Messung von Bodenerschütterungen zur Sicherstellung des ungestörten Betriebs einer schwingungsempfindlichen Anlage

In einer großen Produktionshalle eines stahlverarbeitenden Betriebs sollte eine schwingungsempfindliche Wiegevorrichtung aufgestellt werden. Aufgrund von zwei bereits vorhandenen Stahlpressen sowie Staplerfahrten auf dem teilweise unebenen Hallenboden traten deutlich spürbare Vibrationen auf. Im Rahmen einer messtechnischen Untersuchung wurden die aktuell maximalen Schwingungen am geplanten Aufstellort erfasst. Auf Basis dieser Ergebnisse sollten Maßnahmen zum Schwingungsschutz der neuen Anlage ausgearbeitet werden.

In der Produktionshalle befanden sich zwei erschütterungsintensive Pressen zur Stahlbearbeitung. Zudem transportierten Gabelstapler schwere Behälter durch die Halle, die teilweise direkt neben der geplanten Wiegevorrichtung abgestellt werden sollten. Die Wiegevorrichtung hatte eine Messunsicherheit von 0,1 kg bei einer maximalen Füllmenge von 2.000 kg.

Gemäß den Herstellerangaben musste die Anlage von Schwingungen und Stößen durch Maschinen oder Einrichtungen im Umfeld entkoppelt werden. Die Erschütterungen am geplanten Aufstellort durften den Terz-Effektivwert v_{RMS} = 50 µm/s der Vibration-Criteria-Curves (VC-Linie VC-A) bzw. VDI 2038 Blatt 2 nicht überschreiten.

Messkonzept

Es wurden die Schwingfrequenzen und Schwingungsamplituden am Hallenboden im Bereich des künftigen Aufstellortes der Wiegevorrichtung messtechnisch ermittelt. Die Messungen fanden während eines repräsentativen Produktionsbetriebs aller relevanten Maschinen und Anlagen sowie bei Staplerfahrten in der Halle statt, um eine „Worst-Case"-Situation zu dokumentieren. Auf Basis der Ergebnisse konnte gemeinsam mit dem Auftraggeber entschieden werden, welche Maßnahmen zur Schwingungsentkopplung am geplanten Aufstellort getroffen werden mussten.

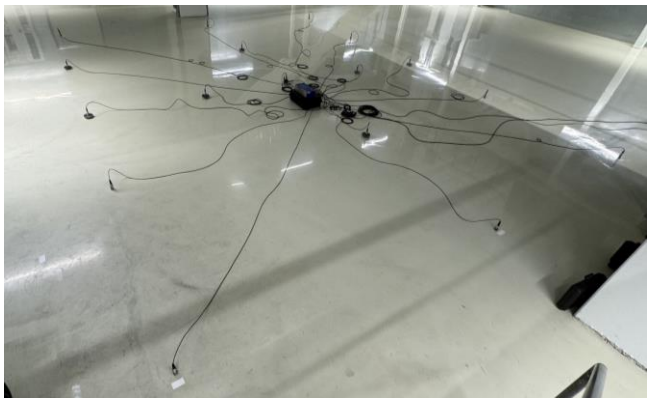

Abb. 1:
Position der Messsensoren am geplanten Aufstellort der Wiegevorrichtung

Messablauf

Die Erschütterungseinwirkungen am Hallenboden wurden mit hochempfindlichen Schwingungssensoren in triaxialer Richtung erfasst (siehe Abb. 1). Alle Signale wurden mit einer mehrkanaligen Datenerfassung zeitsynchron aufgezeichnet und online analysiert (RMS- und Maximalwerte, Frequenzberechnungen etc.). Abbildung 2 zeigt exemplarisch den Verlauf der Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit an Messpunkt Mp1 in den x-, y- und z-Richtungen.

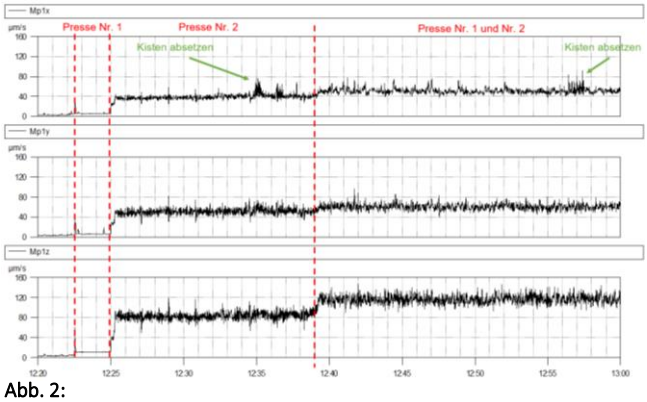

Abb. 2:
Verlauf der Effektivwerte der Schwinggeschwindigkeit an Messpunkt Mp1 für die x-, y- und z-Richtung (Ausschnitt)

Neben der permanenten Schwingungsanregung durch den Betrieb der beiden Pressen wurden impulsartige Erschütterungen durch das Absetzen gefüllter Metallkisten (1.200 kg) beobachtet. Die dabei entstehenden Schwingbeschleunigungen am Hallenboden sind in Abbildung 3 exemplarisch für die z-Richtung an Messpunkt Mp1 dargestellt.

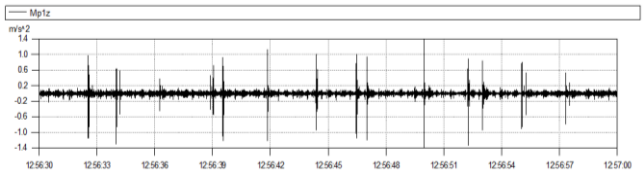

Abb. 3:
Schwingbeschleunigungen am Hallenboden während des „harten" Absetzens von gefüllten Metallkisten im Nahbereich der geplanten Aufstellfläche

IBW Ingenieurbüro Waning
Schall- und Schwingungstechnik

Reiningstraße 21
48653 Coesfeld

Telefon: +49 2541 9281-900
Fax: +49 2541 9281-909

E-Mail: info@ibwaning.de
Internet: www.ibwaning.de

Die Messergebnisse aus Abbildung 2 zeigten, dass die höchsten Schwinggeschwindigkeiten am Hallenboden im Bereich der geplanten Aufstellfläche während des Parallelbetriebs der beiden Pressen in der vertikalen z-Richtung auftraten. Insbesondere das „harte“ Absetzen gefüllter Metallkisten in der Nähe der geplanten Aufstellfläche führte zu zusätzlichen impulsartigen Erschütterungen (siehe Abbildung 3). Die höchsten Schwingbeschleunigungen wurden dabei ebenfalls in der vertikalen Richtung gemessen.

Der Richtwert der VC-Curves von v_{RMS} = 50 µm/s wurde bei den gemessenen Schwinggeschwindigkeiten in der z-Richtung überschritten (siehe Abbildung 4). Maßnahmen zur Reduzierung der Erschütterungen waren daher erforderlich.

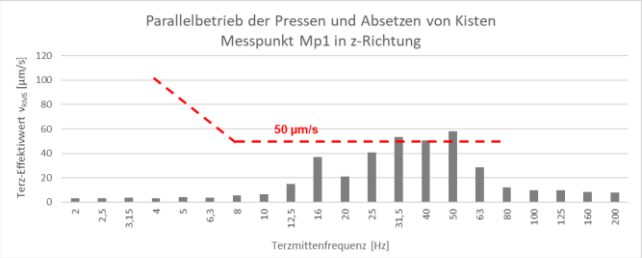

Abb. 4:
Gegenüberstellung der Terz-Effektivwerte v_{RMS} des Messpunktes Mp1 für die z-Richtung mit dem „VC-A“ Richtwert v_{RMS} = 50 µm/s

Minderungsmaßnahmen

Zum Schwingungsschutz der geplanten Wiegevorrichtung wurde empfohlen, einen vom Hallenboden getrennten Fundamentblock als seismische Masse zu installieren (siehe Prinzipskizze in Abbildung 5). Bei der Auslegung des Masse-Feder-Systems mussten neben Abmessungen und Gesamtgewicht auch Störfrequenzen, Einfederungen, Systemeigenfrequenzen und Dämpfungen berücksichtigt werden.

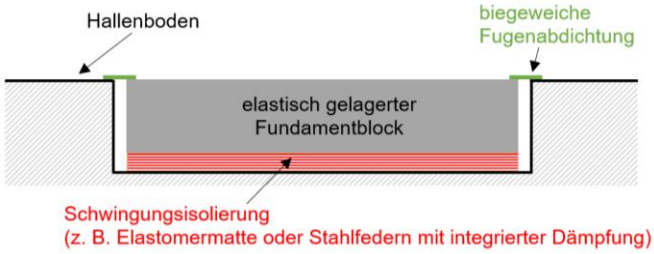

Abb. 5:
Prinzipskizze eines schwingungsentkoppelten Fundamentblocks

Fazit

Das Projekt unterstreicht, wie wichtig eine frühzeitige und detaillierte Analyse der Schwingungssituation ist, um die reibungslose Inbetriebnahme schwingungsempfindlicher Anlagen zu gewährleisten. Eine vorausschauende Planung spart nicht nur Zeit, sondern verhindert auch kostenintensive Nachbesserungen.

Kontakt

Unsere Expertise in der Schwingungsmessung und -analyse ermöglicht es Ihnen, fundierte Entscheidungen zu treffen und Ihre Anlagen optimal abzusichern. Mit unserer Unterstützung schaffen Sie die Grundlage für einen langfristig erfolgreichen und störungsfreien Betrieb.

Haben Sie eine ähnliche Herausforderung? Vertrauen Sie auf unsere langjährige Erfahrung und technischen Lösungen für Schwingungsprobleme in anspruchsvollen Umgebungen. Gemeinsam finden wir die beste Lösung für Ihr Projekt – von der Analyse über die Planung bis zur Umsetzung.

Kontaktieren Sie uns für eine unverbindliche Beratung. Ihr Erfolg ist unser Ziel!

IBW Schall- und Schwingungstechnik

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
Torsionsschwingungs- und Drehmomentmessung

Technische Akustik
Konstruktionsakustik
Lärmminderung
Schallmessungen
Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz
Schalldämpferauslegung
Raumakustik

Erschütterungsschutz
Erschütterungsmessung
Erschütterungsprognose
Schwingungsschutz und Fundamentauslegung