



Michael Plitzner (Autor)

Der musikalische Fingerabdruck von Glocken als Mittel zur Schadensfrüherkennung



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7043>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	X
1 Einleitung.....	1
2 Die Glocke – Form und Material	3
2.1 Geschichte der Glocke	3
2.2 Aufbau und Material der Glocke	5
2.3 Herstellung von Glocken.....	6
2.3.1 Das Lehmformverfahren.....	6
2.3.2 Das Sandformverfahren	9
3 Der Glockenklang.....	11
3.1 Die Töne der Glocke	11
3.2 Der Schlagton.....	14
3.3 Das Schwingverhalten der Glocke	15
3.3.1 Geschichtlicher Exkurs	15
3.3.2 Die Eigenformen der Glocke.....	17
3.3.3 Modensplitting	20
3.4 Dämpfungseigenschaften der Glocke	22
4 Die läutende Glocke und ihre Schadensrisiken.....	25
4.1 Das System Glocke	26
4.2 Der Klöppel – Form und Material	27
4.3 Klöppelmaterial und Glockenverschleiß	30
4.4 Die Dynamik des Glockenläutens	31
4.5 Der Klöppelanschlag.....	32
4.6 Die Lebensdauer läutender Glocken	34
4.7 Das Drehen von Glocken als lebensdauererlöndernde Maßnahme	40
4.8 Schäden an Glocken und ihre Erkennung	42
4.8.1 Farbeindringverfahren	43
4.8.2 Wirbelstromverfahren	44
4.8.3 Ultraschallprüfung	45
4.8.4 Röntgenprüfung	45



4.8.5	Akustisches Resonanzverfahren	46
5	Erarbeitung einer zuverlässigen Schadensdiagnose am Modell	49
5.1	Modalanalyse am Glockenmodell.....	51
5.2	Simulation von Fehlstellen und Ungängen der Fertigung	53
5.2.1	Unrundheit.....	53
5.2.2	Gussfehler	55
5.3	Simulation der Glockenzier	57
5.4	Simulation von Schäden durch Abnutzung und Verschleiß	60
5.4.1	Verschleiß am Schlagring.....	60
5.4.2	Verschleiß unterhalb des Schlagrings	62
5.4.3	Zusammenfassung Verschleiß	64
5.5	Simulation von Ermüdungsrissen.....	64
5.6	Bewertung der Ergebnisse der numerischen Modalanalyse	67
6	Messtechnische Erfassung und Auswertung des Schwingverhaltens von Glocken über den Klang.....	71
6.1	Stimmgabeln und gehörmäßige Beurteilung	72
6.2	Klangmessungen an der ruhenden Glocke.....	73
6.2.1	Verfahren zur Auswertung der Frequenzen und des Abklingverhaltens.....	74
6.2.2	Analyse des Modensplittings durch Klangmessungen über den Umfang der Glocke.....	75
6.2.3	Ermittlung der Knotenkreise der Eigenformen einer Glocke	79
6.3	Klangmessungen an der läutenden Glocke	80
6.3.1	Einfluss der Schallabstrahlung und Raumakustik	81
6.3.2	Einfluss des Dopplereffekts	85
7	Verifikation der Schadensdiagnose an Glocken	89
7.1	Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit	89
7.2	Glocken mit Schlagverschleiß.....	91
7.3	Glocke mit vertikaler Trennfläche (Schnitt)	100
7.4	Glocke mit geschweißtem vertikalen Riss	105
7.5	Bewertung der Analysen des Klangs ruhender Glocken.....	109
8	Schadensdiagnose an läutenden Glocken.....	113
8.1	Glocke mit wachsendem Ermüdungsriß.....	114

8.2	Einfluss der Umweltbedingungen auf den Klang läutender Glocken	118
8.3	Bewertung der Analysen des Klangs läutender Glocken	121
9	Der musikalische Fingerabdruck von Glocken	123
9.1	Parameter des musikalischen Fingerabdrucks zur Früherkennung von Schäden	123
9.2	Vorschlag eines Verfahrens zur Schadensdiagnose an Glocken	125
10	Ausblick	127
	Literaturverzeichnis	129