

Messung von Bodenerschütterungen zur Sicherstellung des ungestörten Betriebs einer geplanten Anlage

In einer großen Produktionshalle eines stahlverarbeitenden Betriebs war die Aufstellung einer schwingungsempfindlichen Wiegevorrichtung geplant. Durch zwei in der Halle vorhandene Stahlpressen sowie Staplerfahrten auf dem zum Teil unebenen Hallenboden entstehen deutlich spürbare Vibrationen. Im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung sollten im Vorfeld die aktuell maximalen Schwingungen am geplanten Aufstellort gemessen werden. Auf Grundlage dieser Ergebnisse waren Maßnahmen zum Schwingungsschutz für die neue Anlage auszuarbeiten.

In der Produktionshalle befinden sich zwei erschütterungsintensive Pressen zur Stahlbearbeitung. Zudem befördern Gabelstapler schwere Behälter durch die Halle, die auch neben der geplanten schwingungsempfindlichen Wiegevorrichtung abgestellt werden sollen. Die Wiegevorrichtung hat eine Messunsicherheit von 0,1 kg bei einer Füllmenge von 2.000 kg.

Gemäß Herstellerangabe muss die Anlage von Schwingungen und Stößen durch Maschinen oder Einrichtungen im Umfeld entkoppelt sein. Die Erschütterungen am geplanten Aufstellort dürfen den Terz-Effektivwert $v_{RMS} = 50 \mu\text{m/s}$ der Vibration-Criteria-Curves (VC) nicht überschreiten.

Messkonzept

Es sind die Schwingfrequenzen sowie die Schwingungsamplituden am Hallenboden im Bereich des künftigen Aufstellortes der Wiegevorrichtung messtechnisch zu ermitteln. Die Messungen sind während eines repräsentativen Produktionsbetriebs aller relevanten Maschinen und Anlagen sowie bei Staplerfahrten in der Halle zu beurteilen und zu dokumentieren („worst case“ Situation). Auf Basis der Ergebnisse kann dann zusammen mit dem Auftraggeber entschieden werden, welche Maßnahmen für eine Schwingungsentkopplung am geplanten Aufstellort getroffen werden müssen.

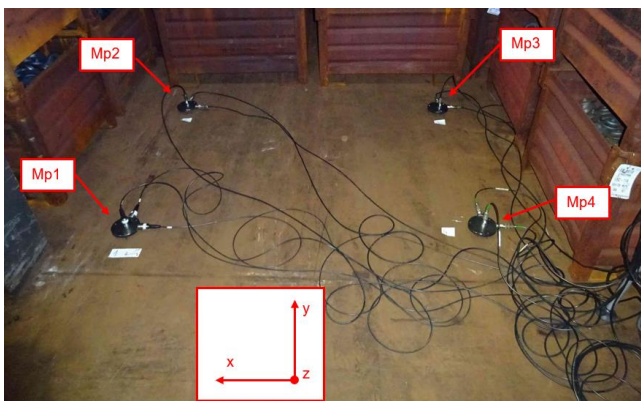


Abb. 1: Position der Messsensoren am geplanten Aufstellort der Wiegevorrichtung

Messablauf

Die Erfassung der Erschütterungseinwirkungen am Hallenboden erfolgte durch hochempfindliche Schwingbeschleunigungssensoren in triaxialer Richtung (siehe Abbildung 1). Alle Signale wurden mit der mehrkanaligen Datenerfassung zeitsynchron aufgezeichnet und online bearbeitet (RMS- und Max-Werte, Frequenzberechnungen etc.). Abbildung 2 zeigt den Verlauf der Effektivwerte der aus den Schwingbeschleunigungssignalen berechneten Schwinggeschwindigkeit an Messpunkt Mp1 für die x-, y- und z-Richtung.

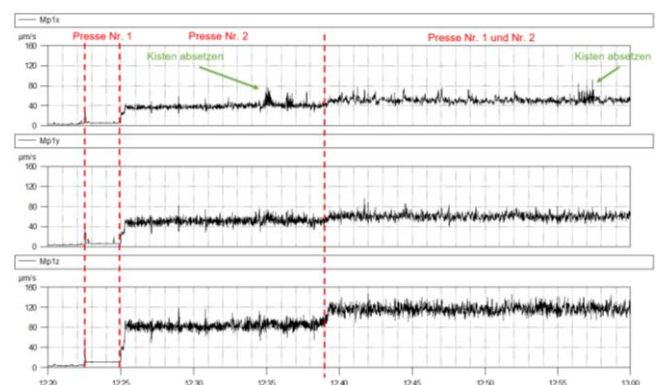


Abb. 2: Verlauf der Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit an Messpunkt Mp1 für die x-, y- und z-Richtung (Ausschnitt)

Neben der permanenten Schwingungsanregung durch den Betrieb der beiden Pressen kam es zu impulsartigen Erschütterungsanregungen durch das Absetzen der gefüllten Metallkisten (ca. 1.200 kg). Die hierbei entstehenden Schwingbeschleunigungen am Hallenboden sind in Abb. 3 exemplarisch für den Messpunkt Mp1 für die z-Richtung dargestellt.

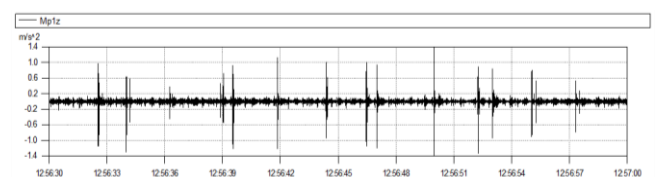


Abb. 3: Schwingbeschleunigungen am Hallenboden während des „harten“ Absetzens von gefüllten Metallkisten im Nahbereich der geplanten Aufstellfläche

Die Messergebnisse aus Abbildung 2 zeigen, dass die höchsten Schwinggeschwindigkeiten am Hallenboden im Bereich der geplanten Aufstellfläche während des Parallelbetriebs der beiden Pressen in der vertikalen z-Richtung auftreten. Neben der permanenten Schwingungsanregung durch den Betrieb der beiden Pressen kommt es zu impulsartigen Erschütterungen durch das „harte“ Absetzen von gefüllten Metallkisten in der Nähe der geplanten Aufstellfläche (siehe Abbildung 3). Die höchsten Schwingbeschleunigungen entstehen hierbei in der vertikalen Richtung.

Der Richtwert der VC-Curves von $v_{RMS} = 50 \mu\text{m/s}$ wird bei den ermittelten Schwinggeschwindigkeiten in der z-Richtung überschritten (siehe Abb. 4). Maßnahmen zur Minderung des Erschütterungseintrags sind somit erforderlich.

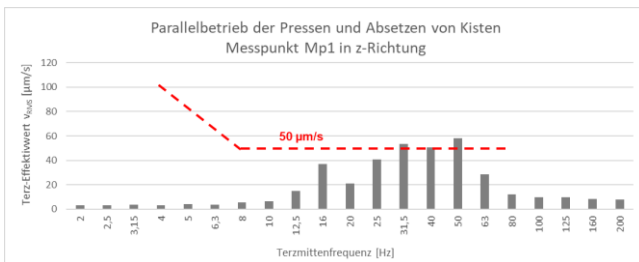


Abb. 4: Gegenüberstellung der Terz-Effektivwerte v_{RMS} des Messpunktes Mp1 für die z-Richtung mit dem „VC-A“ Richtwert $v_{RMS} = 50 \mu\text{m/s}$

Minderungsmaßnahmen

Zum Schwingungsschutz der geplanten Wiegevorrichtung wurde empfohlen, einen vom Hallenboden getrennten Fundamentblock als seismische Masse auszulegen. Abbildung 5 zeigt die Prinzipskizze eines schwingungsentkoppelten Fundamentblocks, auf dem die geplante Anlage gelagert werden kann.

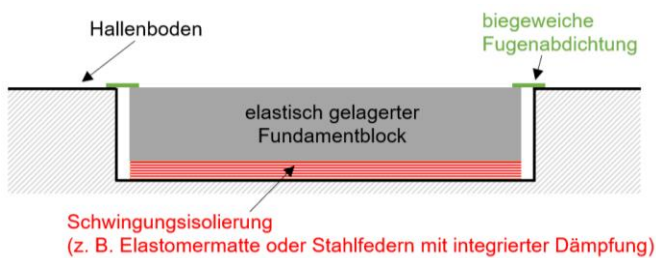


Abb. 5: Prinzipskizze eines schwingungsentkoppelten Fundamentblocks

Bei der Auslegung des Masse-Feder-Systems sind neben Abmessungen und Gesamtgewichten auch Störfrequenzen, Einfederungen, Systemeigenfrequenzen und Dämpfungen zu berücksichtigen. Ziel ist es, durch die Auswahl einer geeigneten Schwingungsisolierung einen möglichst großen Abstand ($> \sqrt{2}$) zwischen der Systemeigenfrequenz und den Störfrequenzen zu erzeugen.

Fazit

Das Beispiel zeigt, wie schon in der Planungsphase durch eine umfassende Berücksichtigung der Schwingungssituation eine optimale Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung des Projektes geschaffen werden kann.

Durch diese Vorgehensweise können nachträgliche Verbesserungsmaßnahmen vermieden werden. Der Aufwand für eine messtechnische Untersuchung steht dabei in keinem Verhältnis zu den Aufwendungen für notwendige nachträgliche Sanierungen.

Stehen Sie vielleicht vor einer ähnlichen Aufgabenstellung? Dann nehmen Sie gerne Kontakt mit uns auf. Wir begleiten Sie dabei bis zum Ziel.



IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik
Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Tel.: 02541 9281-900
Fax: 02541 9281-909
E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Messung, Berechnung, Beurteilung und Minderung von Schall und Schwingungen

Maschinendynamik

Maschinendiagnose
Rohrleitungsschwingungen
Druckpulsation
Eigenfrequenz- und Eigenformanalyse
Dynamische und statische Lasten
Materialspannungsanalyse
Laser-Vibrationsmessung
Torsionsschwingungs- und Drehmomentmessung

Technische Akustik

Konstruktionsakustik
Lärminderung
Schallmessungen
Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz
Schalldämpferauslegung
Schwingungsisolierung
Raumakustik
Blockheizkraftwerke
Bühnentechnik

Erschütterungsschutz

Erschütterungsmessung
Erschütterungsprognose
Schwingungsschutz und Fundamentauslegung