Zugversuche oder Baugrunduntersuchung mit Sondierungen?

Einführung

Für die Gründung von Solaranlagen sind gerammte Stahlprofile eine beliebte, kostengünstige Gründungsart, die sich flexibel an die jeweiligen Erfordernisse anpassen lässt.

Entscheidend für die Standsicherheit der Solaranlage ist dabei die Einleitung der Kräfte aus den Tischen in den Boden.

Bereits in der Planungsphase ist die notwendige Rammtiefe zu ermitteln. Hierfür werden oftmals Proberammungen und Zugversuche (Pull-Out Tests oder POT) vorgesehen.

Zugversuche

Zugversuche werden üblicherweise so ausgeführt, dass ein Stahlprofil in den zu untersuchenden Boden eingerammt wird. Unmittelbar danach oder nach sehr kurzer Zeit (wenigen Tagen) wird an diesem Profil Kraft horizontal und vertikal aufgebracht und die Reaktion (Verformung) des Profils oberhalb des Bodens gemessen. Meistens wird zum Schluss das Profil wieder aus dem Boden gezogen und die dafür notwendige Kraft gemessen.

Ergebnisse und Erkenntnisse

Bei dieser Methode werden die an einem frisch eingerammten Stahlprofil auftretenden Verformungen und Kräfte ermittelt. Erkenntnisse über den Bodenaufbau und die bodenmechanischen Eigenschaften selbst werden jedoch nur sehr eingeschränkt gewonnen. Im positiven Fall zeigt sich, dass das eingerammte Profil im Zustand der Messung die aus dem Gestell herrührenden Kräfte aufnehmen kann. Dann wird üblicherweise davon ausgegangen, dass dies auch nach Aufbau des Gestells und in den nächsten Jahrzehnten so sein wird.

ConSoGeol GmbH & Co. KG | St.-Martin-Straße 11, D-86551 Aichach
Tel +49(0)8251 / 7224 und 819890 | E-Mail info@consogeol.com

Vorteil von Zugversuchen

Experiment vor Ort: Man führt ein Experiment vor Ort durch und zeigt bei diesem experimentellen Zustand, dass das Profil die geforderten Kräfte übertragen kann. Dies beinhaltet eine recht hohe Sicherheit.

Nachteile von Zugversuchen

- **Unzureichende Erkundung**: Der Bodenaufbau, die bodenmechanischen Eigenschaften insgesamt und die Situation des Solarfeldes aus ingenieurgeologischer Sicht werden nicht erkundet. Der Boden unterhalb der gerammten Profile, der von der Krafteinleitung ebenfalls betroffen ist, bleibt unbekannt.
- **Störungen des Bodens**: Bei der Bodenerkundung erfährt das Untersuchungsobjekt (Boden) immer eine Veränderung bzw. Störung. Durch das Einrammen ist diese erheblich (z.B. Verdichtung im Nahbereich, Kornumlagerung, Verdrängung bestimmter Bodenbestandteile). Im Lauf der Zeit gehen diese Störungen z.T. wieder zurück. Diese Zeit steht aber beim Zugversuch **nicht zur Verfügung.**
- **Die Festlegung der Gründungstiefe nur auf Basis von Zugversuchen wird bei Schadensfällen von Versicherungen oft als nicht ausreichend bezeichnet.** Uns sind einige Fälle bekannt, bei denen eine Schadensregulierung von Wind- oder Schneeschäden durch Elementarversicherungen abgelehnt wurde, da für die Dimensionierung der Gründung nur (Zug)-Versuche realisiert wurden, aber keine geotechnische Berechnung auf Basis von EC 7 durchgeführt worden war.
- **Hoher Aufwand**: Der Aufwand für die Zugversuche ist hoch (Rammtrupp mit LKWs, Ramme, Radlader, zusätzlich Geologe oder zumindest Geotechniker mit Versuchsausrüstung und Messgeräten sind erforderlich).
- **Methodisch falsche Messungen**: Man misst in einer Situation, die in der Praxis später so nicht mehr auftritt. Oft ist noch ein Rammkanal vorhanden, der die Mantelreibung zwischen Profil und Boden erheblich vermindert. Die Oberfläche des Profils ist noch sehr glatt, teilweise sogar noch ölig von der Herstellung. Auch das verfälscht die Messung der Auszugskräfte deutlich.

ConSoGeol GmbH & Co. KG | St.-Martin-Straße 11, D-86551 Aichach
Tel +49(0)8251 / 7224 und 819890 | E-Mail info@consogeol.com

Alternative Methode

Grundüberlegung

Die Belastbarkeit von Stahlpfosten wird durch den wechselnden Bodenaufbau und dessen unterschiedliche Fähigkeit, Kräfte aufzunehmen, bestimmt. Diese Parameter müssen ermittelt werden. Daher ist es sinnvoll, den Boden insbesondere in den obersten 2 - 4 m möglichst genau zu erkunden.

Untersuchung der Bodenstruktur

Die Untersuchung erfolgt üblicherweise mit der leichten Rammsonde (DPL). Damit lässt sich die Bodenstruktur in den obersten Metern zuverlässig erkennbar machen. Schwerere Untersuchungsgeräte sind gerade in den Schichten unmittelbar unter der Erdoberfläche dazu oft nicht in der Lage. Die Untersuchung wird in jedem Fall so weit unter den Gründungshorizont geführt, dass alle dort liegenden Schichten, die Einfluss auf die Standsicherheit haben, erkundet werden.

Zusätzlich erfolgt eine Bodenerkundung durch Schlitzsonden oder Sondierbohrungen. Damit ist auch die Entnahme von Bodenproben möglich, etwa für chemische Analysen im Labor oder zur Beweissicherung.

Die Methode wird in allen Arten von Lockergesteinen angewandt, auch in ausgefallenen Böden wie tiefreichende Torfschichten und leichte Vulkanaschen.

Berechnungsmethoden

Die Berechnungsmethoden für Solaranlagen wurden von Verfahren zur Ermittlung der Gründungstiefe von Lärmschutzwänden abgeleitet, die eine geotechnisch sehr ähnliche Aufgabe darstellt. Um die notwendige Rammtiefe für beliebige Stahlpfosten zuverlässig zu berechnen, benötigen wir:

- Kenntnisse über die Bodeneigenschaften
- die Dimensionen und Abmessungen des Rammprofils
- die Kräfte und Momente, die auf den Rammpfosten wirken.

Zusätzlich wird die vertikale Krafteinleitung in den Boden über die Mantelreibung der Pfosten rechnerisch geprüft. Die letztendlich vorgeschlagene Einbindetiefe bemisst sich nach der Einflussgröße, die die tiefste Einbindung erfordert. Die anderen Einwirkungen werden dann natürlich mit höheren Sicherheiten auch aufgenommen.

Das Berechnungssystem selbst ist EDV-gestützt und über die ZTVE Lsw 88 sowie 06 homologisiert. Es basiert auf den Normen für die zulässige Belastung des Baugrundes (DIN/EN 1054 sowie Eurocode7). Ist der Bodenaufbau gut bekannt, kann die Rammtiefe fast beliebiger Profile errechnet werden.

ConSoGeol GmbH & Co. KG | St.-Martin-Straße 11, D-86551 Aichach
Tel +49(0)8251 / 7224 und 819890 | E-Mail info@consogeol.com

Zusätzliche Bewertungen

Zusätzlich zur rechnerischen Ermittlung der Rammtiefen erhalten Sie weitere Bewertungen und Hinweise:

- Korrosionsrisiko nach DIN 50929 sowie DIN 4030
- Langfristige Sicherheit gegen Setzungen
- Begutachtung der gesamten Standsicherheit des Solarfeldes (z.B. gegen großflächige Erdrutsche in Hanglagen)
- Risiko von Überflutungen
- Einfluss von Bodenfrost auf die Gründung
- Wechselwirkung mit Grundwasser
- Gefährdung durch Erdbeben
- Hinweise zur Sicherung der Erdoberfläche während und nach der Bauphase
- Angaben für die Gründung von Festbauwerken wie z.B. Trafostationen.

Gerade diese Hinweise und Angaben sind für die langfristige Betriebssicherheit von Solaranlagen über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren unerlässlich. Bei den nur auf Zugversuchen beruhenden Bewertungen fehlen diese Angaben oft vollständig.

Vorteile der Methode

- Flexible Einsatzmöglichkeit, wir transportieren unser Arbeitsgerät im Allrad-Fahrzeug. Es ist kein großes Gerät nötig wie LKW, Minibagger, Radlader, schwere Lafettenaggregate.
- Reduzierter Geräte- und Personal-aufwand.
- Arbeit auch bei schwierigen Verhältnissen möglich, etwa bei Hangneigungen bis 20°, aufgeweichten Böden…
- Neuberechnung von Rammtiefen für unterschiedliche Gestellvarianten problemlos vom Schreibtisch aus möglich. Es ist kein weiterer Arbeitseinsatz vor Ort nötig
- Internationale Einsätze möglich. Für Projekte weltweit können wir unsere Rammsondiereinrichtung mit bis zu 6 m Aufschlusstiefe sogar als Fluggepäck mitnehmen.

ConSoGeol GmbH & Co. KG | St.-Martin-Straße 11, D-86551 Aichach
Tel +49(0)8251 / 7224 und 819890 | E-Mail info@consogeol.com

Beispiel – Gefahr für Solarparks durch Hanginstabilität

In vielen Gegenden Süditaliens und Spaniens liefern die Böden bei Ramm- und Zugsversuchen sehr gute Werte, die Hänge selbst sind aber instabil. Diese Hanginstabilität ist durch die bisherige landwirtschaftliche Nutzung und Bodenpflege oft verschleiert. Erfahrene Geologen erkennen dies aber zweifelsfrei.

Wir wurden bereits in mehreren Fällen nach großen Schadensfällen bei solchen Solarparks konsultiert.

Fazit: Die Gründungstiefen waren zwar korrekt nach bodenmechanischen Versuchen ermittelt worden. Allerdings wurde die gesamte Situation nicht schlüssig und ausreichend bewertet. Die Kosten für solche Sanierungen können oftmals den Wert der Anlage erreichen und damit eine Sanierung wirtschaftlich fast unmöglich machen.

Unsere Erfahrung

So haben wir bisher weit über 3.000 Standorte mit dieser Methode begutachtet:

Europa: Deutschland, Großbritannien, Schweiz, Frankreich, Italien, Rumänien, Bulgarien, Spanien, Portugal, Tschechien, Weißrussland, Belgien, Österreich, Ungarn, Zypern, Kroatien, Schweden, Norwegen, Estland, Lettland, Finnland, Schweiz, Dänemark, Griechenland, Bosnien-Herzegowina, Niederlande, Irland, Polen, Albanien, Belarus

Afrika: Südafrika, Ägypten, Tunesien, Marokko, Kenia, Mali, Mosambik, Ruanda, Mauretanien, Tschad, Benin, Elfenbeinküste, Eritrea, Ghana, Malawi, Sambia, Senegal, Tansania

Asien: Kasachstan, Usbekistan, Armenien, Mongolei, Israel, Japan, Indien, Philippinen, Türkei, Pakistan, Jordanien, Bangladesch, Indonesien, Malaysia

Amerika: USA, El Salvador, Dominikanische Republik, Brasilien, Panama, Kanada

Ozeanien: Australien

Haben Sie Fragen? Kontaktieren Sie uns: E-Mail: info@consogeol.com

Tel +49 (0)8251 / 7224

ConSoGeol GmbH & Co. KG | St.-Martin-Straße 11, D-86551 Aichach
Tel +49(0)8251 / 7224 und 819890 | E-Mail info@consogeol.com