

Ursachen und Indikation von Setzungsschäden an Gebäuden

Karl Josef Witt

Zusammenfassung

Der überwiegende Teil der Gründungsschäden an Gebäuden ist auf Setzungen oder Hebungen von Flachgründungen zurückzuführen. Ursachen von Setzungen, die nach Jahren der erwartungsgemäßen Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit auftreten, sind entweder Änderungen der Einwirkung auf die Gründung, hervorgerufen von Nutzungsänderungen und Alterung der Tragstruktur des Gebäudes oder eine allmähliche Schwächung der Baugrundeigenschaften, dem Verlust an Steifigkeit, Volumenänderungen durch Schrumpfen, Quellen oder Bodenentzug des Baugrundes. Als externe Einwirkung kommen neben bergbaulich bedingte Verformungen eine Verdichtung des Baugrundes infolge von Erschütterungen als Ursache in Frage.

In nichtbindigen Böden, Sanden und Kiesen sind die Hauptursachen für Setzungen Laständerungen im Gebäude sowie hydraulisch bedingter Materialtransport um Baugrund, also Effekte aus Grundwasser. Bei bindigen und gemischtkörnigen Böden sowie weichem Fels in der Lastzone der Gründung sind äußere Einflüsse wie Versickern von Niederschlags- oder Abwasser, Feuchteentzug durch Vegetation oder klimatische Einwirkungen aber auch Frost als Ursache charakteristisch. Der Kenntnis des Bodens und seines Verhaltens bei Feuchte- und Temperaturschwankungen kommt bei der Bewertung solcher Schäden und bei der Indikation von Maßnahmen besondere Bedeutung zu. Grundsätzlich ist aber das Gebäude in seiner Gesamtheit zu betrachten, die Interaktion der Tragstruktur mit dem Baugrund. Denn die Ursache von Setzungsschäden ist nie allein der Baugrund, sondern immer die wechselseitige Beeinflussung von Gründung und Bauwerk.

Jegliche Belastung einer Gründungen erzeugt unvermeidlich Verformungen, die mit der Konstruktion verträglich sein müssen. Für Wohn- und Industriegebäude sind bei Gründungen auf unversteiften Einzelfundamenten gleichmäßige Setzungen in der Größenordnung von 20 mm planmäßig. Bei balkenförmig wirkenden Streifenfundamenten werden auch bis zu 50 mm Gesamtsetzung als unbedenklich angesehen. Für langfristige Relativsetzungen unter Gewichts- und Verkehrslasten wird für Wohn- und Industriegebäude eine Verdrehung von $V/H = 1:150$ als Grenze der Gebrauchstauglichkeit angesehen. Die Zielgröße der akzeptablen Verdrehung, bei der mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Risse im Mauerwerk von Wohngebäude oder in der Tragstruktur eines Skelettbaus auftreten beträgt etwa $V/H = 1:500$. Bezogen auf einen Fundamentabstand von 6 m bedeutet dies eine Setzungsdifferenz von 4 cm als Grenze der Gebrauchstauglichkeit und von 1,2 cm als akzeptierbare Zielgröße. In der Ingenieurpraxis werden Gesamtsetzungen der Fundamente von 5 cm und Relativsetzungen von 20 mm als Obergrenze toleriert. Setzungen, die im Zuge des Alterns von Bauwerken zusätzlich und unplanmäßig auftreten, müssen sich in diesem

Intervall bewegen. Da alleine durch die Konstruktion und Nutzung diese Spanne ausgeschöpft ist, können im Nutzungszeitraum bereits geringe zusätzliche Verzerrungen infolge Setzungsdifferenzen zu Schäden in Form von Rissen führen.

Anfängliche Setzungen von Gebäuden sind meist auf eine Fehleinschätzung der Tragfähigkeit des Baugrundes, oft auch auf Fehler bei der Herstellung der Gründung zurückzuführen (unzureichende Verdichtung oder Auflockerung des Erdauflagers, Wasserzutritt in die Fundamentbaugrube). Als Beispiele für Setzung die oft erst nach Jahren erwartungsgemäßer Gebrauchstauglichkeit auftreten, werden folgende Ursachen und Indikationen einer Sanierung behandelt.

1. **Setzungen infolge Erschütterungen und sonstigen äußeren Einwirkungen.** Wenn die Zusatzeinwirkungen und bei bindigem Baugrund die Konsolidation des Bodens unter der Zusatzlast abgeklungen sind, treten keine weiteren Verformungen mehr auf. Bei zyklischer Einwirkung kann es jedoch zu einer Akkumulation der plastischen Verformungsanteile kommen.

Indikation: Verstärkung oder Versteifung der Gründung, vorzugsweise Verbreiterung der Fundamente oder Pfahllösungen.

2. **Schrumpfen und Quellen.** Dieses Phänomen tritt nur in bindigen und gemischtkörnigen Böden mit mittlerer bis hoher Plastizität auf. Ursache von Schrumpfen ist Wasserentzug durch thermische Einwirkung oder Vegetation. **Indikation:** Bei unvermeidlicher und noch nicht abgeschlossener Einwirkung tiefer gründen. Ansonsten Ursache beseitigen (Vegetation) und Tiefergründung. Bei sicher abgeschlossener Verformung Hebungsinjektion.

3. **Grundwassereffekte.** Zusatzbelastung des Baugrundes bei Absenkung, Entspannung bei Wiederanstieg, meist elastische Reaktionen des Baugrundes. Problematisch ist dies meist nur bei der Trockenlegen organischer Schichten (Zersatz). Als schädlicher Effekt eines Grundwasseranstiegs ist das Sacken von schwachbindigen Böden bei einer ersten Sättigung aufzuführen (Sättigungssetzungen). **Indikation:** Meist Tieferführung und Verstärkung der Gründung. Bei abgeklungen Verformungen Akzeptanz oder Hebungsinjektion.

4. **Frosthebung.** Ursache ist ein nicht ausreichender Frostschutz. **Indikation:** Erhöhung des Widerstandes (Tiefergründung) oder Beseitigung der Einwirkung (Frostschutz).

Als weitere Ursachen kommen das Ausbreiten oder Einbrechen von Hohlräumen, Auslaugung, Untergrunderosion, großräumige Baugrundbewegungen und Hangdeformation in Betracht. Aber nicht immer ist der Baugrund als Ursache anzusehen. Oft liegt die Ursache allein oder auch in der Veränderung der Tragstruktur. Die Verformungsgeschichte und die Rissanalyse haben daher eine besondere Bedeutung.

Die Bewertung, Behandlung und Beseitigung von Setzungsschäden an Gebäuden hat drei technische Ebenen (i) Analyse des Schadens, (ii) Identifikation der Ursache und (iii) Planung einer angemessenen, nachhaltigen Lösung. Grundsätzlich ist das Gebäude in seiner Gesamtheit, in seiner Interaktion der Tragstruktur mit dem Baugrund zu betrachten. Denn die Ursache von Setzungsschäden ist nie allein der Baugrund, sondern immer die wechselseitige Beeinflussung von Gründung und Bauwerk¹.

¹ Witt, K. J. 2009: *Unterfangung und Verstärkung von Gründungen. Grundbau-Taschenbuch, Teil 2, Ernst & Sohn, S. 199ff*