aufweist, welche von der Stirnfläche ausgehend entlang der Befestigungsrichtung stetig zunehmen. Bevorzugt weist die Querschnittsfläche die Form eines Kreises auf, wobei die Aussenabmessungen einen Durchmesser des Kreises umfassen. Besonders bevorzugt weist die Umfangsfläche die Form eines Kegelstumpfs auf.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass die Umfangsfläche gegenüber der Befestigungsrichtung, ausgehend von der Stirnfläche entgegen der Befestigungsrichtung mehrere verschiedene Neigungswinkel aufweist.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass ein Neigungswinkel der Umfangsfläche gegenüber der Befestigungsrichtung zwischen 1° und 6° beträgt. Bevorzugt beträgt der Neigungswinkel zwischen $1,5^\circ$ und 5° , besonders bevorzugt zwischen 2° und 4° .

5

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass die Stirnfläche an ihrem Rand eine insbesondere umlaufende Einführschräge für ein erleichtertes Einführen des Schaftes in das Sackloch umfasst. Bevorzugt umfasst die Einführschräge eine Fase.

10

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass der Sacklochdurchmesser in der Tiefenrichtung gleich bleibt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass das Sackloch in den Untergrund gebohrt wird. Bevorzugt wird eine Tiefe T des Sacklochs mit Hilfe eines Anschlagbohrers vorbestimmt. Ebenfalls bevorzugt wird eine Tiefe T des Sacklochs mit Hilfe eines Tiefenanschlags vorbestimmt.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass das Sackloch in der Tiefenrichtung eine Tiefe T mit $T < 10 \text{ mm}$ aufweist. Bevorzugt ist die Tiefe $T < 8 \text{ mm}$, besonders bevorzugt ist die Tiefe $T < 6 \text{ mm}$.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass der Schaft linear in das Sackloch eingetrieben wird. Bevorzugt wird dafür ein Bolzensetzgerät verwendet.

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass ein Eintreibwinkel zwischen einer Oberfläche des Untergrunds und der Tiefenrichtung mindestens 80° beträgt. Bevorzugt beträgt der Eintreibwinkel mindestens 85° , besonders bevorzugt 90° .

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass das erste Material ein Metall oder eine Legierung umfasst. Besonders bevorzugt besteht das erste Material aus einem Metall oder einer Legierung.

35

Eine vorteilhafte Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch aus, dass das Untergrundmaterial ein Metall oder eine Legierung umfasst. Besonders bevorzugt besteht das Untergrundmaterial aus einem Metall oder einer Legierung.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Befestigungssystem in einer Querschnittsansicht,
Fig. 2 ein Befestigungselement in einer Teilansicht und
Fig. 3 ein Befestigungselement in einer Teilansicht.

In Fig. 1 ist ein Befestigungssystem 10 mit einem aus einem Untergrundmaterial
10 bestehenden Untergrund 20 und einem Befestigungselement 30 dargestellt. Das
Befestigungselement 30 weist einen Verankerungsbereich 31 und einen nach der
Verankerung von dem Basiselement abragenden Verbindungsbereich 32 auf. Der
Verankerungsbereich 31 dient einem Verankern des Befestigungselements 30 in
dem Untergrund 20, und der Verbindungsbereich 32 dient einem Verbinden eines
15 nicht dargestellten Anbauteils mit dem Befestigungselement 30. Zu diesem Zweck
weist der Verbindungsbereich 32 ein Aussengewinde 33 mit einem
Gewindedurchmesser d_G von beispielsweise 8 mm oder 10 mm auf. Der
Verankerungsbereich 31 hat demgegenüber einen kleineren Aussendurchmesser,
so dass das Befestigungselement 30 zwischen dem Verankerungsbereich 31 und
20 dem Verbindungsbereich 32 eine Anschlagshulter 34 aufweist. Die
Anschlagshulter 34 liegt auf einer Oberfläche 21 des Untergrunds 20 auf, und zwar
unmittelbar oder gegebenenfalls mittelbar über eine nicht dargestellte Dichtscheibe,
wenn der Verankerungsbereich 31 in dem Untergrund 20 verankert ist.

25 Der Verankerungsbereich 31 umfasst einen eine Befestigungsrichtung 40
definierenden Schaft 50 mit einer im Wesentlichen in die Befestigungsrichtung 40
weisenden, einen Stirnflächendurchmesser d_s aufweisenden Stirnfläche 60 und mit
einer sich unmittelbar an die Stirnfläche 60 anschliessenden Umfangsfläche 70.
Eine senkrecht zur Befestigungsrichtung 40 orientierte Querschnittsfläche des
30 Schaftes 50 weist die Form eines Kreises auf, dessen Durchmesser von der
Stirnfläche 60 ausgehend entgegen der Befestigungsrichtung 40 stetig und
gleichförmig zunimmt, so dass die Umfangsfläche 70 die Form eines Kegelstumpfs
aufweist. Ein Kegelöffnungswinkel dieses Kegelstumpfs ist 6° , so dass die
Umfangsfläche 70 gegenüber der Befestigungsrichtung 40 um einen Winkel von 3°
35 geneigt ist. Der Durchmesser der Querschnittsfläche des Schaftes 50 steigt dann
von dem Stirnflächendurchmesser d_s bis zu einem maximalen Schaftdurchmesser
 d_{max} an. Der Stirnflächendurchmesser d_s beträgt beispielsweise 4,3 mm, 4,9 mm

oder 5,0 mm, der maximale Schaftdurchmesser $d_{\max}$ beträgt beispielsweise 5,2 mm, 5,4 mm oder 5,8 mm, jeweils bei einer Schaftlänge L von beispielsweise 6,7 mm oder 7,5 mm.

- 5 Der Verankerungsbereich 31 und der Verbindungsbereich 32 sind einstückig aus einem schweiszbaren ersten Material, wie beispielsweise aus einem Metall oder einer Legierung wie Stahl hergestellt. Das Untergrundmaterial umfasst ebenfalls ein schweisbares Material, wie beispielsweise Metall oder eine Legierung wie Stahl. Der Untergrund 20 umfasst insbesondere eine an seiner Oberfläche angeordnete
- 10 Beschichtung, beispielsweise eine Korrosionsschutzschicht, welche bevorzugt ebenfalls ein schweisbares Material, wie beispielsweise Metall oder eine Legierung wie Stahl, umfasst.

- Zur Befestigung des Befestigungselements 30 an dem Untergrund 20 wird zunächst
- 15 ein eine Tiefenrichtung 90 definierendes Sackloch 80 mit einem in der Tiefenrichtung 90 gleichbleibenden Sacklochdurchmesser d_L und mit einer Tiefe T in den Untergrund 20 gebohrt. Der Sacklochdurchmesser d_L und die Tiefe T werden dabei bevorzugt mittels eines Stufenbohrers vorbestimmt. Die Tiefe T beträgt beispielsweise 6 mm, der Sacklochdurchmesser d_L ist bevorzugt mindestens 0,1
- 20 mm kleiner als der Stirnflächendurchmesser d_s , besonders bevorzugt mindestens 0,2 mm kleiner als der Stirnflächendurchmesser d_s , beispielsweise 0,2 mm, 0,25 mm oder 0,3 mm kleiner als der Stirnflächendurchmesser d_s . Bevorzugt beträgt der Sacklochdurchmesser d_L weniger als das 0,98-fache des Stirnflächendurchmesser d_s , besonders bevorzugt weniger als das 0,96-fache des Stirnflächendurchmesser
- 25 d_s . Danach wird der Schaft 50 linear in das Sackloch 80 eingetrieben, beispielsweise unter Verwendung eines Bolzensetzgeräts. Ein Eintreibwinkel zwischen der Oberfläche 21 des Untergrunds 20 und der Tiefenrichtung 90 beträgt 90° , so dass die Befestigungsrichtung 40 mit der Tiefenrichtung 90 zusammenfällt.

- 30 Dadurch, dass der Sacklochdurchmesser d_L kleiner als der Stirnflächendurchmesser d_s ist, verschiebt der Schaft 50 beim Eintreiben in das Sackloch 80 einen Teil des Untergrundmaterials in der Tiefenrichtung 90. Die dabei entstehende Hitze bewirkt ein Verschweissen des Schaftes 50 an der Umfangsfläche 70 mit dem Untergrund 20 an dem Bohrloch 80. Durch die Neigung der Umfangsfläche 70 gegenüber der
- 35 Befestigungsrichtung 40 wird diese Verschweissung und/oder ein Verspannen des Schaftes 50 in dem Sackloch 80 verbessert und eine Haltekraft des Befestigungselements 30 an dem Untergrund 20 erhöht.

Eine signifikante Erhöhung der Haltekraft des Befestigungselements an dem Untergrund ist bei einem Neigungswinkel der Umfangsfläche gegenüber der Befestigungsrichtung grösser als 1° zu beobachten, wobei bei einem
5 Neigungswinkel grösser 6° der Energieaufwand für die Verdrängung des Untergrundmaterials auf Kosten der Verschweissung signifikant ansteigt. Beispielsweise bei einer üblichen Eintreibenergie von 80 Joule beträgt der Neigungswinkel der Umfangsfläche gegenüber der Befestigungsrichtung daher vorteilhaft zwischen 1° und 6° . Bevorzugt beträgt der Neigungswinkel zwischen $1,5^\circ$
10 und 5° , besonders bevorzugt zwischen 2° und 4° .

Die Stirnfläche 60 umfasst an ihrem Rand eine als umlaufende Fase ausgebildete Einführschräge 61 für ein erleichtertes Einführen des Schaftes 50 in das Sackloch 80. Ein minimaler Durchmesser $d_{\min}$ der Einführschräge 61 ist dafür vorteilhaft
15 kleiner als der Sacklochdurchmesser d_L . Ein Kegelöffnungswinkel der Einführschräge 61 beträgt bevorzugt zwischen 60° und 150° , besonders bevorzugt zwischen 75° und 135° , beispielsweise 90° oder 120° .

In Fig. 2 ist ein Befestigungselement 230 in einer Teilansicht dargestellt. Das
20 Befestigungselement 230 umfasst einen Verankerungsbereich 231 mit einem eine Befestigungsrichtung 240 definierenden Schaft 250. Der Schaft 250 weist eine im Wesentlichen in die Befestigungsrichtung 240 weisende Stirnfläche 260 und eine sich unmittelbar an die Stirnfläche 260 anschliessende Umfangsfläche 270 auf. Die Umfangsfläche 270 weist die Form mehrerer, insbesondere genau zweier
25 Kegelstümpfe auf, so dass die Umfangsfläche 270 gegenüber der Befestigungsrichtung 240, ausgehend von der Stirnfläche 260 entgegen der Befestigungsrichtung 240 mehrere verschiedene Neigungswinkel aufweist. Ein Kegelöffnungswinkel dieser Kegelstümpfe steigt entgegen der Befestigungsrichtung 240 an, so dass sich der Schaft 250 entgegen der Befestigungsrichtung 240 immer
30 mehr aufweitet. Im Übrigen stimmt das Befestigungselement 230 mit dem in Fig. 1 dargestellten Befestigungselement 30 im Wesentlichen überein.

In Fig. 3 ist ein Befestigungselement 330 in einer Teilansicht dargestellt. Das
Befestigungselement 330 umfasst einen Verankerungsbereich 331 mit einem eine
35 Befestigungsrichtung 340 definierenden Schaft 350. Der Schaft 350 weist eine im Wesentlichen in die Befestigungsrichtung 340 weisende Stirnfläche 360 und eine sich unmittelbar an die Stirnfläche 360 anschliessende Umfangsfläche 370 auf. Die

Umfangsfläche 370 weist gegenüber der Befestigungsrichtung 340 einen ausgehend von der Stirnfläche 360 entgegen der Befestigungsrichtung 340 allmählich ansteigenden Neigungswinkel auf, so dass sich der Schaft 350 entgegen der Befestigungsrichtung 340 trompetenartig aufweitet. Im Übrigen stimmt das
5 Befestigungselement 330 mit dem in Fig. 1 dargestellten Befestigungselement 30 im Wesentlichen überein.

Bei nicht dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Schaft entgegen der Befestigungsrichtung stufenartig aufgeweitet, so dass die Umfangsfläche gegenüber
10 der Befestigungsrichtung gestuft ist.

Die Erfindung wurde anhand eines Verfahrens für eine Befestigung eines Befestigungselements an einem Untergrund beschrieben. Die Merkmale der beschriebenen Ausführungsformen sind dabei auch beliebig miteinander innerhalb
15 eines einzigen Befestigungssystems beziehungsweise eines einzigen Verfahrens kombinierbar. Es wird darauf hingewiesen, dass das erfindungsgemässe Verfahren auch für andere Zwecke geeignet ist.