

Untersuchung der schalltechnischen
Eigenschaften und der Dröhneffekte
von Doppelböden

T 2649

T 2649

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69
70504 Stuttgart

Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00
Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de



BERICHT AUS DEM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK

B-BA 2/1993

**Untersuchung der schalltechnischen
Eigenschaften und der Dröhneffekte
von Doppelböden**

W. Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Institutsleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Dr. E.h. Karl A. Gertis

Amtlich anerkannte Prüfstelle für die Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten
Forschung · Entwicklung · Prüfung · Demonstration · Beratung

IBP-Bericht B-BA 2/1993

UNTERSUCHUNG DER SCHALLTECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN UND DER DRÖHNEFFEKTE VON DOPPELBÖDEN

Untersuchungen durchgeführt im Auftrag
des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin
Projekt-Nr. 100 773

Der Bericht umfaßt:

33 Seiten Text

1 Tabelle

35 Bilder


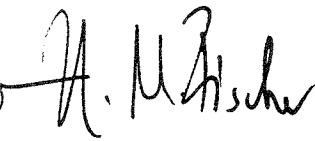
16 Anhänge

Stuttgart, den 12. Juli 1994 May/Hy

Bearbeiter:

Abteilungsleiter:

Institutsleiter:



Dr. rer. nat. habil.

W. Maysenhölder

Dr.-Ing. H. M. Fischer

Prof. Dr. Dr. h. c.

Dr. E. h. K. Gertis

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

IBP-Bericht B-BA 2/1993

**UNTERSUCHUNG DER SCHALLTECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN
UND DER DRÖHNEFFEKTE VON DOPPELBÖDEN**

von
W. Maysenhölder

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
(Institutsleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Dr. E.h. K. Gertis)

Danksagung

Wir danken

- den Betreuern dieses Forschungsvorhabens

Herrn Dipl.-Ing. Bender, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin

Herrn Prof. Dr. Rückward, Bundesanstalt für Materialforschung und
-prüfung, Berlin

Herrn Dipl.-Ing. Kutzer, MPA Nordrhein-Westfalen, Dortmund

- den Vertretern des Fachverbands Doppelboden

Herrn Dipl.-Ing. Schmelmer, Fa. Goldbach

Herrn Dipl.-Ing. Reimet, Fa. Mahle

- und den Firmen

G+H Montage, Ludwigshafen

Goldbach, Goldbach

Lindner, Arnstorf

Mahle, Fellbach

Mero-Werke, Würzburg,

die mit Material- und Montageleistungen sowie durch Freigabe von
Prüfergebnissen das Forschungsvorhaben unterstützt haben.

Mitarbeiter

Bei den Modalanalysen waren Herr cand. ing. F. Kiesel und Herr Dipl.-Ing.
(FH) M. Nicolai behilflich. Die in Anhang L bis P dokumentierten Messungen
besorgte Herr Dipl.-Ing. (FH) D. Brandstetter.

INHALT

1	Einleitung	9
2	Vorgehensweise	10
3	Schwingungsverhalten einzelner Doppelbodenplatten	12
	3.1 Überblick über die Messungen	13
	3.2 Einfluß eines oberseitigen Belags	14
	3.3 Einfluß einer unterseitigen Beschichtung	16
	3.4 Einfluß der Aufstützung	16
	3.5 Einfluß des Plattentyps	17
	3.6 Effektive Biegesteifen	18
	3.7 Vergleich mit früheren Messungen des Verlustfaktors	19
	3.8 Einige Platteneigenschaften im Überblick	20
4	Kopplung mehrerer Doppelbodenplatten	20
	4.1 Anordnung mit 6 x 1 Platten	22
	4.2 Anordnung mit 3 x 3 Platten	23
	4.3 Schlußfolgerungen	24
5	Messungen an ganzen Doppelböden	24
	5.1 Horizontale Längsdämmung	25
	5.2 Körperschallpegelmessungen	27
	5.3 Modalanalysen	28
	5.4 Dröhneffekt	29
6	Zusammenfassung und Ausblick	30
	Literatur	33

Tabelle und Bilder

Anhang

Anhang

- A Verzeichnis der untersuchten Doppelbodenplatten
- B Verzeichnis der Stützen
- C Meßaufbauten und Meßapparatur
- D Verzeichnis der Modalanalysen an einzelnen Doppelbodenplatten
- E Mittlere Admittanzen von einzelnen Doppelbodenplatten
- F Sattelschwingungen, effektive E-Moduln und Biegesteifen einzelner Doppelbodenplatten
- G Verzeichnis der Modalanalysen an mehreren aneinanderstoßenden Doppelbodenplatten
- H Mittlere Admittanzen bei Anordnungen aus sechs oder neun Doppelbodenplatten
- I Verzeichnis der Modalanalysen an einzelnen Platten in ganzen Doppelböden
- J Mittlere Admittanzen von Platten in ganzen Doppelböden
- K Terzbereiche für Admittanzkurven
- L Messungen nach DIN 52 210 Teil 3
- M Einfluß der Hammerwerksposition auf den Trittschallpegel
- N Trittschallpegel bei Gehgeräuschen
- O Schnellepegel auf Doppelbodenplatten in verschiedenen Abständen vom Hammerwerk
- P Schnellepegel auf Doppelbodenplatten mit und ohne Randeinspannung

1 Einleitung

Doppelböden sind aus einzelnen Platten zusammengesetzt, die an ihren Ecken auf Stützen stehen. Auf diese Weise wird unter den Platten ein Installationsraum geschaffen, der durch Herausnehmen von Platten leicht zugänglich ist. Die Platten sind in der Regel quadratisch mit einer Kantenlänge von 60 cm und zwischen 3 cm und 5 cm dick.

Dieses Bodensystem, das seiner vielen Vorteile wegen häufig in Bürogebäuden, Krankenhäusern, Forschungszentren etc. eingebaut wird, ist seit über zehn Jahren auch Gegenstand schalltechnischer Untersuchungen gewesen [1 bis 6], die im wesentlichen von Sälzer und Gösele durchgeführt wurden. (Die Inhalte dieser Publikationen überschneiden sich zum Teil.) Angesichts der zahlreichen Variationsmöglichkeiten bei Doppelbodensystemen sind jedoch kaum systematische Zusammenhänge zwischen Aufbau und schalltechnischem Verhalten bekannt. Es gibt eigentlich nur die Formel von Gösele [2, 3], die die Abhängigkeit des Schall-Längsdämm-Maßes R_L von der Höhe des Installationsraums beschreibt (10 dB Verbesserung bei einer Verzehnfachung der Höhe). Ansonsten beschränken sich die Kenntnisse im wesentlichen auf eine Reihe bauakustischer Meßergebnisse.

Besonders kritisch ist nach wie vor die horizontale Schallübertragung zwischen benachbarten Räumen über die Doppelbodenplatten selbst, sowohl bei Luftschall- als auch bei Trittschallanregung. Wenn nämlich ein Absorberschott unter der Trennwand (z. B. aus Mineralwolleplatten) die unerwünschte Schallübertragung durch den Installationshohlraum weitgehend unterbindet, wird die Körperschallausbreitung von Platte zu Platte zur dominierenden Komponente der flankierenden Schallübertragung. Um die jeweils geforderte resultierende Schalldämmung zwischen benachbarten Räumen sicherzustellen, benötigt man bei der Planung (nach DIN 4109, Beiblatt 1) zusätzlich zum Schalldämmmaß der Trennwand auch möglichst zuverlässige Kenntnisse über die Flankenübertragung unter der Wand hindurch. Insbesondere wüßte man gerne, wie sich verschiedene Konstruktionsmerkmale wie Ausbildung der Stützen, Aufbau und Materialien der Platten, Einspannung, Gehbeläge etc. auf die Schallängsleitung auswirken.

Ein weiterer Grund, das Doppelbodensystem genauer zu untersuchen, sind gelegentliche Beschwerden über ein "Dröhnen" eines Bodens: ein psychoakustisches Phänomen, das nur ungenügend definiert ist, aber offensichtlich zu großer Unzufriedenheit und gerichtlichen Auseinandersetzungen führen kann.

Schließlich fehlen Beurteilungskriterien, die das schalltechnische Verhalten von Doppelböden für die Gütesicherung gewährleisten können. Die seit Oktober 1989 vorliegenden Güte- und Prüfbestimmungen für Doppelböden RAL GZ 941 [7] geben nicht genügend Anhaltspunkte, was die speziellen schalltechnischen Anforderungen für dieses Bodensystem betrifft.

Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit dem am wenigsten erforschten Teil des Themas: der Körperschallausbreitung in den Doppelbodenplatten. Es erscheint offensichtlich, daß zunächst das Schwingungsverhalten von einzelnen Platten charakterisiert werden muß. Daran anschließend wird die Kopplung zwischen den Platten eines Doppelbodens untersucht, um mit Hilfe von Platteneigenschaften und Kopplungsbedingungen die Körperschallausbreitung in einem Doppelboden beschreiben zu können. Wenn das Körperschallfeld bei den üblichen Anregungsarten (diffuser Luftschall, Hammerwerk) bekannt ist, können schließlich mit vergleichsweise geringem Aufwand die bauakustisch relevanten Größen der horizontalen Trittschall- oder Luftschalldämmung abgeschätzt werden.

2 Vorgehensweise

Ursprünglich war daran gedacht, die Schwingungseigenschaften von einzelnen Doppelbodenplatten pauschal durch terzweise Messung von Admittanz und Verlustfaktor zu charakterisieren. Bei näherer Betrachtung erschien es jedoch geraten, einer schmalbandigen Meßmethode, nämlich der Modalanalyse, den Vorzug zu geben. Dies bedeutete zwar einen wesentlich höheren Aufwand, aber auf andere Weise wäre eine Aufdeckung der Schallübertragungsmechanismen schlicht gescheitert. Eine Modalanalyse liefert eben nicht nur Admittanzen und Verlustfaktoren, sondern weitere grundlegende Informationen, insbesondere Eigenfrequenzen und Schwingungsbilder von Eigenschwingungen. Anhand solcher detaillierter und gleichzeitig anschaulicher

Ergebnisse lassen sich verschiedene Platten im einzelnen miteinander vergleichen, und die Einflüsse von Struktur und Materialien auf das elastische Verhalten können studiert werden.

Die Modalanalyse ist eine sehr empfindliche Meßmethode und deshalb geeignet auch kleine Unterschiede zu erfassen, z. B. die Unterschiede im Schwingungsverhalten zwischen nominell gleichen, aber in Wirklichkeit verschiedenen Platten oder auch die Veränderungen durch leichte, kaum sichtbare Beschädigungen einer Platte. Sie ist weiterhin gut geeignet, um den Einfluß der Einspannung einer Platte durch die Nachbarplatten oder eine Wand nachzuweisen. Nachdem sich herausgestellt hat, daß ein Doppelboden ein äußerst komplexes Schwingungssystem darstellt, ist man geneigt zu behaupten, daß ohne schmalbandige Meßtechnik wenig Aussicht auf Klärung der Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften einer einzelnen Platte und dem schalltechnischen Verhalten eines ganzen Doppelbodens bestanden hätte.

Insgesamt wurden 111 Modalanalysen durchgeführt, davon 71 an einzelnen Platten (siehe Ziffer 3), 16 an Platten in Anordnungen von 6 oder 9 Platten (siehe Ziffer 4) und 24 an Platten in drei ganzen Doppelböden, die in einem unserer Prüfstände montiert wurden (siehe Ziffer 5.3). Auf diese Weise konnte die Abhängigkeit des Schwingungsverhaltens einer Platte von ihrer jeweiligen Umgebung untersucht werden. Um eine genügende Frequenzauflösung zu erhalten, wurde für den tieferen Bereich von 0 Hz bis 500 Hz, für die höheren Frequenzen von 0 Hz bis 3125 Hz (bei Teppichbelag nur bis 2500 Hz) gemessen.

Im tieferen Frequenzbereich tritt eine Eigenschwingung, die "Sattelmode" besonders hervor. Sie eignet sich deshalb gut zur Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften der Platte an sich. Als weitere Kennzeichnung der Platten und ihrer Randbedingungen wurden aus den für die Modalanalysen gemessenen Übertragungsfunktionen mittlere Admittanzen berechnet und im Anhang wiedergegeben, so daß sie auch in Zukunft für weitere Vergleiche zur Verfügung stehen. Eine vollständige Diskussion aller dieser Kurven würde den Rahmen dieses Berichtes sicherlich sprengen; sie ist auch nicht notwendig für die wesentlichen Erkenntnisse aus diesem Forschungsprojekt: Meistens genügen wenige aussagekräftige Beispiele, um die hauptsächlichsten

Aussagen zu veranschaulichen. In diesem Sinne sind die folgenden Kapitel dieses Berichts verfaßt. Trotzdem wurde es für sinnvoll erachtet, möglichst viele Einzelergebnisse im Anhang zu dokumentieren. Einige der hier erörterten Fragestellungen können damit im Detail weiter verfolgt werden. Die Dokumentation eröffnet aber darüberhinaus die Möglichkeit, die Meßergebnisse unter neuen Gesichtspunkten nochmals zu betrachten, neue Hypothesen zu prüfen, Rechenmodelle zu bestätigen oder zu widerlegen. Zwei Diagramme mit eingezeichneten Terzfrequenzbändern (Anhang K) können zu schnellen Abschätzungen von Terzbandwerten aus den schmalbandigen Admittanzkurven benutzt werden (auf Folie kopieren!).

An den ganzen Böden wurden außer den üblichen Messungen zur horizontalen Schallübertragung auch Körperschallmessungen durchgeführt, um die Körperschallausbreitung auch über größere Entfernungen hinweg zu erfassen. Im Hinblick auf den "Dröhneffekt" wurden auch Gehgeräusche aufgezeichnet. Schließlich wurde versucht, Zusammenhänge herzustellen zwischen den wesentlichen Konstruktionsmerkmalen eines Doppelbodens - insbesondere der Eigenschaften der einzelnen Platten - und der horizontalen Schallübertragung.

3 Schwingungsverhalten einzelner Doppelbodenplatten

Die Eigenschwingungen einer quadratischen homogenen dünnen Platte sind bekannt, wenn sie völlig frei (Bild 1) oder an den Ecken aufgestützt (Bild 2) ist [8]. Mit Ausnahme der Mode d konnten die Schwingungen aus Bild 1 bei den meisten Platten identifiziert werden, wenn diese auf Schaumstoff gelegt wurden. Die gemessenen Frequenzverhältnisse über eins liegen allerdings unter den berechneten, was einerseits durch die Auflagekräfte, andererseits und vor allem durch die Inhomogenität der Platten insbesondere in den Kantenbereichen verursacht sein dürfte. (Außerdem ist nicht bekannt, ob die bei der Rechnung angesetzten Poisson-Verhältnisse der Wirklichkeit entsprechen.) Die Eigenfrequenzen wurden auf die Frequenz der Mode mit zwei diagonalen Knotenlinien bezogen, weil diese nicht nur im kräftefreien Zustand, sondern auch bei einer punktförmigen Unterstützung der Platte an den Ecken auftritt. Ihres Schwingungsbildes wegen (Bild 3) wird sie im folgenden als Sattelmode oder Sattelschwingung bezeichnet. Trotz der in Wirklichkeit

keineswegs punktförmigen Aufstützung läßt sie sich bei den meisten der untersuchten Platten leicht nachweisen und wird deshalb zur Charakterisierung der elastischen Eigenschaften einer Platte herangezogen werden, insbesondere zur Berechnung einer effektiven Biegesteife (siehe Ziffer 3.6). Die Frequenz der Sattelmode liegt fast immer zwischen 200 Hz und 400 Hz. Sie dient auch als Indikator für Beschädigungen einer Platte, zur Quantifizierung der Unterschiede zwischen nominell gleichen Platten. Beim Anklopfen in der Nähe einer Kantenmitte kann die Sattelmode oft deutlich als Ton gehört werden. Auf diese Weise können Unterschiede zwischen verschiedenen Platten oder auch Unterschiede zwischen unterschiedlich stark eingespannten Platten leicht festgestellt werden. Bei starker Einspannung kann sie vollständig unterdrückt werden und ist dann natürlich auch mit dem Ohr nicht mehr wahrnehmbar.

3.1 Überblick über die Messungen

Es wurden 71 Modalanalysen an 25 verschiedenen Doppelbodenplatten (siehe Tabelle 1 und Anhang A) durchgeführt. Einige Platten wurden unter verschiedenen Randbedingungen untersucht: auf den zugehörigen Stützen, auf modifizierten oder anderen Stützen (siehe Anhang B) sowie auf Schaumstoffstreifen. Einige Platten sind Varianten des gleichen Typs: ohne Gehbelag, mit Textilbelag, mit Hartbelag, mit oder ohne Stahl- oder Aluminiumblech. Durch Vergleich der Ergebnisse können die Einflüsse der verschiedenen Parameter auf das Schwingungsverhalten untersucht werden.

Versuchsaufbauten und Meßapparatur sind in Anhang C beschrieben. Anhang D ist ein Verzeichnis der an einzelnen Platten durchgeführten Modalanalysen, die durch ein Buchstabenkürzel für den Plattentyp und eine laufende Nummer gekennzeichnet werden. Z. B. bezeichnet at2 die zweite Messung an einer Platte vom Typ AT. Bei den aufgestützten Platten sind außer der Sattelschwingung oft nur wenige Moden so perfekt symmetrisch ausgebildet, wie es der augenscheinlich symmetrische Aufbau vielleicht erwarten läßt. Doch sowohl Stützkräfte als auch Auflageflächen an den Ecken sind realiter verschieden und verursachen unsymmetrische Formen. Einige Schwingungsbilder für den quasi freien Zustand (Bild 4 bis 6) und für die aufgestützte Situation (Bild 7 bis 8) mögen dies illustrieren.

Die Messung der Übertragungsfunktionen und die nachfolgende Auswertung (die eigentliche Modalanalyse) verlief in den meisten Fällen ohne erwähnenswerte Schwierigkeiten. Eine typische Übertragungsfunktion, die durch Mittelung über vier Hammerschläge entstanden ist, zeigt Bild 9. Die bei fast allen Frequenzen ausgezeichnete Kohärenz der vier Einzelergebnisse ist ebenfalls dargestellt. Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bilden die Messungen der horizontalen Bewegungen auf den Kanten einer Platte. Sie waren nicht immer möglich, weil sich z. B. die Kante stellenweise von der Platte ablöste. Einen erfolgreichen Versuch dieser Art zeigt Bild 10, aus dem man entnehmen kann, daß der obere Teil der Kantenfläche bei einer Bewegung nach oben gleichzeitig nach innen schwingt, während eine Bewegung nach unten eine Auslenkung nach außen mit sich bringt. Dies entspricht der Erwartung für eine Biegeschwingung. Es wurde deshalb auf eine Messung der horizontalen Bewegung meistens verzichtet.

Jede Modalanalyse liefert eine Art Fingerabdruck der Platte unter den aktuellen Meßbedingungen. Es wäre aber wenig sinnvoll, sämtliche Eigenfrequenzen und -schwingungen in diesen Bericht aufzunehmen. Entsprechend der Zielrichtung, die Anregbarkeit der Platten zu bestimmen, wurde stattdessen bei jeder Analyse eine mittlere Admittanz gebildet, die nun im Anhang E zu finden ist. Sie wird durch Mittelung über alle gemessenen Übertragungsfunktionen und anschließender Integration gewonnen und stellt den mittleren Schnellepegel am Ort des Beschleunigungsaufnehmers bei Anregung an allen Meßpunkten auf der Platte dar, oder - nach dem Reziprozitätsprinzip - den über die Platte gemittelten Schnellepegel bei Anregung am Punkt des Beschleunigungsaufnehmers. Anhand dieser Admittanzkurven und der speziellen Werte für die Sattelmode (Anhang F) wurden die Einflüsse verschiedener Parameter untersucht. Dabei ist zu bedenken, daß nominell gleiche Platten durchaus unterschiedliche Eigenschaften besitzen können und daß die Reproduzierbarkeit eines Aufbaus, z. B. einer Platte auf vier lose aufgestellten Stützen, begrenzt ist. Solche Effekte können die eigentlich gesuchten Abhängigkeiten verfälschen.

3.2 Einfluß eines oberseitigen Belags

Der Einfluß eines oberseitigen Belags auf die Eigenschaften einer Platte wurde durch Vergleich einer Platte mit Belag mit einer anderen "nackten" Platte der gleichen Sorte untersucht. Da die Eigenschaften der nackten Plat-

ten gewissen Schwankungen unterliegen, muß bei dieser Methode damit gerechnet werden, daß das gewünschte Ergebnis durch diese Schwankungen verfälscht ist. So konnte der Massenzuwachs durch einen Belag nur ungefähr ermittelt werden: um 1,5 kg beim Hartbelag, um 0,5 kg beim Textilbelag. Bei den Platten A (Leichtbeton) scheinen die Schwankungen besonders groß zu sein; sie werden deshalb hier nicht berücksichtigt.

Einfluß eines Hartbelags

Betrachtet man die Sattelschwingung, so findet man Veränderungen in beiden Richtungen: manchmal ist die Frequenz bei der Platte mit Belag geringfügig höher (z.B. 6 Hz beim Vergleich der Messungen b4 und bh2, 1 Hz bei c2 und ch2), bei der Aluminiumplatte DH 15 Hz tiefer. Änderungen der Dämpfung überschreiten 0,4% nicht und sind bei BH und CH positiv, bei DH dagegen negativ (Vergleiche an Platten auf Stützen!). Die mittlere Admittanz bei der Sattelschwingung wird durch den Hartbelag um bis zu 5 dB reduziert. Der Einfluß ist bei der Platte C geringer als bei B, da C unterseitig ein Stahlblech besitzt. Die Erhöhung der Biegesteife (siehe Anhang F) liegt zwischen 3 und 5 kNm (6% bis 15%).

Betrachtet man die mittlere Admittanz im gesamten gemessenen Frequenzbereich ergeben sich folgende Tendenzen: Bei den relativ homogenen Gipsfaserplatten B (Bild 11 und 12) und C bewirkt der Hartbelag eine kleine Verschiebung der Resonanzen zu höheren Frequenzen und eine Reduktion um 5 bis 10 dB (BH) bzw. 1 bis 3 dB (CH). Es gibt gelegentlich aber auch Resonanzen, die mit Belag stärker angeregt werden! Andererseits kann eine Resonanz durch den Belag auch stark unterdrückt werden. Bei der unterseitig stark strukturierten Aluminiumplatte verschieben sich die Resonanzen zu tiefen Frequenzen. Ihre Höhe wird unterhalb 1,6 kHz um typisch 4 dB, oberhalb um 10 dB und mehr reduziert.

Einfluß eines Textilbelags

Wie zu erwarten, ist der Einfluß eines Textilbelags geringer als der eines Hartbelags. Oft kann er von den Schwankungen der nackten Platte kaum unterschieden werden. (Oberhalb von ungefähr 2 kHz sind die Meßwerte unsicher, weil mit dem Hammer durch den Teppich nicht mehr genügend Kraft eingeleitet wird.)

Einfluß eines oberseitigen Stahlblechs

Die Platten GH und HH unterscheiden sich durch ein 0,5 mm starkes Stahlblech, das sich bei HH zwischen Hartbelag und Anhydrit befindet. Das Stahlblech bewirkt eine Verschiebung der Sattelmodes von 297 Hz zu 368 Hz ohne nennenswerte Änderung von Dämpfung und Amplitude. Die Biegesteife wächst um 57 kNm oder 76%. Insgesamt gesehen findet eine starke Veränderung der Modenstruktur statt, wobei die Admittanzen oberhalb 500 Hz bis zu 10 dB niedriger liegen als ohne Stahlblech (Bild 13).

3.3 Einfluß einer unterseitigen Beschichtung

Zahlreiche Platten werden mit einer unterseitigen Beschichtung mit Aluminium-Feinblech oder Stahlblech geliefert. Die Aluminiumbeschichtung ist sehr dünn und praktisch ohne Einfluß auf das Schwingungsverhalten. Ein typischerweise 0,5 mm starkes Stahlblech wirkt sich dagegen sehr deutlich aus: Verschiebung der Sattelschwingung nach oben um ca. 60 Hz und Erhöhung der Biegesteife um 20 bis 30 kNm (60% bis 85%). Häufig findet man eine Reduktion der Admittanzspitzen um 3 bis 5 dB und deutliche Veränderungen in der Modenstruktur (Bild 14 und 15). Das Stahlblech wirkt also unterseitig in ähnlicher Weise wie oben unter einem Hartbelag.

3.4 Einfluß der Aufstützung

Die Platte B wurde auf den zugehörigen Stützen und auf Stützen von einer anderen Firma gemessen (Bild 16). Die Sattelschwingung wurde durch die "falschen" Stützen praktisch nicht verändert. Andere Moden unterhalb 1 kHz werden jedoch deutlich verschoben. Eine nennenswerte Änderung der Höhe der Admittanzspitzen ist eher die Ausnahme. Ähnliche Beobachtungen ließen sich an der Platte RH machen, die auf langen und auf kurzen Stützen gemessen wurde.

Es wäre allerdings voreilig, zu behaupten, daß alle beschriebenen Unterschiede auf die unterschiedlichen Stützenkonstruktionen zurückzuführen seien. Dazu müßte zuvor die Reproduzierbarkeit einer Messung bestimmt werden. Angesichts der Schwierigkeit, eine saubere, gleichmäßige Aufstützung der Platte zu realisieren, muß hier von einer Messung zur anderen mit Schwankungen gerechnet werden, die in ähnlicher Größenordnung sein könnten wie die durch verschiedene Stützen verursachten Unterschiede. Vergleicht man Messungen mit und ohne Kunststoffauflagescheiben auf den

Stützen, lassen sich aus dem erwähnten Grund nur Aussagen unter Vorbehalt formulieren: Die Unterschiede betragen meistens weniger als 3 dB in den Admittanzkurven (Bild 17). Daraus wäre zu schließen, daß das "Polster" nur einen geringen Einfluß auf die Schwingungen einer einzelnen Platte hat.

3.5 Einfluß des Plattentyps

Während sich die Massen und effektiven Dichten der untersuchten Platten bis zu einem Faktor 4 unterscheiden, liegen die Frequenzen der Sattelschwingungen fast immer zwischen 200 Hz und 400 Hz. Daraus darf natürlich nicht geschlossen werden, daß alle Platten dieselbe Biegesteife hätten. Diese variiert vielmehr sehr stark von 19 bis 132 kNm, also um einen Faktor 7, aber eben oft parallel zur Masse. Auch die Dämpfung dieser Mode kann stark schwanken; die meisten Werte liegen unter 2%. Die Admittanz liegt bei der Sattelschwingung meistens zwischen -55 und -60 dB. Aus diesem Rahmen fallen im negativen Sinne die Stahlplatte PT (-47 dB) und im positiven Sinne die Platten NT (Holzwerkstoff, -63 dB), AT und AH (Leichtbeton, -64...-66 dB) und vor allem die Anhydritplatte SH mit -70 dB. Die reinen Metallplatten sind in der Sattelmode relativ leicht anzuregen; Hartbeläge und Stahlbleche führen in der Regel zu schwerer anregbaren Schwingungen.

Betrachtet man den gesamten untersuchten Frequenzbereich, stellt man fest, daß das Admittanzmaximum bei den reinen Metallplatten (Aluminium und Stahl) oberhalb 1 kHz liegt, während es bei allen anderen Platten in der Nähe von 50 Hz auftritt. Entsprechend sind die Frequenzverläufe sehr verschieden. Bei den Platten mit tieffrequentem Maximum stellt sich nach einem Abfall um 20 bis 30 dB ab 300 Hz oder 500 Hz eine Variation (3 bis 8 dB) um einen eher gleichbleibenden Mittelwert ein (Holzwerkstoff: -72 dB; Gipsfaser: -75 dB; Anhydrit: -80 dB. Diese Werte sind über mehrere Platten gemittelt.) Bei der Al-Platte dagegen liegen die Admittanzwerte im ganzen Frequenzbereich bei -65 ± 15 dB, lediglich zwei Spitzen sind noch 5 dB höher. Bei der Stahlplatte endlich findet man einen fast gleichmäßigen Anstieg der Spitzen um 20 dB von tiefen Frequenzen bis zum Maximum bei 1,25 kHz mit anschließendem Abfall. Typisch für fast alle Messungen sind breitere Admittanzminima zwischen Modengruppen unterhalb 1 kHz; die Differenzen zu den benachbarten Spitzen betragen 10 bis 20 dB. Außerdem stellt man in der Regel bei tiefen Frequenzen (unter 100 Hz) höhere Bedämpfungen der Moden (z.B. 5%) fest, die mit der Aufstützung der Platten zusammenhängen; oberhalb domi-

niert offensichtlich die Dämpfung der Platte selbst (z.B. 1%). Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit früheren Messungen (siehe Ziffer 3.7).

3.6 Effektive Biegesteifen

Wie schon erwähnt, wird die bei der freien Platte auftretende Sattelmode mit den zwei diagonalen Knotenlinien durch eine Aufstützung der Platte an den Ecken kaum behindert. Dieser günstige Umstand wurde genutzt, um aus dieser Mode einen Wert für den E-Modul und die Biegesteife der Platten abzuschätzen. Da die Platten mehr oder weniger inhomogen sind, handelt es sich dabei um effektive Moduln, mit denen nur bei tiefen Frequenzen sinnvoll gearbeitet werden kann.

Formeln und Tabellen zur Berechnung der Eigenschwingungen von quadratischen Platten, die an den Ecken aufgestützt sind, findet man z. B. in [8] und [9]. In der zweiten Arbeit wird die Mindlinsche Theorie zugrunde gelegt, die über die in [8] verwendete Theorie dünner Platten hinausgeht. Im folgenden werden die Werte aus [9] benutzt, die ein Poisson-Verhältnis von 0.3 annehmen. Ein typischer Wert für die Plattendicke ist $h = 3.8$ cm. Damit ergibt sich das Verhältnis Dicke zu Kantenlänge zu $\beta = h/a = 0.063$. Der Frequenzparameter λ für die Sattelmode kann damit aus der Tabelle 1 von [9] zu 19.2 interpoliert werden. Mit f als Frequenz der Sattelmode und ρ als Massendichte lautet die Formel für den E-Modul:

$$E = \frac{48\pi^2 a^4 \rho (1 - \sigma^2) f^2}{\lambda^2 h^2} \quad (3.1)$$

Als Zahlenwertgleichung ergibt sich mit der Plattenmasse M in kg, der Frequenz f in Hz und der Plattendicke h in m:

$$E[\text{Pa}] = 0.421 \frac{Mf^2}{h^3} \quad (3.2)$$

Die entsprechende Formel für die Biegesteife

$$B[\text{Nm}] = 0.0386 Mf^2 \quad (3.3)$$

ist besonders einfach, nachdem sich die Plattendicke herausgekürzt hat.

Die mit Gl. (3.2) und (3.3) errechneten Werte für die analysierten Platten sind in Anhang F zusammengestellt. Man sieht, daß die Ergebnisse für weiche und aufgestützte Lagerung ziemlich ähnlich sind. Die Aluminium-Druckguß-Platten D und DH, die eine kassettierte Unterseite besitzen, fallen jedoch aus dem Rahmen: Ihre inhomogene, anisotrope Struktur unterdrückt die Sattelmode bei weicher Lagerung vollständig! Erst im aufgestützten Zustand wird diese Schwingungsform durch die auf die Ecken konzentrierten Auflagekräfte gleichsam erzwungen.

3.7 Vergleich mit früheren Messungen des Verlustfaktors

Der Verlustfaktor η berechnet sich aus der Dämpfung der Moden d [%] (Prozentsatz der kritischen Dämpfung), wie sie bei der Modalanalyse angegeben wird, nach der einfachen Beziehung

$$\eta = 0.02d. \quad (3.4)$$

Eine bei früheren Messungen angewandte Methode leitet den Verlustfaktor aus der Körperschallnachhallzeit T [s] nach der Formel

$$\eta = \frac{2.188}{fT} \quad (3.5)$$

ab (Frequenz f in Hz). Die Platten waren damals an zwei Drahtseilen aufgehängt. Es ergaben sich typische Verlustfaktoren von 0.11 in den Terzen von 31.5 Hz bis ungefähr 100 Hz und Werte um 0.01 oberhalb. Dieser zunächst überraschende Befund konnte mit Modalanalysen an den Plattentypen KT und NT, die damals und jetzt gemessen wurden, bestätigt werden. (Es handelt sich aber um jeweils verschiedene Exemplare.) Die Dämpfung bei tiefen Frequenzen wird vorwiegend durch die Aufhängung bzw. Aufstützung verursacht. Eine Mode der Platte KT bei 56 Hz besaß einen Verlustfaktor von 0.10. Die Sattelmode wies den Wert 0.014 auf, was mit dem Wert 0.011 für die Terz bei 200 Hz aus der Nachhallzeitmessung ungefähr übereinstimmt. Etwas weniger gute Übereinstimmungen fanden sich beim Vergleich der Werte für die Platte NT: Die Modalanalyse lieferte 0.044 (282 Hz), 0.044 (677 Hz), 0.038 (738 Hz); die Nachhallzeiten ergaben 0.03 (315 Hz), 0.04 (630 Hz), 0.018 (800 Hz).

3.8 Einige Platteneigenschaften im Überblick

Zusammenfassend kann man festhalten, daß die mittlere Admittanz einer einzelnen, auf Stützen gestellten Platte einen ziemlich zerklüfteten Verlauf aufweist, weil die Dämpfung der dominierenden Moden relativ gering ist und sich daher keine zusammenhängenden Überlappungen über größere Frequenzbereiche bilden können. Die tiefsten Moden liegen bei 50 Hz. Dort tritt, von den reinen Metallplatten abgesehen, das Admittanzmaximum auf. Zu den wenigen, "schön" ausgeprägten Schwingungsformen zählt die Sattelschwingung, die meistens eine relativ hohe Admittanz besitzt.

Die Bilder 18 bis 21 zeigen Masse und Dichte der Platten sowie die aus der Sattelmode abgeleiteten Eigenschaften im Überblick. Die Frequenz dieser Mode liegt fast immer zwischen 200 und 400 Hz. Die große Streuung bei den Platten vom Typ A (stahlarmierte Leichtbetonplatte) ist wohl auf Rißbildungen zurückzuführen. Auffallend ist auch die Gruppe der Anhydritplatten, die alle ähnlich schwer sind, aber zum Teil große Unterschiede bei Admittanz und Moduln aufweisen. In den anderen Plattengruppen ist die Streubreite eher geringer.

4 Kopplung mehrerer Doppelbodenplatten

Der zweite Teil der vorliegenden Untersuchungen befaßt sich mit der Übertragung von Schwingungen von einer Platte zur anderen. Es sind Messungen an linearen Anordnungen von sechs Platten und quadratischen Anordnungen von neun Platten durchgeführt worden (Bild 22). Bei der Kopplung der schwingenden Platten sind vor allem zwei Dinge von Bedeutung: Die Art des Kontakts, also die Ausbildung der Plattenkanten und der Auflagescheiben auf den Stützen, die mit ihren Noppen unter Umständen zusätzliche Berührungspunkte zwischen den Platten herstellen, und die Kräfte, mit denen benachbarte Platten gegeneinander gedrückt werden. Die Kantenausbildung der verschiedenen Plattentypen ist zum Teil sehr verschieden (Bild 23). Sie sollen gleichzeitig mehrere Anforderungen erfüllen: die Fugen sollen dicht sein, Veränderungen in der Einspannung sollen aufgefangen werden, es sollen keine Knarrgeräusche auftreten, die Platten sollen bequem herausnehmbar sein, die Körperschallübertragung soll möglichst gering sein, etc.

Eine systematische Studie all dieser Kantenvarianten wäre eine sehr aufwendige Angelegenheit. Im Rahmen des Projekts konnten drei Plattentypen (A, B, GH) in Anordnungen aus sechs oder neun Platten untersucht werden. Es wurden 16 Modalanalysen durchgeführt, die sich über zwei oder drei Platten der jeweiligen Anordnung erstreckten. Eine Übersicht über die Messungen gibt Anhang G; Admittanzkurven sind in Anhang H zusammengestellt. Angesichts der Vielfalt der Ergebnisse können im folgenden nur einige wichtig erscheinende Beobachtungen herausgegriffen werden.

Theoretisch betrachtet hat man es mit gekoppelten Schwingungssystemen zu tun. Sind die einzelnen Systeme identisch, liegt ansatzweise eine periodische Anordnung vor. In diesem Fall wird man eine Aufspaltung der Resonanzen erwarten, die bei genügend vielen Systemen in Frequenzbänder übergehen: sogenannte Durchlaßbänder, die durch Sperrbänder getrennt sein können. Bei kleinen Schwankungen der Eigenschaften der einzelnen Platten oder der Kopplungsverhältnisse zwischen den Platten können Lokalisierungseffekte auftreten: Schwingungsformen, die ohne diese Schwankungen eine über mehrere Platten gleichmäßige Amplitudenverteilung aufweisen würden, verändern sich durch die Schwankungen in solche mit räumlich stark begrenzten Amplitudenmaxima: die Körperschallausbreitung ist in diesen Fällen stark behindert. Sind die Eigenschaften der einzelnen Platten großen Schwankungen unterworfen (z.B. bei Platten vom Typ A), wird das gekoppelte System noch eine Stufe komplexer und allgemeine Vorhersagen entsprechend schwierig.

Angesichts dieses theoretischen Hintergrundes überrascht es nicht, daß die Modalanalysen an Anordnungen von mehreren Platten recht komplexe Ergebnisse lieferten. Das Phänomen der Modenaufspaltung konnte jedoch überzeugend nachgewiesen werden (siehe Ziffer 4.1). Weiter wurde festgestellt, daß eine Einspannung der Platten - wie zu erwarten - einerseits eine Reduktion der Plattenadmittanz, andererseits eine Erhöhung der Körperschallübertragung von einer Platte zur nächsten bewirkt. Diese Effekte liegen bei 5 bis 15 dB. Die Körperschallübertragung zwischen benachbarten Platten ist stark frequenzabhängig. Bei tiefen Frequenzen (z.B. 50 Hz) findet eine eher geringe Reduktion statt, bei hohen (> 2 kHz) kann sie bei 30 oder 40 dB liegen. Es fällt allerdings schwer, allgemeine Aussagen zu machen, weil zum einen zahlreiche Einflußparameter eine Rolle spielen und zum anderen immer

wieder einzelne Moden sich im Vergleich zur überwiegenden Mehrheit gegenteilig verhalten. Aus der Fülle der Schwingungsbilder und Admittanzkurven seien einige wenige herausgegriffen, um die allgemeinen Aussagen zu veranschaulichen.

4.1 Anordnung mit 6 x 1 Platten

Bei der linearen Anordnung konnte eine horizontale Einspannung vorgenommen werden. Die Platten wurden mit Kanthölzern und zwei horizontal angebrachten Stützen zwischen die Wände eines Prüfstandes eingespannt. Die Einspannkraft wurde auf der Seite, wo sich die Stützen zum Einspannen befanden, mit zwei Kraftaufnehmern gemessen. Die Kraft konnte durch Drehen an den Muttern der verstellbaren Stützen eingestellt werden. Bei den Platten vom Typ B ergab sich das Problem, daß sich die Plattenkanten nicht berührten, weil kein Gehbelag aufgebracht war (siehe Bild 23a). Die Platten wurden von den Noppen der Stützenauflegescheiben auf Abstand gehalten. Um einen Kontakt zwischen den Plattenoberkanten zu erzwingen, wurden 1 mm dicke Blechstreifen dazwischen geschoben. Im folgenden werden einige Beispiele aus den Messungen am Typ GH (Anhydrit in Stahlwanne mit Hartbelag) vorgestellt. Ähnliche Effekte wurden jedoch auch bei den Messungen an den Typen ohne Belag A und B gefunden.

Der Vergleich zwischen den Messungen gh7 (Einspannung mit 200 N) und gh1 (Bild 24) zeigt eine deutliche Reduktion der Admittanz der Sattelmode durch die Nachbarplatten (um 15 dB). Gleichzeitig findet eine Aufspaltung statt, die sich schon ohne Einspannung (Bild 25, Messung gh5) andeutet, aber erst mit Einspannung (Bild 26, Messung gh7) richtig ausgeprägt ist: Beide benachbarte Platten schwingen bei zwei Frequenzen gleichzeitig in der Sattelmode, bei der tieferen Frequenz gleichphasig, bei der höheren gegenphasig.

Bild 27 vermittelt einen Eindruck von der Körperschallübertragung von einer Platte zu ihrem Nachbarn, wiederum unter einer Einspannung von 200 N. Während bis ungefähr 500 Hz die mittlere Schnelle auf der direkt angeregten Platte nur etwa 10 dB höher ist als auf der Nachbarplatte, ist der Unterschied bei höheren Frequenzen in der Größenordnung von 30 dB oder 40 dB. Vereinzelt treten jedoch auch bei den höheren Frequenzen Schnellespitzen auf der Nachbarplatte auf, die nur ungefähr 10 dB unter denen auf der angereg-

ten Platte liegen. Daraus kann man schließen, daß die Körperschallübertragung stark frequenzabhängig ist.

4.2 Anordnung mit 3 x 3 Platten

In dieser Anordnung läßt sich im Prinzip auch die Körperschallübertragung zur Nachbarplatte in diagonaler Richtung studieren. Sie ist jedoch vermutlich wenig repräsentativ für einen sauber eingebauten Boden, da keinerlei äußere Einspannung vorhanden ist. Die Kopplung zwischen den Platten ist daher eher schwach, zumindest nach einer gewissen Zeit, wenn sich die anfangs fest zusammengeschobenen Platten durch die Anregung oder durch Begehen wieder gelockert haben. Die Resultate sind im großen und ganzen unübersichtlich, von Zufälligkeiten abhängig und im einzelnen für das Verhalten von Doppelböden weniger interessant. Bild 28 zeigt das Schwingungsbild von drei der neun Platten GH bei 69 Hz: ein ziemlich verwickeltes Verhalten. Die Moden bei 539 Hz und 896 Hz sind demgegenüber einer Interpretation etwas besser zugänglich (Bild 29): Bei den beiden Platten links und rechts im Bild, die an einer Ecke zusammenstoßen, sind andeutungsweise die gleichen Schwingungsformen erkennbar, die dritte Platte dagegen schwingt in einer anderen Form.

Die 9er-Anordnung mit den Platten GH war dennoch eine instruktive Angelegenheit. Versuchte man durch Klopfen die Sattelschwingungsfrequenz zu hören, fand man bei sechs Platten ungefähr den Ton d' (in Übereinstimmung mit den 300 Hz in der Tabelle von Anhang F). Zwei Platten klangen jedoch einen Ton höher (ungefähr e'; 330 Hz), während eine einen Halbton tiefer (cis'; 280 Hz) und sehr dumpf oder matt klang. Daraus muß man schließen, daß nominell gleiche Platten häufig deutlich verschiedene Eigenschaften aufweisen ($\pm 10\%$ in der Frequenz, drastische Unterschiede in der Dämpfung). Man kann sich anschaulich vorstellen, daß die Körperschallübertragung durch diese Unterschiede erschwert wird: die Platten passen im Schwingungsverhalten nicht mehr zusammen. Diese naive Betrachtungsweise dürfte wohl nicht bei allen Frequenzen zutreffen. Über einen größeren Frequenzbereich betrachtet steht die Aussage jedoch nicht im Widerspruch zu den eingangs angedeuteten theoretischen Überlegungen.

4.3 Schlußfolgerungen

Die Einspannung einer Platte durch ihre Nachbarn kann zu erheblichen Veränderungen in ihrem Schwingungsverhalten führen: Modenamplituden werden reduziert, manche Moden verschwinden ganz, andere erleiden eine Frequenzverschiebung, wieder andere werden aufgespalten und erscheinen bei zwei verschiedenen Frequenzen. Je stärker die Einspannung, desto ausgeprägter sind solche Erscheinungen. Sie hängen jedoch nicht allein von den Einspannkräften ab, sondern ebenso davon, ob die nominell gleichen Nachbarplatten tatsächlich die gleichen Eigenschaften besitzen oder nicht.

Die Abnahme des mittleren Körperschallpegels von einer angeregten Platte zu ihren nächsten Nachbarn ist stark frequenzabhängig. Sie ist relativ gering bei tiefen Frequenzen und ziemlich stark bei hohen. Ausnahmen bei einigen Frequenzen bestätigen die Regel. Die Abnahme ist weiter abhängig von der Art der Kantenausbildung, der Einspannkräfte und der Unterschiede in den Eigenschaften der benachbarten Platten.

Nach diesen Beobachtungen an den Anordnungen aus sechs oder neun Platten kann man schon vermuten, daß es schwierig, wenn nicht unmöglich sein wird, von den Eigenschaften einer einzelnen Platte allein auf das schalltechnische Verhalten eines ganzen Doppelbodens zu schließen. Die Einflüsse der Kontakte zwischen den Platten und die Unterschiede in den Eigenschaften der Platten sind zu schwerwiegend, als daß die "mittleren" Eigenschaften einer Platte die Körperschallausbreitung allein beherrschen könnten. Die im folgenden Kapitel besprochenen Messungen bekräftigen diese Ansicht.

5 Messungen an ganzen Doppelböden

Im unserem Wandprüfstand mit unterdrückter Nebenwegübertragung wurden drei Doppelböden unter möglichst gleichen Bedingungen eingebaut. Um weitere Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen, wurden die gleichen Plattentypen verwendet wie für die 6er- und 9er-Anordnungen, jedoch alle mit einem Hartbelag versehen: die bei Rißbildung zum anisotropen Verhalten neigende stahlarmierte Leichtbetonplatte AH, die eine große Streuung der Platteneigenschaften aufweist; die relativ homogene und in ihren Eigenschaften ver-

mutlich weniger streuende Gipsfaserplatte BH; schließlich als weiterer inhomogener Typ mit deutlicher Streuung die Anhydritplatte mit Stahlwanne GH. Ein Blick auf Bild 23 zeigt, daß die Kanten bei diesen drei Typen jeweils verschieden ausgebildet sind (GH: Bild 23e).

Der Versuchsaufbau ist in Anhang I näher beschrieben. Unter der hochschalldämmenden Trennwand (66 dB) wurde ein Absorberschott eingebaut, so daß die wesentliche Schallübertragung vom Sende- zum Empfangsraum über die Doppelbodenplatten erfolgte. Es fiel auf, daß bei keinem der drei Doppelböden eine perfekte Verlegung zustande kam. Es gab stets einige Fugen, die keine dichte und kraftschlüssige Verbindung zwischen den Platten erlaubten. So hatte man den Eindruck, daß auch die Einspannbedingungen der Platten beträchtlichen Schwankungen unterworfen waren. Besonders in den Türbereichen, in denen eine Einspannung schwierig war, gab es einige Platten, die ziemlich Spiel zu ihren Nachbarn hatten.

Es wurden vier Gruppen von Messungen durchgeführt: Die Messungen nach DIN 52 210 zur horizontalen Längsdämmung; Körperschallpegelmessungen, um die Abnahme mit wachsendem Abstand von der Anregungsstelle zu erfassen; Modalanalysen, um das Schwingungsverhalten einer Platte im Doppelboden zu bestimmen; zu guter Letzt einige Gehgeräuschemessungen, um eventuell ein Dröhnen dingfest zu machen.

5.1 Horizontale Längsdämmung

Die Schall-Längsdämm-Maße der drei Böden sind in Bild 30 zusammengestellt. (Die einzelnen Kurven zusammen mit der verschobenen Bezugskurve befinden sich in Anhang L.) Die Kurvenverläufe sind recht ähnlich, entsprechend die bewerteten Schalldämmmaße: 55 dB (AH), 52 dB (BH), 54 dB (GH). Zur Bewertung tragen vor allem Terzen zwischen 100 Hz und 200 Hz und zwischen 630 und 1600 Hz bei. Um 500 Hz - könnte man vermuten - wirken sich die unter Ziffer 3.5 erwähnten Admittanzminima zwischen Modengruppen unterhalb von 1 kHz günstig aus.

Bild 31 zeigt die Norm-Trittschallpegel im Überblick: Die Unterschiede sind hier größer; besonders günstig schneidet der Boden AH ab ($R_w = 49$ dB), während die anderen beiden weitaus höhere Einzahlwerte aufweisen (BH: 63 dB; GH: 61 dB). Die hier auftretende Ungleichheit mag angesichts der

ähnlichen Werte bei der Luftschalldämmung zunächst überraschen. Man muß jedoch bedenken, daß bei der Trittschalldämmung mit einer eher punktuellen Anregung gearbeitet und über verschiedene Anregungspunkte gemittelt wird (siehe Anhang M). Hier treten große Unterschiede zwischen verschiedenen Hammerwerkspositionen auf; das Ergebnis hängt somit von diesen ausgewählten Positionen ab. Da die Bodeneigenschaften von Platte zu Platte erheblich schwanken können, muß - verglichen mit der Luftschallanregung - mit einem wesentlich größeren Streubereich auch in den Ergebnissen gerechnet werden. Zur weiteren Klärung können die Kurven aus Anhang M herangezogen werden. Dabei erkennt man das starke Gewicht der trennwandnahen Position 1. Folglich müßte sich ein rascher Abfall des Körperschallpegels bei kurzen Abständen vom Hammerwerk günstig auswirken (siehe Ziffer 5.2).

Um mögliche Zusammenhänge zwischen der horizontalen Längsdämmung und den Eigenschaften der einzelnen Platten aufzuspüren, sind die bereits genannten Einzahlwerte für die Luft- und Trittschalldämmung in Bild 32 über sechs verschiedenen Parametern aufgetragen. In keinem der sechs Diagramme springt ein einfacher monoton ansteigender oder abfallender Zusammenhang ins Auge. Bei der Luftschalldämmung wäre ein solcher ohnehin schwierig zu erkennen, da sich die Werte um maximal 3 dB unterscheiden. Was die Trittschalldämmung anbelangt, könnte man aus Bild 32 ablesen, daß eine niedrige Biegesteife und eine niedrige Frequenz der Sattelmodes von Vorteil sei, die flächenbezogene Masse aber eher keine Rolle spiele. Eine starke Dämpfung und hohe mittlere Admittanz der Sattelmodes könnte demnach ebenfalls als günstig angesehen werden, jedenfalls wenn man die Fälle BH und GH zusammennimmt und dem Fall AH gegenüberstellt.

Offensichtlich besitzen solche Versuche wenig Überzeugungskraft. Für quantitative Zwecke sind die angedeuteten Zusammenhänge sicher unbrauchbar. Und es ist darüberhinaus zweifelhaft, ob sie auch nur qualitativ bestätigt würden, wenn weitere Meßwerte hinzukämen. Diese Beurteilung führt zu dem Schluß, daß entscheidende Parameter nicht betrachtet wurden. Nach den Überlegungen von Ziffer 4.3 dürfte es sich dabei um zwei Effekte handeln: die Schwankungen in den Platteneigenschaften einerseits und die Art der Kopplung der Platten andererseits (Einspannung, Kantenausbildung, Schwankungen der Kopplung).

5.2 Körperschallpegelmessungen

In Bild 33 sind die Position des Hammerwerks (Q) und die Positionen des Beschleunigungsaufnehmers eingezeichnet. Die Punkte 1 bis 7 und 8 bis 11 bilden zwei gerade Linien, die eine parallel zu den Plattenkanten, die andere diagonal. Weitere Punkte sind spiegel- oder punktsymmetrisch zur Quelle Q angeordnet oder decken Bereiche in größerer Entfernung ab. Weitere Einzelheiten dieser Schnellepegelmessungen sind in Anhang O genannt. Dort sind auch für einige ausgewählte Terzbandfrequenzen die Schnellepegel über dem Abstand vom Hammerwerk aufgetragen. Man sieht beim Betrachten einiger dieser Diagramme schnell, daß bei gleichem Abstand von Q durchaus sehr verschiedene Pegel vorherrschen können. Beim Boden AH scheint dies am stärksten ausgeprägt zu sein. Auch die Richtung (kantenparallel oder diagonal) scheint bei der Schnellepegelabnahme eine Rolle zu spielen. Grundsätzlich würde man in der Nähe der Quelle den Direktschall mit steilem Abfall und mit wachsender Entfernung einen Übergang in ein Hallfeld erwarten. Andeutungsweise ist bei tiefen Frequenzen ein Hallfeld vorhanden. Bei höheren Frequenzen ist die Absorption offensichtlich so groß, daß sich kein merkliches Hallfeld mehr aufbauen kann. Was den Abfall des Direktschalls angeht, findet man bei AH meistens deutlich steilere und zum Teil auch unregelmäßigere Verläufe als bei den beiden anderen Böden. Dieses Verhalten, das mit besonders stark ausgeprägten Unregelmäßigkeiten in den Platteneigenschaften und in den Kopplungen zwischen den Platten in Verbindung gebracht werden kann (siehe Ziffer 4), ist wohl für das günstige Abschneiden dieses Bodens ausschlaggebend.

Nach Lösen der Randeinspannung (Entfernen der elastischen Randstreifen sowie der Holzkeile) wurden die beschriebenen Schnellepegelmessungen an den Punkten 8, 10, 4 und 12 wiederholt. Die Ergebnisse sind in den Bildern P.1 bis P.12 den Ergebnissen mit Randeinspannung gegenübergestellt. Generell würde man ohne Randeinspannung geringere Schnellepegel erwarten. Dies trifft nur teilweise zu. Meistens sind die Pegel ungefähr gleich hoch oder sogar deutlich höher als mit Randeinspannung. Unterschiede von 5 dB in einzelnen Terzen treten häufig auf und unterstreichen die Empfindlichkeit der Meßergebnisse gegenüber den Einspannbedingungen. Daß ohne Randeinspannung eher höhere Schnellepegel gemessen wurden, könnte damit erklärt werden, daß die Verringerung der Kopplung zwischen den Platten

durch eine Verringerung der Dämpfung überkompensiert wird. Möglicherweise spielen aber auch Veränderungen in der Modenstruktur (siehe Ziffer 5.3) eine wesentliche Rolle.

5.3 Modalanalysen

Um das Schwingungsverhalten einzelner Platten auch unter den Randbedingungen eines ganzen Doppelbodens zu erfassen, wurden insgesamt 24 Modalanalysen an zwei oder drei Platten jeden Bodens durchgeführt. Eine Übersicht gibt Anhang I; die zugehörigen Admittanzkurven befinden sich in Anhang J.

Die Modalanalysen wurden zum Teil wiederholt, insbesondere jene der Platte Q (siehe Bild 33), auf der das Hammerwerk für die Schnellepegelmessungen (Ziffer 5.2) stand. Die erste Analyse fand jeweils vor der "Behämmerung", die zweite danach statt. Dies wurde durch die früher festgestellte Neigung der Leichtbetonplatten zur Rißbildung nahegelegt. Bei allen drei Böden wurde jedoch keine Beschädigung der mit Q bezeichneten Platte durch das Hammerwerk festgestellt. Zwar sind Unterschiede zwischen "vorher" und "nachher" durchaus vorhanden. Es handelt sich aber dabei um leichte Frequenzverschiebungen und kleine Amplitudenänderungen der Admittanzspitzen, die vermutlich durch Änderungen der Randbedingungen (Lockerung durch Begehen etc.) verursacht wurden.

Ansonsten findet man ähnliche Admittanzverläufe wie bei den unter Ziffer 4 beschriebenen. Beispielsweise sind die Spitzen um 50 Hz und 100 Hz reduziert und aufgespalten oder ganz verschwunden (Messung ah7 verglichen mit ah5); die Reduktionen (verglichen mit der Platte ohne Nachbarn) liegen zwischen 0 dB und 20 dB, meistens bei 5 dB. Zwischen 500 Hz und 3125 Hz (Messung ah8 verglichen mit ah6) treten Reduktionen um 8 dB auf, aber auch einmal eine Erhöhung um 10 dB! Grob gesprochen besitzt die Umgebung der Platte bei diesen höheren Frequenzen weniger Einfluß auf die mittlere Admittanz als unterhalb 500 Hz.

Eine Sattelmode wurde bei den beiden gemessenen AH-Platten des ganzen Bodens nicht mehr gefunden, dafür bei den Böden BH und GH. Das mag daran gelegen haben, daß bei letzteren die Platten in der Nähe der Tür ziemlich locker gelegt waren. Aus diesem Grunde wurde beim Boden GH auch

noch eine besonders fest eingespannte Platte ausgewählt (W in Bild 33) und analysiert. Die mittleren Admittanzen sind zusammen mit jenen für den Fall ohne Nachbarn (Messungen gh1 und gh2) in Bild 34 und 35 dargestellt. Bei 300 Hz ist deutlich zu sehen, daß die Sattelmode durch die Einspannung völlig "weggebügelt" wurde. Die Admittanz ist zwischen 250 Hz und 500 Hz ziemlich konstant und beträgt ungefähr -85 dB. Dies ist in hervorragender Übereinstimmung mit der frequenzunabhängigen Admittanz einer unendlichen Platte, berechnet mit der effektiven Biegesteife und der flächenbezogenen Masse (siehe Bild 32c)! Gelegentlich, d. h. lokal und in einem bestimmten Frequenzbereich, kann ein Doppelboden wie eine große Platte reagieren. Betrachtet man jedoch auch die höheren Frequenzen, stellt man wieder deutliche Abweichungen von - 85 dB fest. Dies entspricht der Beobachtung beim Boden AH, daß sich bei höheren Frequenzen die Einspannung schwächer auswirkt.

5.4 Dröhneffekt

Im Schalltechnischen Taschenbuch [10] wird Dröhnen als "verstärktes Mitschwingen von Bauteilen bei der Anregung von Eigenfrequenzen, insbesondere bei tiefen Frequenzen" beschrieben. "Bei Kraftfahrzeugen sind es oft Resonanzen des Fahrgastraums, die bei bestimmten Drehzahlen ... oder ... Geschwindigkeiten ... angeregt werden." Im bauakustischen Bereich wird das Dröhnen gelegentlich erwähnt, jedoch selten ausführlicher diskutiert. Kühn und Blickle [11] weisen darauf hin, daß für das Wahrnehmen des Dröhneffektes die Anregungsart entscheidend ist. Das Hammerwerk sei dafür wenig geeignet, da es eher höherfrequente Bereiche betont, während das Dröhnen bei tiefen Frequenzen, zwischen 40 Hz und 160 Hz, angesiedelt sei. Andererseits werden offenbar bisweilen auch höherfrequente, tonhaltige Geräusche als Dröhnen bezeichnet, vielleicht in Ermangelung eines besseren Ausdrucks für ein jedenfalls lästiges Geräusch.

Um einen möglichen Dröhneffekt bei den drei im Prüfstand eingebauten Doppelböden auszumachen, wurden zusätzlich zu den Trittschallmessungen mit dem Hammerwerk auch zwei Arten von Gehgeräuschen aufgezeichnet: normales Gehen einmal mit Stöckelschuhen und einmal mit Turnschuhen. Die Meßergebnisse sind in Anhang N dargestellt. In keinem Fall wurde von verschiedenen anwesenden Personen ein Dröhnen empfunden.

Im Bemühen, dem Dröhneffekt bei Doppelböden auf die Spur zu kommen, wurde vorgeschlagen, einen Fall mit entsprechenden Beschwerden ausfindig zu machen und dann vor Ort Messungen durchzuführen. Im Rahmen dieses Projektes ist dies leider nicht gelungen. Vor einigen Jahren allerdings wurde ein solcher Fall vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik bearbeitet. Die damalige Analyse aufgrund von Terzbandmessungen deutete daraufhin, daß der Mangel weniger beim Doppelboden zu suchen war als vielmehr bei der ungenügenden Bedämpfung der Räume bei tiefen Frequenzen. Eine Schmalbandanalyse hätte sicherlich noch mehr Aufschluß bringen können. So ist das Dröhnen bei Doppelböden immer noch nicht wirklich faßbar gemacht worden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die Körperschallausbreitung in Doppelböden ist ein außerordentlich komplexes Phänomen. Diese Einschätzung wird im vorliegenden Bericht anhand zahlreicher Meßergebnisse belegt. Die ursprüngliche Intention des Forschungsvorhabens, die schalltechnischen Eigenschaften von Doppelböden aufgrund der Eigenschaften seiner Bestandteile, also im wesentlichen der Platten und Stützen, vorherzusagen, läßt sich nicht wie geplant durchführen, weil sich im Verlauf der Untersuchung zwei unausgesprochene Prämissen als unzutreffend herausgestellt haben: 1.) Die Platten eines Doppelbodens dürfen nicht als gleich angesehen werden; die Unterschiede in den elastischen Eigenschaften spielen eine wesentliche Rolle bei der Schallausbreitung. 2.) Die Körperschallkopplung zwischen benachbarten Platten darf ebenfalls nicht als gleich für alle Plattenkontakte angenommen werden; die Unterschiede sind beträchtlich und wahrscheinlich noch wichtiger als die Streuung in den Platteneigenschaften. Ein realistisches Modell der Körperschallausbreitung in Doppelböden muß diese Tatsachen berücksichtigen. Abstrakt formuliert läuft dies darauf hinaus, die Schallausbreitung in einem gestörten periodischen System zu behandeln.

Dies war jedoch nicht die Aufgabe. Vielmehr sollten auf experimentellem Wege Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften der Platten und den schalltechnischen Eigenschaften ganzer Doppelböden herausgearbeitet werden. Im ersten Schritt wurden deshalb die Platteneigenschaften mit Hilfe von Modalanalysen eingehend untersucht. Als charakteristische Größe dient in

erster Linie eine mittlere Admittanz der Platte, die von ca. 40 Hz bis zu 3125 Hz schmalbandig gemessen wurde. Durch Vergleich solcher Admittanzkurven lassen sich die Einflüsse von Struktur und Materialien, von ober- und unterseitigen Beschichtungen und Belägen, von der Art der Aufstützung u. v. a. m. im einzelnen untersuchen. Als anschaulicher und empfindlicher Indikator für Unterschiede in den Randbedingungen oder zwischen verschiedenen Platten der gleichen Sorte kann außerdem die Sattelschwingung, die in den meisten Fällen gut nachweisbar ist, herangezogen werden. Aus ihrer Eigenfrequenz kann eine effektive Biegesteife der Platte berechnet werden.

Im zweiten Schritt wurden Anordnungen von sechs und neun Doppelbodenplatten mit Modalanalysen untersucht. Dabei wurde die oben erwähnte Komplexität der Schallausbreitung in gekoppelten Systemen dieser Art erkannt. Die Art der Schallübertragung von einer Platte zu ihren Nachbarn hängt eben nicht nur von den Kräften zwischen den Platten ab, sondern auch von den Unterschieden in den Eigenschaften der beteiligten Platten selbst. Es konnten bei den Analysen zahlreiche aufschlußreiche Beobachtungen gemacht werden, die vom Schwingungsverhalten gekoppelter Systeme her bekannt sind: Aufspaltung von Moden, Reduktion und Unterdrückung von Moden, Frequenzverschiebungen etc..

Im dritten und letzten Schritt wurden ganze Doppelböden im Prüfstand untersucht. Neben den üblichen bauakustischen Messungen nach DIN 52 210 wurden wiederum Modalanalysen durchgeführt, um die Einflüsse der Umgebung auf das Schwingungsverhalten einer Platte durch alle Stadien hindurch verfolgen zu können. Außerdem wurden Terzbandmessungen des Schnellepegels in verschiedenen Abständen vom Hammerwerk vorgenommen. Schließlich wurden noch einige Gehgeräuschmessungen durchgeführt, um eventuell ein Dröhnen feststellen zu können. Letzteres war (leider) nicht der Fall, so daß zur Klärung des Dröhneffekts nur wenig beigetragen werden konnte.

Ansatzweise konnten Zusammenhänge zwischen den Messungen an einzelnen Platten und an den Böden gefunden werden. Die Admittanzminima zwischen Modengruppen unterhalb von 1 kHz scheinen sich günstig auf Schalldämmmaß und Trittschallpegel in den entsprechenden Terzen auswirken. Weiter wird vermutet, daß sich die Streuungen in den Platteneigenschaften und in den Kopplungen zwischen den Platten ebenfalls vorteilhaft auf den

Schallschutz auswirken. Eindeutige Beziehungen zwischen Verlustfaktoren und Admittanzen von Platten ohne Nachbarkontakte einerseits und den schalltechnischen Eigenschaften der Doppelböden andererseits haben sich nicht ergeben. Bei nur drei gemessenen Doppelböden kann diese Aussage jedoch keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen.

Die weiterführende Forschung könnte und sollte den statistischen Aspekt des Problems näher untersuchen. Dazu wäre es beispielsweise notwendig, für einen ausgewählten Doppelboden die Eigenschaften aller seiner Platten zu bestimmen und möglichst auch die Einspannbedingungen jeder Platte wenigstens grob zu charakterisieren. Schließlich müßten für zahlreiche Anregungsstellen detailliert die Körperschallfelder aufgenommen werden, um eine experimentelle Grundlage für Vergleiche mit Modellrechnungen zu schaffen. Auf der theoretischen Seite stellt sich die Frage nach einem geeigneten Modell, das man sich auf der Basis der statistischen Energieanalyse oder von Monte-Carlo-Simulationen vorstellen könnte. So sollte sich im Wechselspiel zwischen Messung und Simulation die für den Schallschutz von Doppelböden wesentlichen Parameter identifizieren lassen.

Literatur

- [1] Sälzer, E., Moll, W., und Wilhelm, H.-U.: Schallschutz elementierter Bauteile. Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin 1979.
- [2] Gösele, K.: Schall-Längsdämmung von Doppelböden. Fortschritte der Akustik - DAGA '80, Berlin: VDE-Verlag 1980, S.391-394.
- [3] Gösele, K.: Der Schallschutz von Doppelböden. Bundesbaublatt (1980) H. 6, S.366-370.
- [4] Gösele, K., und Kühn, B.: Die Messung der Schall-Längsdämmung von Deckenverkleidungen und Doppelböden. Bundesbaublatt (1980) H. 7, S. 446-449.
- [5] Sälzer, E.: Schallschutz bei Doppelböden und seine Bedeutung für die technische Gebäudeausrüstung. VDI-Bericht 784 (1989).
- [6] Sälzer, E.: Trittschallschutz mit Doppel- und Hohlräumeböden. Bauphysik 12 (1990) H. 1, S. 6-9.
- [7] RAL, Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung: Doppelboden; Gütesicherung RAL-GZ 941, Ausgabe Oktober 1989.
- [8] Leissa, A. W.: Vibrations of Plates. NASA SP-160, National Aeronautics and Space Administration, Washington, D. C., 1969.
- [9] Aksu, G., und Felemban, M. B.: Frequency analysis of corner point supported Mindlin plates by a finite difference energy method. J. Sound Vib. 158 (1992) 531-544.
- [10] Schmidt, H.: Schalltechnisches Taschenbuch. VDI-Verlag, Düsseldorf 1989.
- [11] Kühn, B., und Blickle, R.: Untersuchungen zum Sonderfall des dröhnenden Unterlagsbodens. Schweizer Ingenieur und Architekt, (1992), H. 46. Nachdruck in wksb 32 (1993), S. 29-35.

Tabelle 1: Gruppierung der untersuchten Doppelbodenplatten (Beschreibungen im Anhang A). Der zweite Buchstabe der Plattenkennung bezeichnet die Art des oberseitigen Belags: H = Hartbelag; T = Textilbelag. Besteht die Kennung nur aus einem Buchstaben, handelt es sich um Platten ohne oberseitigen Belag.

Material	untersuchte Platten
Holzwerkstoff	EH; FH; IH; NT; OT; RH
Gipsfaser	B, BH, BT; C, CH, CT; JH; KT; LT
Leichtbeton im Stahlrahmen	A, AH, AT
Anhydrit in Stahlwanne	GH; HH; SH
Aluminium	D, DH
Stahl	P, PT

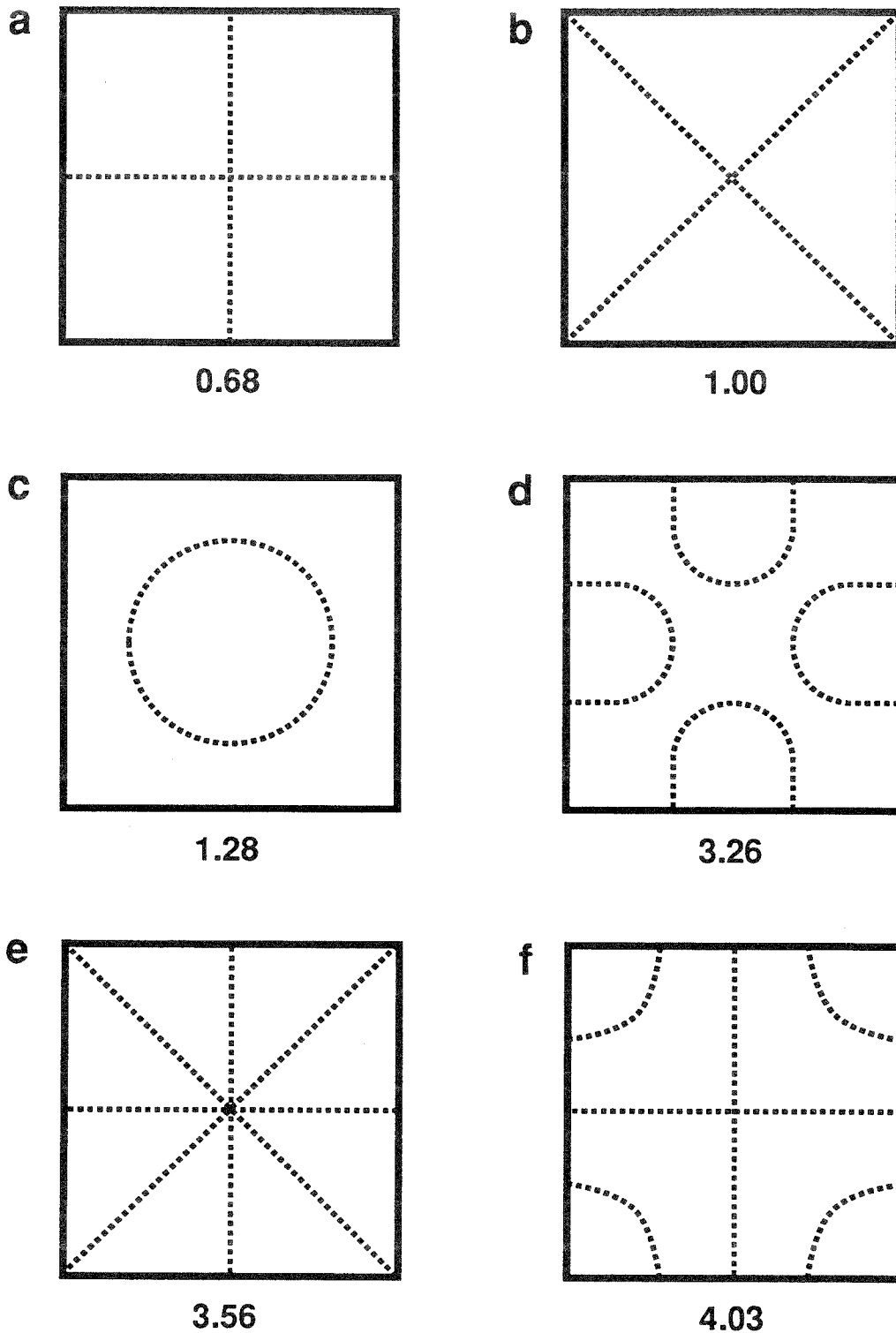


Bild 1: Die ersten sechs Eigenschwingungen einer freien quadratischen dünnen Platte aus homogenem, elastisch isotropem Material (Poisson-Verhältnis $\sigma = 0.343$). Die Zahlen geben die Eigenfrequenzen bezogen auf die Eigenfrequenz der Sattelschwingung (b) an (nach Leissa [8], dort S. 92-97).

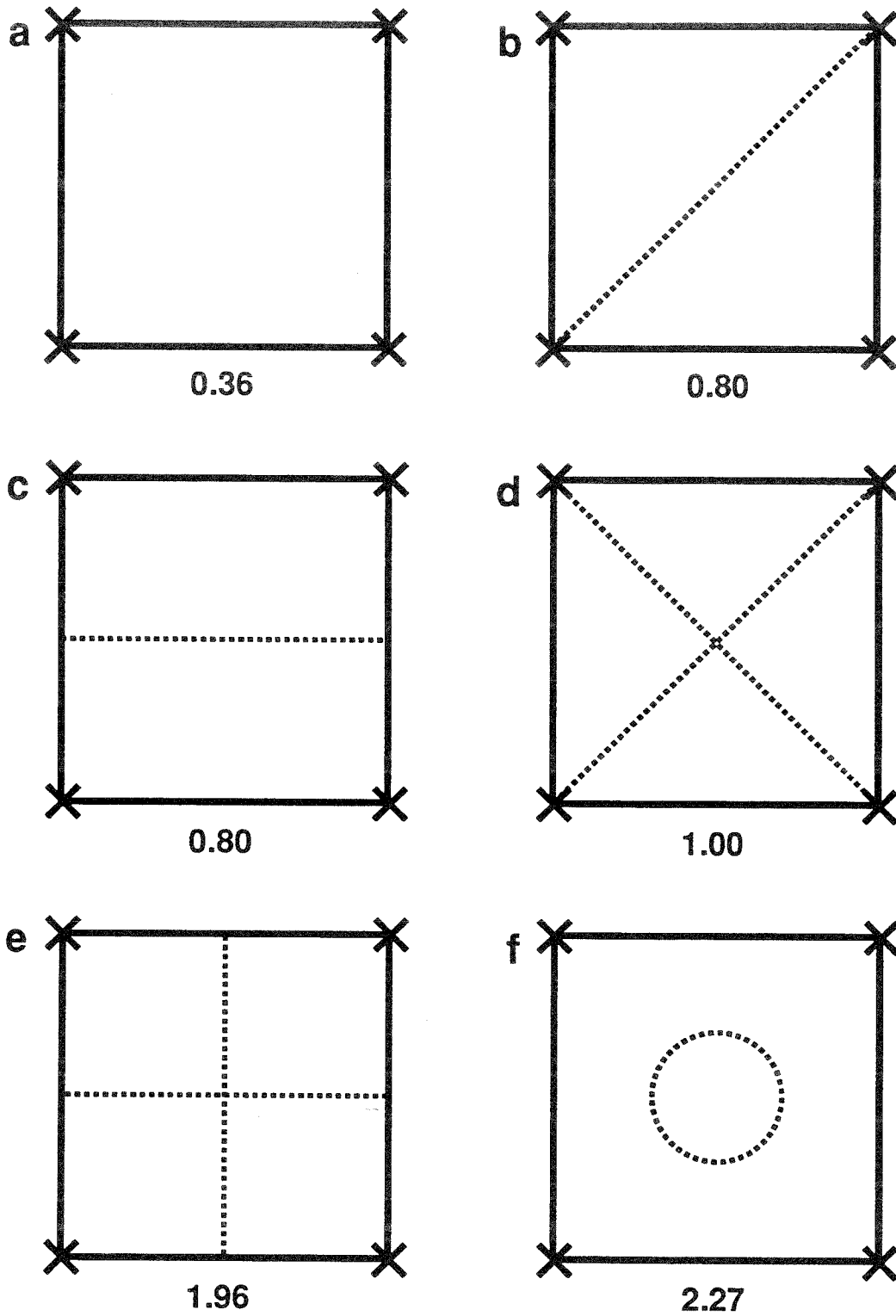


Bild 2: Die ersten sechs Eigenschwingungen einer an den Ecken aufgestützten quadratischen dünnen Platte aus homogenem, elastisch isotropem Material (Poisson-Verhältnis $\sigma = 0.3$). Die Zahlen geben die Eigenfrequenz bezogen auf die Eigenfrequenz der Sattelschwingung (d) an (nach Leissa [8], dort S. 135-137).

Project : gh2
 Trace A : Mode#2 296.91 Hz ——— Trace B : Undeformed - - - - -
 Mode # : 2
 Frequency : 296.91 Hz
 Damping : 481.16m %

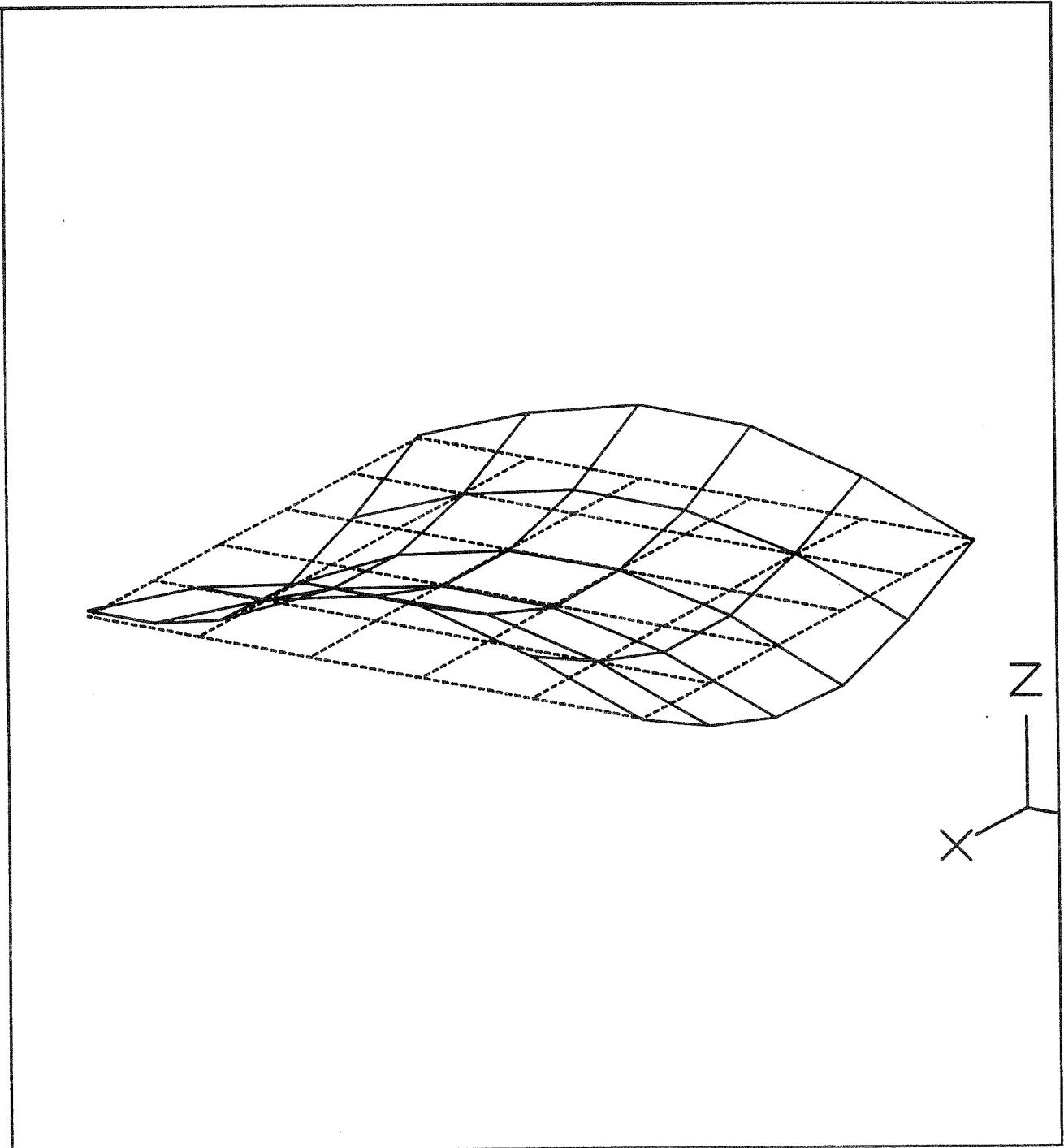


Bild 3: Sattelförmige Eigenschwingung ("Sattelmode") einer Platte die entweder frei oder an ihren Ecken gestützt ist.

Project	: gh4						
Trace A	: Mode#2	202.59	Hz	Trace B	: Mode#4	367.77	Hz
Mode #	: 2			Mode #	: 4		
Frequency	: 202.59	Hz		Frequency	: 367.77	Hz	
Damping	: 1.03	%		Damping	: 902.51m	%	

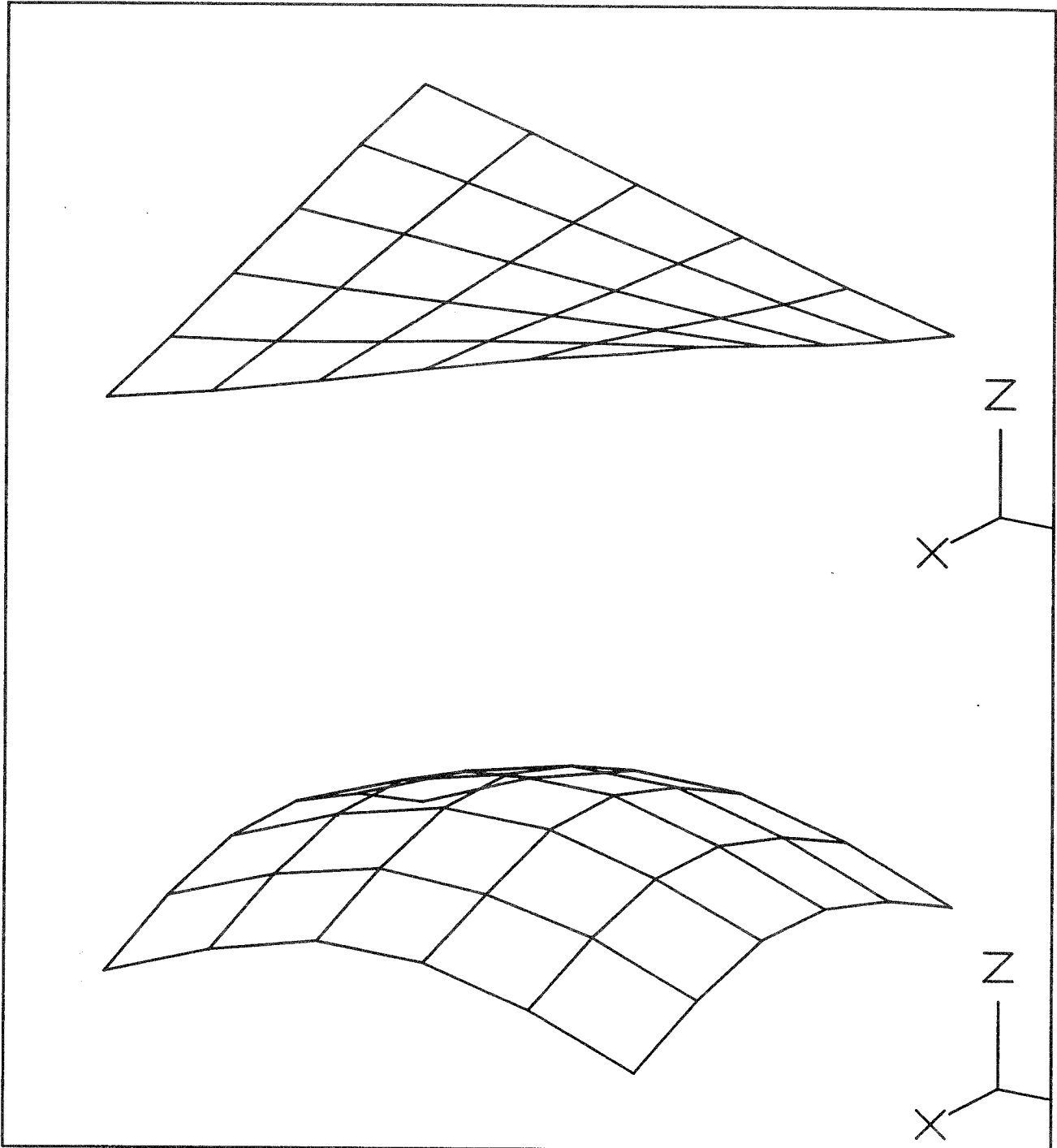


Bild 4: Zwei Moden der auf Schaumstoff liegenden Platte GH.

Project	: gh4	Trace A	: Mode#5 520.07 Hz	Trace B	: Mode#7 1.03K Hz
Mode #	: 5	Mode #	: 7	Mode #	: 7
Frequency	: 520.07 Hz	Frequency	: 1.03K Hz	Frequency	: 1.03K Hz
Damping	: 745.22m %	Damping	: 482.54m %	Damping	: 482.54m %

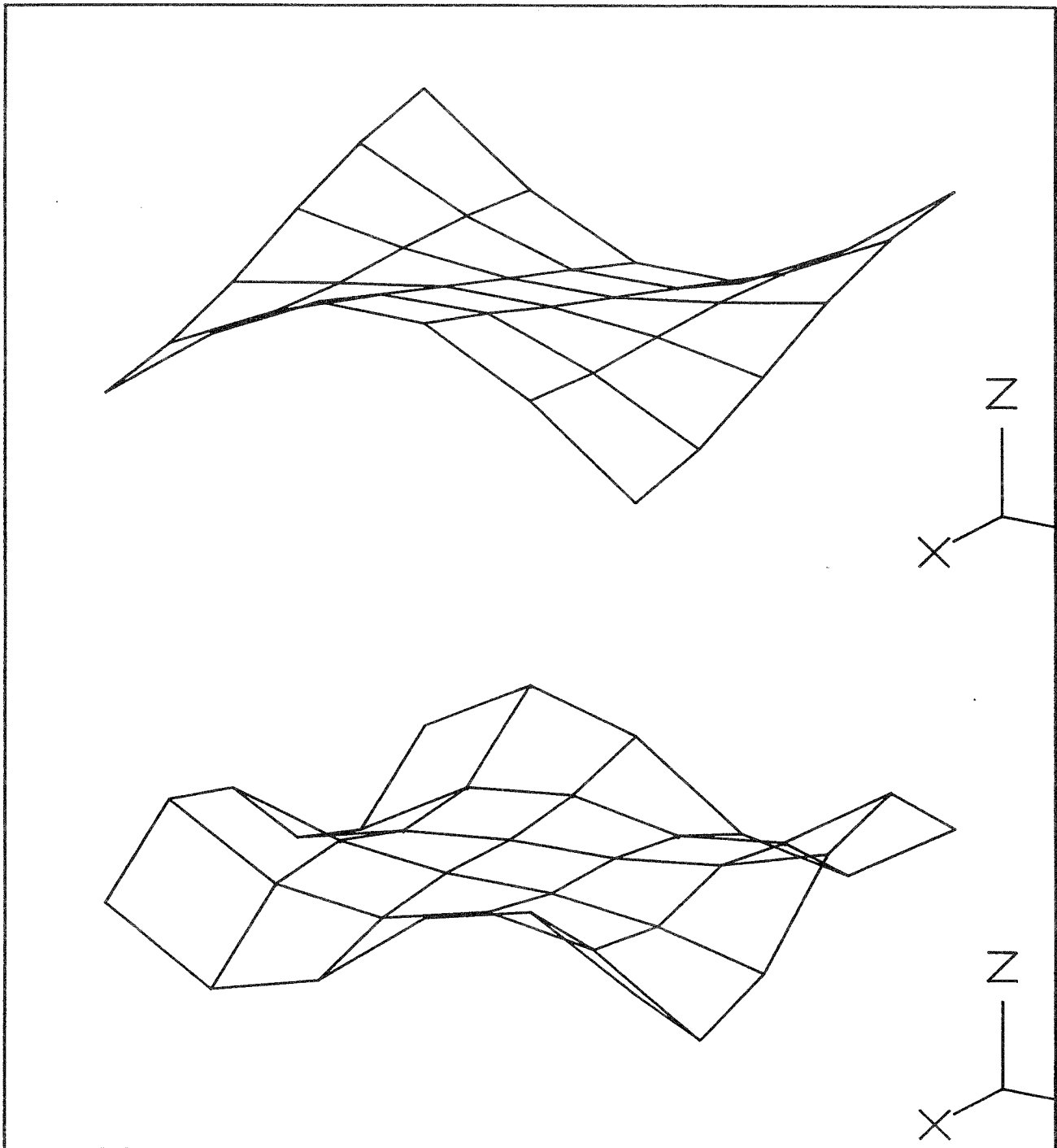


Bild 5: Zwei Moden der auf Schaumstoff liegenden Platte GH.

Project	: gh4						
Trace A	: Mode#19	886.78 Hz	—	Trace B	: Mode#20	895.42 Hz	—
Mode #	: 19			Mode #	: 20		
Frequency	: 886.78 Hz			Frequency	: 895.42 Hz		
Damping	: 617.39m %			Damping	: 519.72m %		

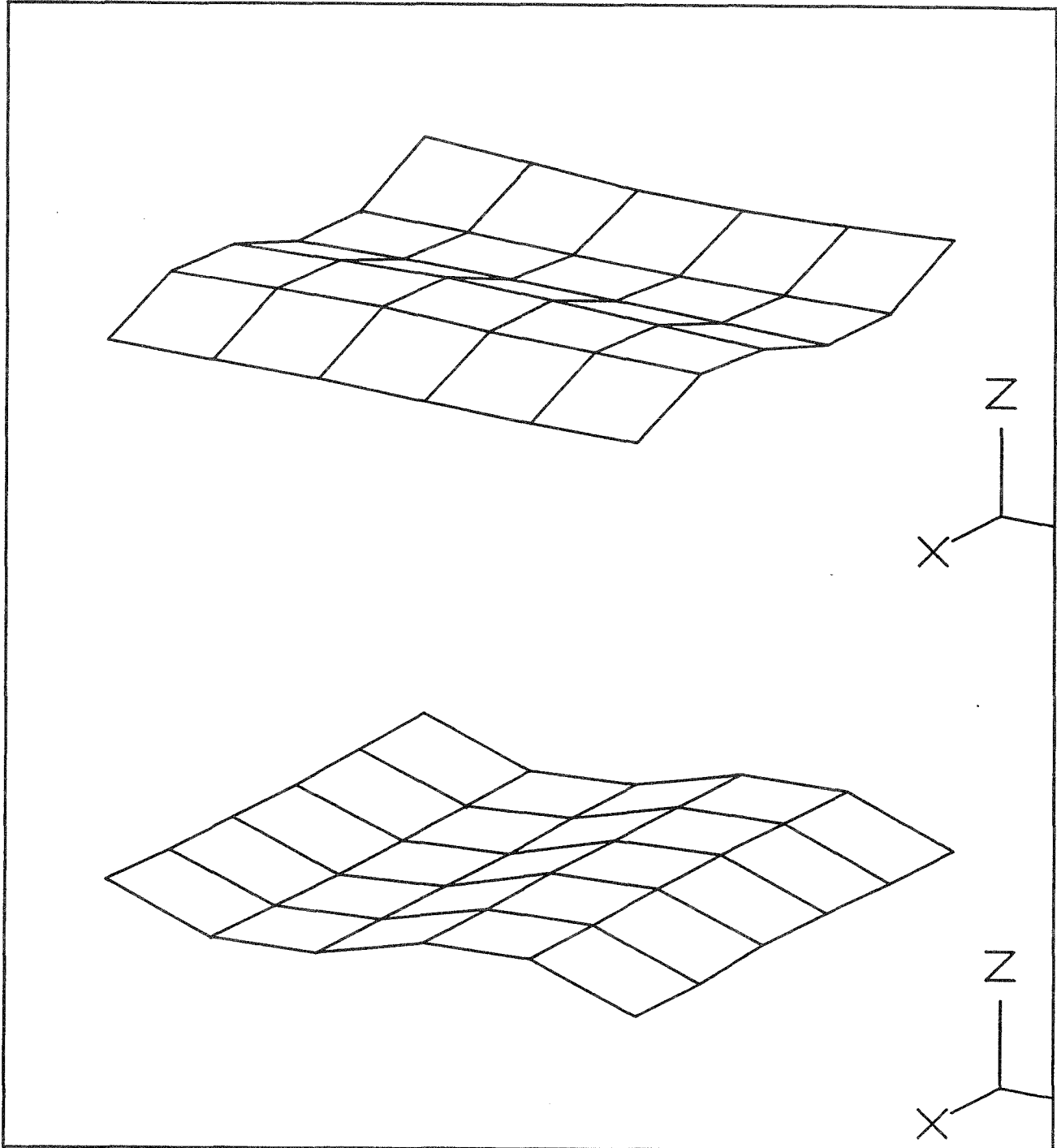


Bild 6: Zwei Moden der auf Schaumstoff liegenden Platte GH.

Project : gh2
Trace A : Mode#3 548.54 Hz ——— Trace B : Mode#4 891.67 Hz ———
Mode # : 3 Mode # : 4
Frequency : 548.54 Hz Frequency : 891.67 Hz
Damping : 1.95 % Damping : 2.00 %

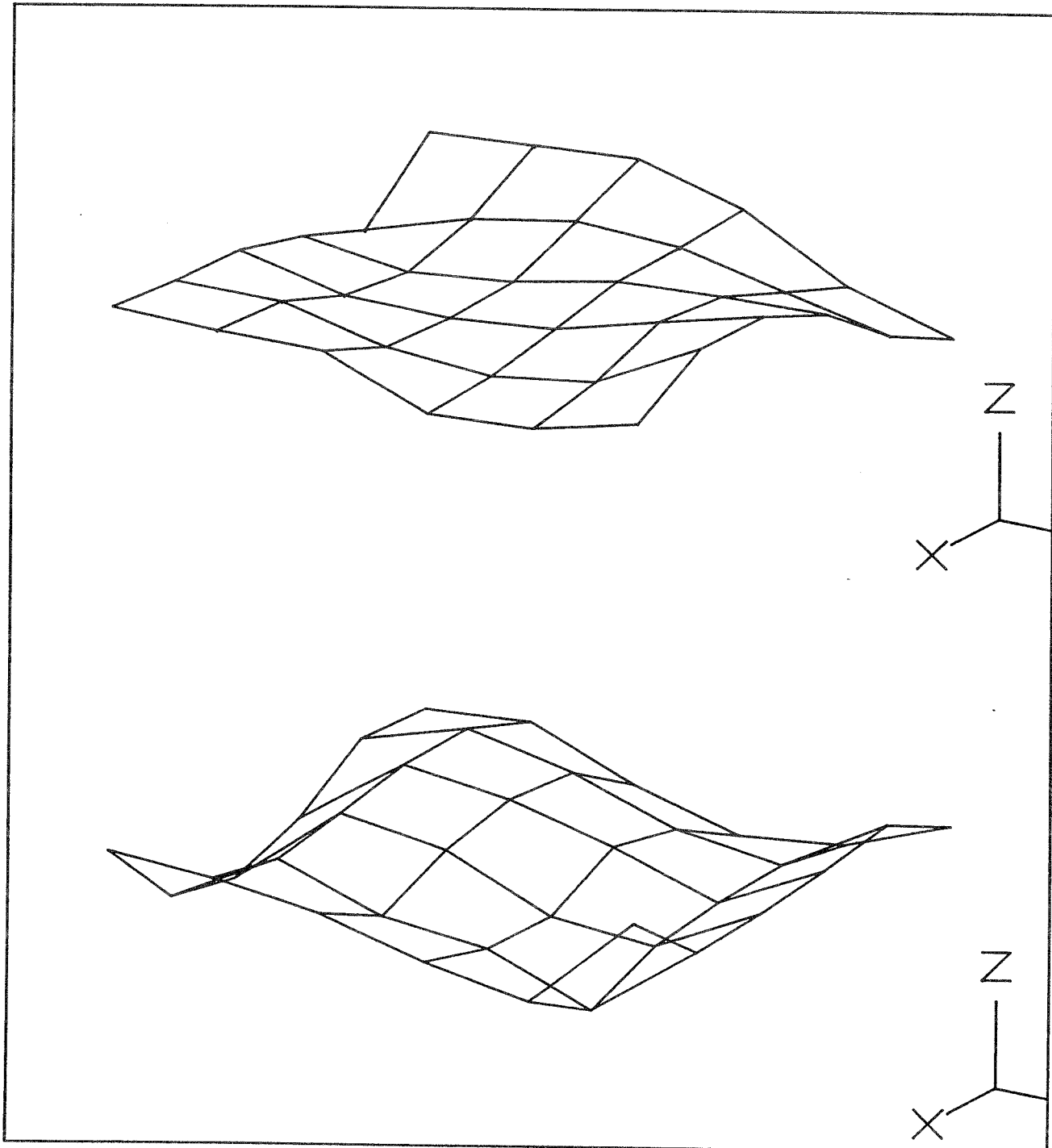


Bild 7: Zwei Moden der auf Stützen liegenden Platte GH.

Project : gh2
Trace A : Mode#5 913.13 Hz ——— Trace B : Mode#6 1.03K Hz ———
Mode # : 5 Mode # : 6
Frequency : 913.13 Hz Frequency : 1.03K Hz
Damping : 1.32 % Damping : 691.74m %

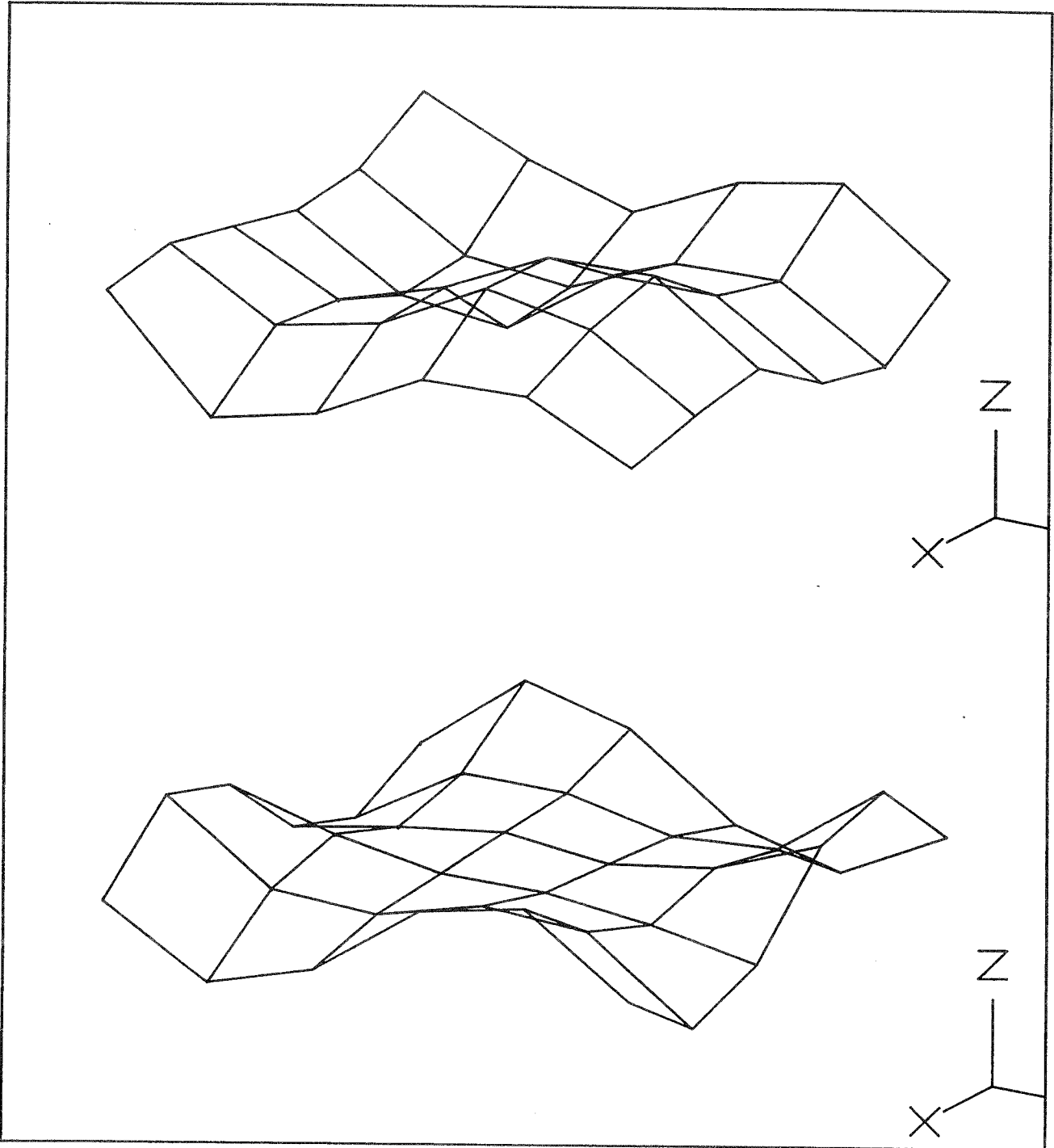


Bild 8: Zwei Moden der auf Stützen liegenden Platte GH.

Project : gh2
 Freq Response (Block 1) -23Z/00 Coherence (Block 2) -23Z/ 9Z
 Lower X cursor : 738.281 Upper X cursor : 2.156K

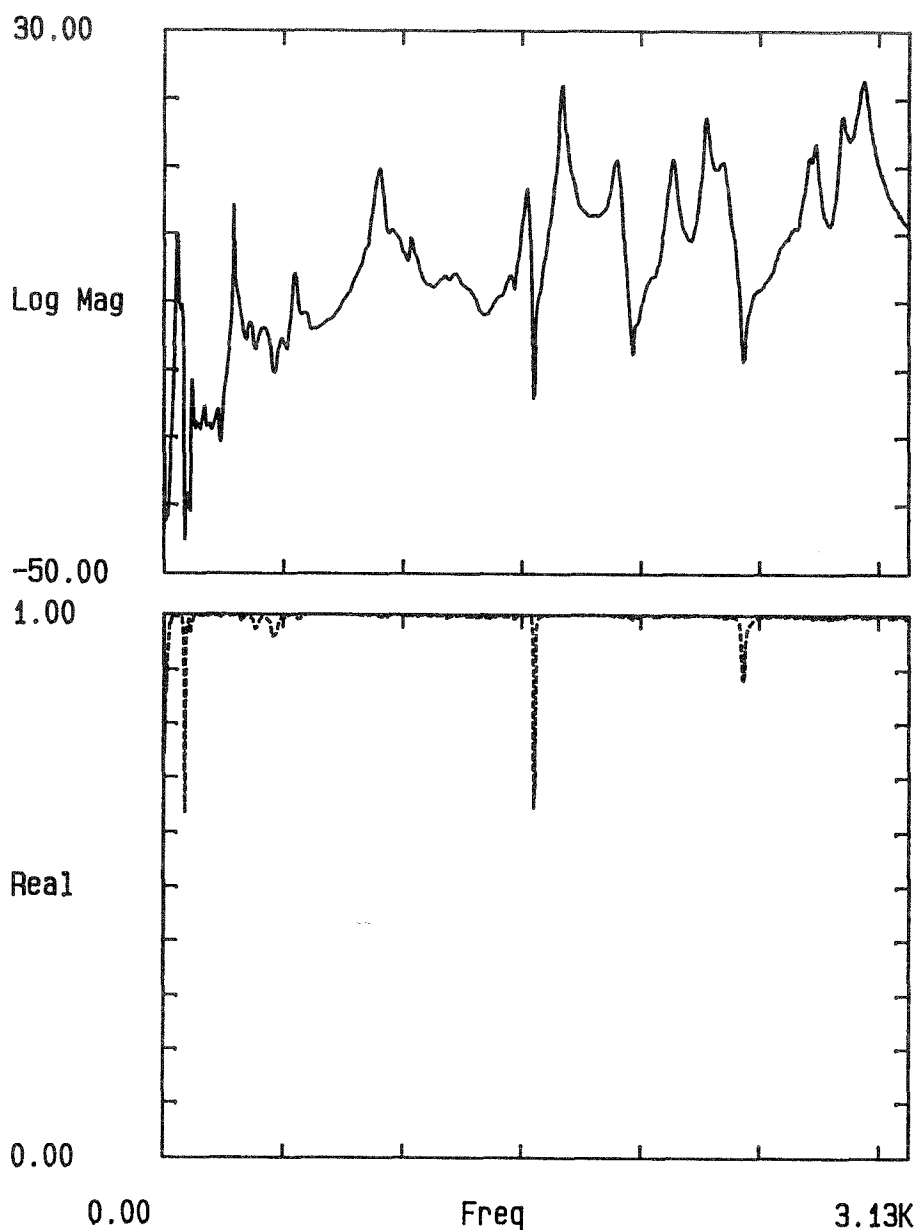


Bild 9: Typisches Ergebnis für den Betrag einer Übertragungsfunktion (oben) und die zugehörige Kohärenz der Einzelmessungen (unten).

Project : fh3
 Trace A : Mode#4 405.12 Hz ——— Trace B : Undeformed - - - - -
 Mode # : 4
 Frequency : 405.12 Hz
 Damping : 1.95 %

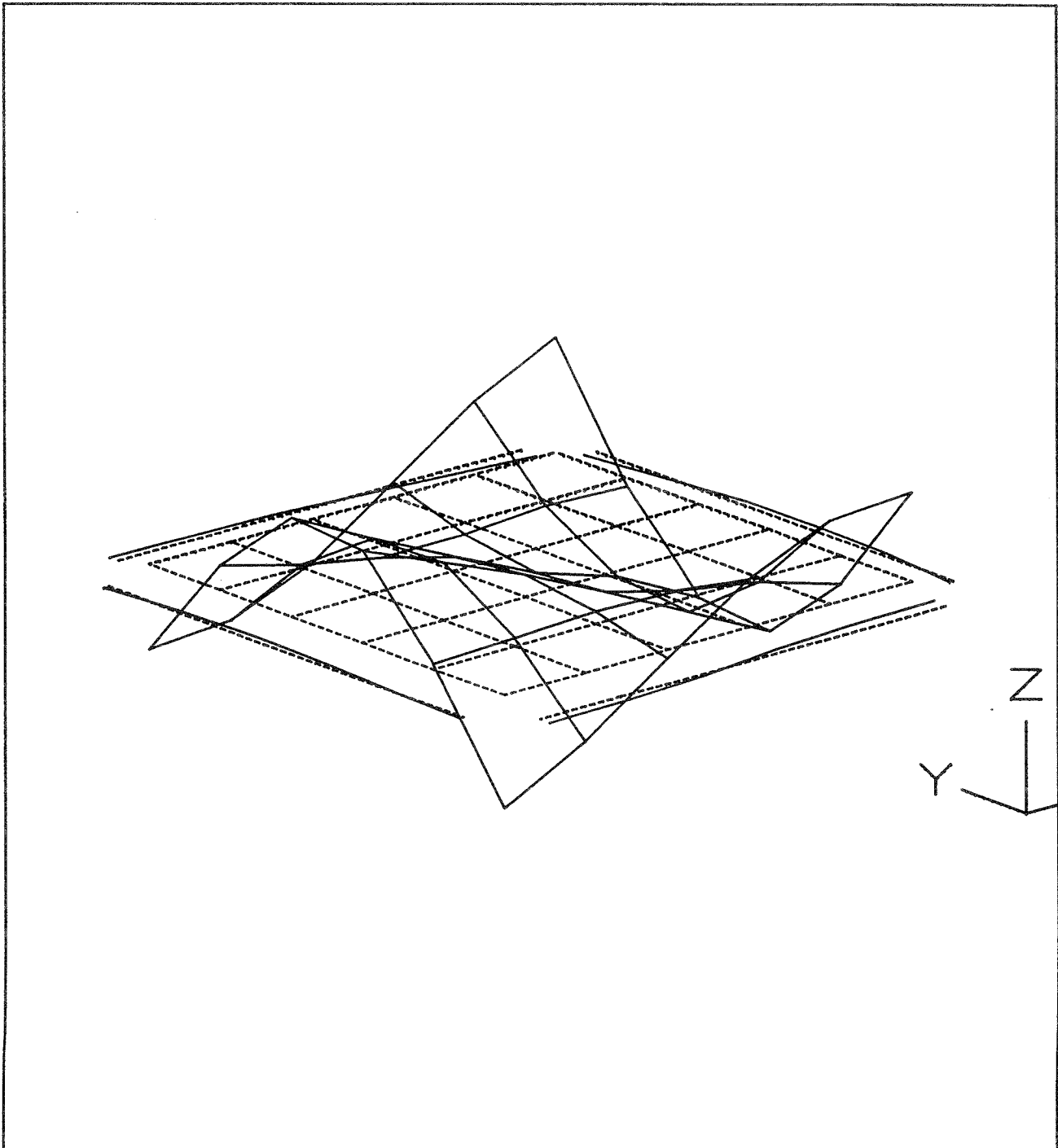


Bild 10: Schwingungsform einer Platte mit Darstellung der horizontalen Auslenkung des oberen Teils der Kantenflächen.

Project : survey
 Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z
 Lower X cursor : 0.00 Upper X cursor : 500.000
 —Trace A value : -500.000 —Trace A value : -83.643
 ---Trace B value : -500.000 ---Trace B value : -83.239

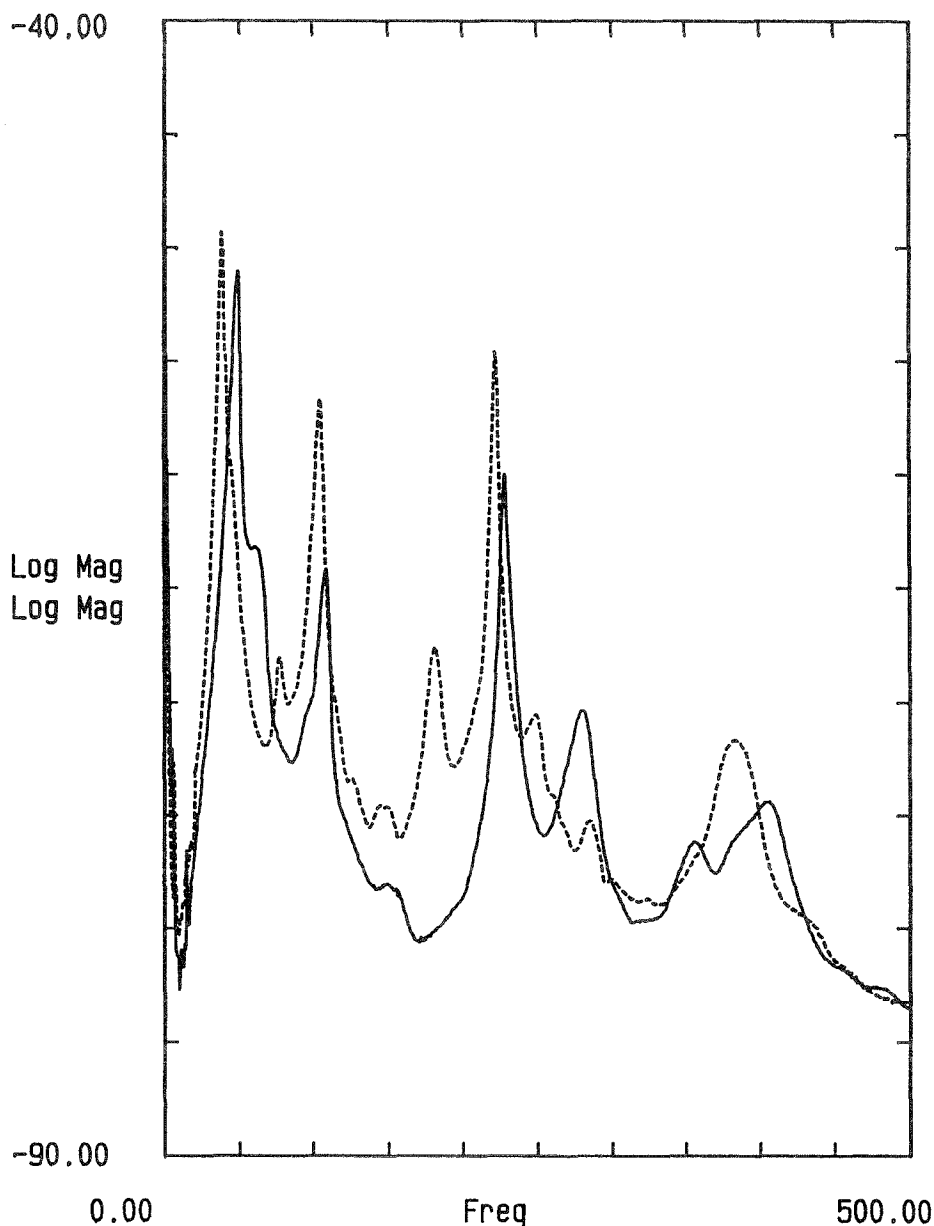


Bild 11: Einfluß eines oberseitigen Belags. Mittlere Admittanz einer Platte mit Hartbelag (—) bzw. ohne Belag (- - -) (Messungen bh2 und b4).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 0.00

Upper X cursor : 500.000

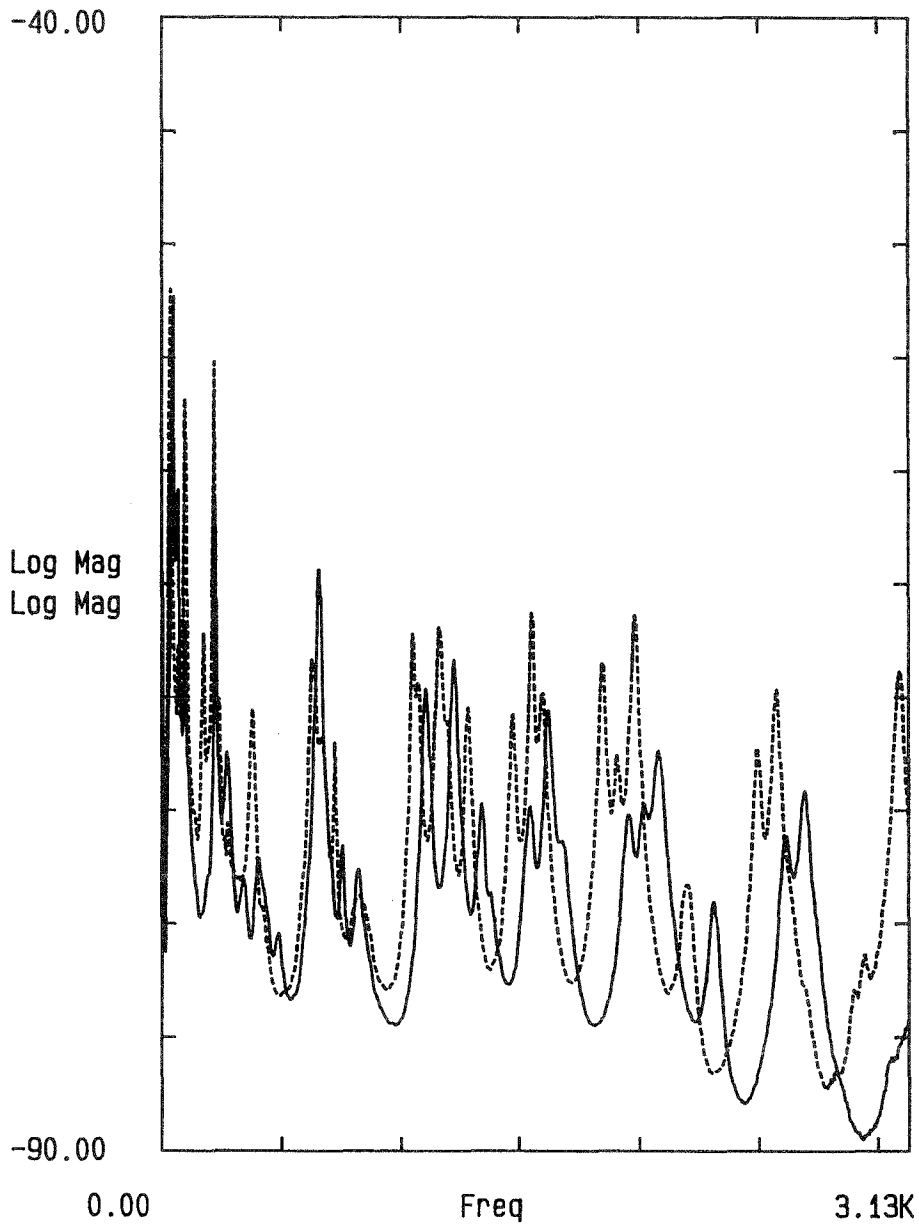


Bild 12: Einfluß eines oberseitigen Belags. Mittlere Admittanz einer Platte mit Hartbelag (—) bzw. ohne Belag (- - -) (Messungen bh1 und b3).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 0.00

Upper X cursor : 500.000

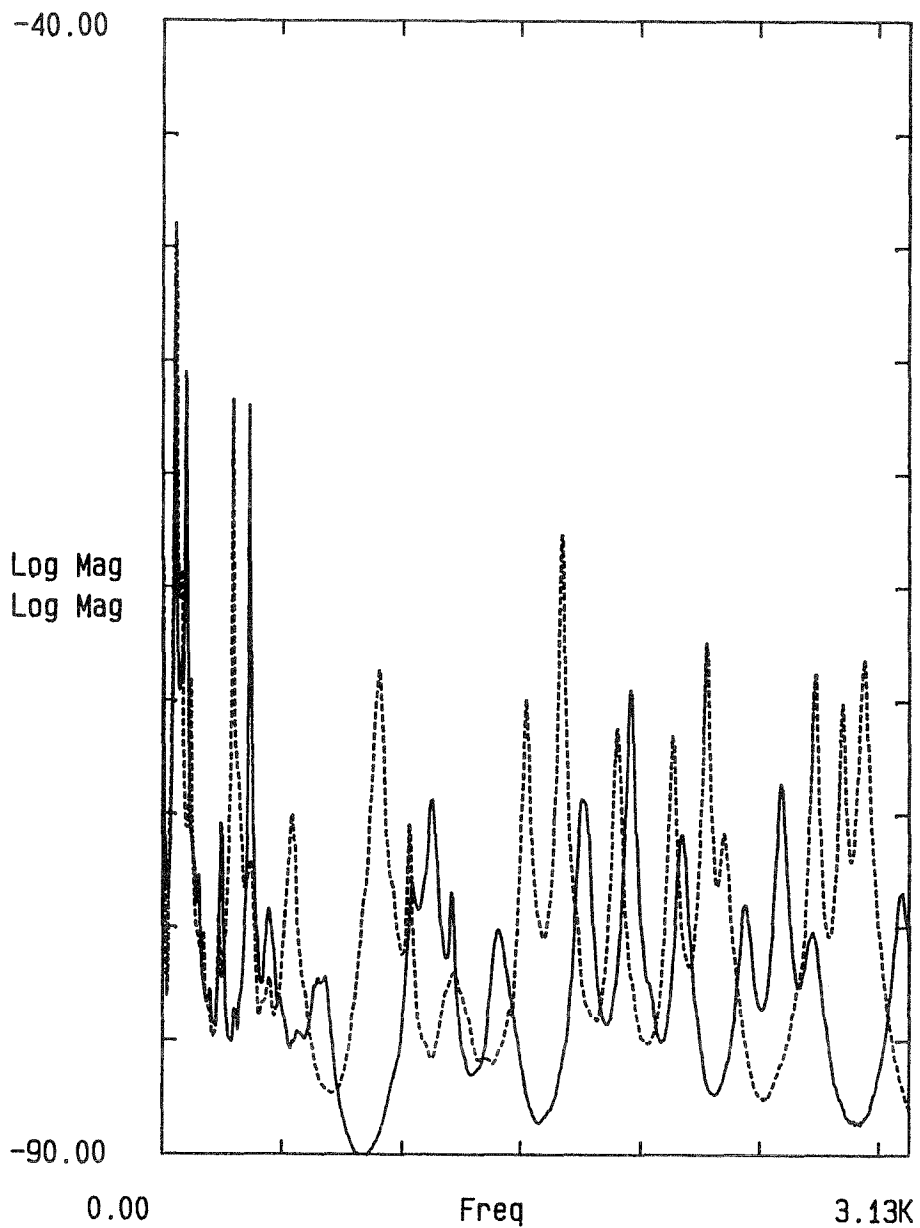


Bild 13: Einfluß eines oberseitigen Stahlblechs. Mittlere Admittanz einer Platte mit (—) bzw ohne (- - -) Stahlblech unter dem Hartbelag (Messungen hh2 und gh2).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 0.00

Upper X cursor : 80.000

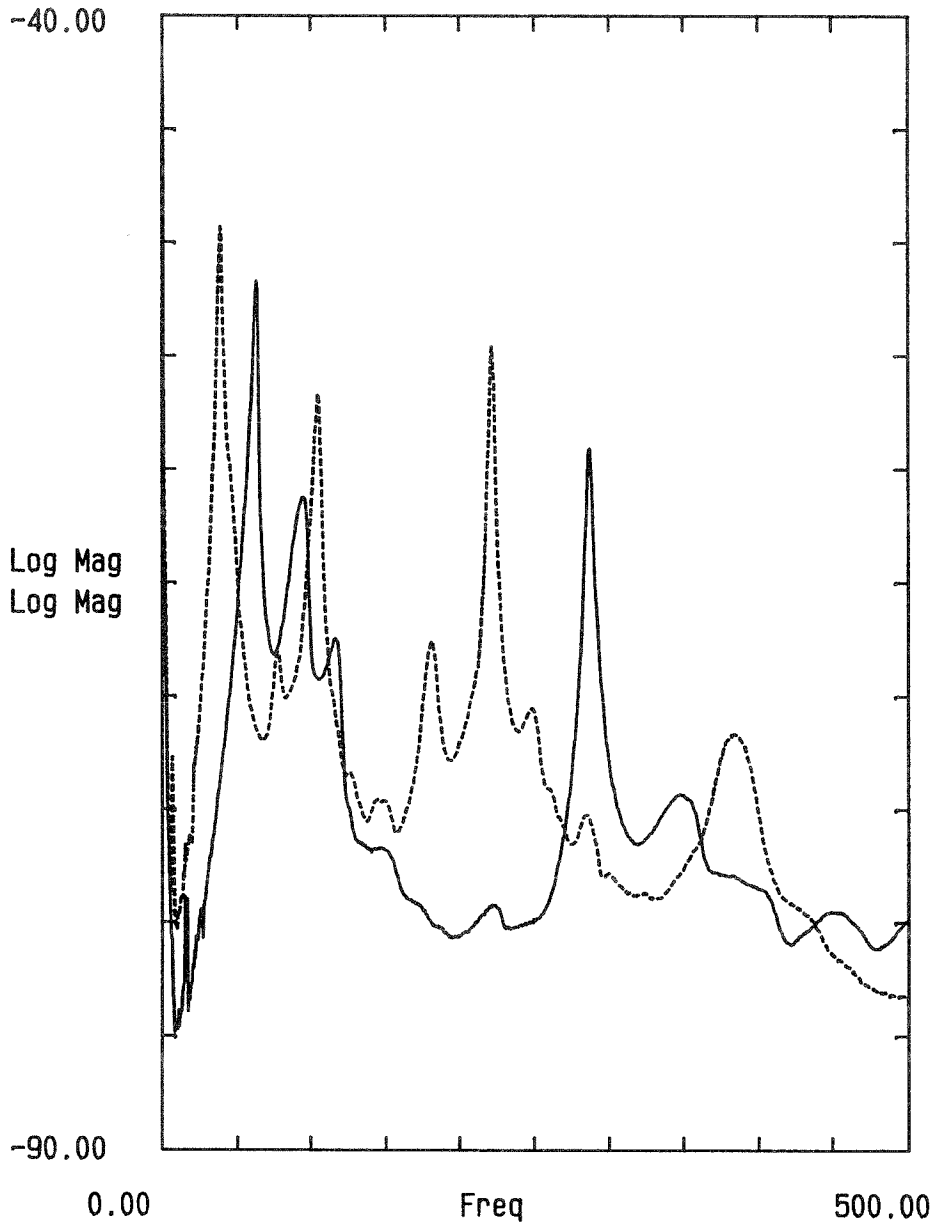


Bild 14: Einfluß einer unterseitigen Beschichtung. Mittlere Admittanz einer Platte mit (—) bzw. ohne (- - -) unterseitigem Stahlblech (Messungen c2 und b4).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 0.00

Upper X cursor : 500.000

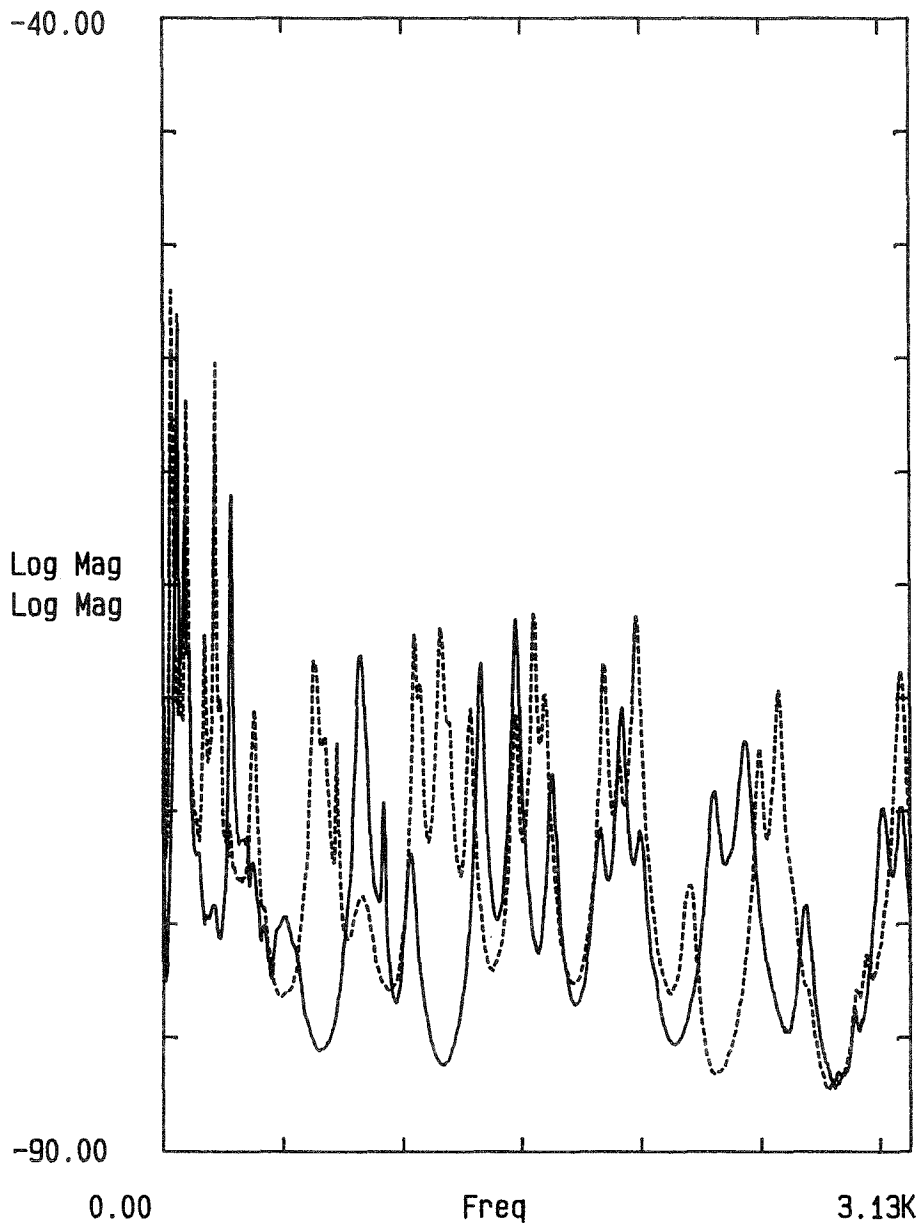


Bild 15: Einfluß einer unterseitigen Beschichtung. Mittlere Admittanz einer Platte mit (—) bzw. ohne (- - -) unterseitigem Stahlblech (Messungen c1 und b3).

Project : untitled
 Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z
 Lower X cursor : 0.00 Upper X cursor : 3.125K

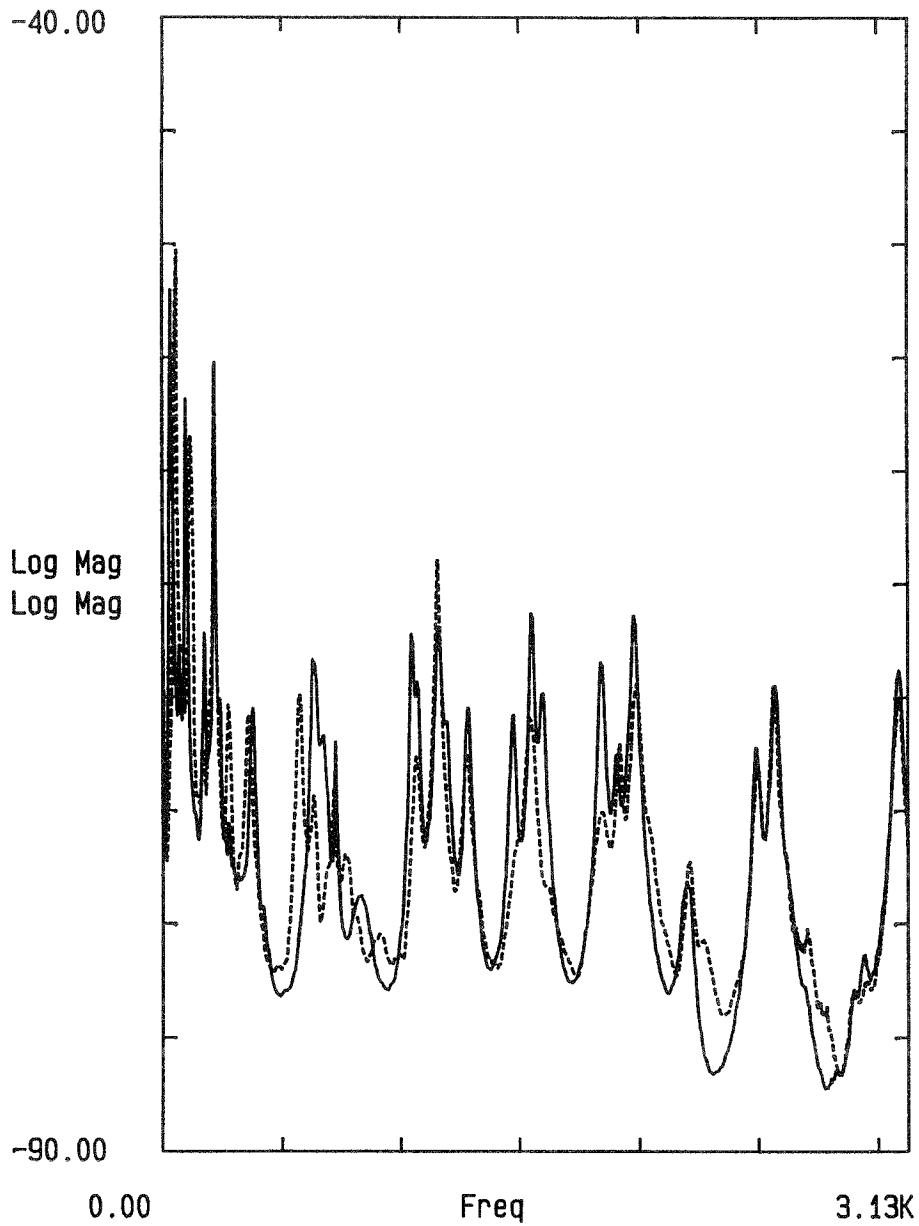


Bild 16: Einfluß der Aufstützung. Mittlere Admittanz einer Platte mit Stützen Nr. 2 (—) bzw. Nr. 1 (- - -) (Messungen b3 und b1).

Project : untitled
 Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z
 Lower X cursor : 0.00 Upper X cursor : 3.125K

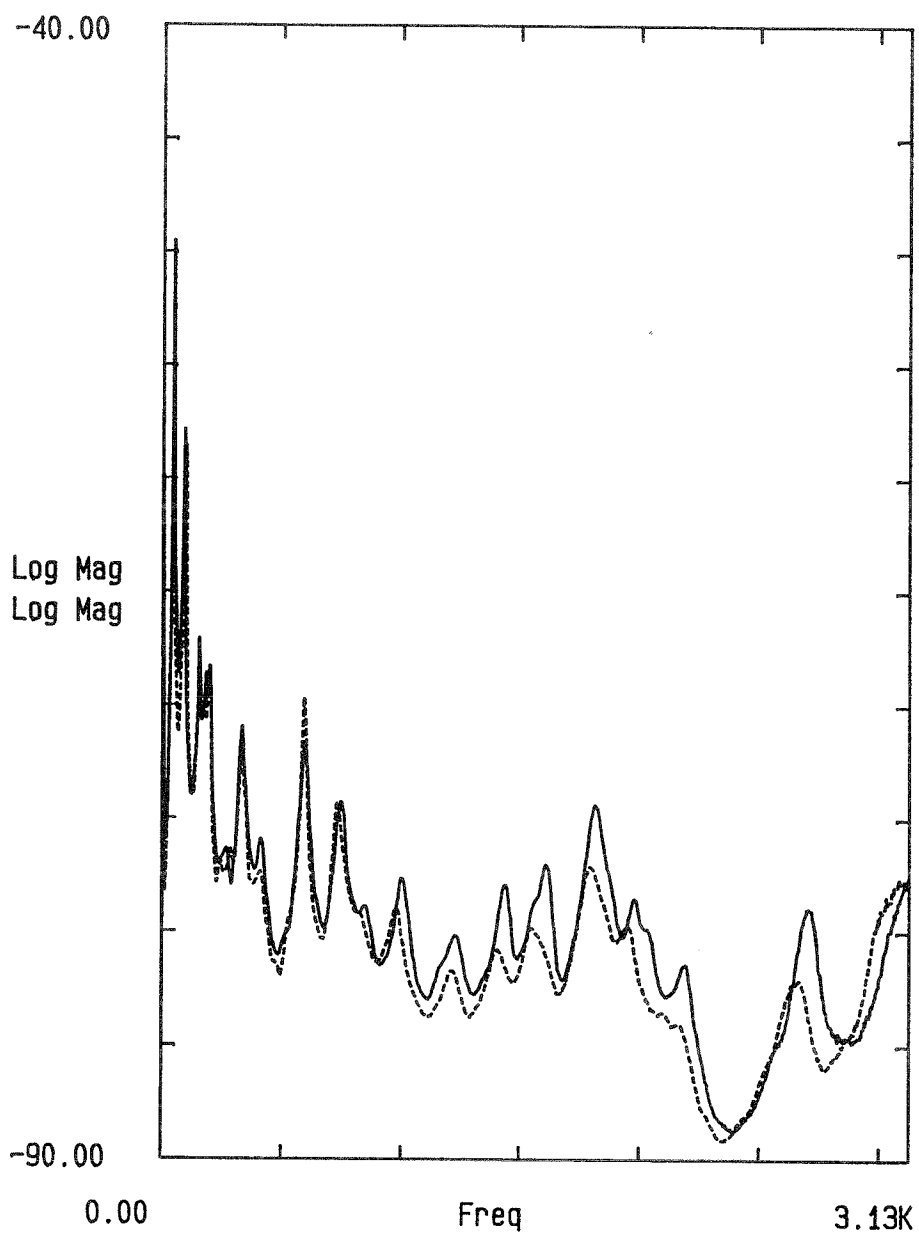


Bild 17: Einfluß der Aufstützung. Mittlere Admittanz einer Platte bei Stützen mit (—) und ohne (- - -) Auflagescheibe (Messungen ah6 und ah3).

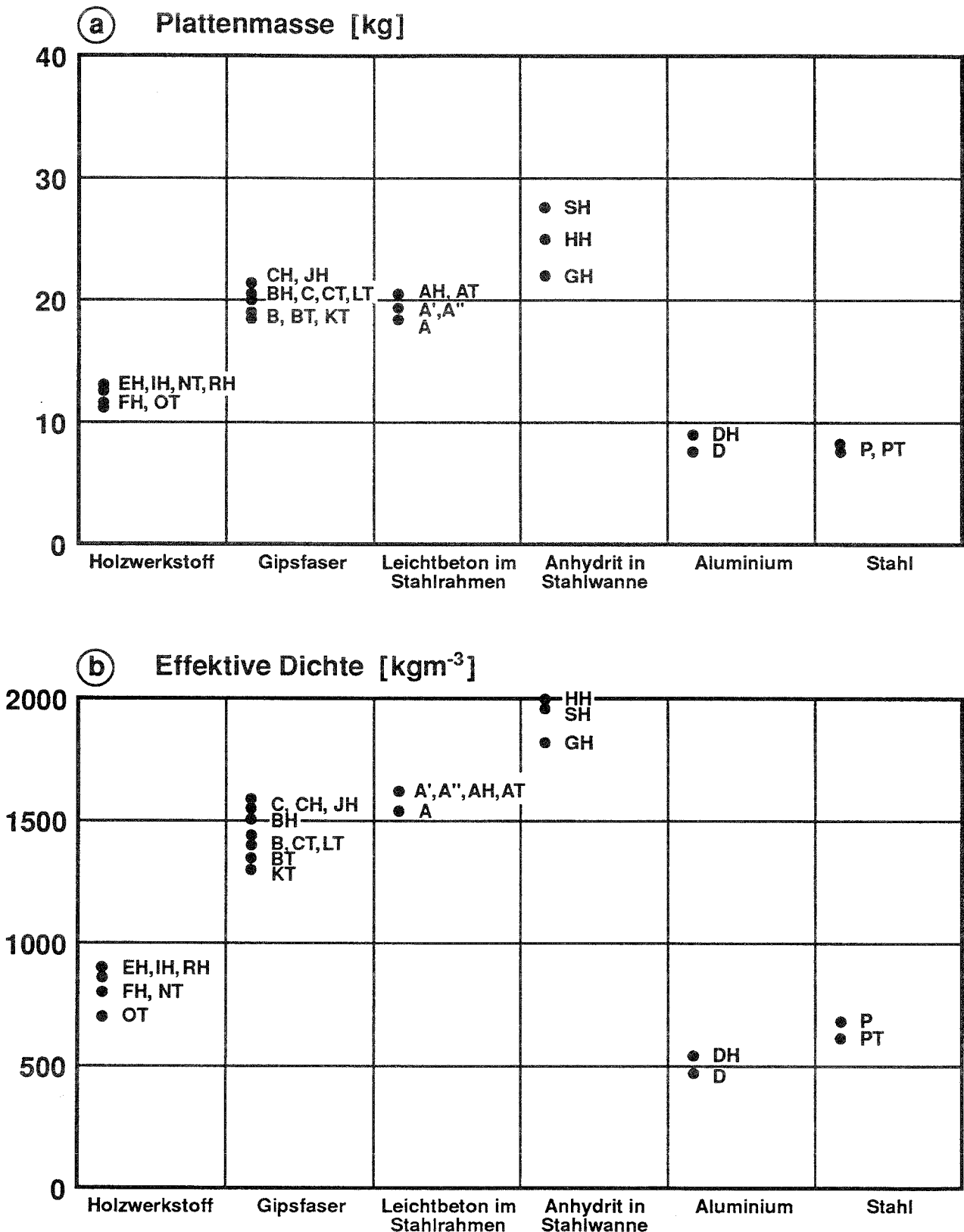


Bild 18: Graphische Darstellung der Massen und Dichten der untersuchten Doppelbodenplatten (siehe Anhang A).

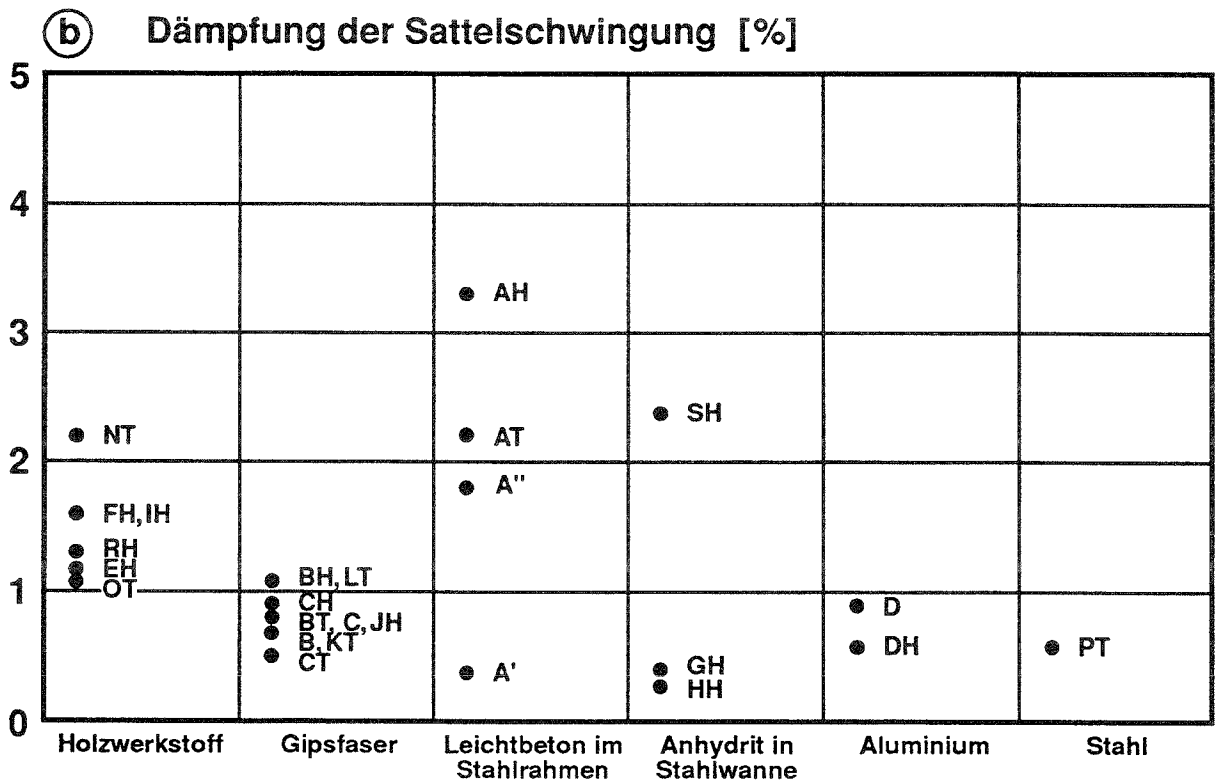
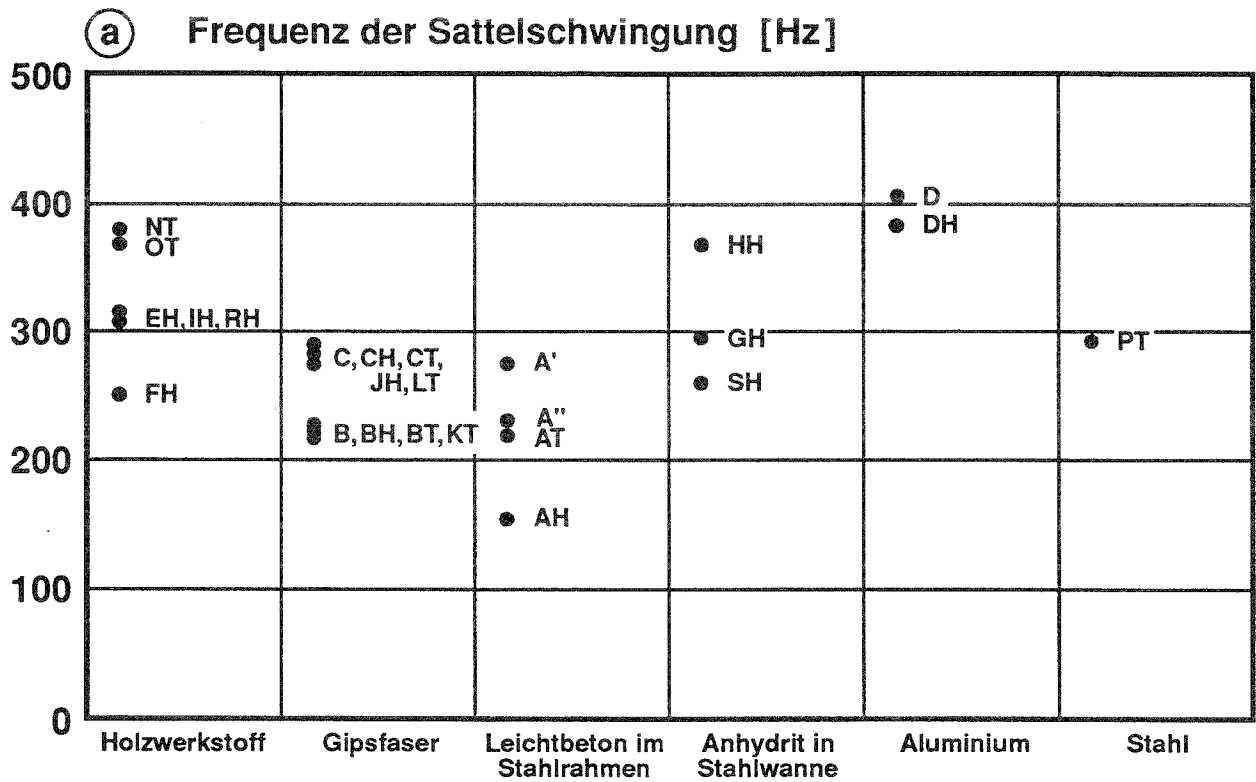


Bild 19: Veranschaulichung der Ergebnisse von Anhang F mit RB = n (Platte auf zugehörigen Stützen).

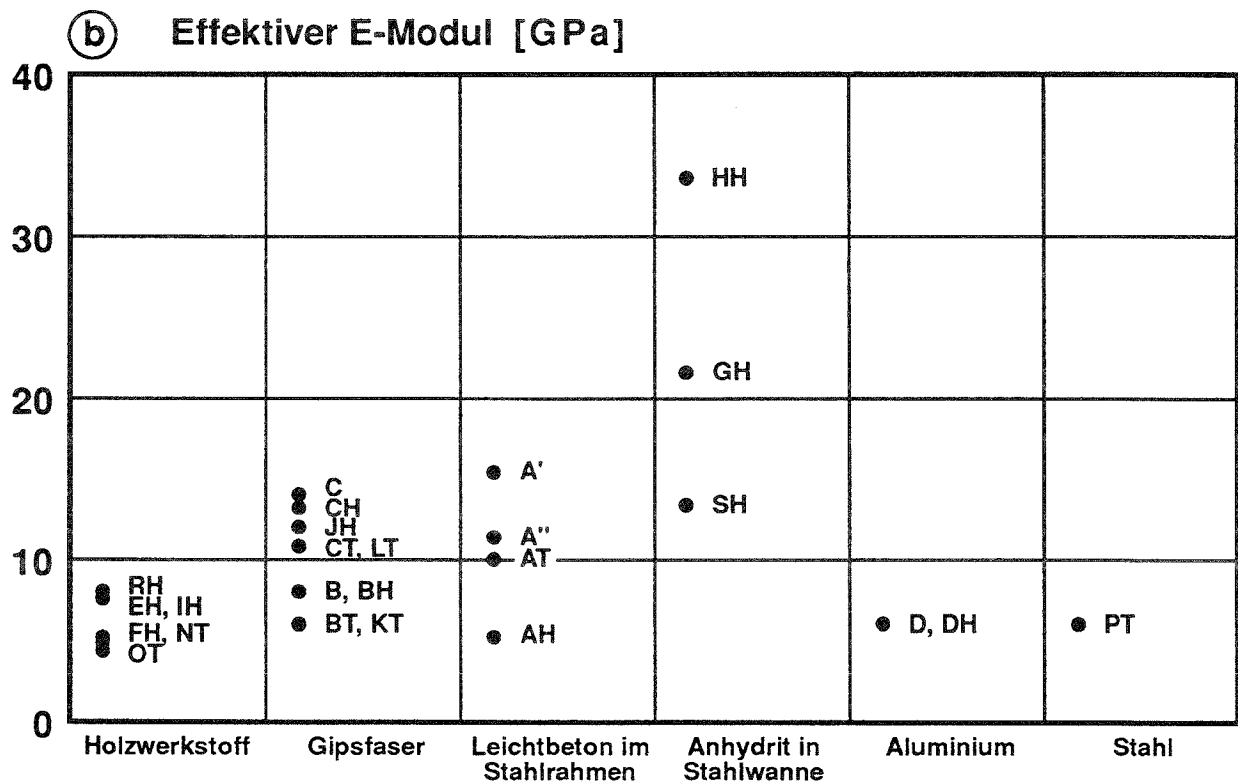
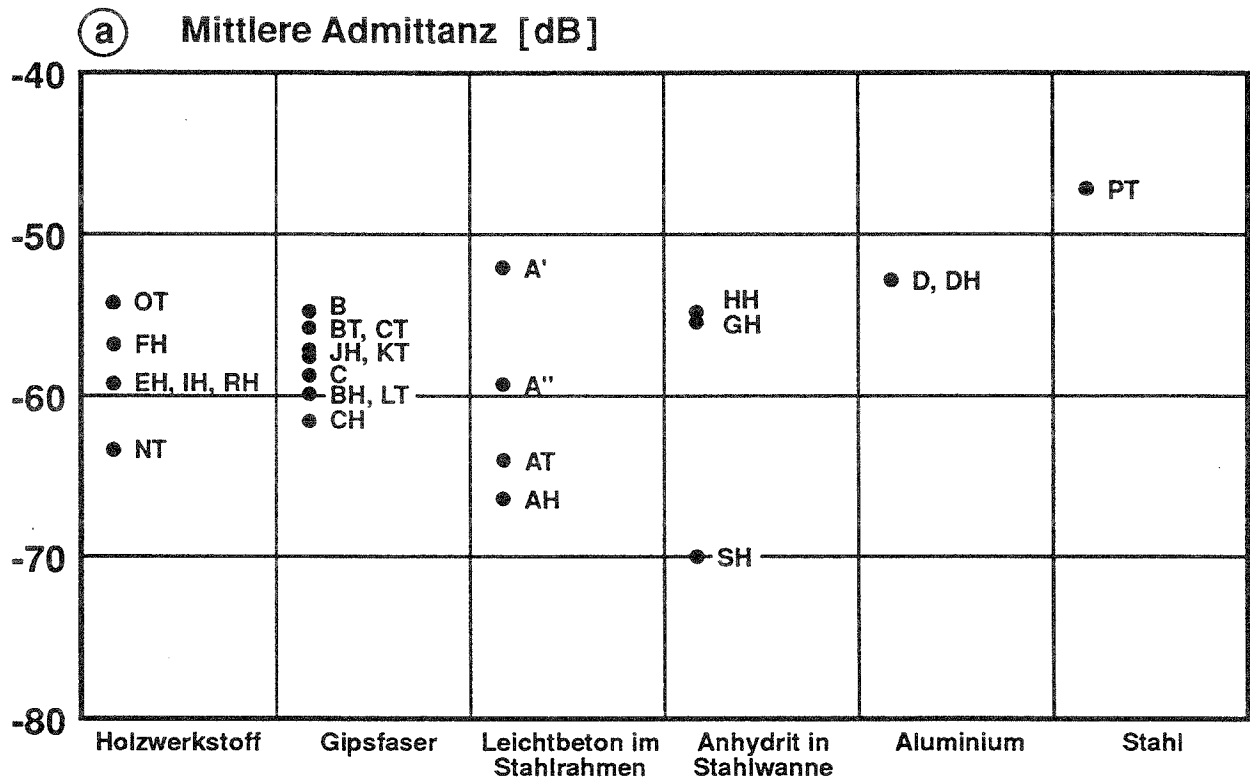


Bild 20: Veranschaulichung der Ergebnisse von Anhang F mit RB = n (Platte auf zugehörigen Stützen).

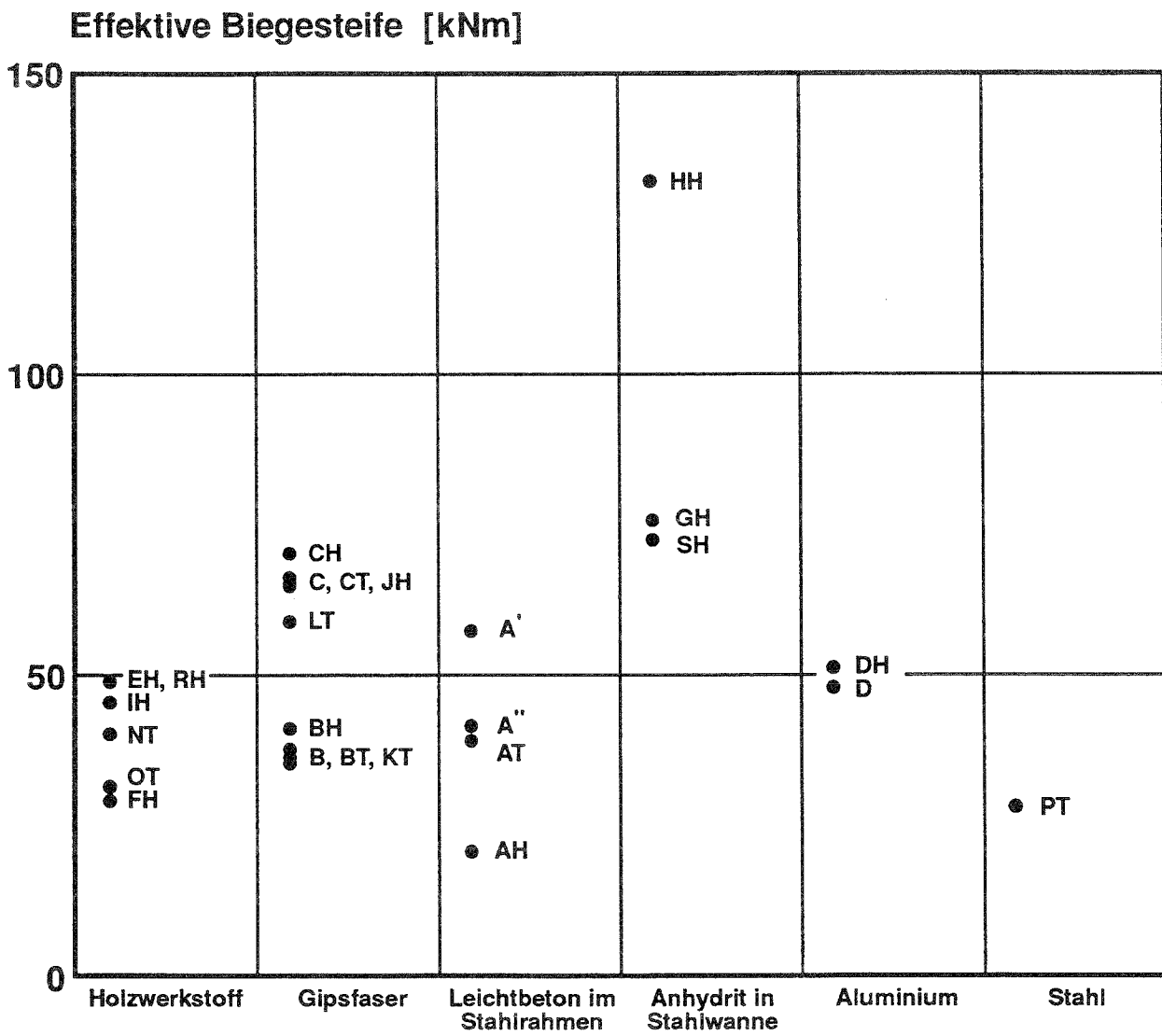


Bild 21: Veranschaulichung der Biegesteifen aus Anhang F mit RB = n (Platte auf zugehörigen Stützen).

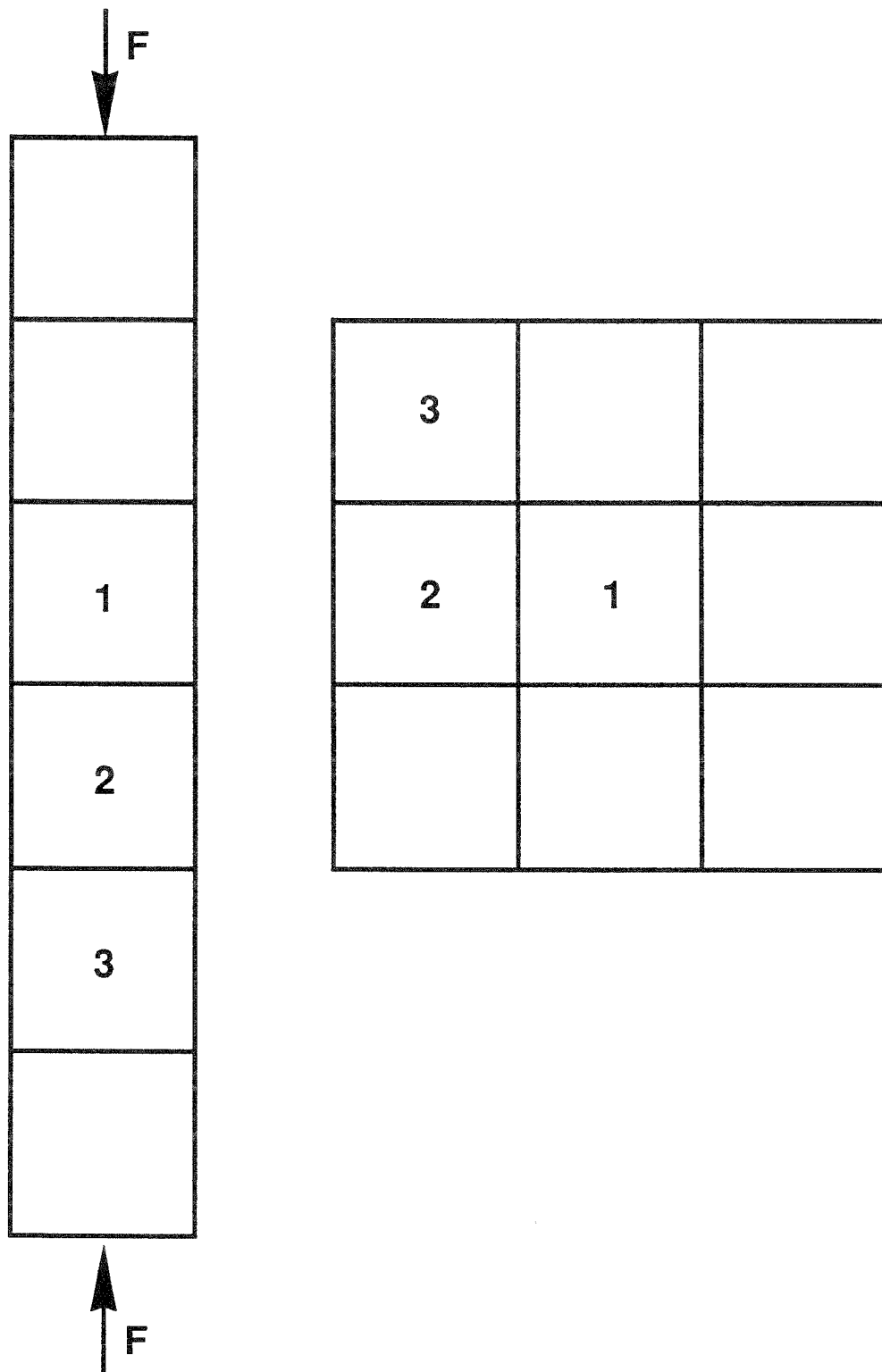


Bild 22: Anordnungen mit sechs und neun Doppelbodenplatten (F: Einspannkräfte). Gemessen wurde nur auf den nummerierten Platten (Anhang G).

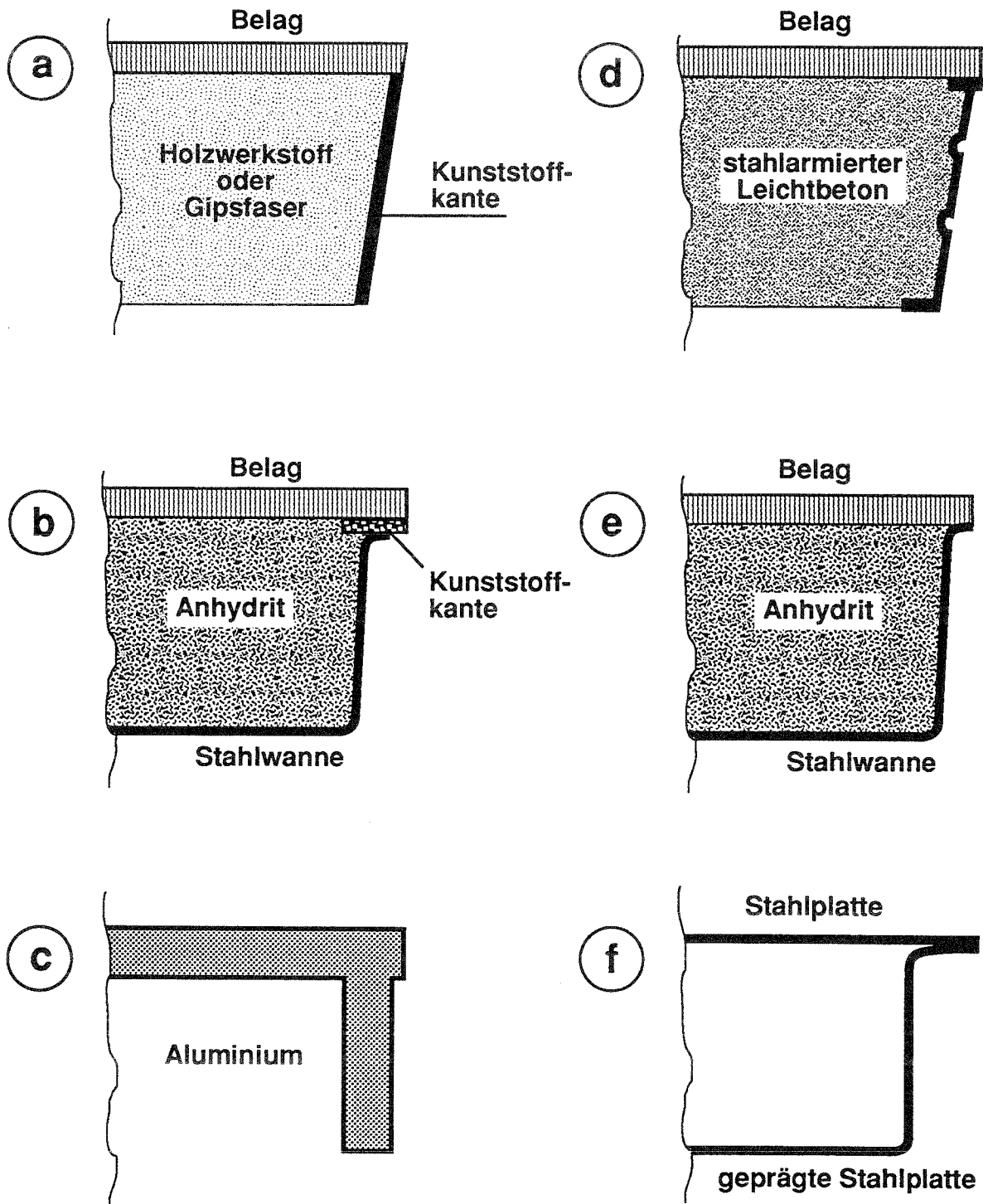


Bild 23: Kantenausbildung verschiedener Doppelbodenplatten (schematisch).

Project : survey
 Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 306.875	Upper X cursor : 318.750
—Trace A value : -72.138	—Trace A value : -75.116
---Trace B value : -72.155	---Trace B value : -74.241

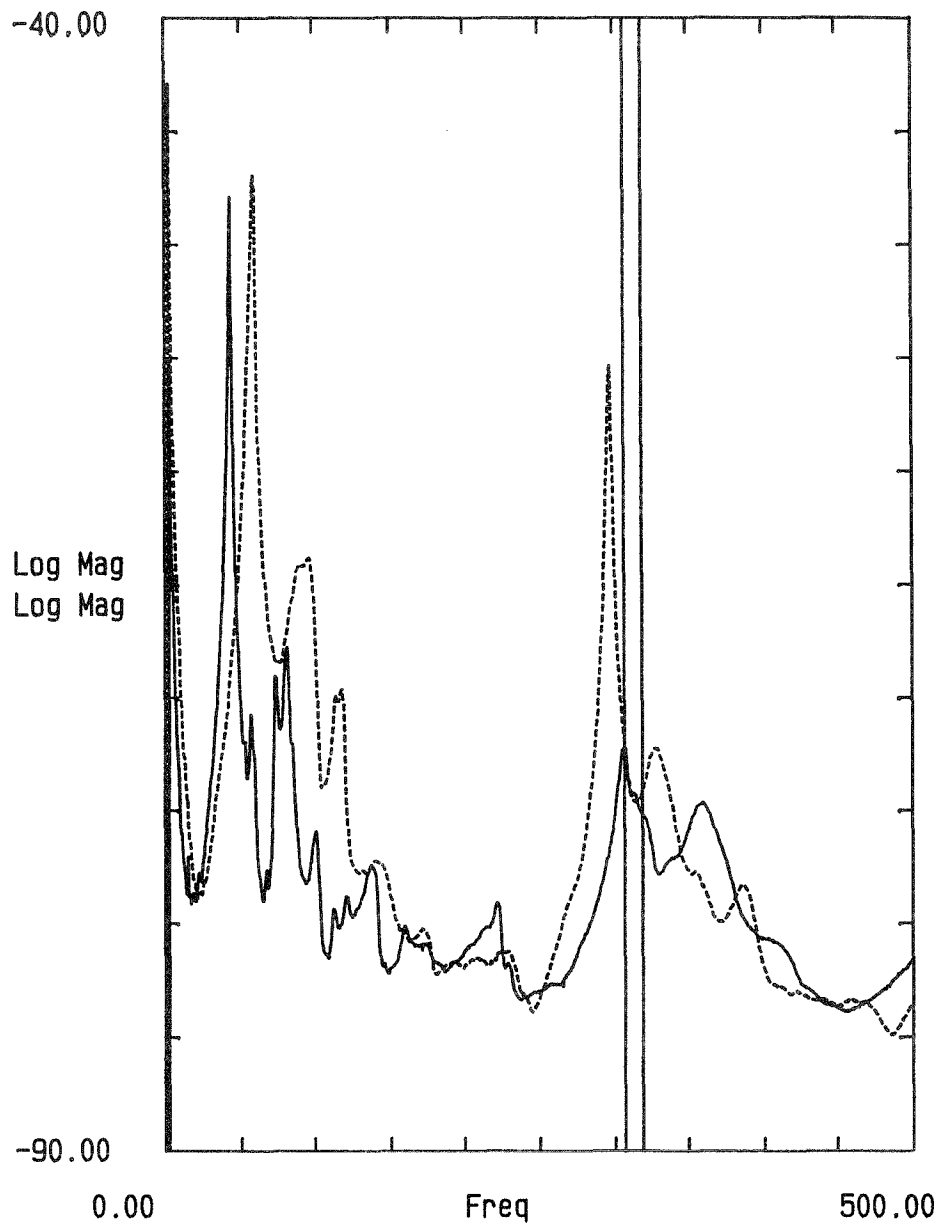


Bild 24: Einfluß der Einspannung. Mittlere Admittanz einer Platte in der 6er-Anordnung (—) bzw. allein auf Stützen (- - -) (Messungen gh7 und gh1).

Project	: gh5	Trace A	: Mode#9 299.07 Hz	Trace B	: Mode#10 306.43 Hz
Mode #	: 9	Mode #	: 10	Mode #	: 10
Frequency	: 299.07 Hz	Frequency	: 306.43 Hz	Frequency	: 306.43 Hz
Damping	: 2.43 %	Damping	: 1.76 %	Damping	: 1.76 %

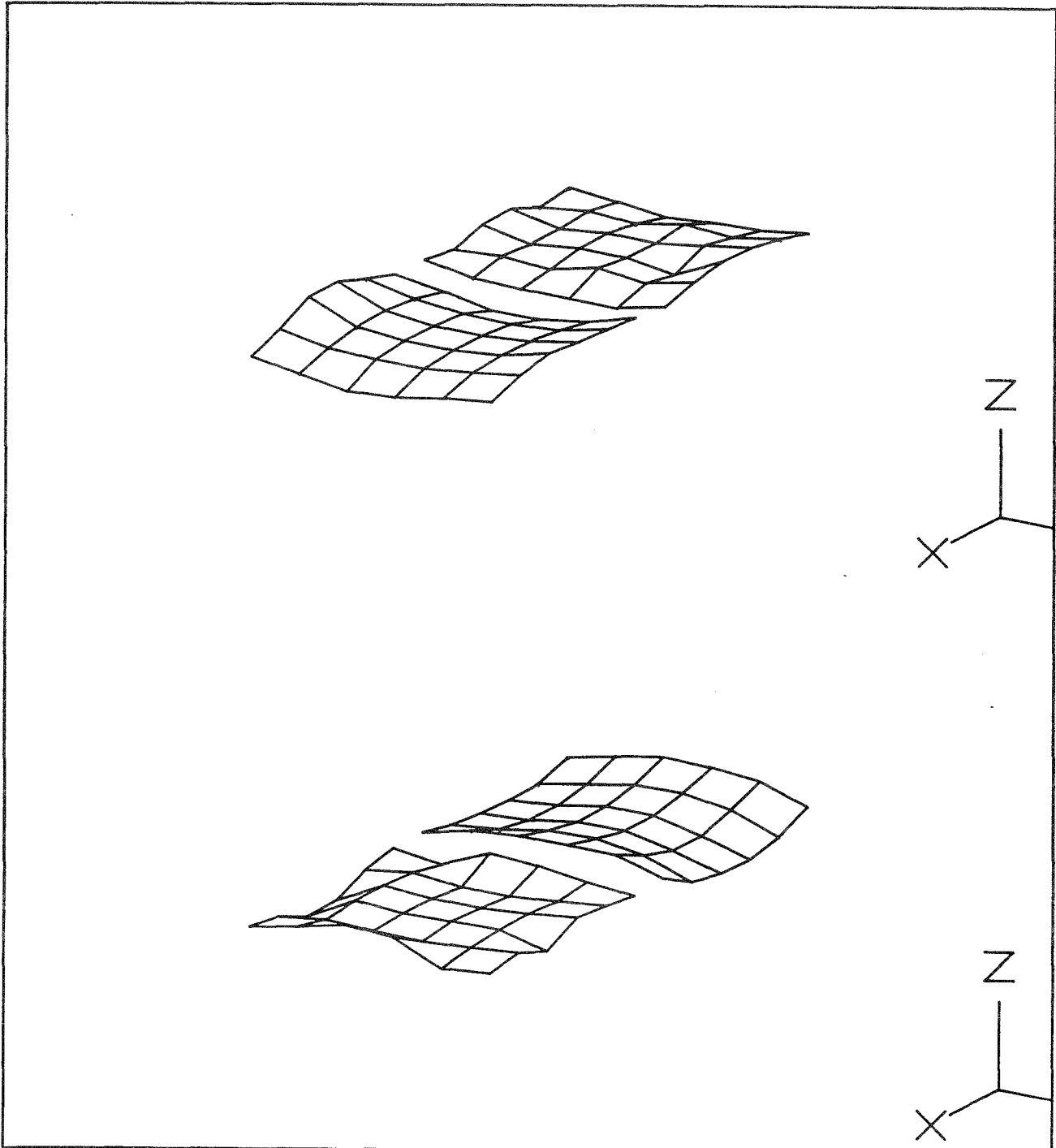


Bild 25: Zwei Schwingungsbilder zweier Platten in der 6er-Anordnung ohne Einspannung.

Project	: gh7			Trace B	: Mode#10 319.28 Hz	
Trace A	: Mode#9 306.79 Hz	-----		Mode #	: 10	
Mode #	: 9			Frequency	: 319.28 Hz	
Frequency	: 306.79 Hz			Damping	: 2.16 %	
Damping	: 1.17 %					

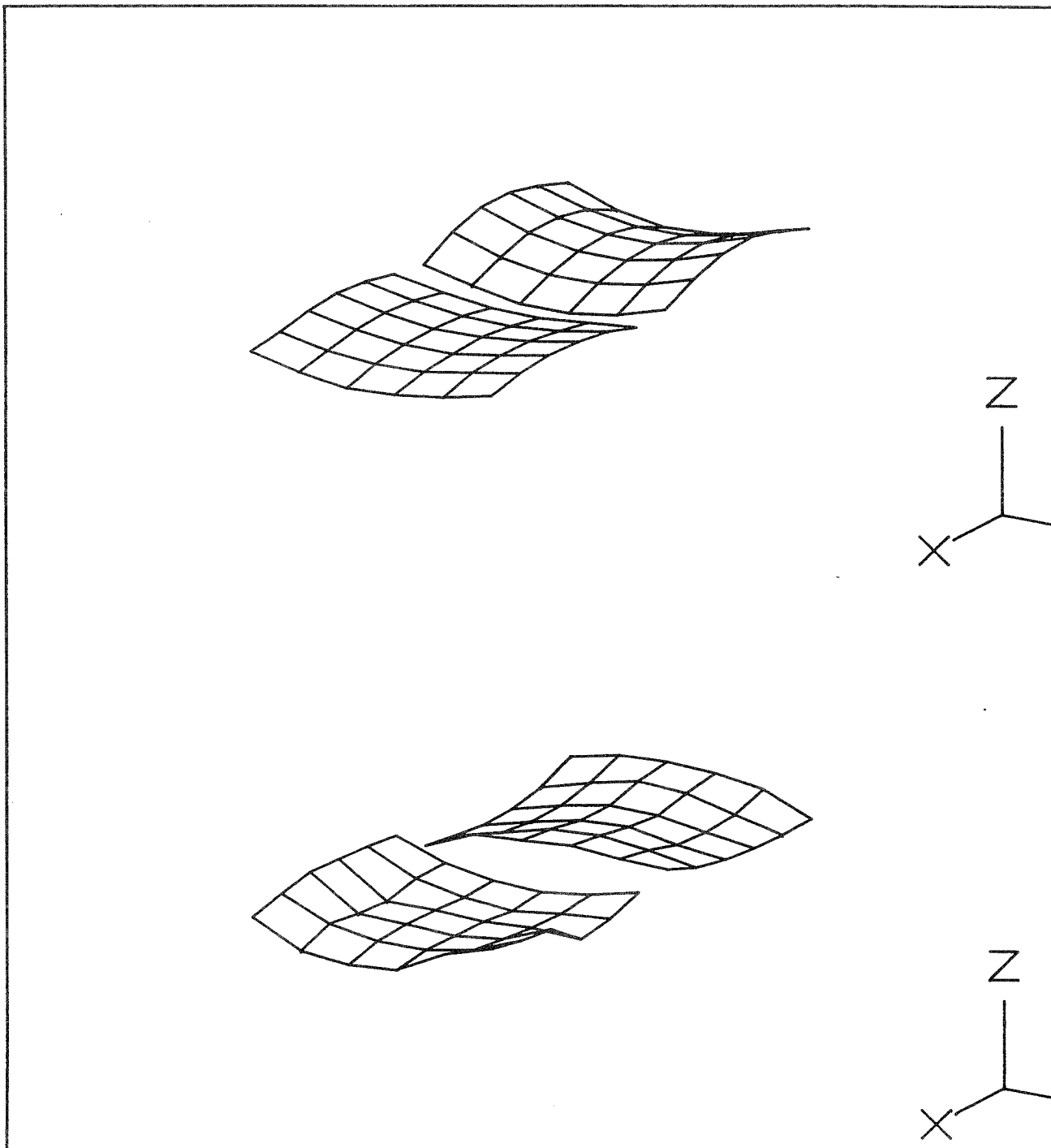


Bild 26: Zwei Schwingungsbilder zweier Platten in der 6er-Anordnung mit Einspannung (200 N).

Project : survey
 Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 746.094 Upper X cursor : 1.531K
 —Trace A value : -109.980 —Trace A value : -92.552
 ----Trace B value : -87.084 ----Trace B value : -73.519

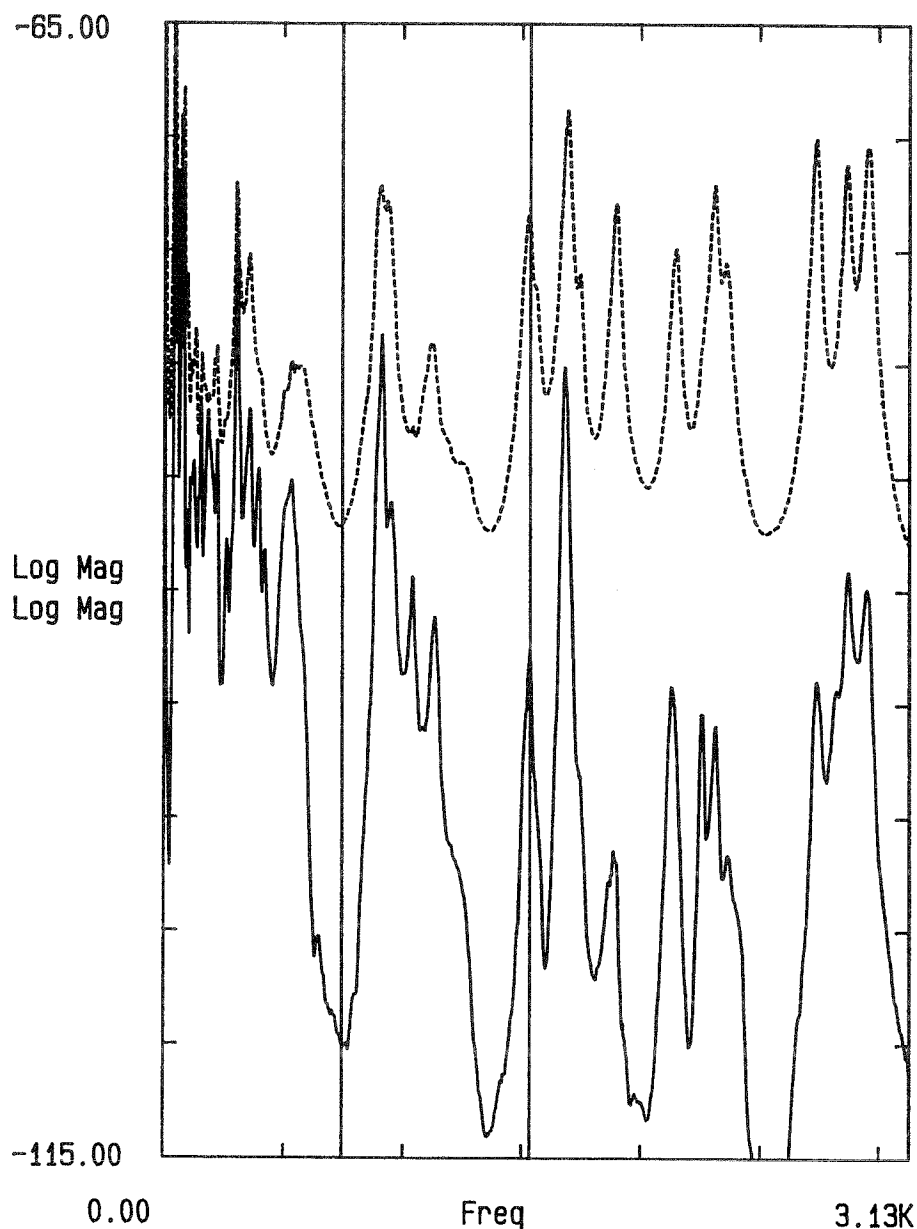


Bild 27: Mittlere Admittanz (- - -) einer Platte vom Typ GH und Transfer-Admittanz zur Nachbarplatte (—) in der 6er-Anordnung (Messung gh8).

Project : gh10
 Trace A : Mode#14 69.00 Hz ——— Trace B : Undeformed - - - - -
 Mode # : 14
 Frequency : 69.00 Hz
 Damping : 3.37 %

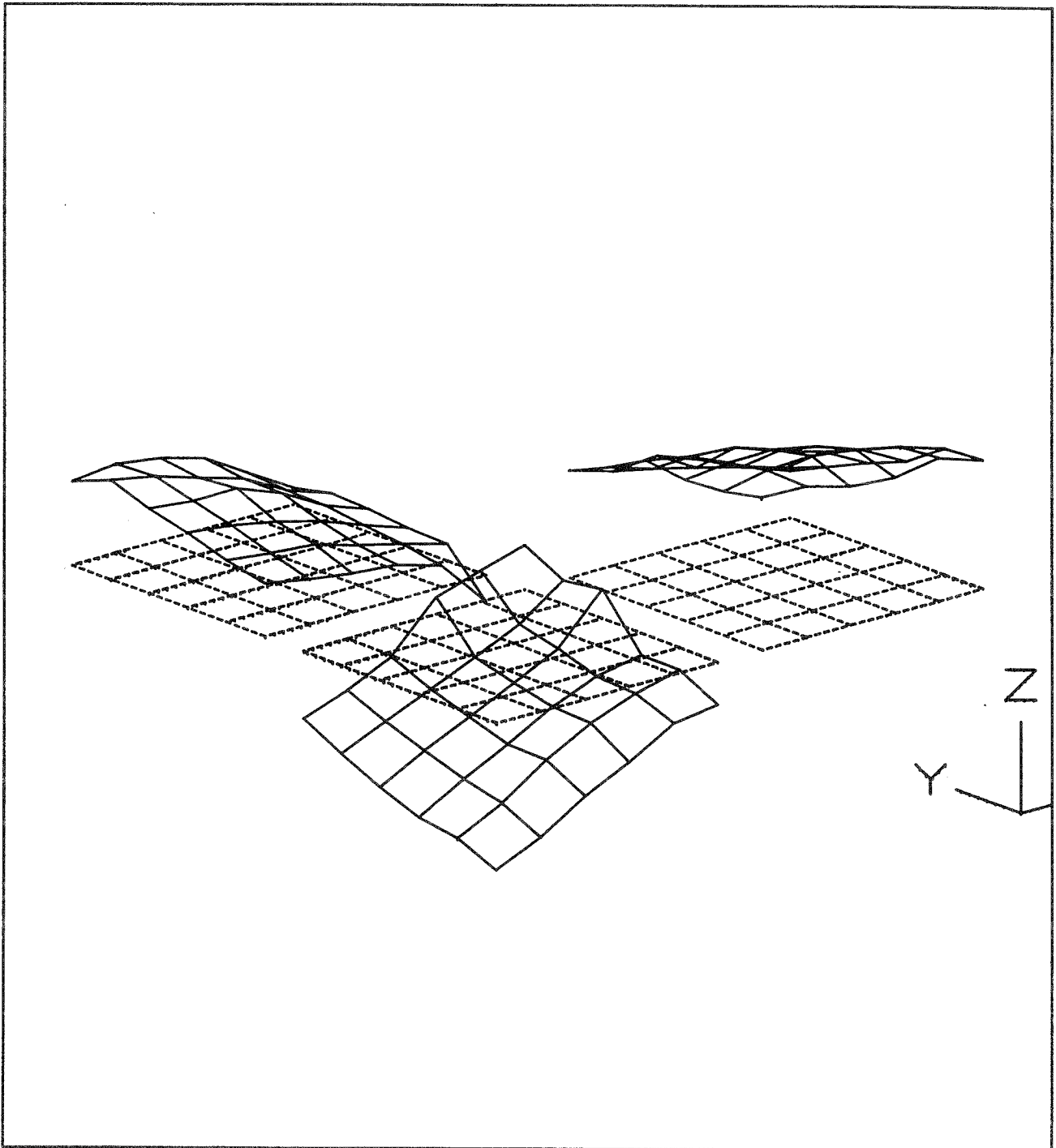


Bild 28: Schwingungsbild dreier Platten aus der 9er-Anordnung.

Project	: gh10				
Trace A	: Mode#1 539.37 Hz	————	Trace B	: Mode#2 895.75 Hz	————
Mode #	: 1		Mode #	: 2	
Frequency	: 539.37 Hz		Frequency	: 895.75 Hz	
Damping	: 853.70m %		Damping	: 1.18 %	

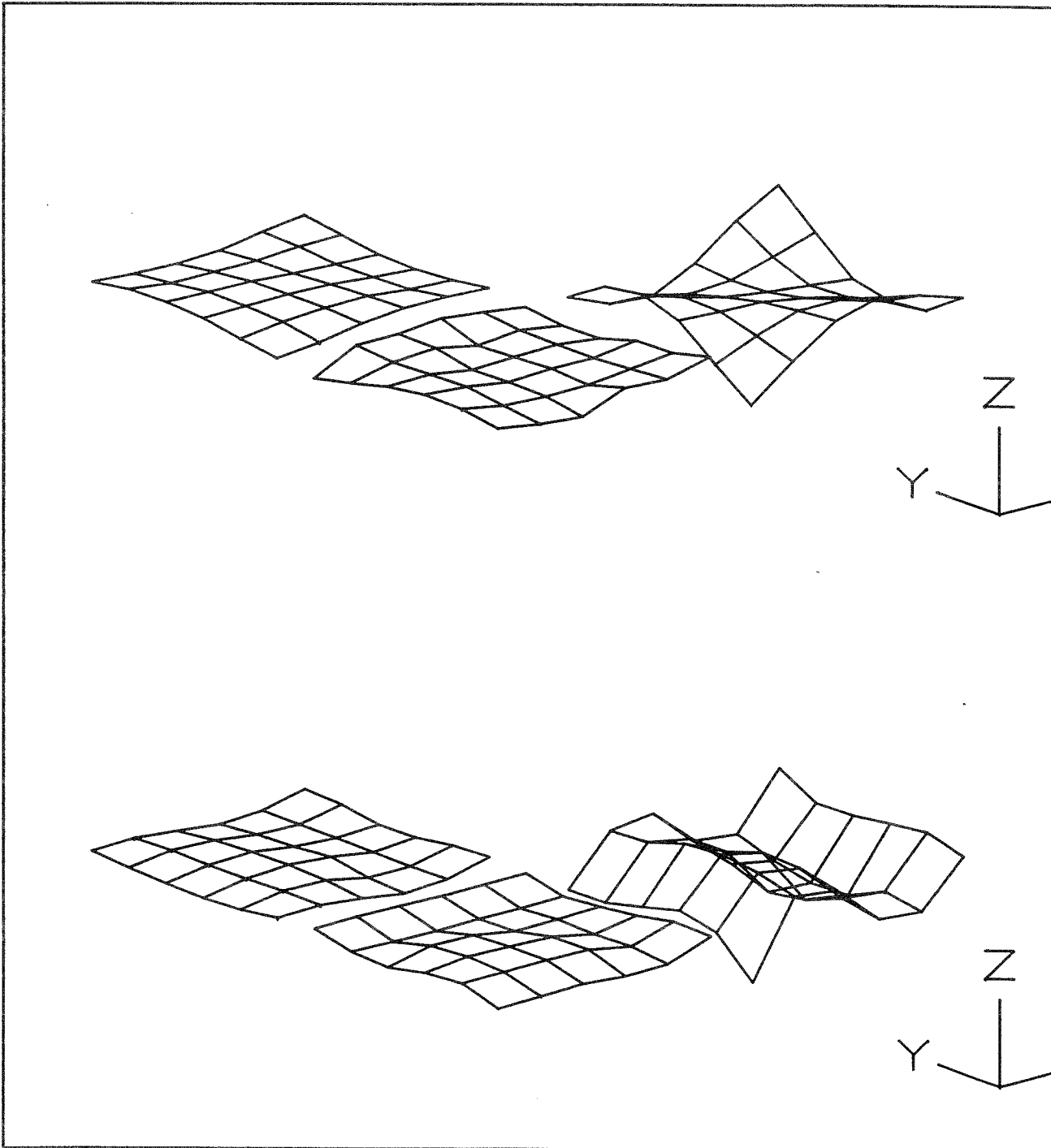


Bild 29: Zwei Schwingungsbilder dreier Platten aus der 9er-Anordnung.

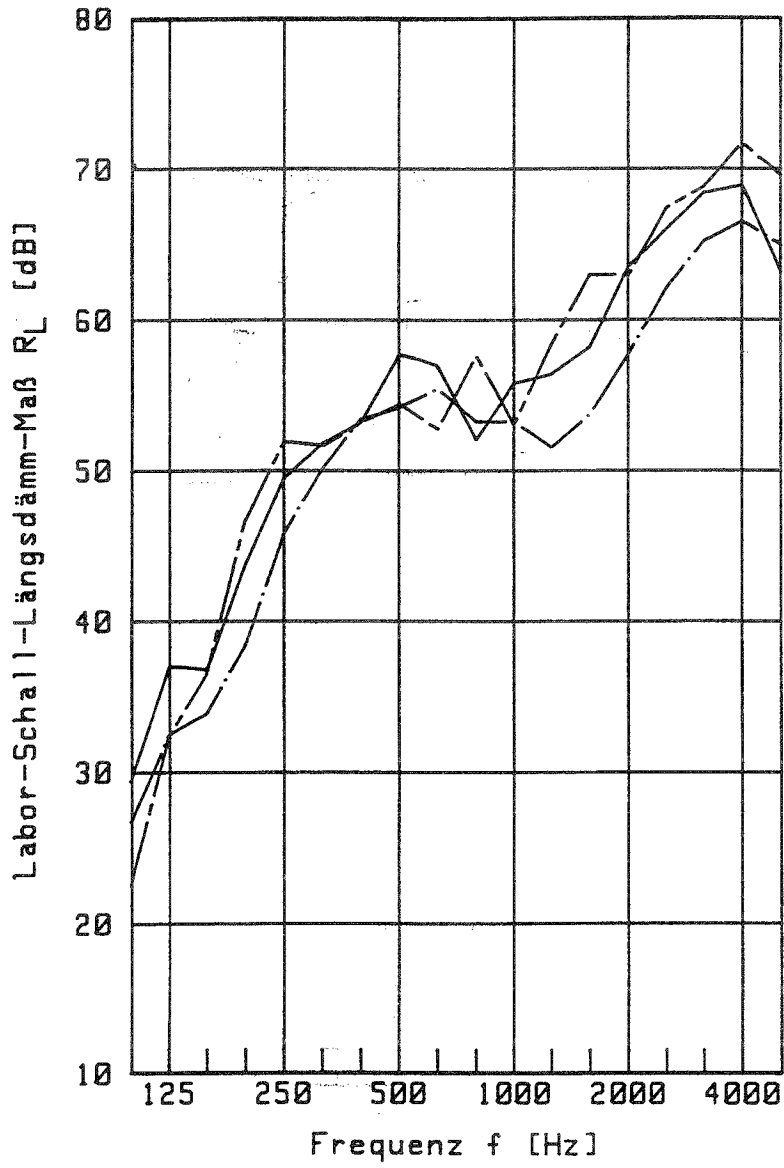


Bild 30: Labor-Schall-Längsdämm-Maß R_L für die drei Doppelböden AH (—), BH (- · -) und GH (- - -).

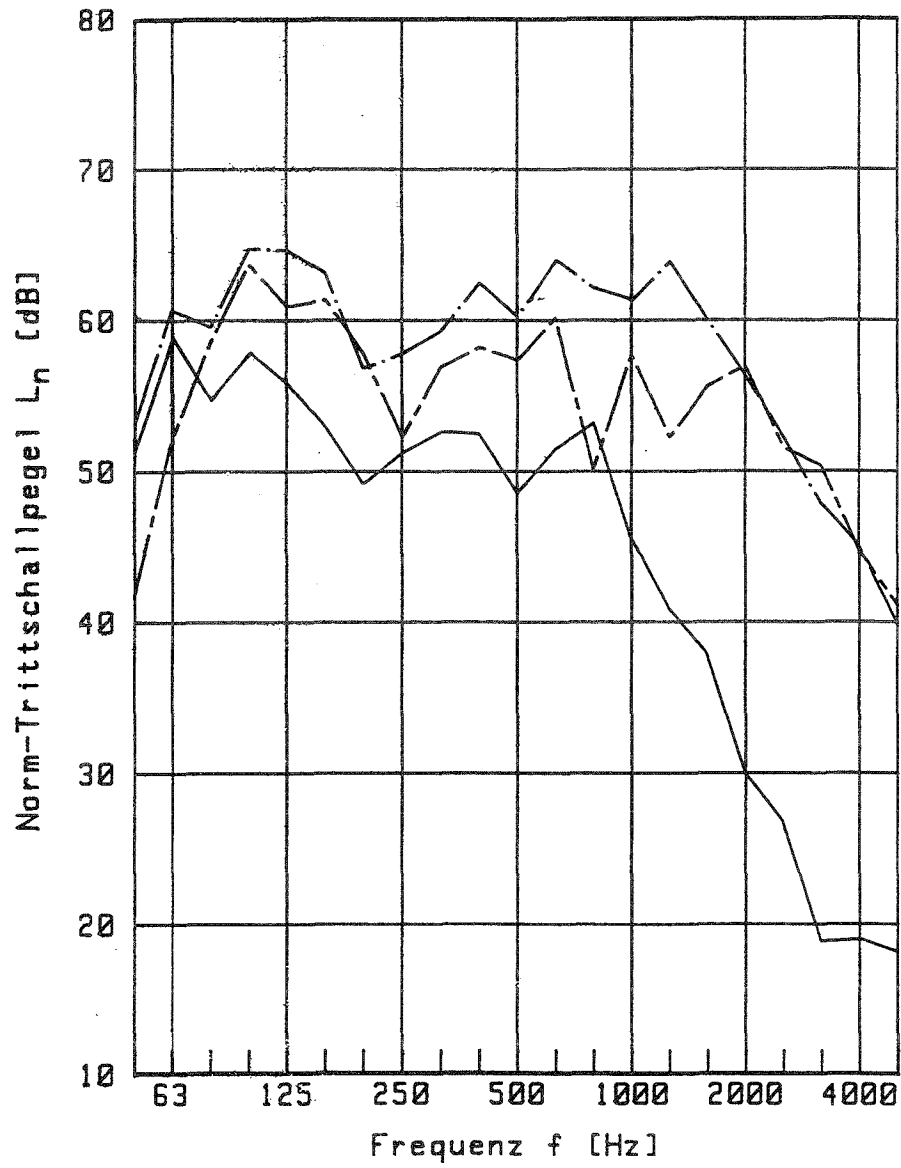


Bild 31: Norm-Trittschallpegel L_n für die drei Doppelböden AH (—), BH (— · —) und GH (— - —).

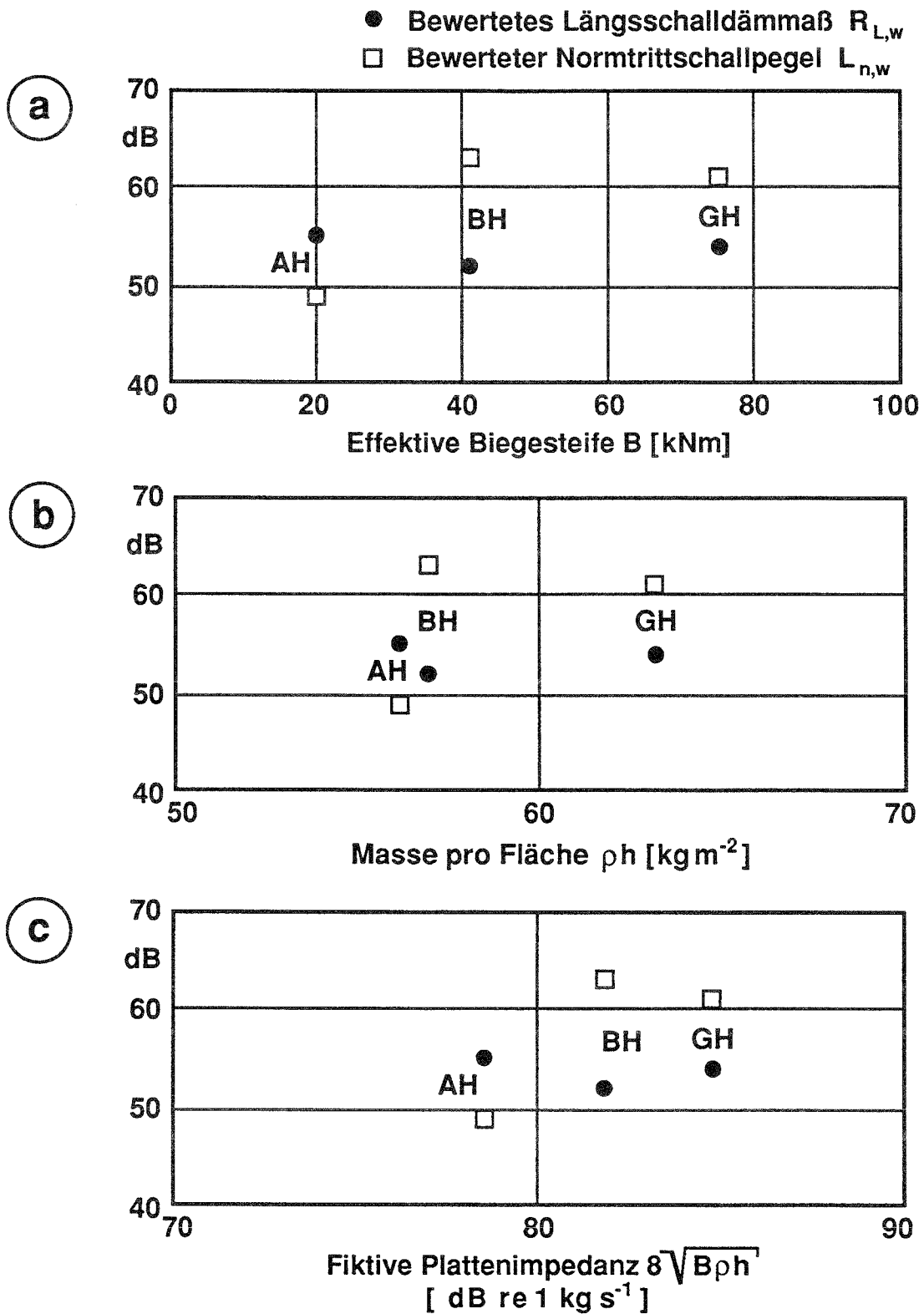


Bild 32a-c:

Darstellung von $R_{L,w}$ und $L_{n,w}$ als Funktion verschiedener Parameter.

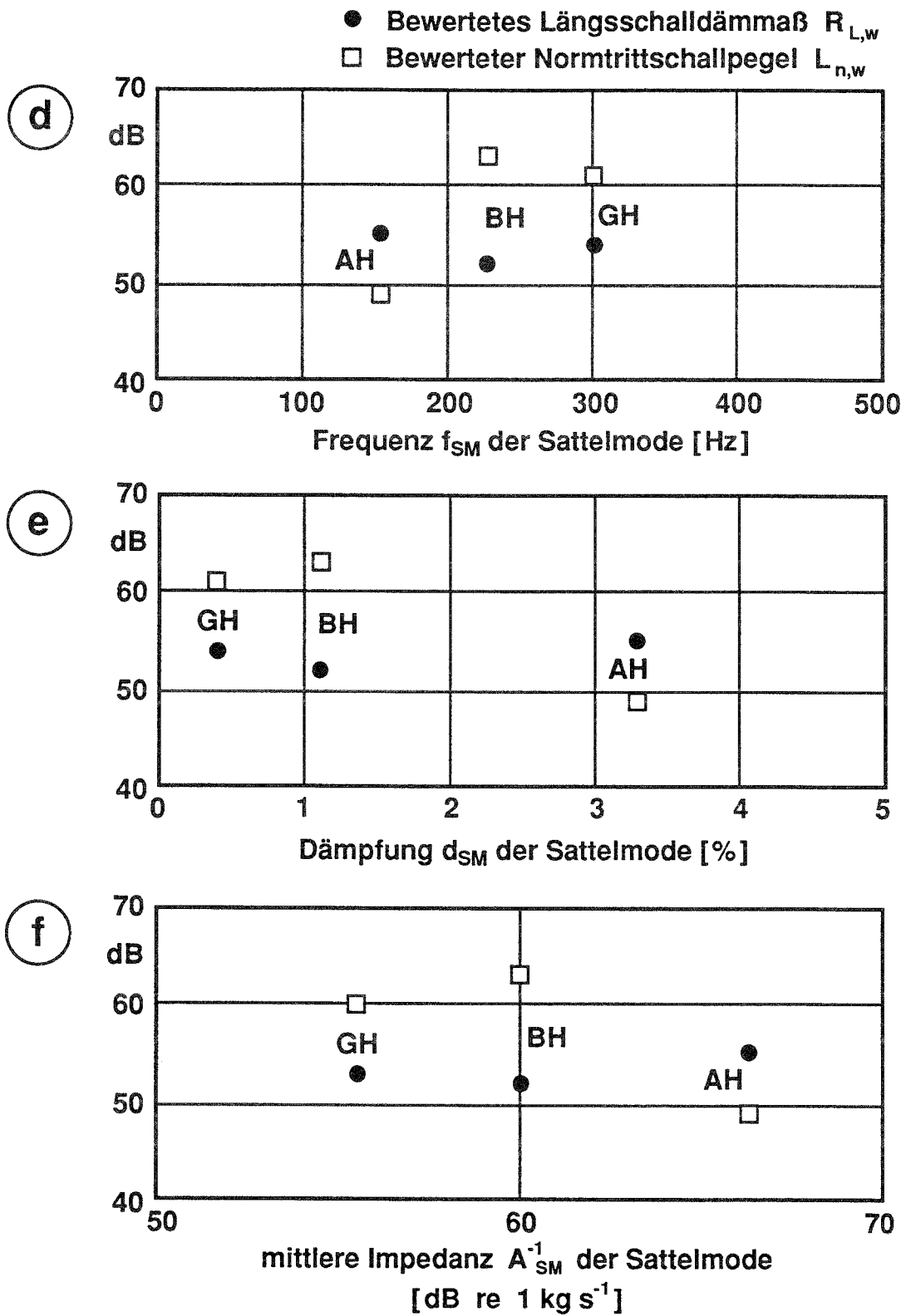


Bild 32d-f:

Darstellung von $R_{L,w}$ und $L_{n,w}$ als Funktion verschiedener Parameter.

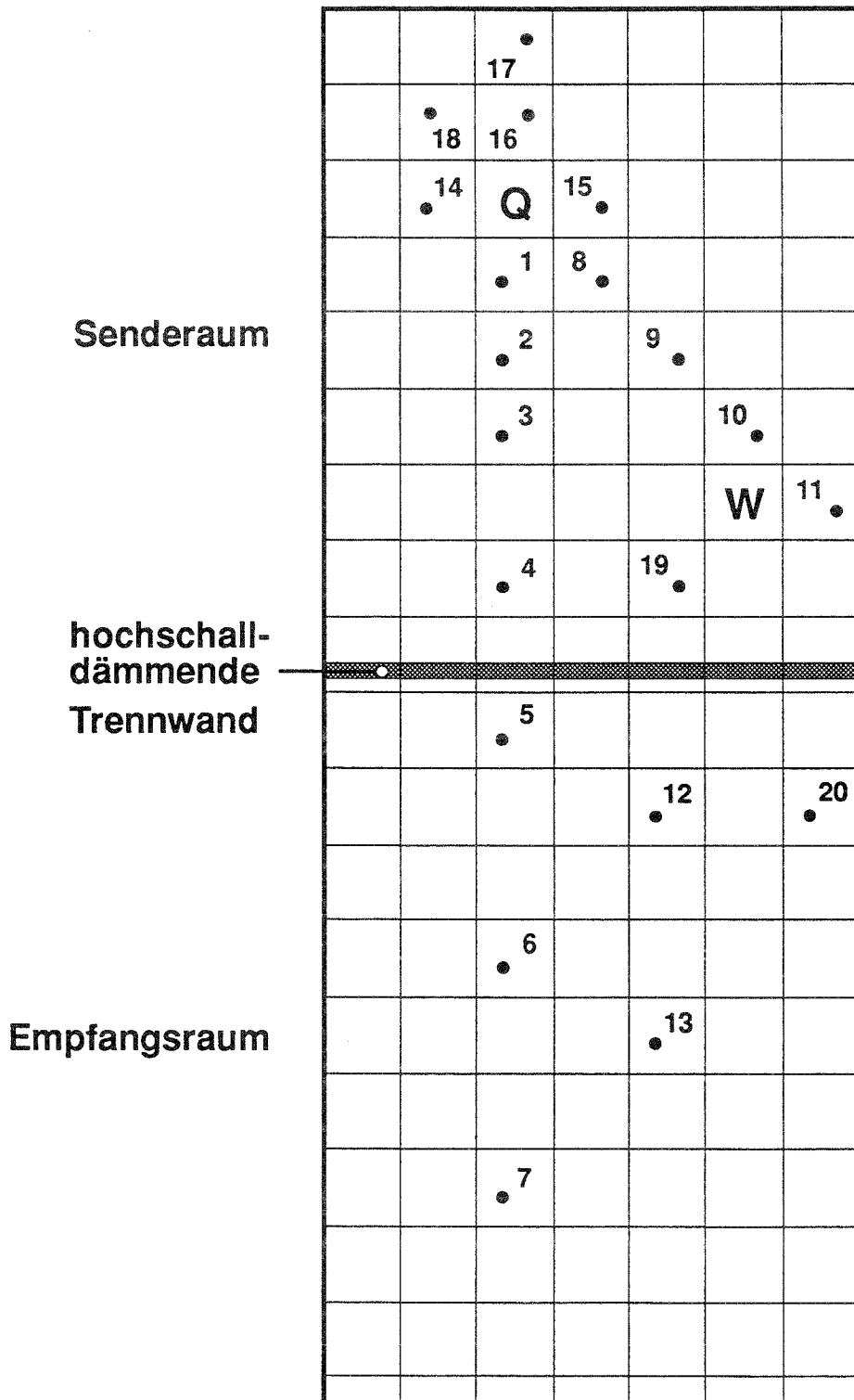


Bild 33: Positionen 1 bis 20 des Beschleunigungsaufnehmers bei Anregung durch das Normhammerwerk auf Platte "Q" (Meßergebnisse siehe Anhang O).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 59.375

Upper X cursor : 298.125

— Trace A value : -83.621

— Trace A value : -84.155

--- Trace B value : -47.556

--- Trace B value : -56.536

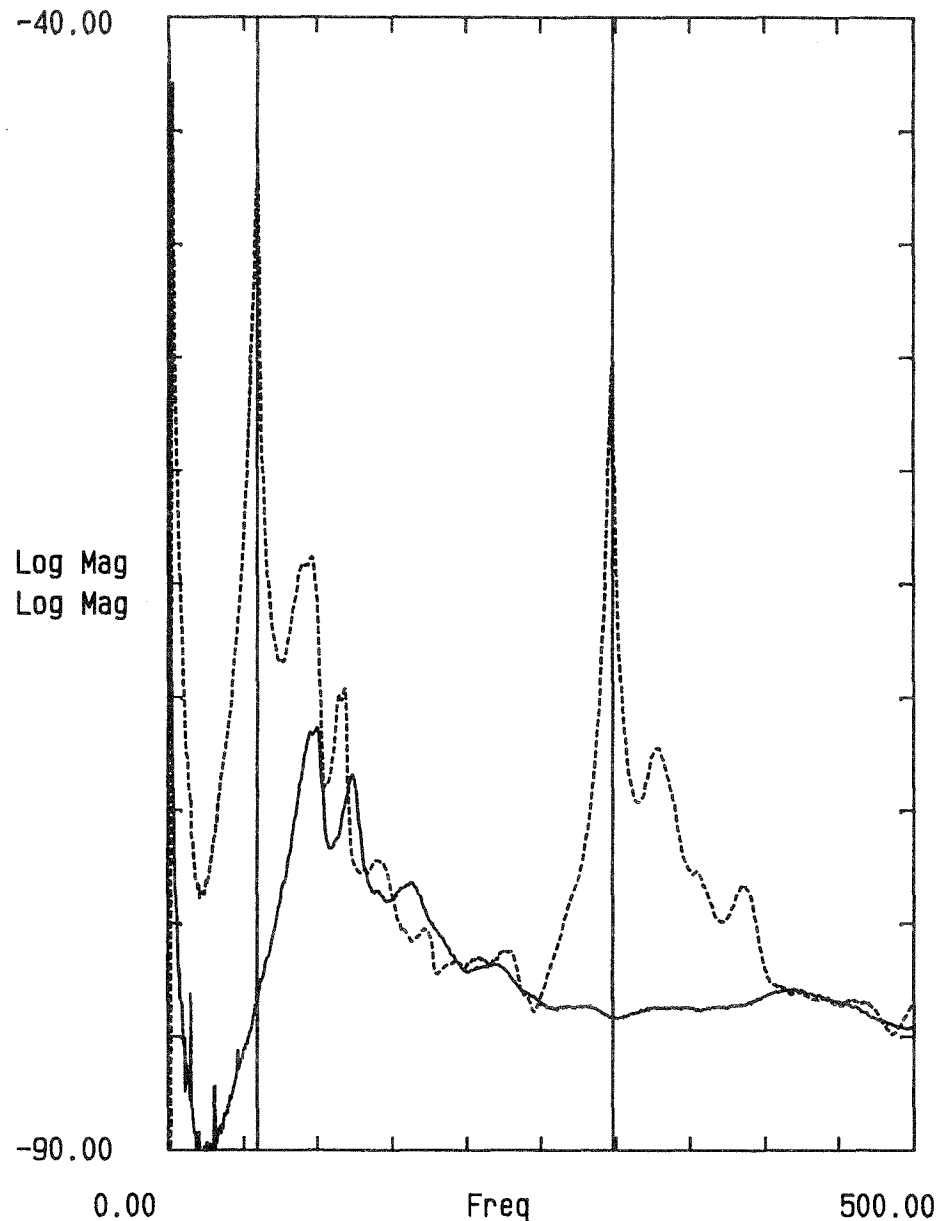


Bild 34: Einfluß starker Einspannung. Mittlere Admittanz einer Platte vom Typ GH im Doppelboden (—) und allein mit Stützen (- - -) (Messungen gh21 und gh1).

Project : survey

Auto Spectrum (Block 1) -23Z Auto Spectrum (Block 2) -23Z

Lower X cursor : 1.457K

Upper X cursor : 2.500K

—Trace A value : -90.369

—Trace A value : -81.739

----Trace B value : -83.621

----Trace B value : -87.467

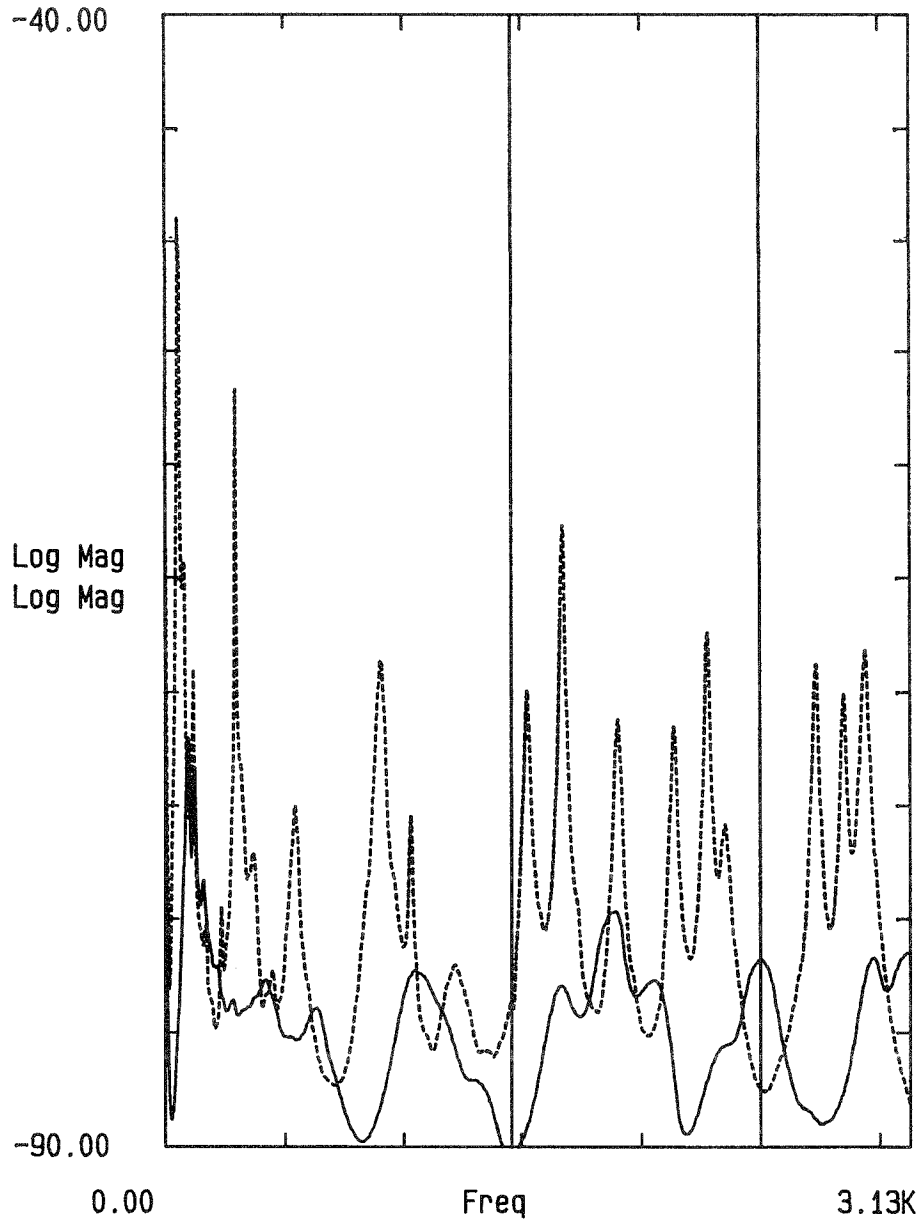


Bild 35: Einfluß starker Einspannung. Mittlere Admittanz einer Platte vom Typ GH im Doppelboden (—) und allein mit Stützen (- - -) (Messungen gh22 und gh2).

Verzeichnis der untersuchten Doppelbodenplatten

Alle Platten haben quadratisches Format mit einer Kantenlänge von $l = 600$ mm. Jede Plattensorte wurde mit ein oder zwei Buchstaben gekennzeichnet. Der zweite Buchstabe dieser Kennung gibt - falls vorhanden - Auskunft über die Art des oberseitigen Plattenbelags: H = Hartbelag, T = Teppich- oder Textilbelag. M: Masse; h: Dicke; $\rho = M/(l^2h)$: effektive Massendichte. Die Werte von h sind auf 0,5 mm genau angegeben, diejenigen für ρ auf drei Stellen genau. Die Zahlenangaben sind keine Mittelwerte für die Plattensorte, sondern gelten lediglich für das untersuchte Exemplar. Bei neun Platten vom Typ A ergab sich eine mittlere Masse von 19,4 kg und eine Standardabweichung von 0,26 kg (1,3%). Das Exemplar in der Liste ist zufälligerweise das leichteste. Im Verlauf von einem halben Jahr wurde außerdem ein Masseverlust von 74 g festgestellt, vermutlich wegen Feuchtigkeitsabnahme.

Kennung: A

Aufbau: Leichtbeton, stahlarmiert, mit hochzugfestem verzinktem Stahlrahmen

M = 19,0 kg; h = 3,4 cm; $\rho = 1550 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 52,8 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: AH

Aufbau: wie Platte A, jedoch mit PVC-Hartbelag

M = 20,3 kg; h = 3,45 cm; $\rho = 1630 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 56,4 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: AT

Aufbau: wie Platte A, jedoch mit Textilbelag

M = 20,4 kg; h = 3,5 cm; $\rho = 1620 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 56,7 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: B

Aufbau: Mineralfaser (Gipsfaser); Kantenschutz aus Kunststoff

M = 18,7 kg; h = 3,65 cm; $\rho = 1420 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 51,9 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: BH

Aufbau: wie Platte B, jedoch mit Hartbelag

M = 20,5 kg; h = 3,8 cm; $\rho = 1500 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 56,9 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: BT

Aufbau: wie Platte B, jedoch mit Textilbelag

M = 19,2 kg; h = 3,95 cm; $\rho = 1350 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 53,3 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: C

Aufbau: Mineralfaser (Gipsfaser) unterseitig mit Stahlblech beklebt;
Kantenschutz aus Kunststoff

M = 20,3 kg; h = 3,65 cm; $\rho = 1540 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 56,4 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: CH

Aufbau: wie Platte C, jedoch mit Hartbelag;

$M = 21,7 \text{ kg}; \quad h = 3,85 \text{ cm}; \quad \rho = 1570 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 60,3 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: CT

Aufbau: wie Platte C, jedoch mit Textilbelag

$M = 20,9 \text{ kg}; \quad h = 4,0 \text{ cm}; \quad \rho = 1450 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 58,1 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: D

Aufbau: Aluminium-Druckguß in Kassettenkonstruktion
(siehe Bild A.1)

$M = 7,77 \text{ kg}; \quad h = 4,4 \text{ cm}; \quad \rho = 491 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 21,6 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: DH

Aufbau: wie Platte D, jedoch mit Hartbelag

$M = 8,91 \text{ kg}; \quad h = 4,6 \text{ cm}; \quad \rho = 538 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 24,8 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: EH

Aufbau: E1 - Holzwerkstoff, dreischichtig; unterseitig 0,5 mm Stahlblech;
oben Hartbelag; Kantenschutz aus Kunststoff

$M = 13,0 \text{ kg}; \quad h = 4,1 \text{ cm}; \quad \rho = 881 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 36,1 \text{ kg m}^{-2}$

Anhang A

B-BA 2/1993

4

Kennung: FH

Aufbau: wie Platte EH, jedoch unterseitig Aluminium-Feinblech statt Stahlblech

M = 11,7 kg; h = 4,0 cm; $\rho = 813 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_h = 32,5 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: GH

Aufbau: Anhydrit AB 20 nach DIN 4208 in Metallwanne; Hartbelag

M = 22,0 kg; h = 3,35 cm; $\rho = 1820 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_h = 61,1 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: HH

Aufbau: wie Platte GH, jedoch mit 0,5 mm Stahlblech unter dem Hartbelag

M = 25,2 kg; h = 3,5 cm; $\rho = 2000 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_h = 70,0 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: IH

Aufbau: E1-Holzwerkstoff, durch Verbundtechnik verstärkt; Hartbelag; Kantenschutz aus Kunststoff

M = 12,5 kg; h = 4,0 cm; $\rho = 868 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_h = 34,7 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: JH

Aufbau: Kalziumsulfat mit bis zu 20% Papieranteil, unterseitig Stahlblech, oberseitig Hartbelag; Kantenschutz aus Kunststoff

M = 21,5 kg; h = 3,85 cm; $\rho = 1550 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho_h = 59,7 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: KT

Aufbau: faserverstärktes Kalziumsulfat mit Textilbelag;
Kantenschutz aus Kunststoff

M = 19,3 kg; h = 4,1 cm; $\rho = 1310 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 53,6 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: LT

Aufbau: wie Platte KT, jedoch mit 0,5 mm Stahlblech unterseitig

M = 20,6 kg; h = 3,9 cm; $\rho = 1470 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 57,2 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: NT

Aufbau: Holzwerkstoff mit Textilbelag; unterseitig 0,5 mm Stahlblech;
Kantenschutz aus Kunststoff

M = 13,0 kg; h = 4,4 cm; $\rho = 821 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 36,1 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: OT

Aufbau: Holzwerkstoff mit Textilbelag; unterseitig 0,05 mm Aluminium-
Feinblech; Kantenschutz aus Kunststoff

M = 11,0 kg; h = 4,3 cm; $\rho = 711 \text{ kg m}^{-3}$; $\rho h = 30,6 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: P

Aufbau: obere ebene Stahlplatte verschweißt mit unterer geprägter
Stahlplatte (siehe Bild A.2)

$M = 7,66 \text{ kg}; \quad h = 3,15 \text{ cm}; \quad \rho = 676 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 21,3 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: PT

Aufbau: ungefähr wie Platte P, jedoch mit Textilbelag

$M = 8,17 \text{ kg}; \quad h = 3,7 \text{ cm}; \quad \rho = 613 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 22,7 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: RH

Aufbau: Holzwerkstoff mit Hartbelag; unterseitig Stahlblech;
Kantenschutz

$M = 13,1 \text{ kg}; \quad h = 4,0 \text{ cm}; \quad \rho = 910 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 36,4 \text{ kg m}^{-2}$

Kennung: SH

Aufbau: Anhydrit in Stahlwanne; Hartbelag; Kantenschutz aus
Compound - ABS - PVC

$M = 27,7 \text{ kg}; \quad h = 3,9 \text{ cm}; \quad \rho = 1970 \text{ kg m}^{-3}; \quad \rho h = 76,9 \text{ kg m}^{-2}$

Verzeichnis der Stützen

Alle verwendeten Stützen bestehen aus einem Stützenfuß, einem verstellbaren Stützenkopf (beides im wesentlichen Stahl) und einer Auflagescheibe aus Kunststoff, die auf den Stützenkopf gesetzt ist. Welche Stütze zu welcher Platte gehört, ist der folgenden Liste zu entnehmen, die auch Angaben zur Masse der Stütze und zum realisierbaren Höhenbereich (Angaben: Abstand Oberkante Auflagescheibe vom Boden) enthält.

Stütze Nr. 1

für Platten A, AH, AT, D, DH, EH, FH

Masse: 581 g; Höhenbereich: 128 bis 166 mm

Stütze Nr. 2

für Platten B, BH, BT, C, CH, CT

Masse: 857 g; Höhenbereich: 231 bis 289 mm

Stütze Nr. 3

für Platten GH, HH, IH, JH

Masse: 642 g; Höhenbereich: 150 bis 223 mm

Anhang B
B-BA 2/1993

Stütze Nr. 4
für Platten KT, LT, NT, OT, P, PT

Masse: 612 g; Höhenbereich: 136 bis 211 mm

Stütze Nr. 5
für Platten RH, SH

Masse: 1158 g; Höhenbereich: 571 bis 631 mm

Meßaufbauten und Meßapparatur

Die zur Modalanalyse verwendeten Geräte sind in Bild C.1 skizziert. Die Standardeinstellungen der Ladungsverstärker und des Analysators sind in Bild C.2 dokumentiert, wobei die Werte für den Trigger und die Aussteuerung jeweils den aktuellen Erfordernissen angepaßt wurden. Der Analysator wird vom Modalanalyseprogramm STAR 3.01 (GenRad/SMS Inc.) gesteuert. Bild C.3 zeigt die Numerierung der Meßpunkte auf einer Doppelbodenplatte und die Richtungen des kartesischen Koordinatensystems. Jeder Meßpunkt wurde viermal mit dem Impulshammer angeschlagen. Dem Rechner wurden gemittelte Übertragungsfunktion und die Kohärenz zwischen den vier Einzelmessungen übertragen. In der Regel sind die Kohärenzen ausreichend gut, oft sehr gut. Schlechte Kohärenzen ergaben sich zum Teil unterhalb von 20 Hz, bei den Kantenpunkten, an manchen Randpunkten sowie bei Frequenzen oberhalb 2 kHz, insbesondere bei Platten mit Textilbelag.

Die Platten wurden entweder auf Stützen oder auf Schaumstoffstreifen aufgelegt. Im ersten Fall wurde darauf geachtet, daß die Platte horizontal liegt (Wasserwaage) und die vier Stützen möglichst gleichmäßig belastet. Letzteres ließ sich schlecht nachprüfen und konnte deshalb nur unvollkommen realisiert werden, insbesondere wenn die Stützen etwas "wackelig" waren (z.B. bei Platte OT). Die Stützen wurden auf den Betonboden aufgesetzt, also nicht geklebt oder geschraubt.

Die fünf Schaumstoffstreifen für die weiche Lagerung waren 25 mm hoch, 65 mm breit und ungefähr 600 mm lang. Sie waren parallel zur x-Richtung (siehe Bild C.3) orientiert. Lediglich bei den Messungen b5 und b6 wurden acht schmalere Streifen (Höhe 20 mm) verwendet.

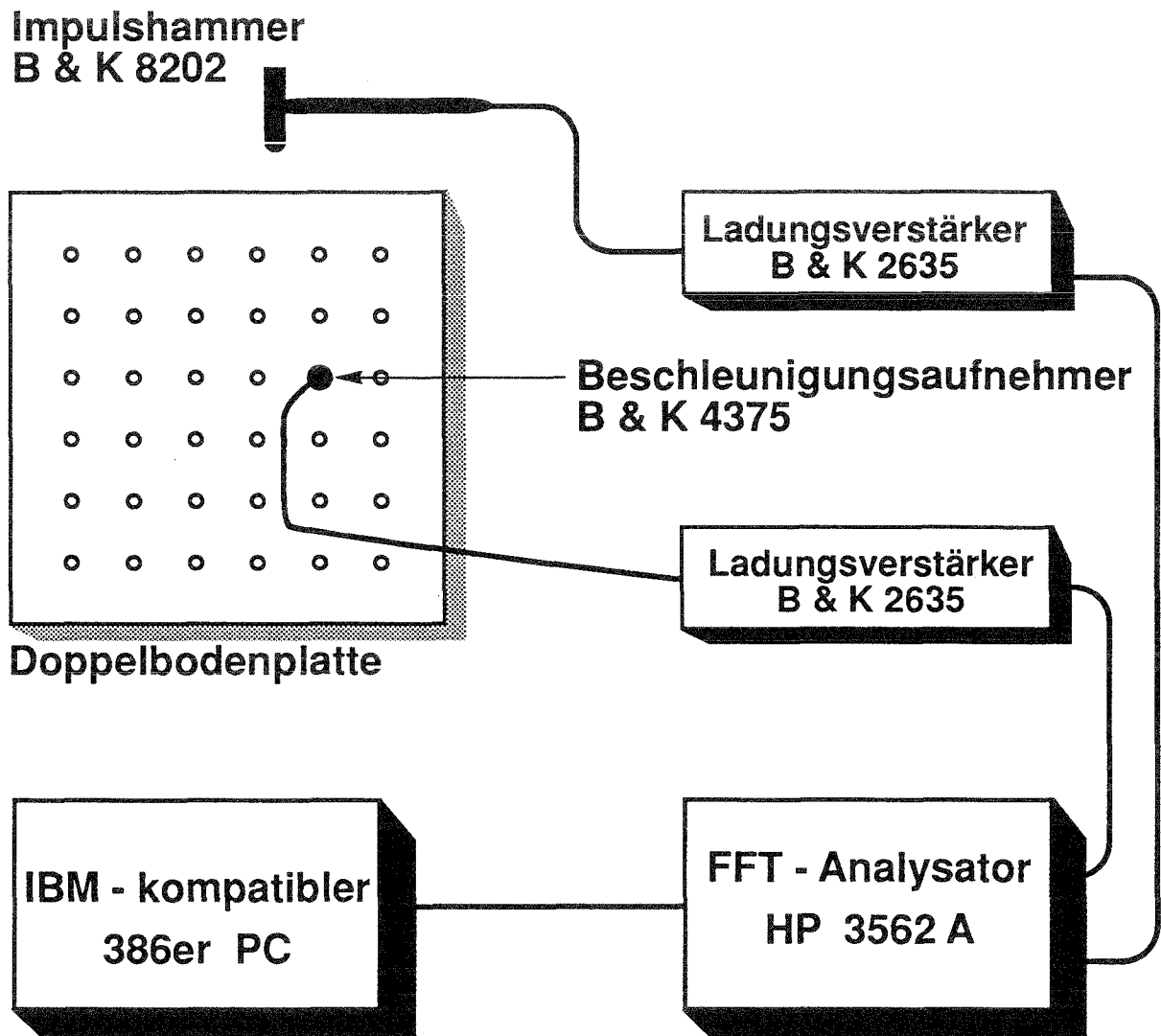


Bild C.1: Meßaufbau für Modalanalyse. Der Beschleunigungsaufnehmer sitzt auf Punkt 23.

Ladungsverstärker B&K 2635	Ladungsverstärker B&K 2635
für Impulshammer B&K 8202	für Beschleunigungsaufnehmer B&K 4375
Empfindlichkeit: 1.01 pC/Unit out	Empfindlichkeit: 0.315 pC/Unit out
Unit out: N	Unit out: ms ⁻²
Verstärkung $\frac{\text{mV}}{\text{Unit out}} = 10$	Verstärkung $\frac{\text{mV}}{\text{Unit out}} = 10$
Untere Frequenzgrenze: Acc 2 Hz	Untere Frequenzgrenze: Acc 2 Hz
Obere Frequenzgrenze: 10 kHz	Obere Frequenzgrenze: 10 kHz
Analysatorkanal: CHAN 1	Analysatorkanal: CHAN 2

Analysator HP 3562A:

Linear Resolution				
MEASURE:	CHAN 1		CHAN 2	
	Freq Resp		Freq Resp	
WINDOW:	CHAN 1		CHAN 2	
	Uniform		Uniform	
AVERAGE:	TYPE	# AVGS	OVERLAP	TIME AVG
	Stable	4	0%	Off
FREQ:	CENTER		SPAN	BW
	1.5625 kHz		3.12kHz	3.91 Hz
	REC LGTH	Δt		
	256ms	125 μ S		
TRIGGER:	TYPE	LEVEL	SLOPE	PREVIEW
	Chan 1	-4.0 Vpk	Pos	Off
INPUT:	RANGE	ENG UNITS	COUPLING	DELAY
CH 1	10.0 Vpk	10.0mV/EU	AC (Gnd)	-10.0ms
CH 2	2.51 Vpk	10.0mV/EU	AC (Gnd)	-10.0ms
SOURCE:	TYPE		LEVEL	OFFSET
	Rndm Noise		0.0 Vpk	0.0 Vpk

Bild C.2: Typische Einstellungen der Ladungsverstärker und des Analysators von Bild C.1

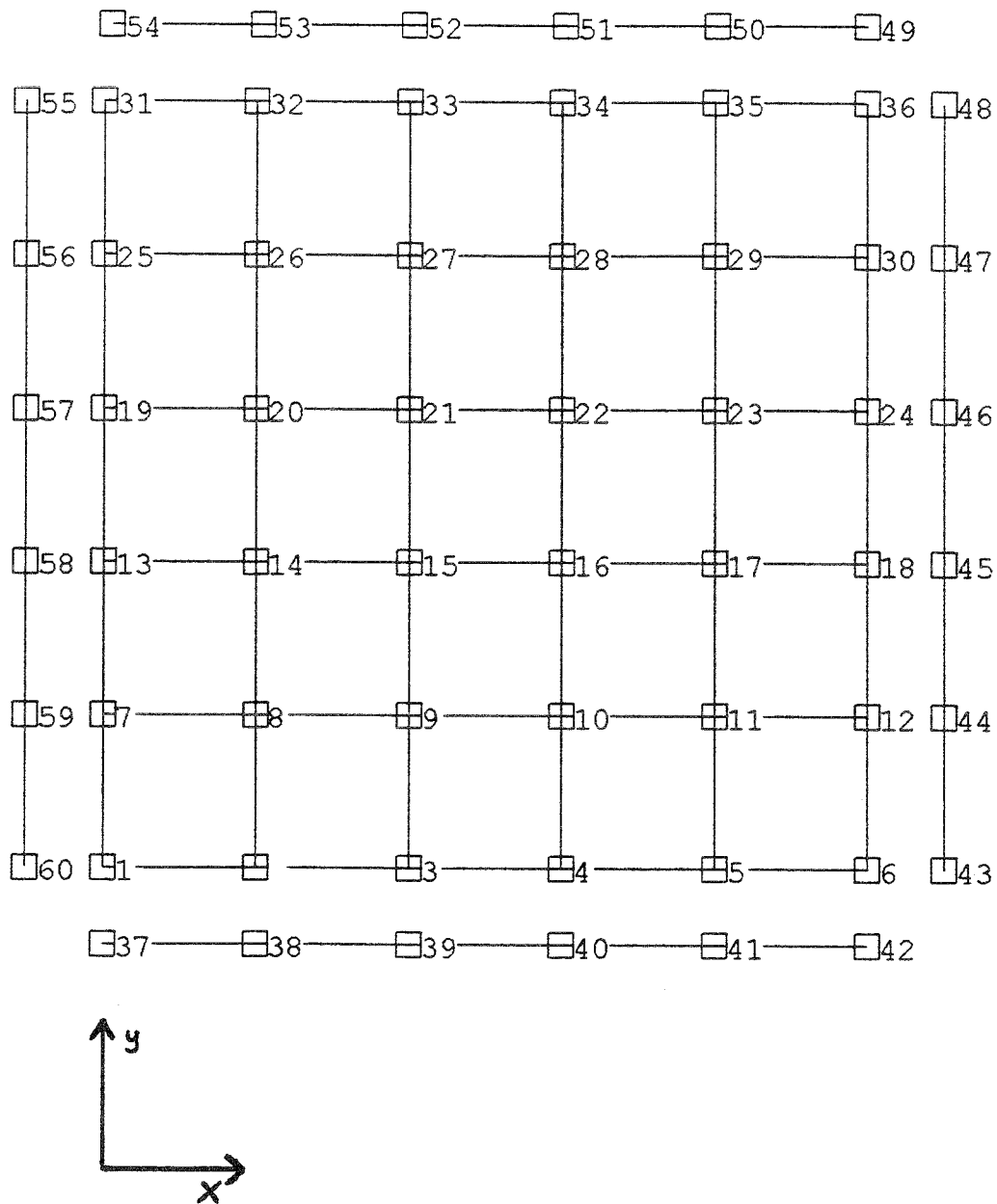


Bild C.3: Numerierung der Meßpunkte bei den Modalanalysen einzelner Doppelbodenplatten. Die Punkte 1 bis 36 befinden sich auf der Plattenoberfläche; Rastermaß 10 cm; Abstand des Punktes 1 von den nächsten Plattenkanten je 5 cm. Die Punkte 37 bis 60 befinden sich auf den Kanten nahe der Plattenoberfläche (ca. 1 cm tiefer).

Verzeichnis der Modalanalysen an einzelnen Doppelbodenplatten

Jede Modalanalyse ist mit der Buchstabenkennung des Plattentyps und einer angehängten laufenden Nummer benannt. Der Frequenzbereich einer Messung erstreckt sich von 0 bis f_0 Hz. RB: Randbedingungen (n = normal: Platte auf zugehörigen Stützen; f = falsch: Platte auf anderen oder modifizierten Stützen; w = weich: Platte auf Schaumstoffstreifen. Details siehe Anhang C), H = Höhe der Plattenoberkante über dem Boden. Verschiedene Exemplare des gleichen Plattentyps werden durch Apostroph unterschieden, z.B. A' und A'' von A. Bei den Messungen d1, d2, d3, d4, dh1 (Kantenpunkte), dh2 (Kantenpunkte) kam der Impulshammer mit Kunststoffkappe zum Einsatz, sonst mit Metallkappe.

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	RB	H [cm]	Bemerkungen
a19	28.04.93	500	n	18	A (rissig)
a20	28.04.93	2500	n	18	A (rissig) mit Kantenpunkten
a21	28.04.93	500	n	18	A'
a22	28.04.93	2500	n	18	A' mit Kantenpunkten
a23	24.06.93	500	n	17	A''
ah3	15.12.92	3125	f		Stützen ohne Auflagescheibe
ah4	15.12.92	500	f		Stützen ohne Auflagescheibe
ah5	05.05.93	500	n	18	
ah6	05.05.93	3125	n	18	
at1	11.12.92	500	n	18	
at2	11.12.92	2500	n	18	
b1	22.12.92	3125	f	18	auf Stützen Nr. 1
b2	22.12.92	500	f	18	auf Stützen Nr. 1
b3	18.01.93	3125	n	29	
b4	18.01.93	500	n	29	
b5	19.01.93	3125	w		

Anhang D

B-BA 2/1993

2

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	RB	H [cm]	Bemerkungen
b6	19.01.93	500	w		
bh1	20.01.93	3125	n	29	
bh2	20.01.93	500	n	29	
bt1	25.01.93	2500	n	29	
bt2	25.01.93	500	n	29	
c1	22.01.93	3125	n	29	
c2	22.01.93	500	n	29	
ch1	22.01.93	3125	n	29	
ch2	25.01.93	500	n	29	
ct1	20.01.93	2500	n	29	
ct2	20.01.93	500	n	29	
d1	03.06.93	500	n	19	
d2	03.06.93	3125	n	19	
d3	03.06.93	500	w	19	
d4	03.06.93	3125	w	19	
dh1	01.06.93	500	n	19	mit Kantenpunkten
dh2	03.06.93	3125	n	19	mit Kantenpunkten
dh3	03.06.93	500	w	7	
dh4	03.06.93	3125	w	7	
eh1	26.05.93	500	n	19	
eh2	26.05.93	3125	n	19	
fh1	26.05.93	500	n	19	mit Kantenpunkten
fh2	26.05.93	3125	n	19	mit Kantenpunkten
fh3	01.06.93	500	w	7	mit Kantenpunkten
fh4	01.06.93	3125	w	7	mit Kantenpunkten
gh1	05.05.93	500	n	23	
gh2	05.05.93	3125	n	23	
gh3	05.05.93	500	w	6	
gh4	05.05.93	3125	w	6	
hh1	26.05.93	500	n	23	
hh2	26.05.93	3125	n	23	

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	RB	H [cm]	Bemerkungen
ih1	25.05.93	500	n	23	
ih2	25.05.93	3125	n	23	
jh1	26.05.93	500	n	23	
jh2	26.05.93	3125	n	23	
kt1	25.05.93	500	n	22	
kt2	25.05.93	2500	n	22	
lt1	13.05.93	500	n	22	
lt2	13.05.93	2500	n	22	
nt1	13.05.93	500	n	22	
nt2	13.05.93	2500	n	22	
ot1	12.05.93	500	n	22	
ot2	12.05.93	2500	n	22	
p1	24.06.93	500	w	6	
p2	24.06.93	3125	w	6	
pt1	15.06.93	500	n	22	
pt2	15.06.93	2500	n	22	
pt3	15.06.93	500	w	6	
pt4	15.06.93	2500	w	6	
rh1	22.06.93	500	n	65	
rh2	22.06.93	3125	n	65	
rh3	22.06.93	500	f	19	auf Stützen Nr. 1
rh4	22.06.93	3125	f	19	auf Stützen Nr. 1
sh1	08.06.93	500	n	65	
sh2	08.06.93	3125	n	65	

Mittlere Admittanzen von einzelnen Doppelbodenplatten

Die folgenden Bilder E.1 bis E.79 zeigen mittlere Admittanzen von einzelnen Doppelbodenplatten. Sie wurden aus den in Anhang D aufgelisteten Modalanalysen folgendermaßen gewonnen: Im STAR-Programm wird die Option "Modal Peaks" mit "Magnitude ^2" gewählt und über den gewünschten Punktebereich (in der Regel 1 bis 36) gemittelt. Anschließend wird das Ergebnis zweimal integriert ("Integrate" in "Block Operations"), so daß sich die folgenden logarithmischen Admittanzdarstellungen (0 dB re 1 ms⁻¹/N) ergeben. An der handschriftlichen Eintragung (z.B. av_adm_z.aps) läßt sich der jeweilige Punktebereich ablesen:

..._z.aps oder ...aps: Punkte 1 bis 36 (auf der Oberseite)
..._r.aps: Punkte 37 bis 60 (auf den Kanten)

Project : a19
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_z.aps

Lower X cursor : 53.125
— Trace A value : -42.127

Upper X cursor : 178.125
— Trace A value : -57.512

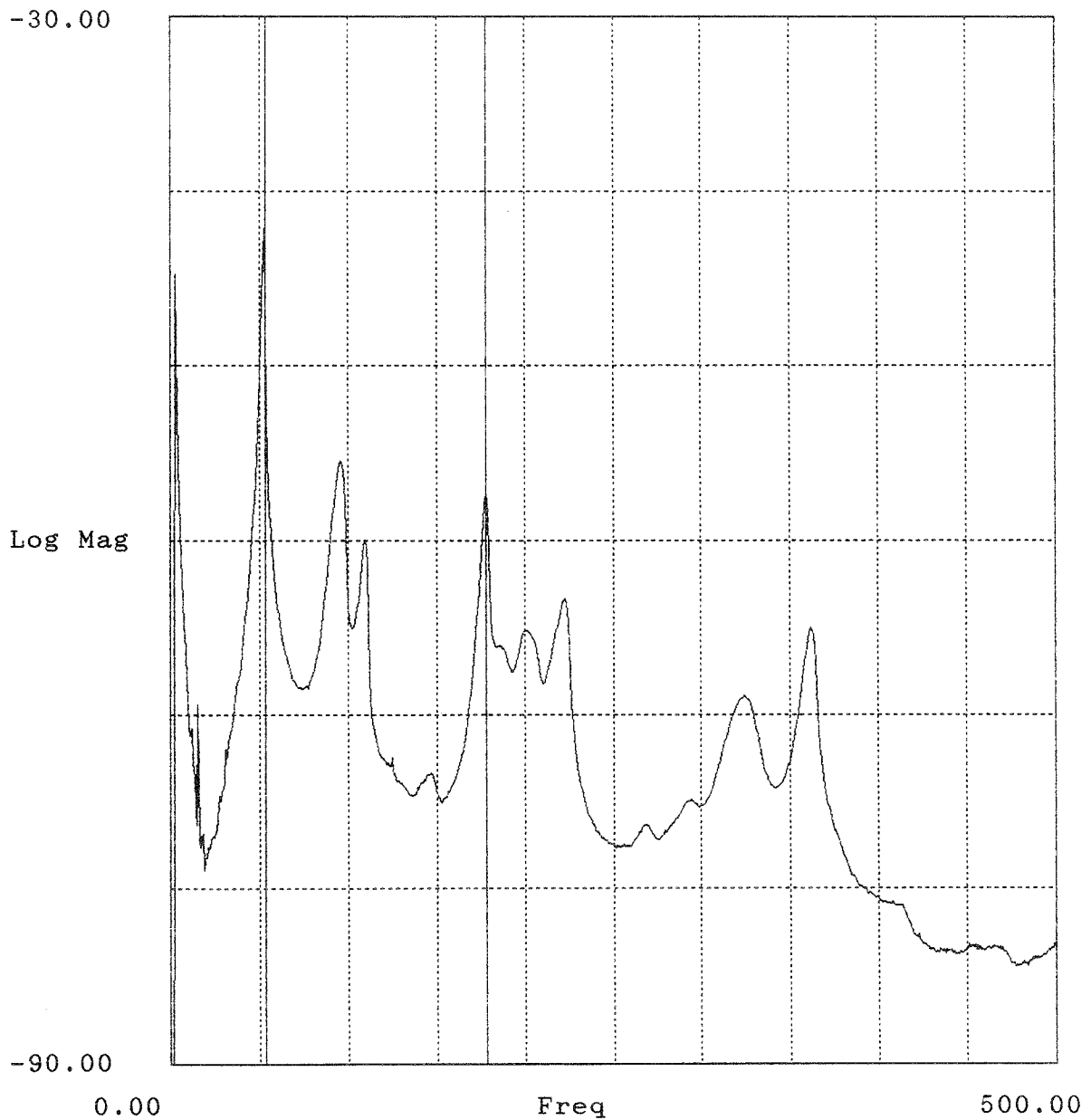


Bild E.1: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : a20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm-τ.aps

Lower X cursor : 1.269K
— Trace A value : -78.053

Upper X cursor : 2.359K
— Trace A value : -71.028

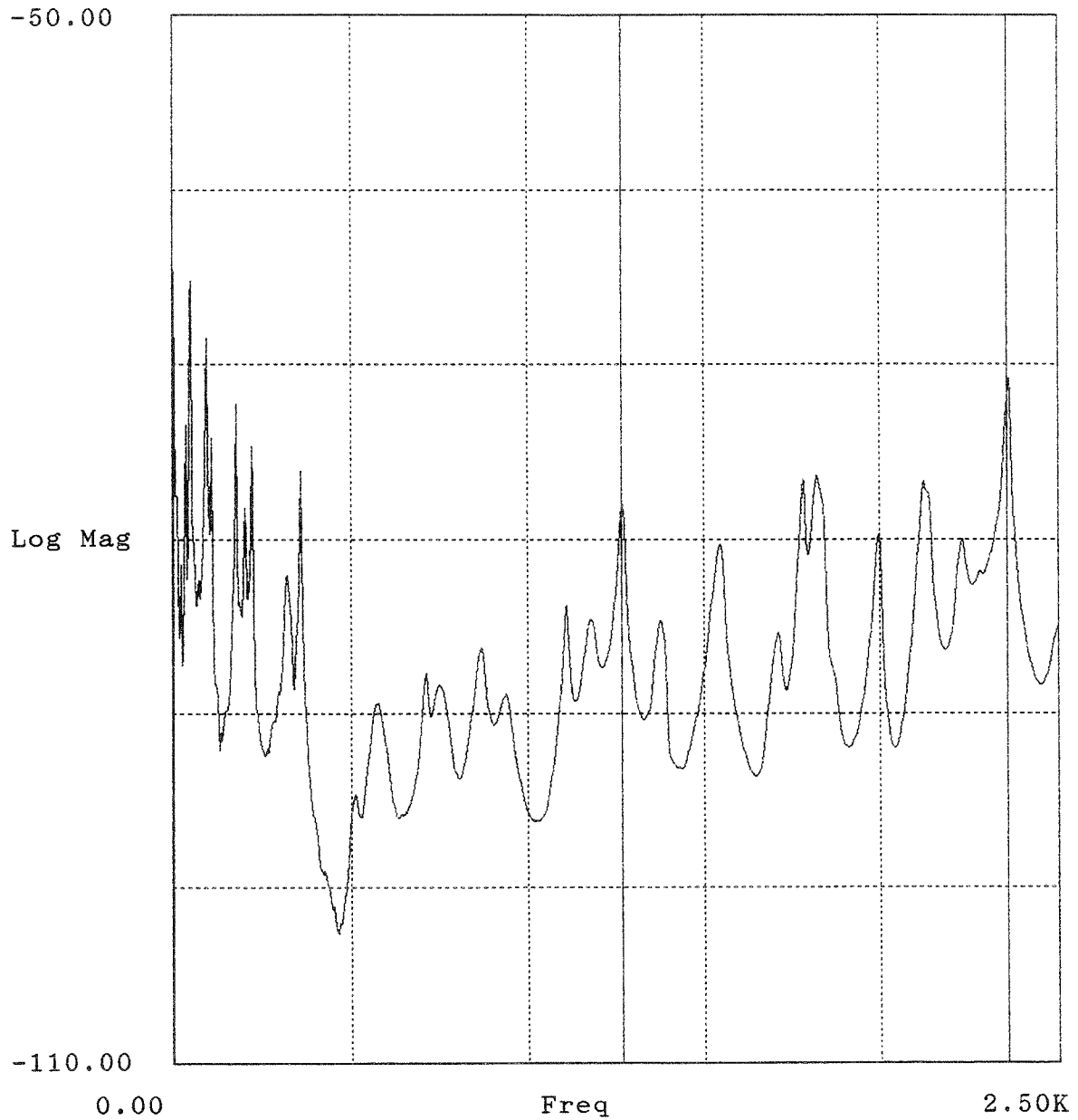


Bild E.2: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : a20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm-z.aps

Lower X cursor : 1.269K
— Trace A value : -66.369

Upper X cursor : 2.359K
— Trace A value : -62.623

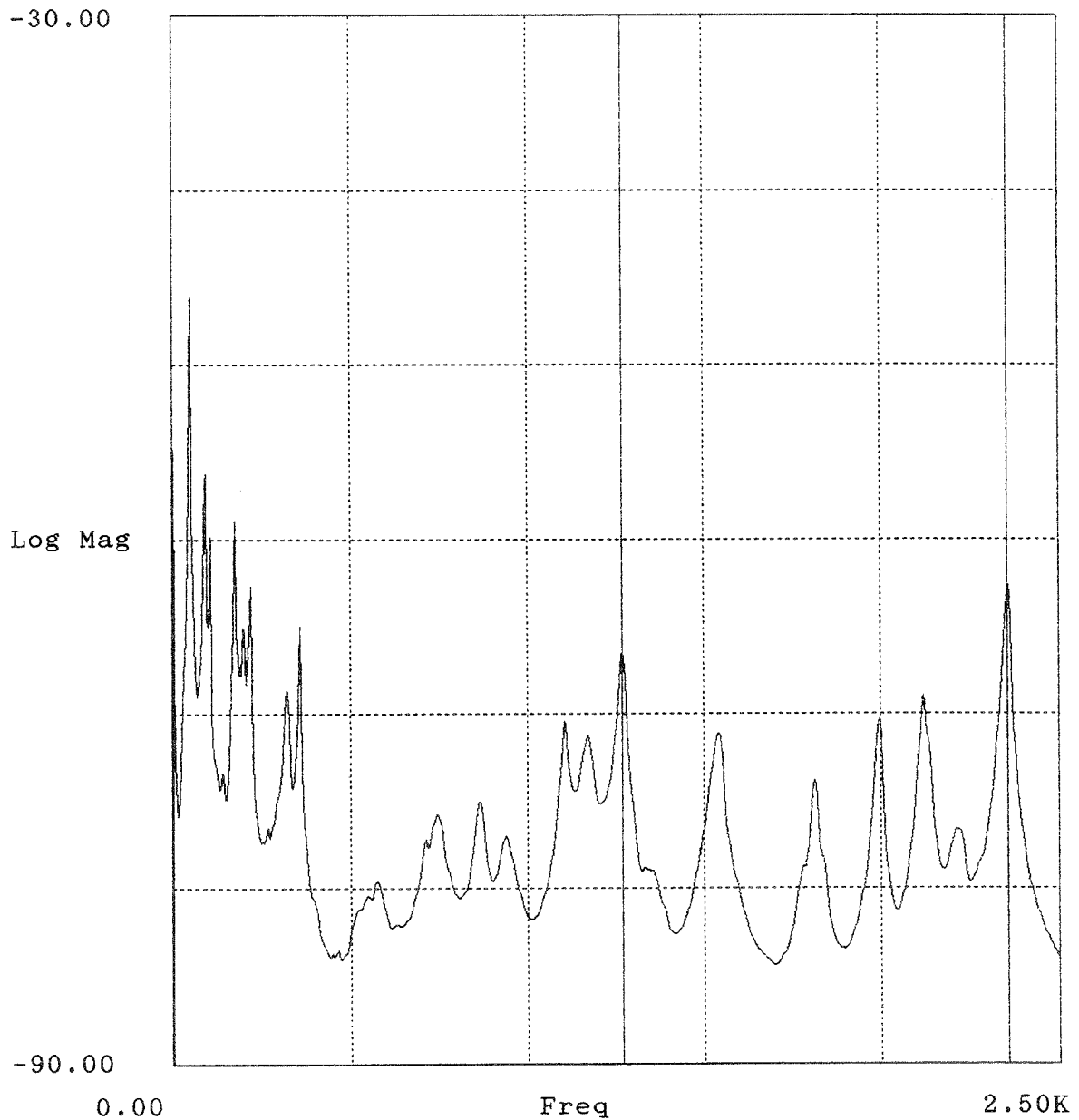


Bild E.3: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E

B-BA 2/1993

(Project = Name der Messung nach Anhang D)

Project : a21
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 63.125
— Trace A value : -49.386

Upper X cursor : 273.750
— Trace A value : -52.215

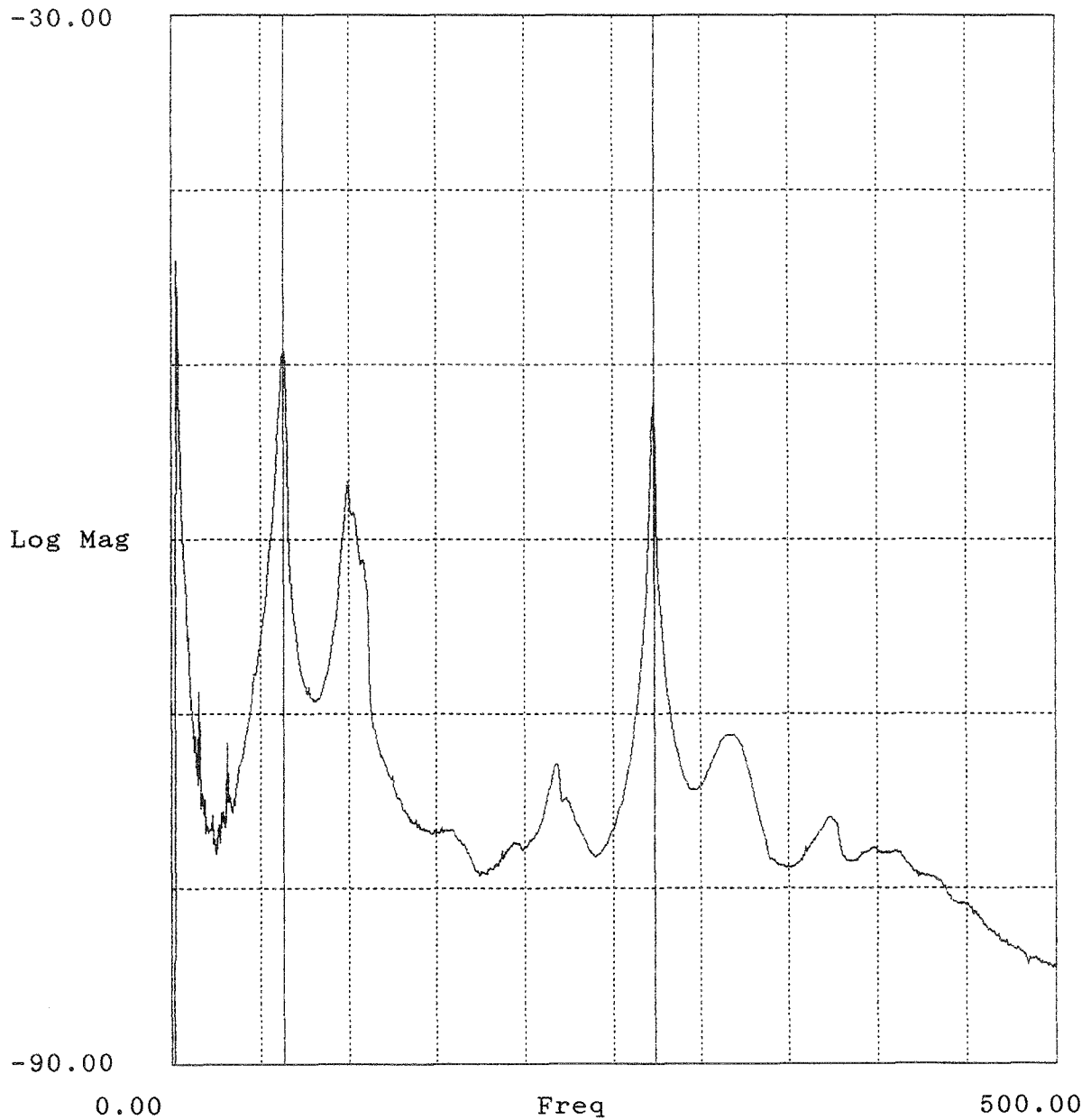


Bild E.4: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : a22
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm-r.aps

Lower X cursor : 812.500
— Trace A value : -72.980

Upper X cursor : 2.359K
— Trace A value : -84.893

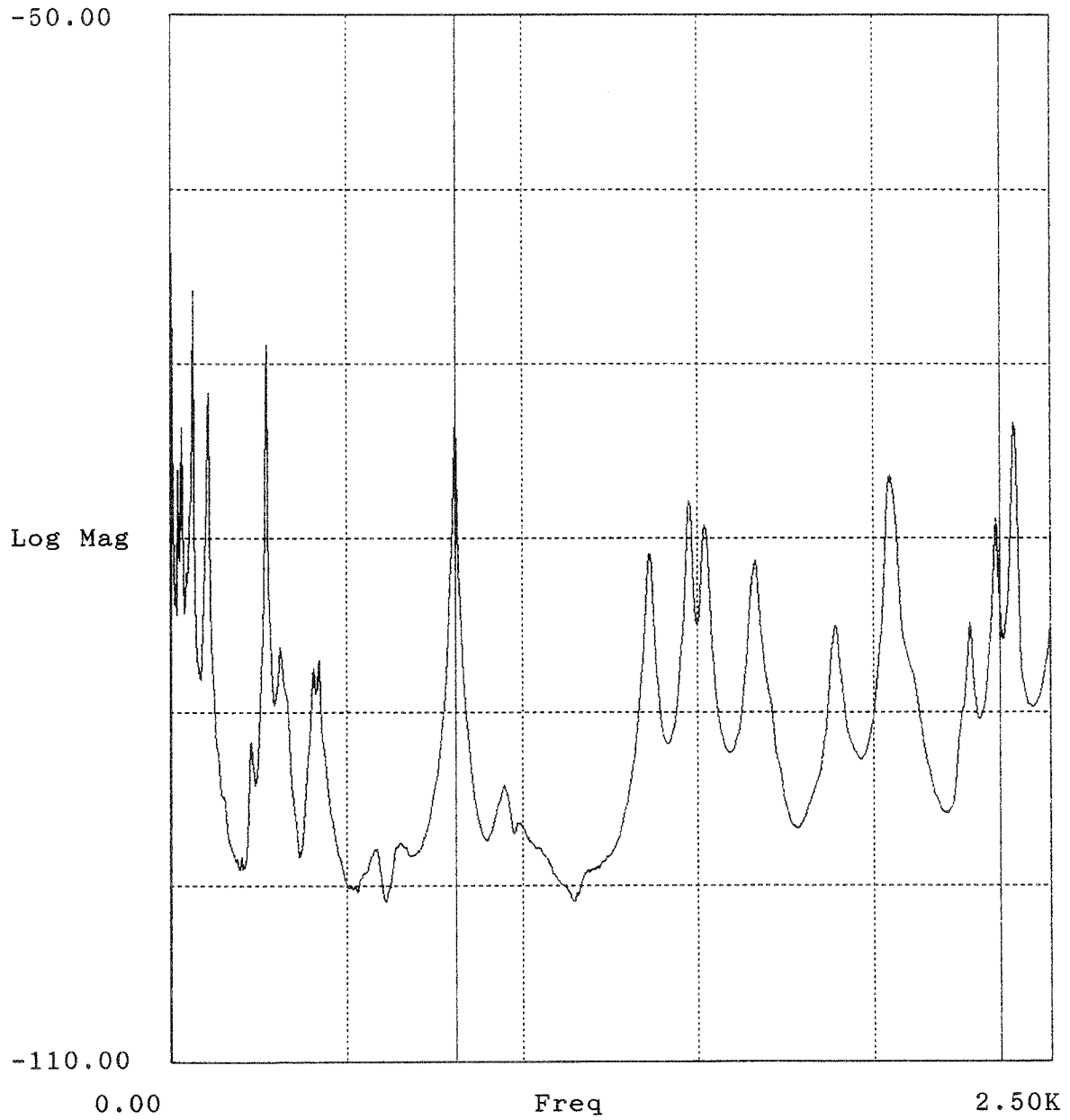


Bild E.5: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : a22
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_z.aps

Lower X cursor : 809.375
— Trace A value : -61.394

Upper X cursor : 2.344K
— Trace A value : -69.554

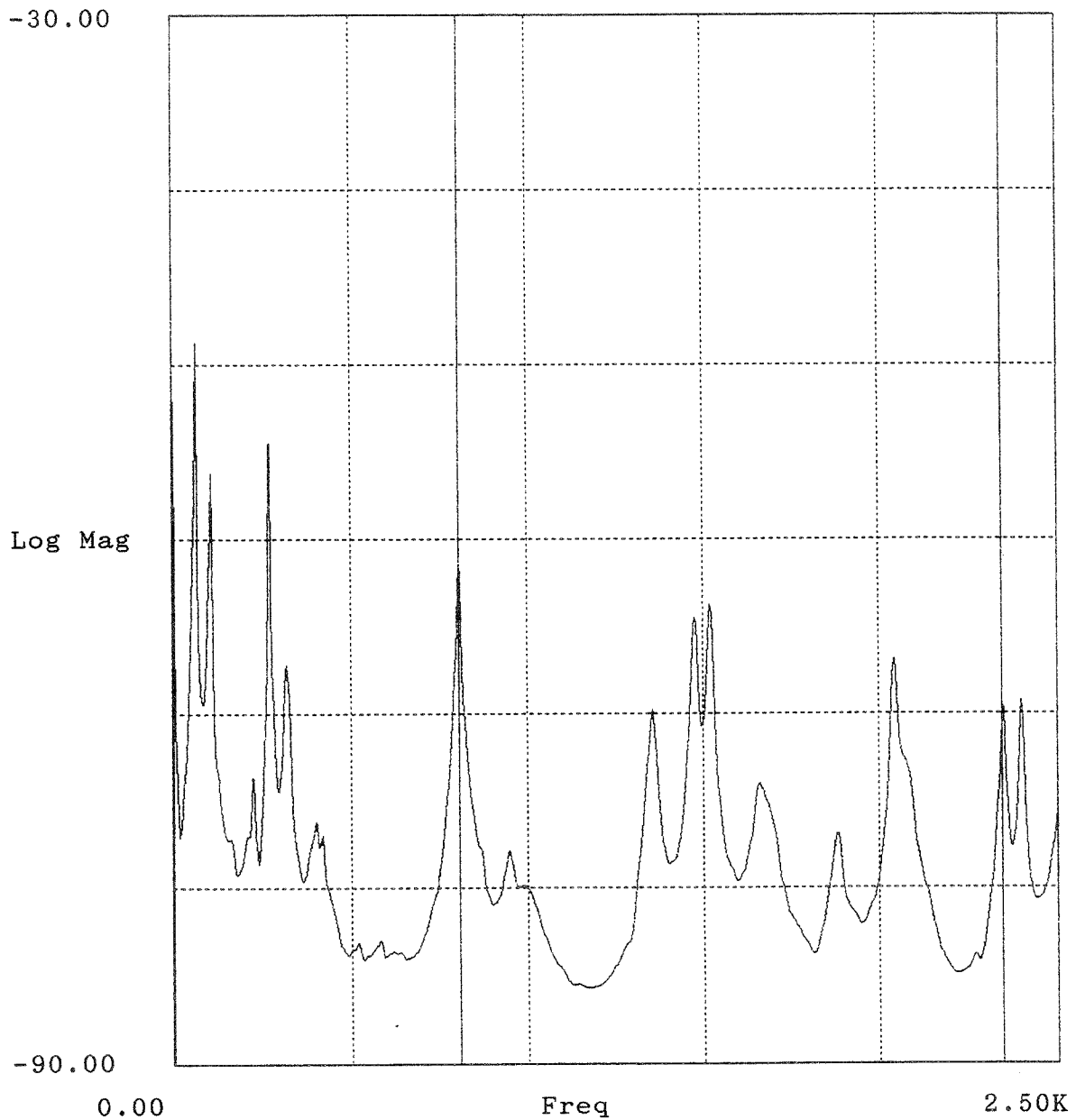


Bild E.6: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : a23
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 233.750
— Trace A value : -59.460

Upper X cursor : 427.500
— Trace A value : -75.570

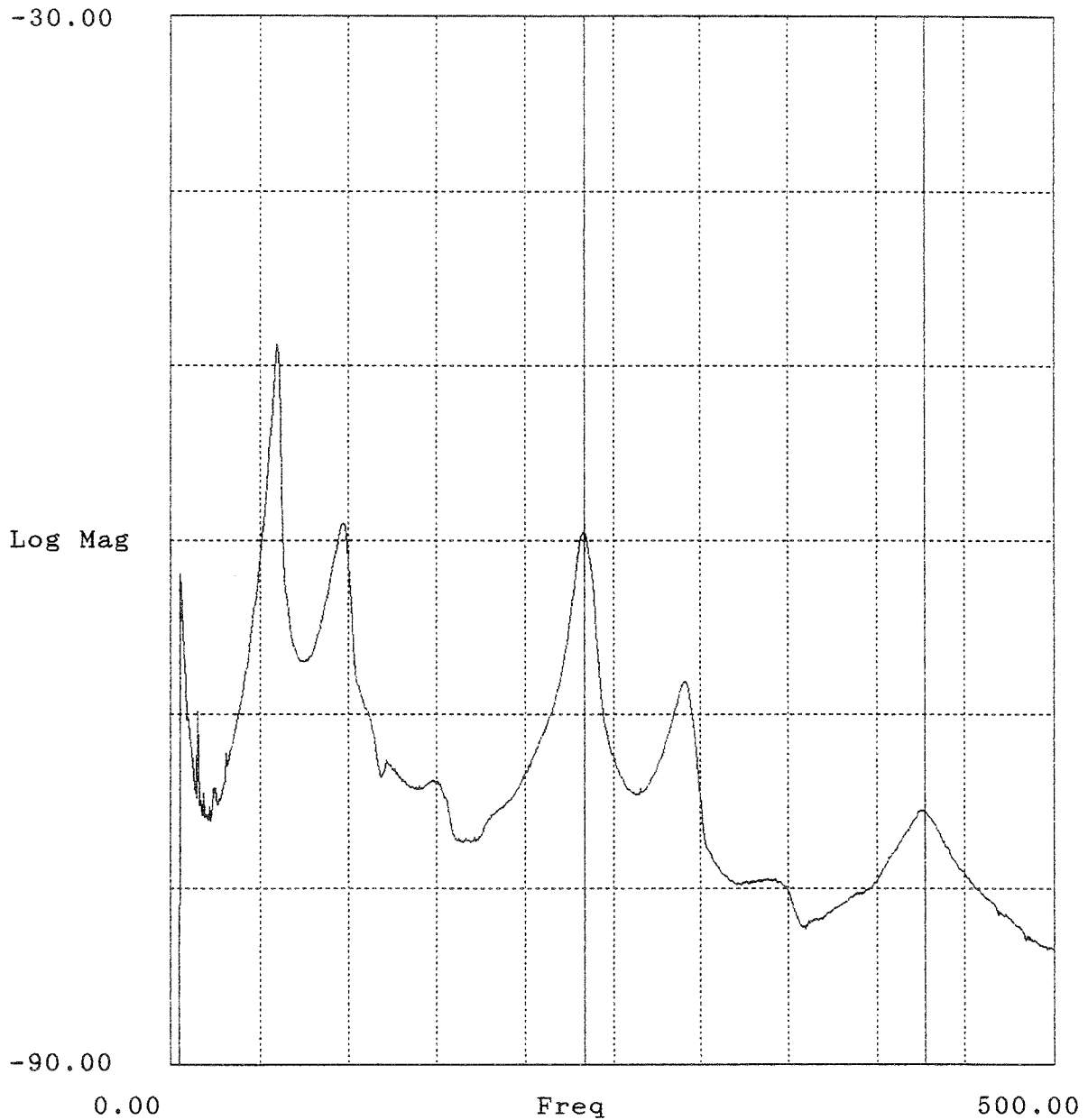


Bild E.7: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ah3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 339.844
— Trace A value : -72.213

Upper X cursor : 1.801K
— Trace A value : -77.087

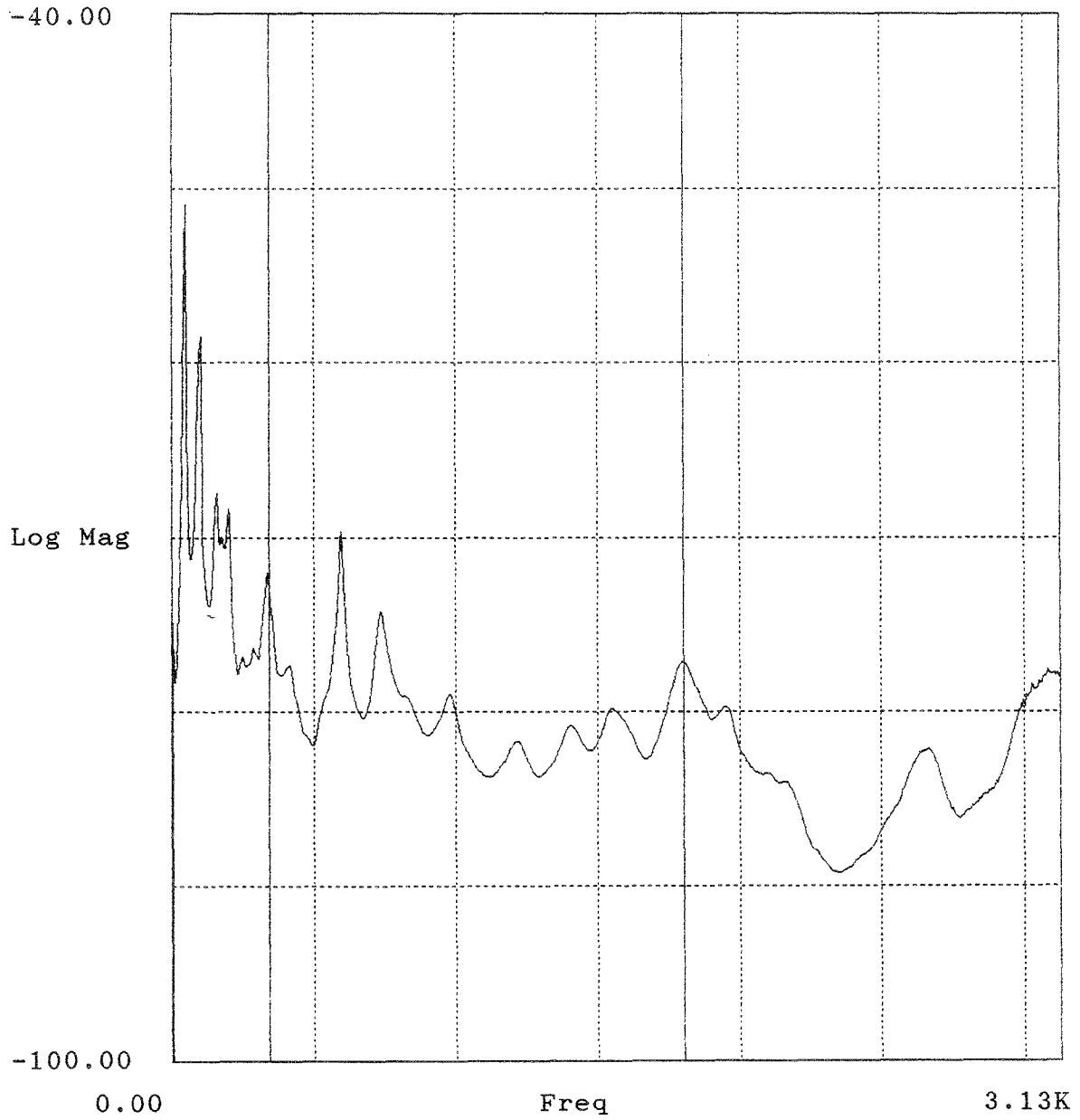


Bild E.8: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ah4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 45.625
— Trace A value : -48.635

Upper X cursor : 96.250
— Trace A value : -55.056

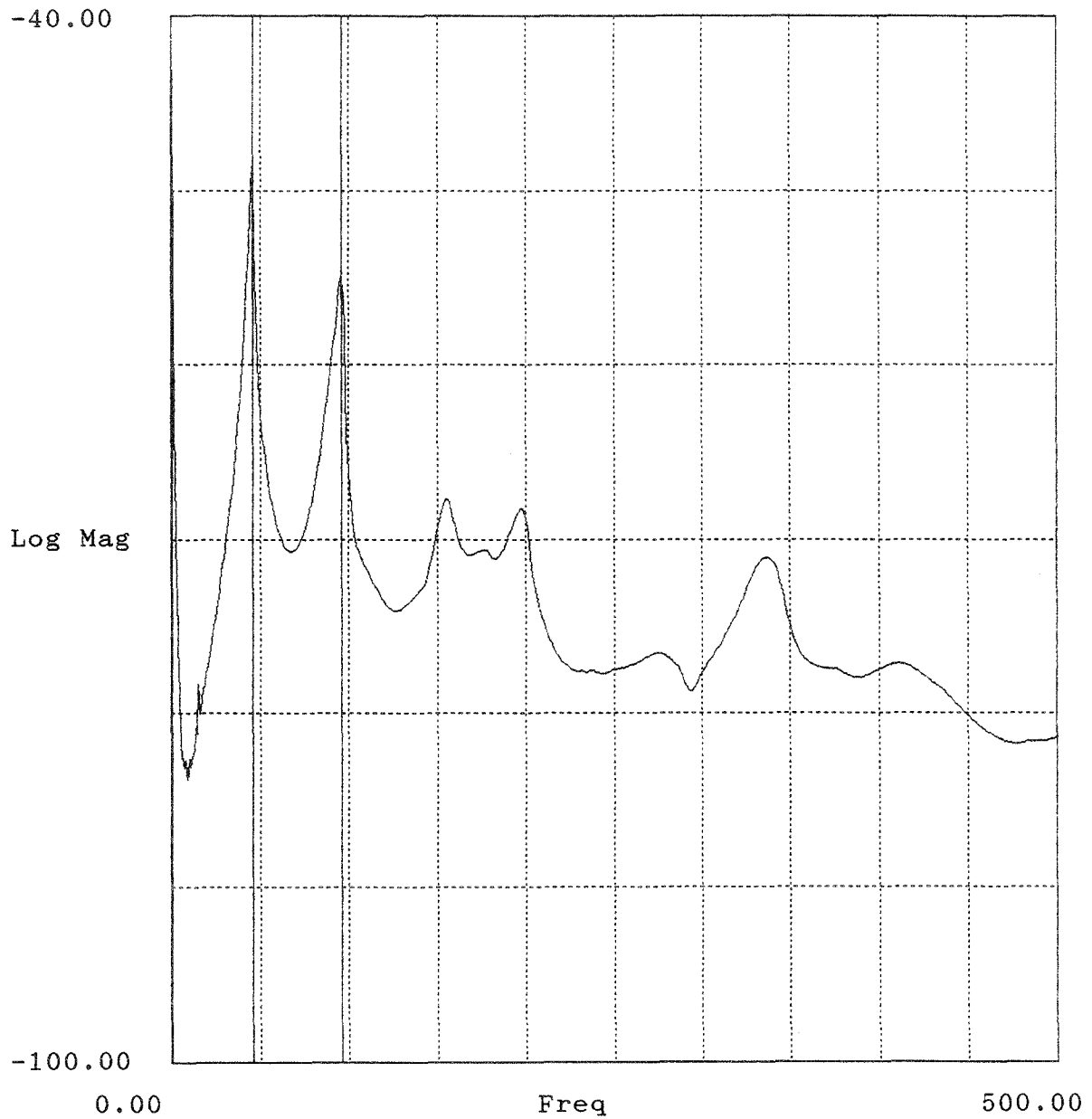


Bild E.9: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ah5
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 49.375
— Trace A value : -48.311

Upper X cursor : 350.000
— Trace A value : -69.006

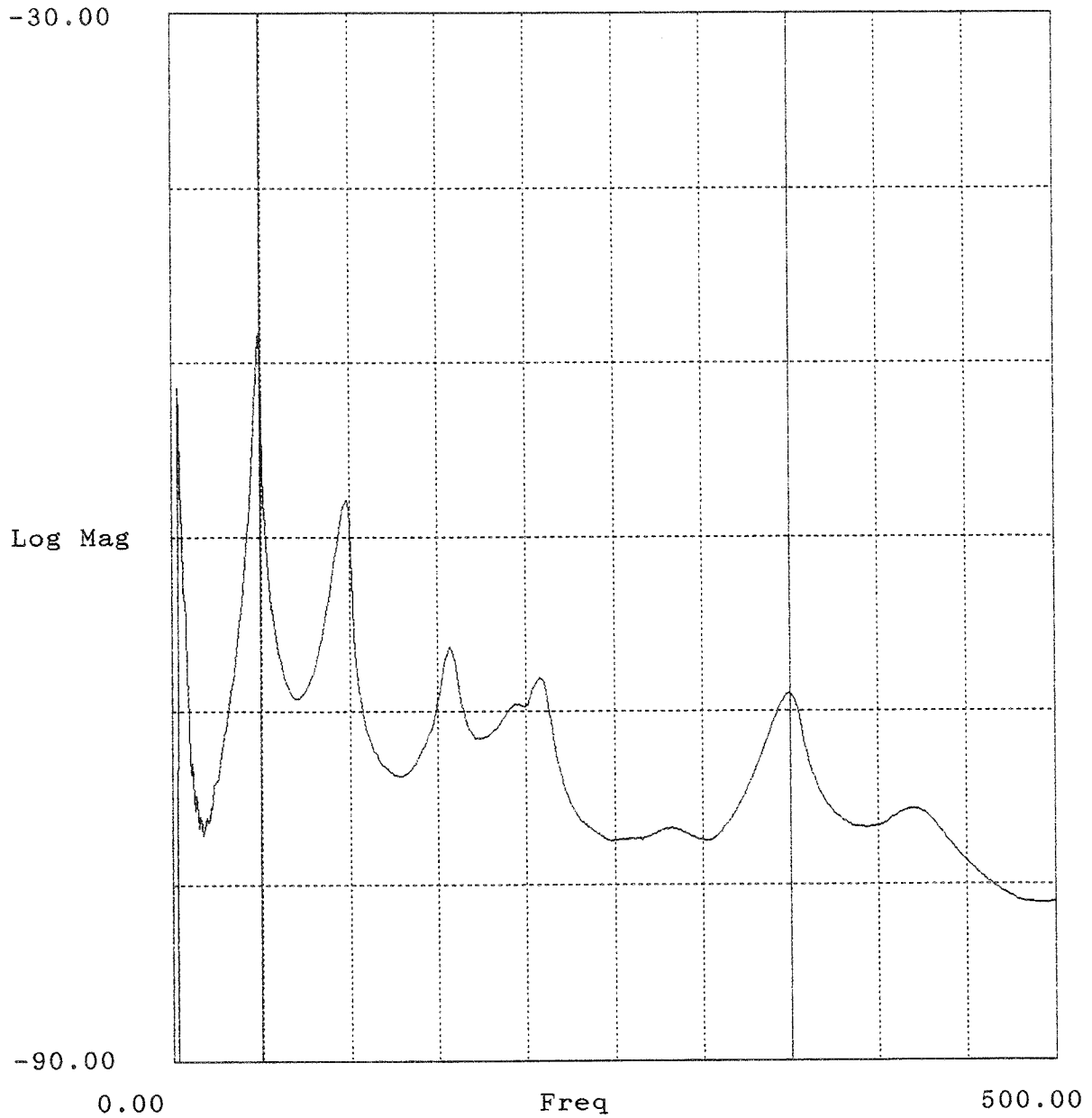


Bild E.10: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ah6
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 753.906
— Trace A value : -74.234

Upper X cursor : 1.434K
— Trace A value : -77.965

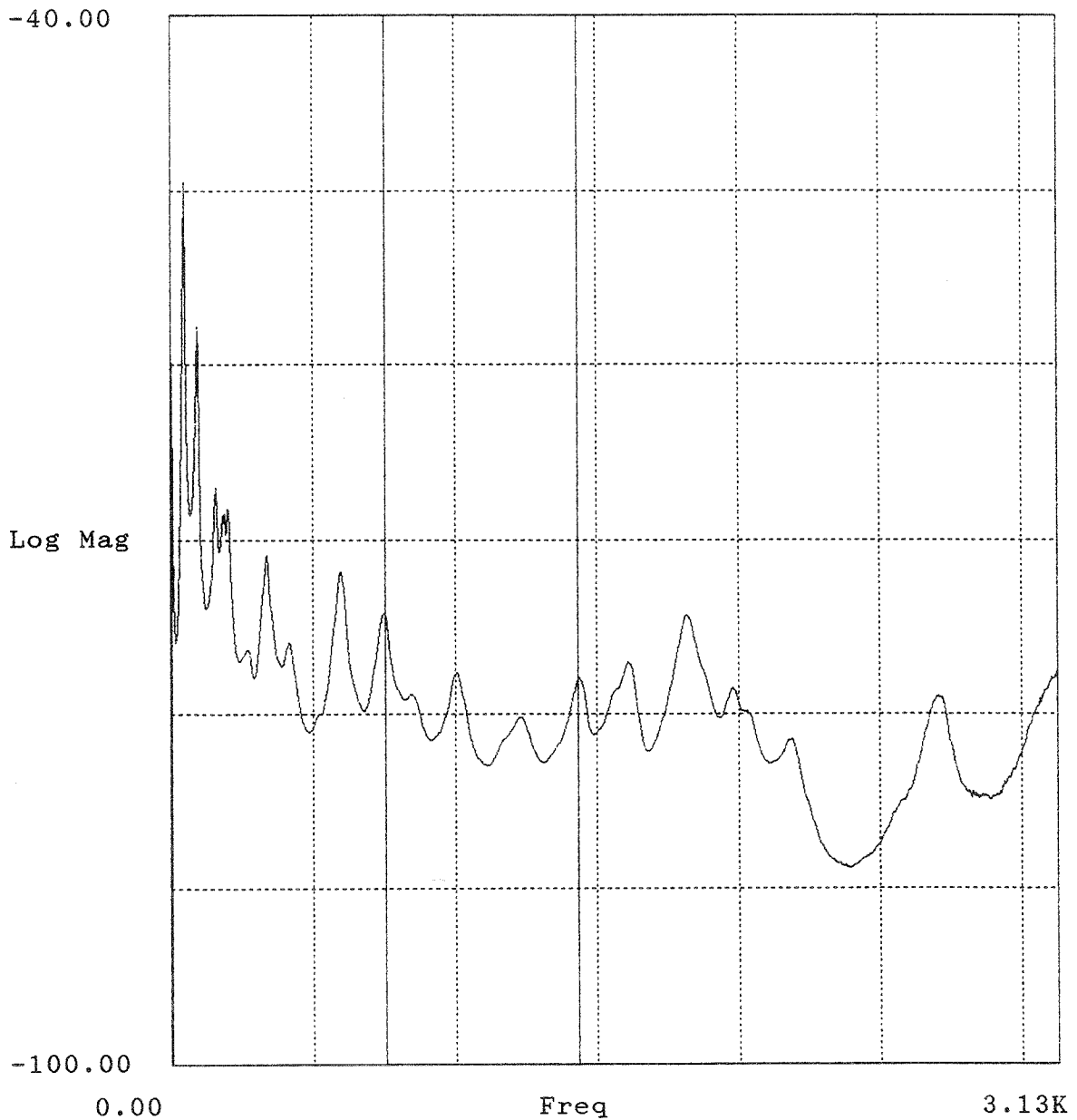


Bild E.11: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : atl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 59.375
— Trace A value : -52.487

Upper X cursor : 223.125
— Trace A value : -63.949

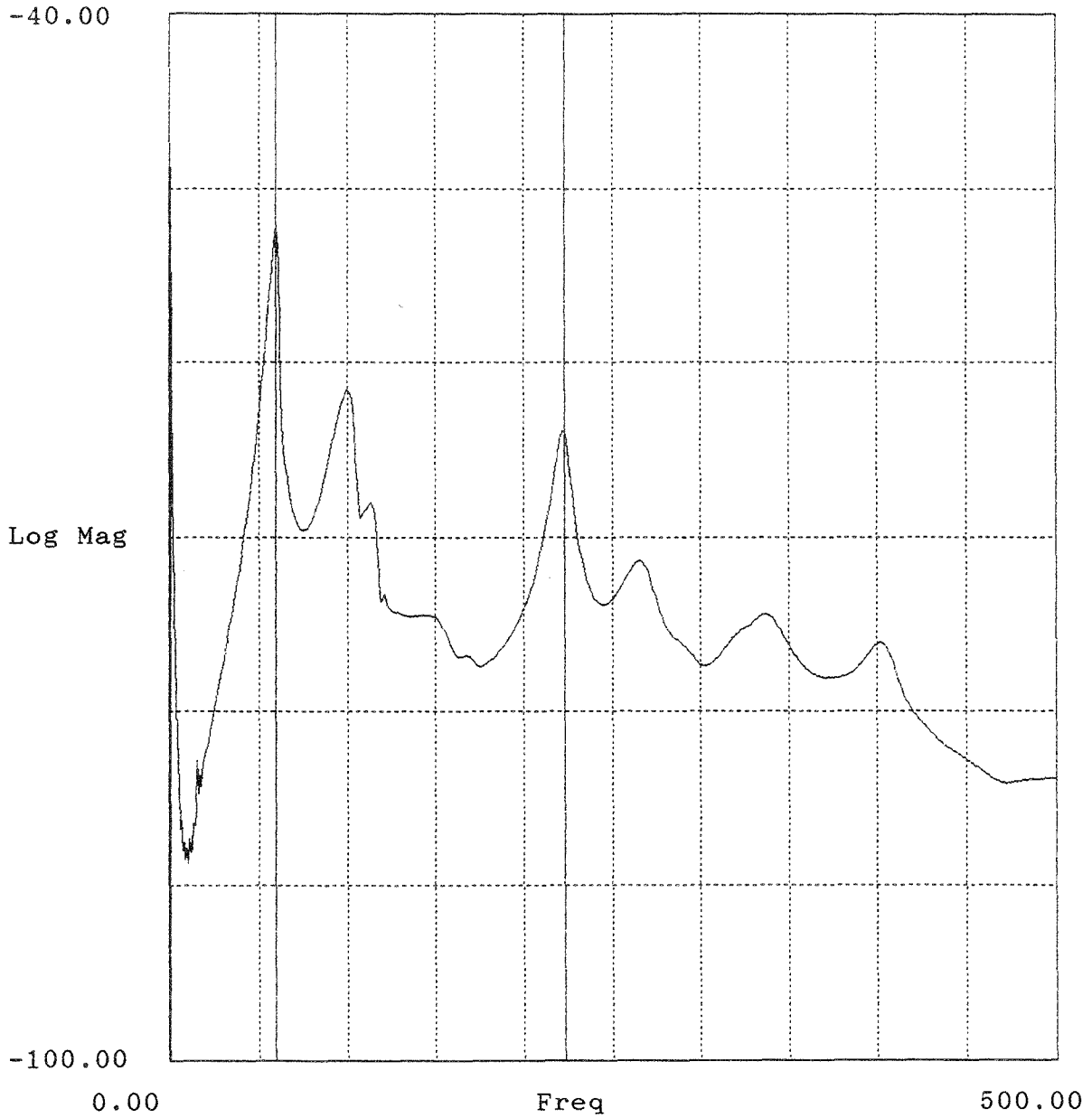


Bild E.12: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
Project = Name der Messung nach Anhang D

Project : at2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 221.875
— Trace A value : -63.821

Upper X cursor : 1.441K
— Trace A value : -72.350

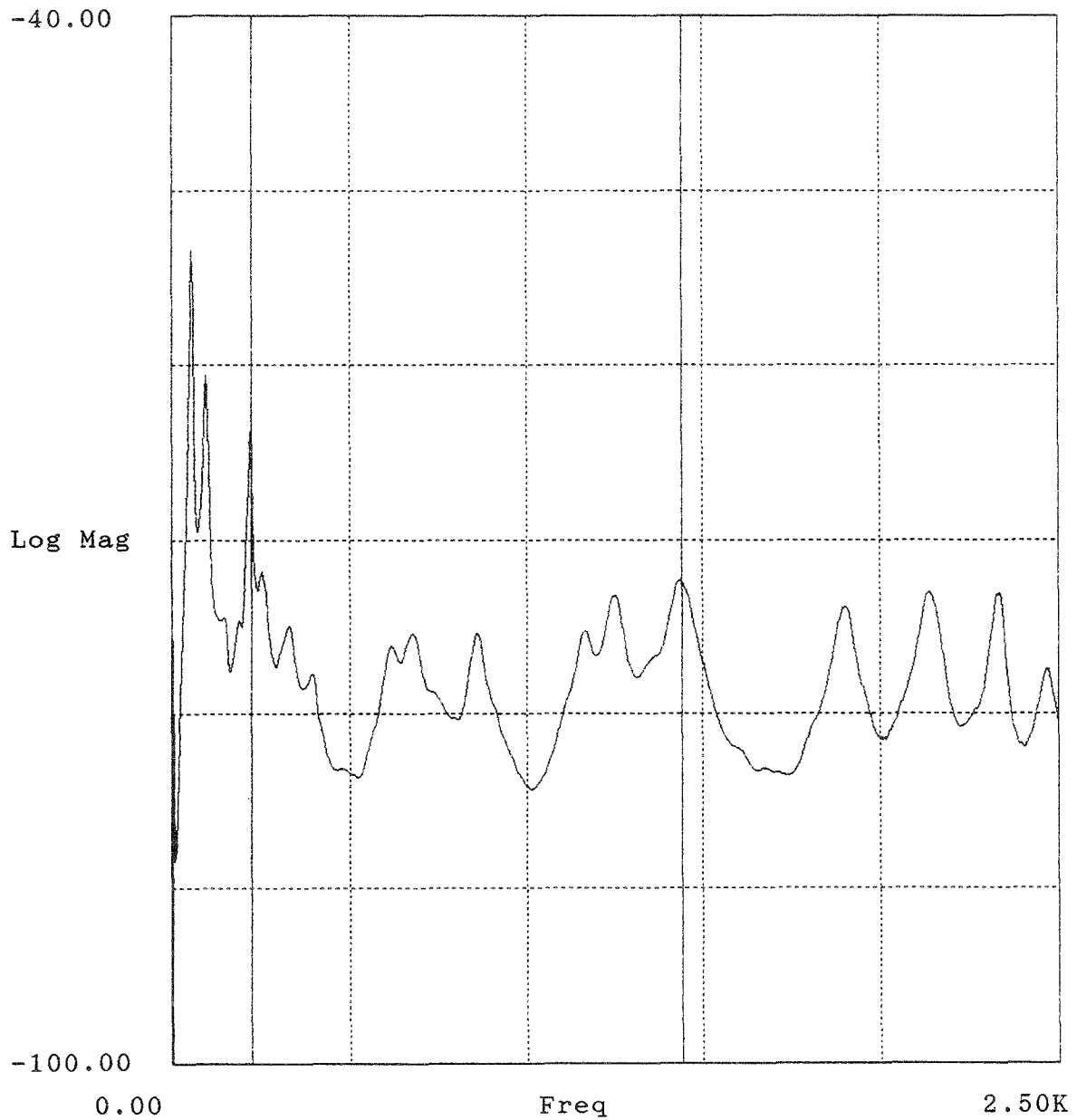


Bild E.13: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : b1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 54.688
— Trace A value : -53.930

Upper X cursor : 1.156K
— Trace A value : -64.160

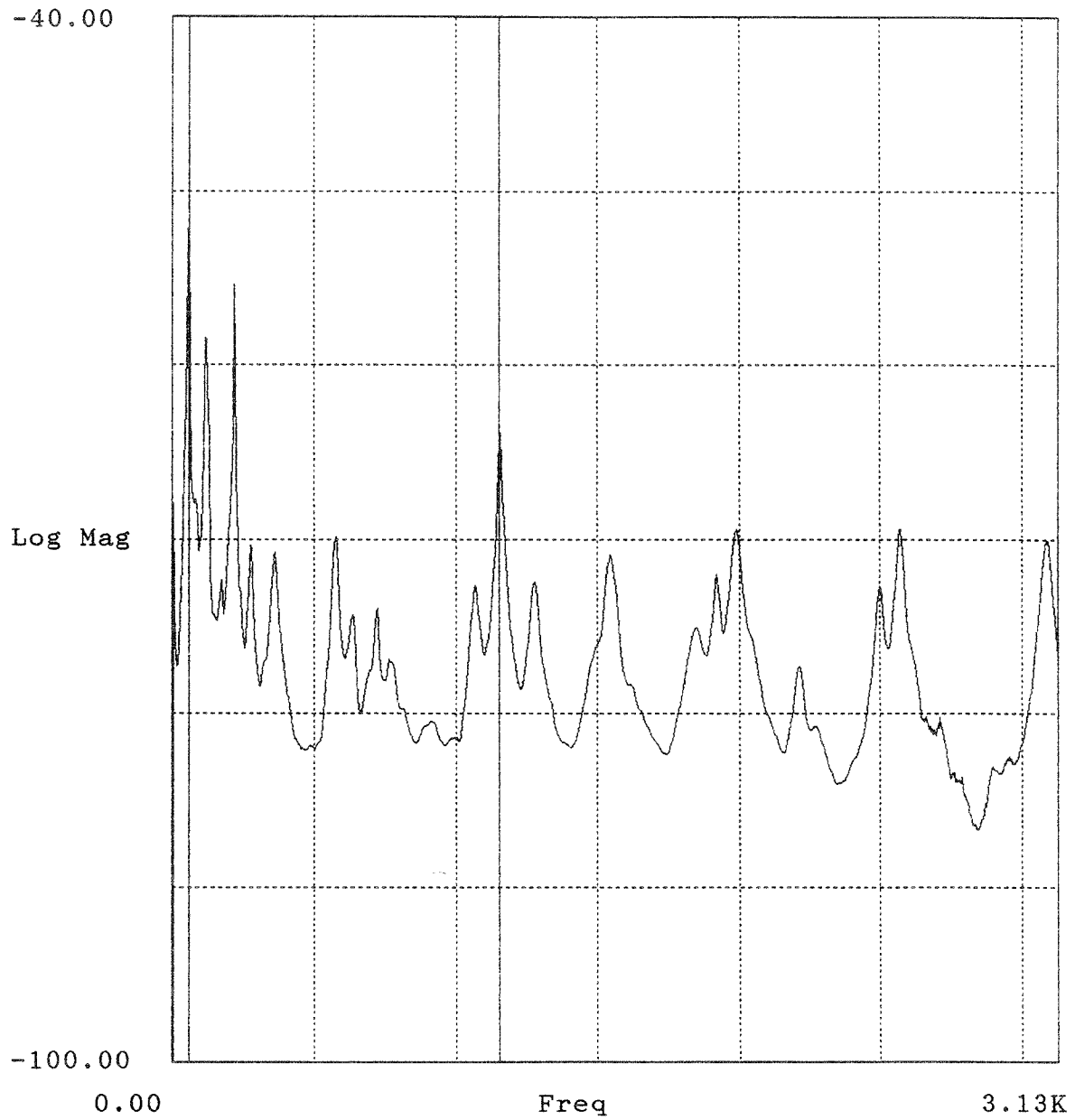


Bild E.14: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : b2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 58.125
— Trace A value : -49.088

Upper X cursor : 220.625
— Trace A value : -55.046

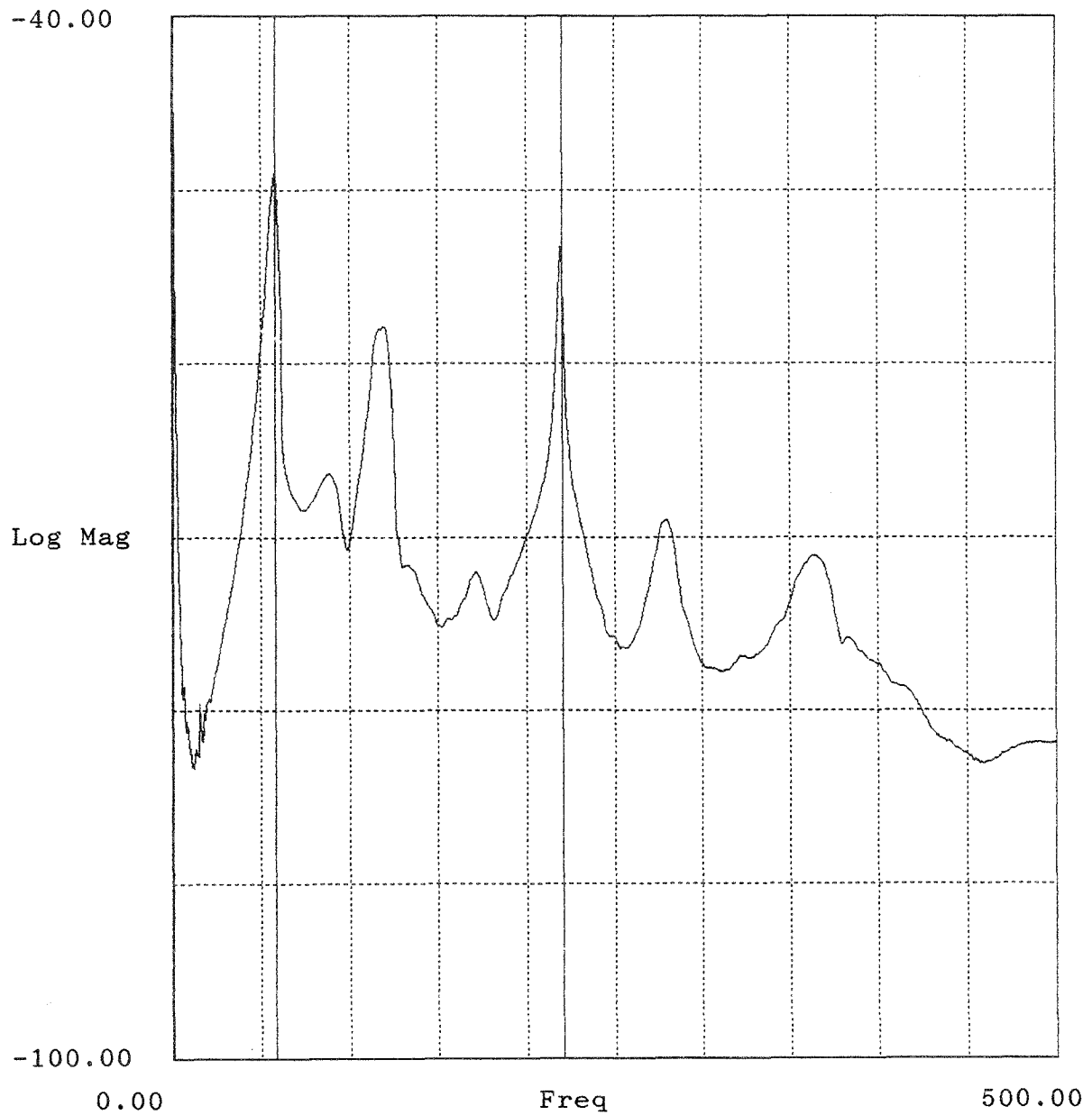


Bild E.15: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : b3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 39.063
— Trace A value : -57.815

Upper X cursor : 1.555K
— Trace A value : -66.484

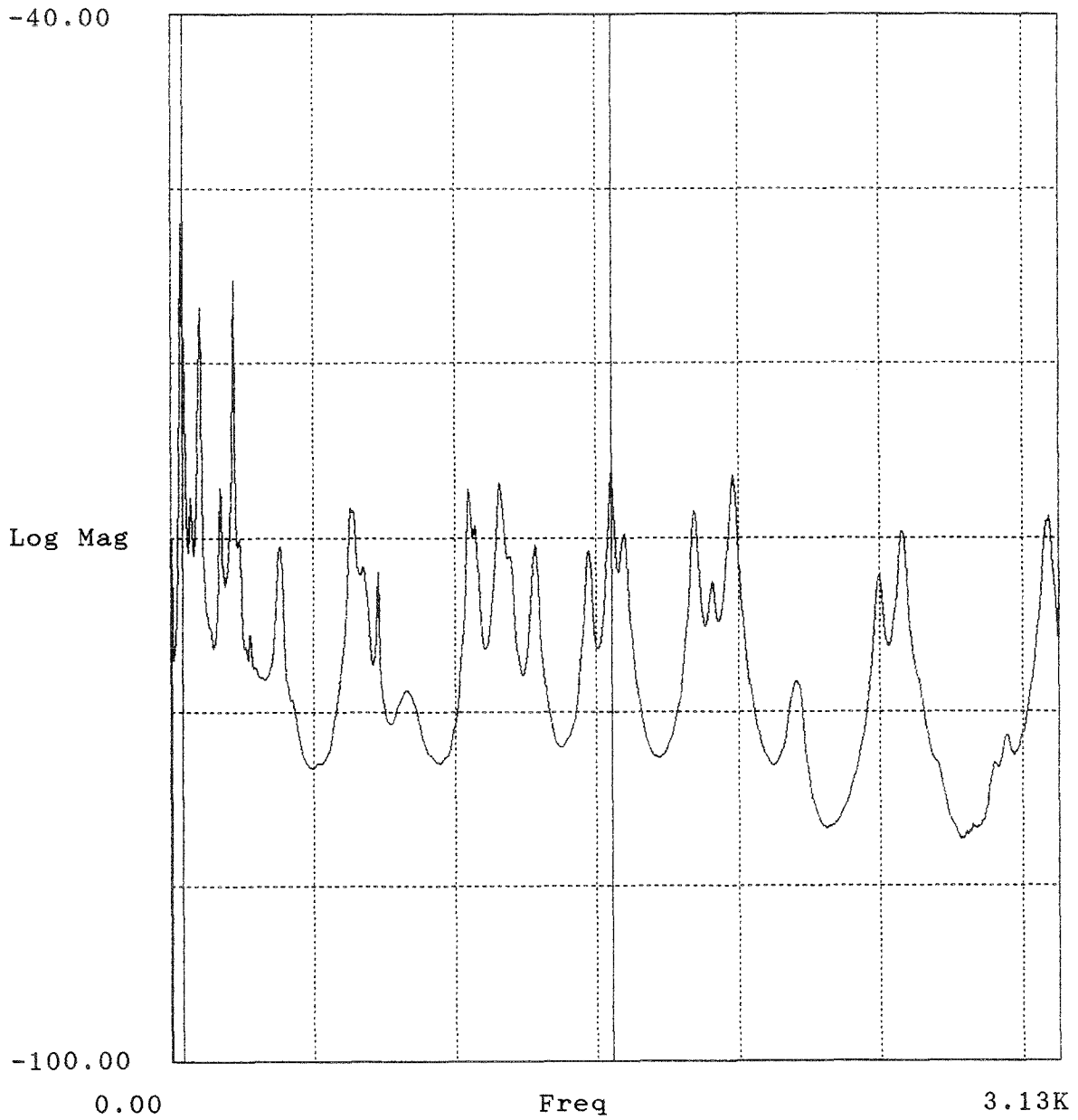


Bild E.16: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : b4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 39.375
— Trace A value : -49.314

Upper X cursor : 223.125
— Trace A value : -56.261

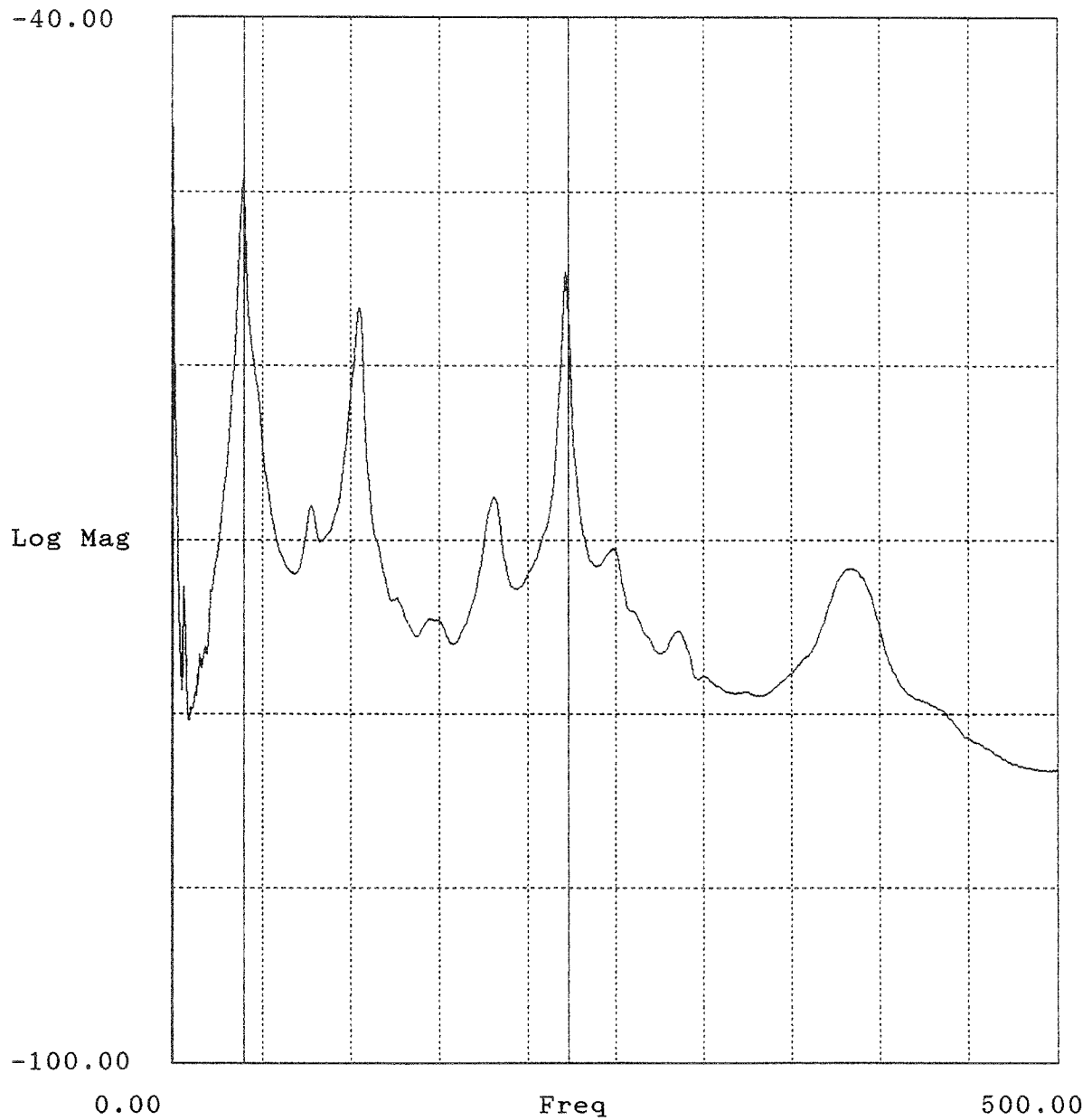


Bild E.17: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : b5
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 371.094
— Trace A value : -60.206

Upper X cursor : 2.578K
— Trace A value : -68.748

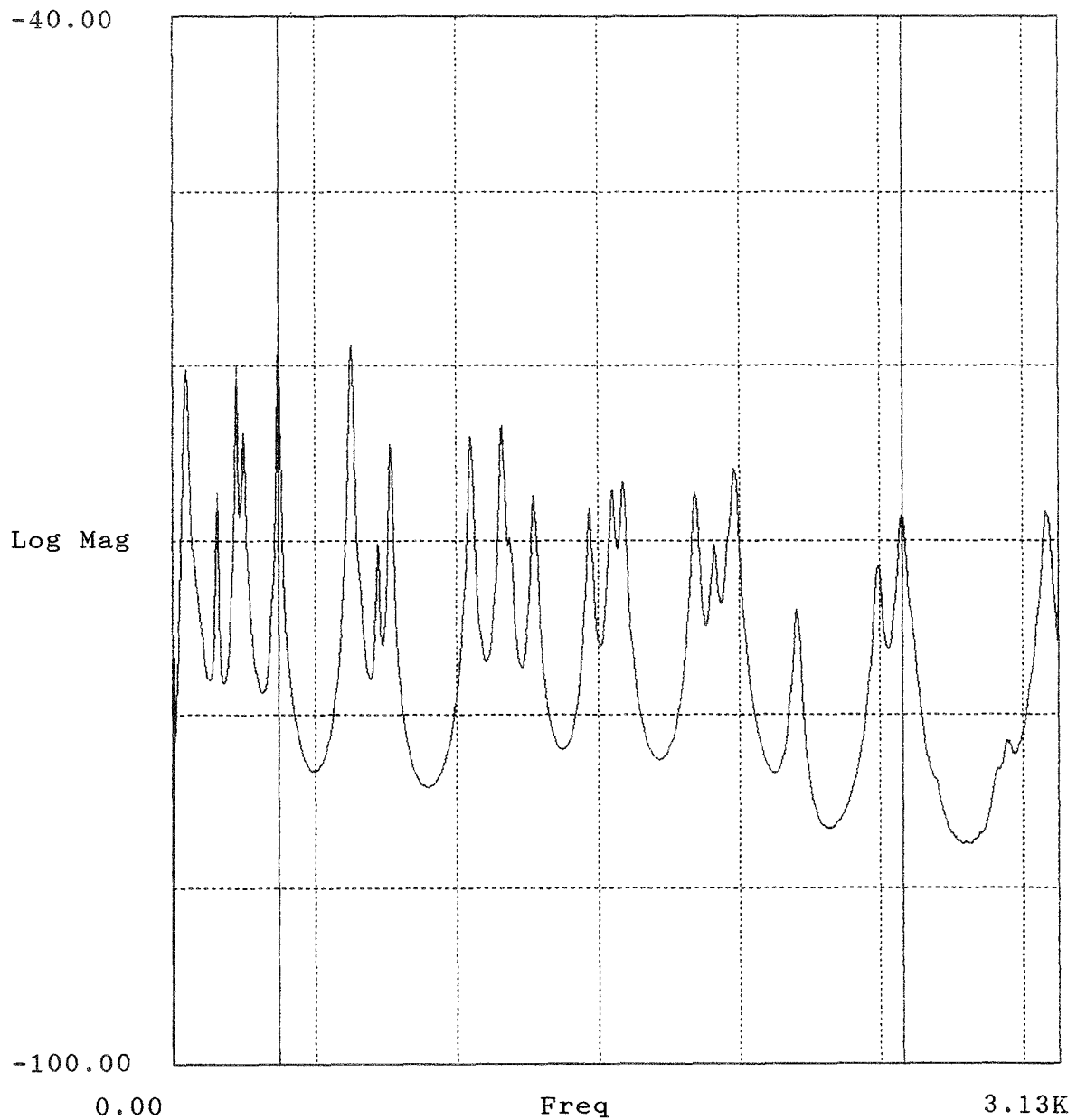


Bild E.18: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dBre $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : b6
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_achw.aps

Lower X cursor : 51.875
— Trace A value : -60.709

Upper X cursor : 375.625
— Trace A value : -58.823

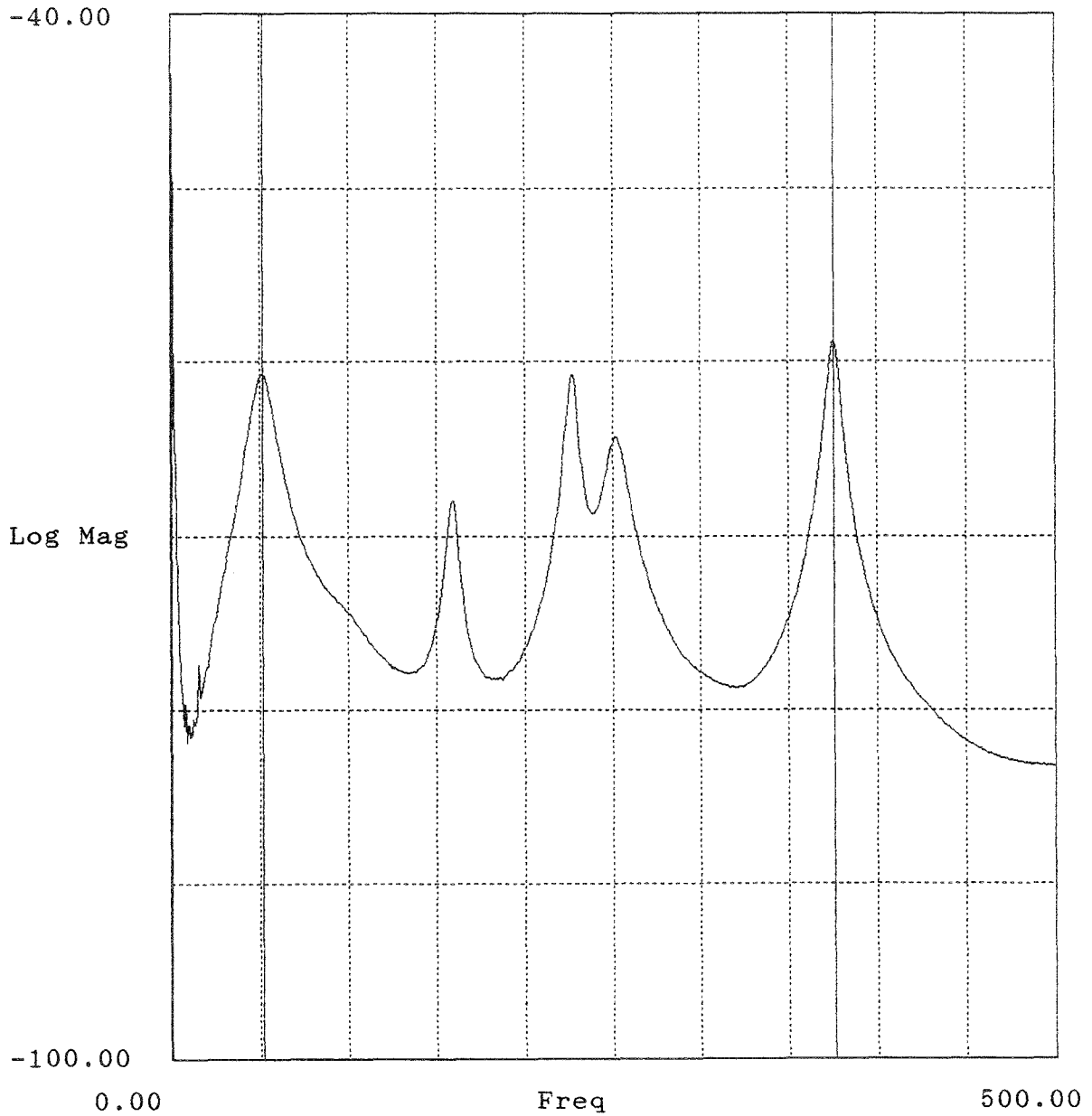


Bild E.19: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : bh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 230.469
— Trace A value : -62.675

Upper X cursor : 667.969
— Trace A value : -64.371

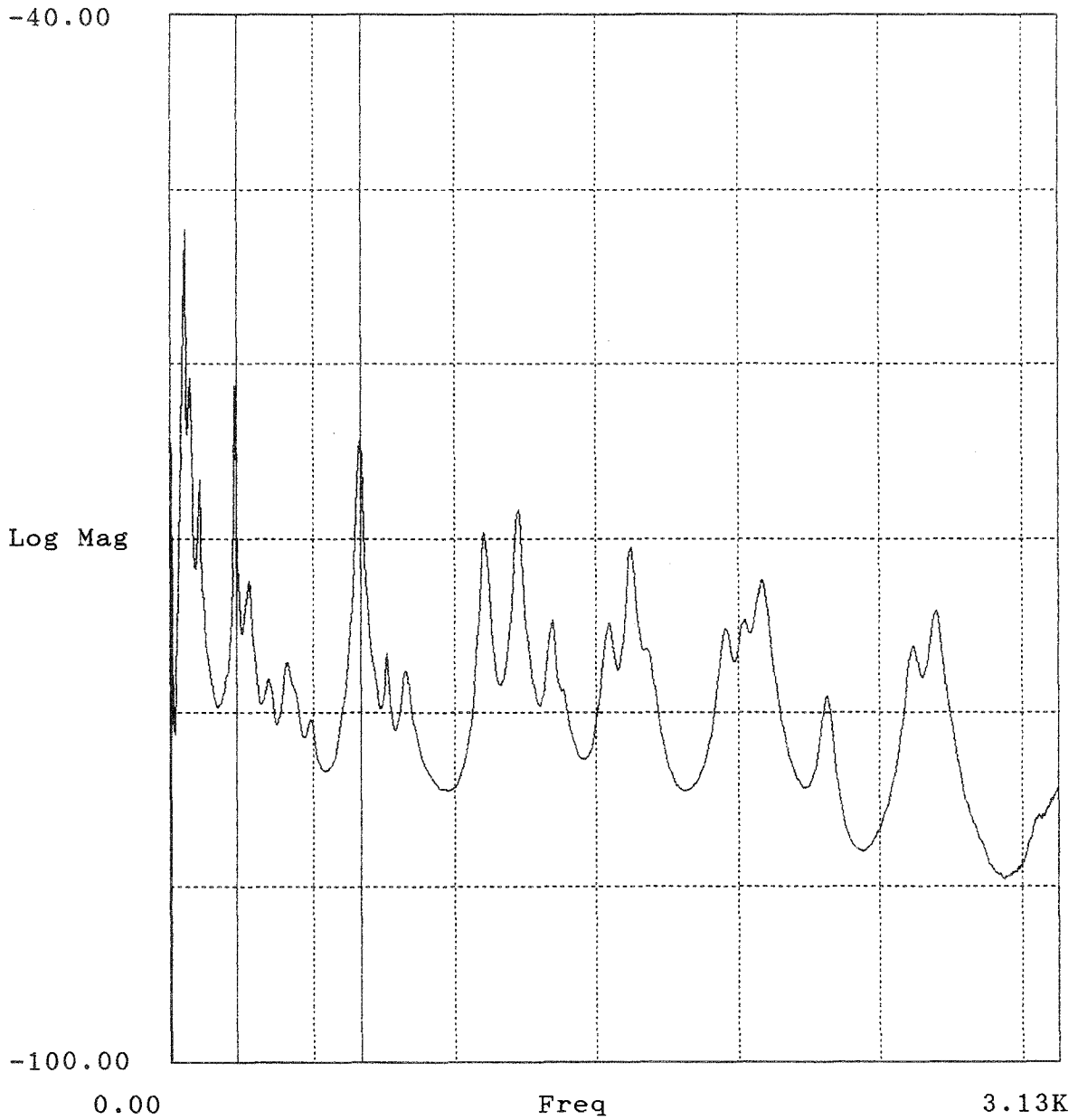


Bild E.20: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : bh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 50.625
— Trace A value : -51.278

Upper X cursor : 228.125
— Trace A value : -59.951

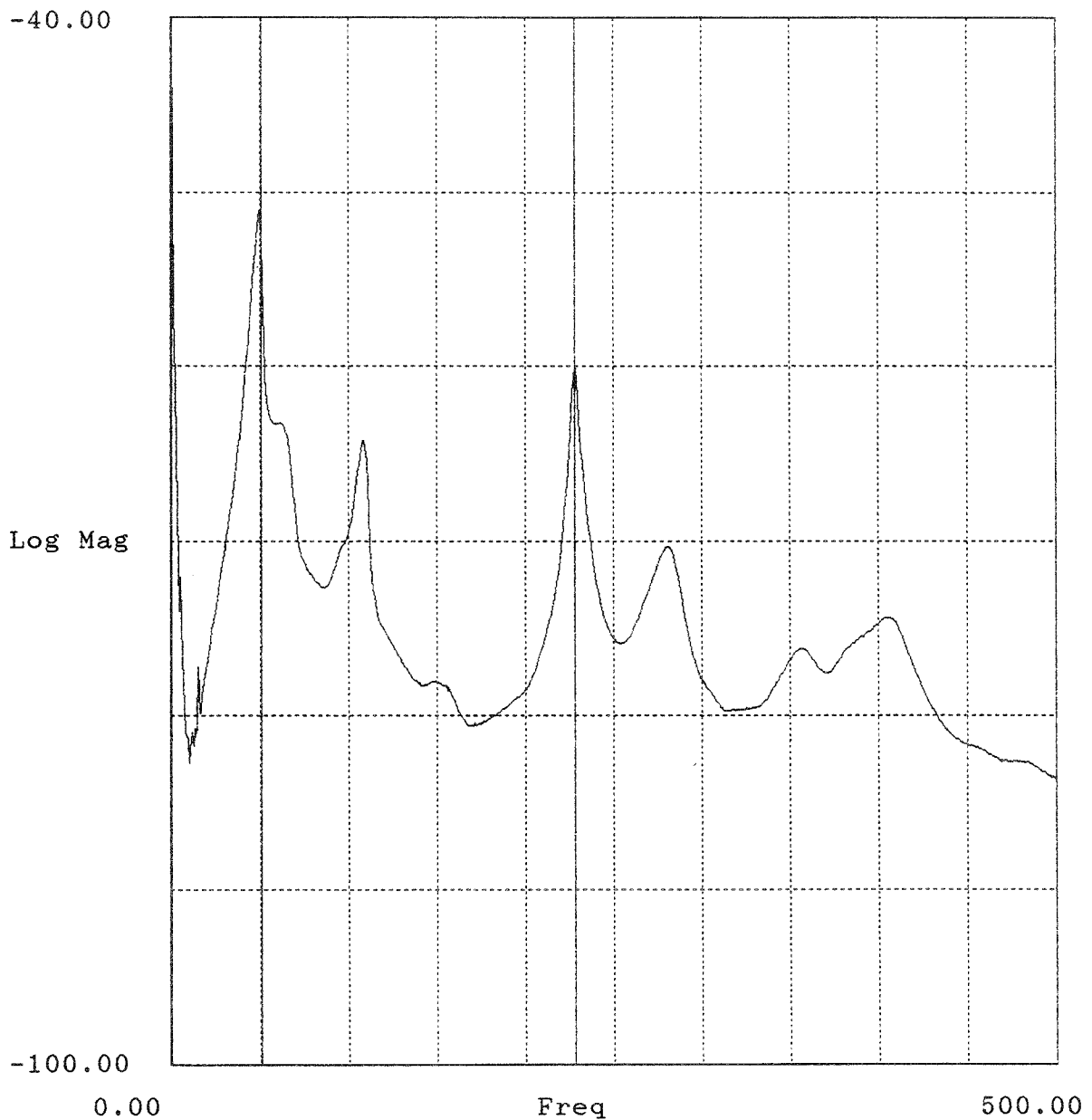


Bild E.21: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : bt1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 215.625
— Trace A value : -57.984

Upper X cursor : 615.625
— Trace A value : -63.447

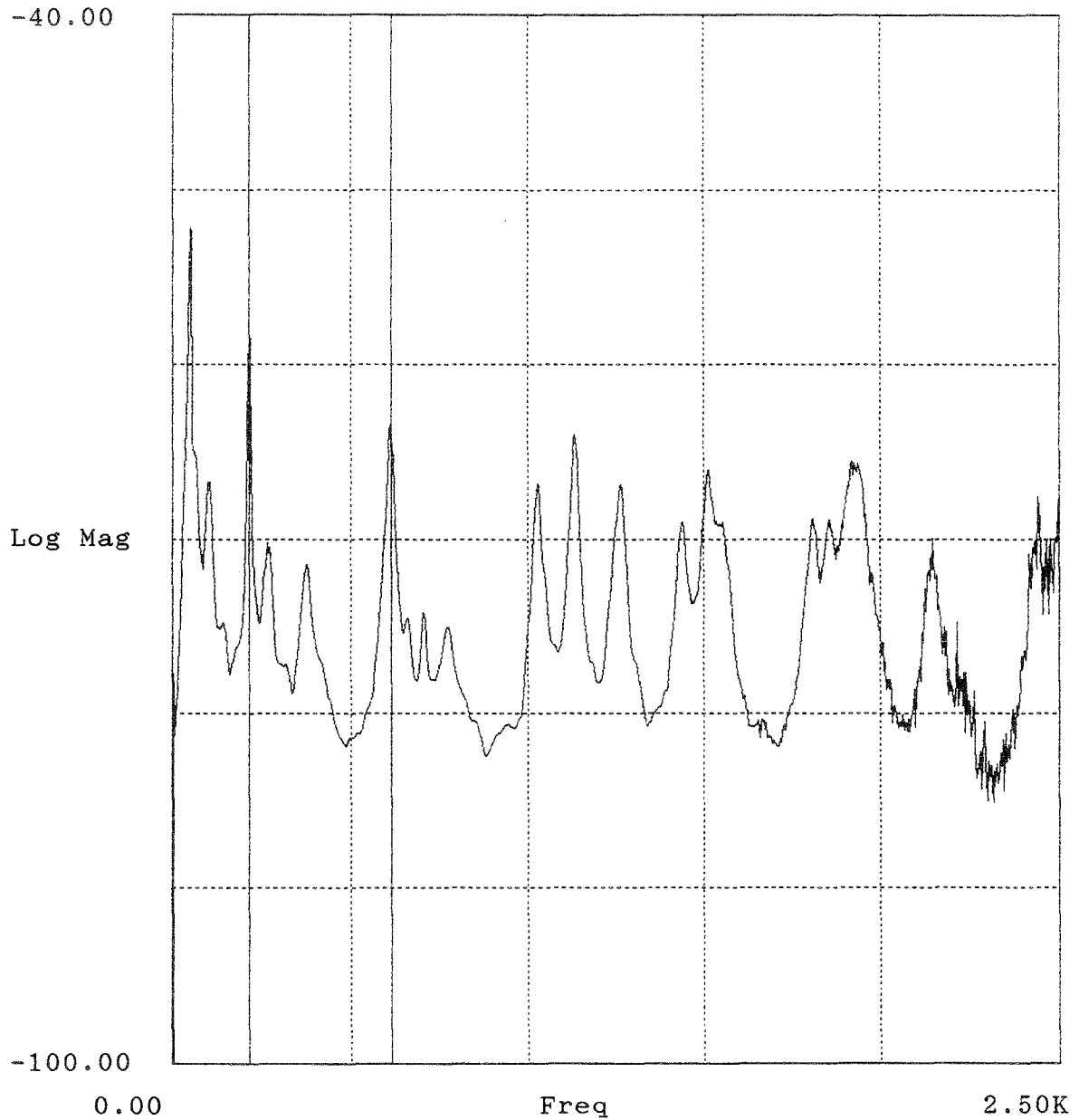


Bild E.22: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : bt2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 46.875
— Trace A value : -52.302

Upper X cursor : 215.625
— Trace A value : -56.233

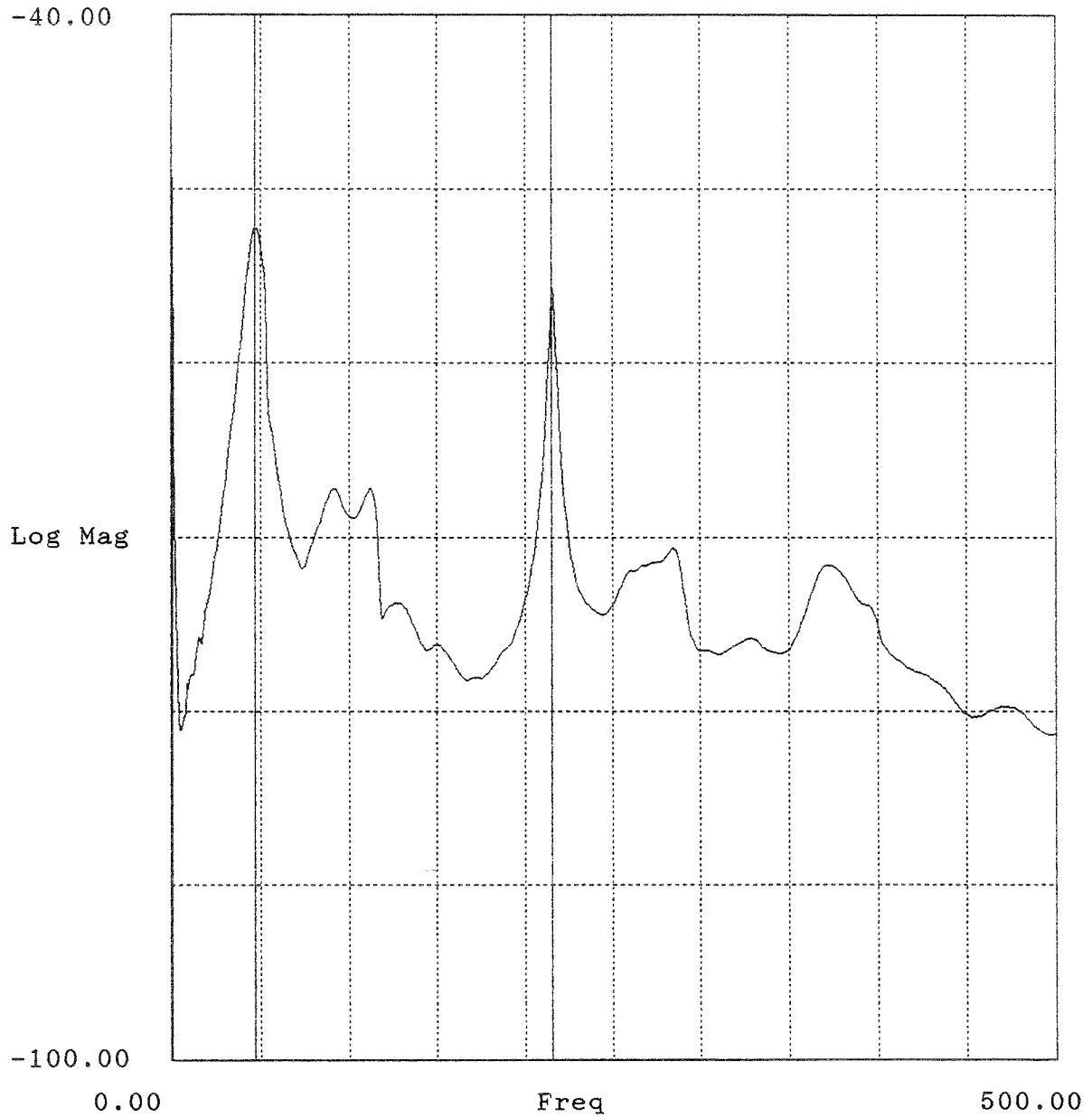


Bild E.23: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in $\text{dBre } 1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : c1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 285.156
— Trace A value : -61.700

Upper X cursor : 824.219
— Trace A value : -68.128

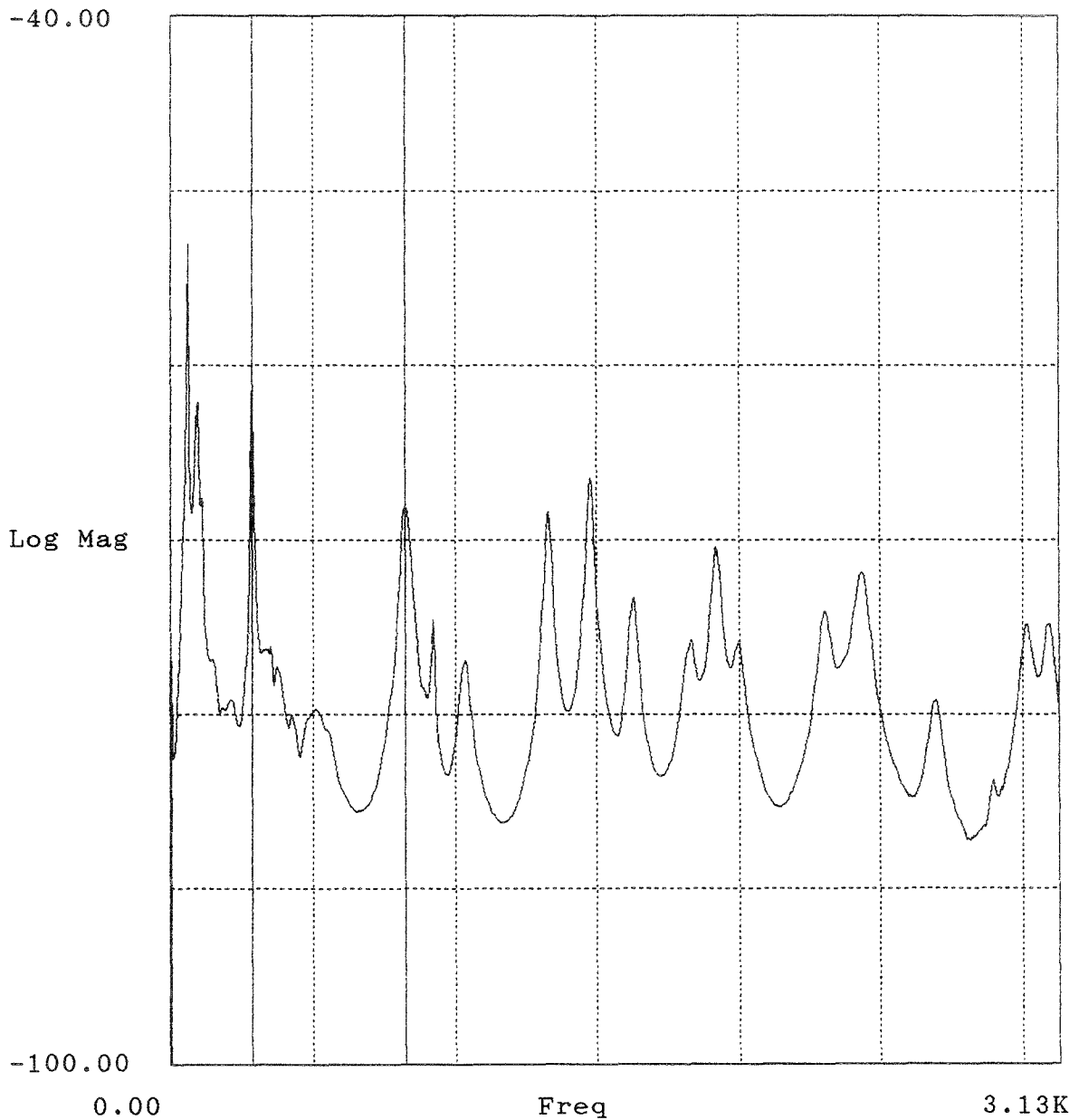


Bild E.24: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : c2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 63.750
— Trace A value : -51.697

Upper X cursor : 286.875
— Trace A value : -59.097

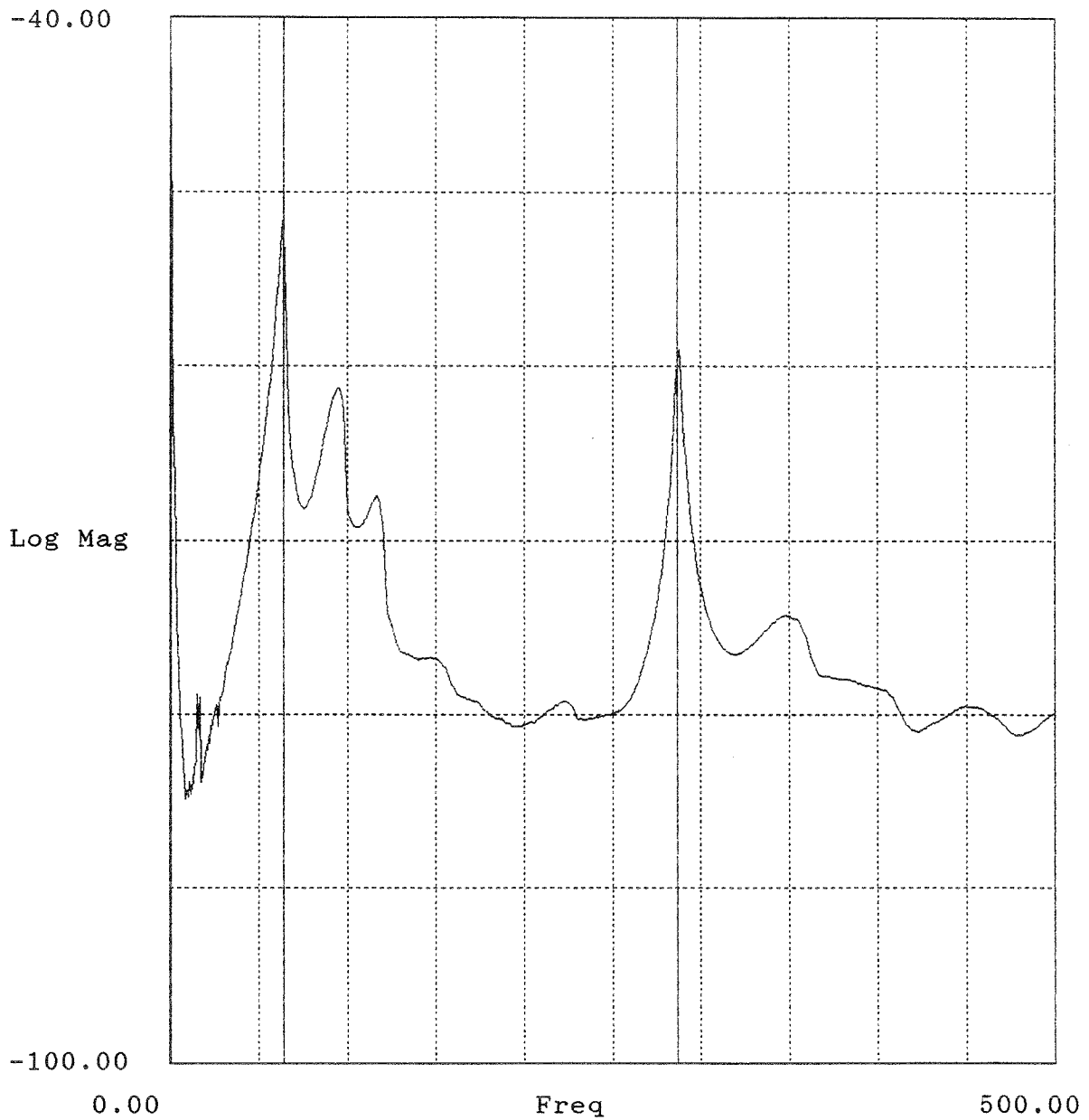


Bild E.25: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : chl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 285.156
— Trace A value : -65.633

Upper X cursor : 824.219
— Trace A value : -68.555

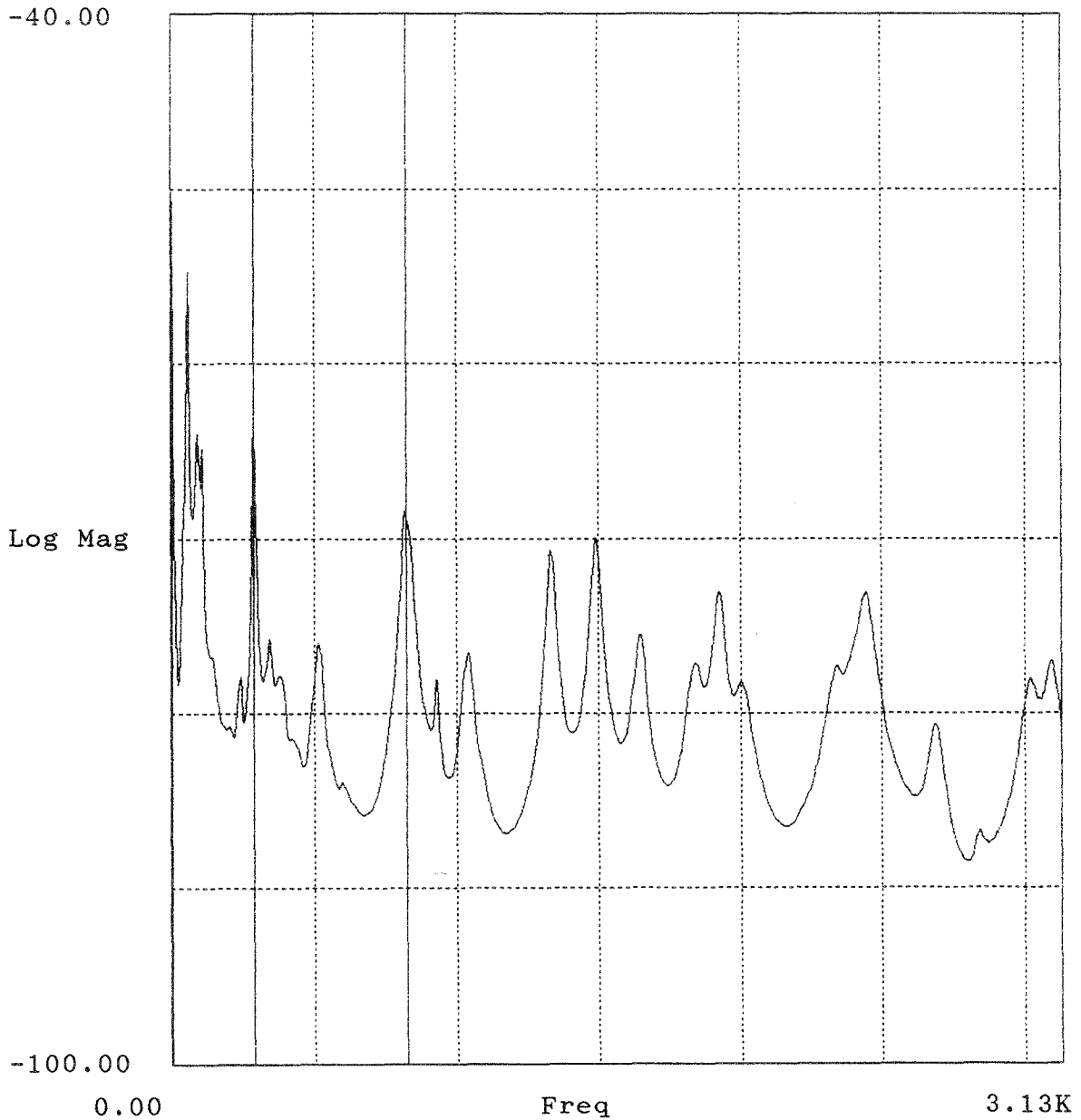


Bild E.26: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1}/\text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ch2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 59.375
— Trace A value : -53.882

Upper X cursor : 288.125
— Trace A value : -61.587

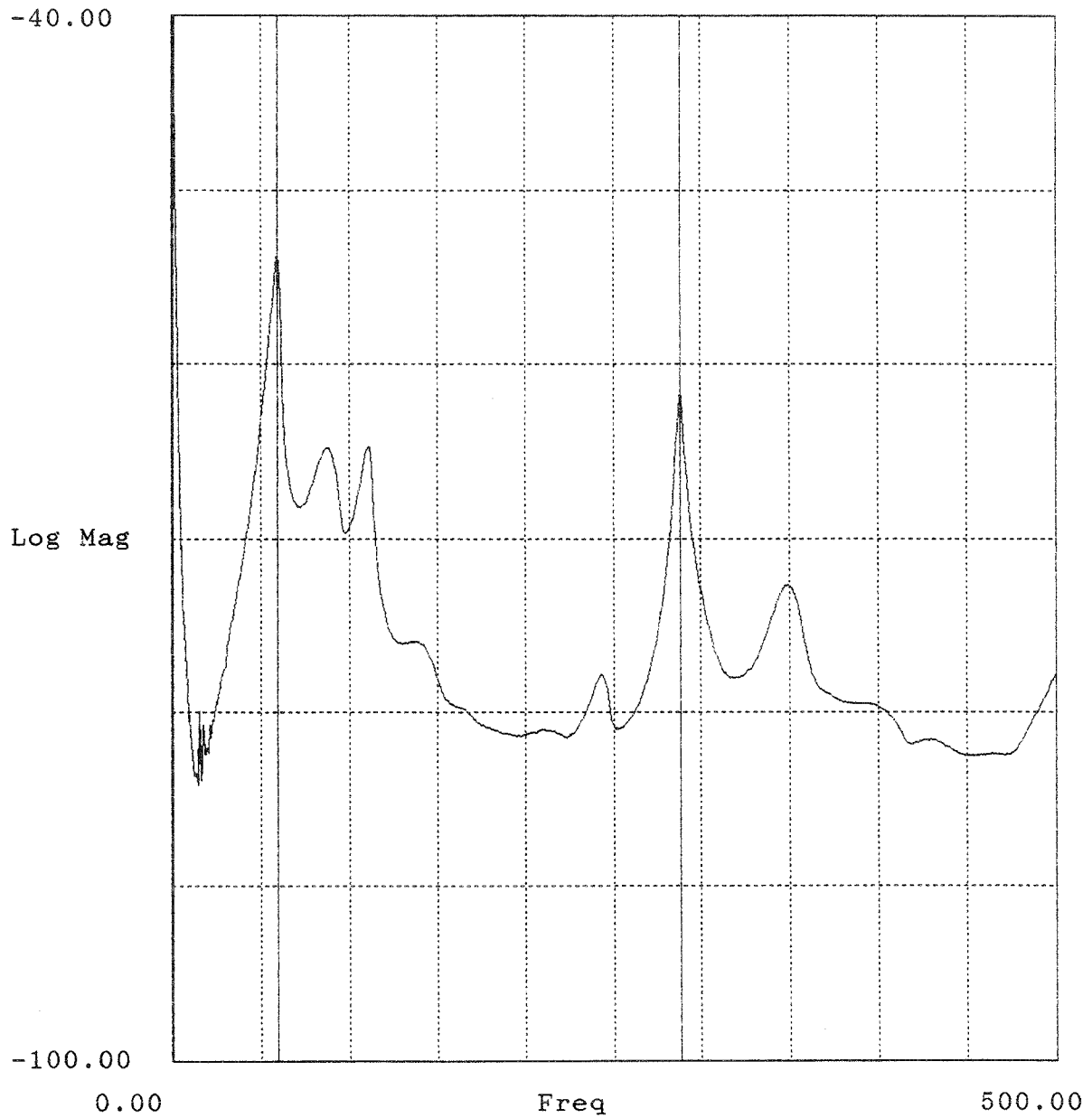


Bild E.27: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ct1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 284.375
— Trace A value : -60.305

Upper X cursor : 806.250
— Trace A value : -63.889

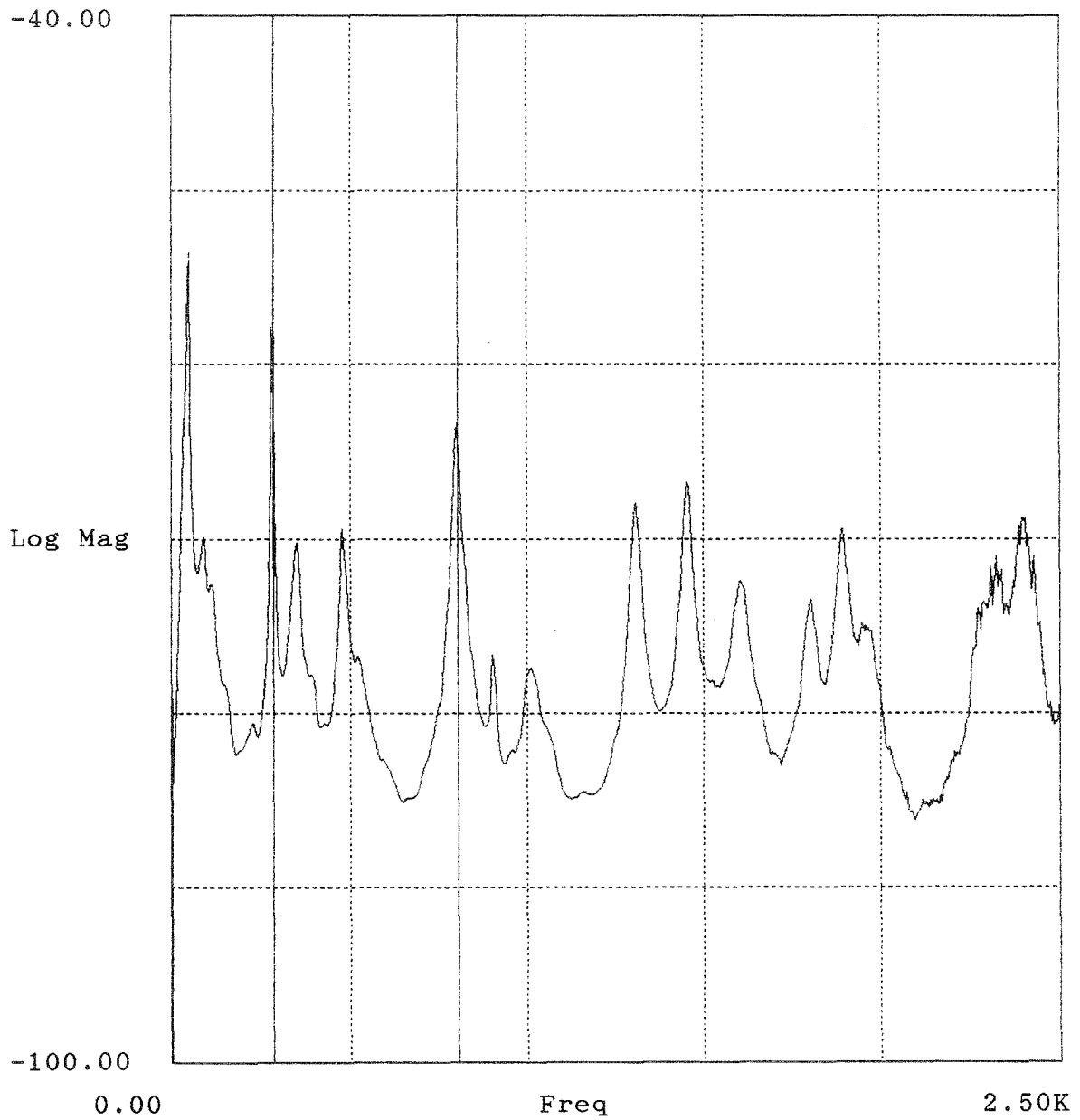


Bild E.28: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ct2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 48.125
— Trace A value : -53.264

Upper X cursor : 283.125
— Trace A value : -56.220

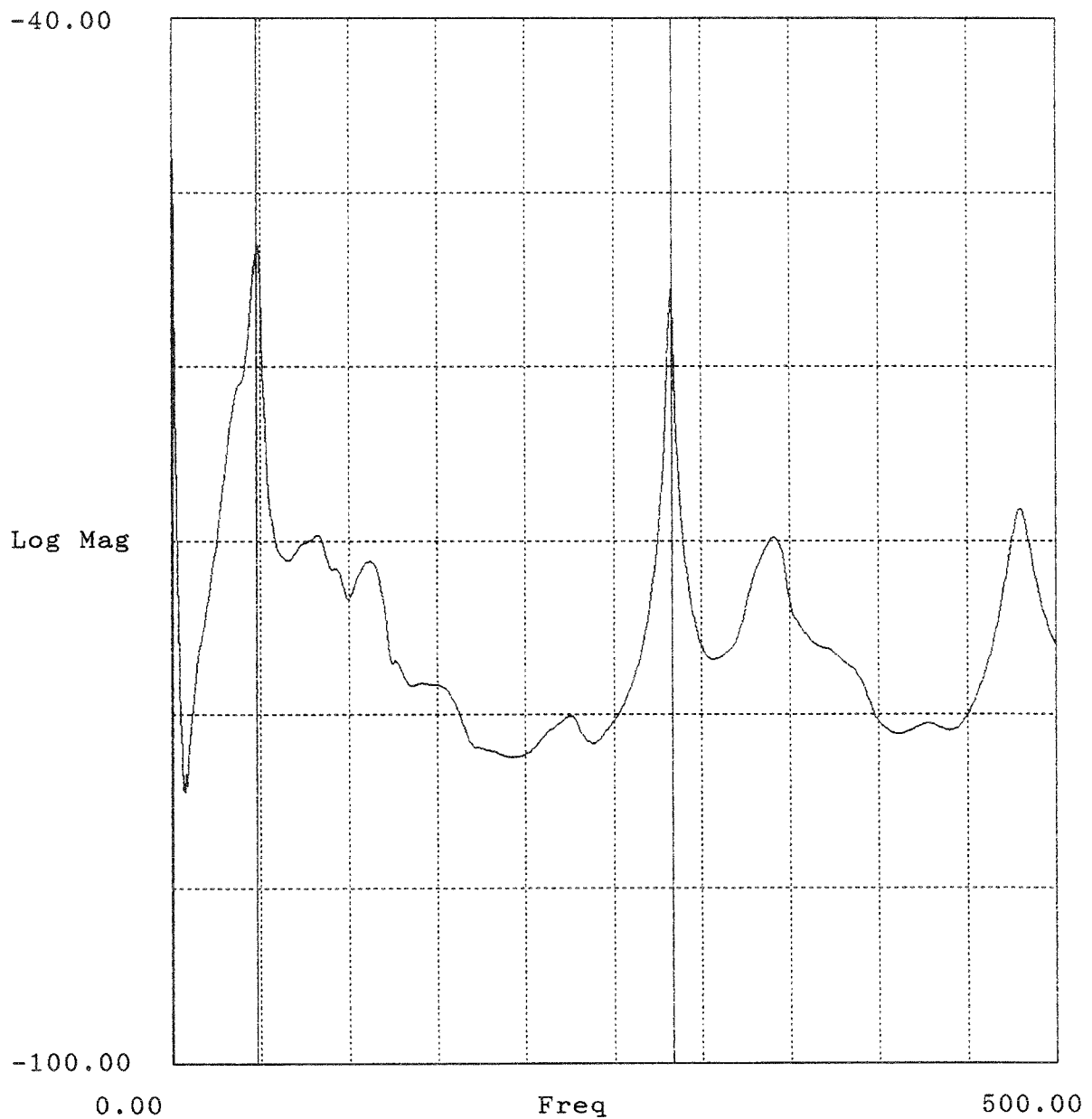


Bild E.29: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : d1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 85.000
— Trace A value : -51.994

Upper X cursor : 405.000
— Trace A value : -53.196

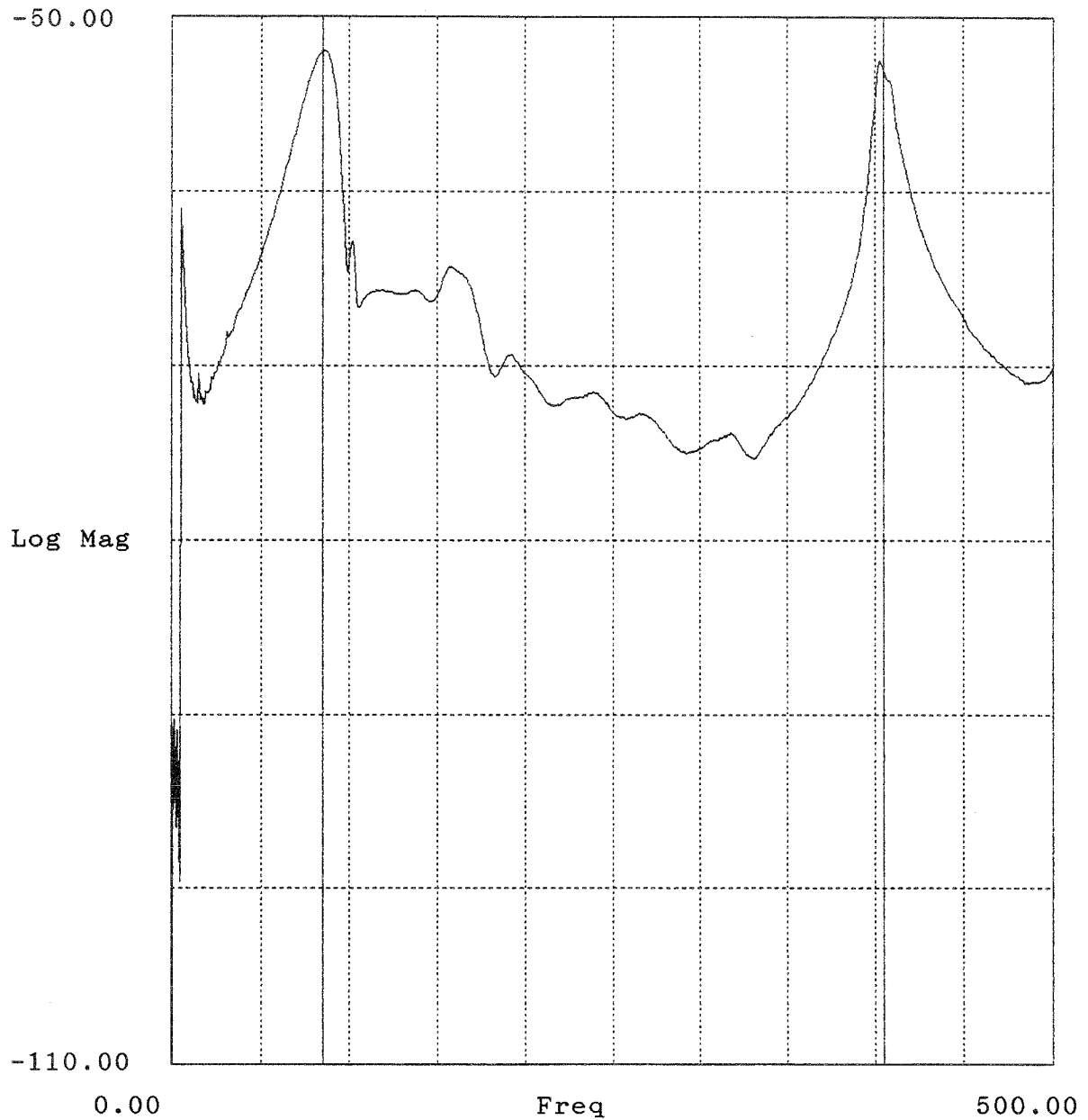


Bild E.30: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : d2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 1.000K
— Trace A value : -50.856

Upper X cursor : 1.754K
— Trace A value : -41.588

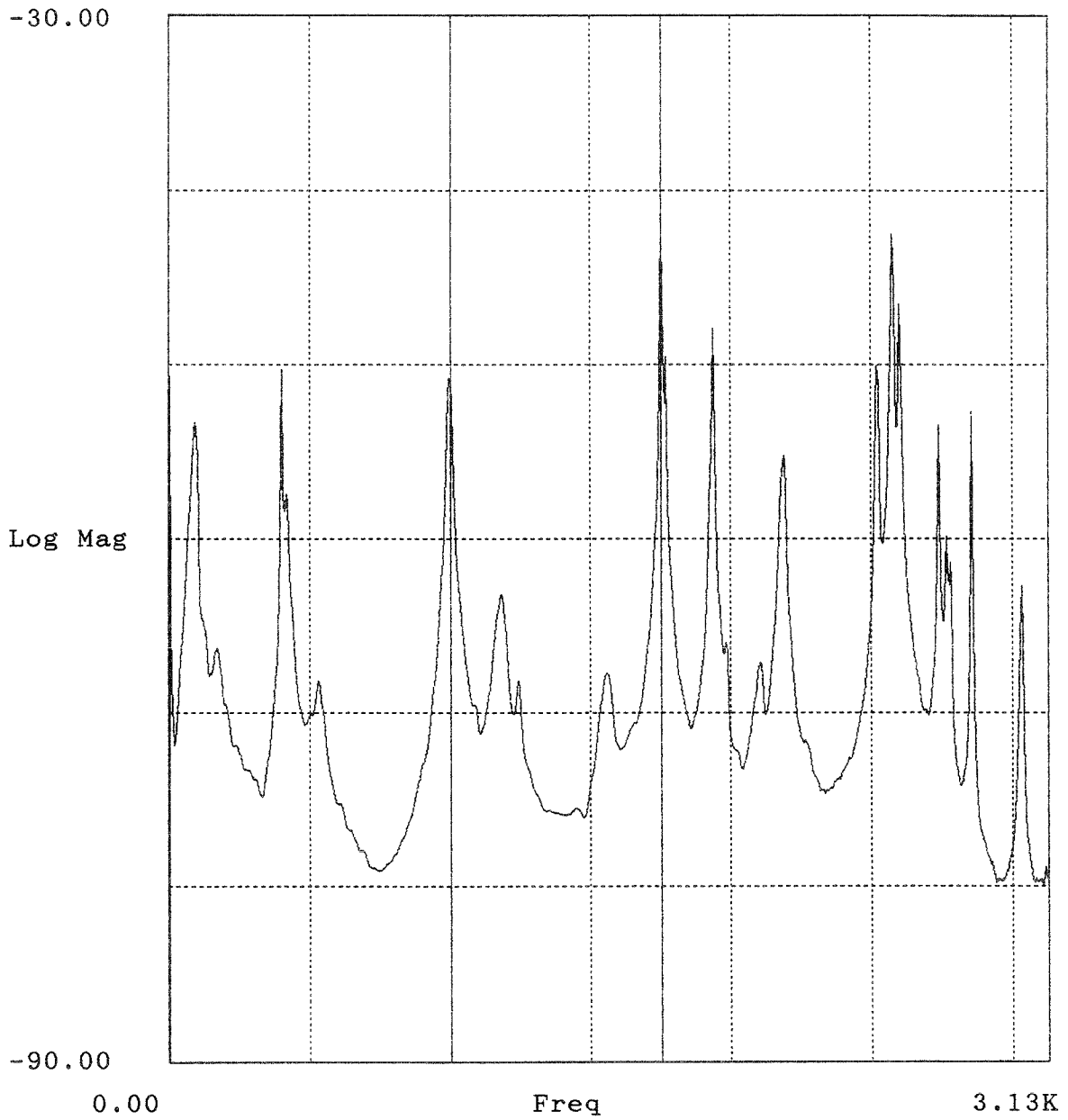


Bild E.31: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : d3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 45.625
— Trace A value : -53.312

Upper X cursor : 413.750
— Trace A value : -50.904

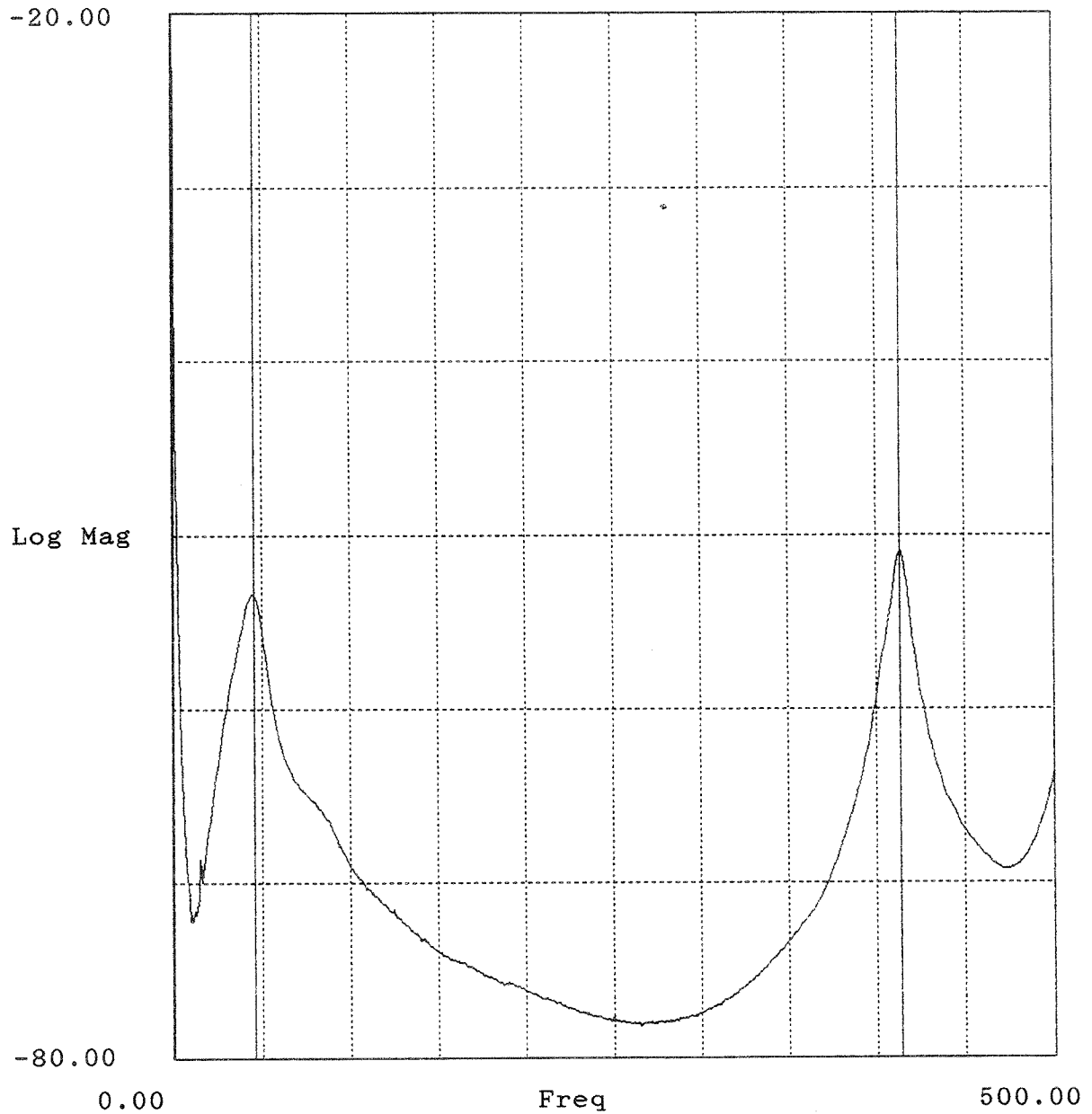


Bild E.32: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : d4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 1.000K
— Trace A value : -48.803

Upper X cursor : 1.762K
— Trace A value : -51.451

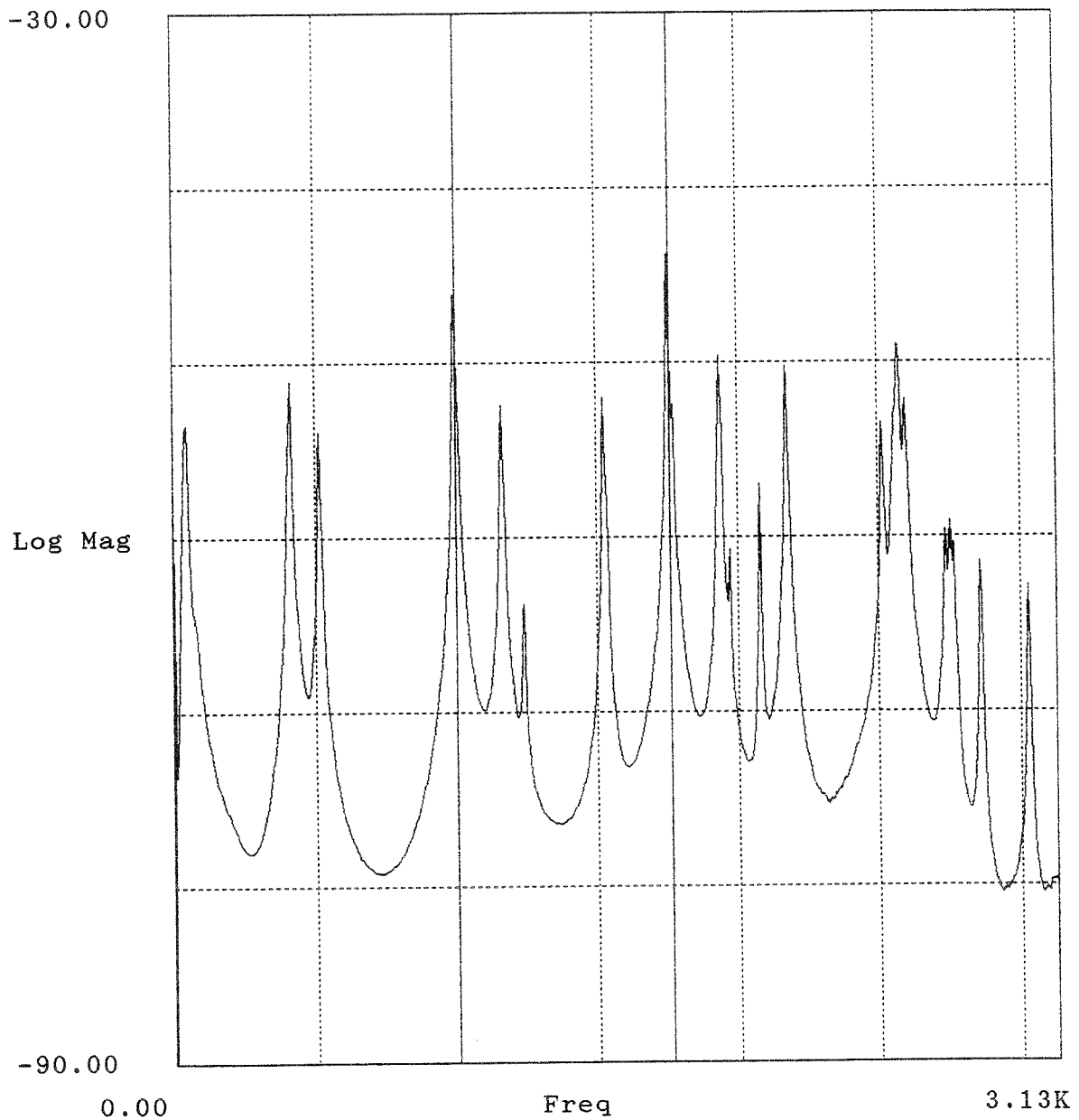


Bild E.33: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : dh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_τ.aps

Lower X cursor : 63.750
— Trace A value : -78.226

Upper X cursor : 385.625
— Trace A value : -76.769

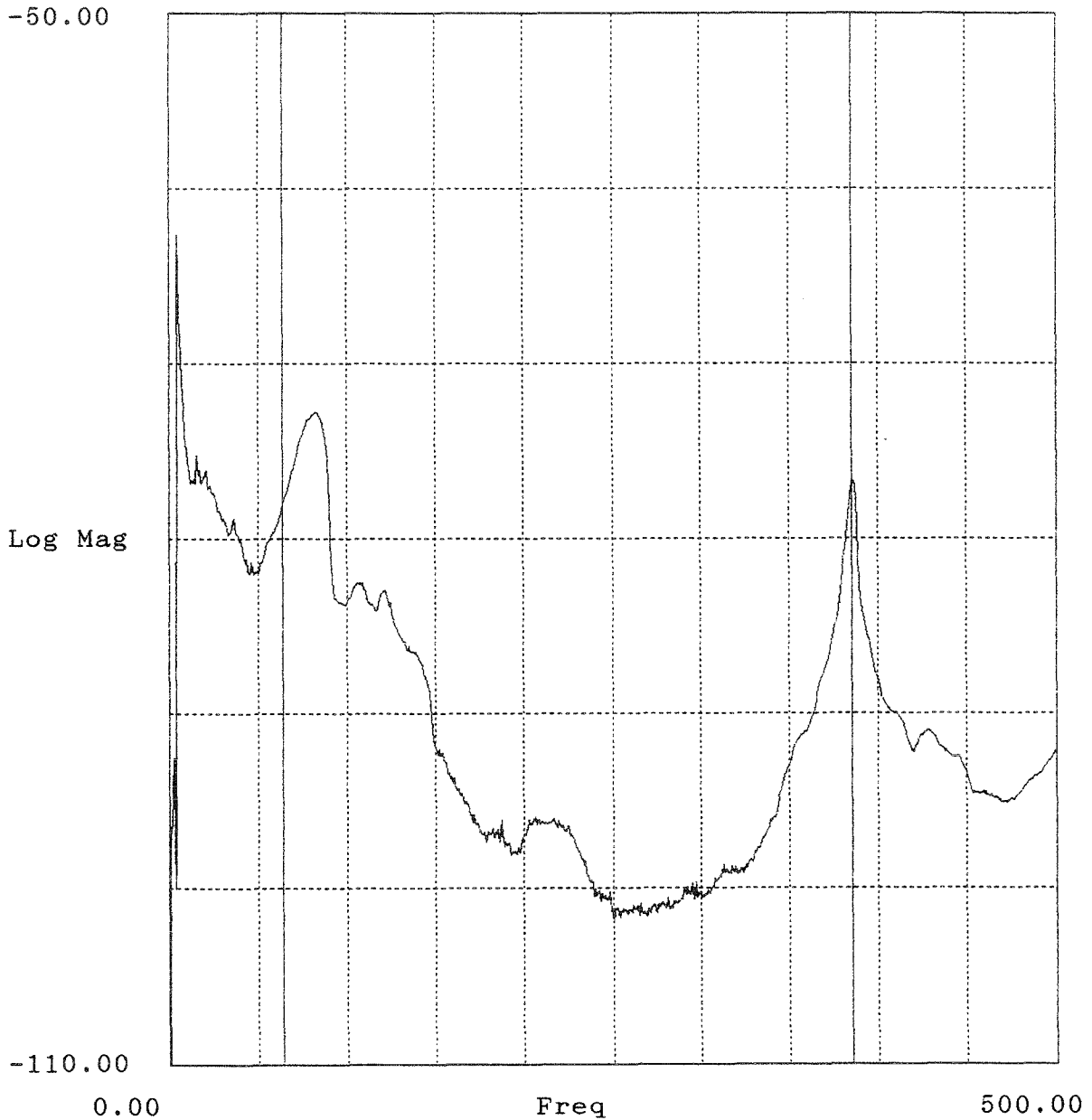


Bild E.34: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : dhl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_z.aps

Lower X cursor : 63.750
— Trace A value : -55.475

Upper X cursor : 385.625
— Trace A value : -53.368

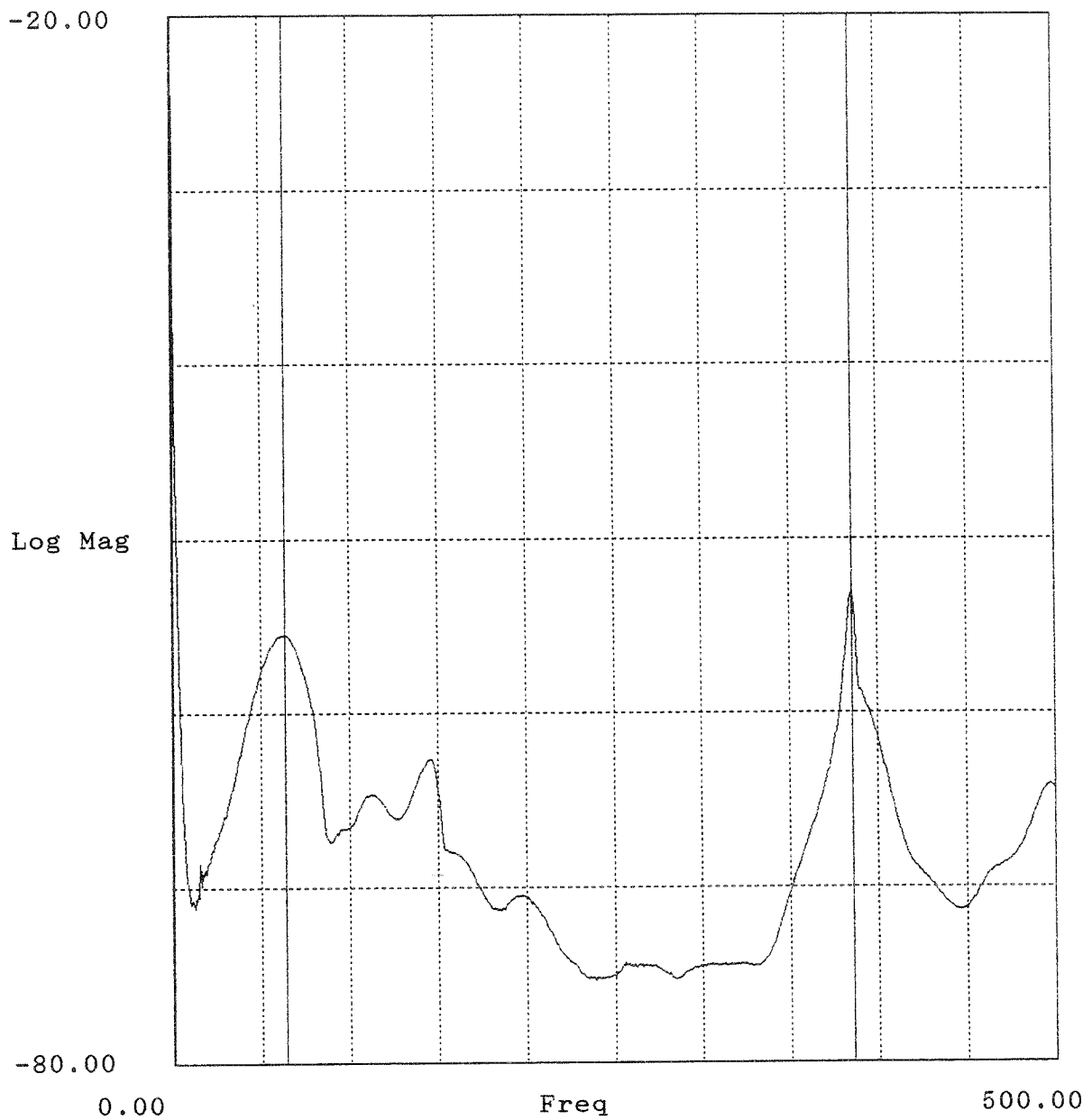


Bild E.35: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1}/\text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : dh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_r.aps

Lower X cursor : 937.500
— Trace A value : -70.082

Upper X cursor : 1.648K
— Trace A value : -70.087

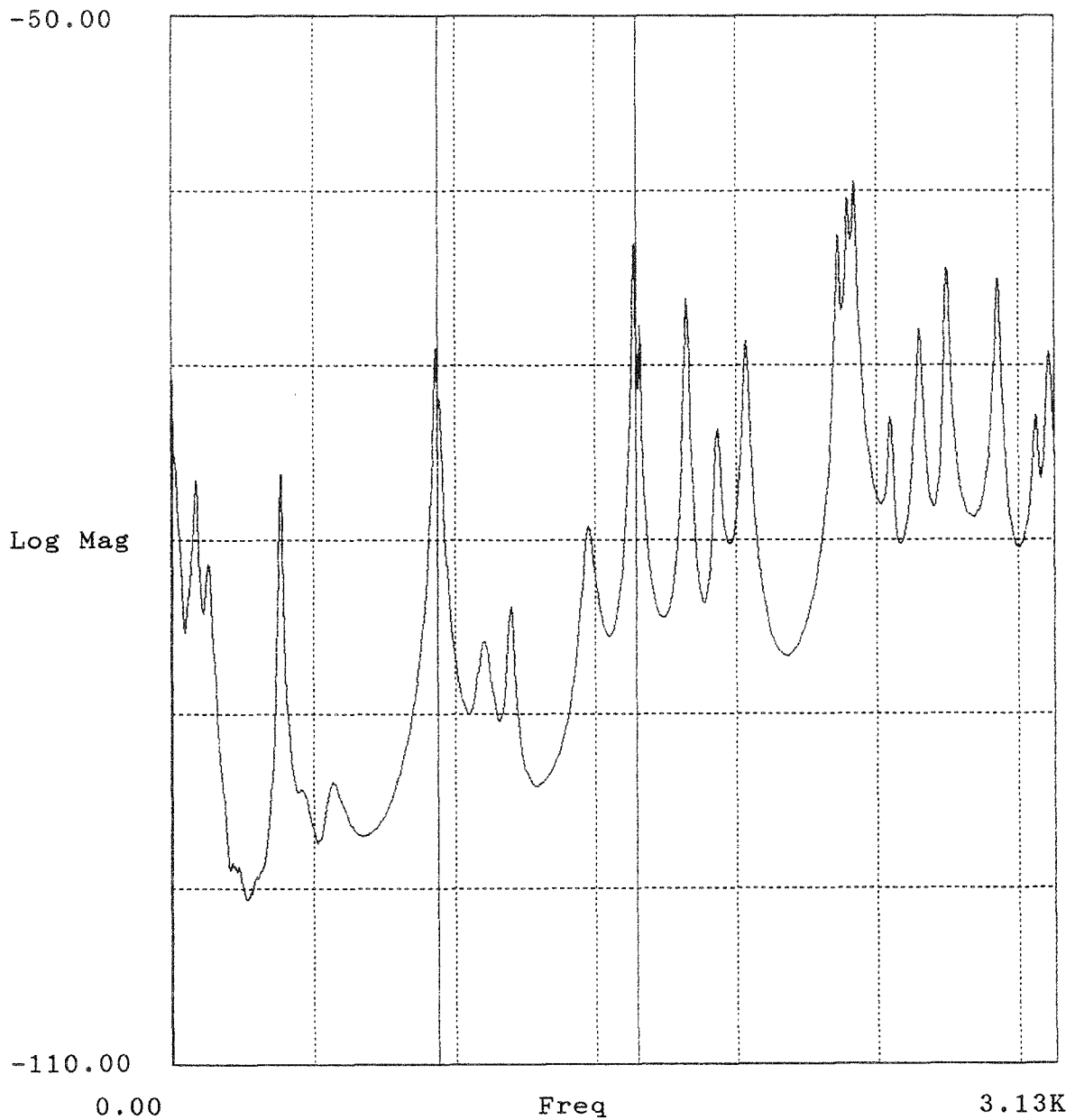


Bild E.36: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : dh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_z.aps

Lower X cursor : 937.500
— Trace A value : -52.231

Upper X cursor : 1.648K
— Trace A value : -54.613

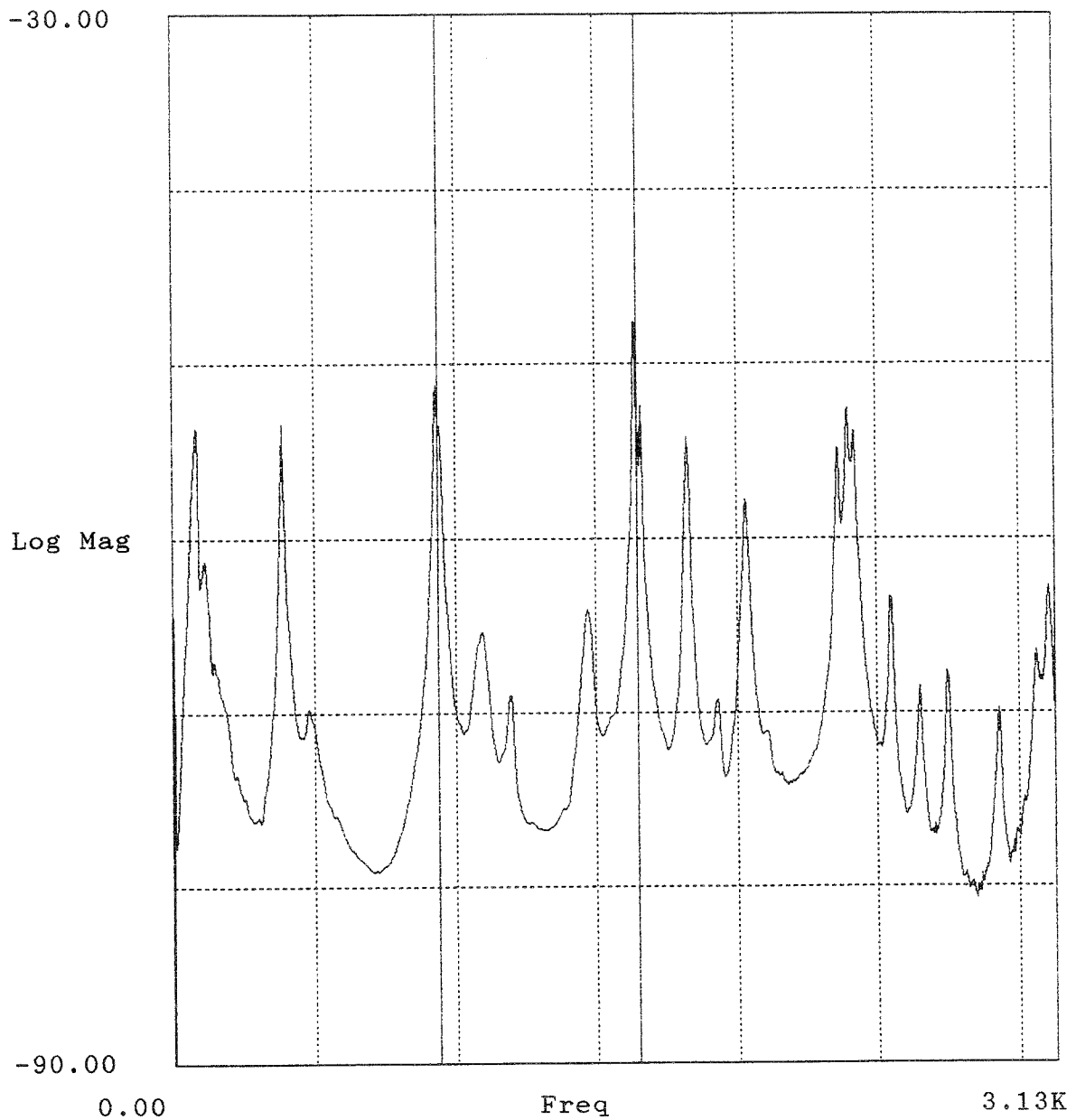


Bild E.37: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : dh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 45.625
— Trace A value : -53.898

Upper X cursor : 384.375
— Trace A value : -51.868

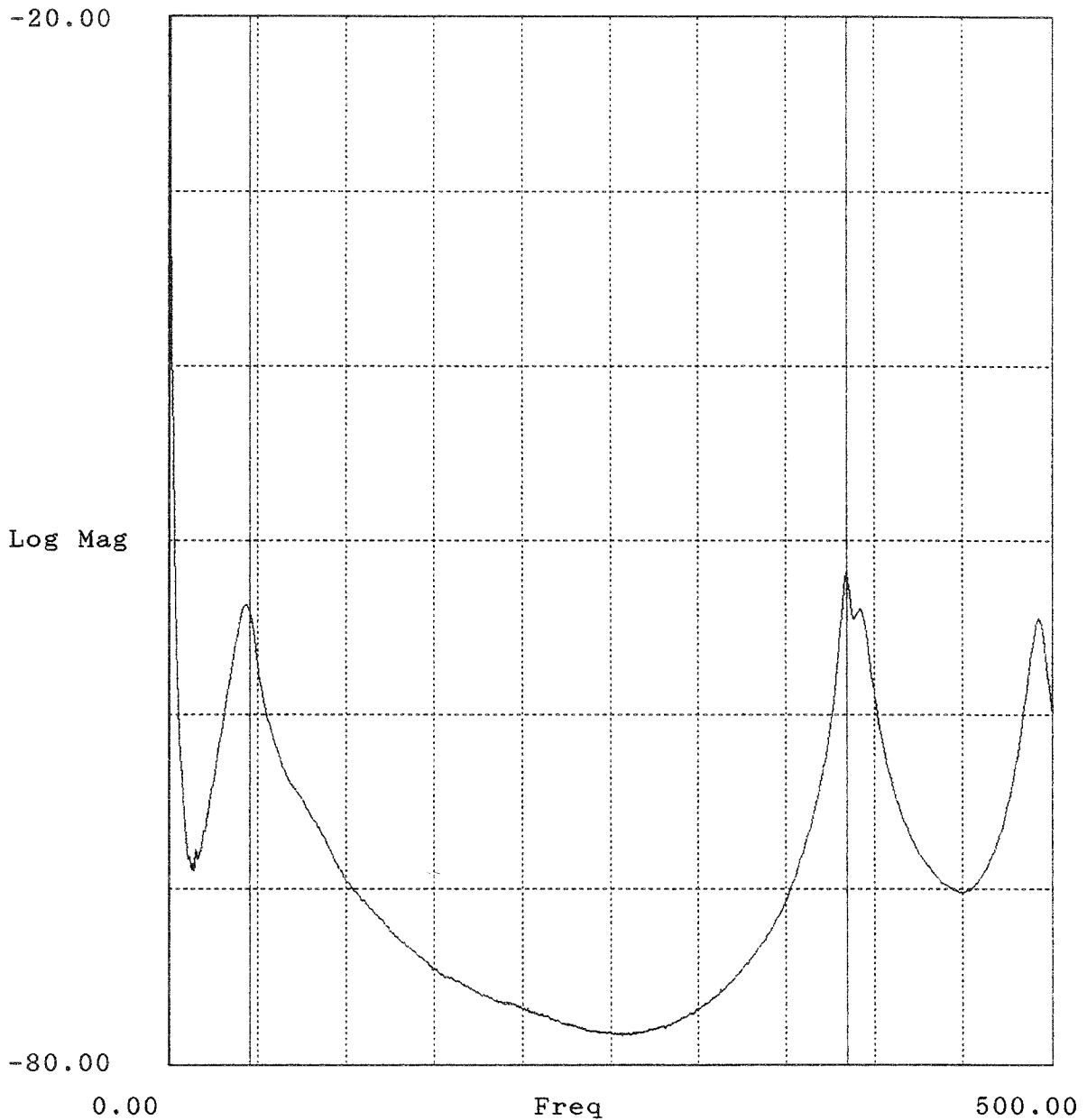


Bild E.38: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : dh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 937.500
— Trace A value : -48.984

Upper X cursor : 1.648K
— Trace A value : -55.182

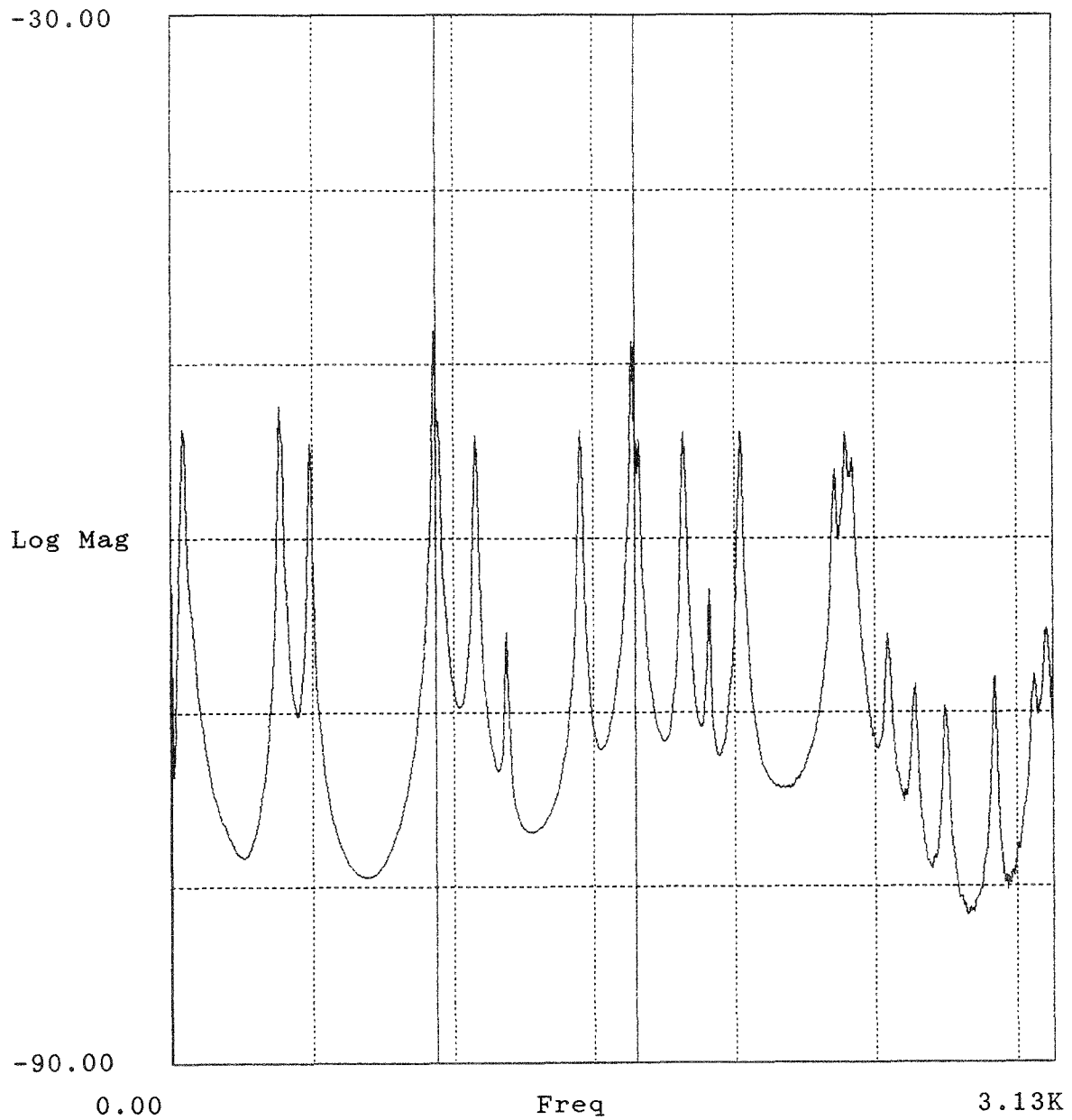


Bild E.39: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : eh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 76.250
— Trace A value : -50.872

Upper X cursor : 312.500
— Trace A value : -59.620

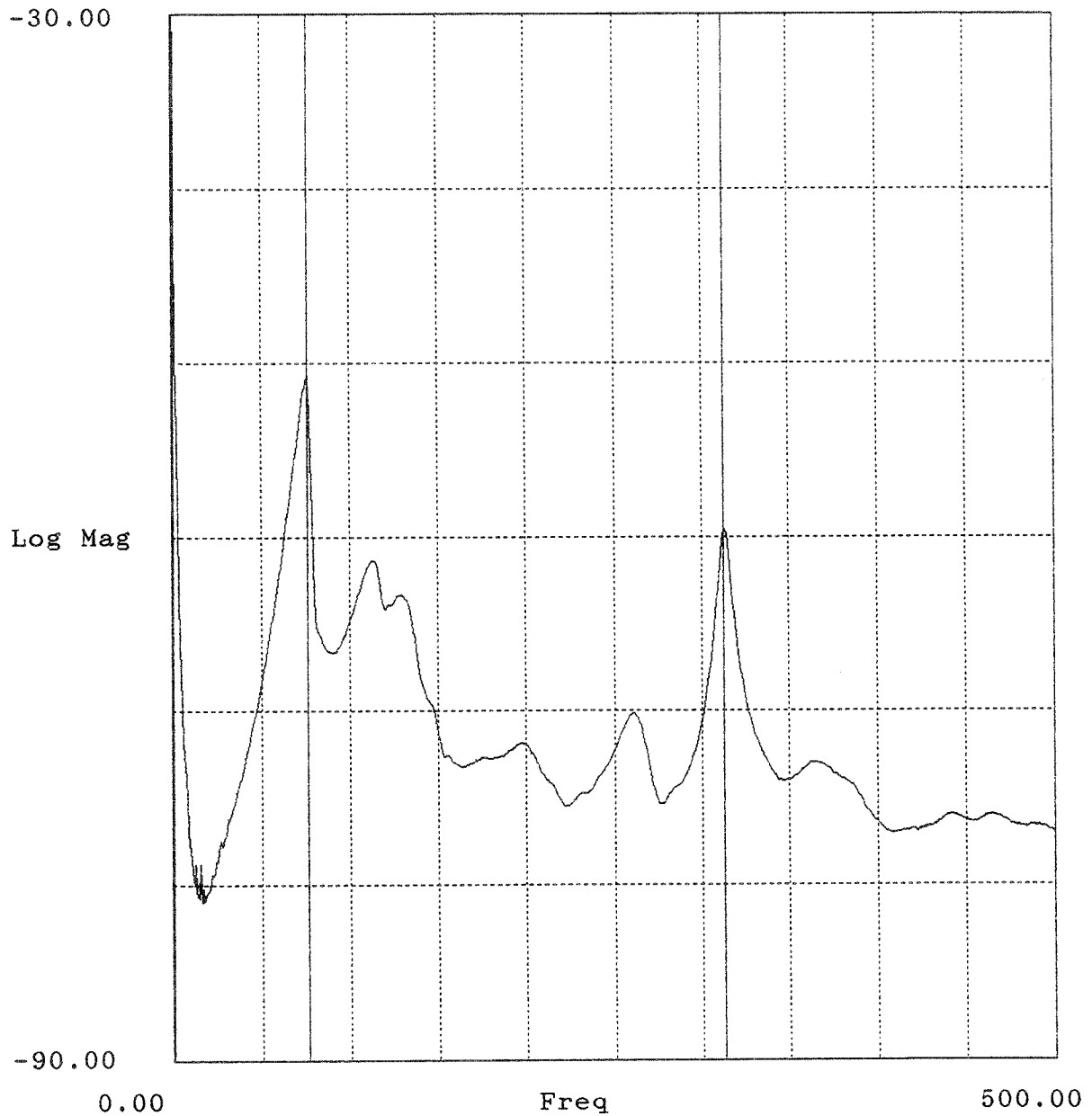


Bild E.40: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : eh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -68.427

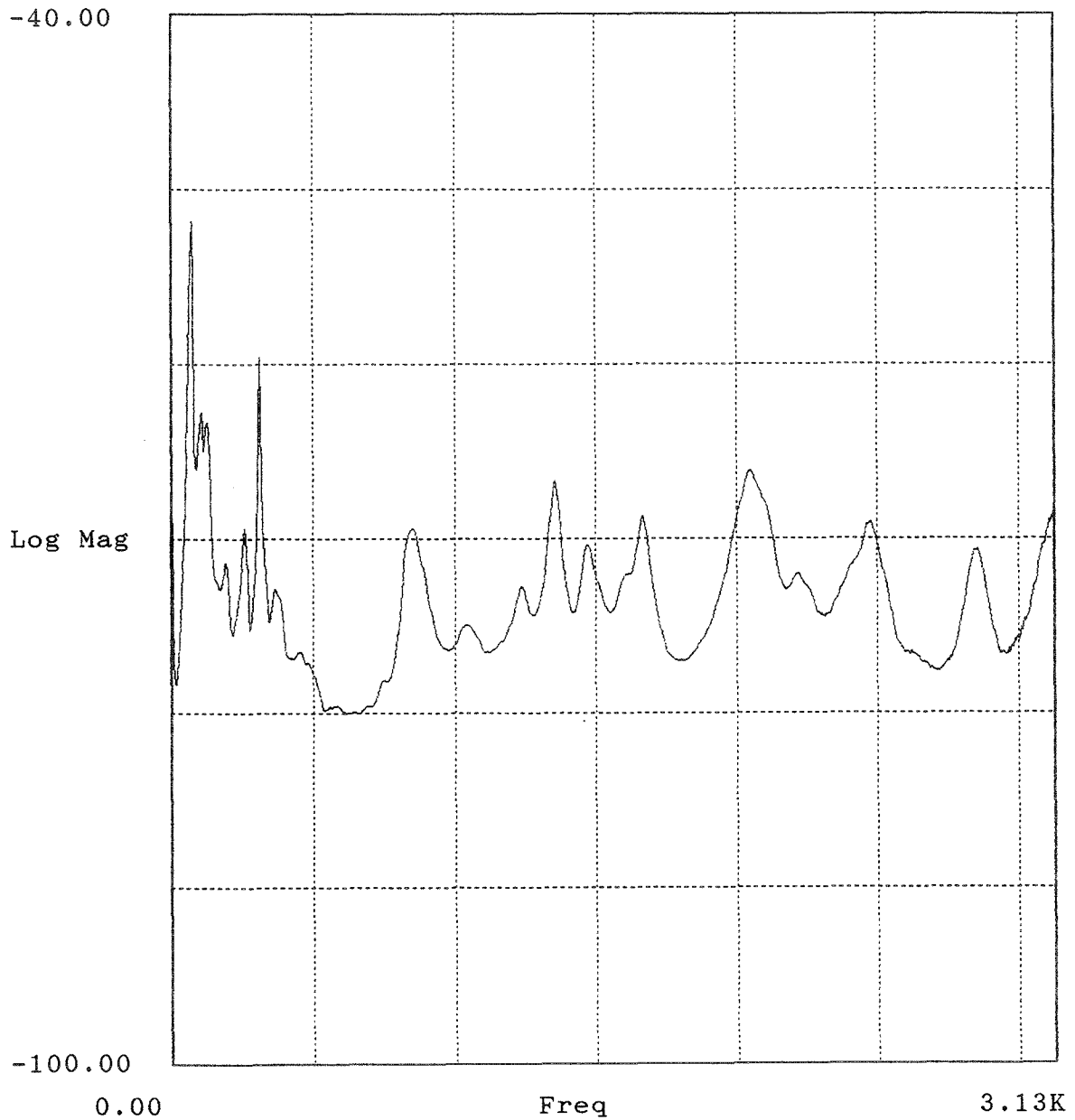


Bild E.41: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : fh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_r.aps

Lower X cursor : 65.000
— Trace A value : -70.375

Upper X cursor : 252.500
— Trace A value : -71.781

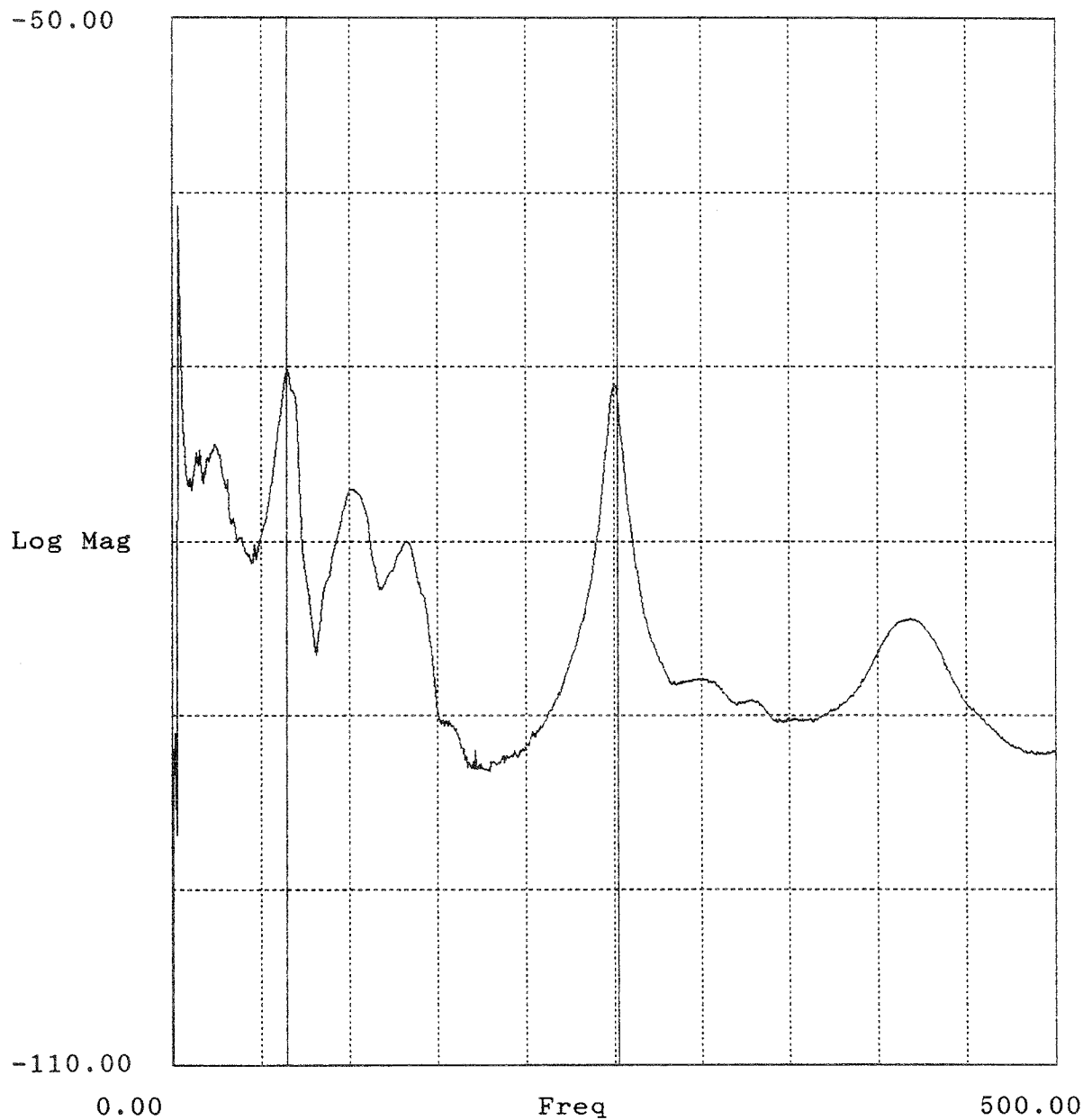


Bild E.42: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : fh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm².aps

Lower X cursor : 67.500
— Trace A value : -49.072

Upper X cursor : 251.250
— Trace A value : -56.973

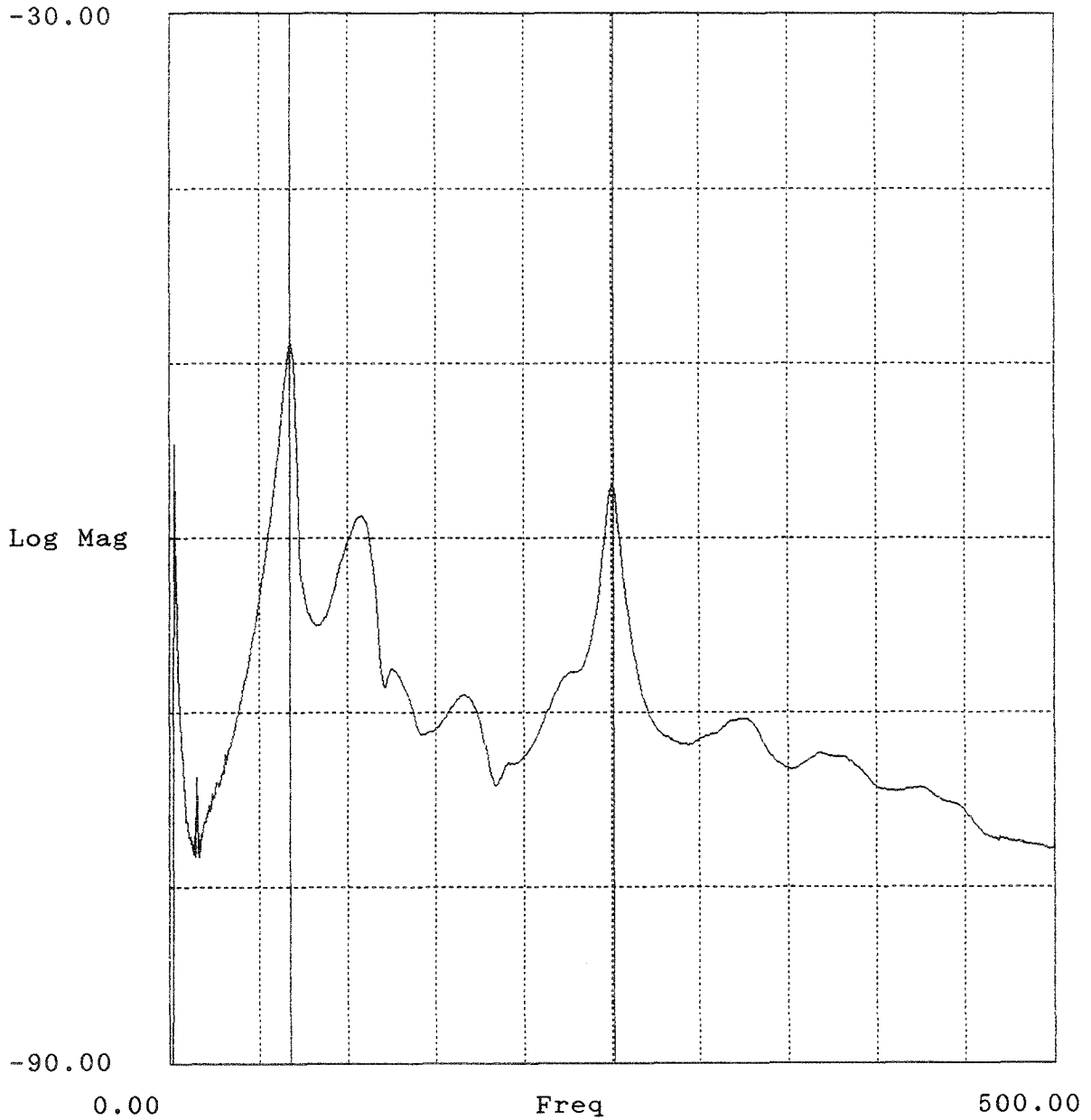


Bild E.43: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : fh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm-r.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -77.719

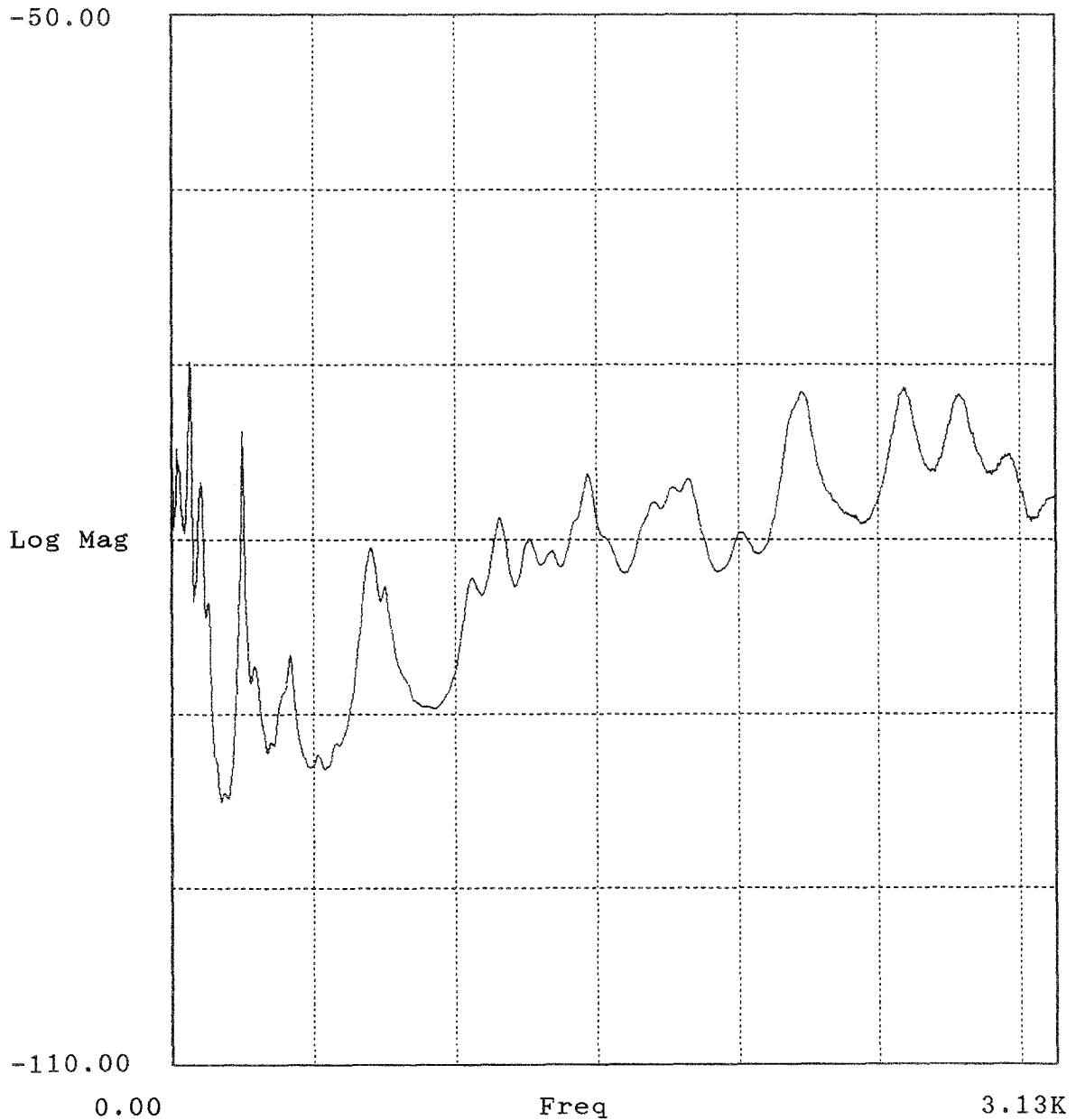


Bild E.44: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : fh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

Z
av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -68.786

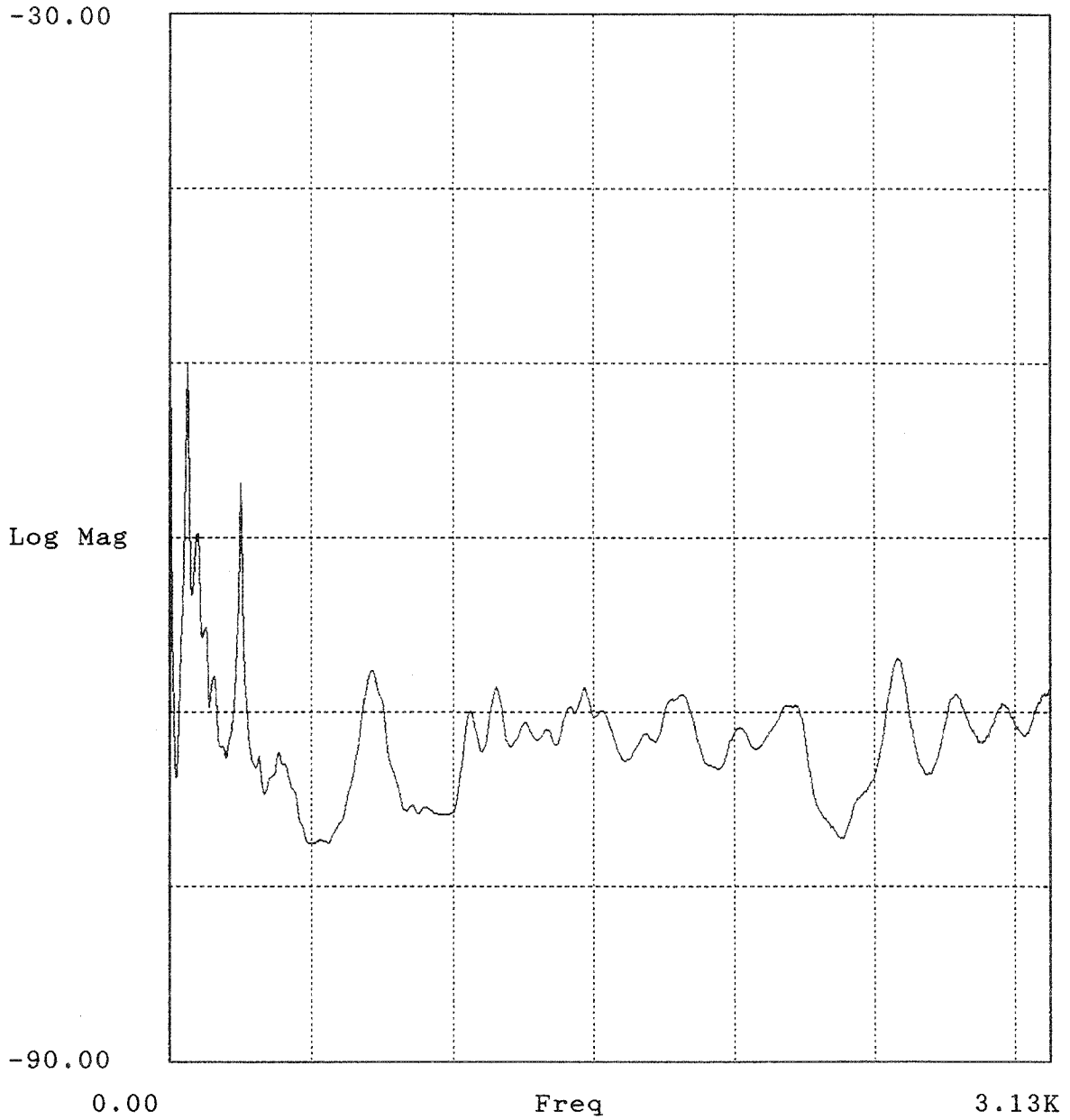


Bild E.45: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : fh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm-r.aps

Lower X cursor : 255.000
— Trace A value : -72.861

Upper X cursor : 406.250
— Trace A value : -75.313

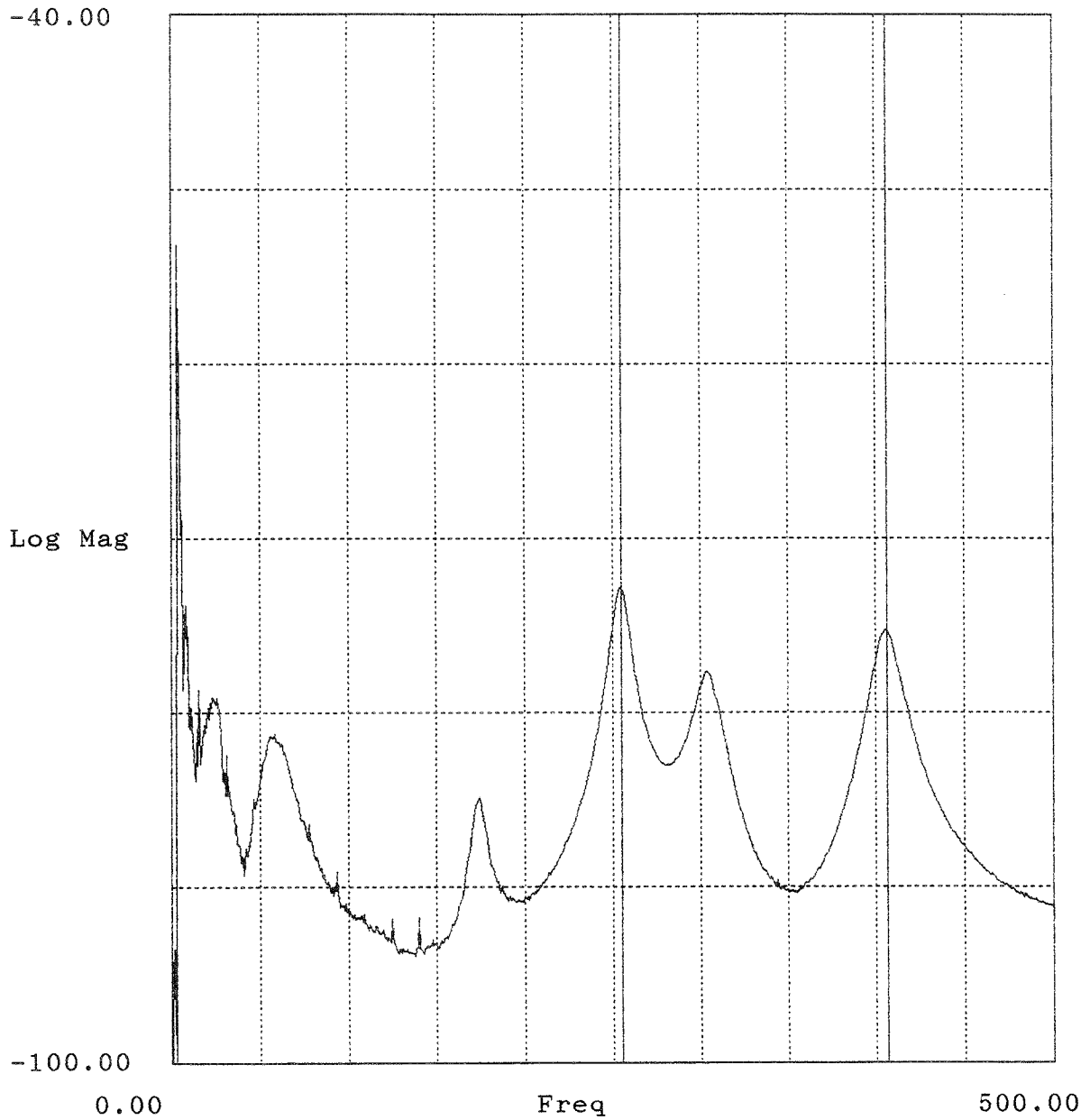


Bild E.46: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : fh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm-z.eps

Lower X cursor : 255.000
— Trace A value : -58.372

Upper X cursor : 406.250
— Trace A value : -60.676

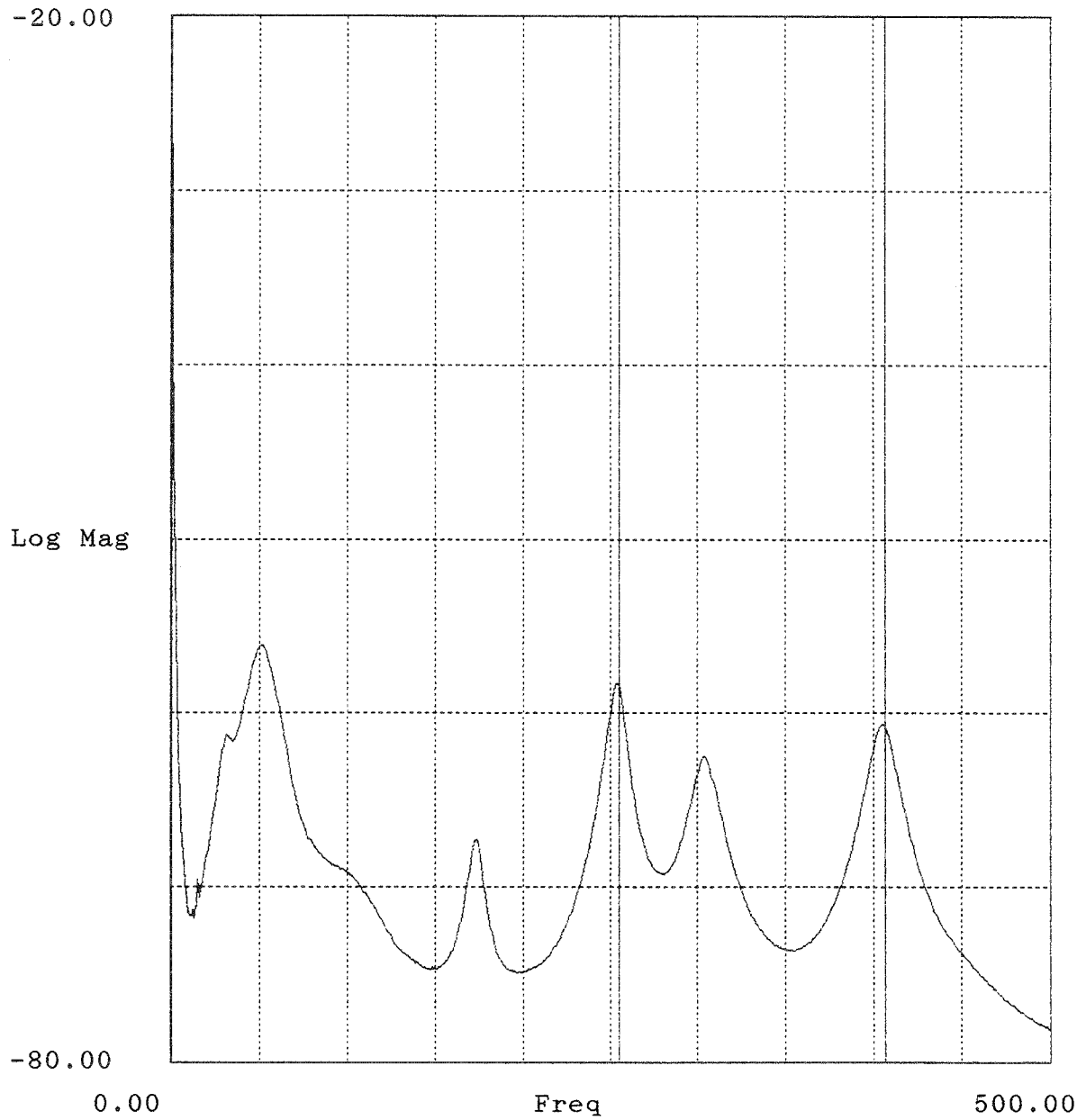


Bild E.47: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : fh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm-τ.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -76.799

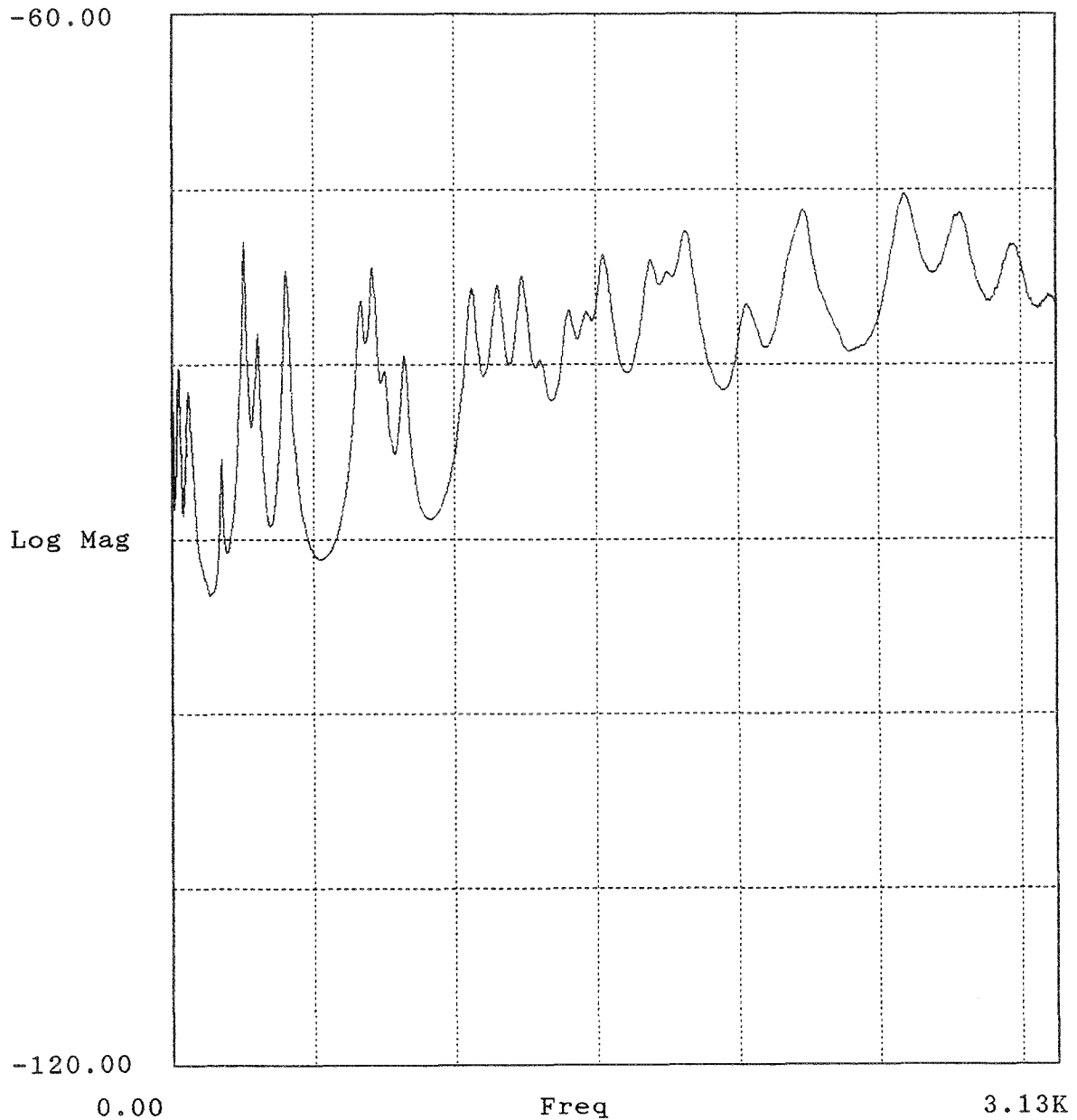


Bild E.48: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : fh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm_z.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -68.268

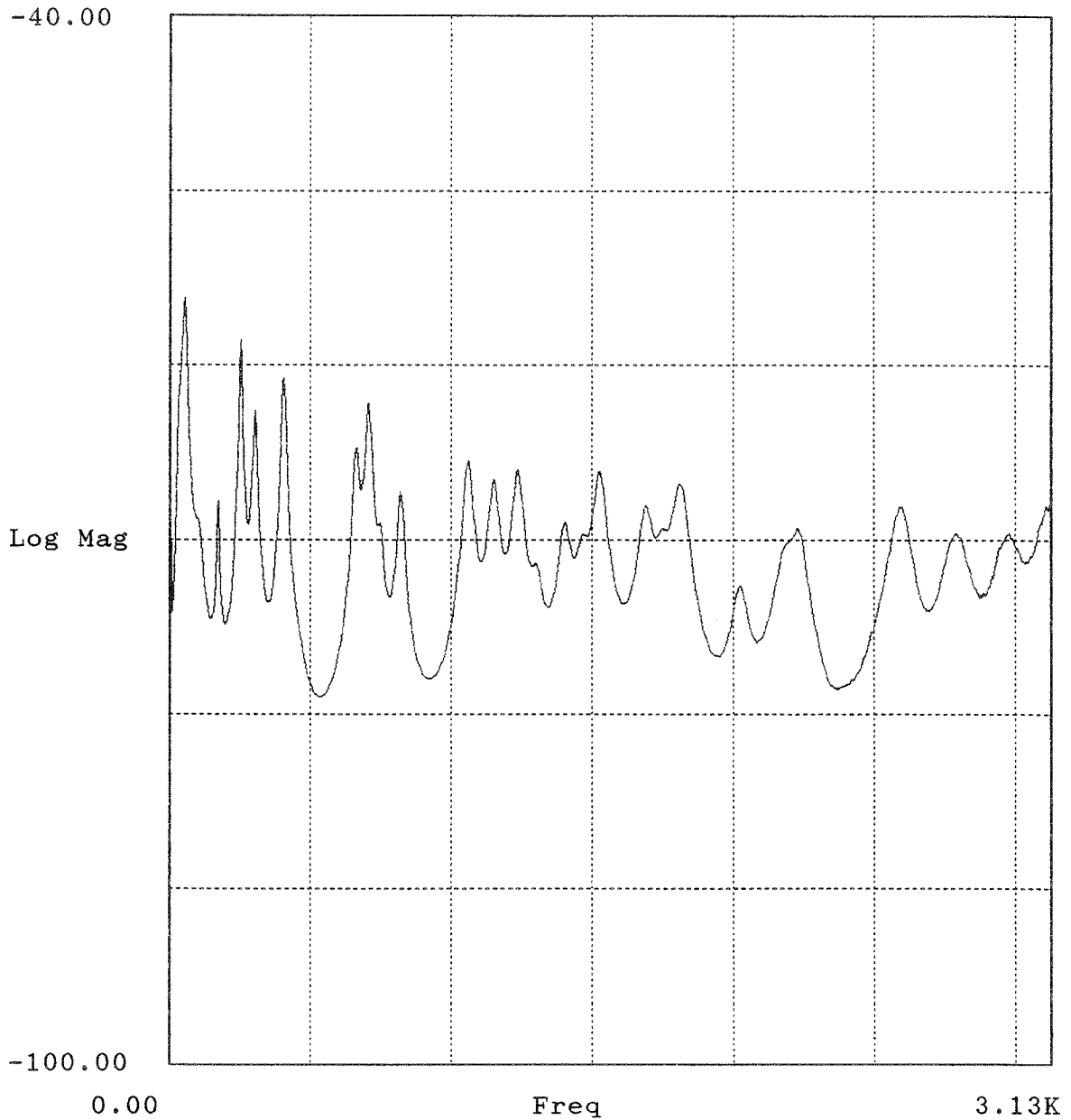


Bild E.49: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : gh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 60.000
— Trace A value : -46.894

Upper X cursor : 298.125
— Trace A value : -56.536



Bild E.50: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : gh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 54.688
— Trace A value : -48.963

Upper X cursor : 1.668K
— Trace A value : -62.705

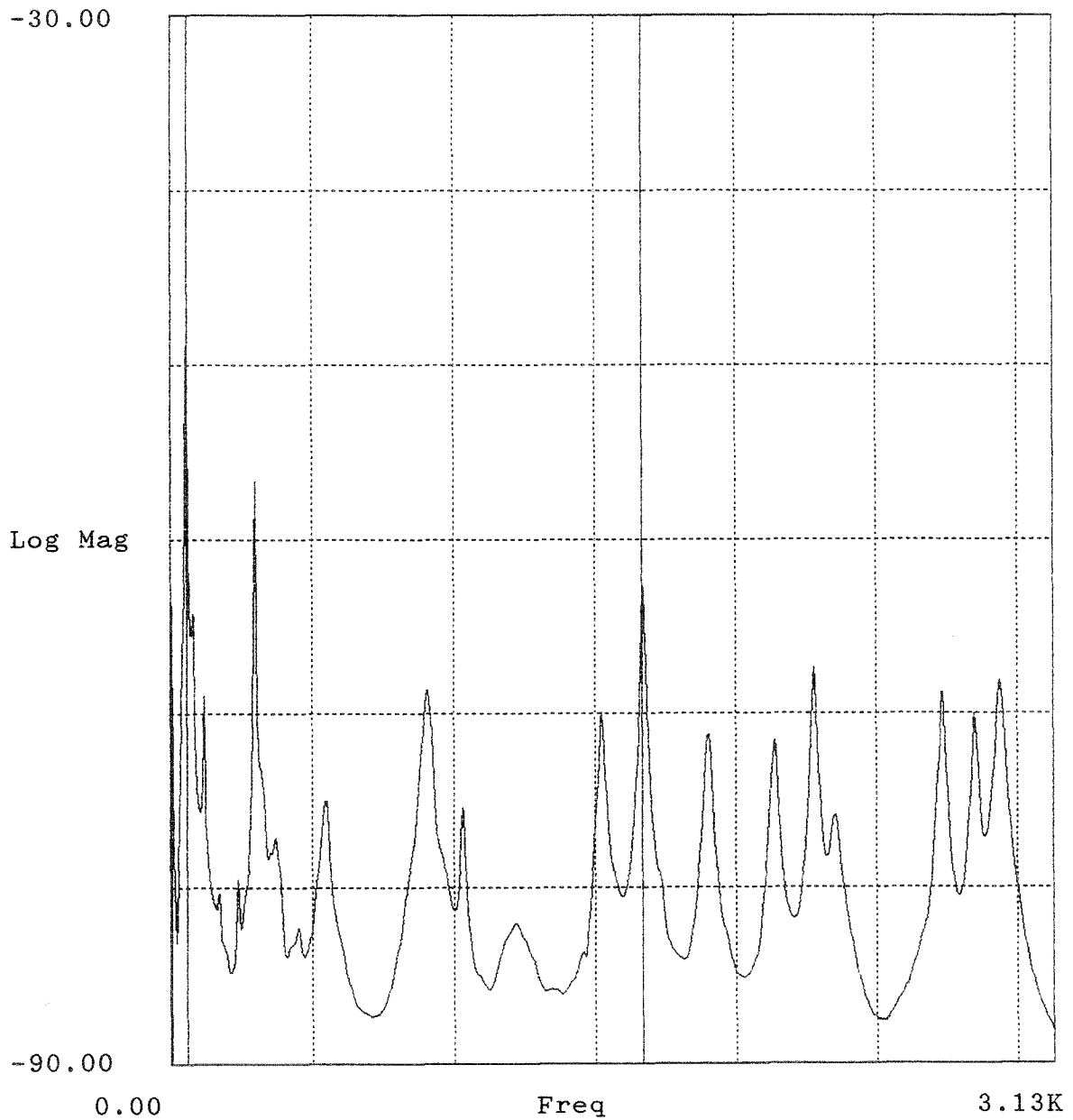


Bild E.51: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : gh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 203.125
— Trace A value : -64.651

Upper X cursor : 368.125
— Trace A value : -59.090

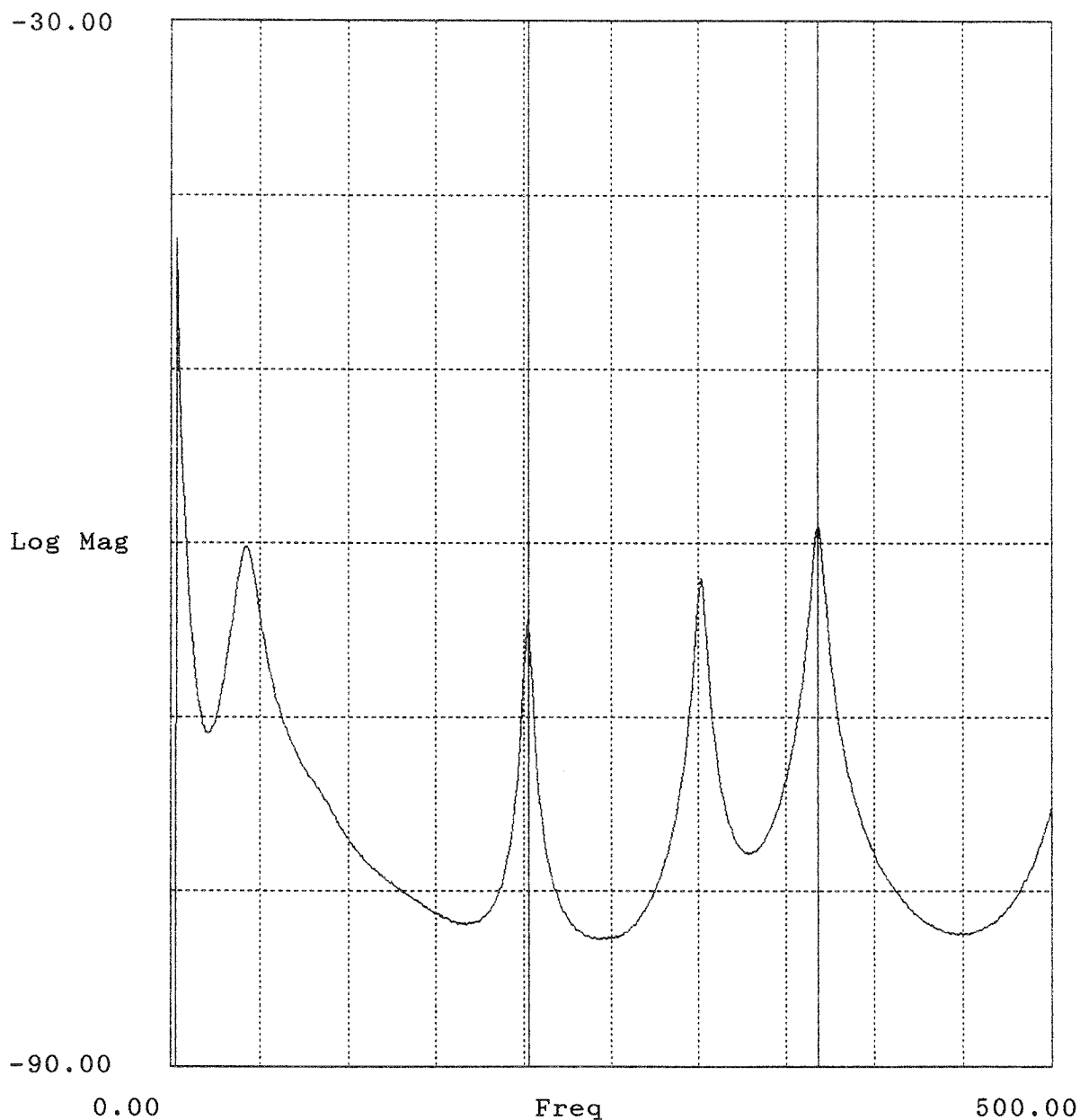


Bild E.52: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : gh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 42.969
— Trace A value : -60.130

Upper X cursor : 886.719
— Trace A value : -60.105

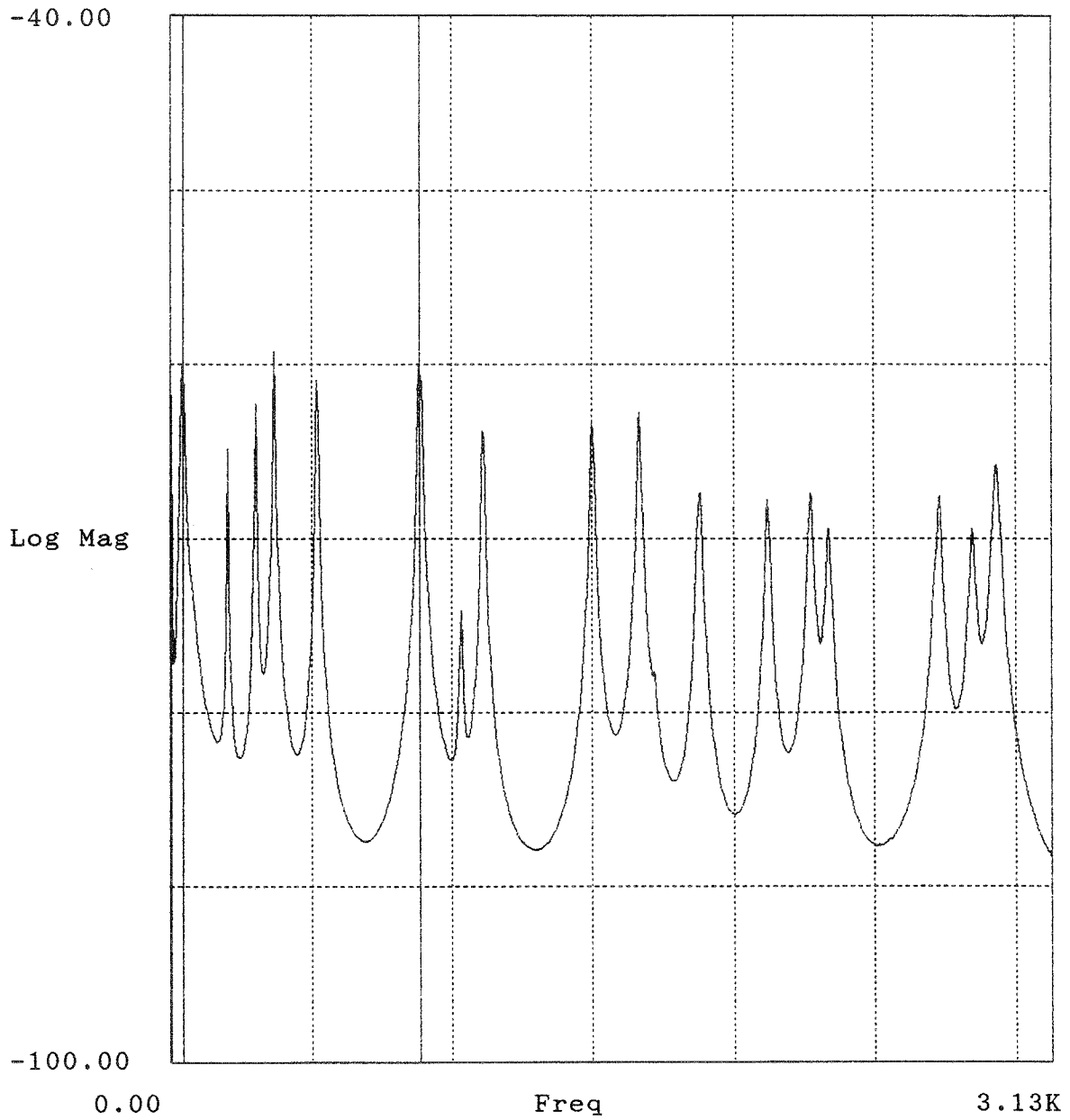


Bild E.53: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : hhl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 55.625
— Trace A value : -51.918

Upper X cursor : 369.375
— Trace A value : -58.082

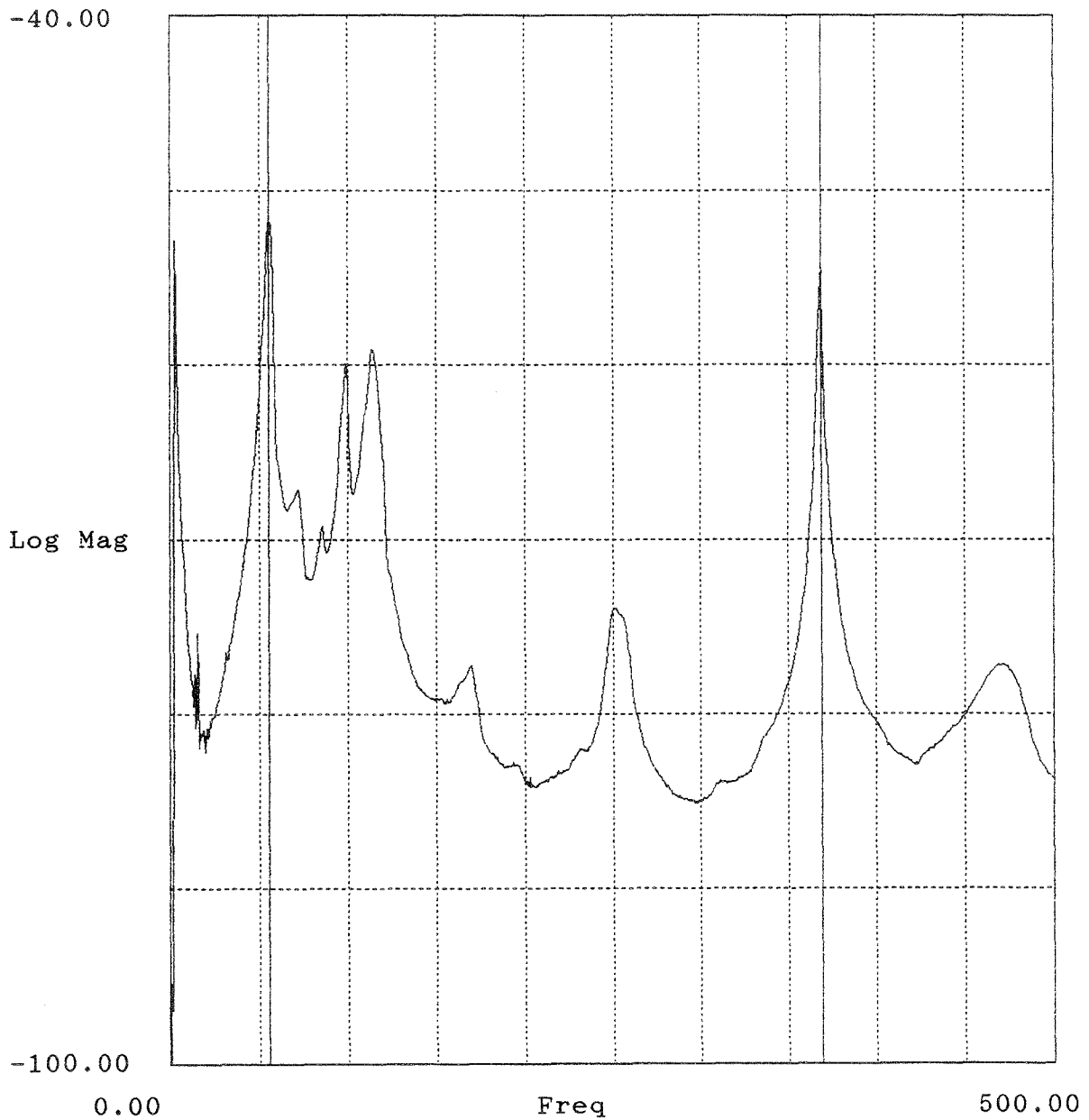


Bild E.54: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : hh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

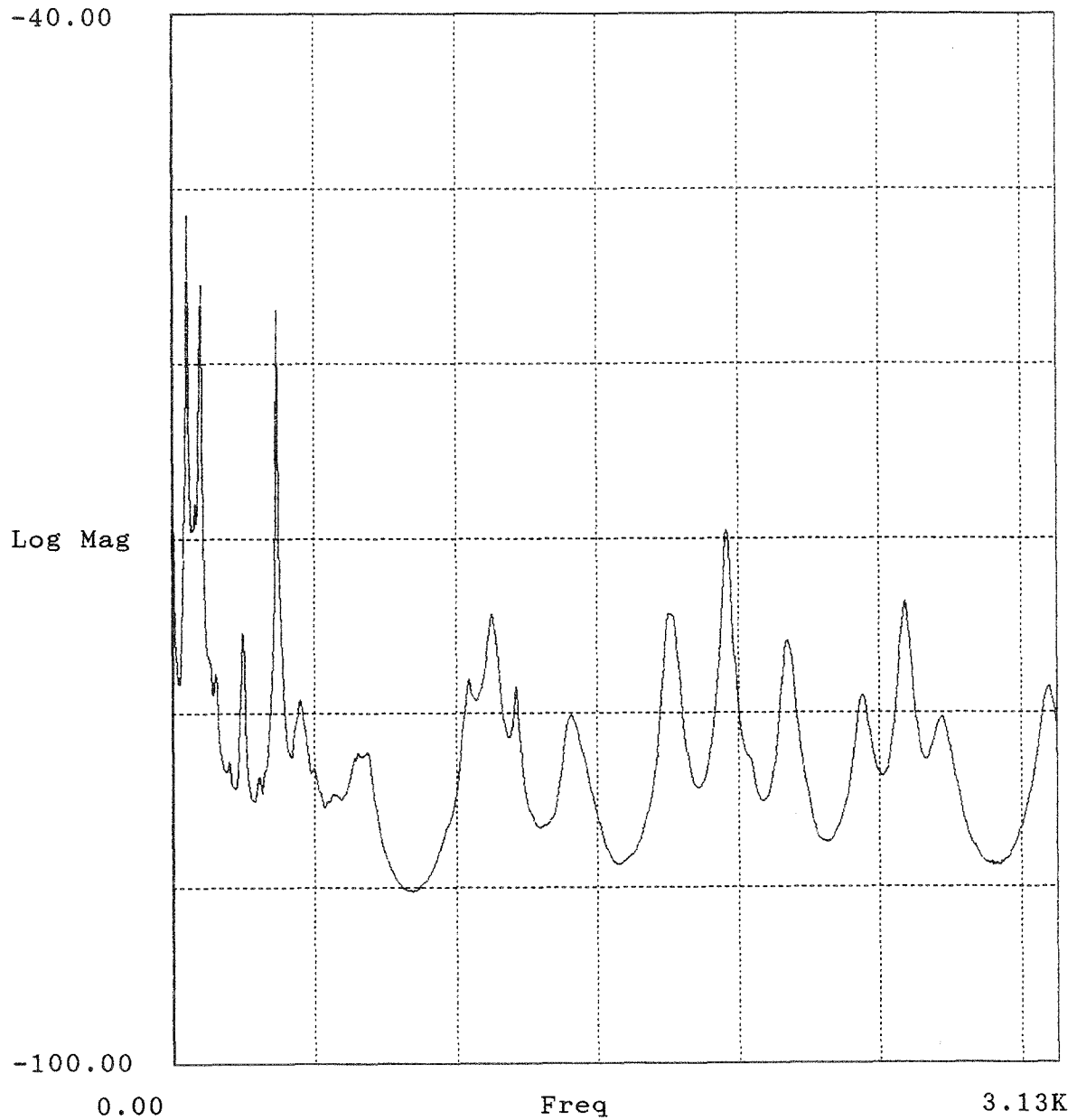


Bild E.55: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in $\text{dB re}^{-1} \text{ms}^{-1}/\text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ih1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 55.625
— Trace A value : -48.779

Upper X cursor : 310.625
— Trace A value : -59.911

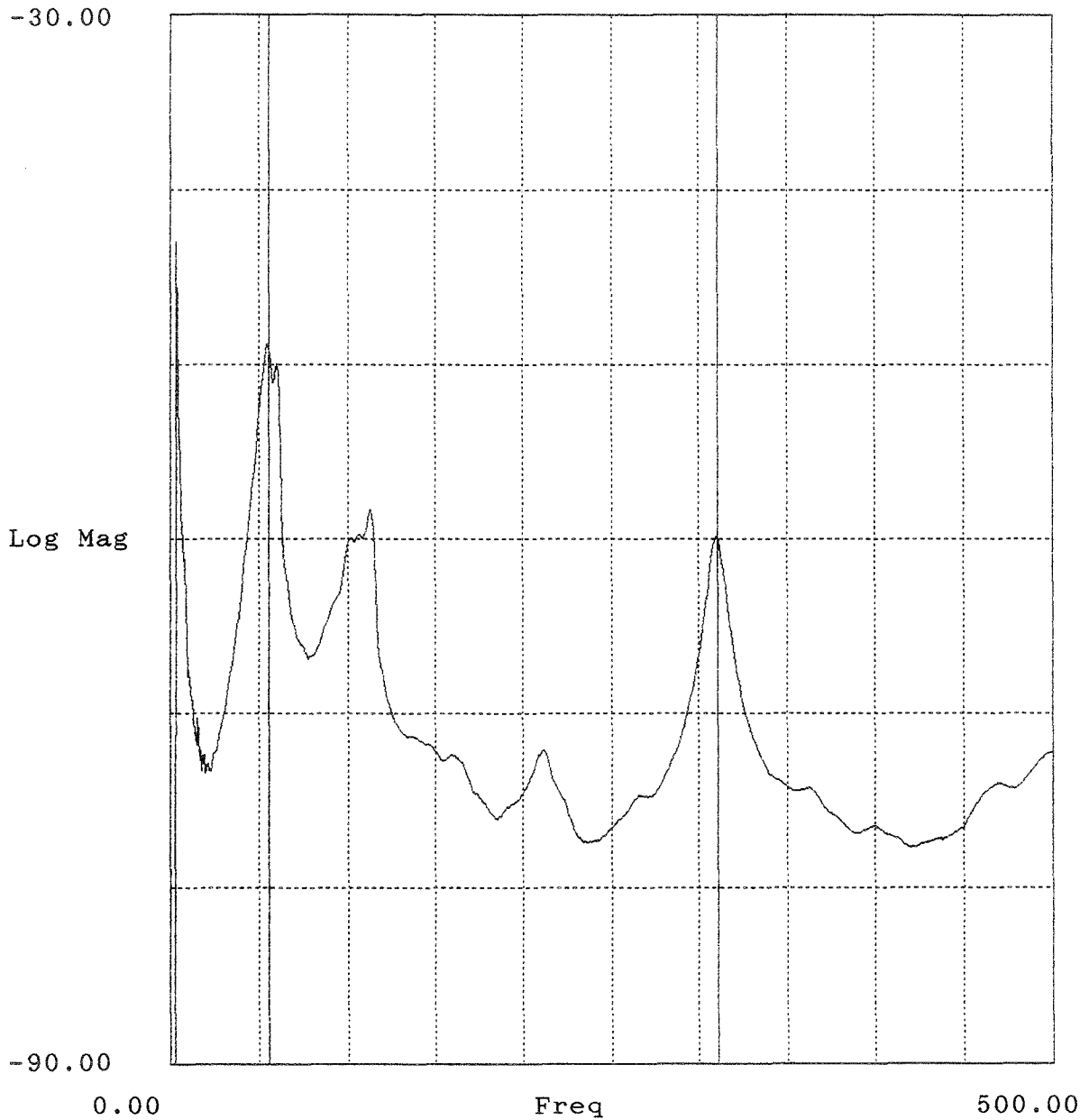


Bild E.56: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ih2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-achm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -67.992

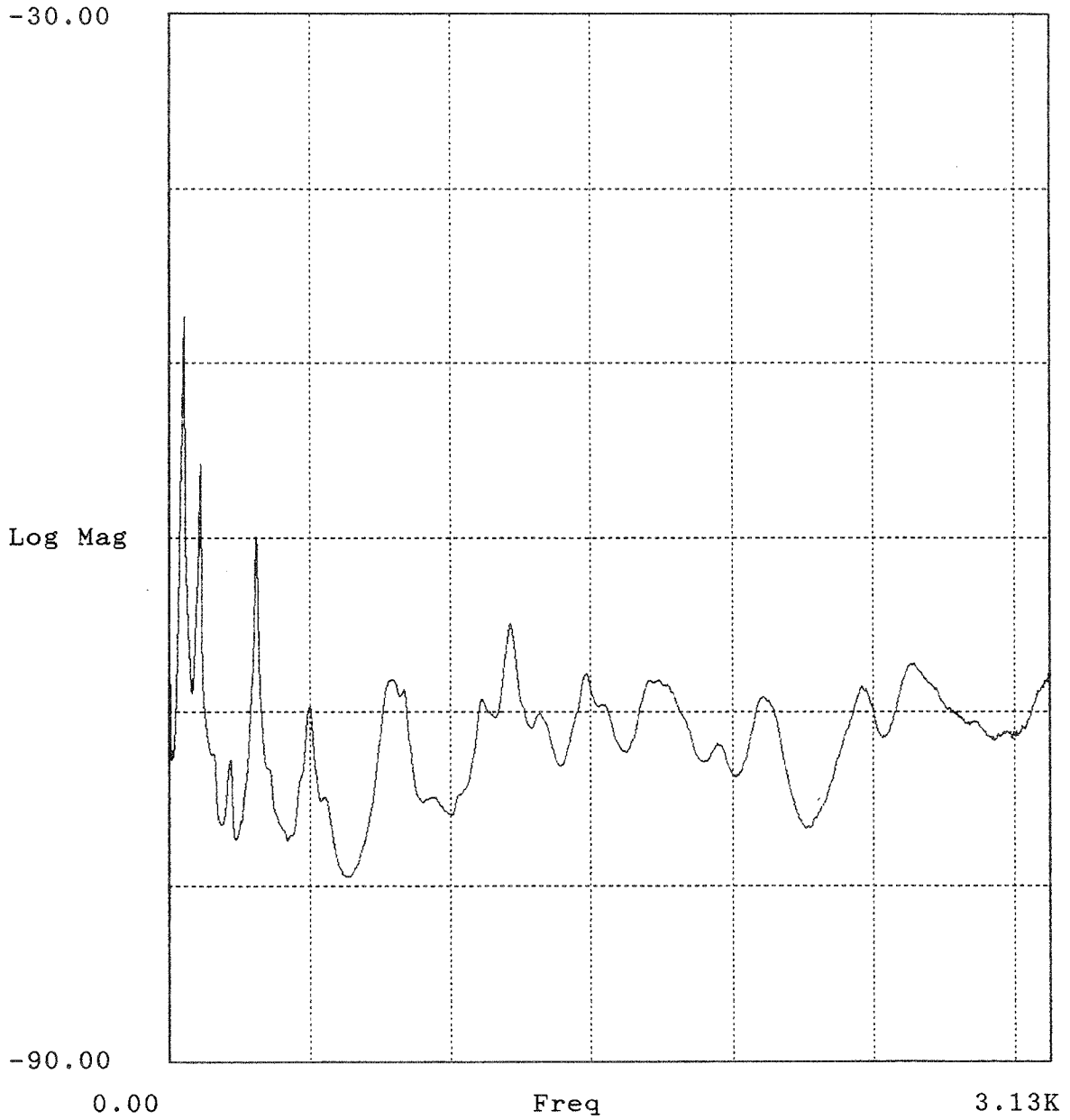


Bild E.57: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : jh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av. adm. α ps

Lower X cursor : 54.375
— Trace A value : -49.593

Upper X cursor : 279.375
— Trace A value : -58.328

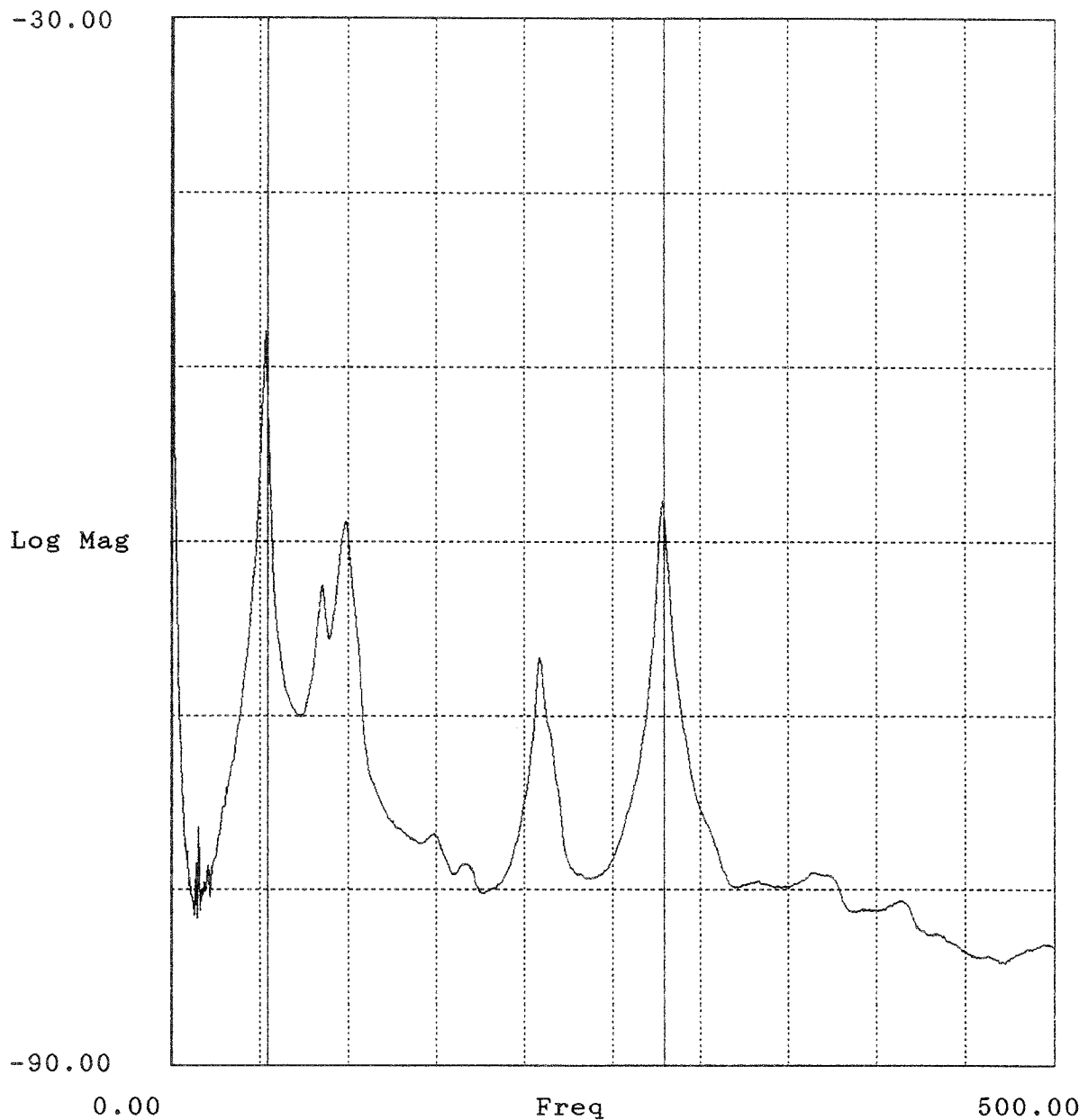


Bild E.58: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : jh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -85.965

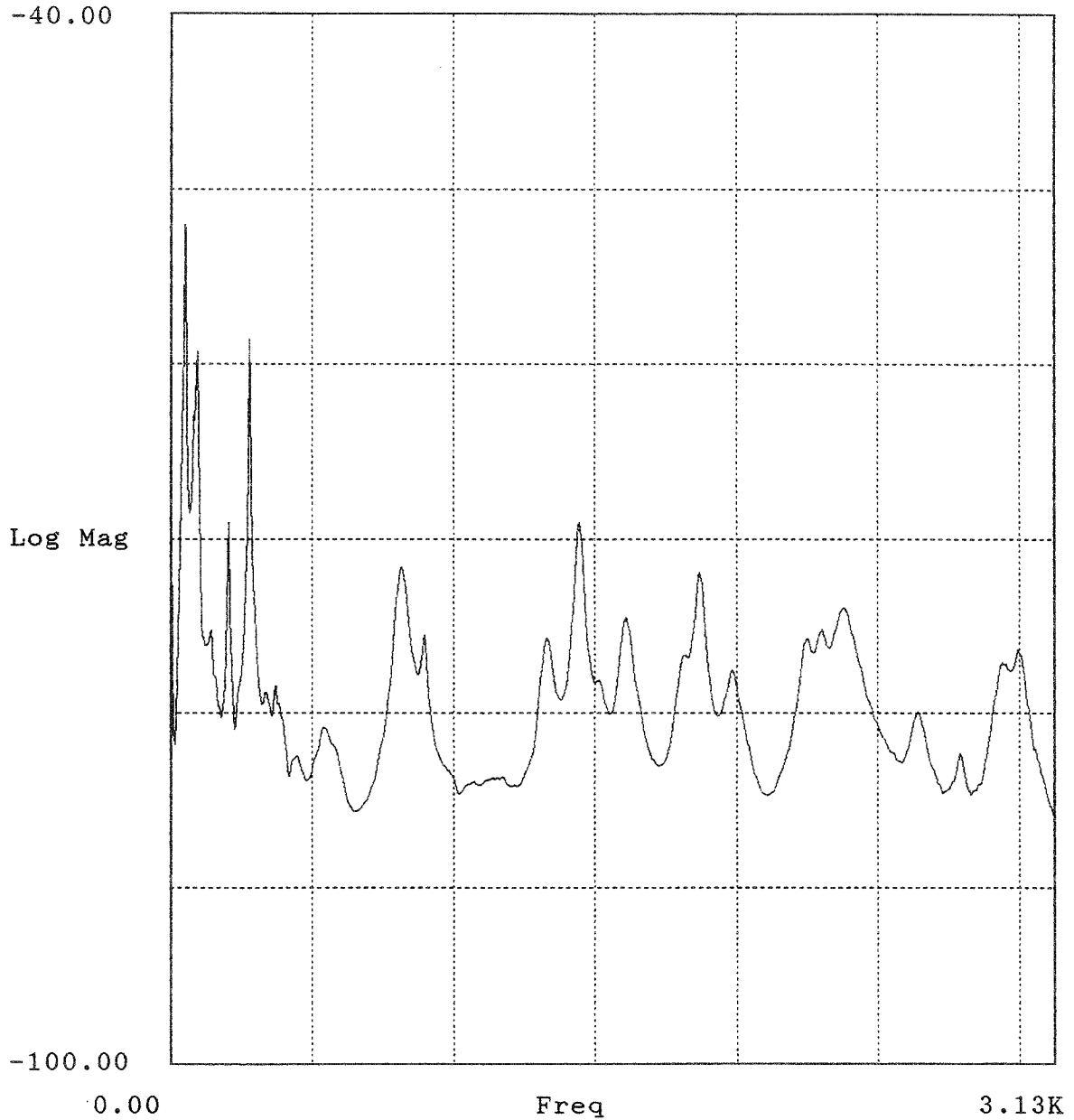


Bild E.59: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ktl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 56.875
— Trace A value : -53.183

Upper X cursor : 224.375
— Trace A value : -58.923

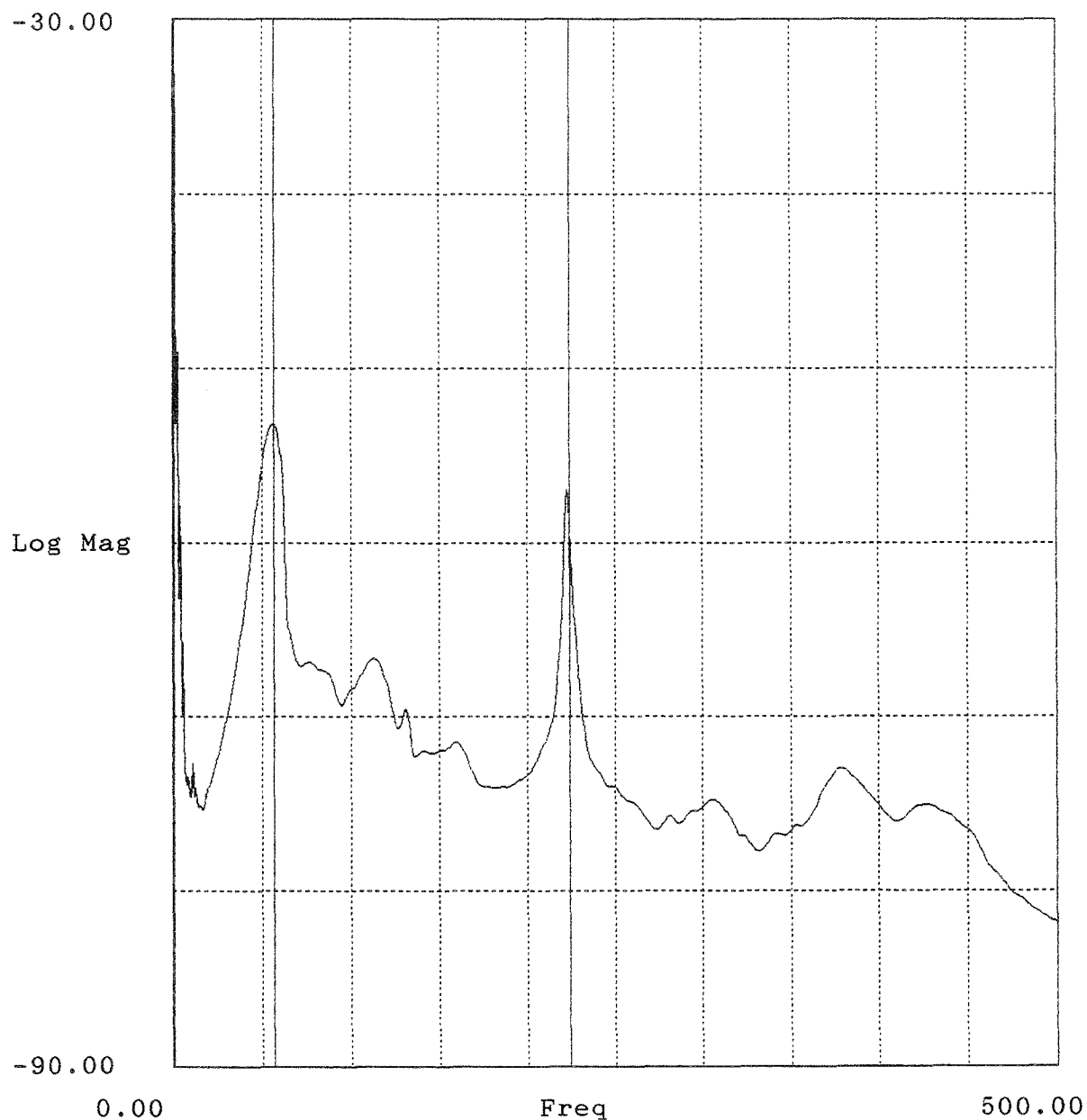


Bild E.60: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : kt2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 2.500K
— Trace A value : -74.019

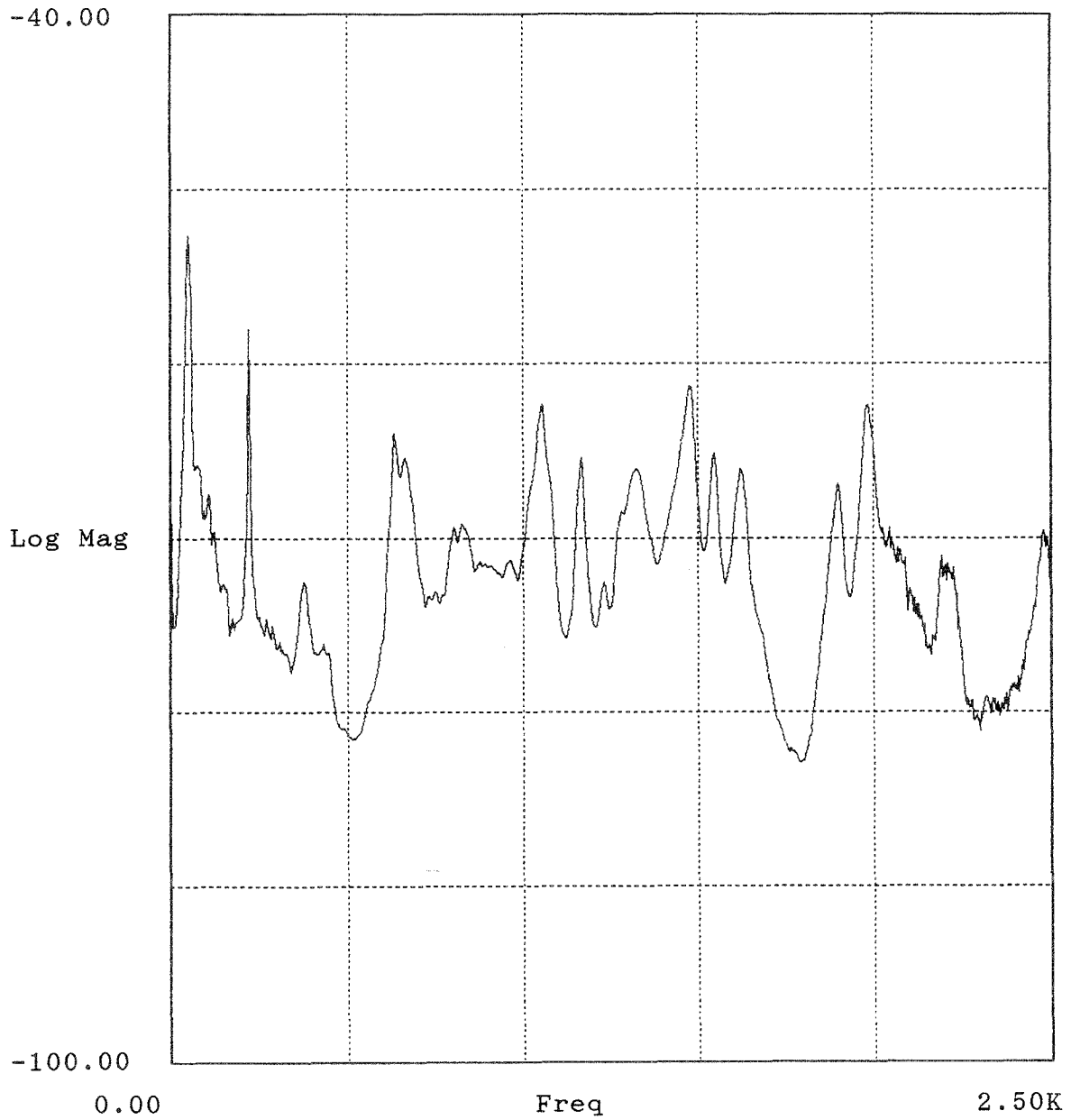


Bild E.61: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ltl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 61.875
— Trace A value : -58.046

Upper X cursor : 273.125
— Trace A value : -60.089

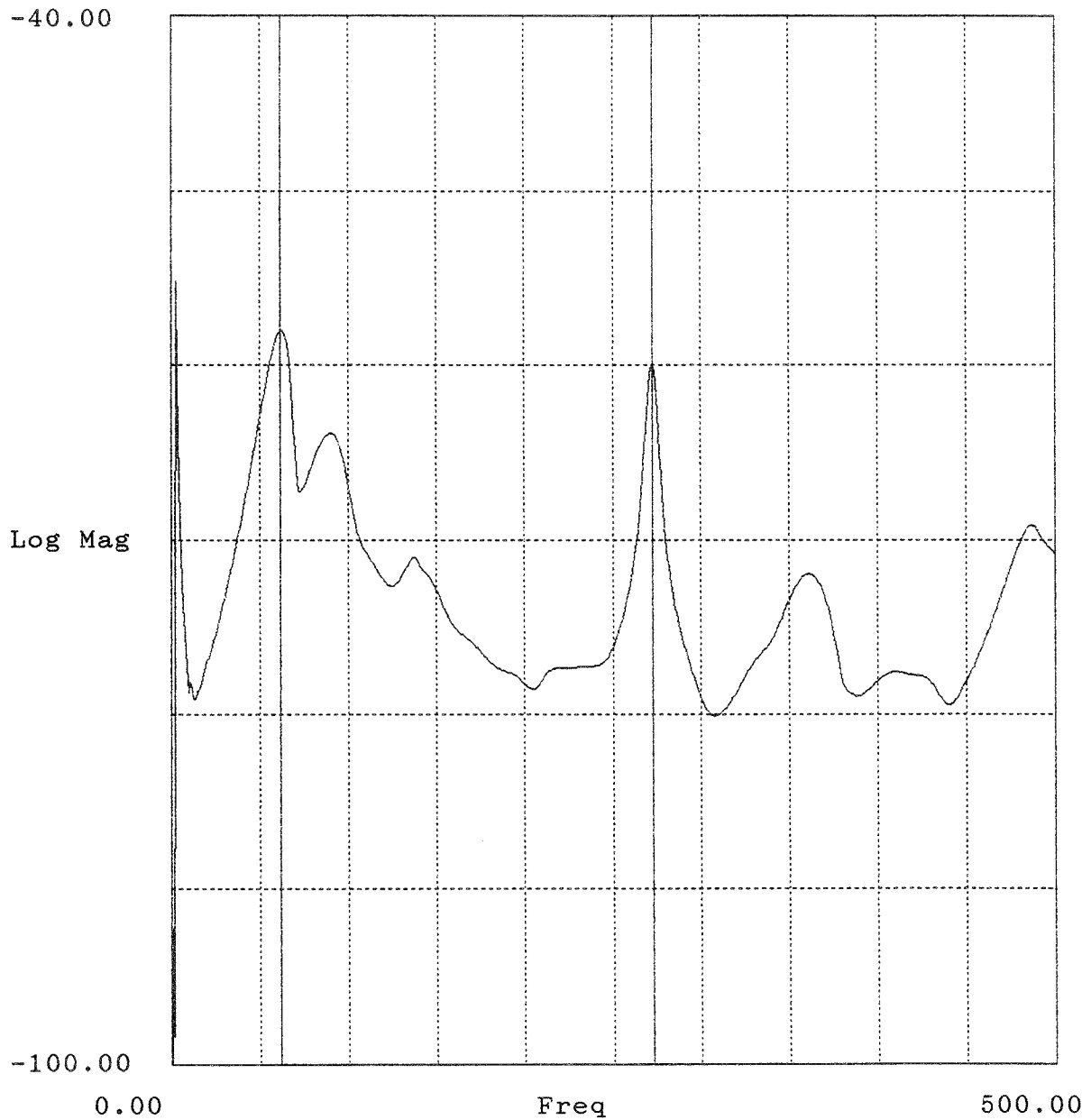


Bild E.62: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : lt2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 2.500K
— Trace A value : -81.907

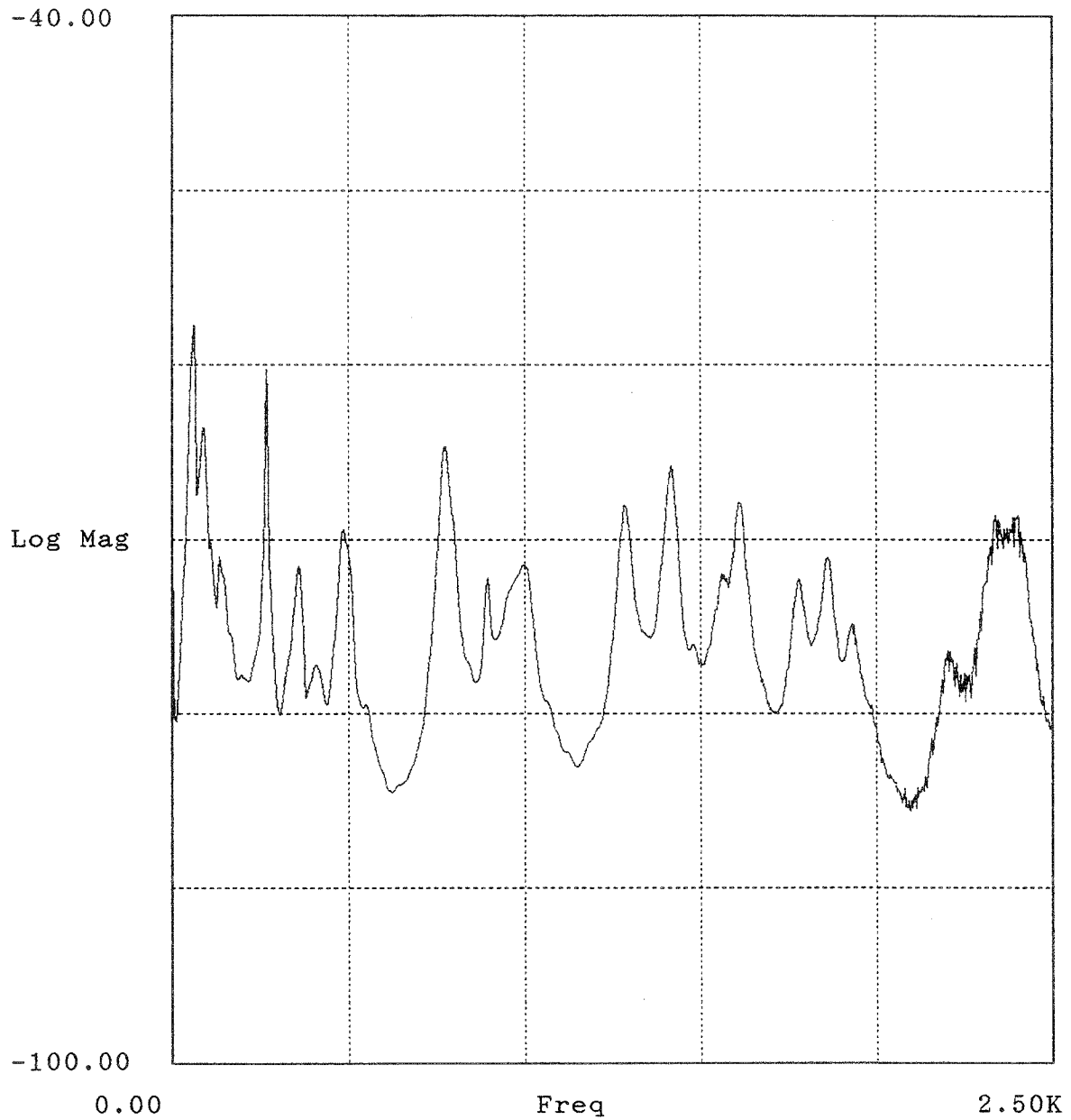


Bild E.63: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : ntl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 48.125
— Trace A value : -51.828

Upper X cursor : 281.875
— Trace A value : -63.420

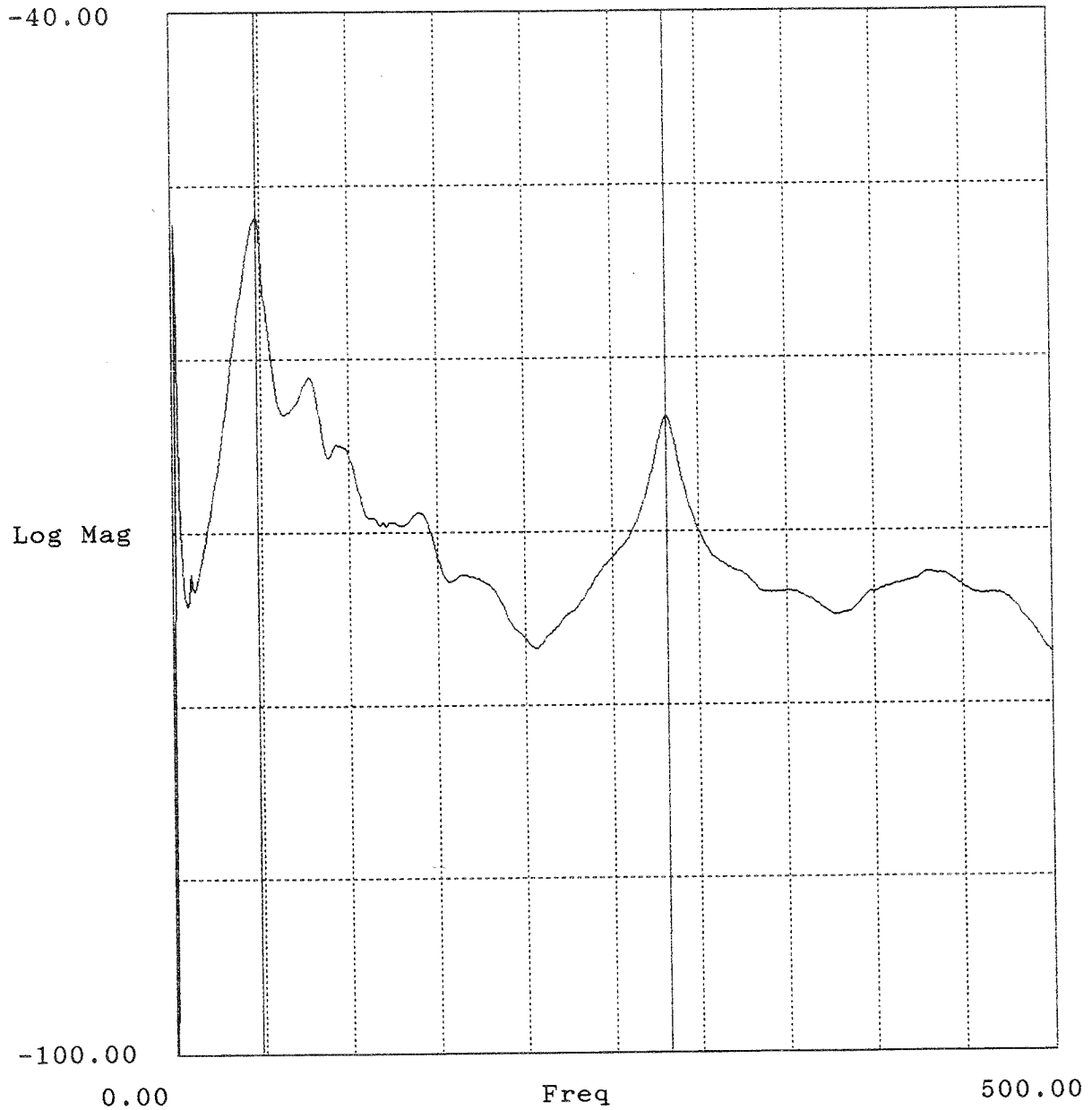


Bild E.64: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : nt2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

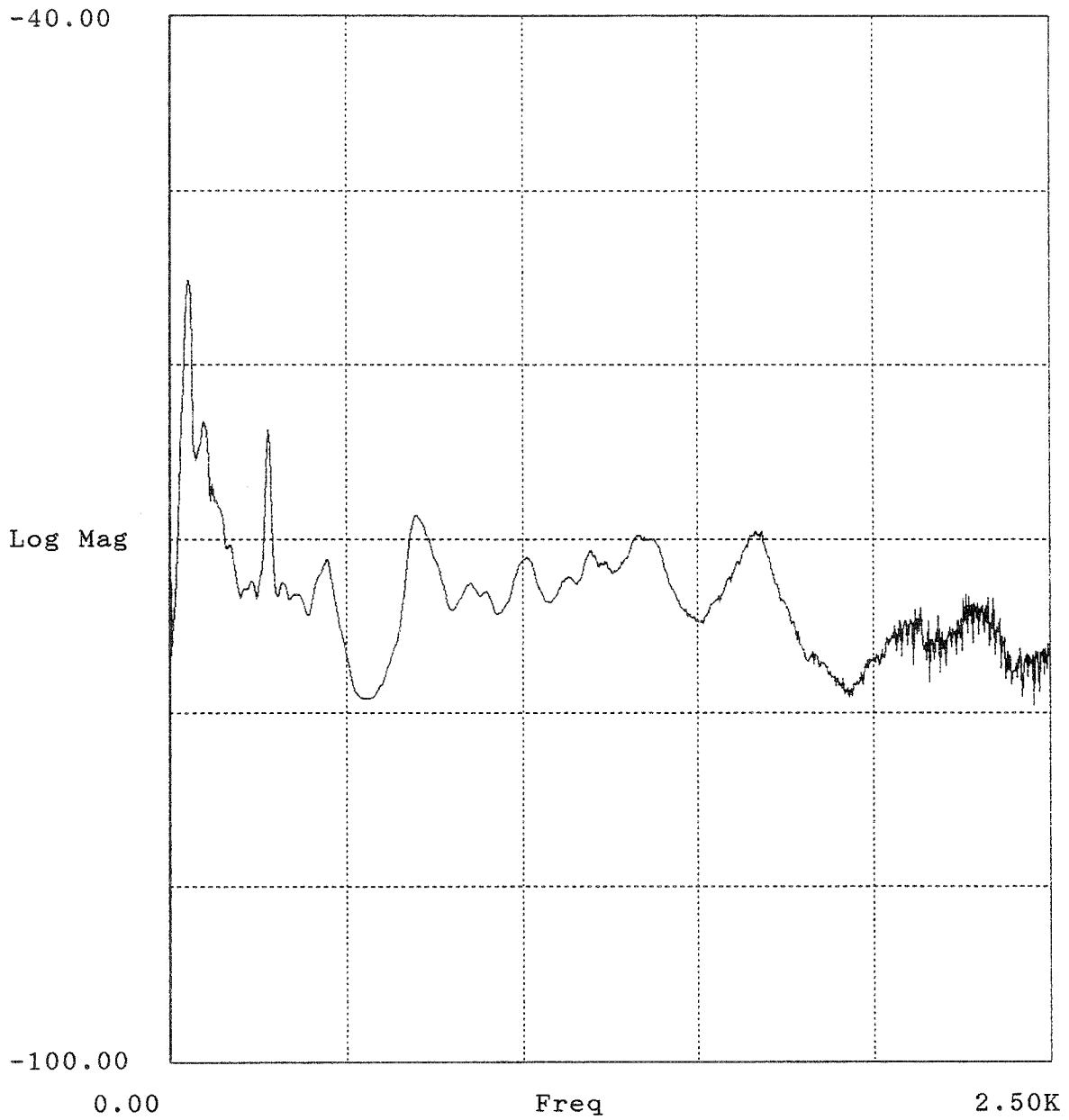


Bild E.65: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : otl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 50.625
— Trace A value : -53.651

Upper X cursor : 270.625
— Trace A value : -54.011

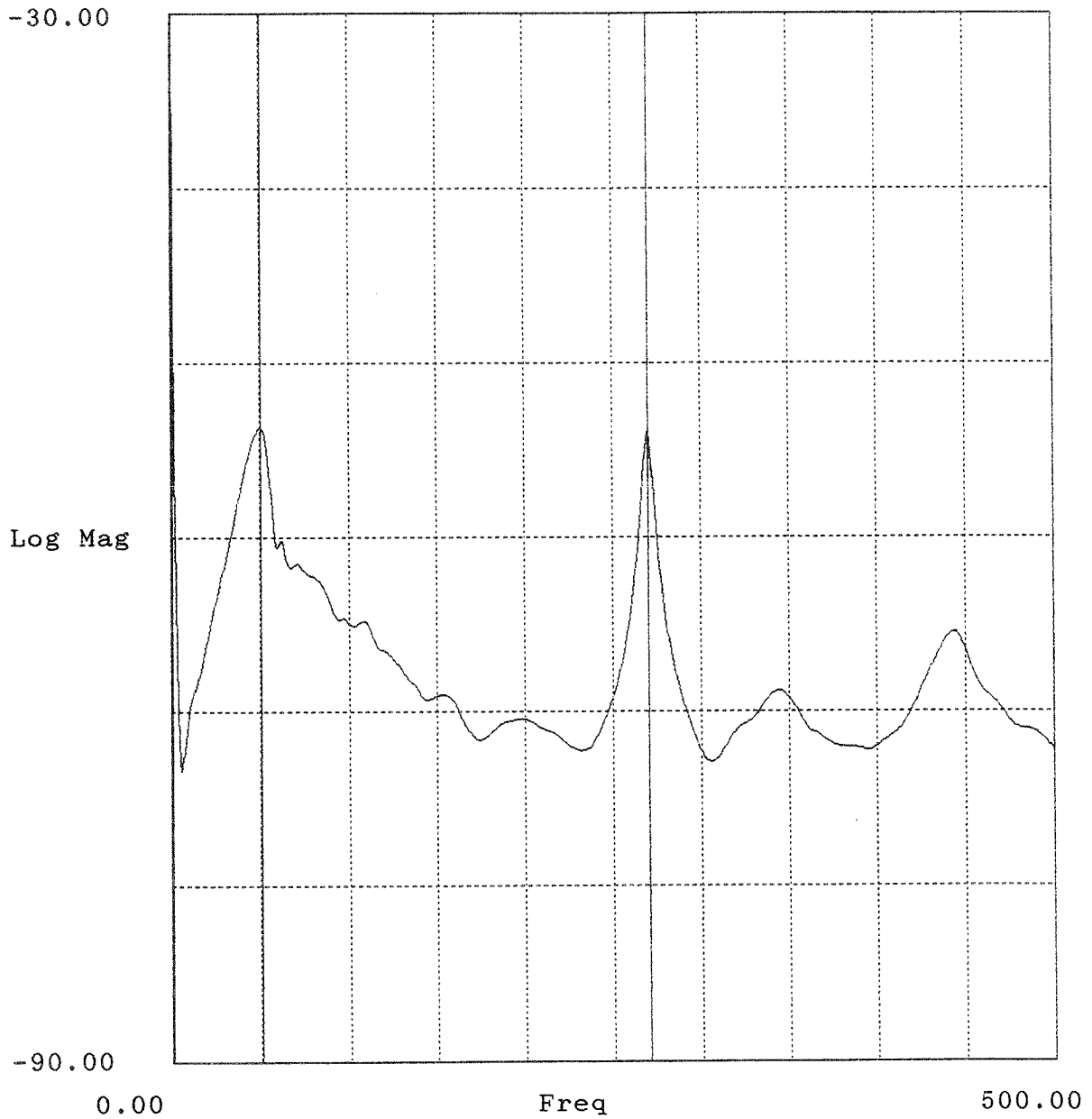


Bild E.66: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : ot2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 2.500K
— Trace A value : -72.442

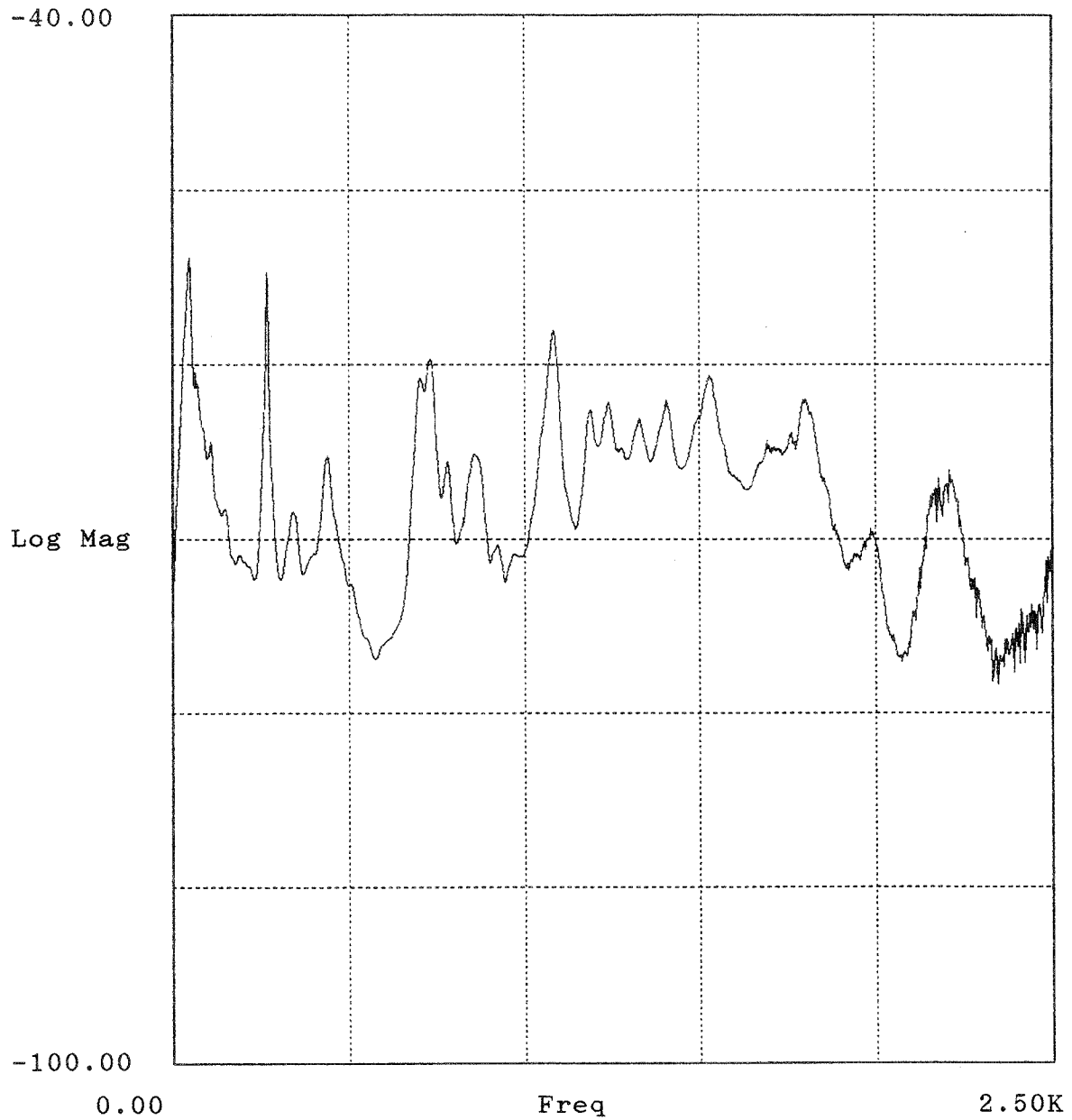


Bild E.67: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : pl
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 325.000
— Trace A value : -51.213

Upper X cursor : 467.500
— Trace A value : -48.933

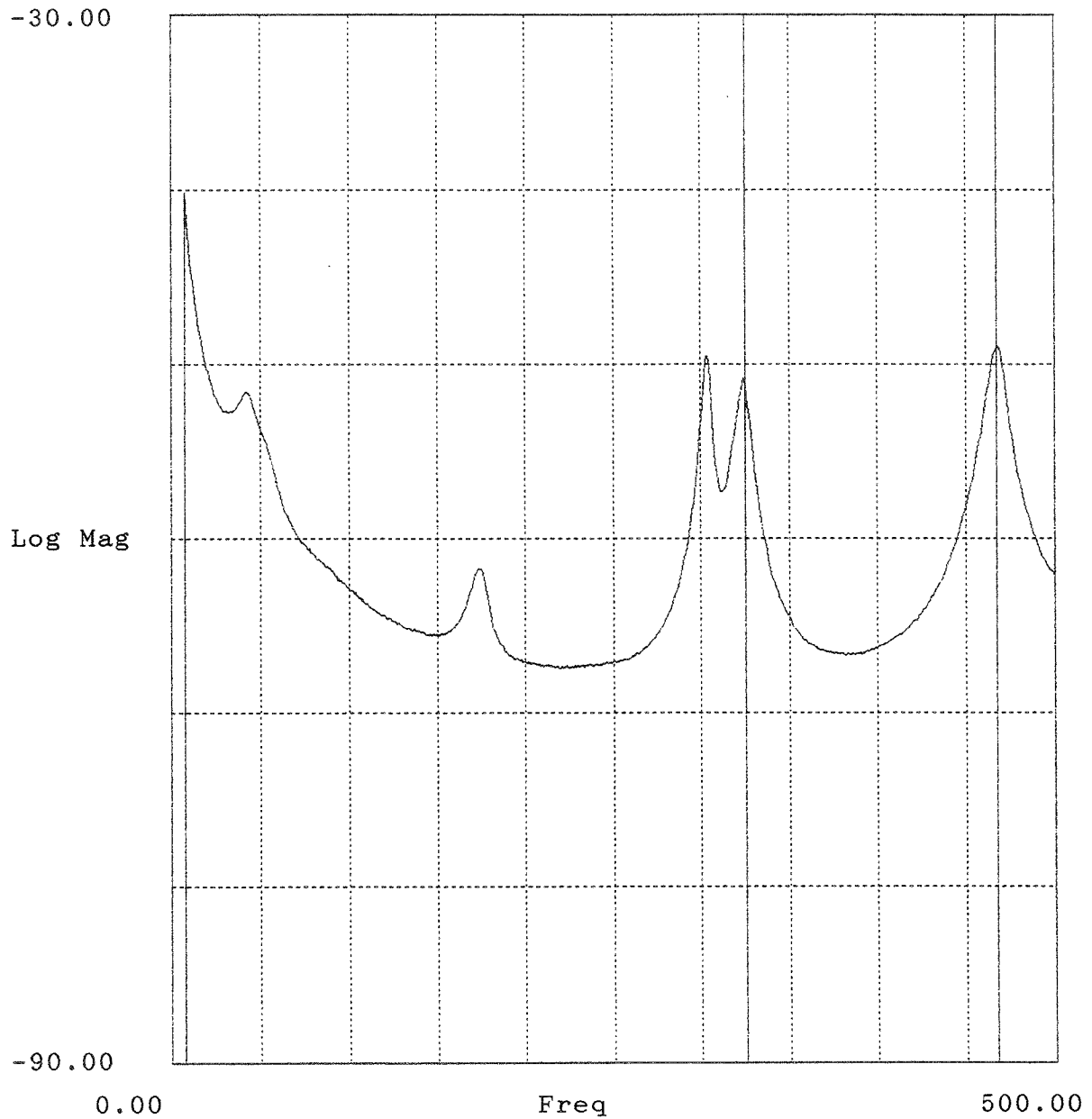


Bild E.68: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : p2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 562.500
— Trace A value : -51.804

Upper X cursor : 1.242K
— Trace A value : -33.208

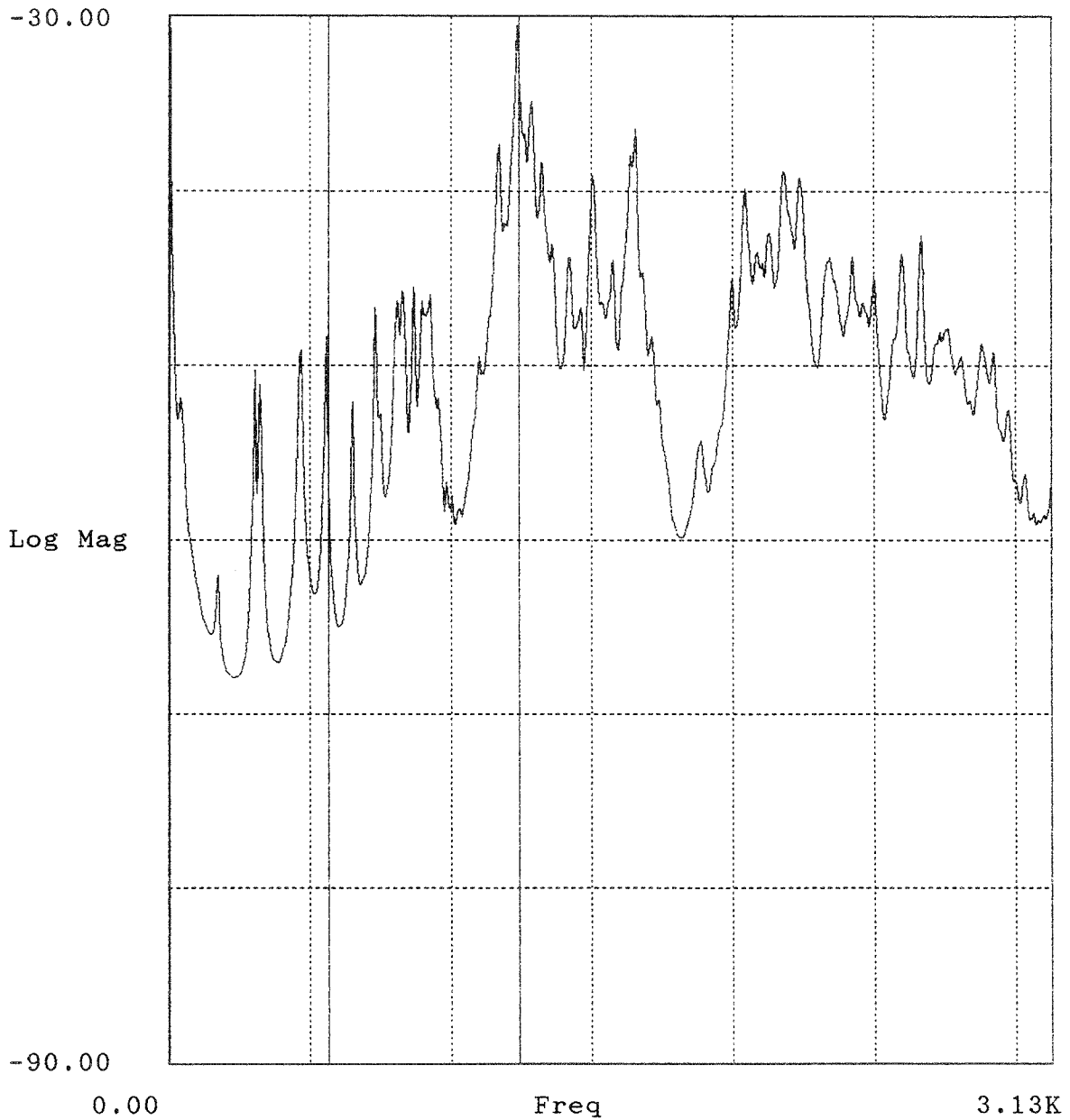


Bild E.69: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : pt1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm-aps

Lower X cursor : 298.125
— Trace A value : -47.469

Upper X cursor : 456.875
— Trace A value : -49.994

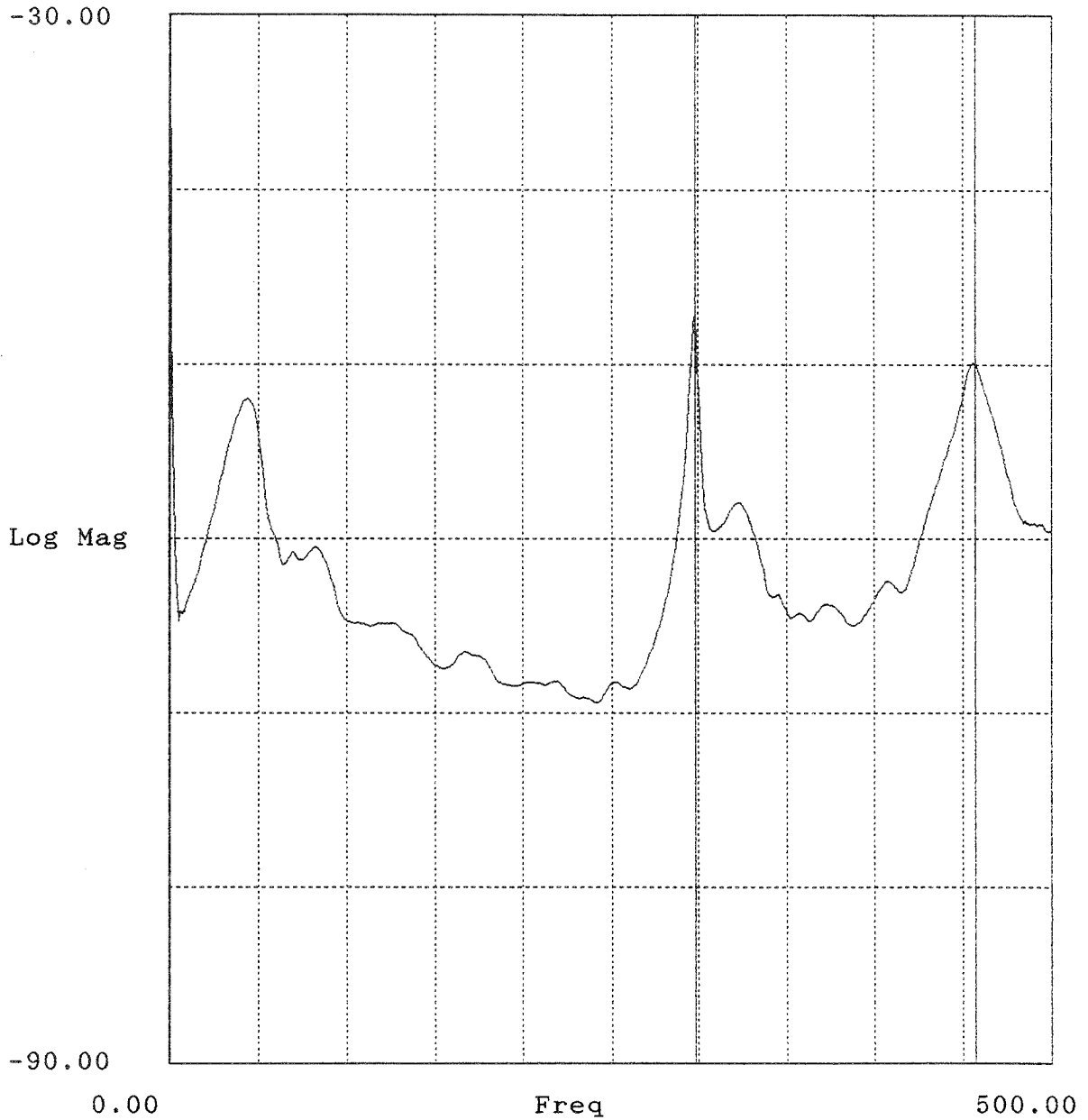


Bild E.70: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : pt2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 290.625
— Trace A value : -55.825

Upper X cursor : 1.250K
— Trace A value : -34.772

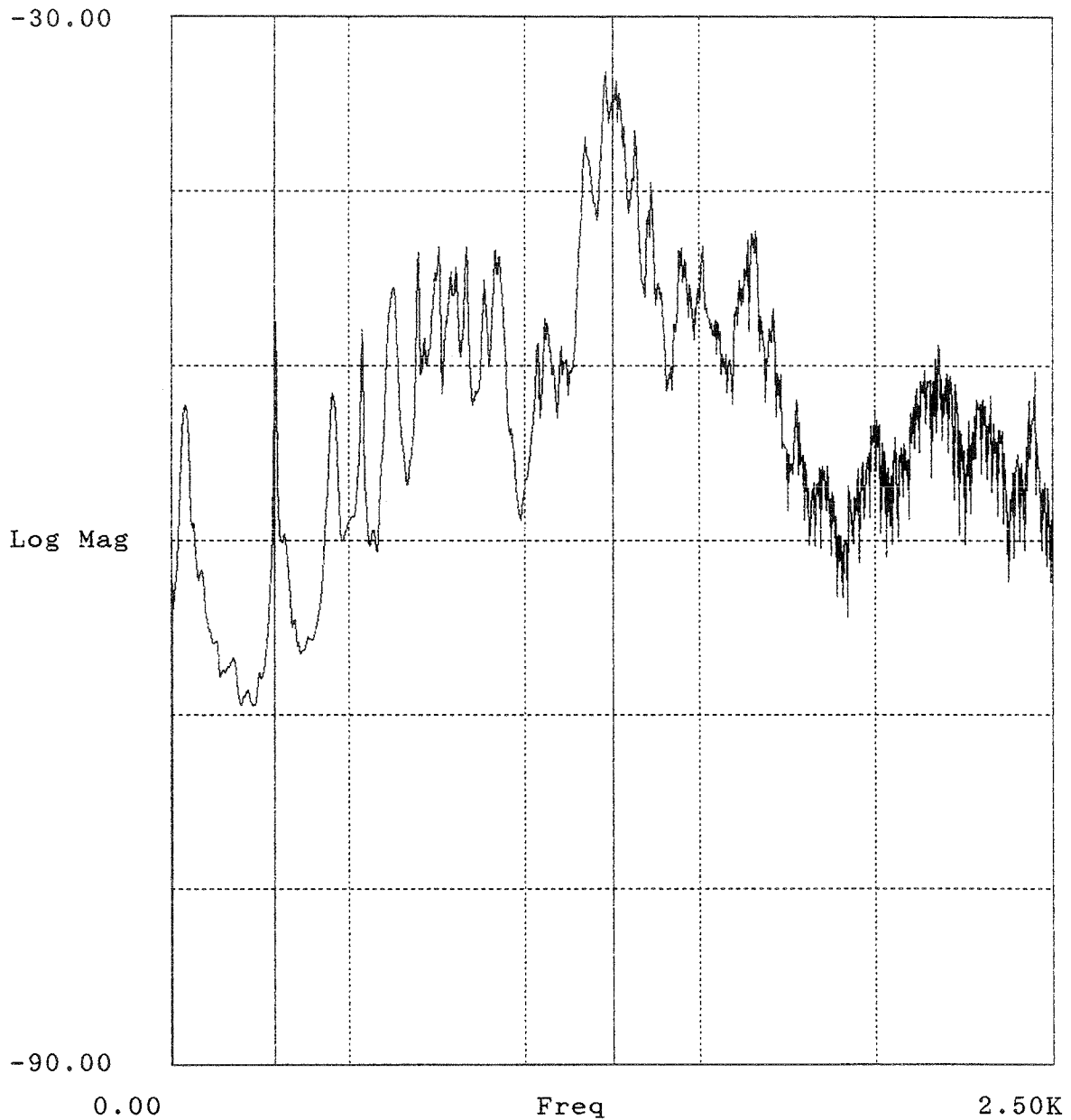


Bild E.71: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : pt3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 160.000
— Trace A value : -61.965

Upper X cursor : 449.375
— Trace A value : -48.454

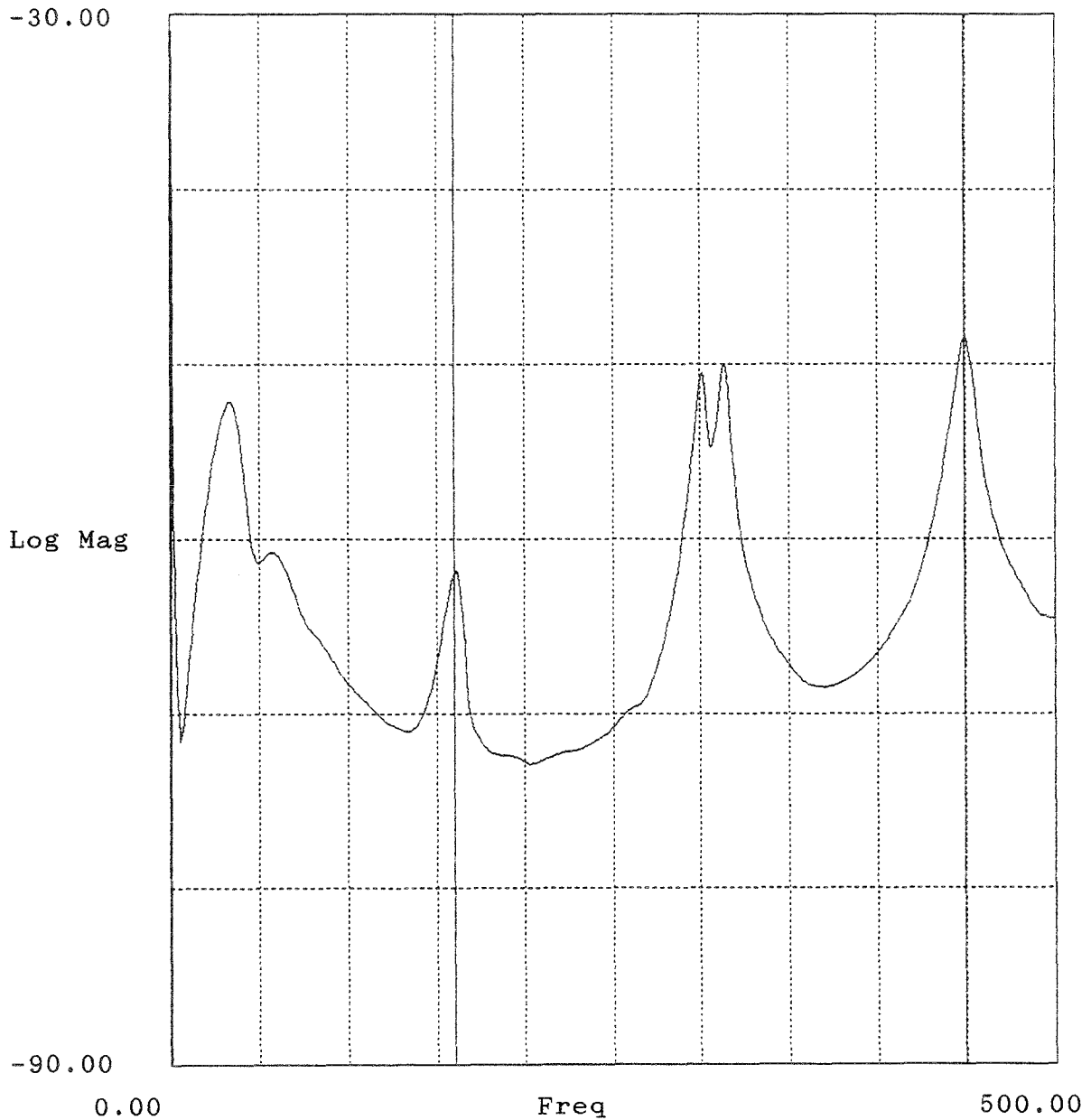


Bild E.72: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : pt4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 703.125
— Trace A value : -50.344

Upper X cursor : 1.238K
— Trace A value : -35.742

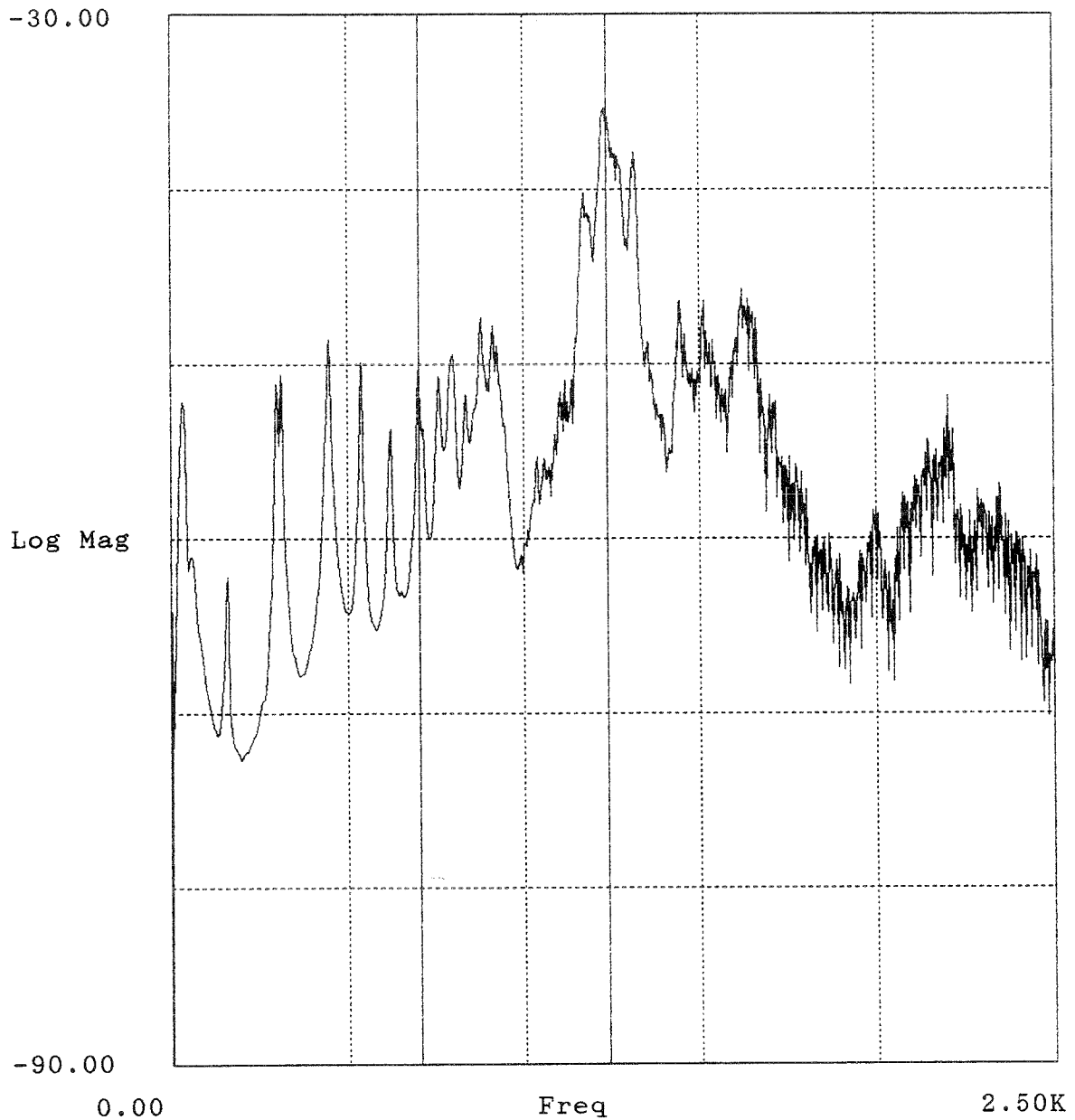


Bild E.73: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : rh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 58.125
— Trace A value : -50.436

Upper X cursor : 310.625
— Trace A value : -59.672

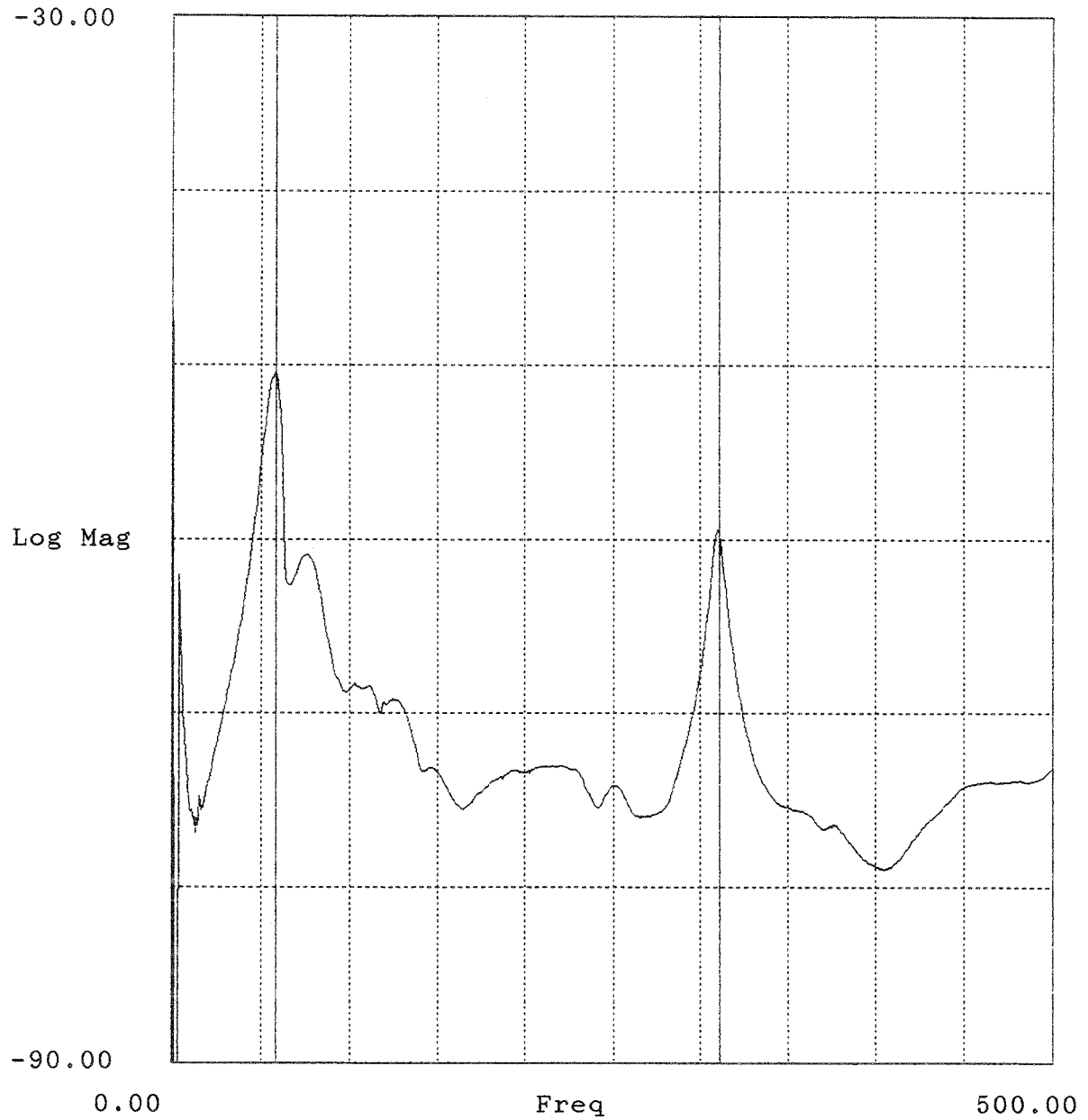


Bild E.74: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N (Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : rh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 808.594
— Trace A value : -64.523

Upper X cursor : 1.301K
— Trace A value : -66.890

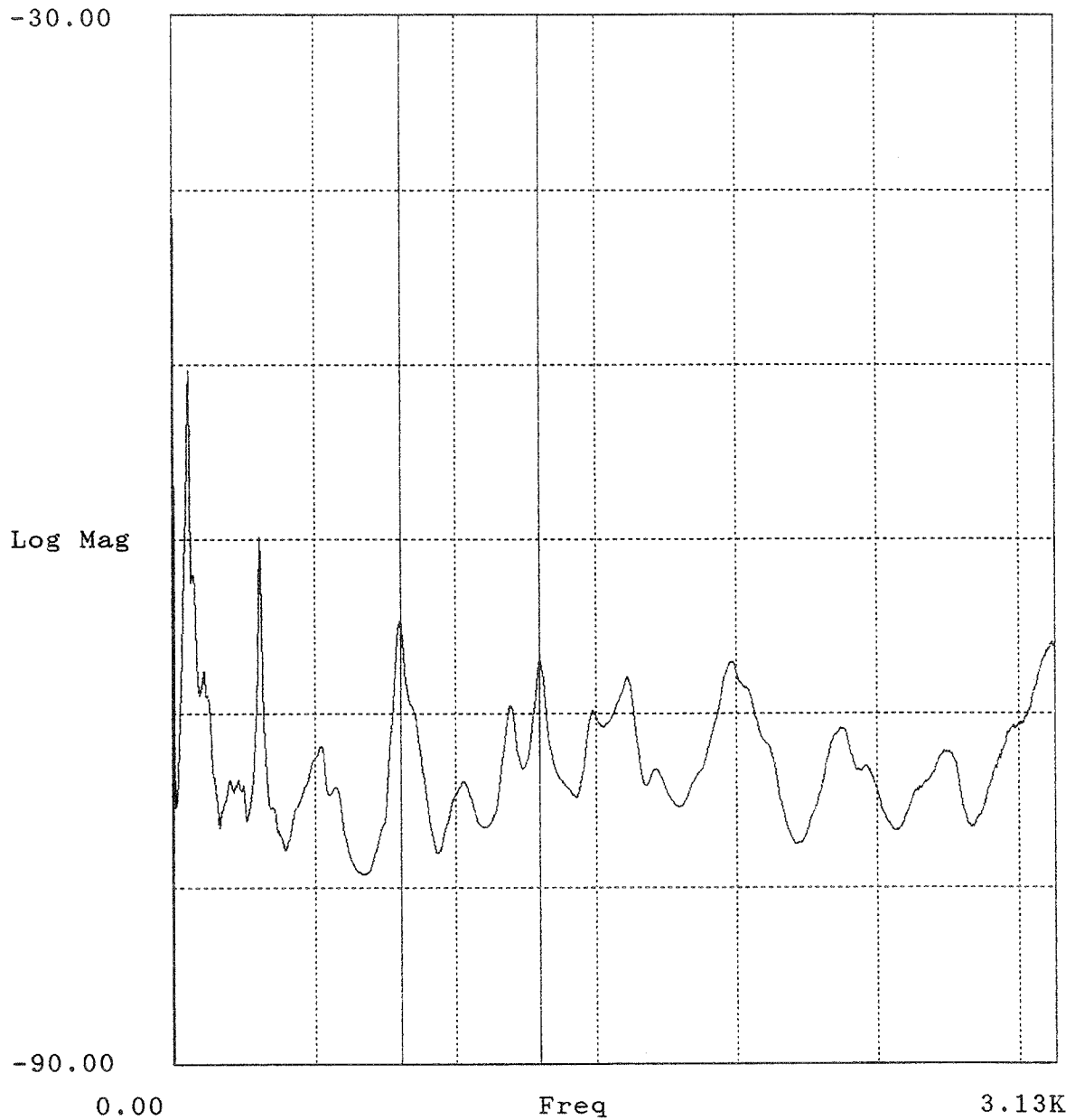


Bild E.75: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : rh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 66.250
— Trace A value : -54.262

Upper X cursor : 310.625
— Trace A value : -60.236

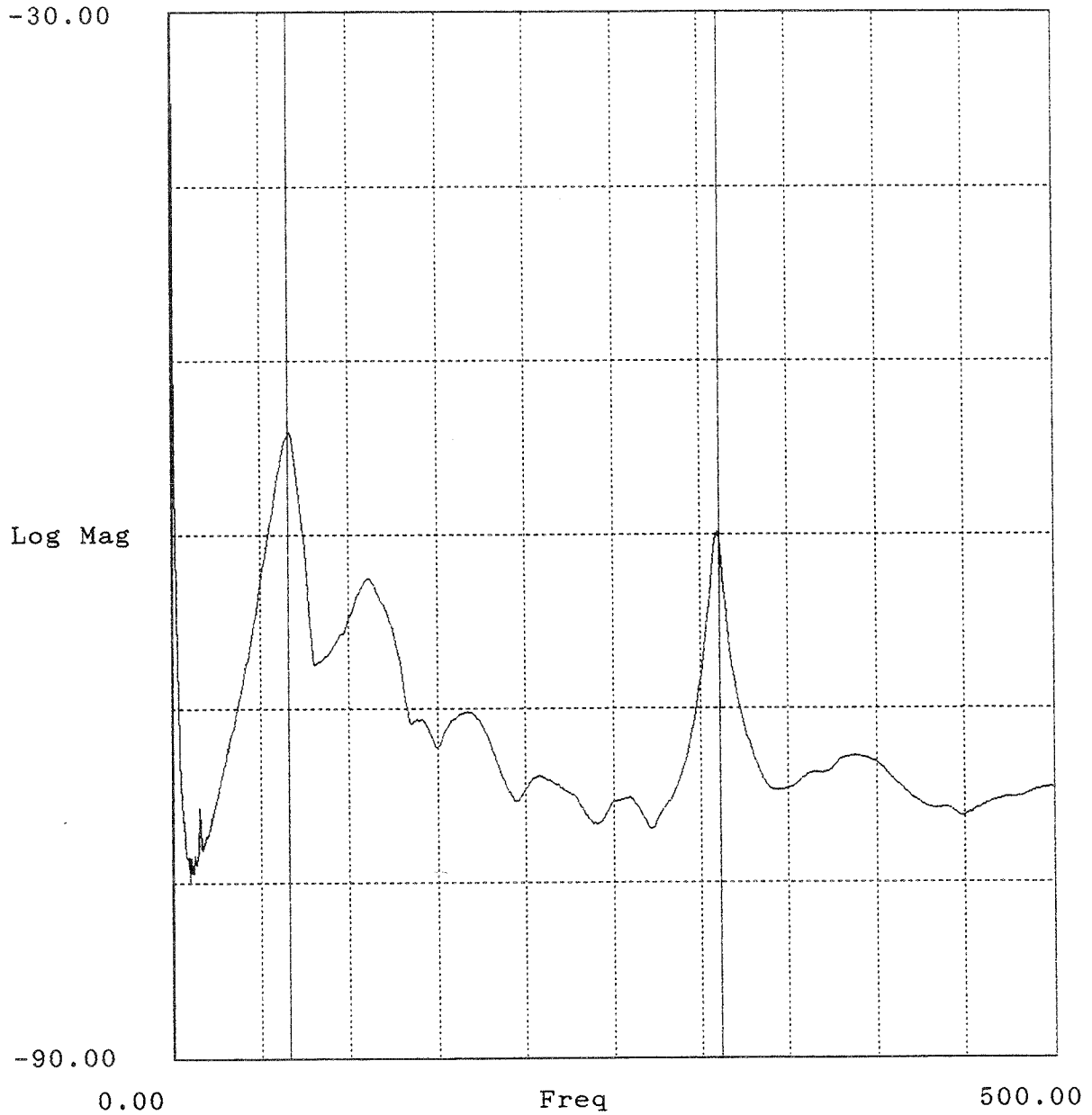


Bild E.76: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : rh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 808.594
— Trace A value : -68.942

Upper X cursor : 1.301K
— Trace A value : -67.550

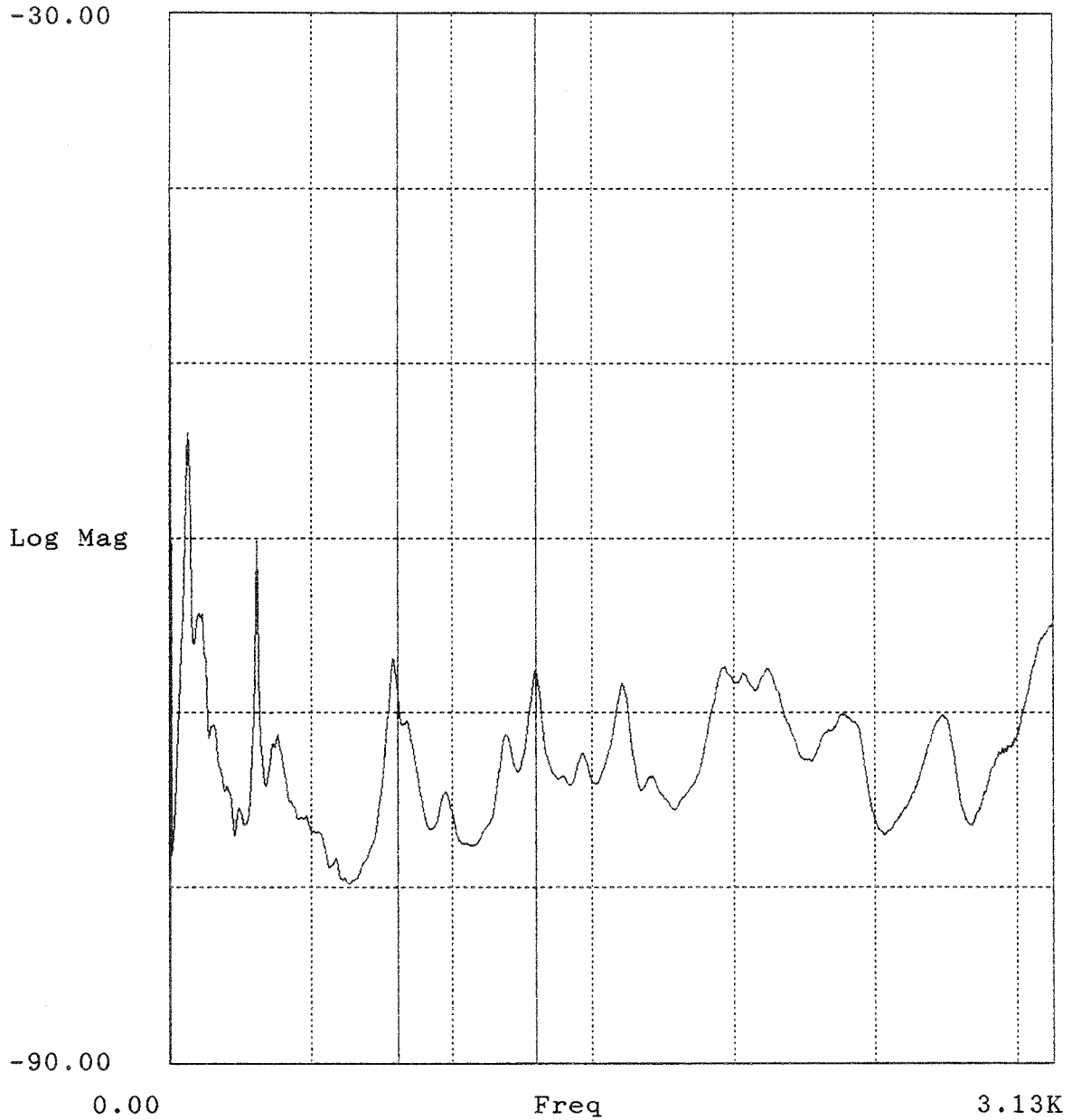


Bild E.77: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Anhang E
B-BA 2/1993

Project : sh1
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 199.375
— Trace A value : -75.980

Upper X cursor : 258.750
— Trace A value : -69.895

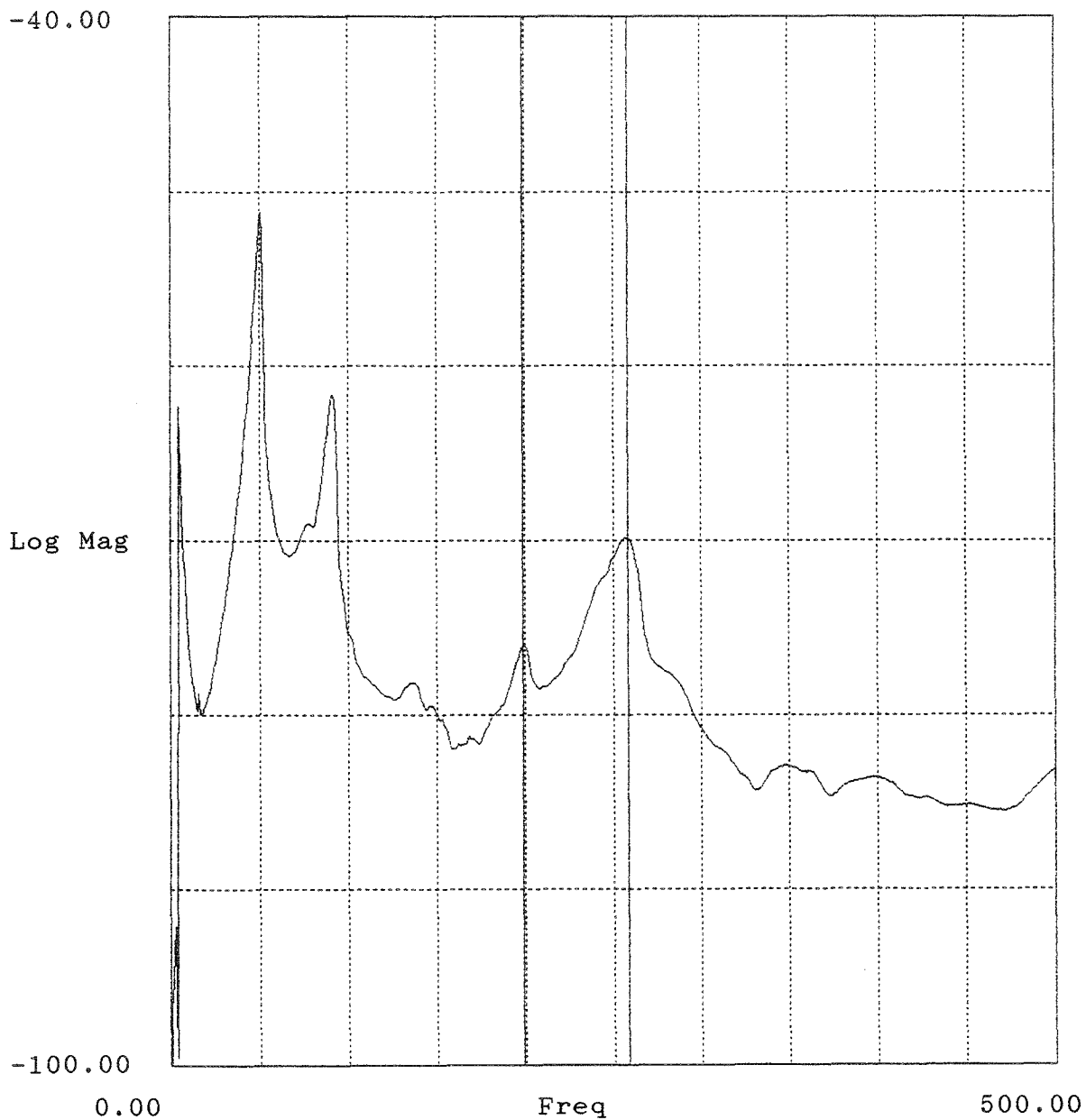


Bild E.78: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Project : sh2
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 625.000
— Trace A value : -76.016

Upper X cursor : 1.395K
— Trace A value : -75.784

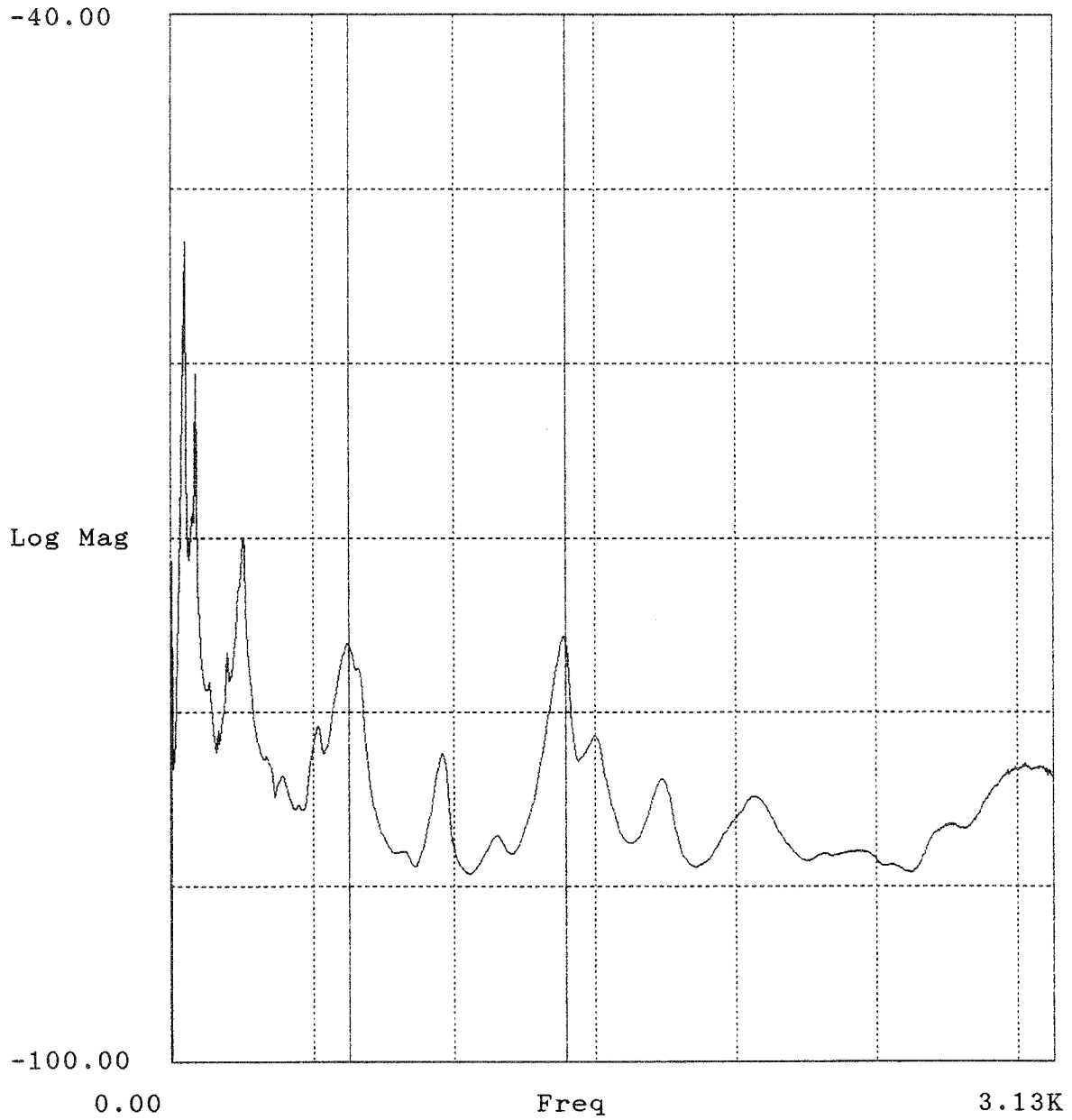


Bild E.79: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang D).

Sattelschwingungen, effektive E-Moduln und Biegesteifen einzelner Doppelbodenplatten

Ergebnisse für die Sattelmode. RB: Randbedingungen (n = normal: Platte auf zugehörigen Stützen; f = falsch: Platte auf anderen oder modifizierten Stützen; w = weich: Platte auf Schaumstoffstreifen), f_{SM} : Eigenfrequenz, d_{SM} : Dämpfung, A_{SM} : mittlere Admittanz bei f_{SM} (vgl. Anhang E; $0 \text{ dB} \triangleq 1 \text{ ms}^{-1}/\text{N}$), E: E-Modul nach Gl. (3.2), B: Biegesteife nach Gl. (3.3). Verschiedene Exemplare des gleichen Plattentyps werden durch Apostroph unterschieden, z.B. A' und A'' von A. Ein * beim Frequenzwert bedeutet, daß die Schwingungsform zwar als Sattelschwingung erkennbar, aber nicht besonders "schön" ausgebildet ist.

Platte	Messung	RB	f_{SM} [Hz]	d_{SM} [%]	A_{SM} [dB]	E [GPa]	B [kNm]
A'	a21	n	273	0.4	-52.2	15.7	56,7
A''	a23	n	232	1.8	-59.5	11.4	40,9
AH	ah4	f	155	4.1	-67.7	5.00	18,8
AH	ah5	n	158	3.3	-66.3	5.20	19,6
AT	at1	n	223	2.2	-63.9	9.96	39,2
B	b2	f	220	0.5	-53.3	7.84	34,9
B	b4	n	222	0.7	-54.6	7.98	35,6
B	b6	w	227	1.5	-60.7	8.34	37,2
BH	bh2	n	228	1.1	-60.0	8.18	41,1
BT	bt2	n	216	0.8	-55.7	6.12	34,6
C	c2	n	287	0.8	-59.1	14.5	64,5
CH	ch2	n	288	0.9	-61.6	13.3	69,5
CT	ct2	n	282	0.5	-55.5	10.9	64,2
D	d1	n	401*	0.9	-52.8	6.17	48,2
D	d3	w	-	-	-	-	-
DH	dh1	n	386	0.6	-53.1	5.74	51,2

Anhang F
B-BA 2/1993

Platte	Messung	RB	f_{SM} [Hz]	d_{SM} [%]	A_{SM} [dB]	E [GPa]	B [kNm]
DH	dh3	w	-	-	-	-	-
EH	eh1	n	313	1.2	-59.5	7.78	49,2
FH	fh1	n	251	1.6	-56.9	4.85	28,5
FH	fh3	w	254	2.1	-58.3	4.97	29,1
GH	gh1	n	297	0.4	-55.4	21.7	74,9
GH	gh3	w	301	0.9	-62.0	22.3	76,9
HH	hh1	n	368	0.3	-54.8	33.5	132
IH	ih1	n	310	1.6	-59.8	7.90	46,4
JH	jh1	n	279	0.8	-57.7	12.3	64,6
KT	kt1	n	223	0.7	-56.9	5.86	37,0
LT	lt1	n	273	1.1	-60.0	10.9	59,3
NT	nt1	n	282*	2.2	-63.4	5.11	39,9
OT	ot1	n	270	1.1	-54.0	4.25	31,0
P	p1	w	303	0.9	-49.5	9.47	27,1
PT	pt1	n	297	0.6	-47.3	5.99	27,8
PT	pt3	w	300	1.1	-50.5	6.11	28,4
RH	rh1	n	310	1.3	-59.4	8.28	48,6
RH	rh3	f	309	1.1	-59.8	8.23	48,3
SH	sh1	n	260	2.4	-70.1	13.3	72,3

**Verzeichnis der Modalanalysen an mehreren aneinanderstoßenden
 Doppelbodenplatten**

Jede Modalanalyse ist mit der Buchstabenkennung des Plattentyps und einer angehängten laufenden Nummer benannt. Der Frequenzbereich einer Messung erstreckt sich von 0 bis f_0 Hz. $K = 6$ bezeichnet eine Reihe von sechs Platten, die zwischen den Wänden des Prüfstandes mit einer Kraft F eingespannt werden konnten. $K = 9$ bezeichnet eine quadratische Anordnung von neun Platten ohne Einspannung. In der Spalte "Bemerkungen" ist die Zahl der Punkte, an denen Übertragungsfunktionen gemessen wurden, angegeben. Bei allen Messungen kam der Impulshammer mit Kunststoffkappe zum Einsatz.

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	K	F [N]	Bemerkungen
a3	08.02.93	2500	6	0	nur 4 Punkte
a4	08.02.93	500	6	0	nur 4 Punkte
a5	08.02.93	2500	6	200	nur 4 Punkte
a6	08.02.93	500	6	200	nur 4 Punkte
a7	08.02.93	2500	6	400	nur 4 Punkte
a8	08.02.93	500	6	400	nur 4 Punkte
a9	09.02.93	2500	6	200	3 Platten à 36 Punkte
a10	09.02.93	500	6	200	3 Platten à 36 Punkte
a15	10.02.93	2500	9	0	3 Platten à 36 Punkte
a16	10.02.93	500	9	0	3 Platten à 36 Punkte
a17	11.02.93	2500	9	0	Mittelpunkte aller 9 Platten
a18	11.02.93	500	9	0	Mittelpunkte aller 9 Platten
b7	26.01.93	3125	6	schwach	3 Platten à 36 Punkte
b8	26.01.93	500	6	schwach	3 Platten à 36 Punkte
b9	01.02.93	3125	6	400	3 Platten à 36 Punkte
b10	01.02.93	500	6	400	3 Platten à 36 Punkte

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	K	F [N]	Bemerkungen
b11	01.02.93	3125	6	200	nur 4 oder 5 Punkte
b12	01.02.93	500	6	200	nur 4 oder 5 Punkte
b13	02.02.93	3125	6	400	nur 4 oder 5 Punkte
b14	02.02.93	500	6	400	nur 4 oder 5 Punkte
b15	02.02.93	3125	6	200	nur 4 oder 5 Punkte; mit Blechstreifen
b16	02.02.93	500	6	200	nur 4 oder 5 Punkte; mit Blechstreifen
b17	02.02.93	3125	6	0	nur 4 oder 5 Punkte; mit Blechstreifen
b18	02.02.93	500	6	0	nur 4 oder 5 Punkte; mit Blechstreifen
b19	03.02.93	3125	6	200	3 Platten à 36 Punkte mit Blechstreifen
b20	03.02.93	500	6	200	3 Platten à 36 Punkte mit Blechstreifen
gh5	06.07.93	500	6	0	2 Platten à 36 Punkte
gh6	06.07.93	3125	6	0	2 Platten à 36 Punkte
gh7	08.07.93	500	6	200	2 Platten à 36 Punkte
gh8	08.07.93	3125	6	200	2 Platten à 36 Punkte
gh9	13.07.93	500	9	0	3 Platten à 36 Punkte
gh10	13.07.93	3125	9	0	3 Platten à 36 Punkte

Mittlere Admittanzen bei Anordnungen aus sechs oder neun Doppelbodenplatten

Die folgenden Bilder H.1 bis H.44 zeigen mittlere Admittanzen von Doppelbodenplatten aufgrund der in Anhang G verzeichneten Modalanalysen. Die Bilder wurden nach der in Anhang E geschilderten Methode gewonnen. Im Unterschied zu den Admittanzen in Anhang E werden hier in Anhang H auch "Transfer-Admittanzen" gezeigt, die beispielsweise die mittlere Schnelle von Platte 2 bezogen auf die Anregung der Platte 1 angeben. (Der Beschleunigungsaufnehmer befindet sich immer auf Punkt 23 der Platte 1. Numerierung der Platten siehe Bild 22) Anhand der handschriftlichen Eintragungen (z.B. av_adm1.aps) ist erkennbar, über welche Platten die Admittanz gemittelt wurde.

Project : a9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 56.250
— Trace A value : -46.894

Upper X cursor : 546.875
— Trace A value : -66.934

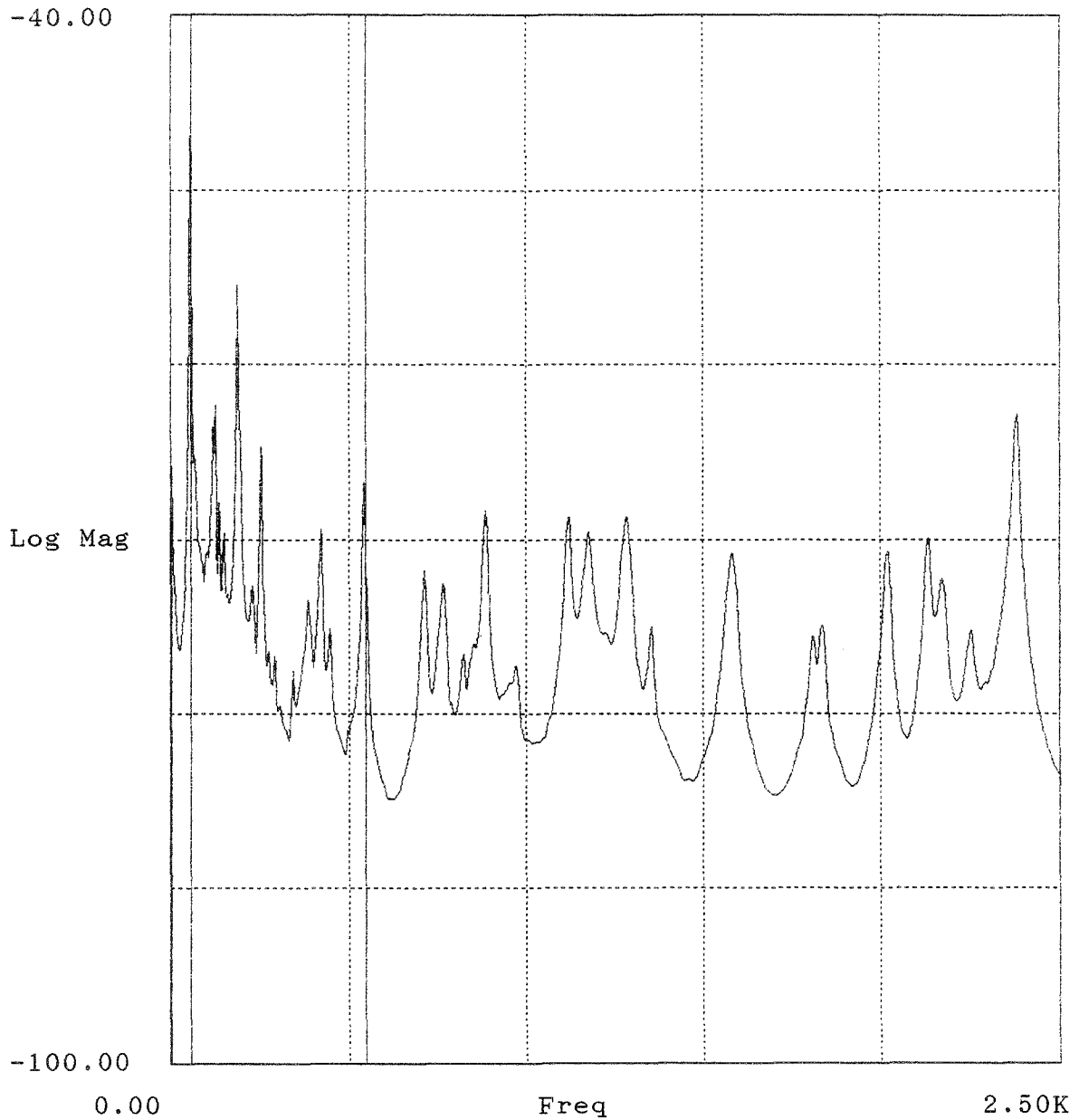


Bild H.1: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 56.250
— Trace A value : -60.181

Upper X cursor : 546.875
— Trace A value : -78.142

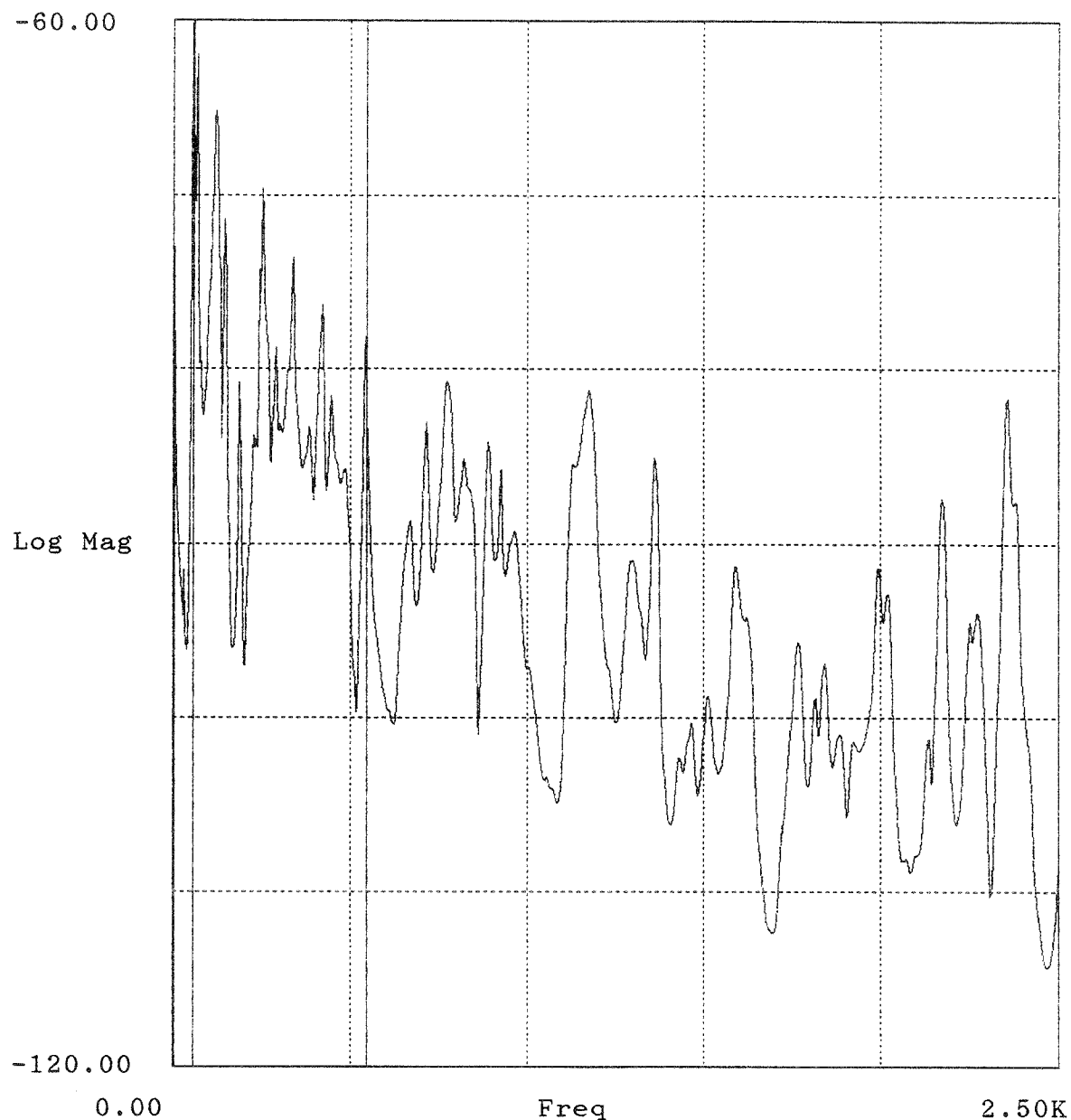


Bild H.2: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 56.250
— Trace A value : -80.433

Upper X cursor : 546.875
— Trace A value : -91.274

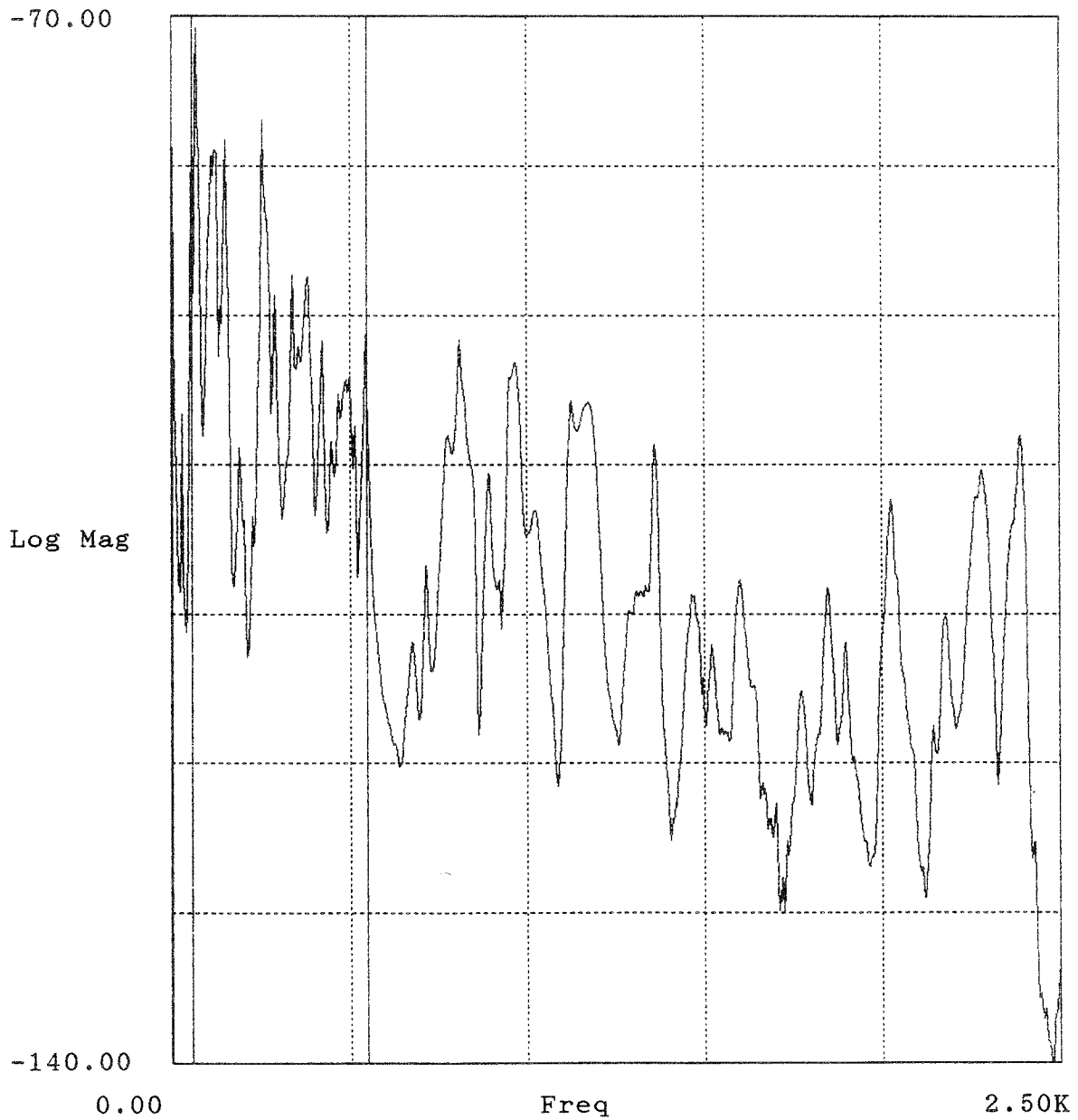


Bild H.3: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 56.875
— Trace A value : -46.807

Upper X cursor : 255.625
— Trace A value : -67.261

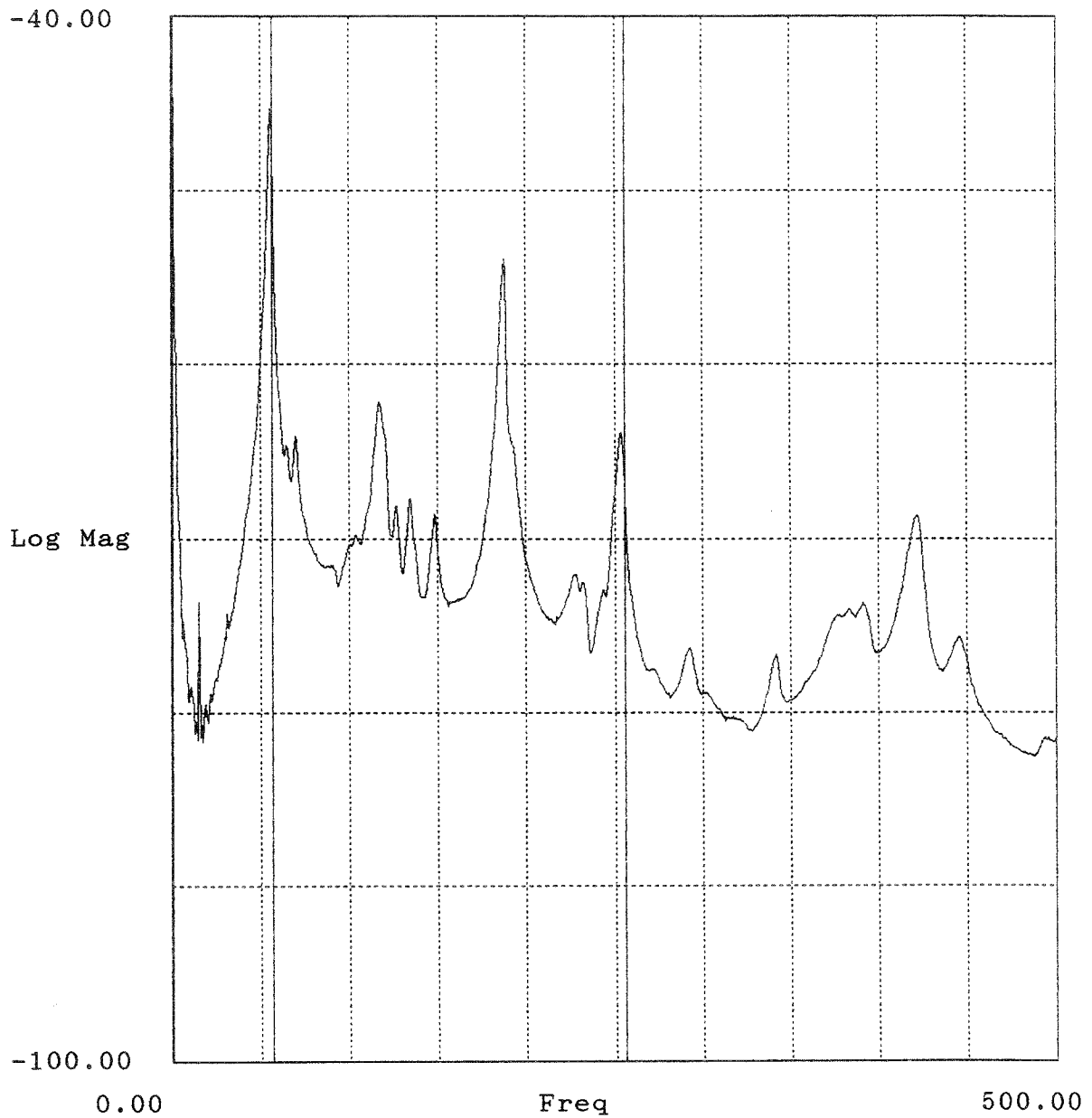


Bild H.4: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 56.875
— Trace A value : -58.262

Upper X cursor : 255.625
— Trace A value : -72.500

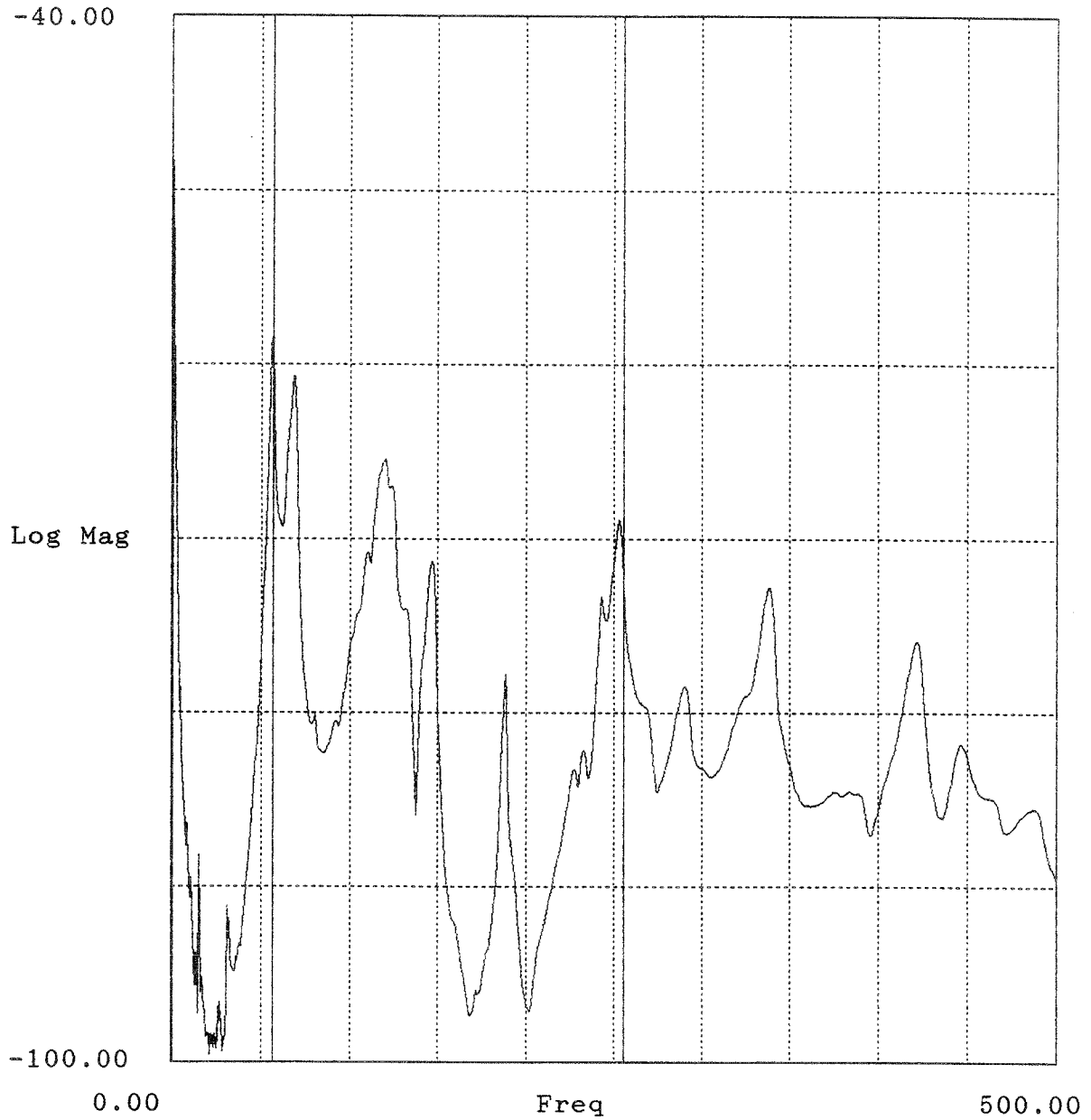


Bild H.5: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 56.875
— Trace A value : -78.896

Upper X cursor : 255.625
— Trace A value : -78.093

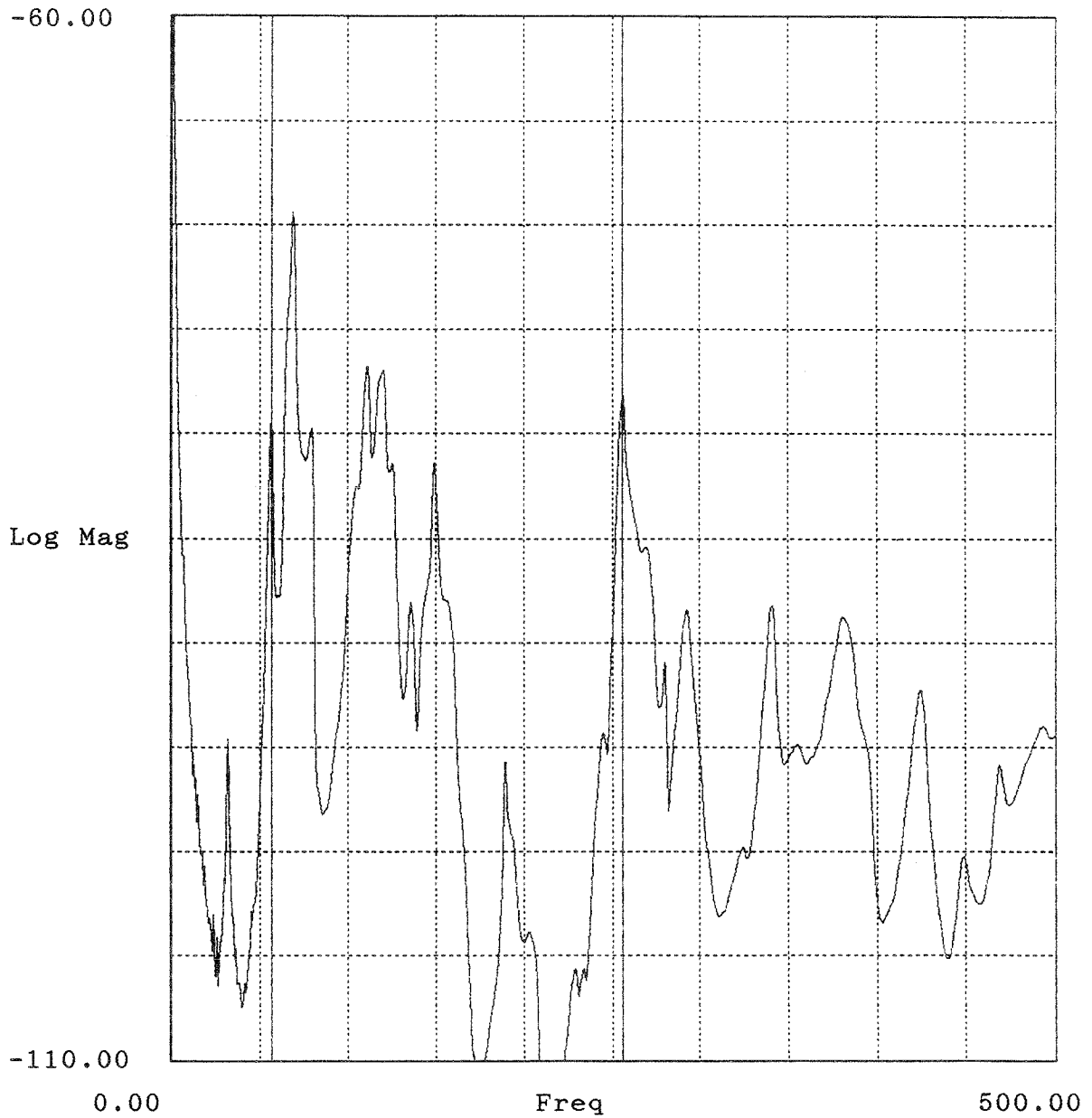


Bild H.6: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a15
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 1.aps

Lower X cursor : 387.500
— Trace A value : -61.547

Upper X cursor : 1.156K
— Trace A value : -62.897

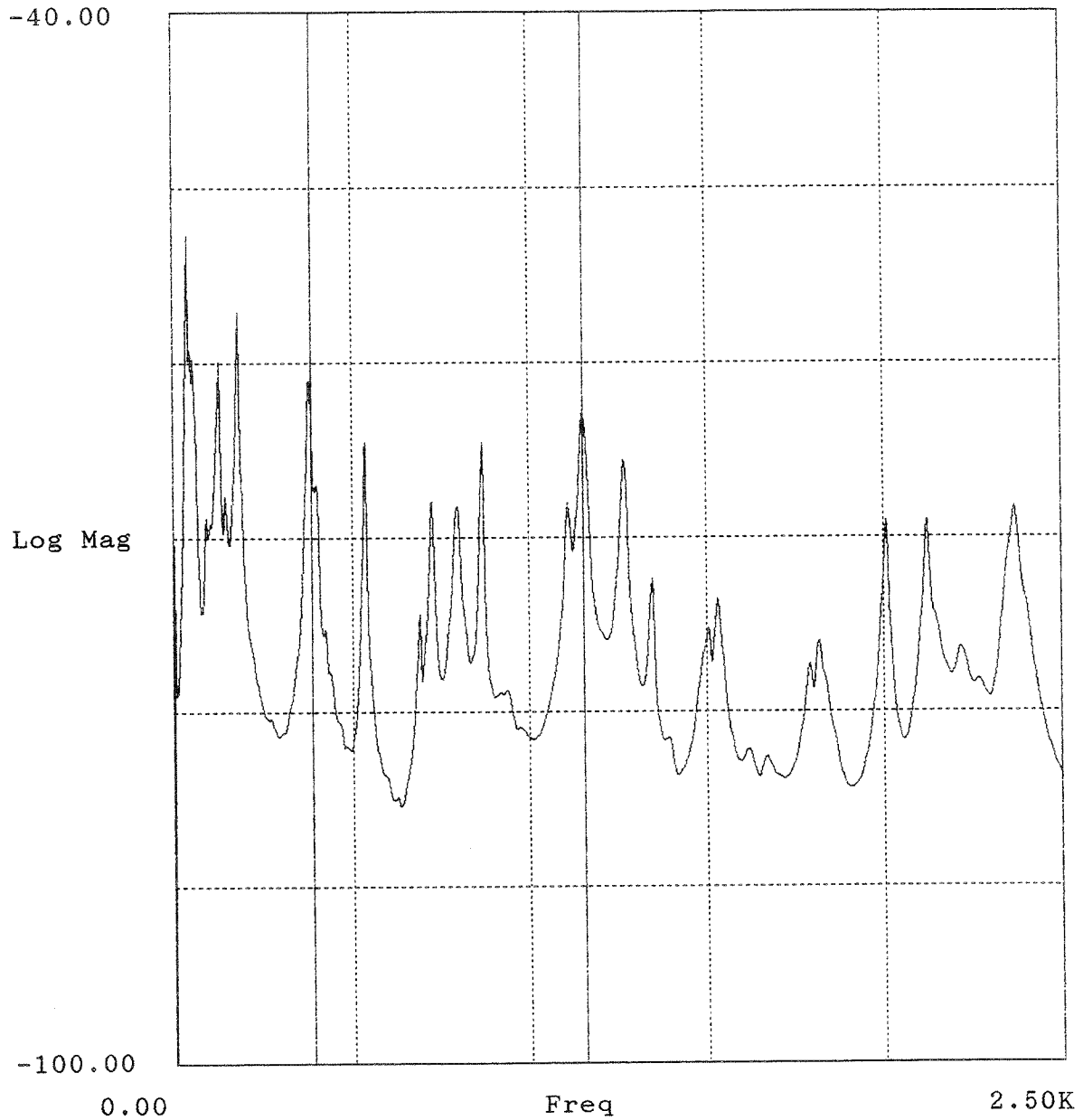


Bild H.7: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a15
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 387.500
— Trace A value : -99.634

Upper X cursor : 1.156K
— Trace A value : -94.742

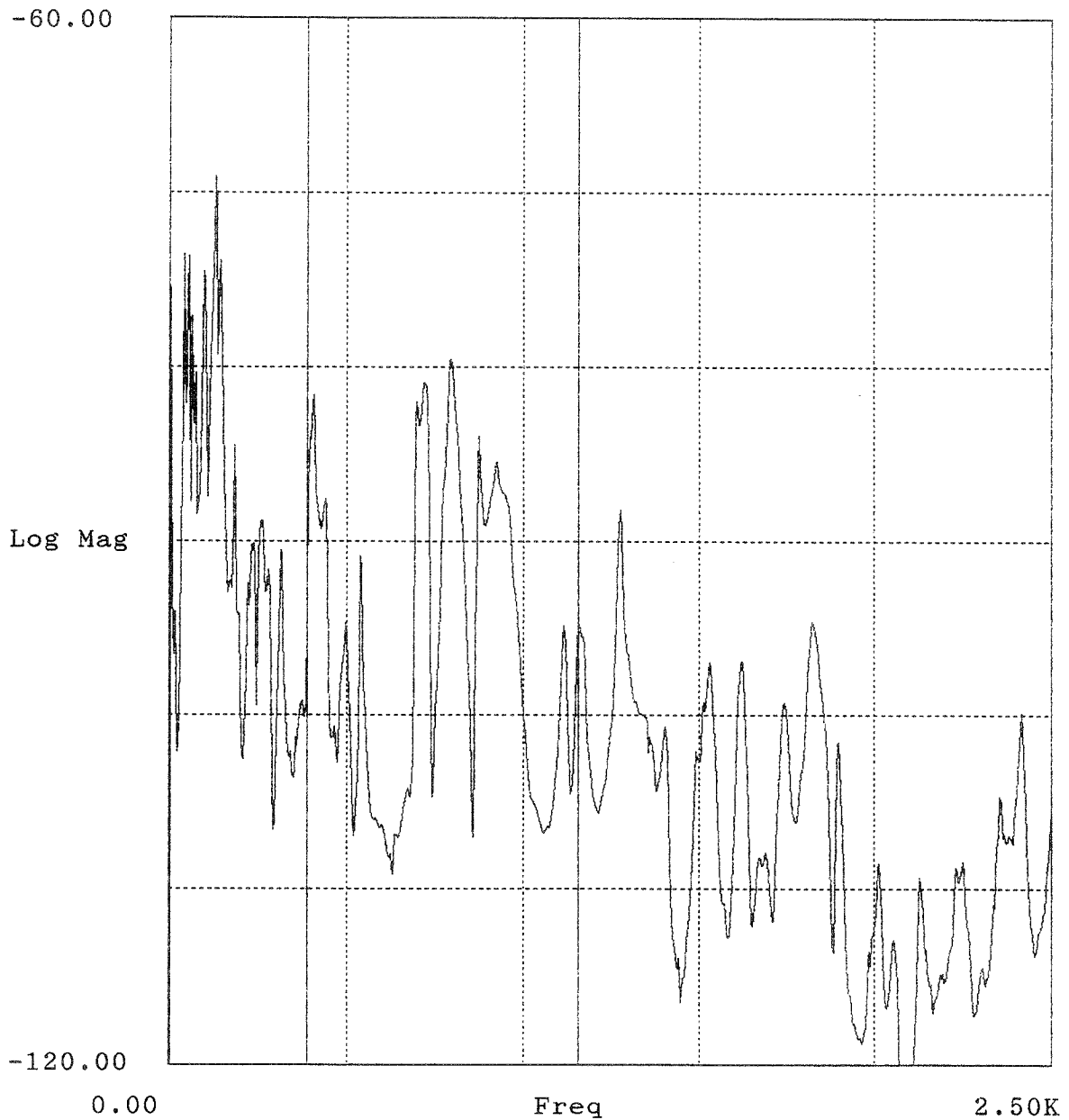


Bild H.8: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a15
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 3.aps

Lower X cursor : 387.500
— Trace A value : -99.005

Upper X cursor : 1.156K
— Trace A value : -100.870

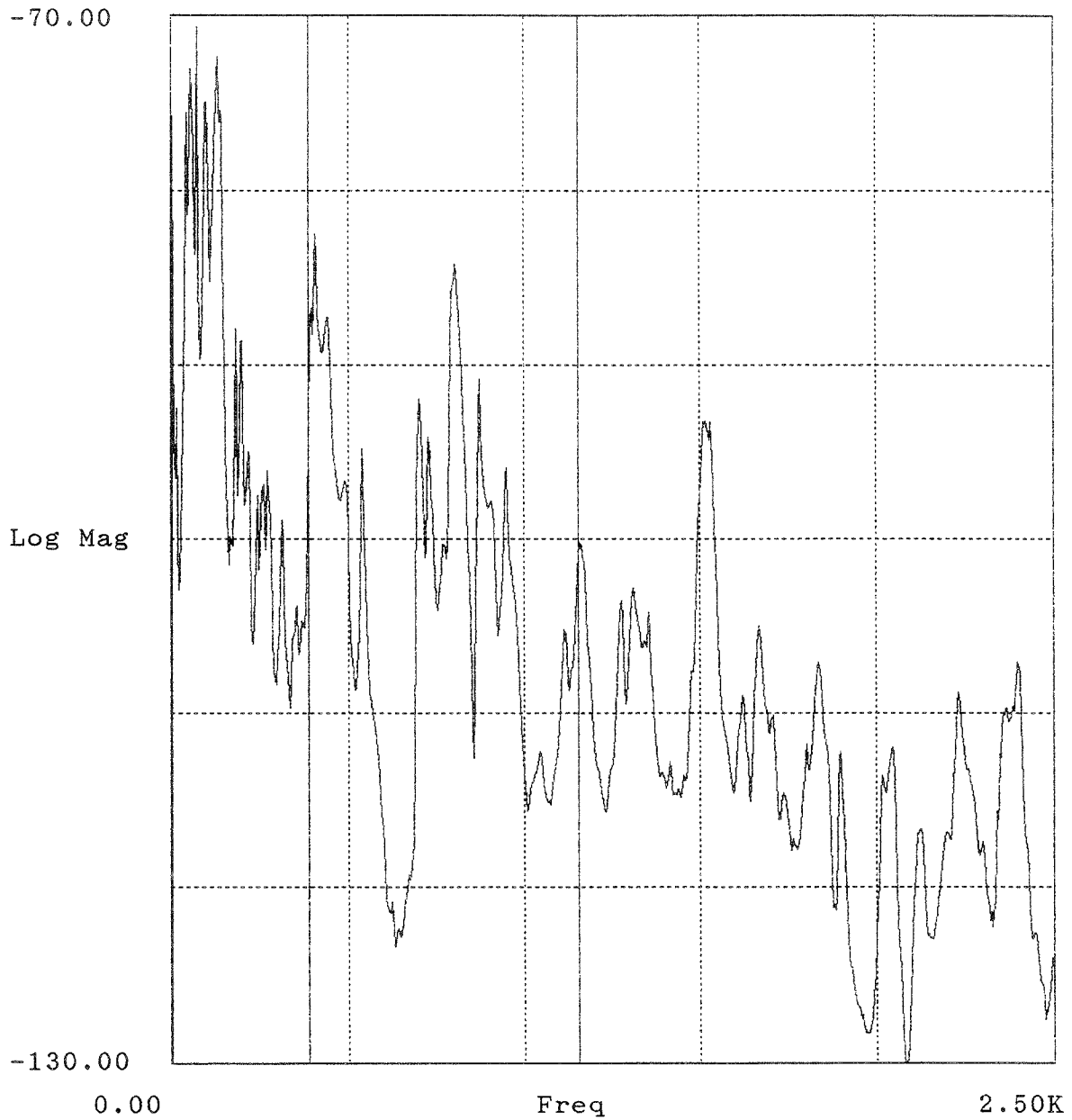


Bild H.9: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a16
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 1.aps

Lower X cursor : 41.875
— Trace A value : -52.114

Upper X cursor : 185.000
— Trace A value : -56.909

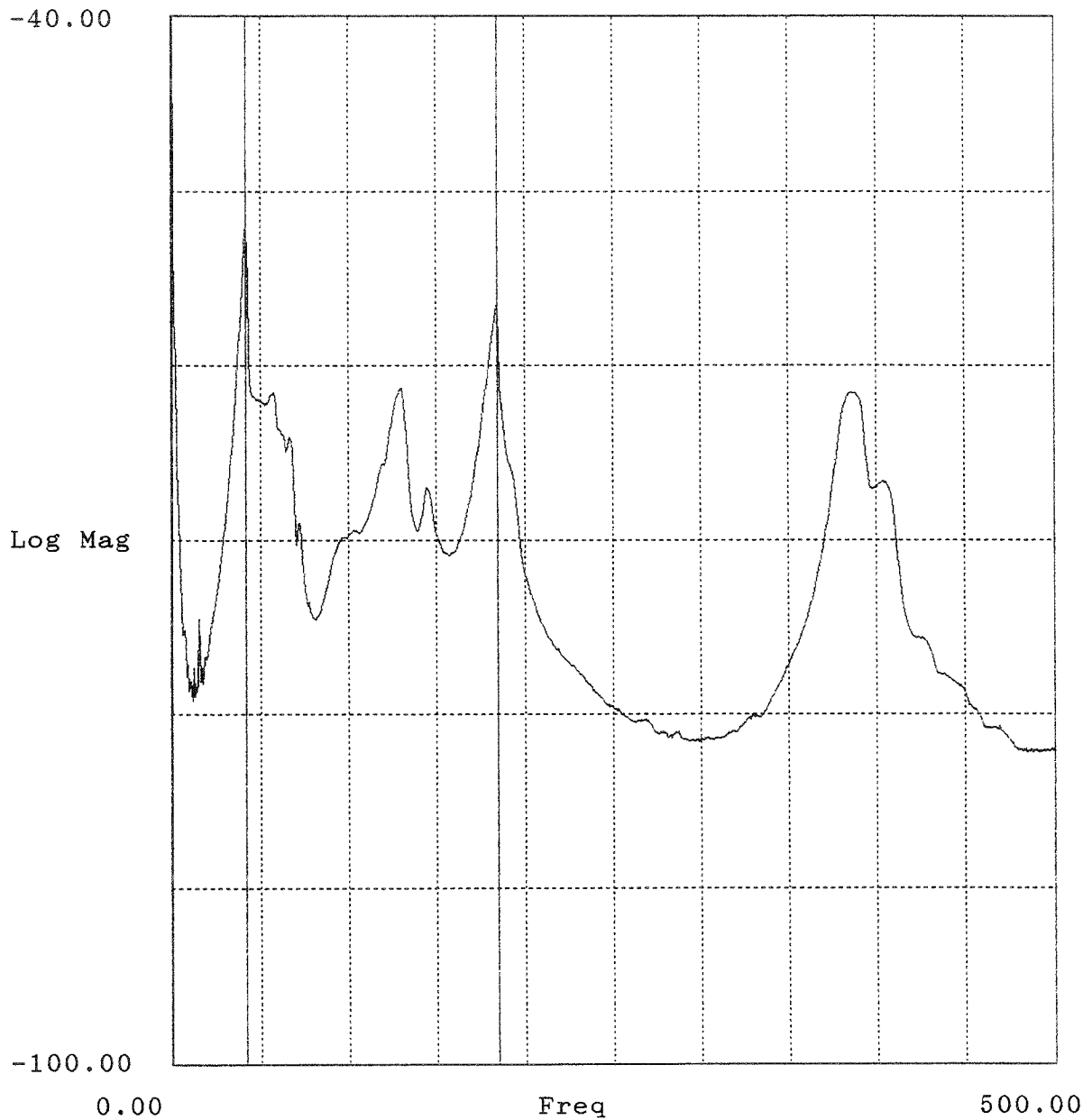


Bild H.10: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a16
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 2.aps

Lower X cursor : 41.875
— Trace A value : -72.546

Upper X cursor : 185.000
— Trace A value : -82.011

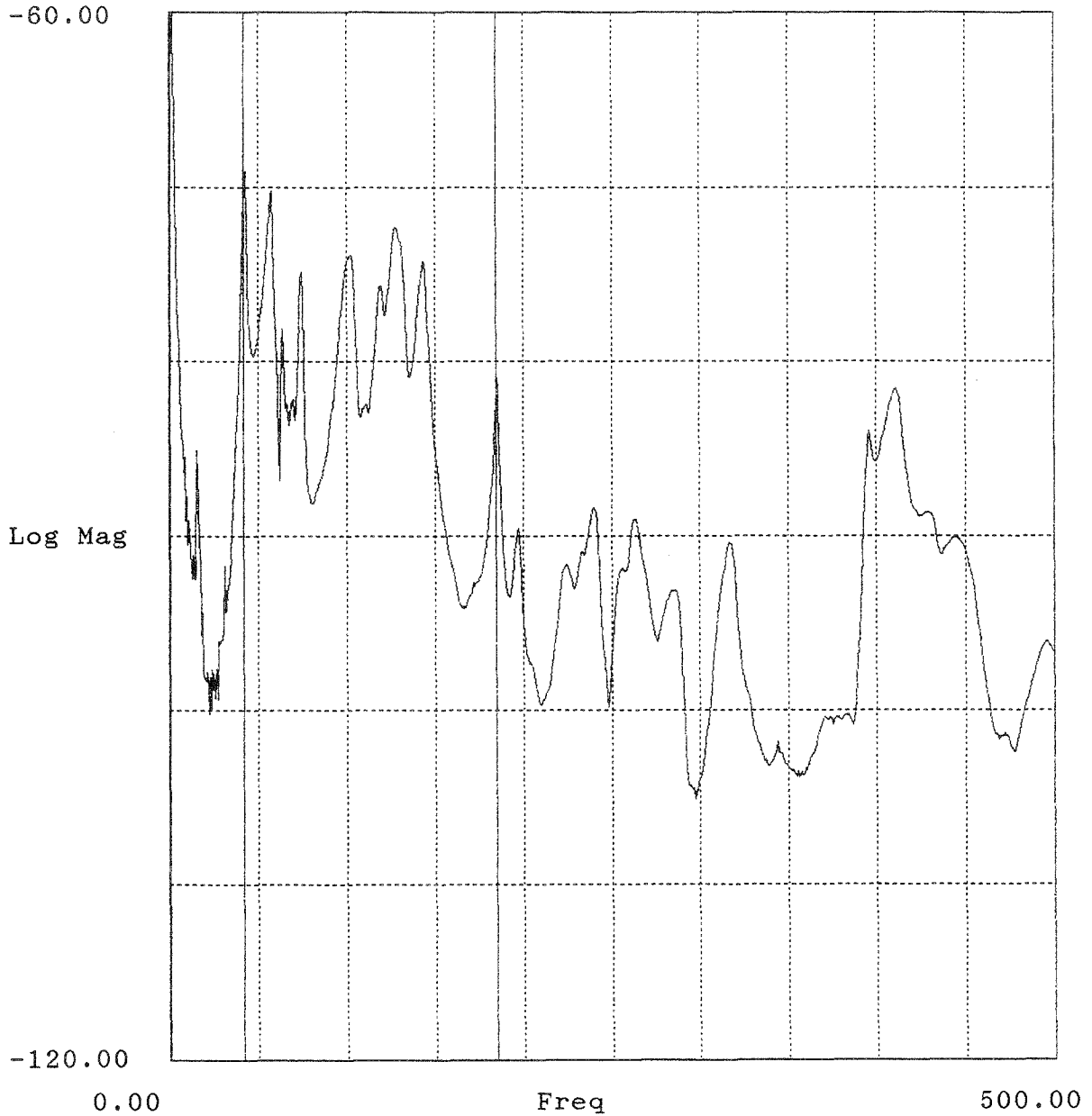


Bild H.11: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : a16
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 41.875
— Trace A value : -77.894

Upper X cursor : 185.000
— Trace A value : -89.527

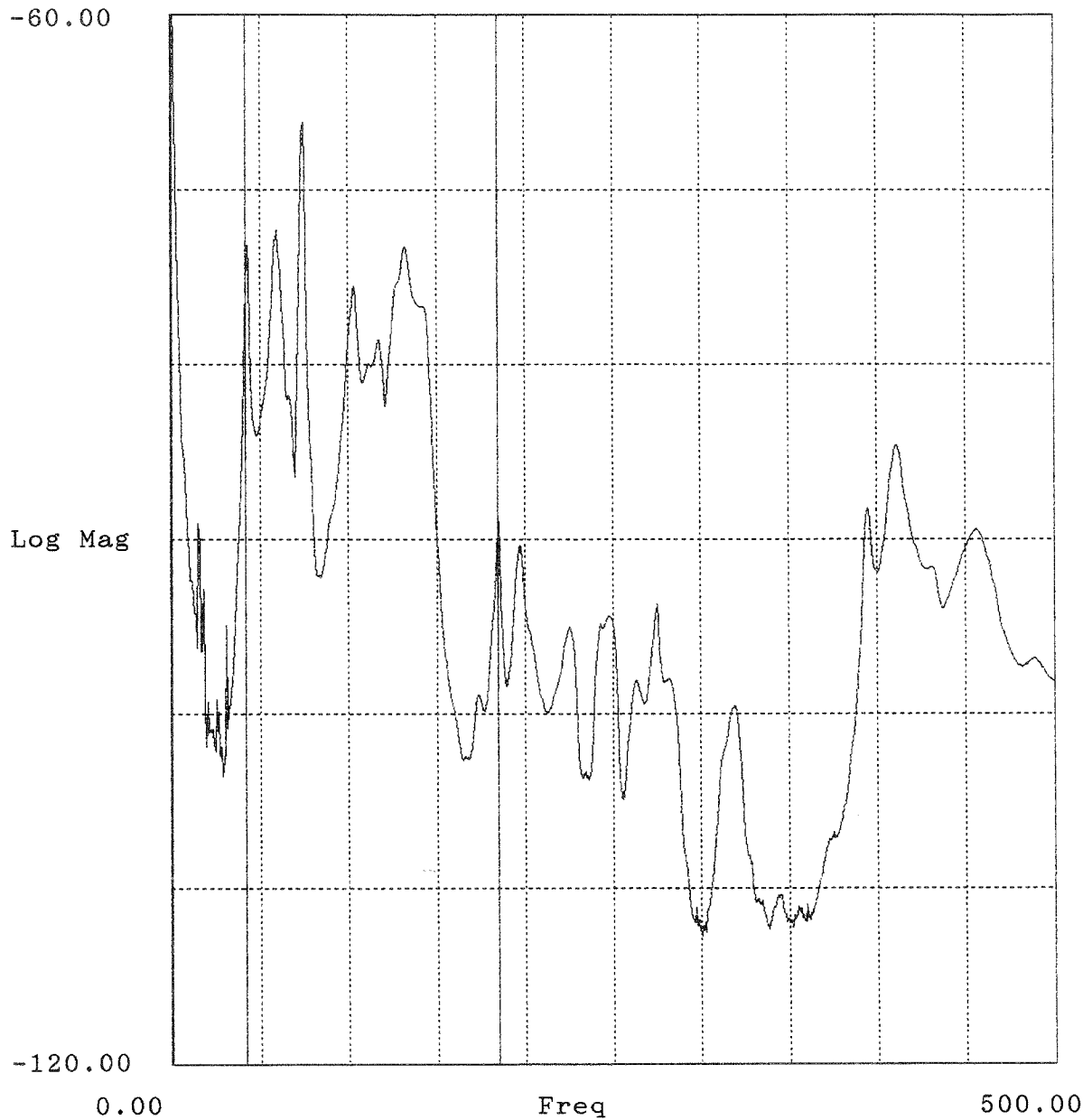


Bild H.12: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm1.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -65.257

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -72.256

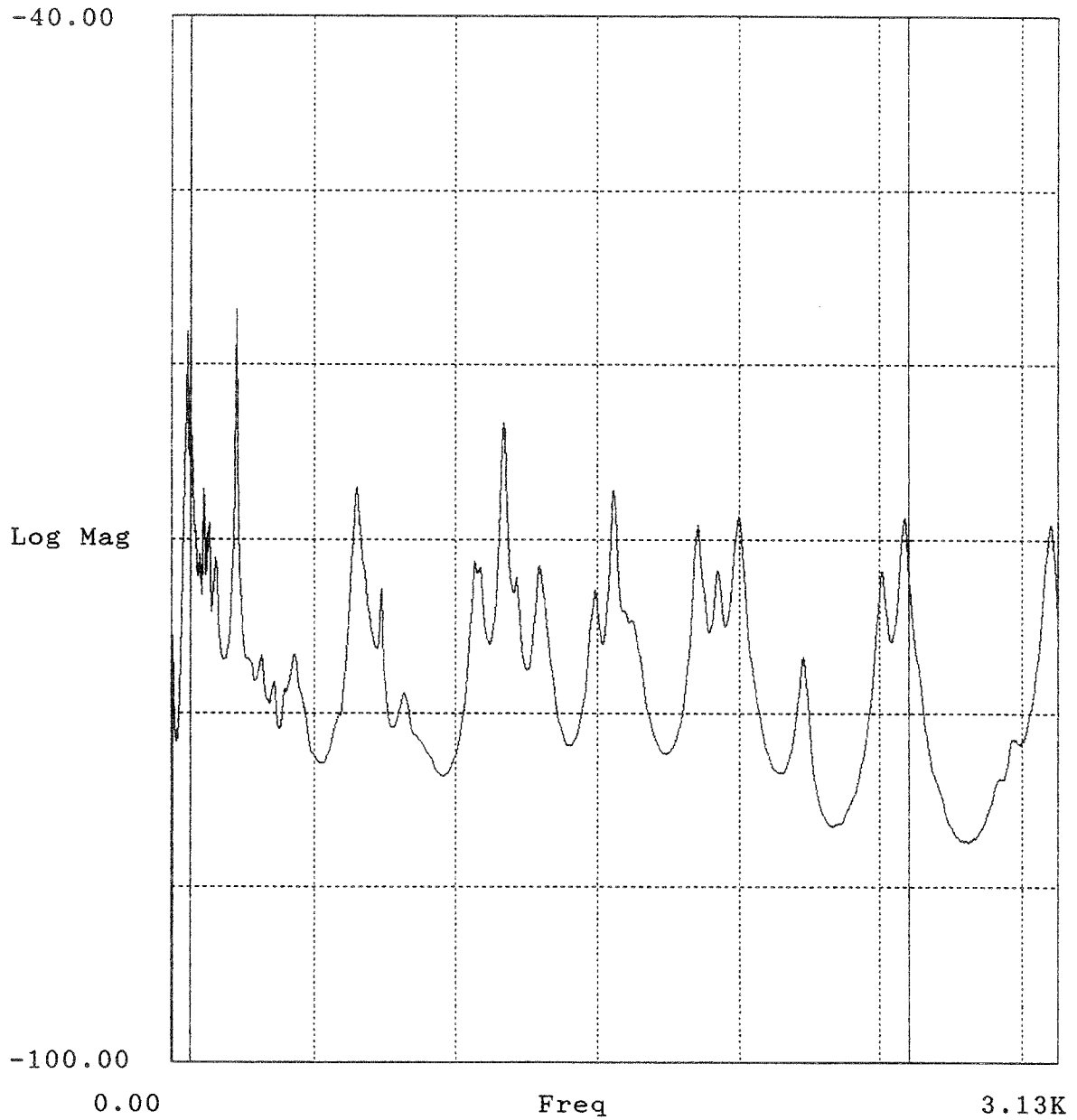


Bild H.13: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -63.091

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -93.710

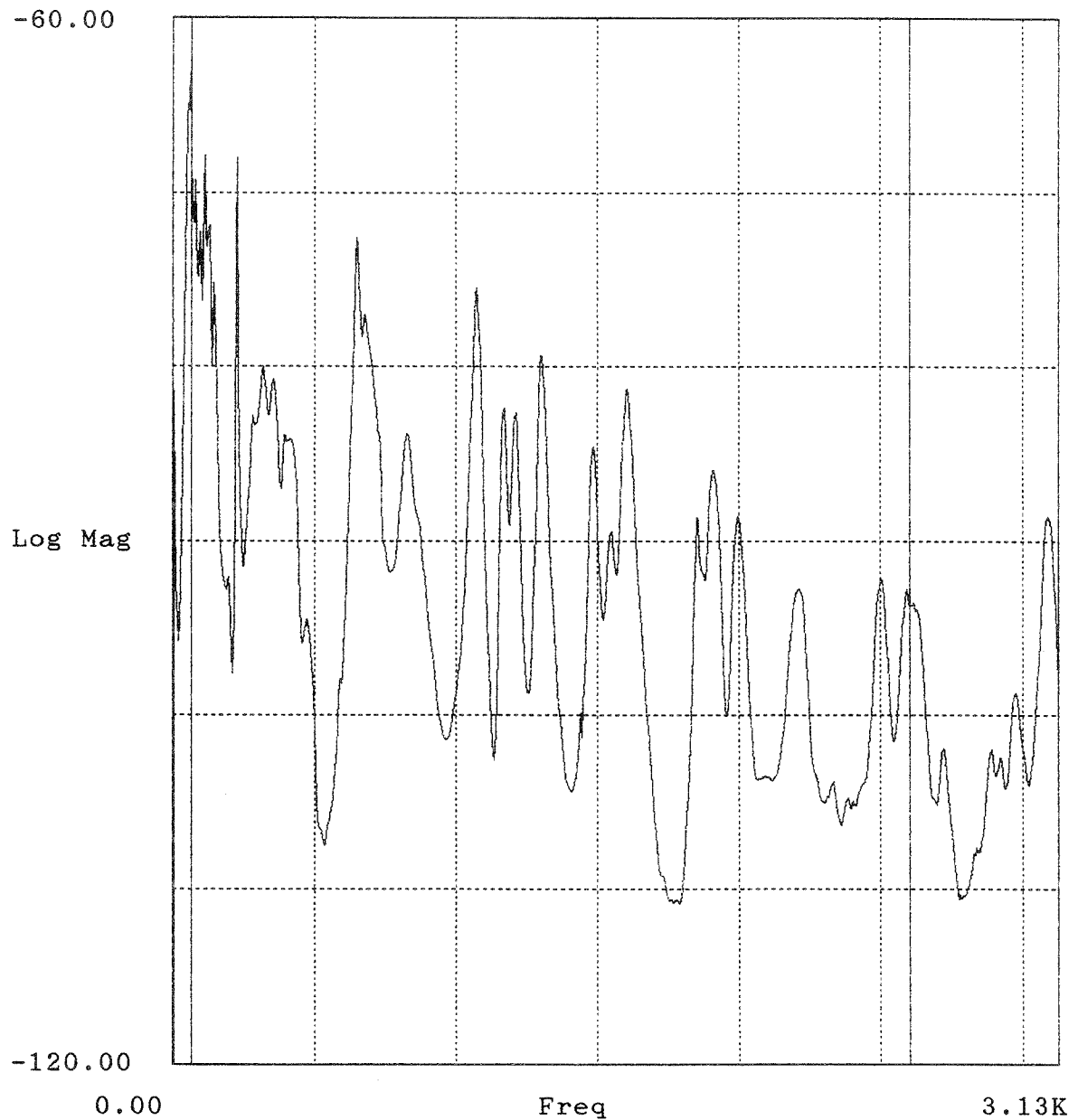


Bild H.14: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -64.410

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -108.562

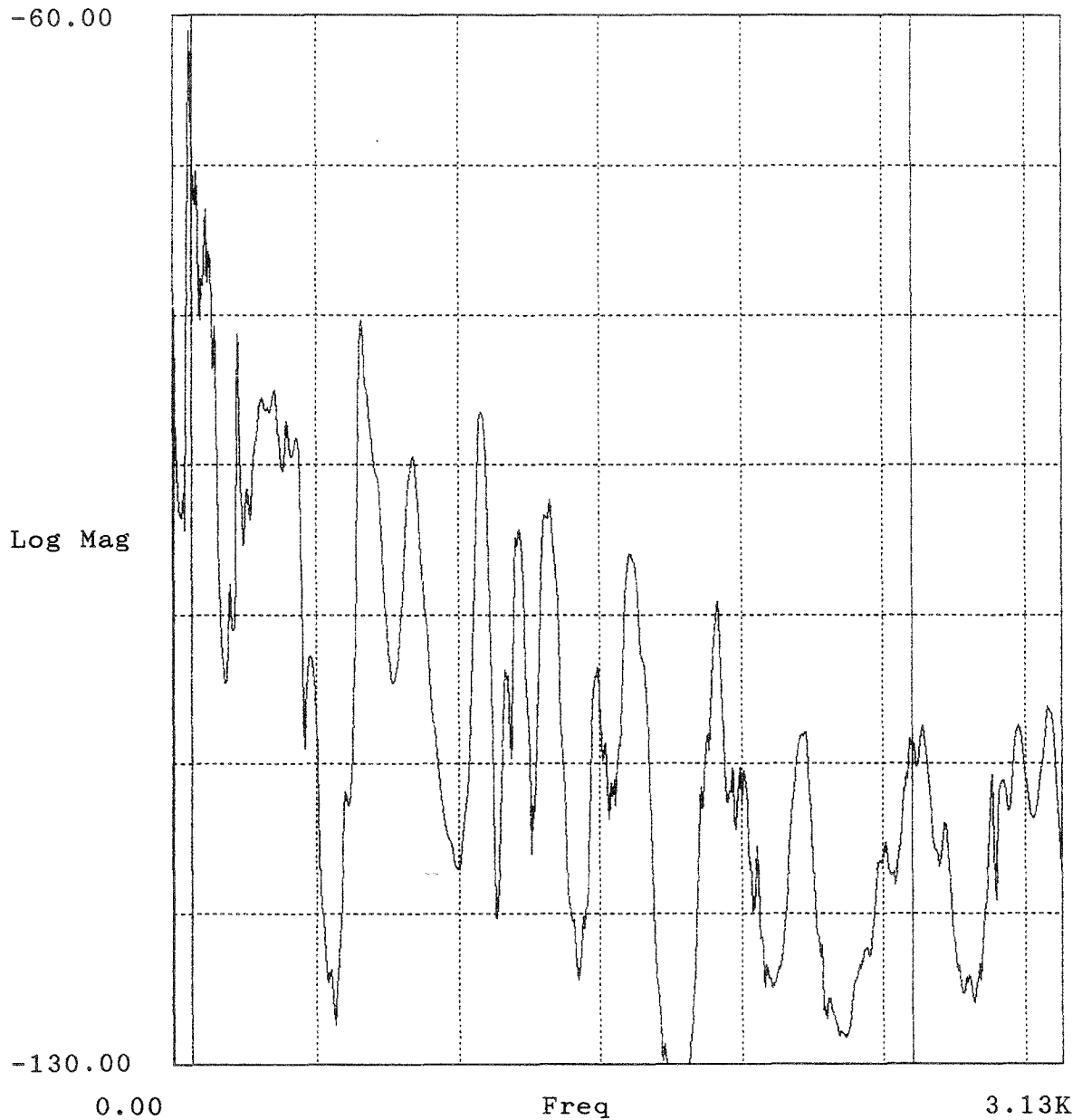


Bild H.15: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -65.333

Upper X cursor : 226.875
— Trace A value : -56.662

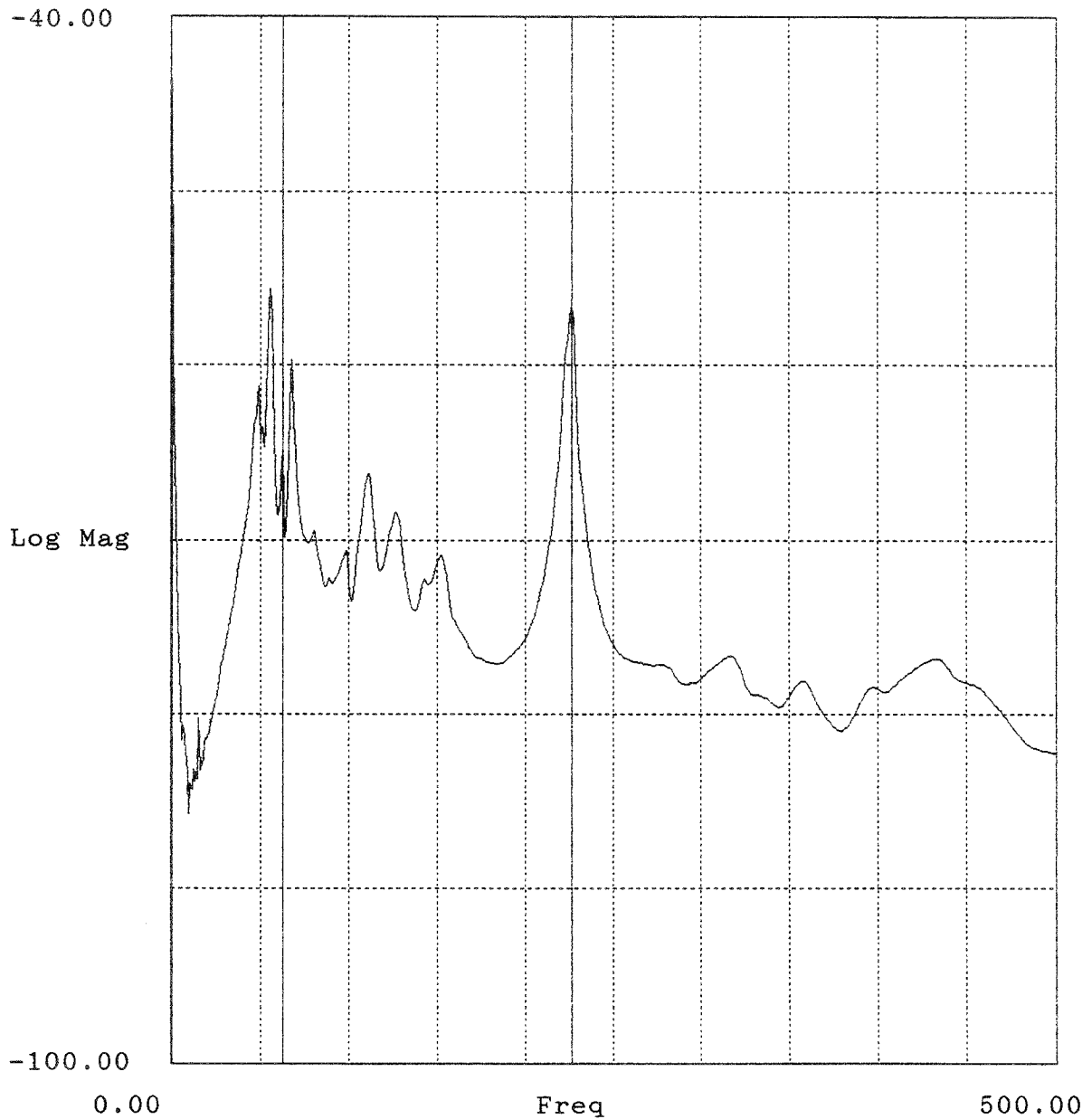


Bild H.16: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -62.484

Upper X cursor : 226.875
— Trace A value : -70.689

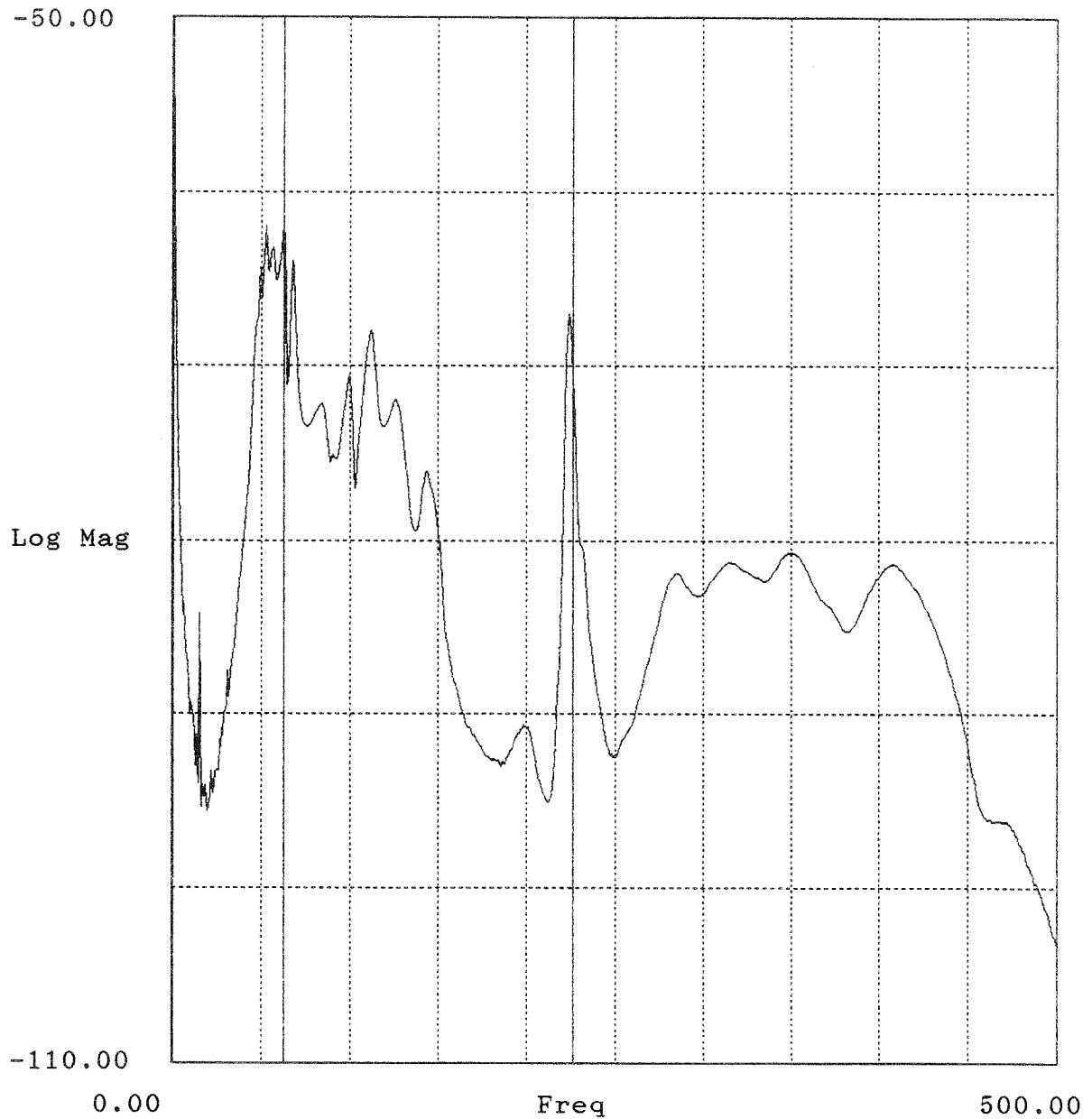


Bild H.17: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm3.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -64.574

Upper X cursor : 226.875
— Trace A value : -83.082

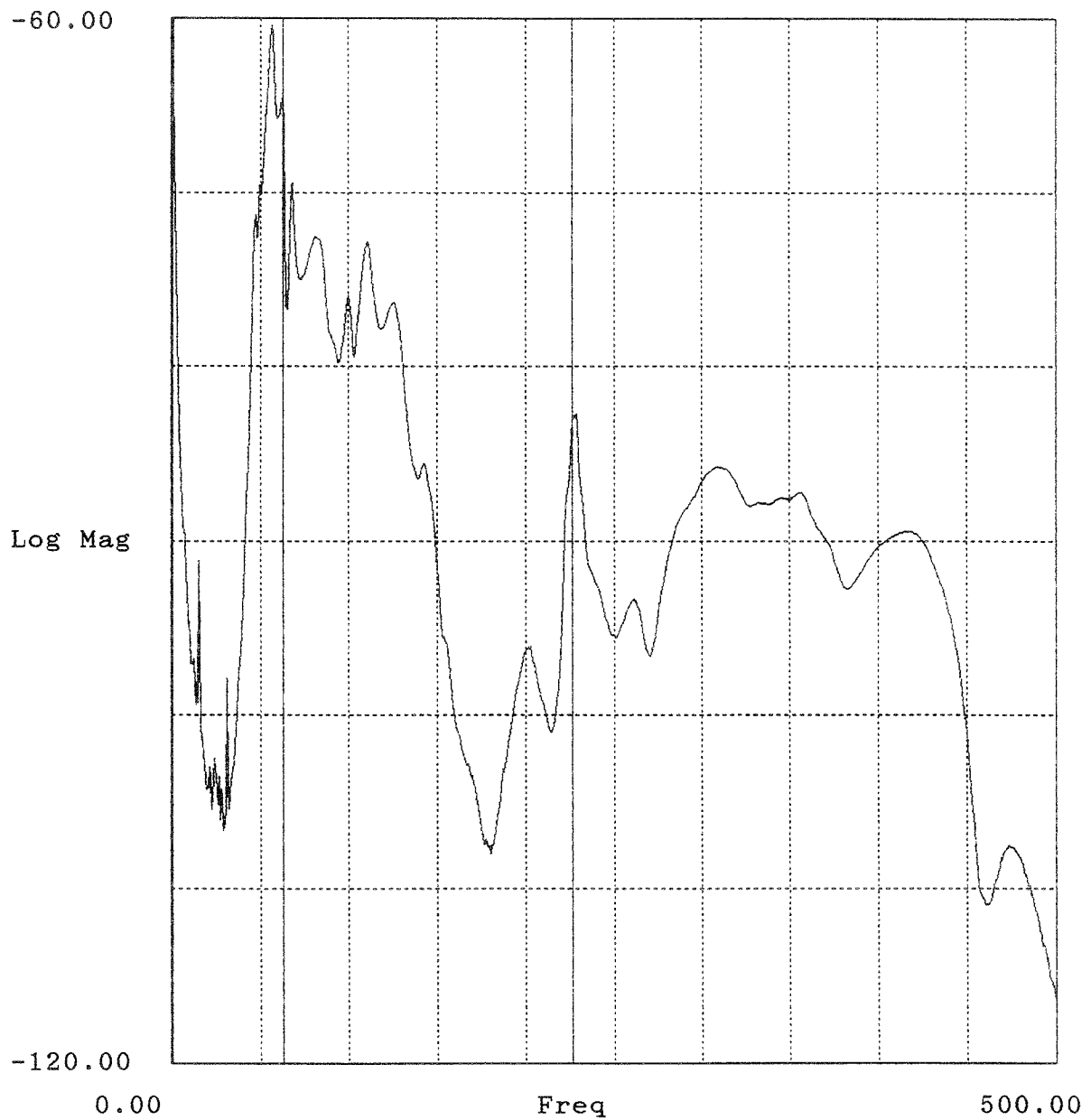


Bild H.18: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 1.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -69.540

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -70.572

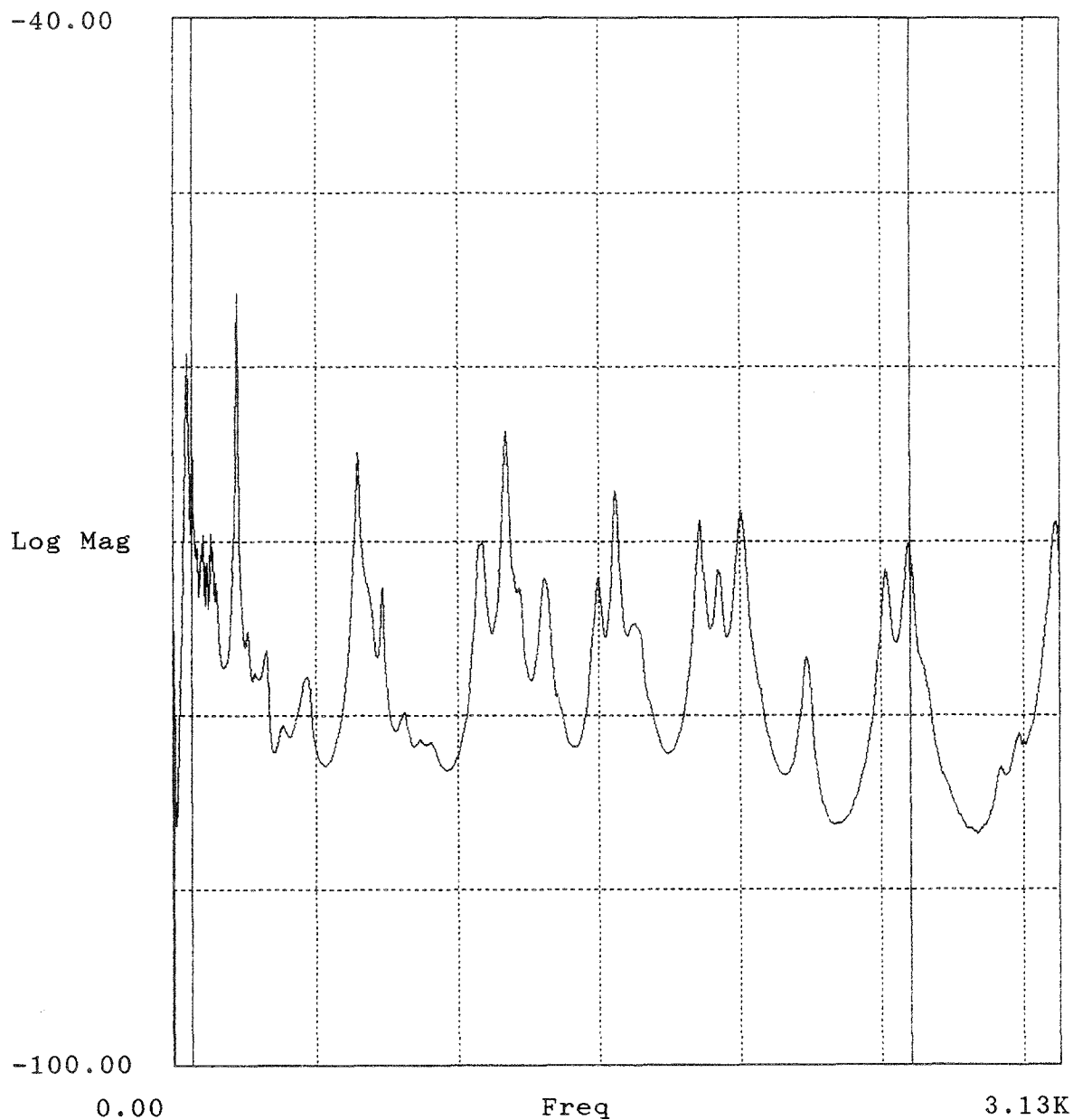


Bild H.19: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -67.799

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -97.072

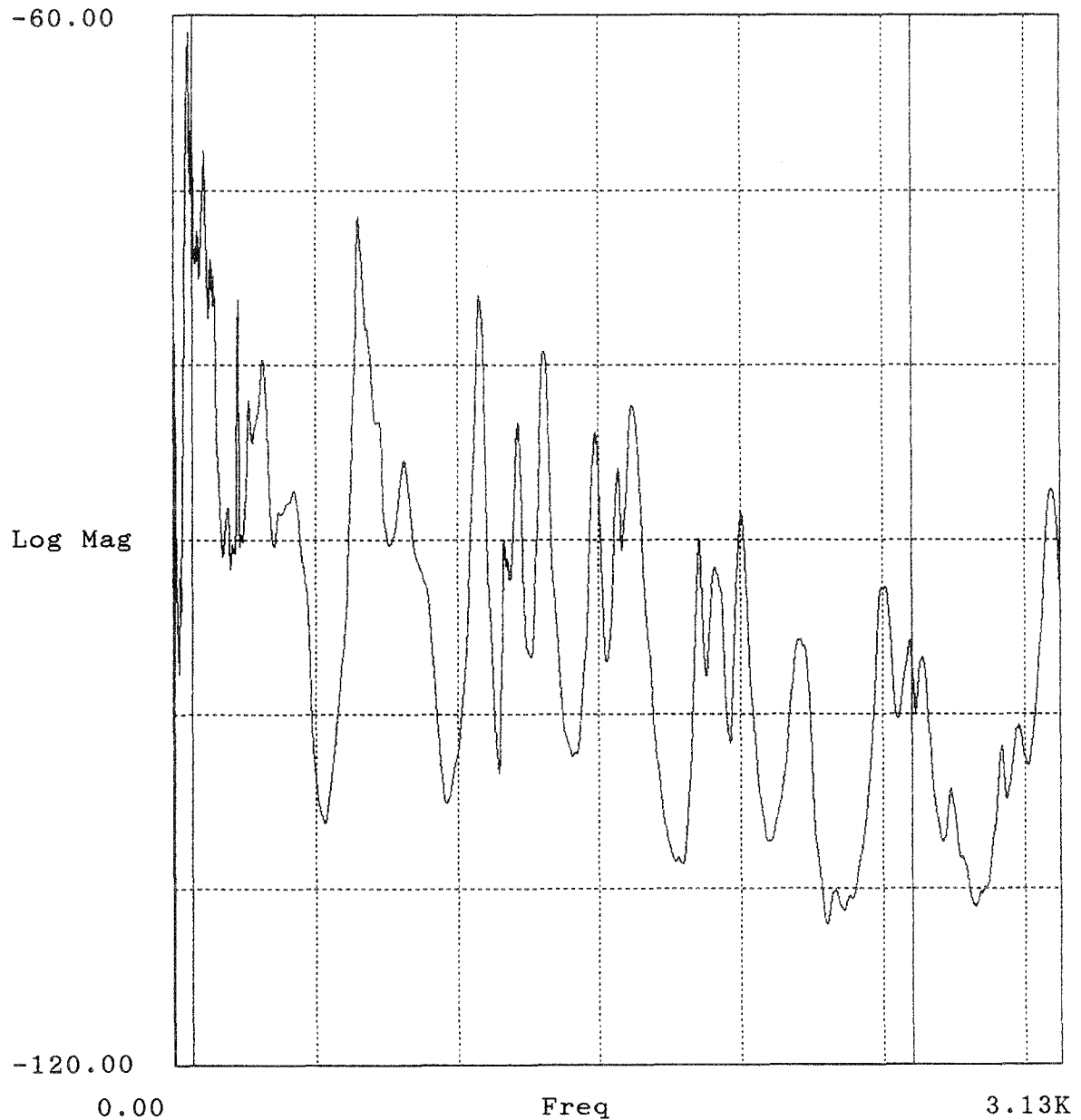


Bild H.20: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -67.573

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -110.663

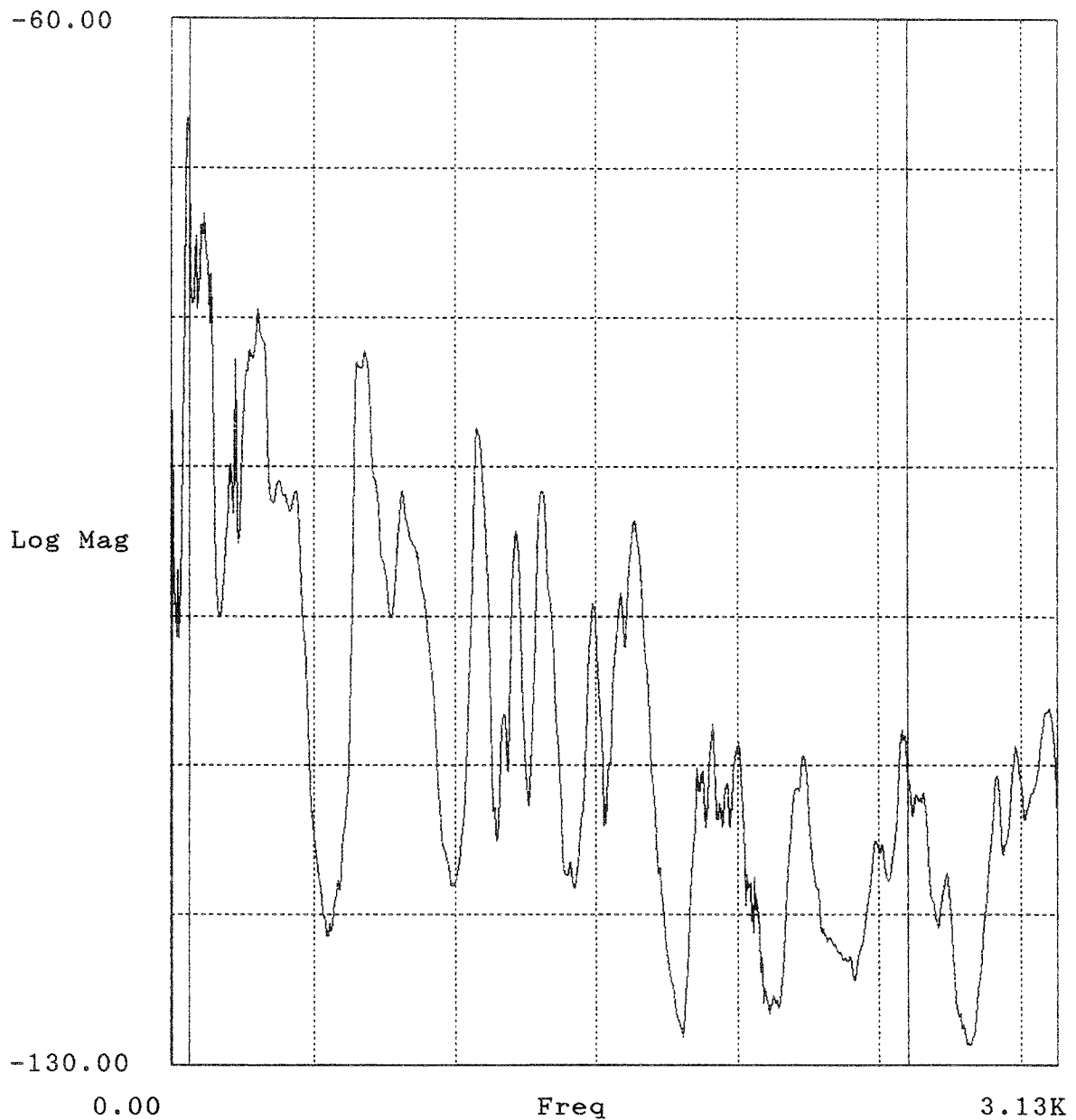


Bild H.21: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 49.375
— Trace A value : -55.782

Upper X cursor : 225.000
— Trace A value : -54.101

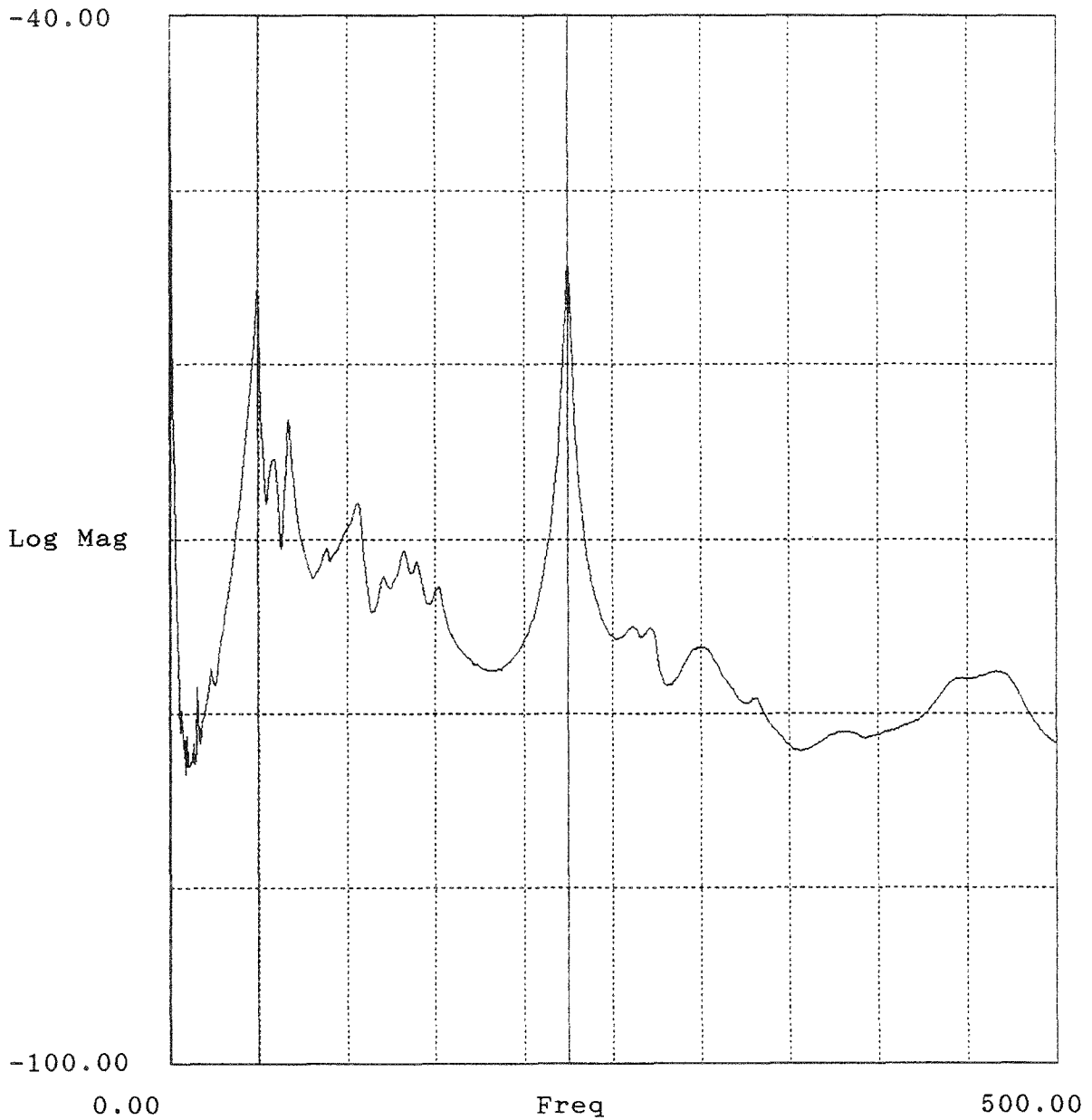


Bild H.22: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 2.aps

Lower X cursor : 49.375
— Trace A value : -60.781

Upper X cursor : 225.000
— Trace A value : -67.947

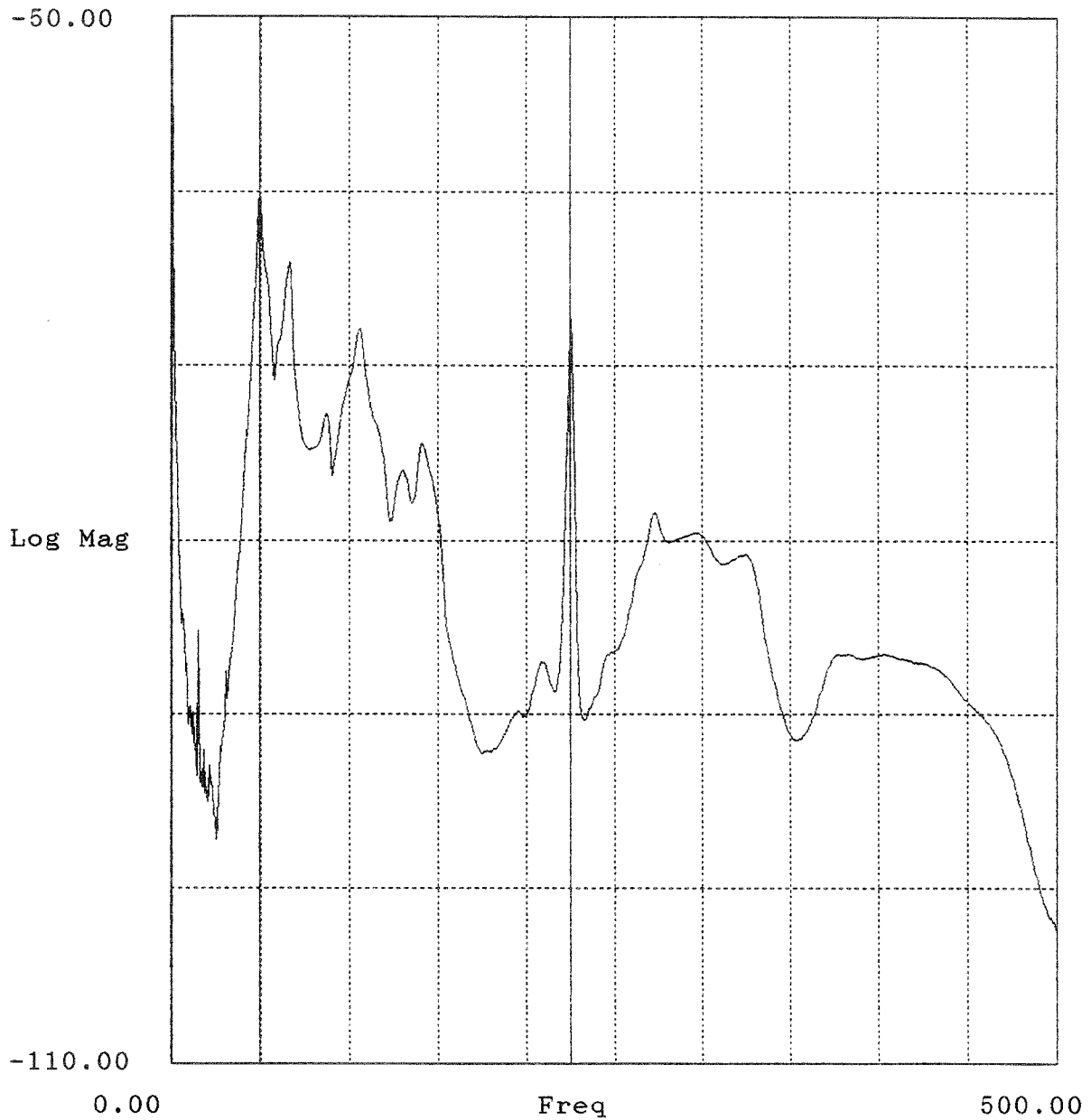


Bild H.23: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 49.375
— Trace A value : -74.701

Upper X cursor : 225.000
— Trace A value : -80.782

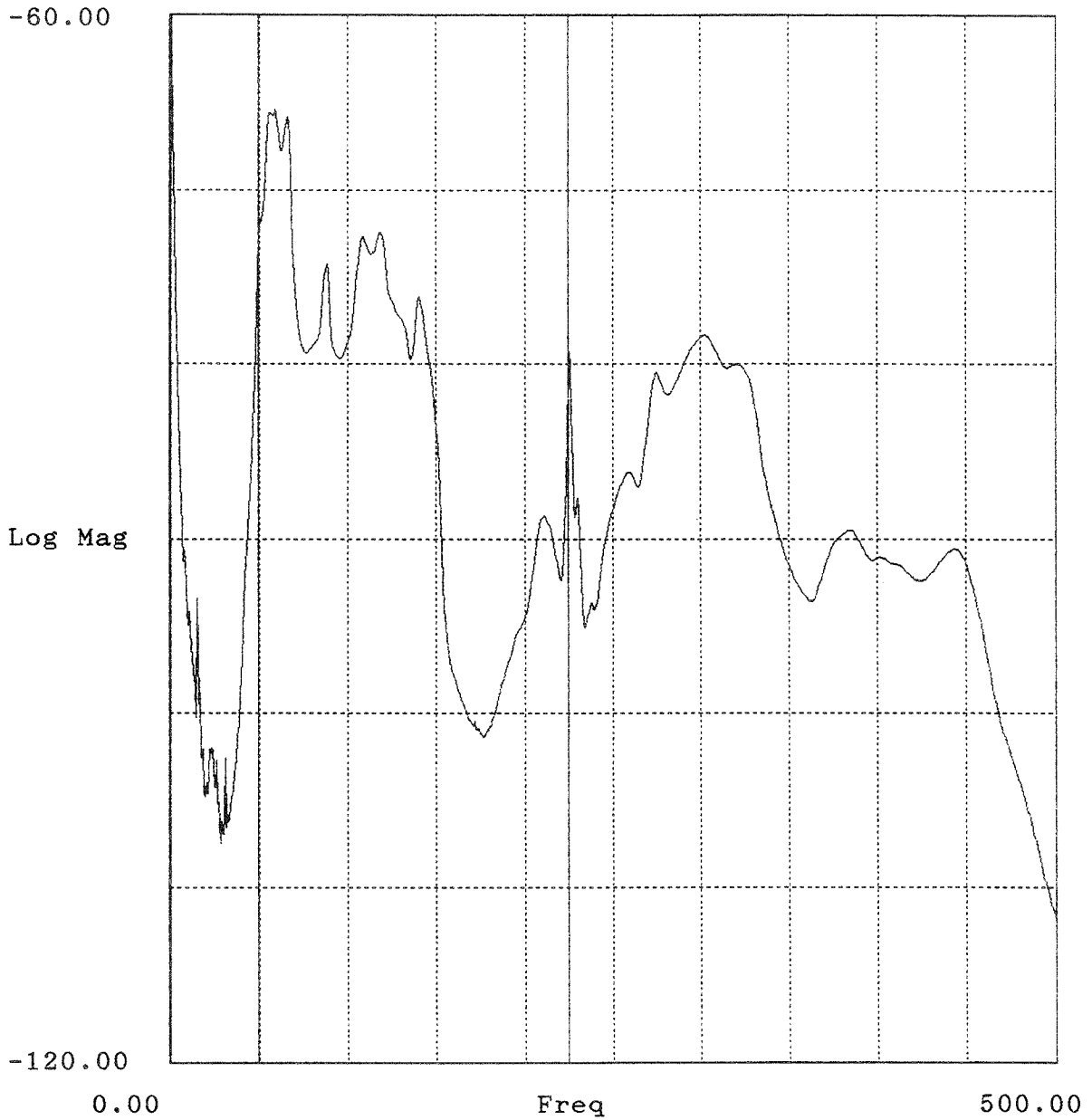


Bild H.24: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b19
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -68.825

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -70.572

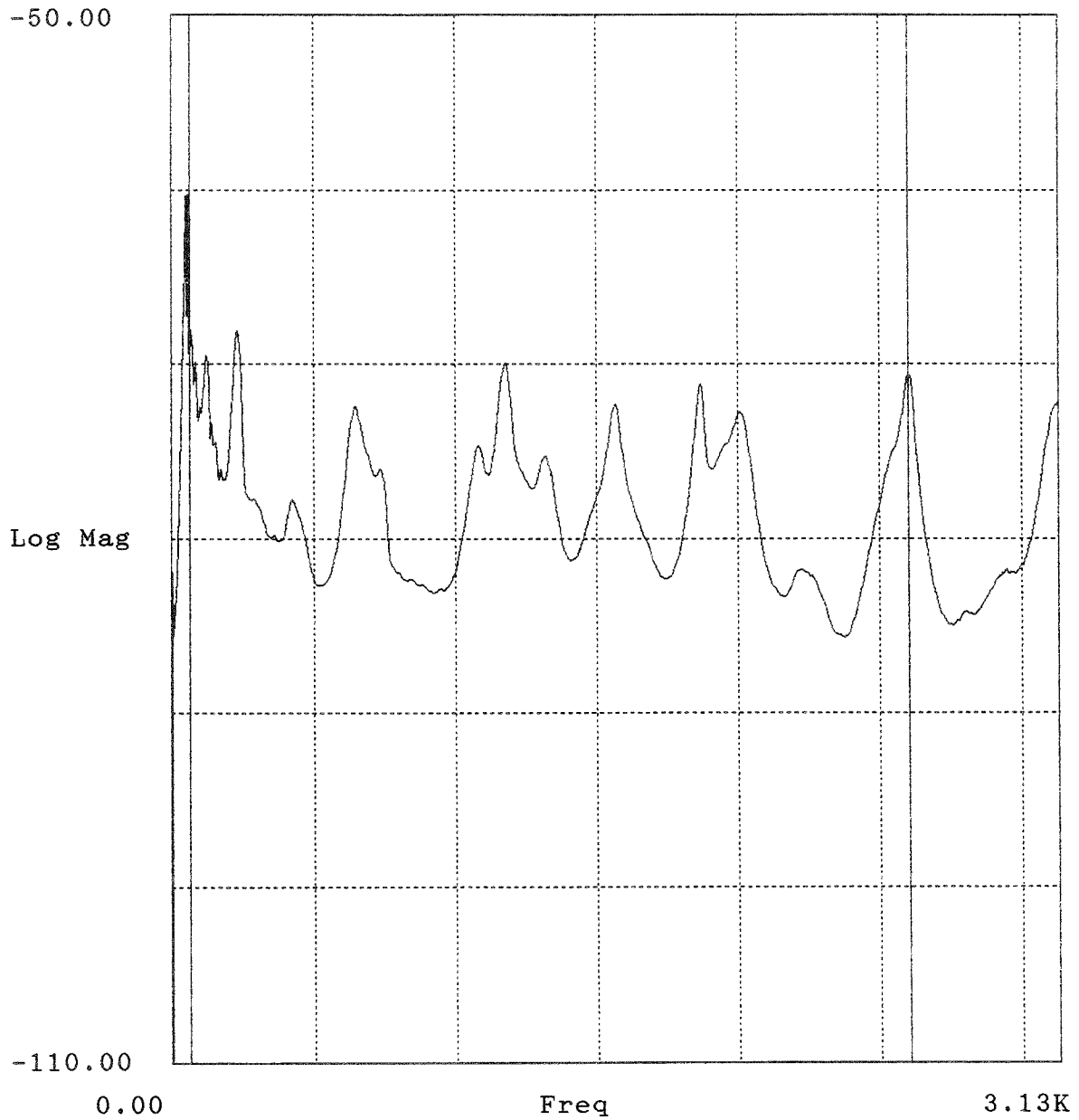


Bild H.25: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b19
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -70.719

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -97.118

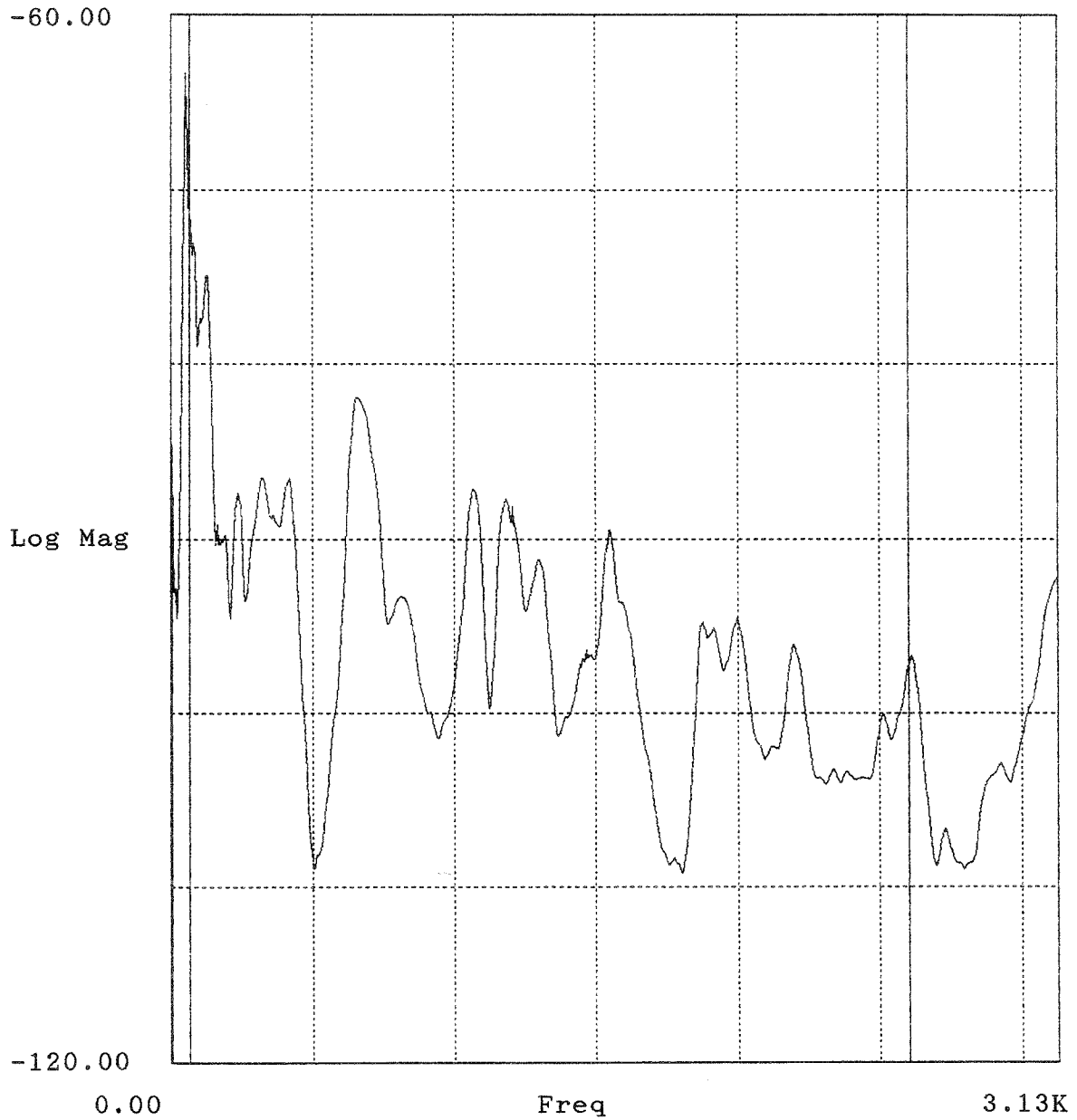


Bild H.26: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b19
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -69.910

Upper X cursor : 2.602K
— Trace A value : -108.092

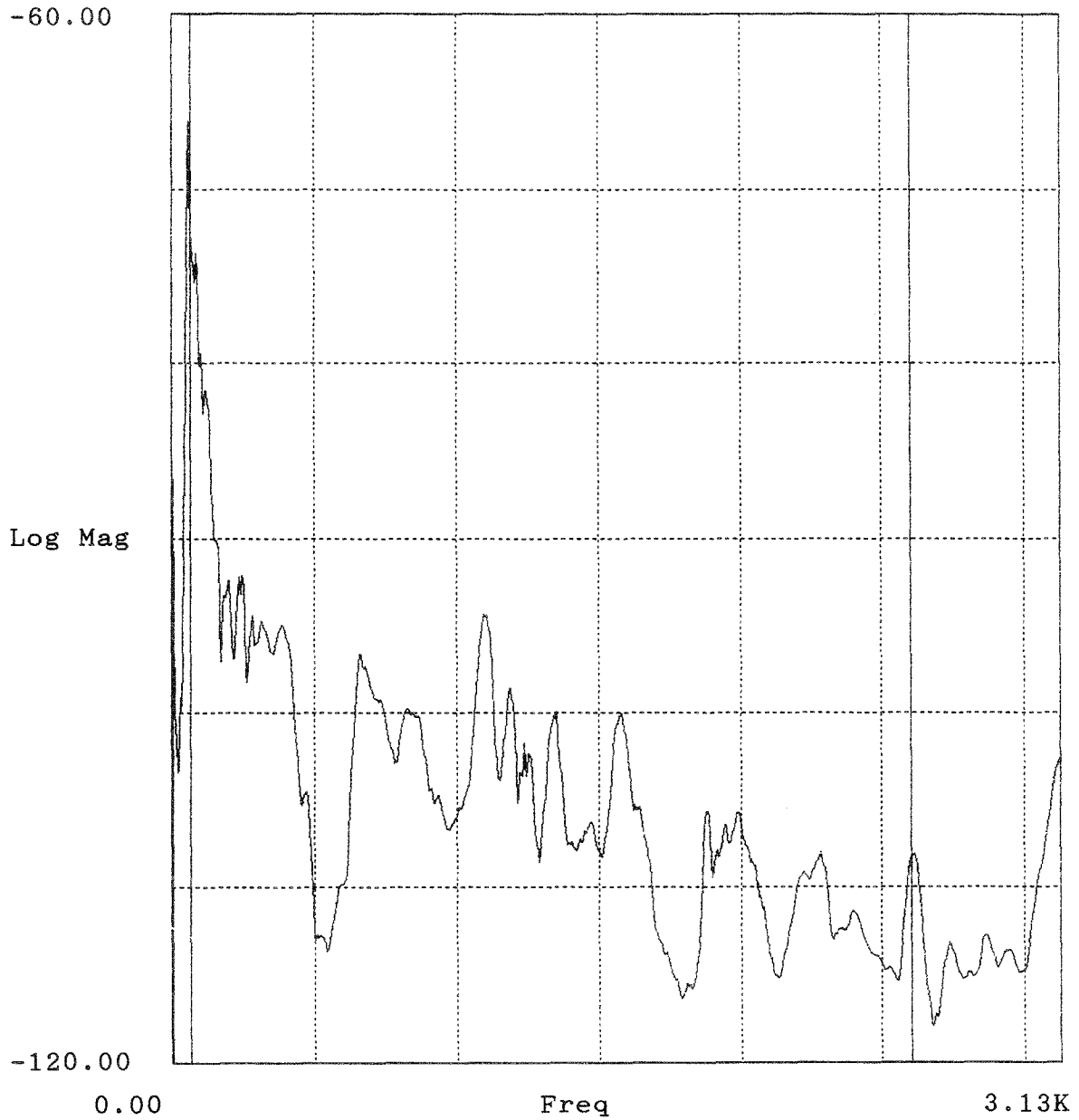


Bild H.27: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 56.250
— Trace A value : -60.097

Upper X cursor : 230.000
— Trace A value : -69.459

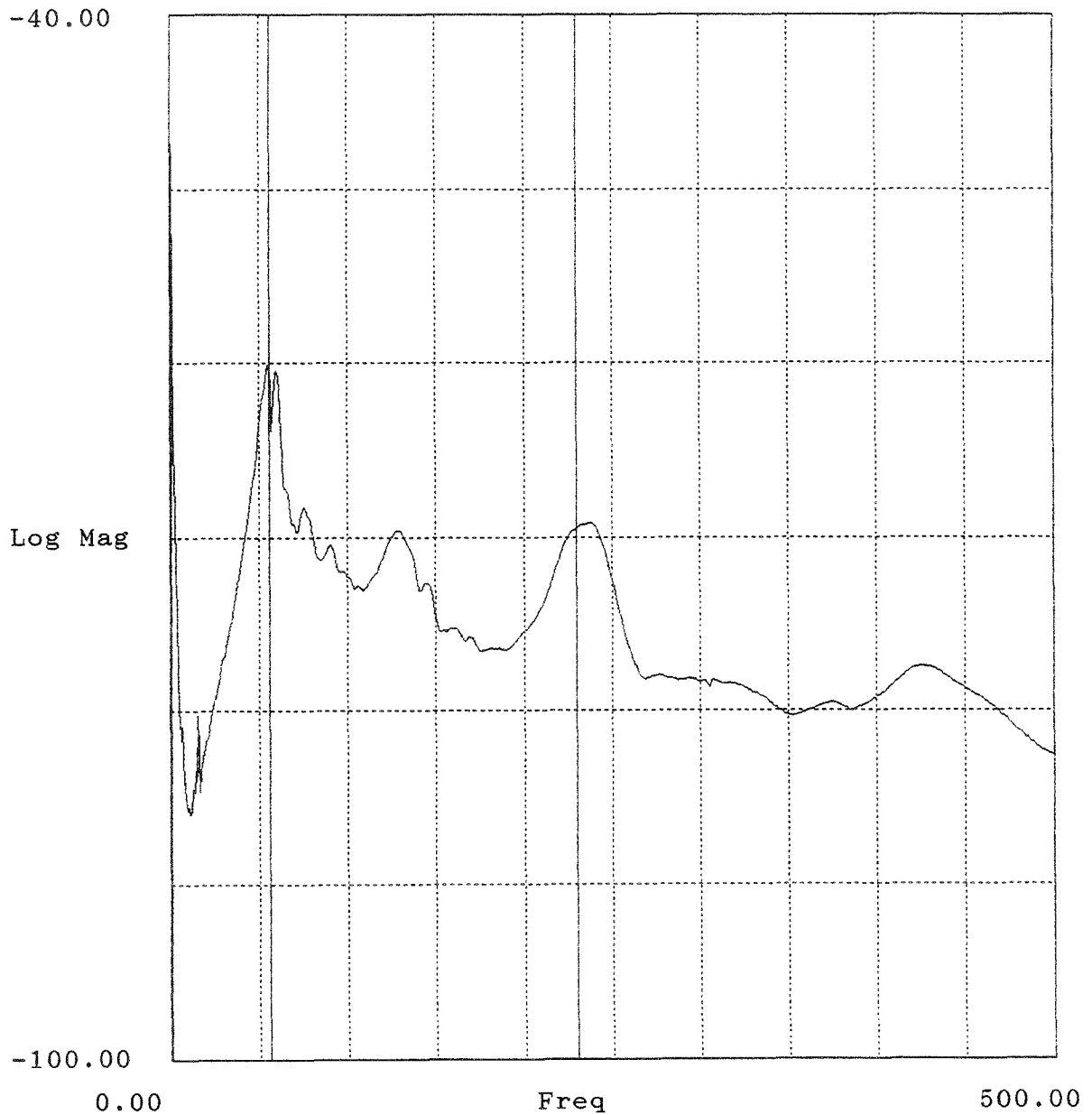


Bild H.28: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ / N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_achm2.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -71.305

Upper X cursor : 230.000
— Trace A value : -87.552

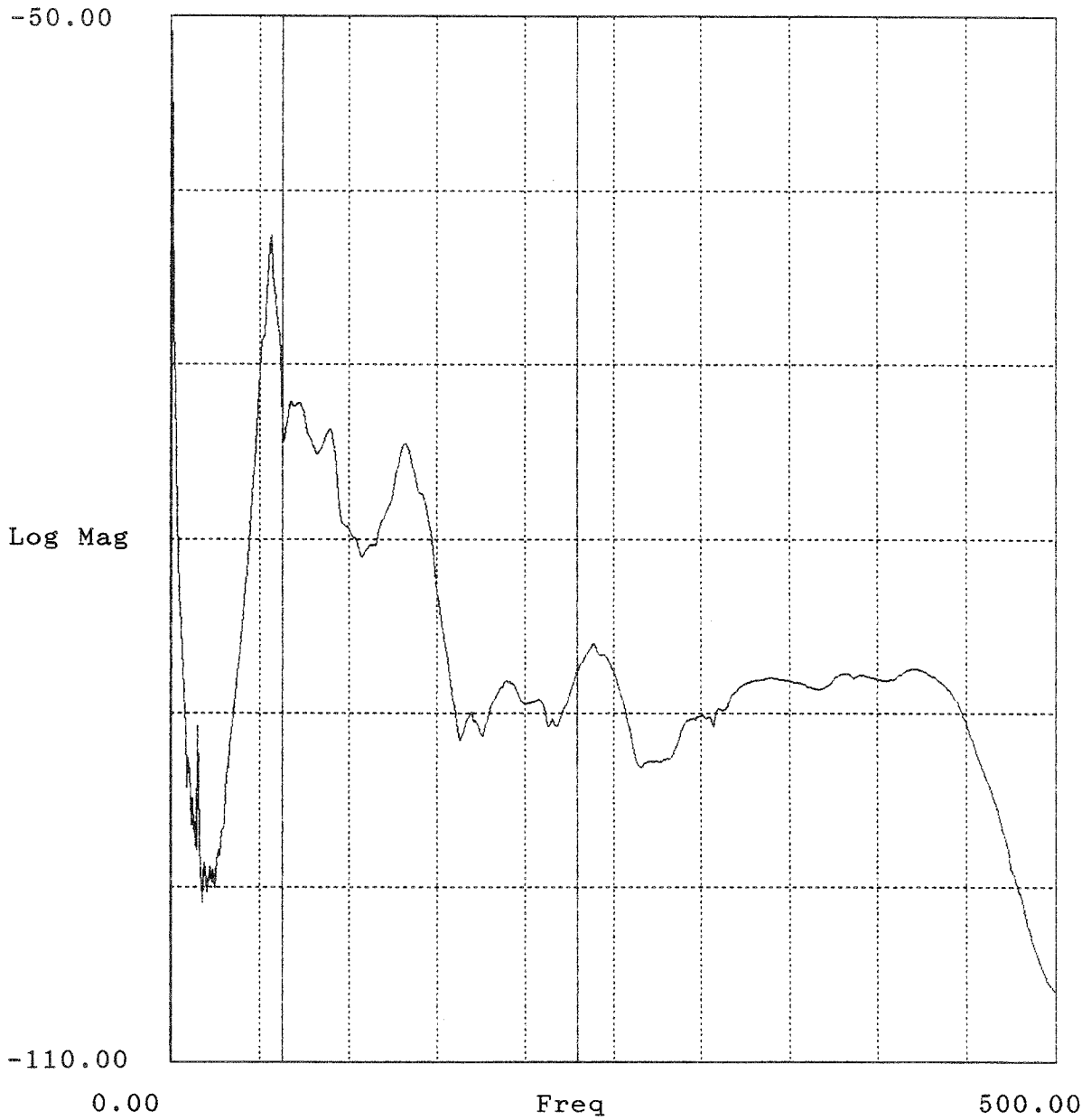


Bild H.29: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : b20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 62.500
— Trace A value : -66.885

Upper X cursor : 230.000
— Trace A value : -97.062

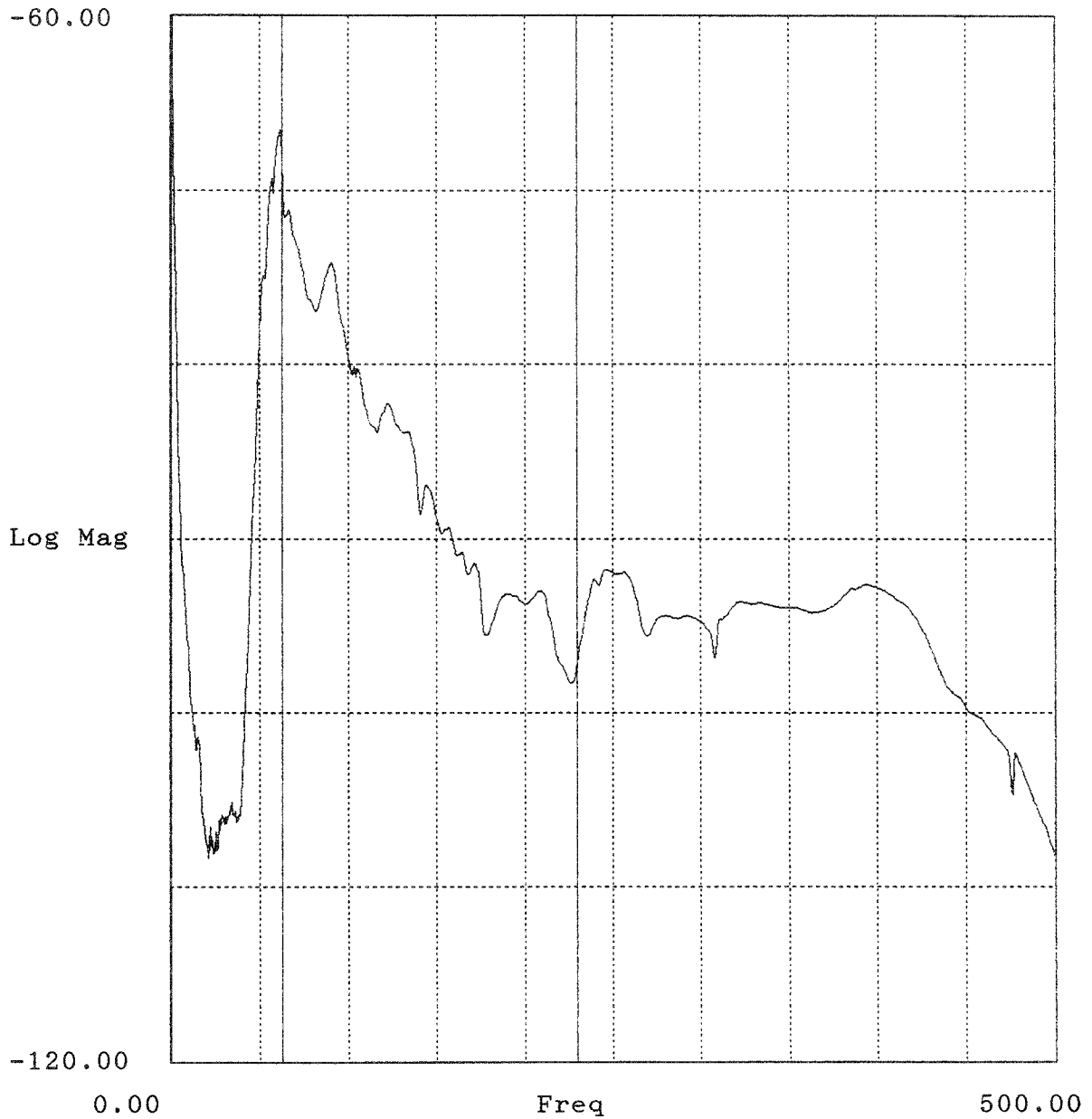


Bild H.30: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh5
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 233.750
— Trace A value : -77.004

Upper X cursor : 388.125
— Trace A value : -75.339

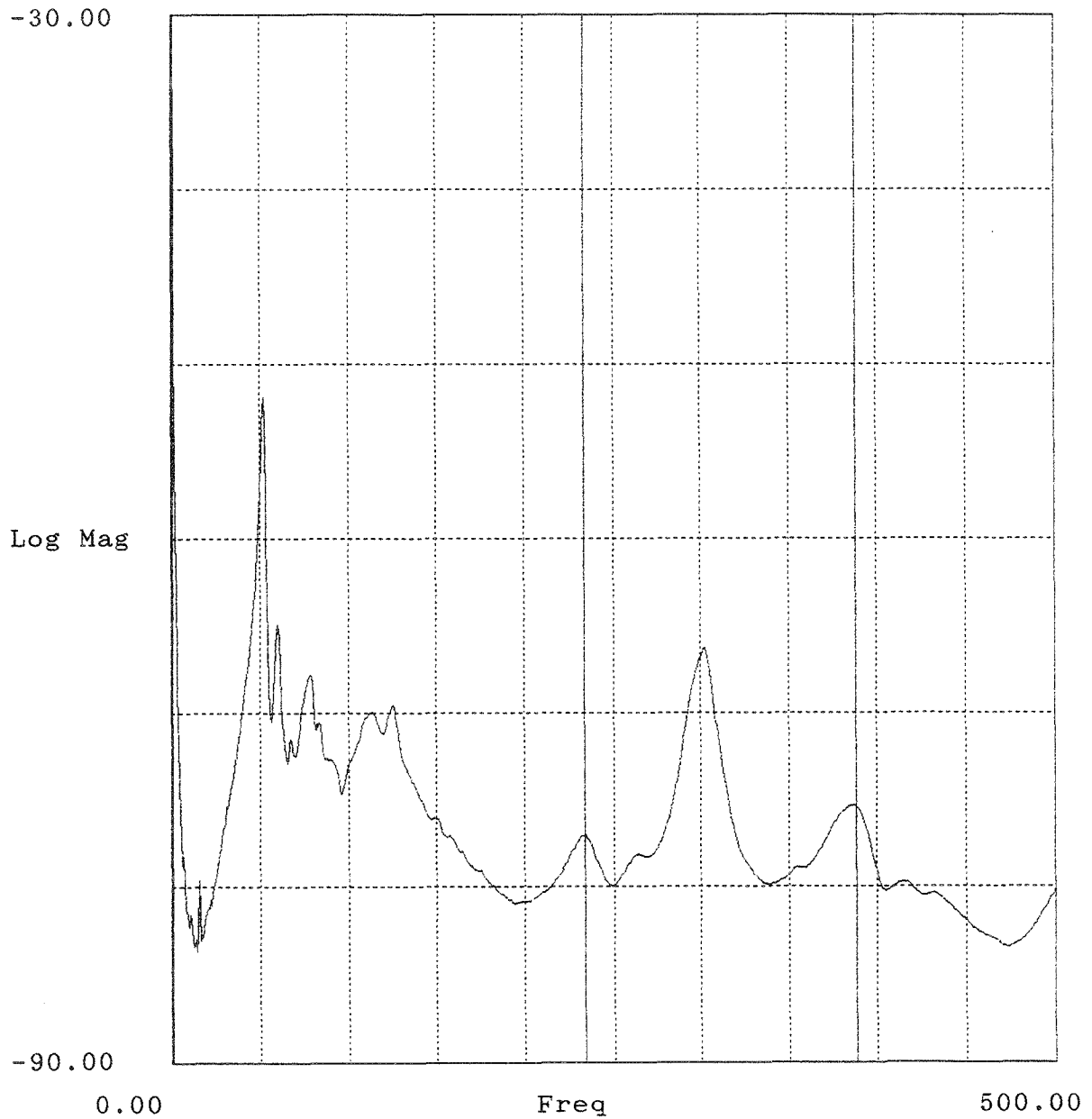


Bild H.31: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh5
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 233.750
— Trace A value : -86.124

Upper X cursor : 388.125
— Trace A value : -79.957

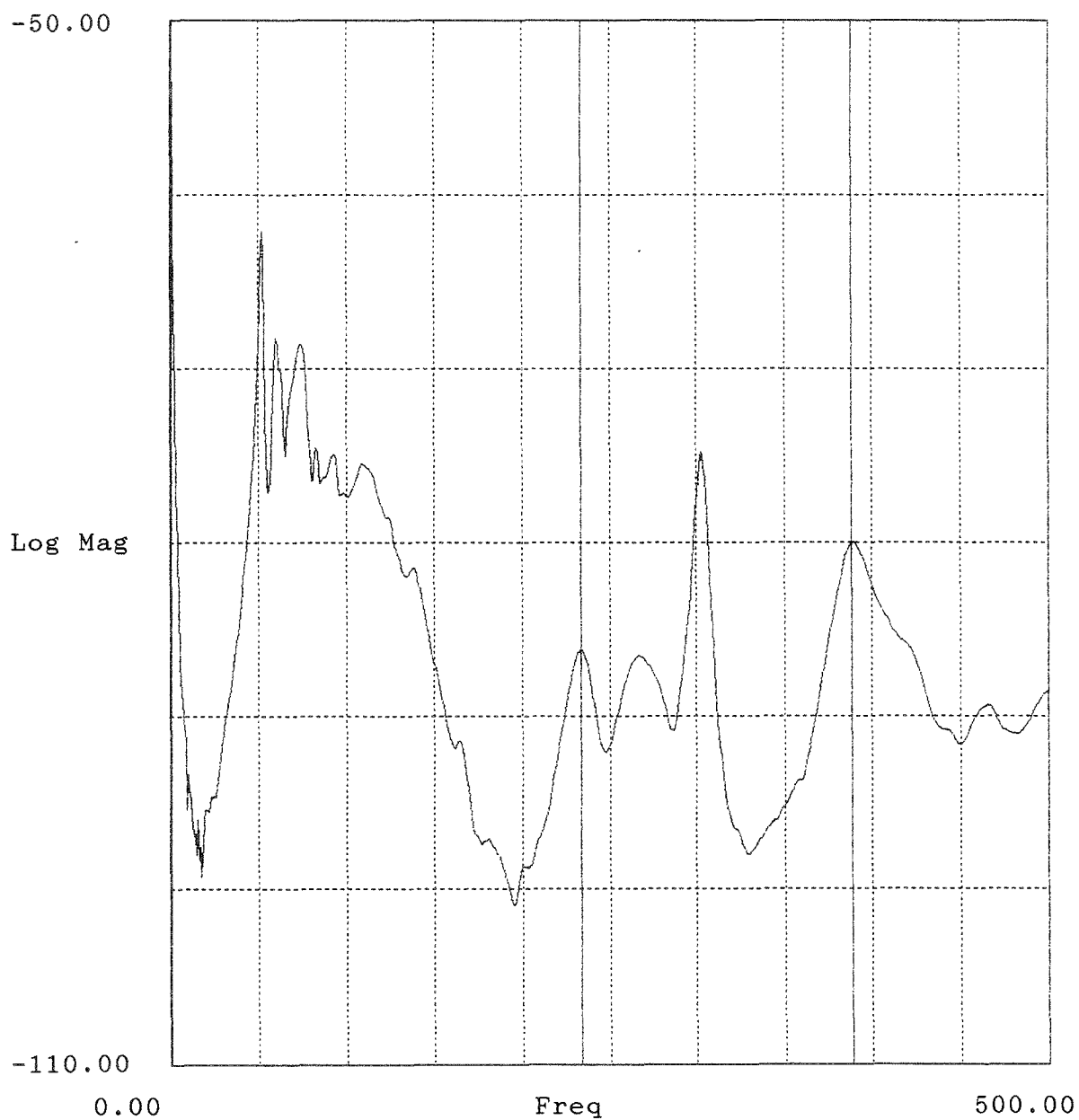


Bild H.32: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh6
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 902.344
— Trace A value : -67.696

Upper X cursor : 1.688K
— Trace A value : -69.410

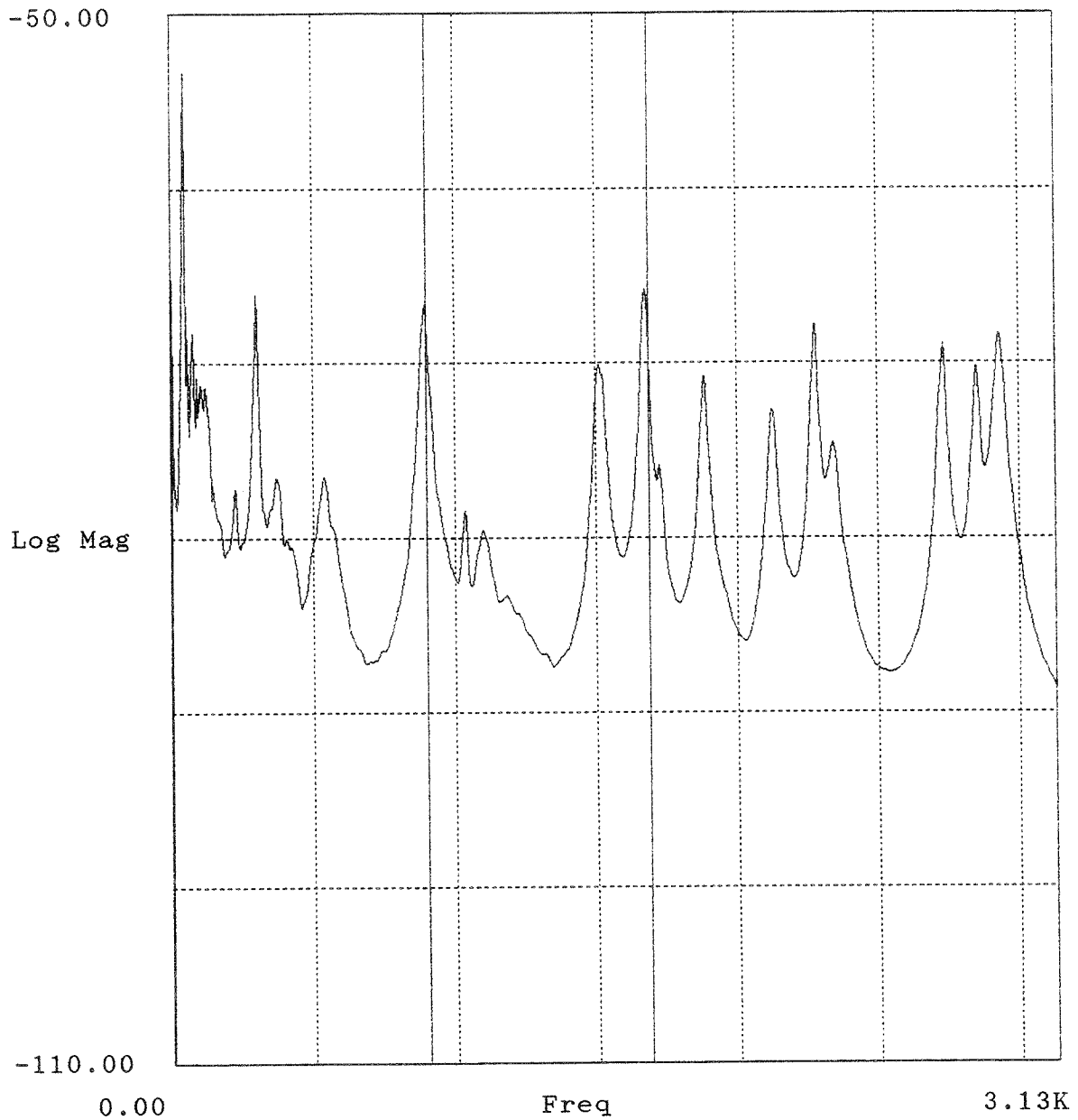


Bild H.33: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh6
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adu2.aps

Lower X cursor : 902.344
— Trace A value : -77.817

Upper X cursor : 1.688K
— Trace A value : -93.227

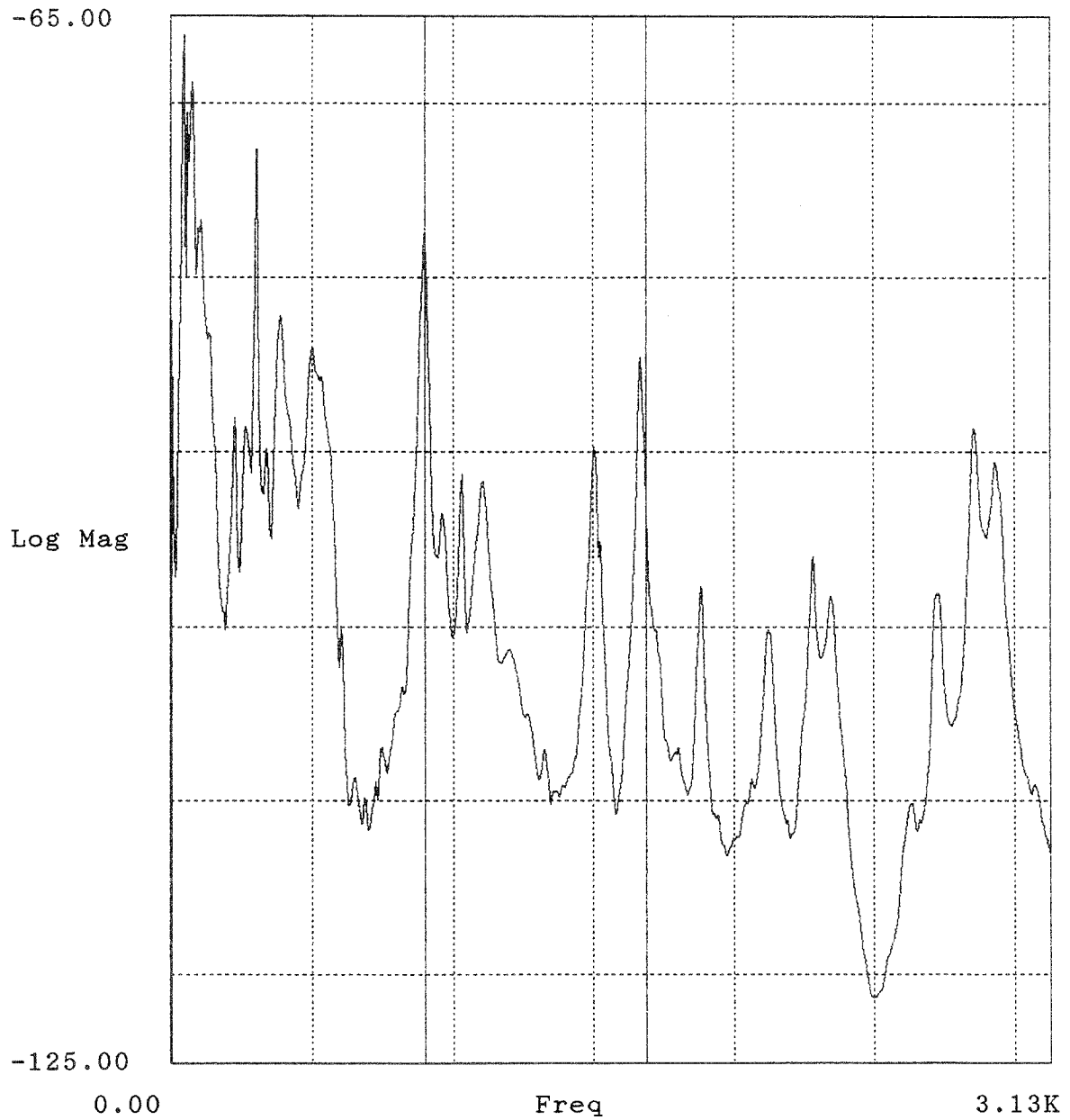


Bild H.34: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm 1.aps

Lower X cursor : 306.875
— Trace A value : -72.138

Upper X cursor : 363.125
— Trace A value : -74.915

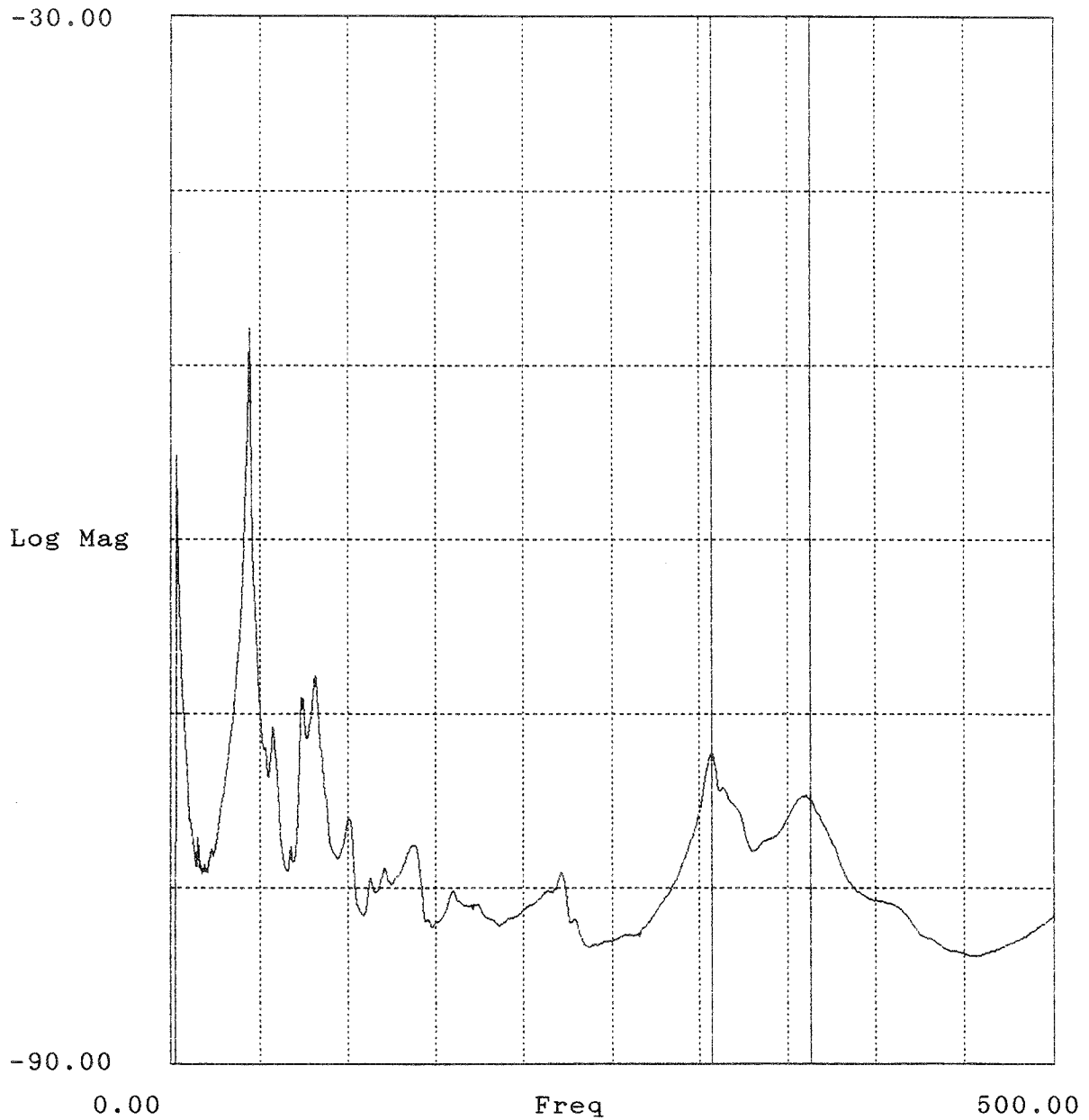


Bild H.35: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_achw2.aps

Lower X cursor : 306.875
— Trace A value : -73.485

Upper X cursor : 363.125
— Trace A value : -81.456

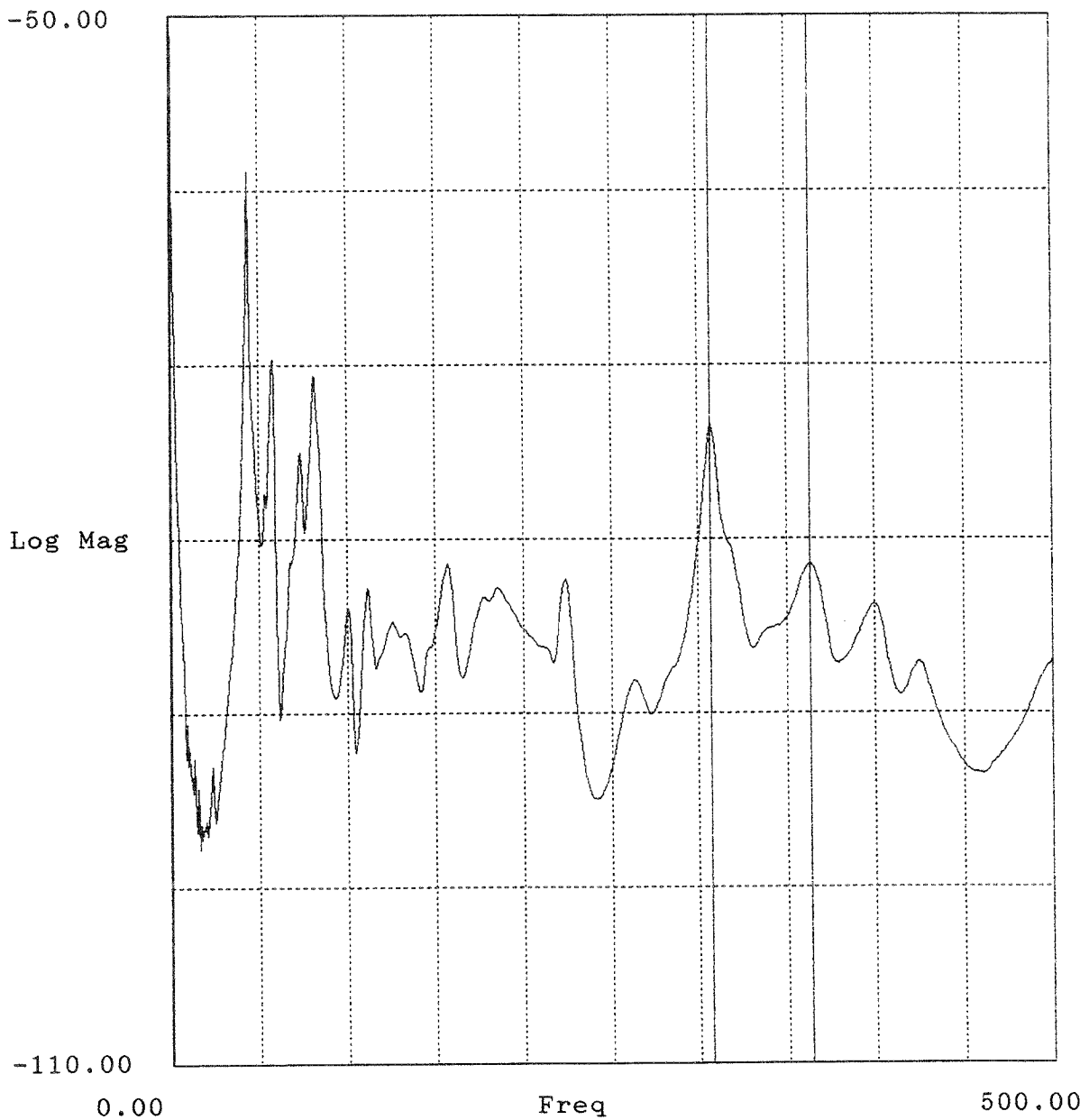


Bild H.36: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm1.aps

Lower X cursor : 914.063
— Trace A value : -72.290

Upper X cursor : 1.688K
— Trace A value : -69.228

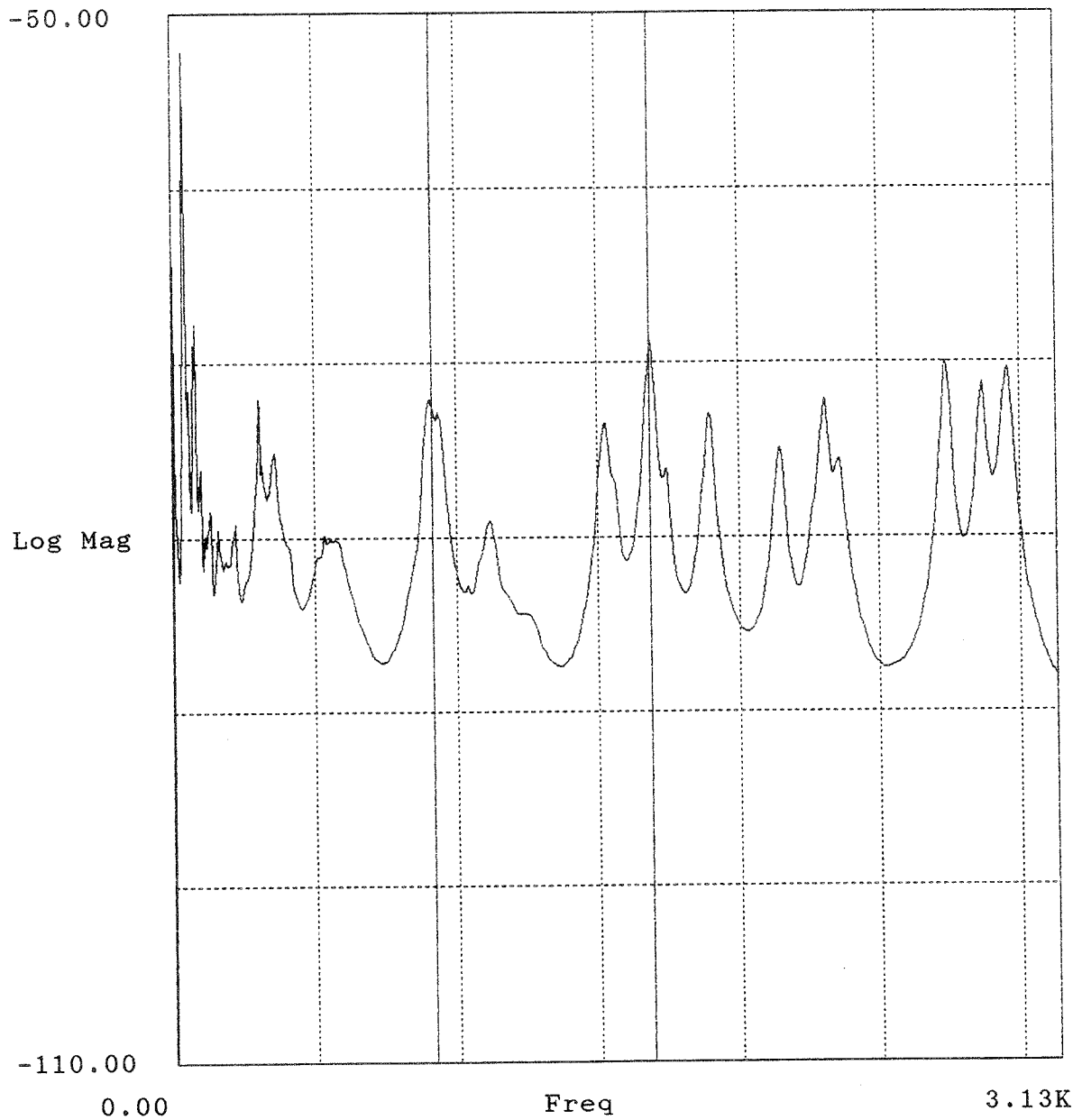


Bild H.37: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 914.063
— Trace A value : -78.705

Upper X cursor : 1.688K
— Trace A value : -81.112

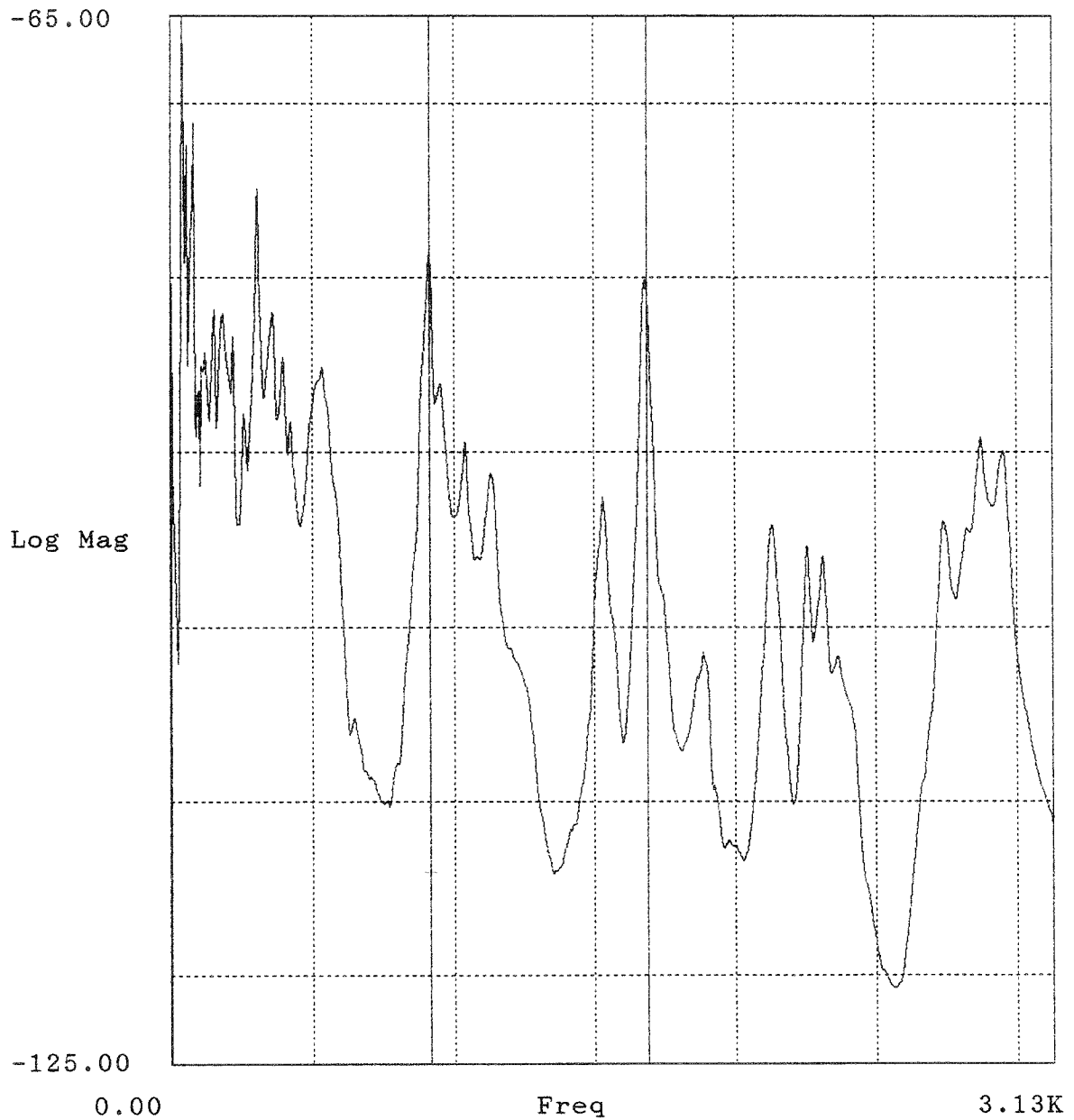


Bild H.38: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 1.aps

Lower X cursor : 61.875
— Trace A value : -59.943

Upper X cursor : 116.875
— Trace A value : -65.177

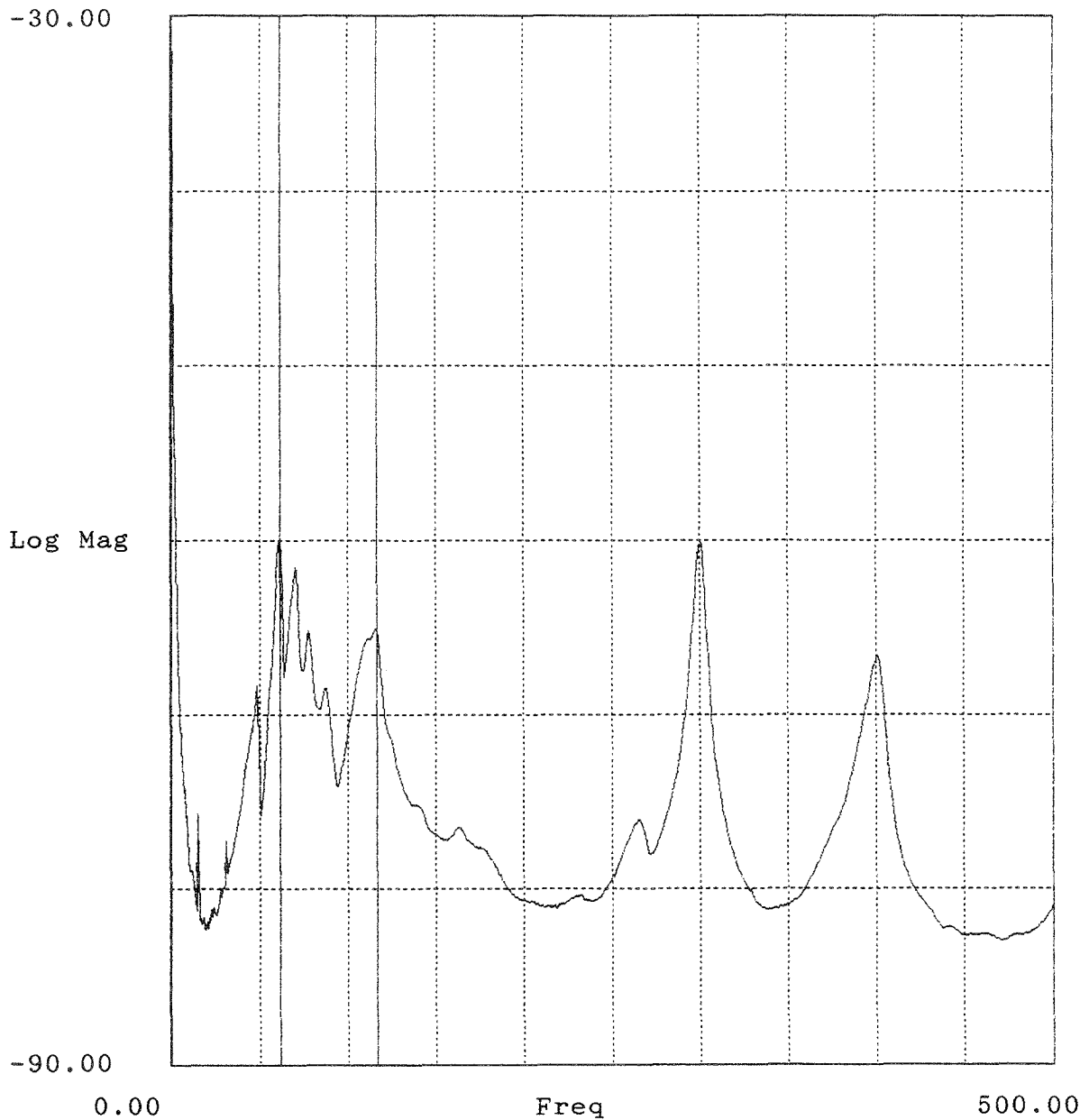


Bild H.39: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 61.875
— Trace A value : -62.100

Upper X cursor : 116.875
— Trace A value : -75.676

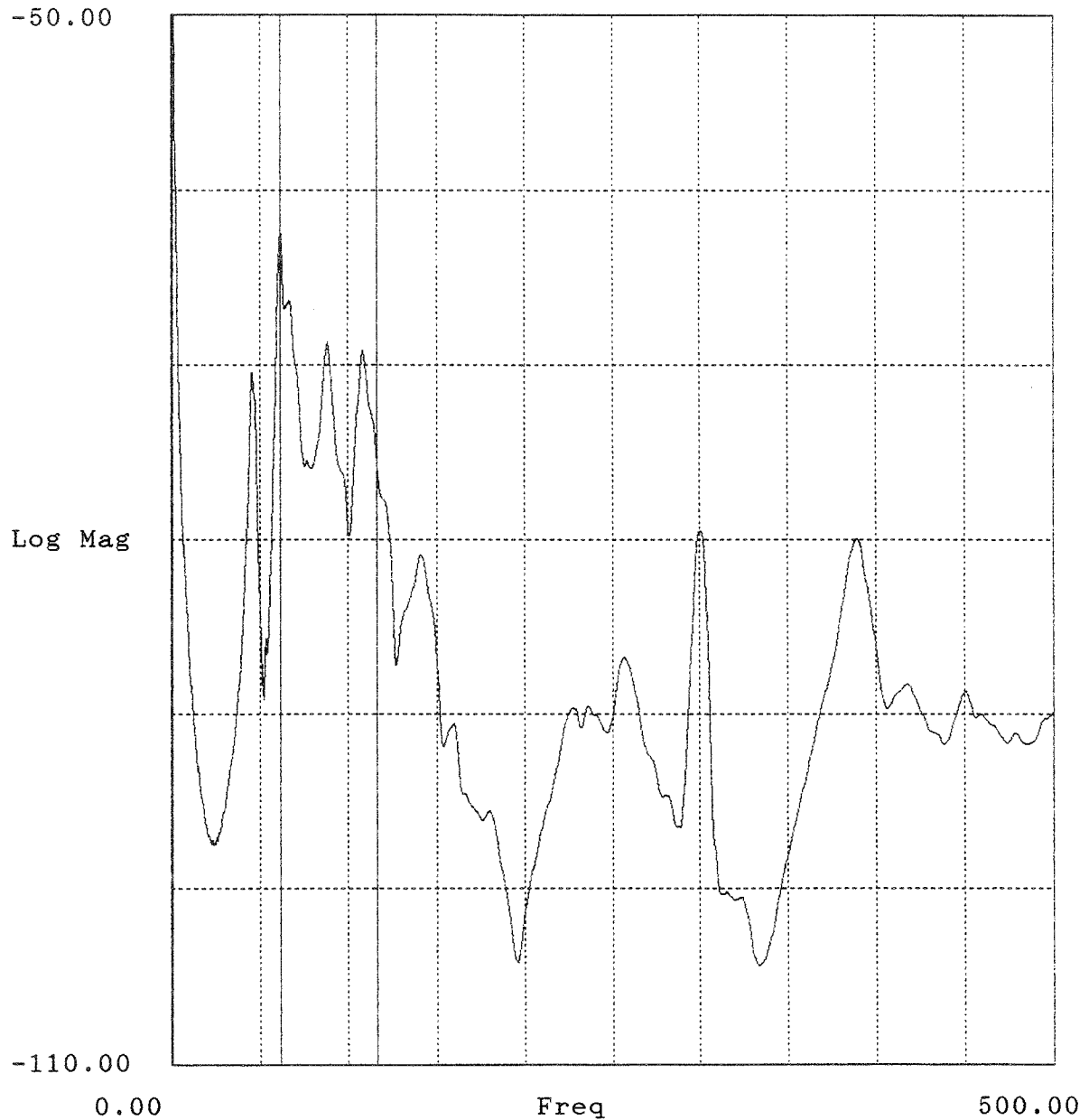


Bild H.40: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm3.aps

Lower X cursor : 61.875
— Trace A value : -65.648

Upper X cursor : 116.875
— Trace A value : -74.115

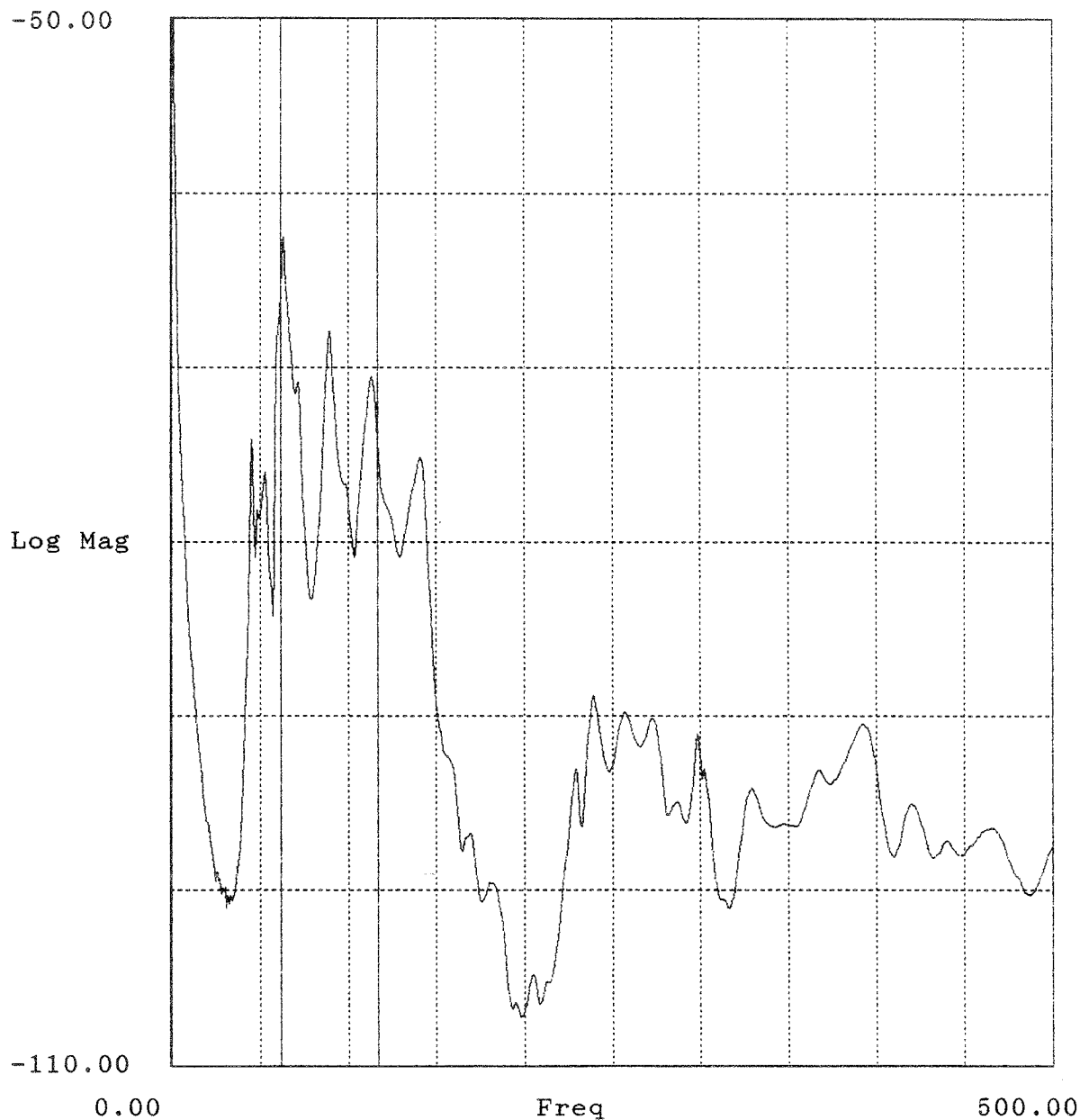


Bild H.41: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 1.aps

Lower X cursor : 910.156
— Trace A value : -67.218

Upper X cursor : 1.680K
— Trace A value : -68.056

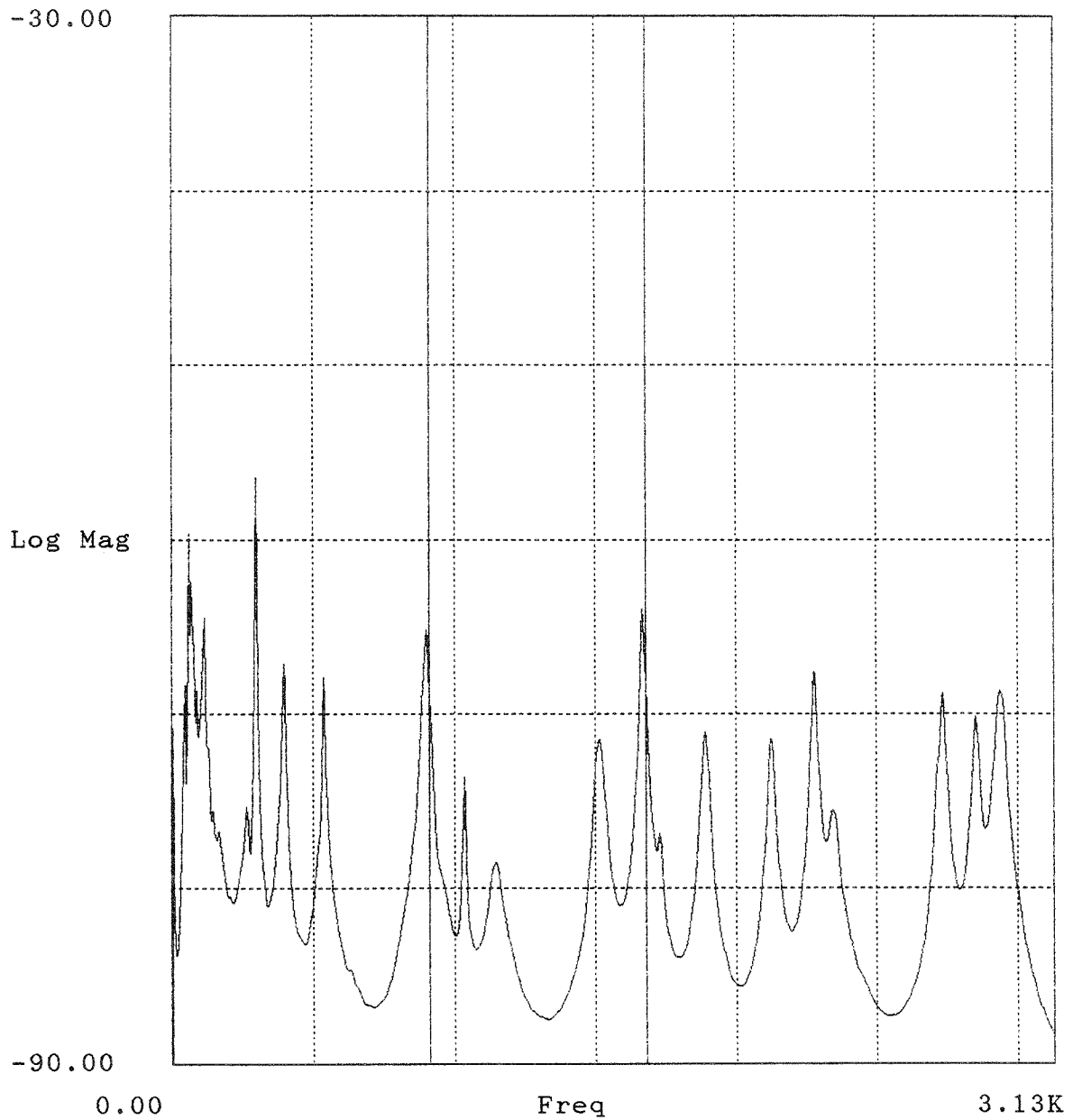


Bild H.42: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$ (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm2.aps

Lower X cursor : 910.156
— Trace A value : -85.432

Upper X cursor : 1.680K
— Trace A value : -91.743

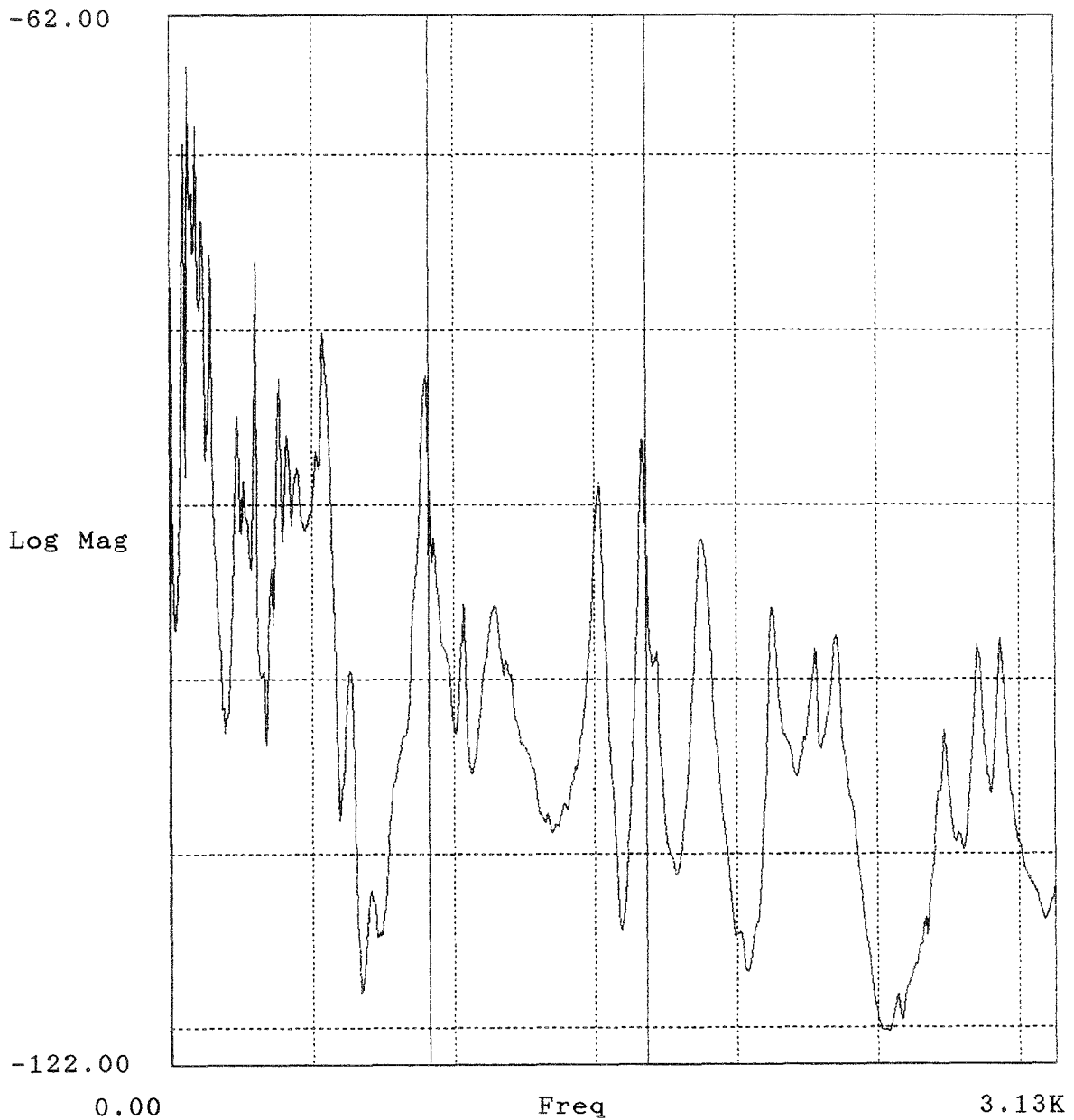


Bild H.43: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Project : gh10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm 3.aps

Lower X cursor : 910.156
— Trace A value : -85.097

Upper X cursor : 1.680K
— Trace A value : -105.050

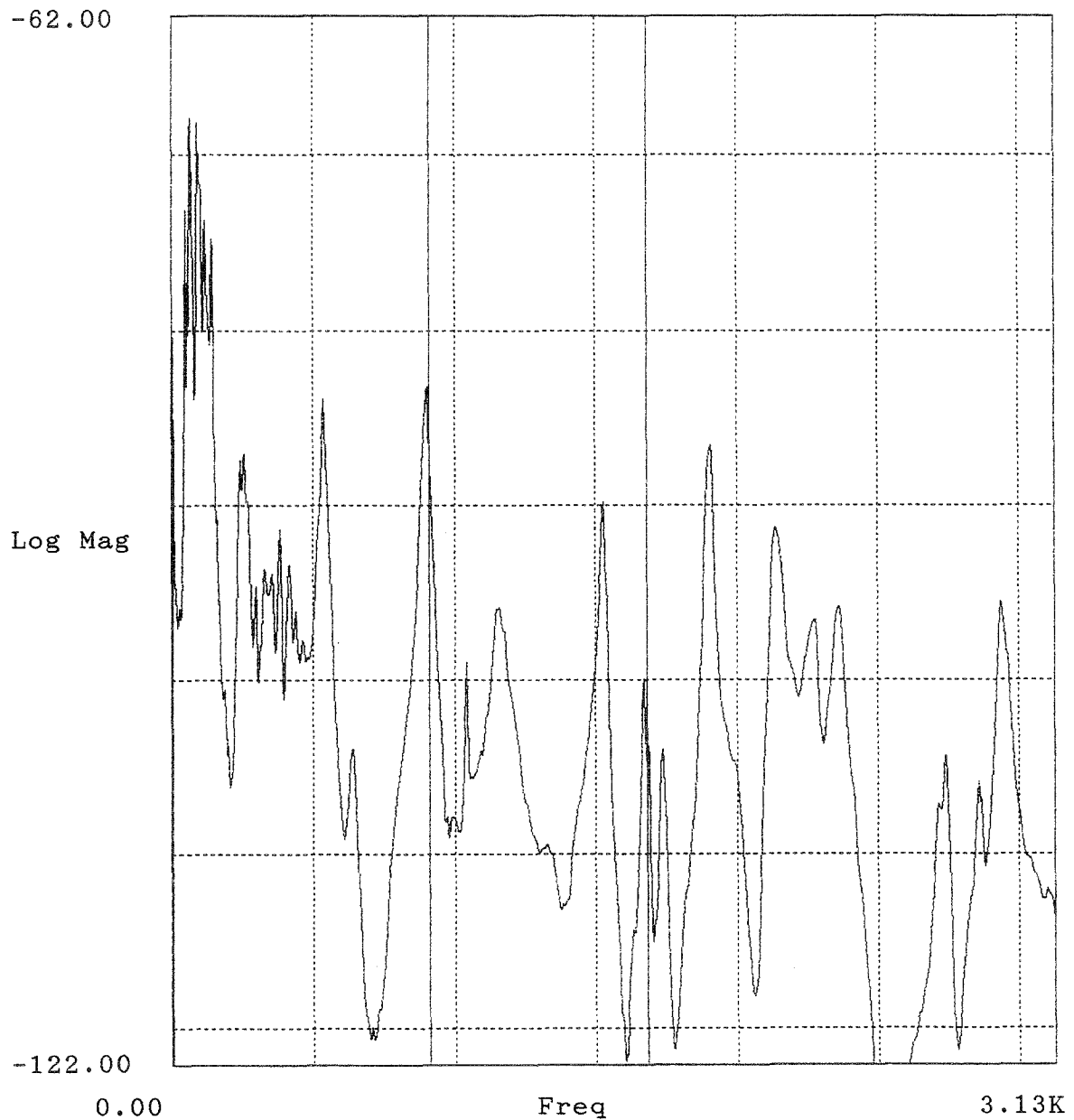


Bild H.44: Mittlere Admittanz oder Transfer-Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N (Project = Name der Messung nach Anhang G).

Verzeichnis der Modalanalysen an einzelnen Platten in ganzen Doppelböden

Jede Modalanalyse ist mit der Buchstabenkennung des Plattentyps und einer angehängten laufenden Nummer benannt. Der Frequenzbereich einer Messung erstreckt sich von 0 bis f_0 Hz. Es wurden drei Doppelböden mit den Plattentypen AH, BH und GH in unserem Wandprüfstand mit unterdrückter Flankenübertragung (P2) eingebaut. Die Oberseite der Platten befand sich jeweils ca. 19 cm über dem Fußboden des Prüfstands. In den Fällen AH und BH wurden lediglich einige Stützen am Rand mit dem Fußboden verklebt, im Fall GH wurden (trotz gegenteiliger Anweisung) sämtliche Stützen aufgeklebt. Sende- und Empfangsraum wurden durch eine hochschalldämmende Trennwand ($R_w = 66$ dB) getrennt, die 20 cm über dem Fußboden endete. Die Fuge zwischen Trennwand und Bodenplatte war dauerplastisch abgedichtet. Im Hohlraum unter der Trennwand befand sich ein Absorberschott aus Mineralwolle (50 cm breit). Eine gewisse Einspannung der Platten wurde durch elastische Randstreifen sowie auf einer Seite durch Spanplattenteile und Holzkeile bewerkstelligt. An welchen Platten eine Modalanalyse durchgeführt wurde, kann mit Hilfe der Spalte "Bemerkungen" und Bild 33 ermittelt werden. Der Beschleunigungsaufnehmer war entsprechend Bild C.1 plaziert, der Impulshammer war mit Metallkappe bestückt. Bei den Übertragungsfunktionen zwischen verschiedenen Platten wurden jeweils Punkte angeregt, die in ihrer Lage dem Empfangspunkt entsprechen (siehe Bild 33). Bei den Messungen am 22.11.1993 und am 24.11.1993 wurde versehentlich nicht mit den Einstellungen nach Bild C.2 gearbeitet. Im ersten Fall müssen die Übertragungsfunktionen mit dem Faktor 10.28 multipliziert werden, im zweiten Fall vermutlich genau durch den Faktor 100 dividiert werden. Diese Korrekturen sind in Diagrammen dieses Berichts bereits berücksichtigt.

Anhang I
B-BA 2/1993

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	Bemerkungen
ah7	22.10.93	500	Platte "Q"
ah8	22.10.93	3125	Platte "Q"
ah9	22.10.93	500	Platte "16"
ah10	22.10.93	3125	Platte "16"
ah11	25.10.93	500	Wiederholung von ah7
ah12	25.10.93	3125	Wiederholung von ah8
ah13	25.10.93	500	} Wiederholung von ah9 und ah10 (nur 3 Punkte)
ah14	25.10.93	3125	
ah15	27.10.93	500	} 15 Übertragungsfunktionen zwischen Platten im Senderaum
ah16	27.10.93	3125	
<hr/>			
bh3	03.11.93	500	Platte "Q"
bh4	03.11.93	3125	Platte "Q"
bh5	03.11.93	500	Platte "16"
bh6	03.11.93	3125	Platte "16"
bh7	08.11.93	500	} 15 Übertragungsfunktionen zwischen Platten im Senderaum
bh8	08.11.93	3125	
bh9	10.11.93	500	Wiederholung von bh3
bh10	10.11.93	3125	Wiederholung von bh4
bh11	10.11.93	500	Wiederholung von bh5
bh12	10.11.93	3125	Wiederholung von bh6
<hr/>			
gh11	22.11.93	500	Platte "Q"
gh12	22.11.93	3125	Platte "Q"
gh13	22.11.93	500	Platte "16"
gh14	22.11.93	3125	Platte "16"
gh15	23.11.93	500	} 15 Übertragungsfunktionen zwischen Platten im Senderaum
gh16	23.11.93	3125	
gh17	24.11.93	500	Wiederholung von gh11
gh18	24.11.93	3125	Wiederholung von gh12
gh19	24.11.93	500	Wiederholung von gh13
gh20	24.11.93	3125	Wiederholung von gh14

Modal-analyse	Datum der Messung	f_0 [Hz]	Bemerkungen
gh21	24.11.93	500	Platte W
gh22	24.11.93	3125	Platte W

Mittlere Admittanzen von Platten in ganzen Doppelböden

Die folgenden Bilder J.1 bis J.24 zeigen mittlere Admittanzen von Doppelbodenplatten aufgrund der in Anhang I verzeichneten Modalanalysen. Die Bilder wurden nach der in Anhang E geschilderten Methode gewonnen.

Project : ah7
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 167.500
— Trace A value : -69.945

Upper X cursor : 408.750
— Trace A value : -73.092

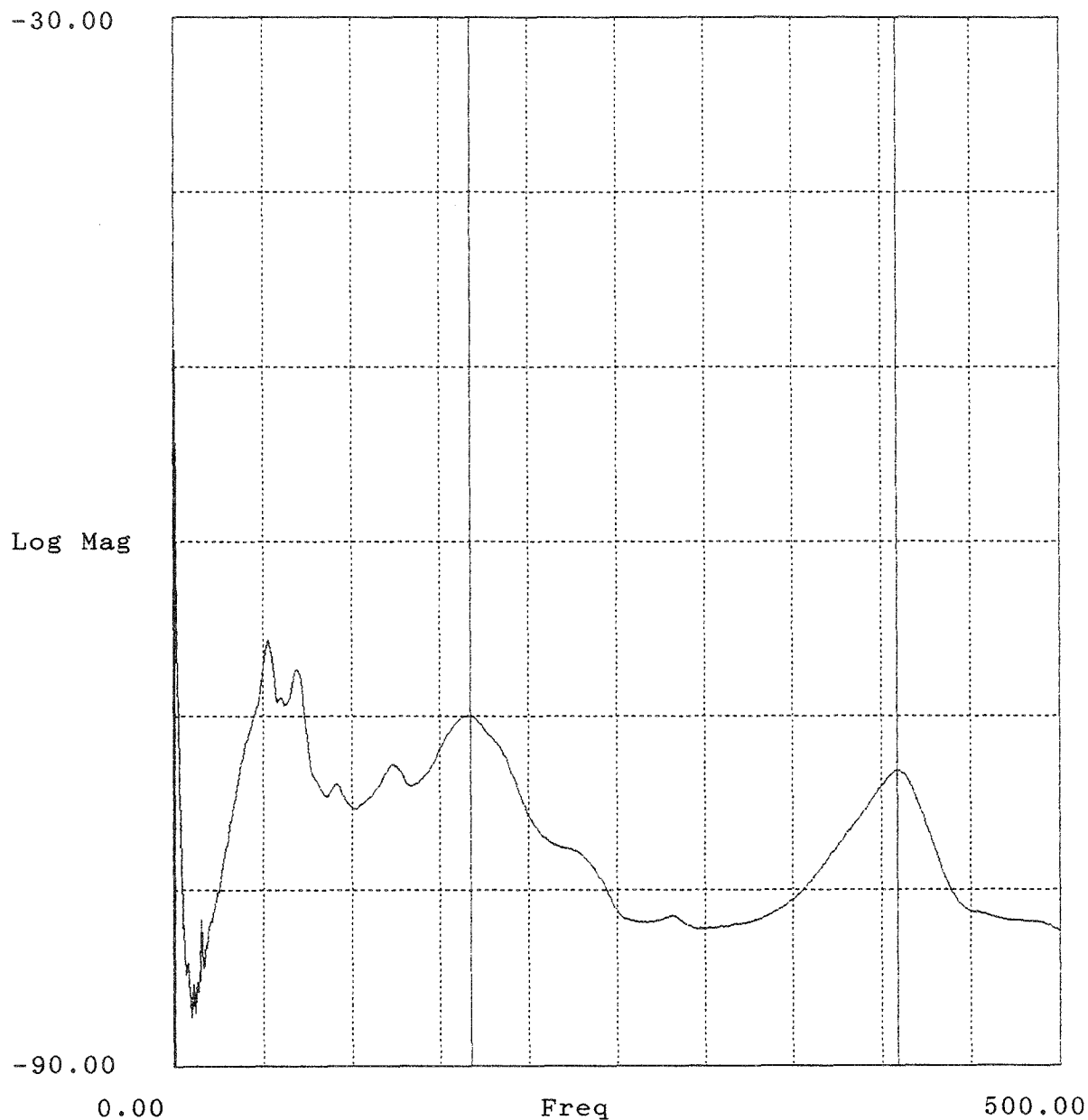


Bild J.1: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : ah8
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 792.969
— Trace A value : -72.163

Upper X cursor : 1.461K
— Trace A value : -71.388

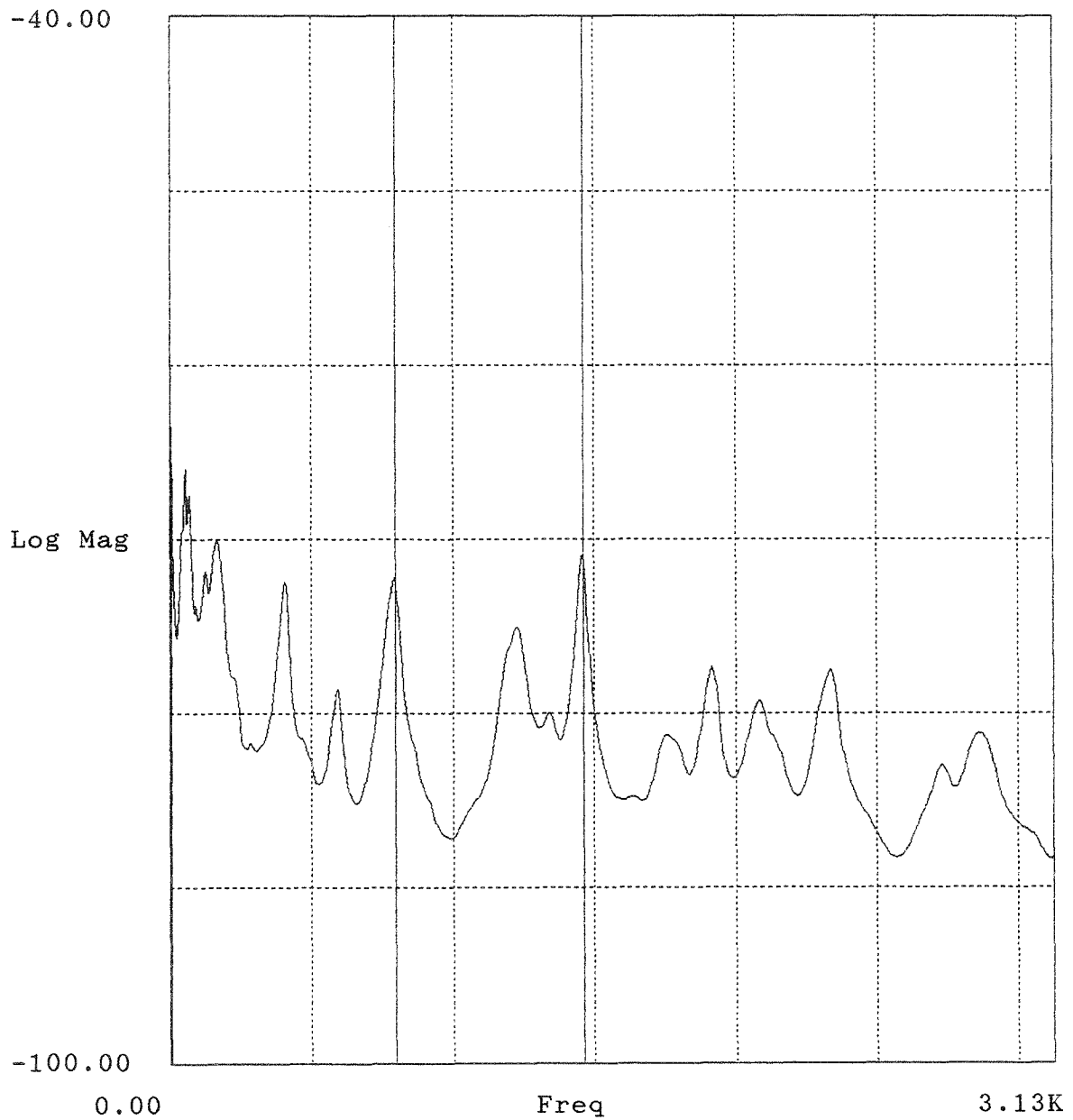


Bild J.2: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : ah9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 182.500
— Trace A value : -67.364

Upper X cursor : 410.000
— Trace A value : -78.406

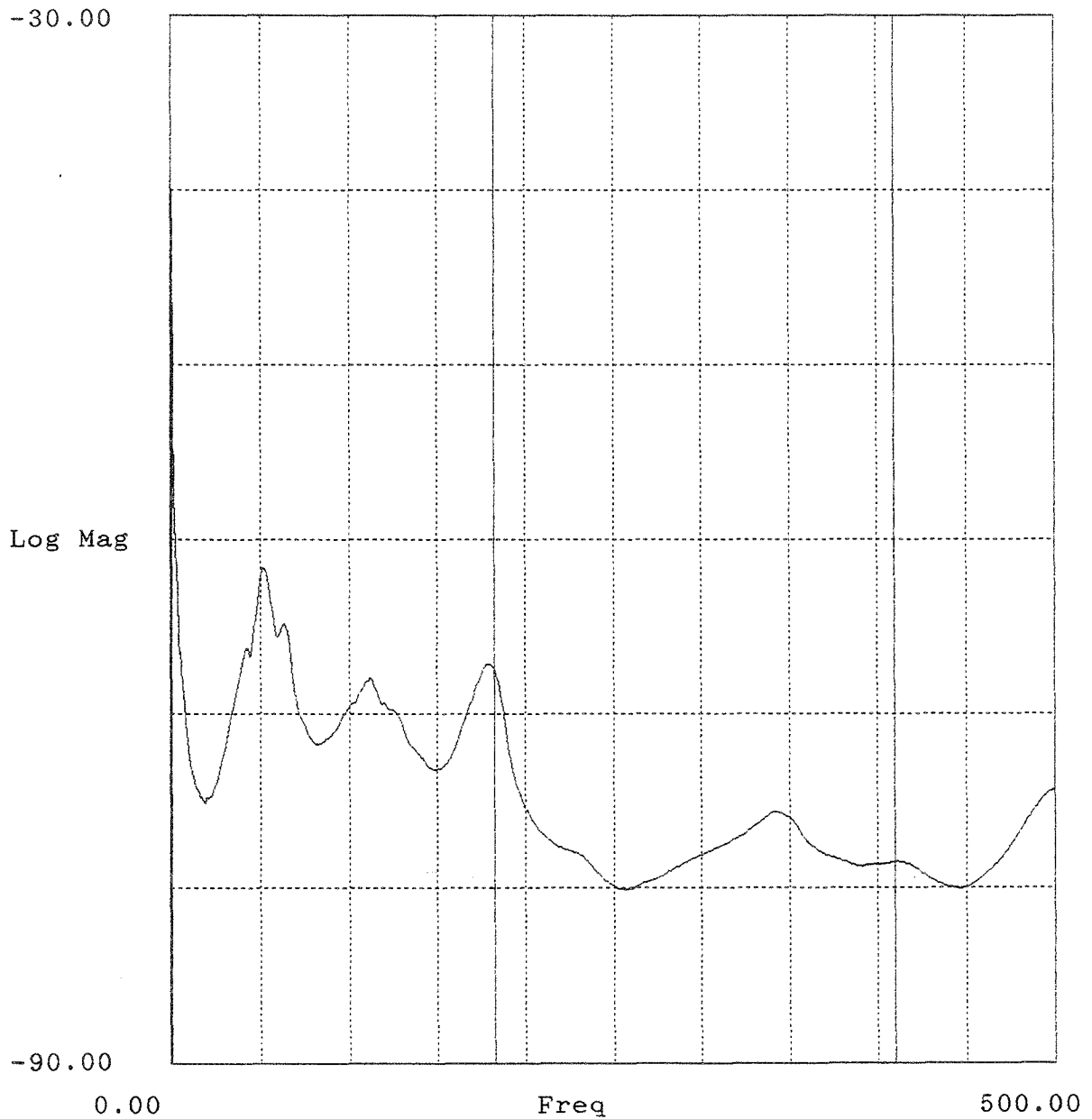


Bild J.3: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : ah10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 785.156
— Trace A value : -84.057

Upper X cursor : 1.469K
— Trace A value : -82.838

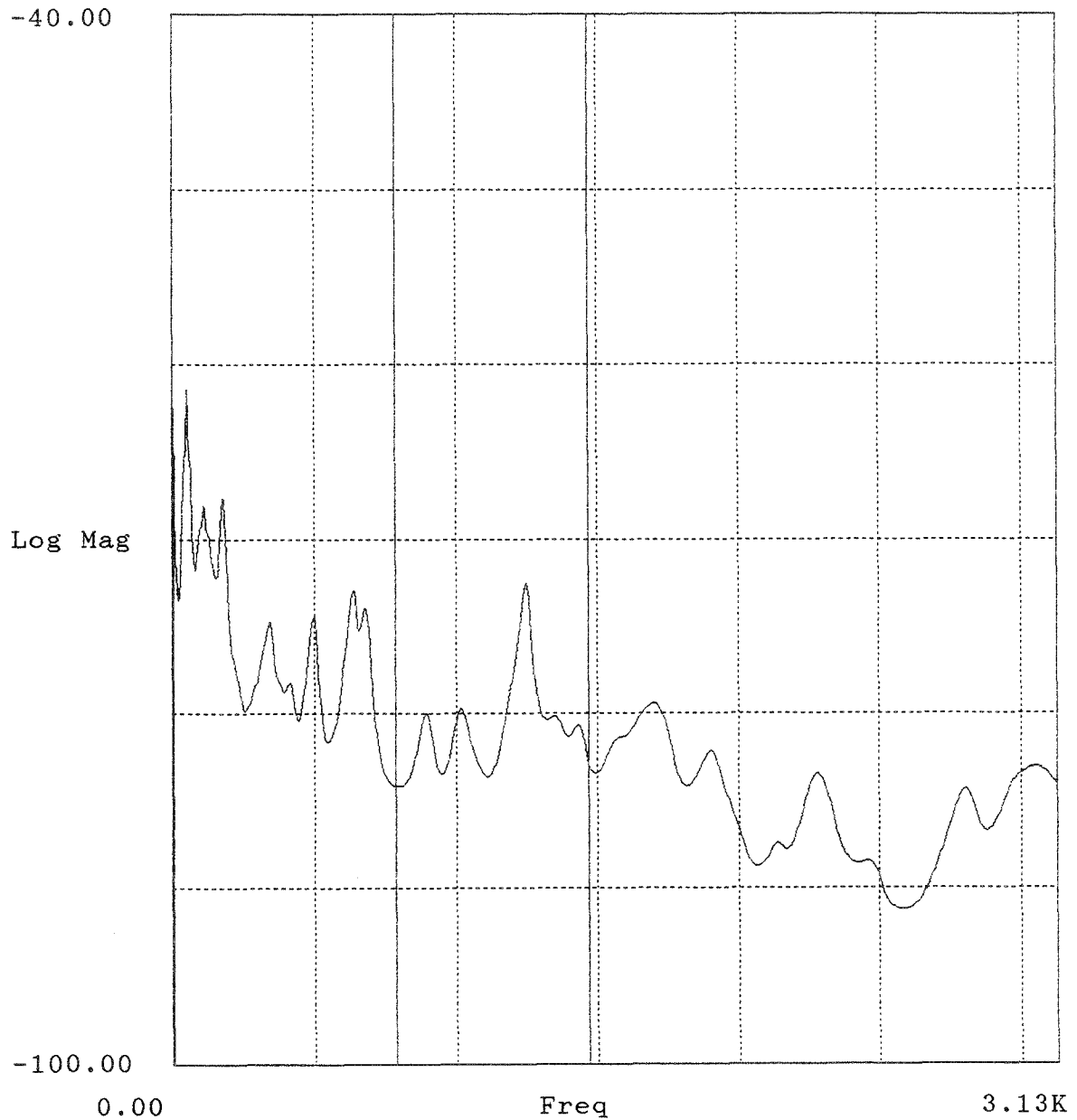


Bild J.4: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : ah11
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 167.500
— Trace A value : -70.336

Upper X cursor : 408.750
— Trace A value : -73.418

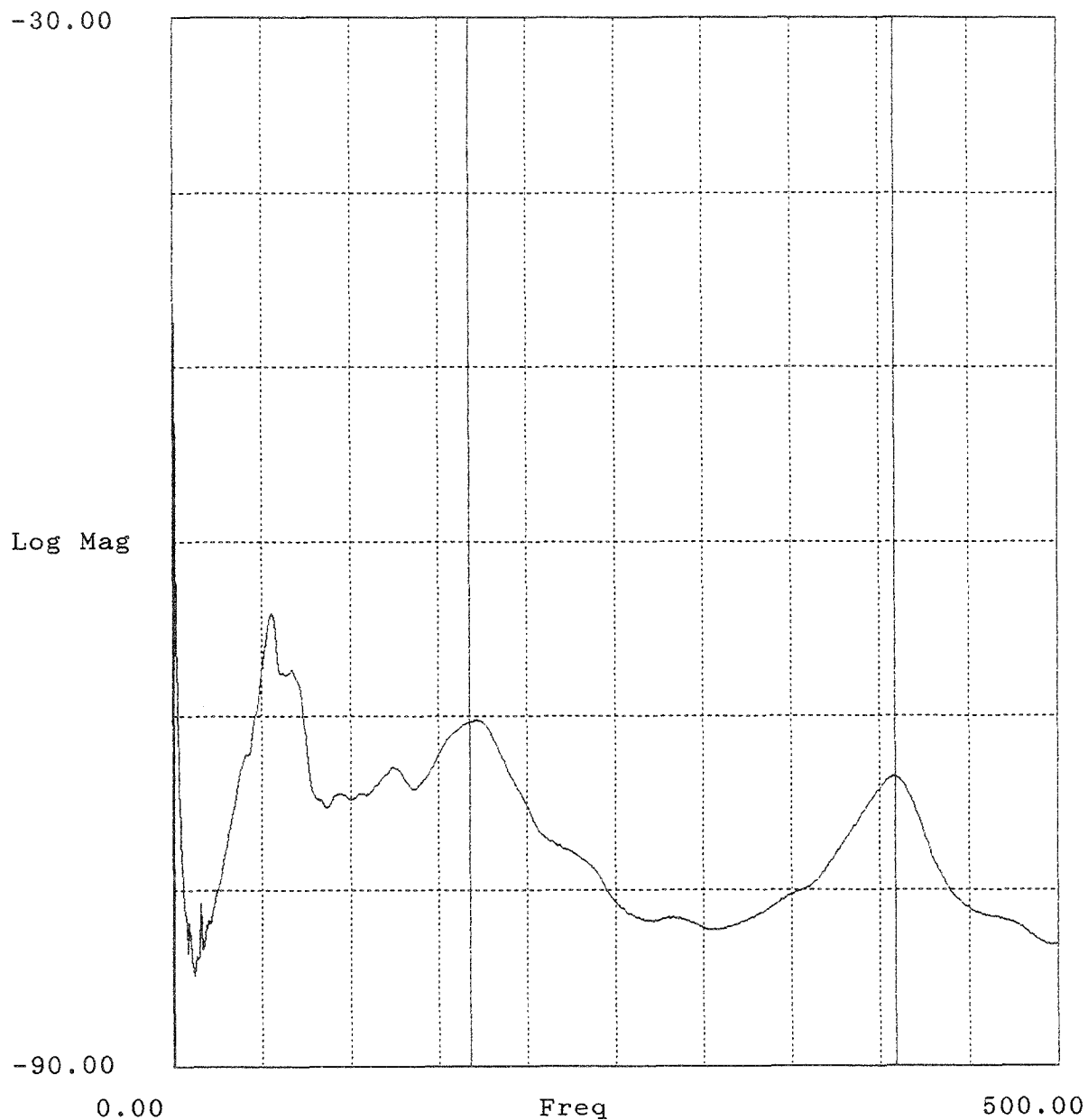


Bild J.5: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : ah12
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 792.969
— Trace A value : -72.389

Upper X cursor : 1.461K
— Trace A value : -76.249

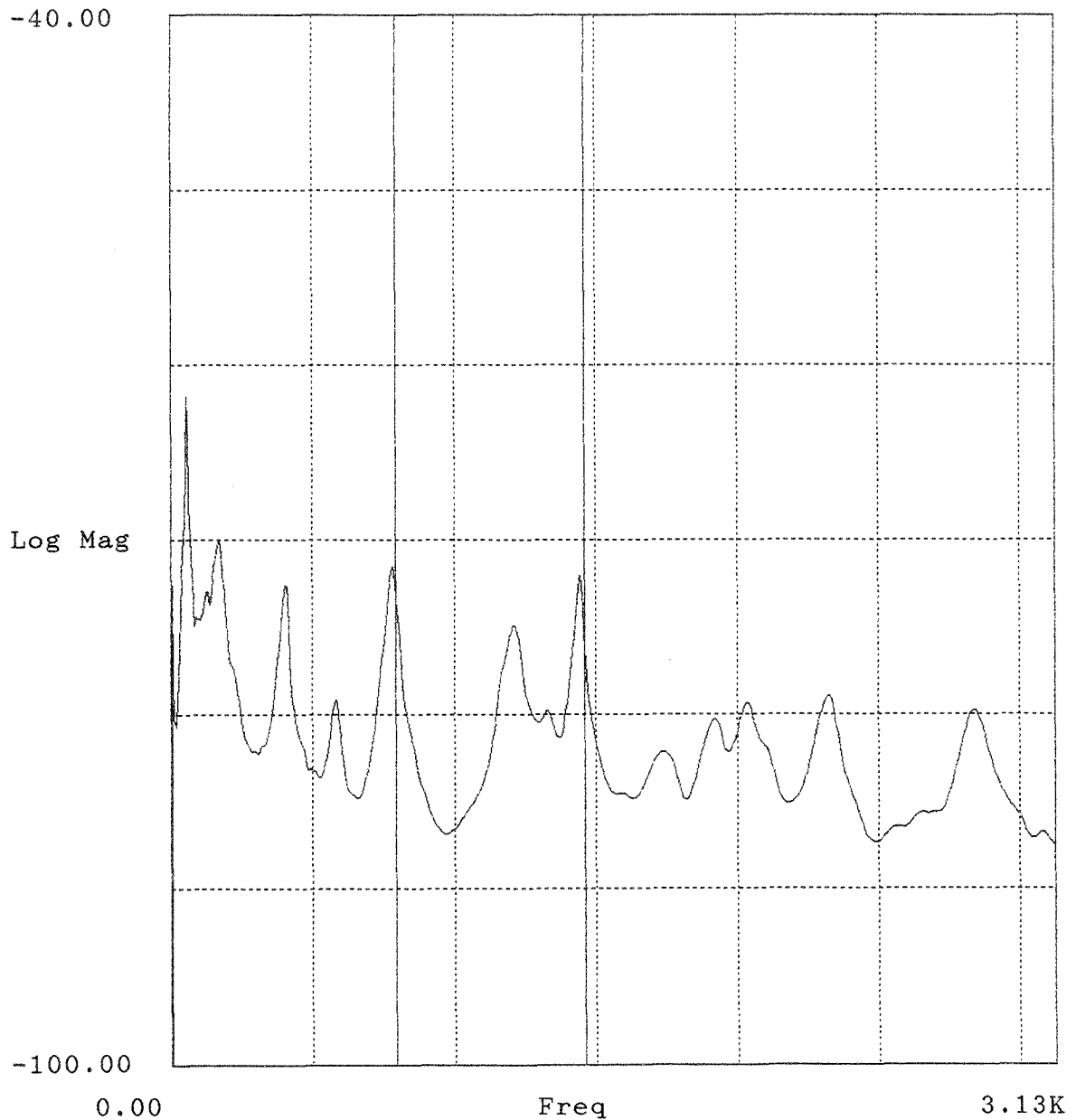


Bild J.6: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Anhang J
B-BA 2/1993

Project : bh3
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 71.250
— Trace A value : -63.034

Upper X cursor : 236.250
— Trace A value : -69.145

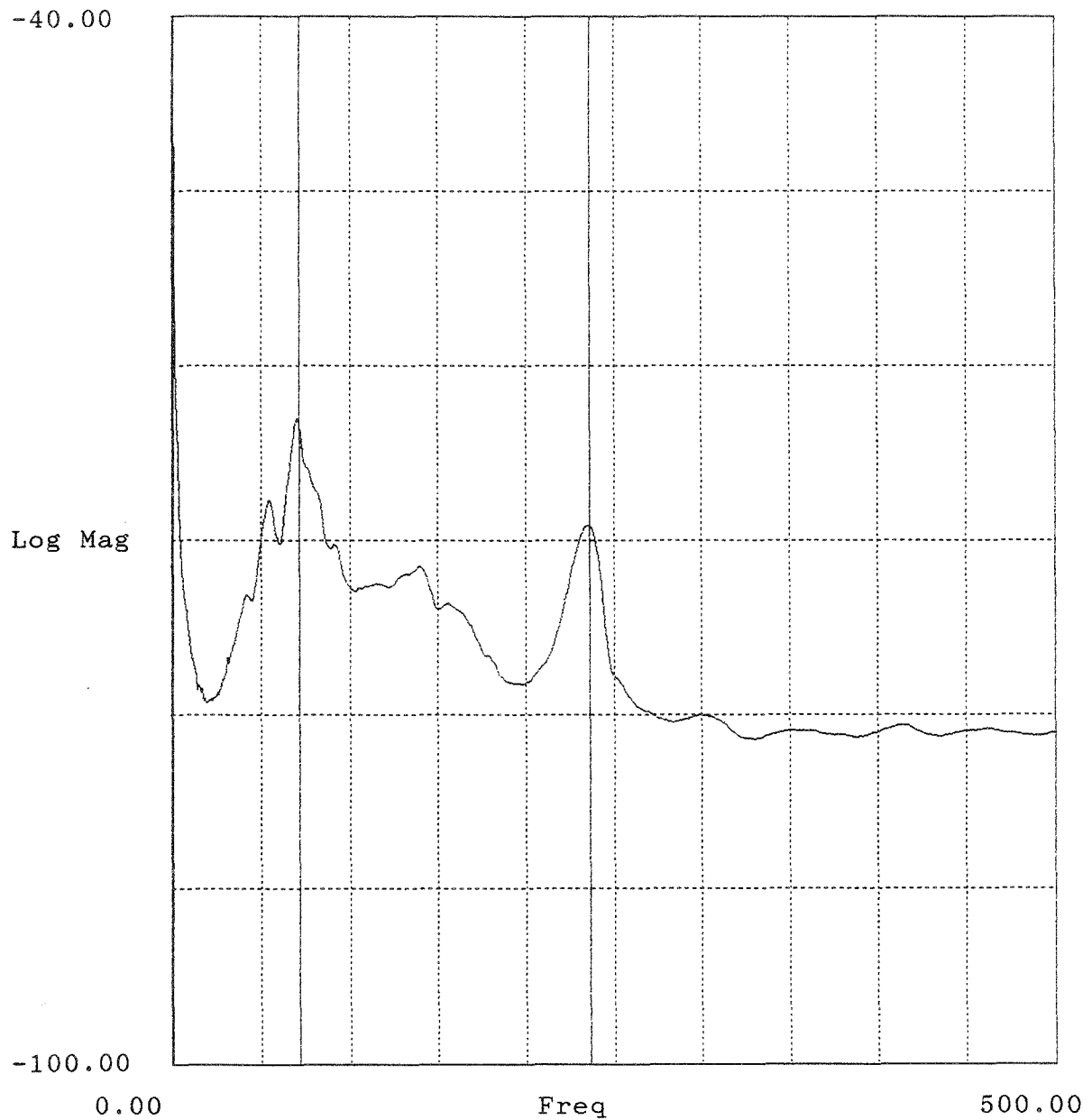


Bild J.7: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh4
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 652.344
— Trace A value : -73.276

Upper X cursor : 1.191K
— Trace A value : -70.803

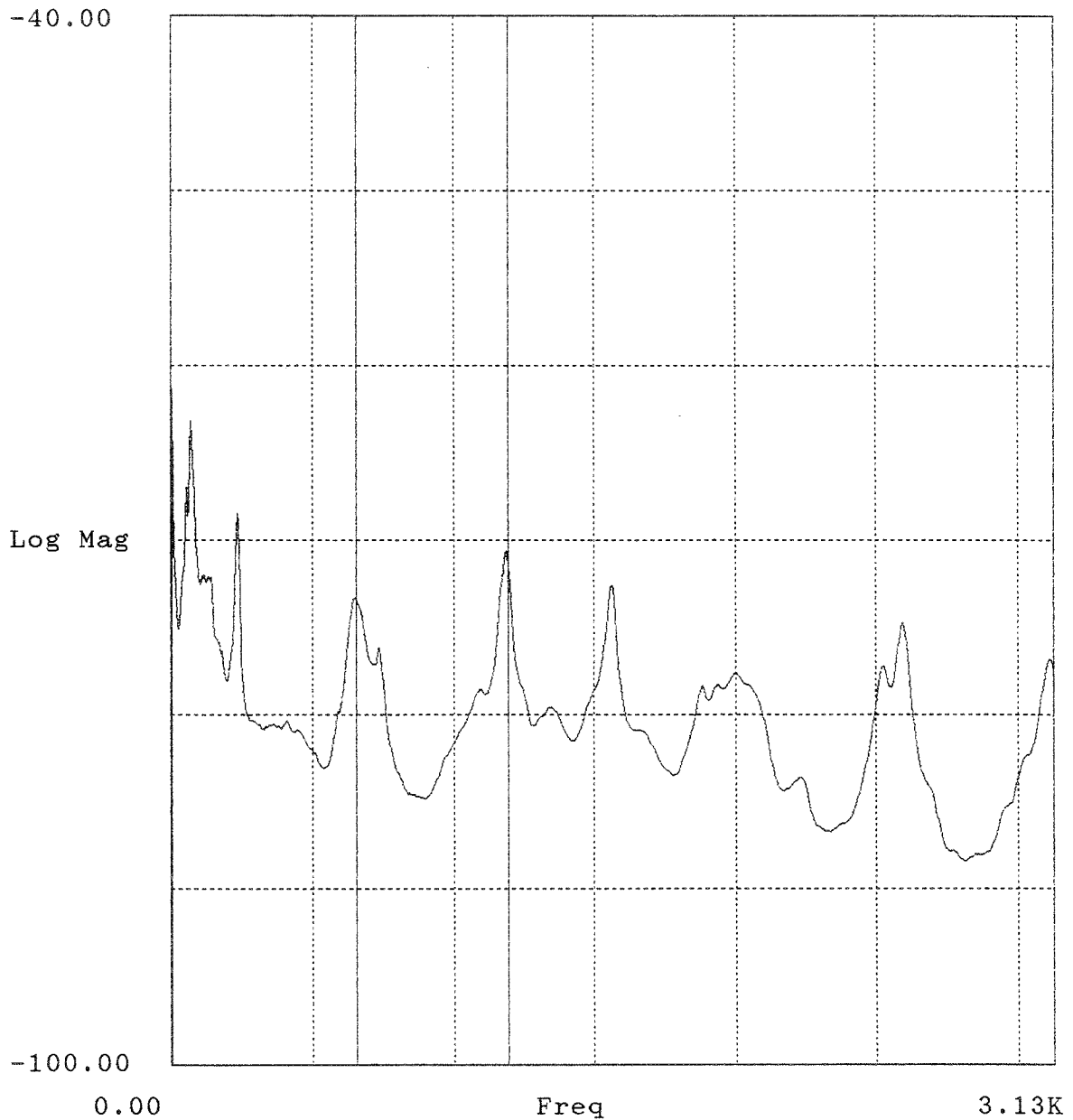


Bild J.8: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh5
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 92.500
— Trace A value : -67.550

Upper X cursor : 224.375
— Trace A value : -72.368

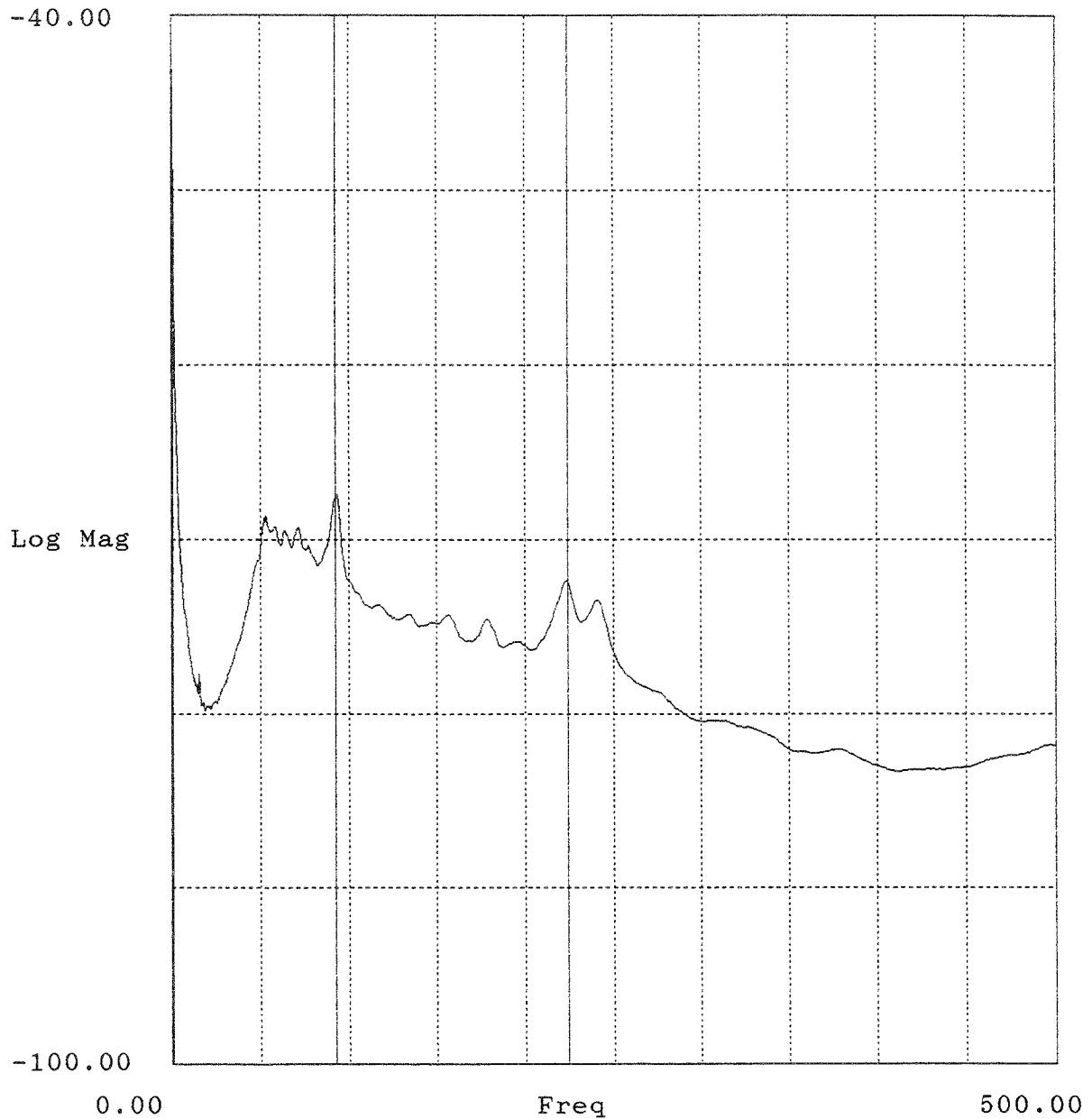


Bild J.9: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh6
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 1.215K
— Trace A value : -74.686

Upper X cursor : 1.594K
— Trace A value : -75.742

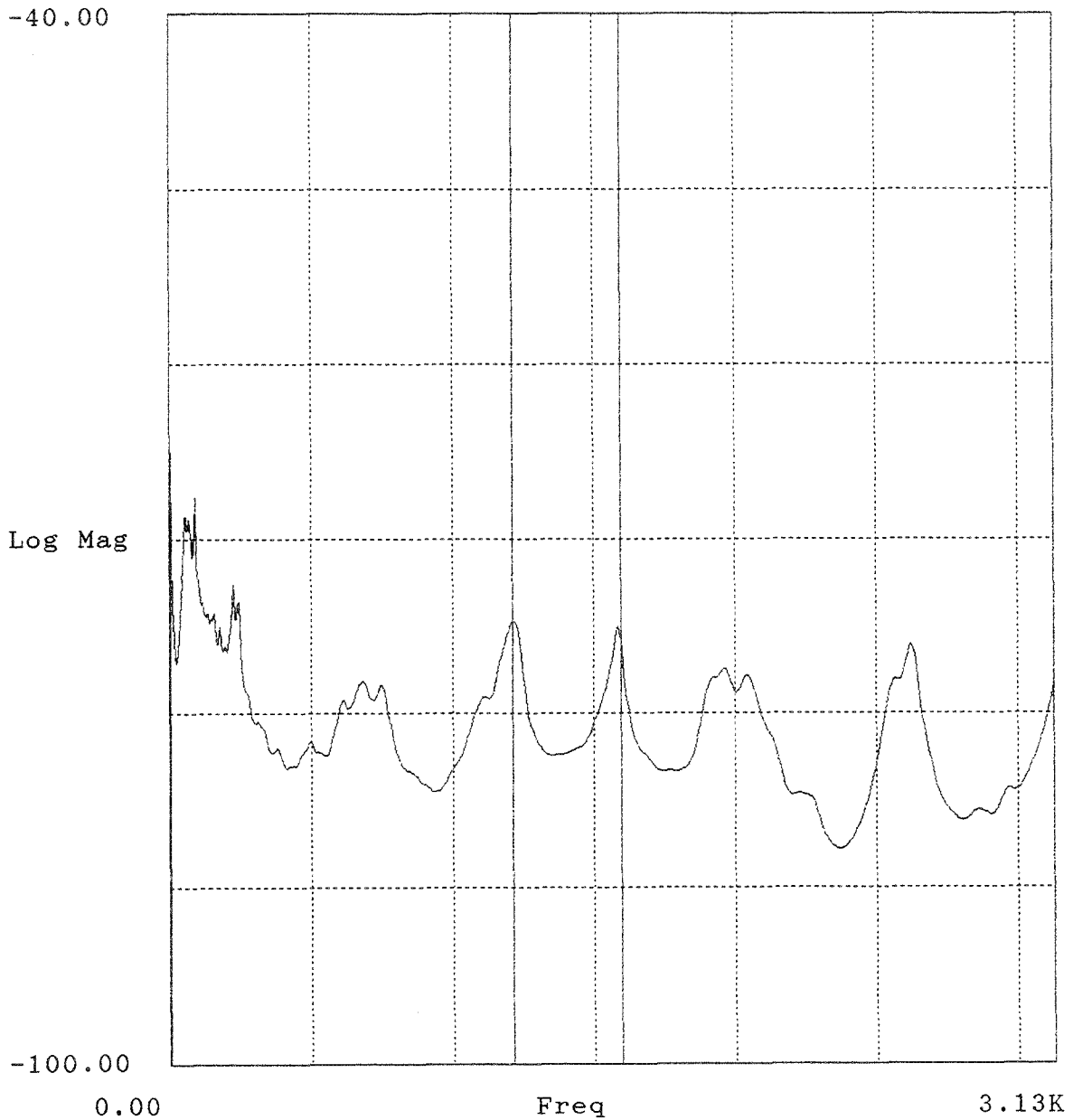


Bild J.10: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh9
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 73.750
— Trace A value : -62.615

Upper X cursor : 235.000
— Trace A value : -68.733

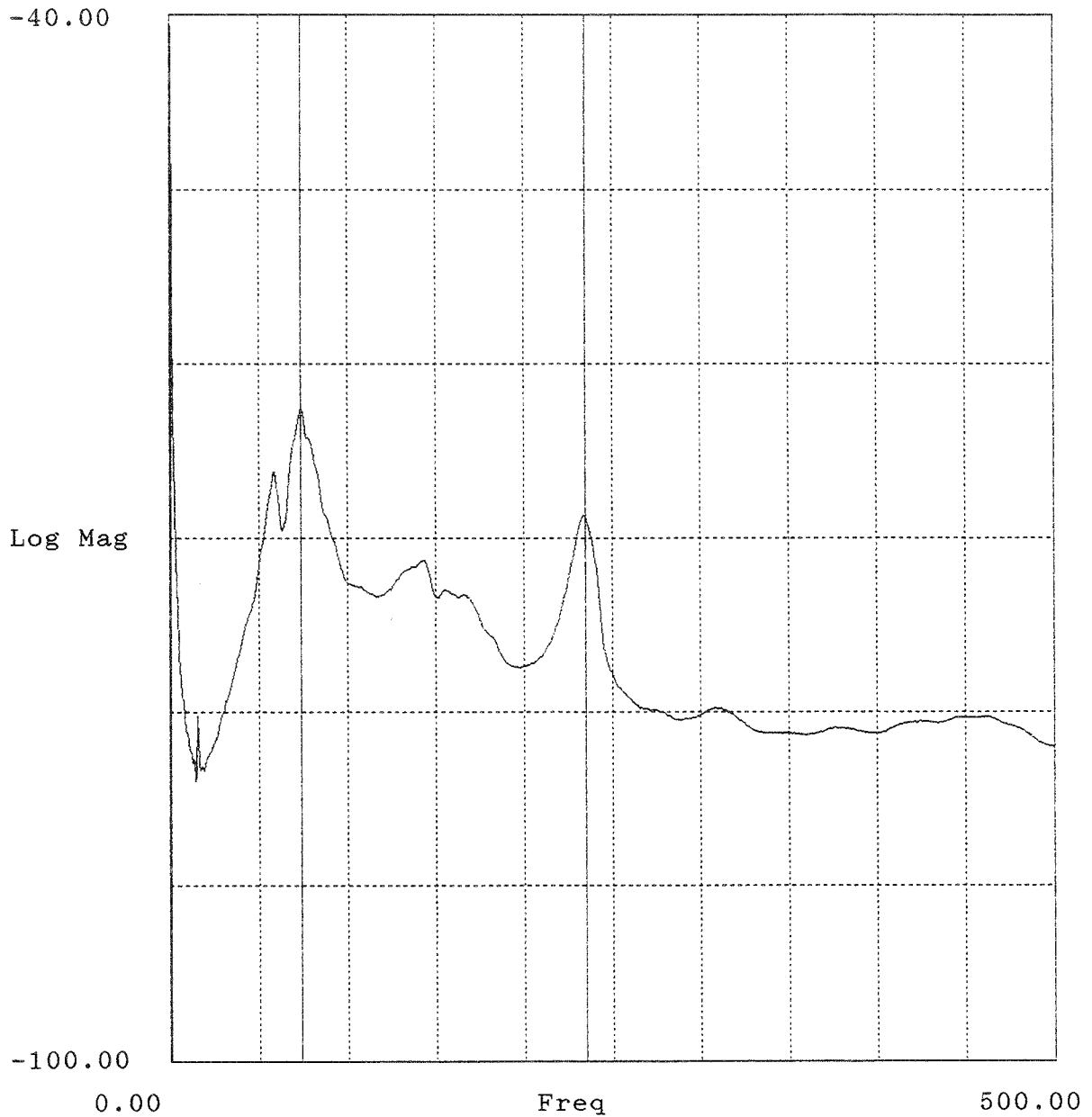


Bild J.11: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh10
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -78.101

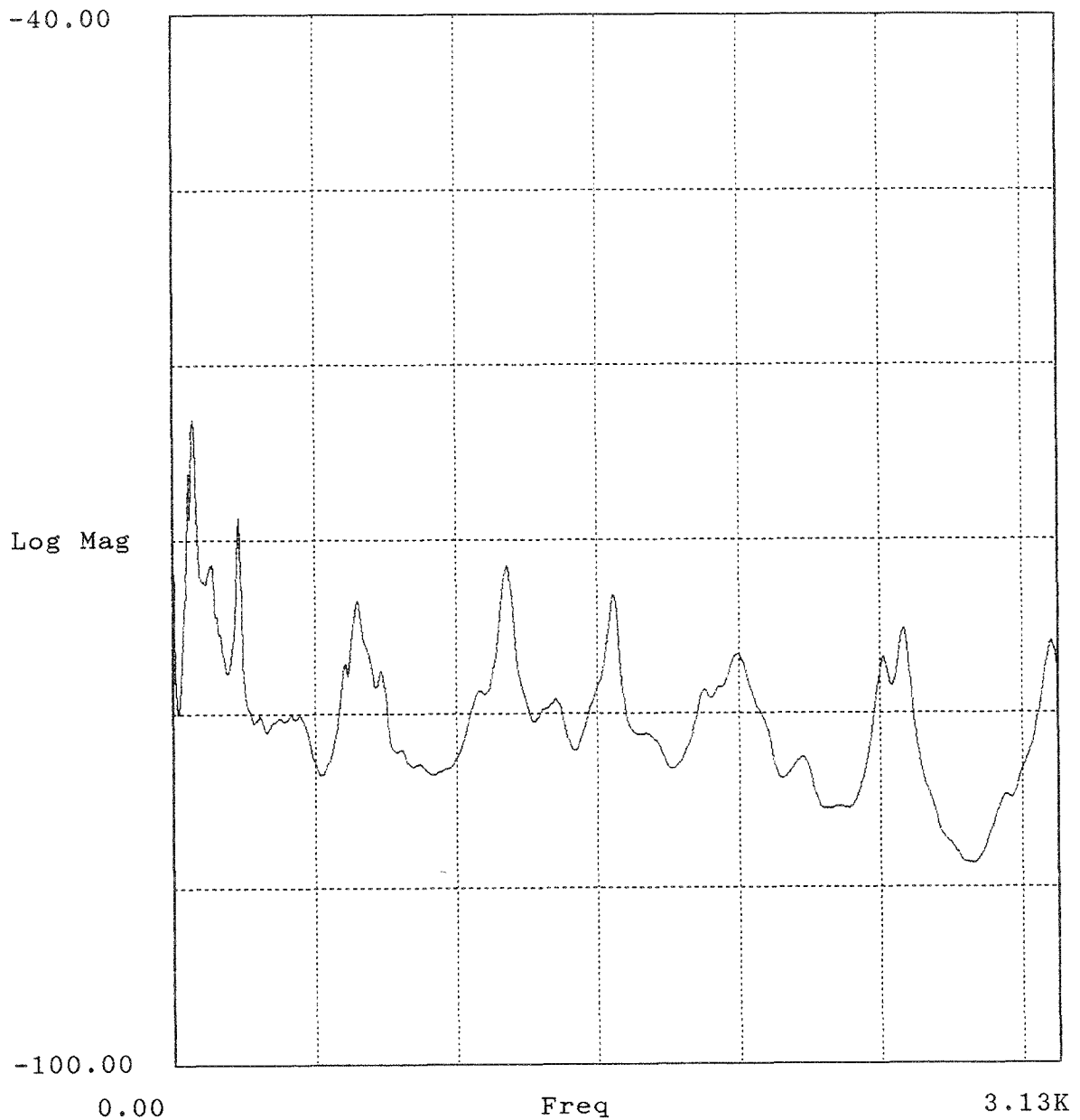


Bild J.12: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh11
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 93.750
— Trace A value : -66.880

Upper X cursor : 237.500
— Trace A value : -71.881

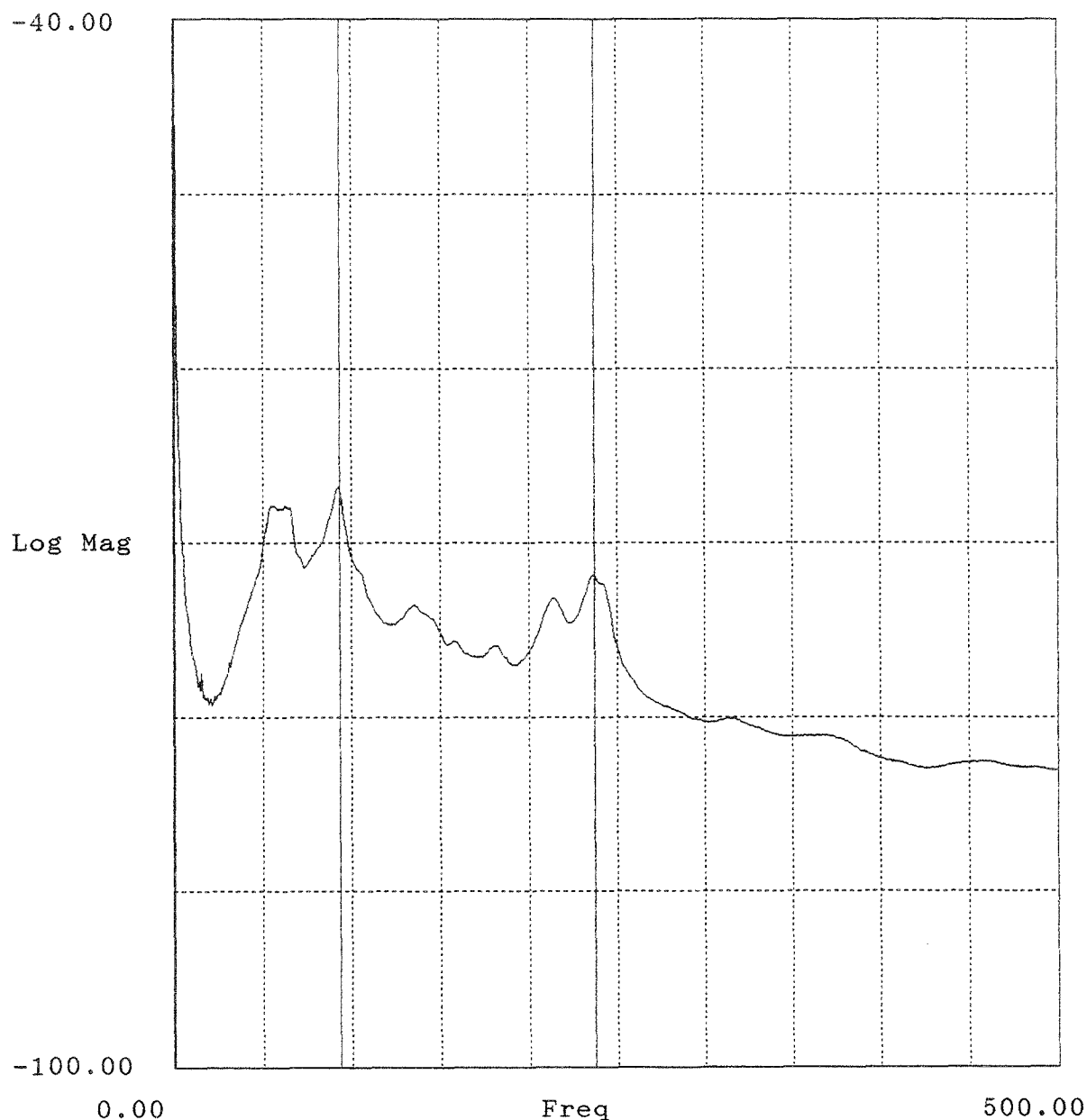


Bild J.13: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : bh12
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 0.00
— Trace A value : -500.000

Upper X cursor : 3.125K
— Trace A value : -77.711

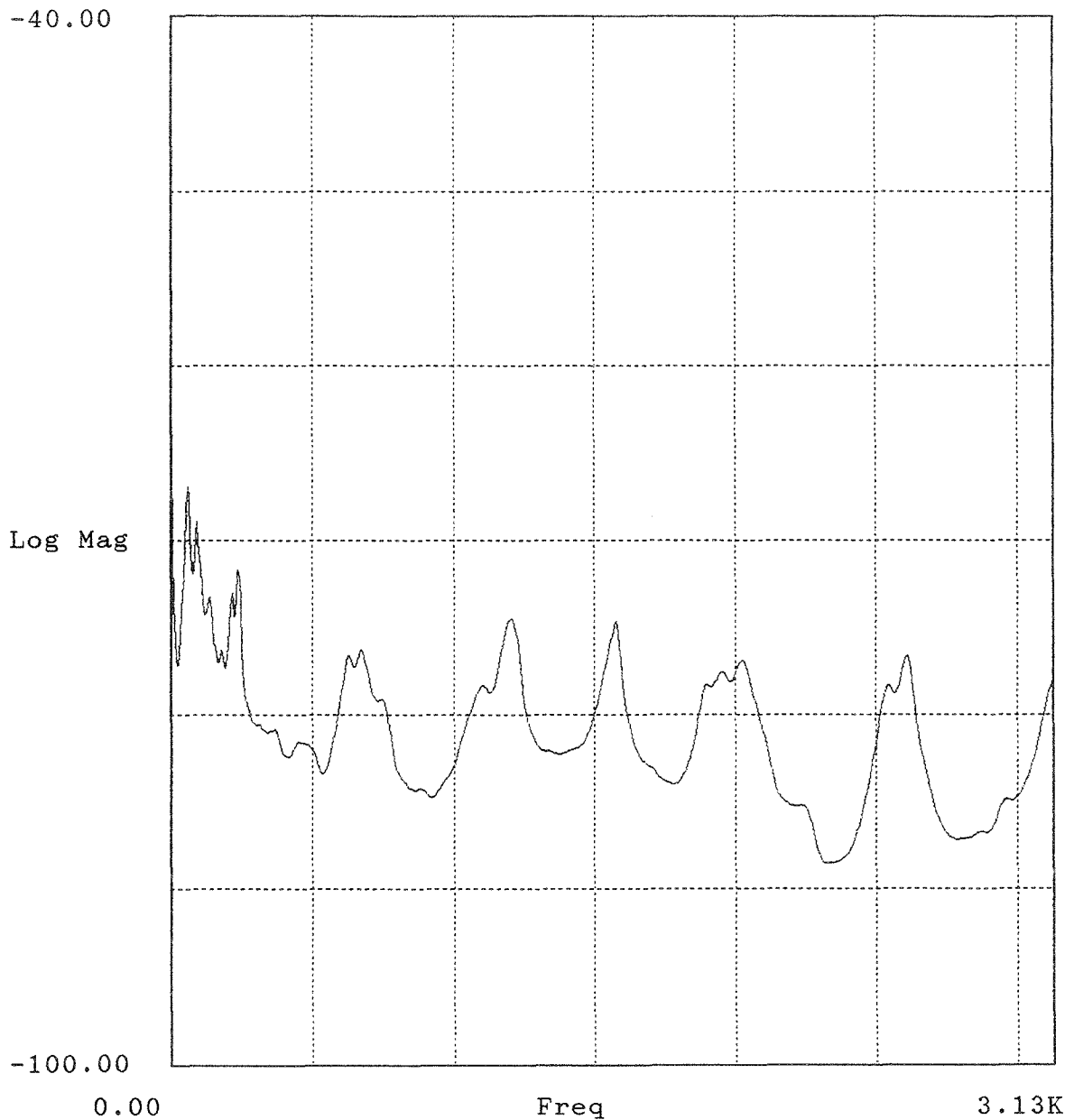


Bild J.14: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh11
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 88.750
— Trace A value : -60.437

Upper X cursor : 332.500
— Trace A value : -67.076

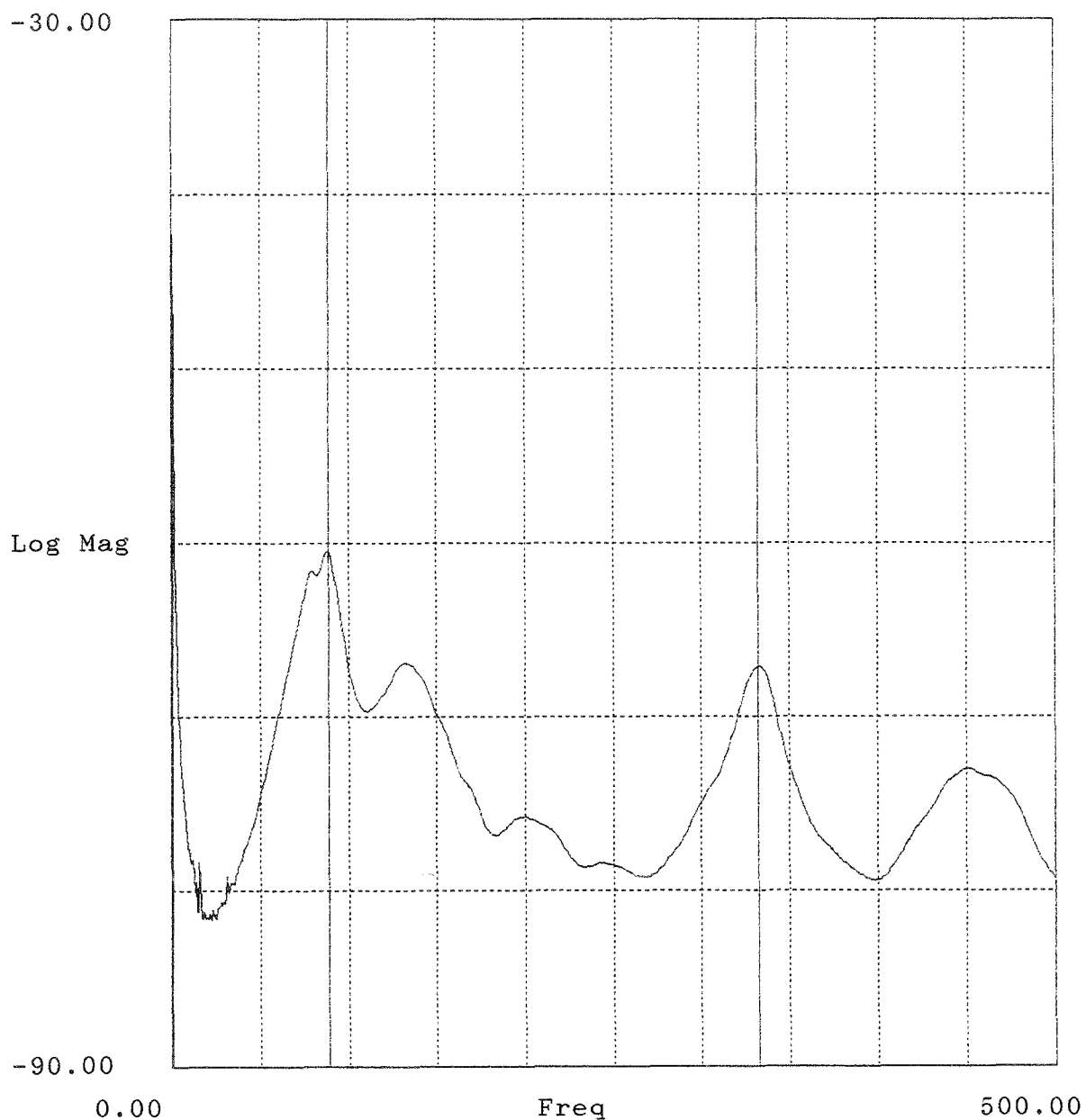


Bild J.15: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N (Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh12
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 984.375
— Trace A value : -65.257

Upper X cursor : 2.410K
— Trace A value : -59.967

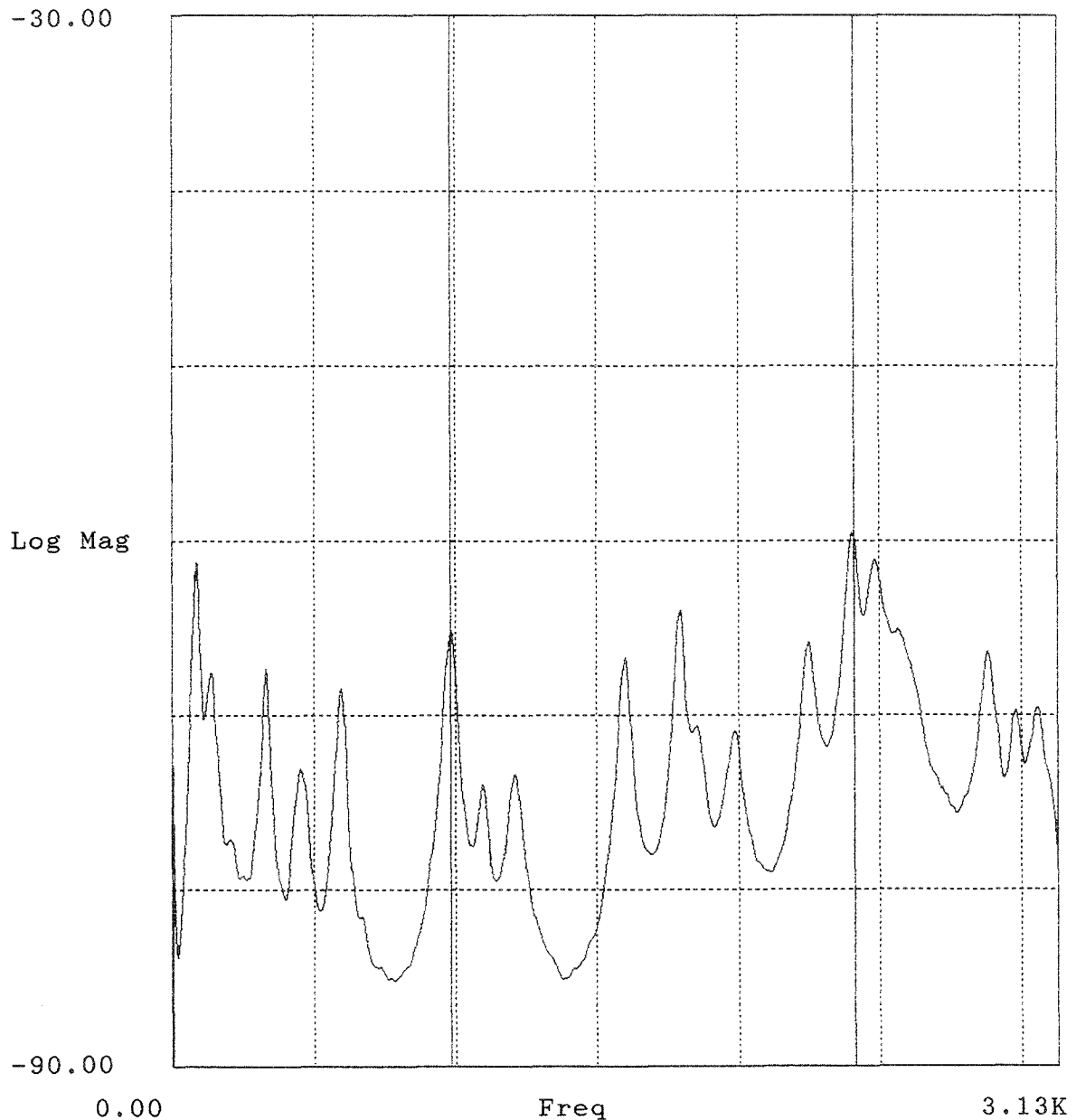


Bild J.16: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh13
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 78.750
— Trace A value : -55.046

Upper X cursor : 330.000
— Trace A value : -52.852

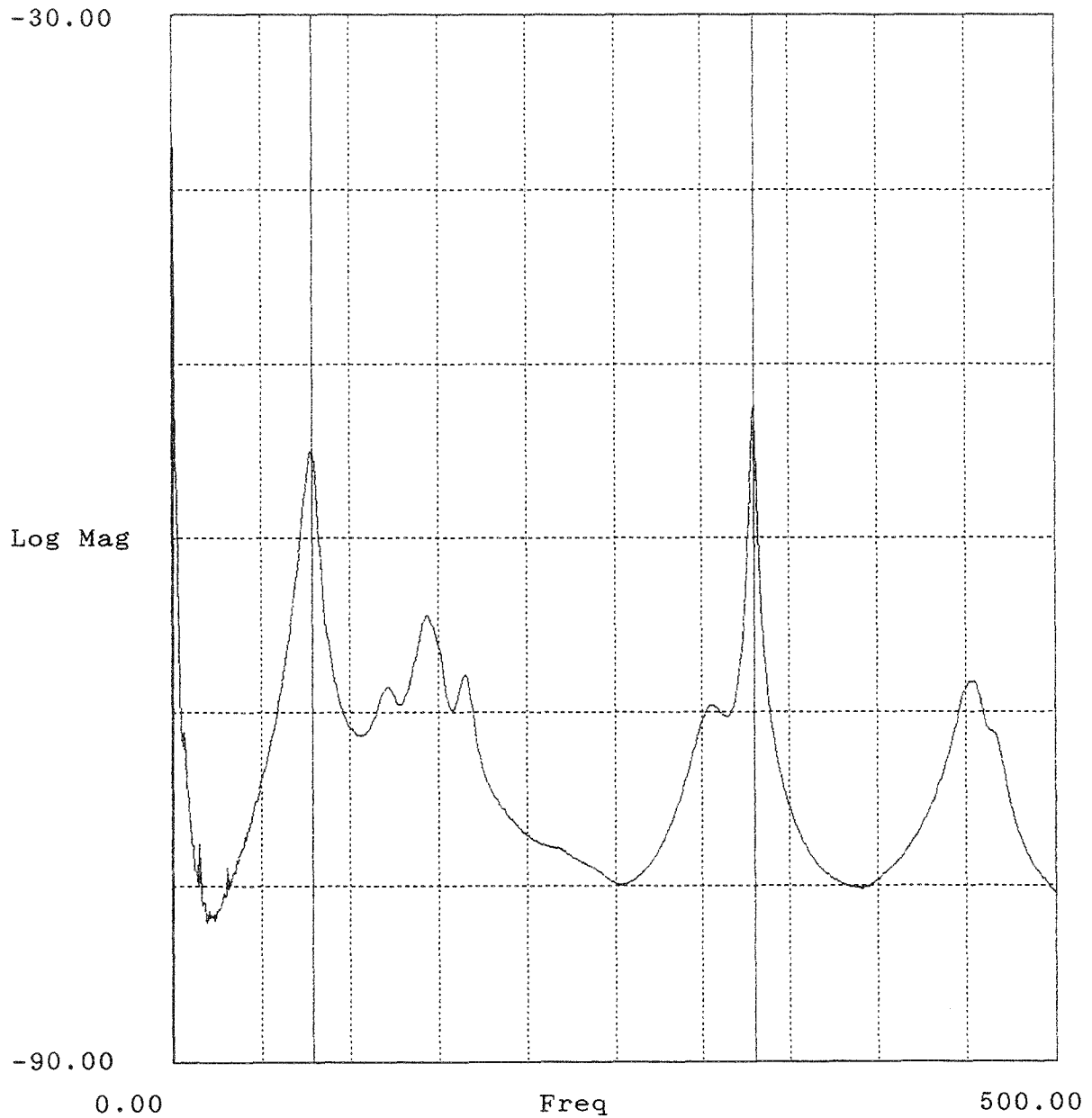


Bild J.17: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh14
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 976.563
— Trace A value : -59.943

Upper X cursor : 2.402K
— Trace A value : -55.626

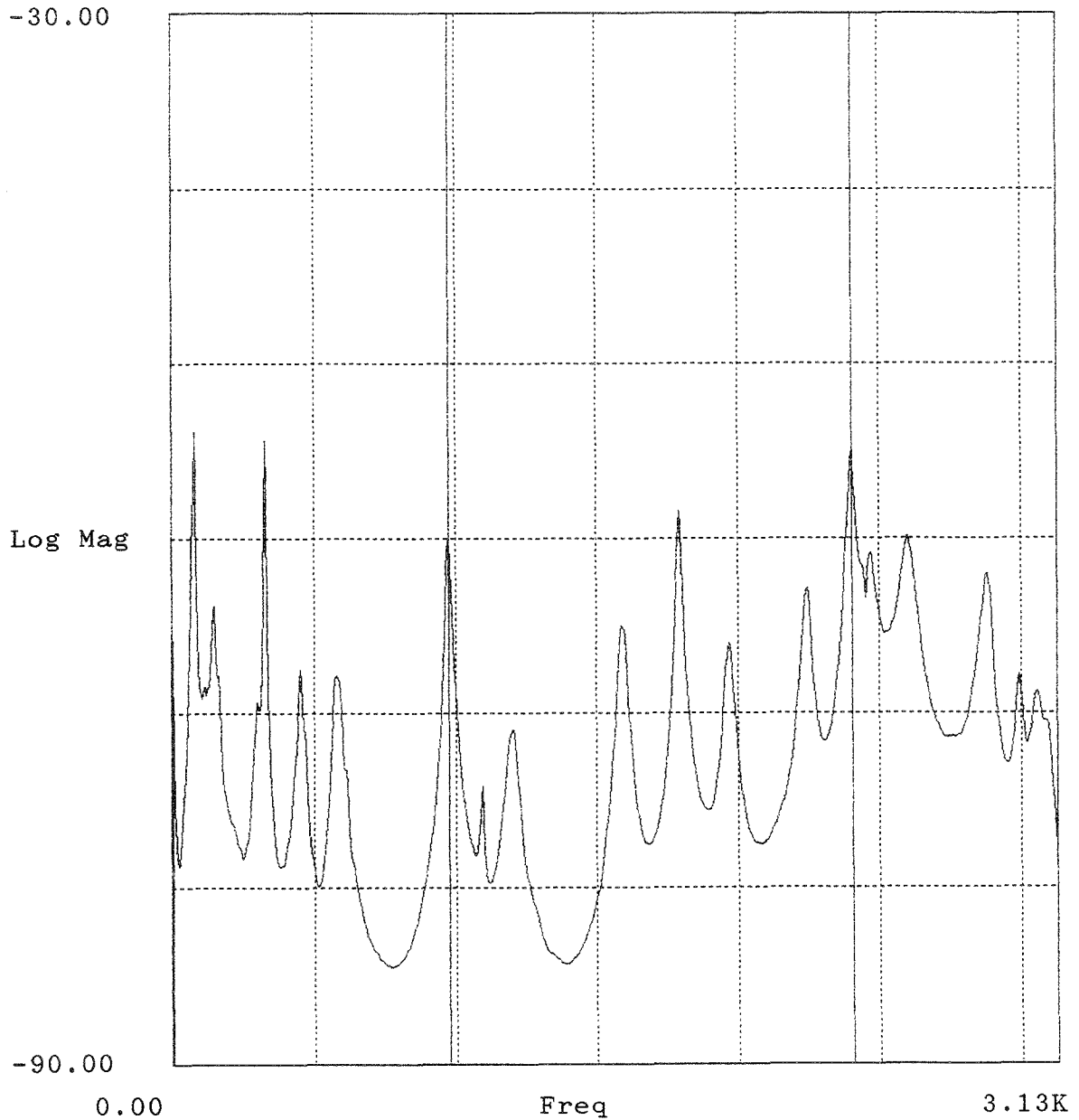


Bild J.18: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh17
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 86.250
— Trace A value : -64.471

Upper X cursor : 336.250
— Trace A value : -73.862

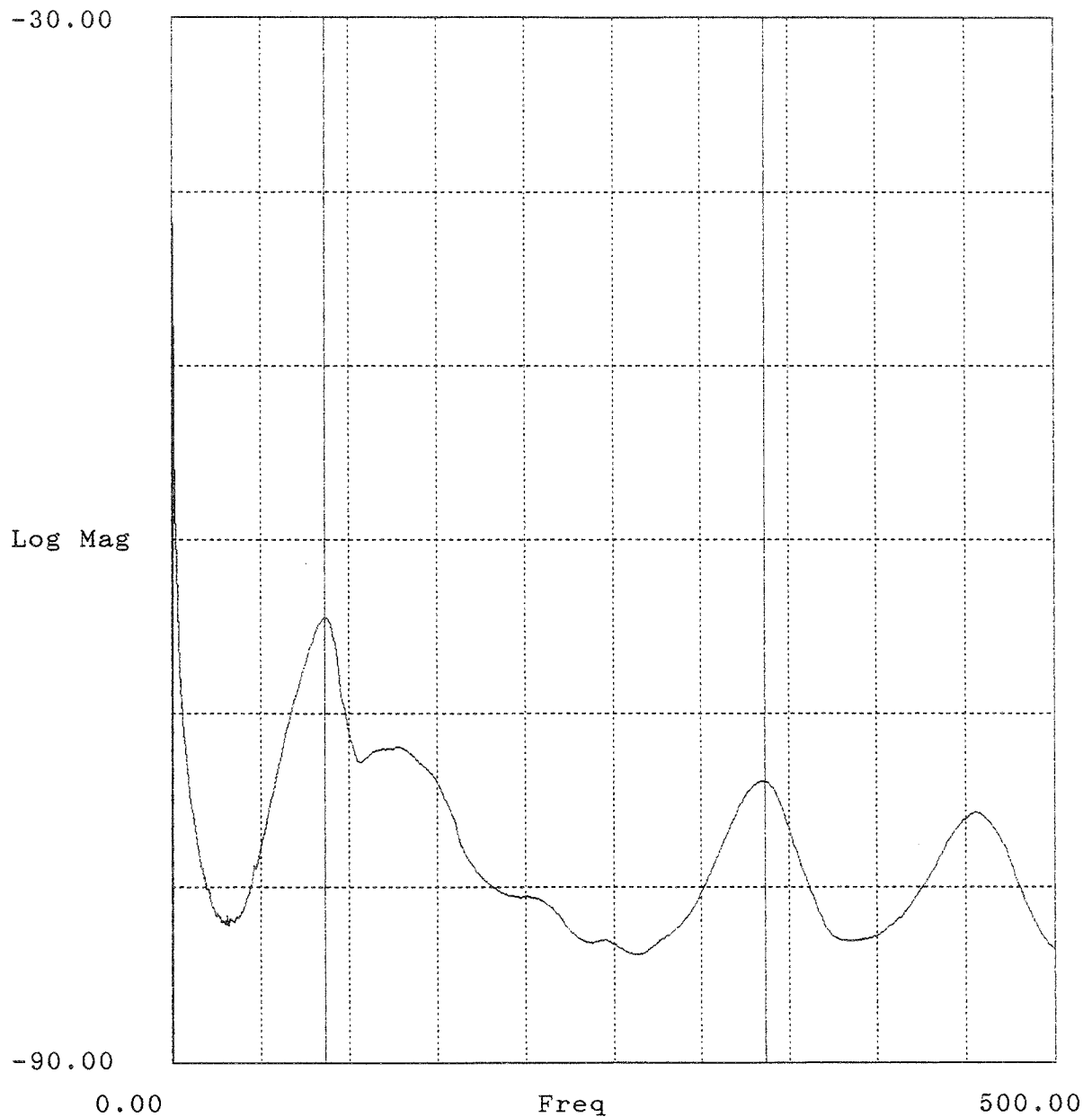


Bild J.19: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh18
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 984.375
— Trace A value : -69.195

Upper X cursor : 1.801K
— Trace A value : -71.850

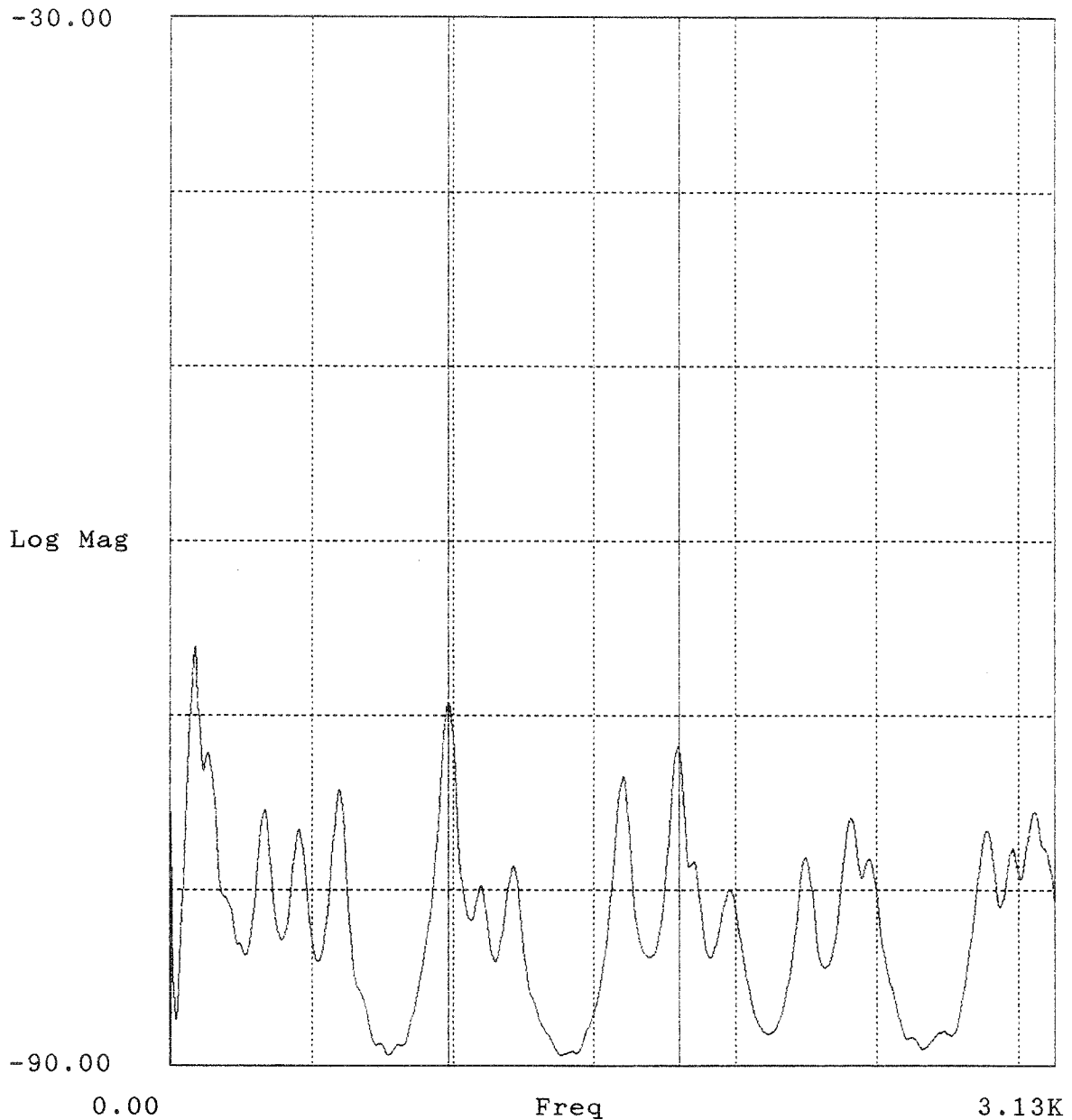


Bild J.20: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh19
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 80.000
— Trace A value : -58.707

Upper X cursor : 332.500
— Trace A value : -65.007

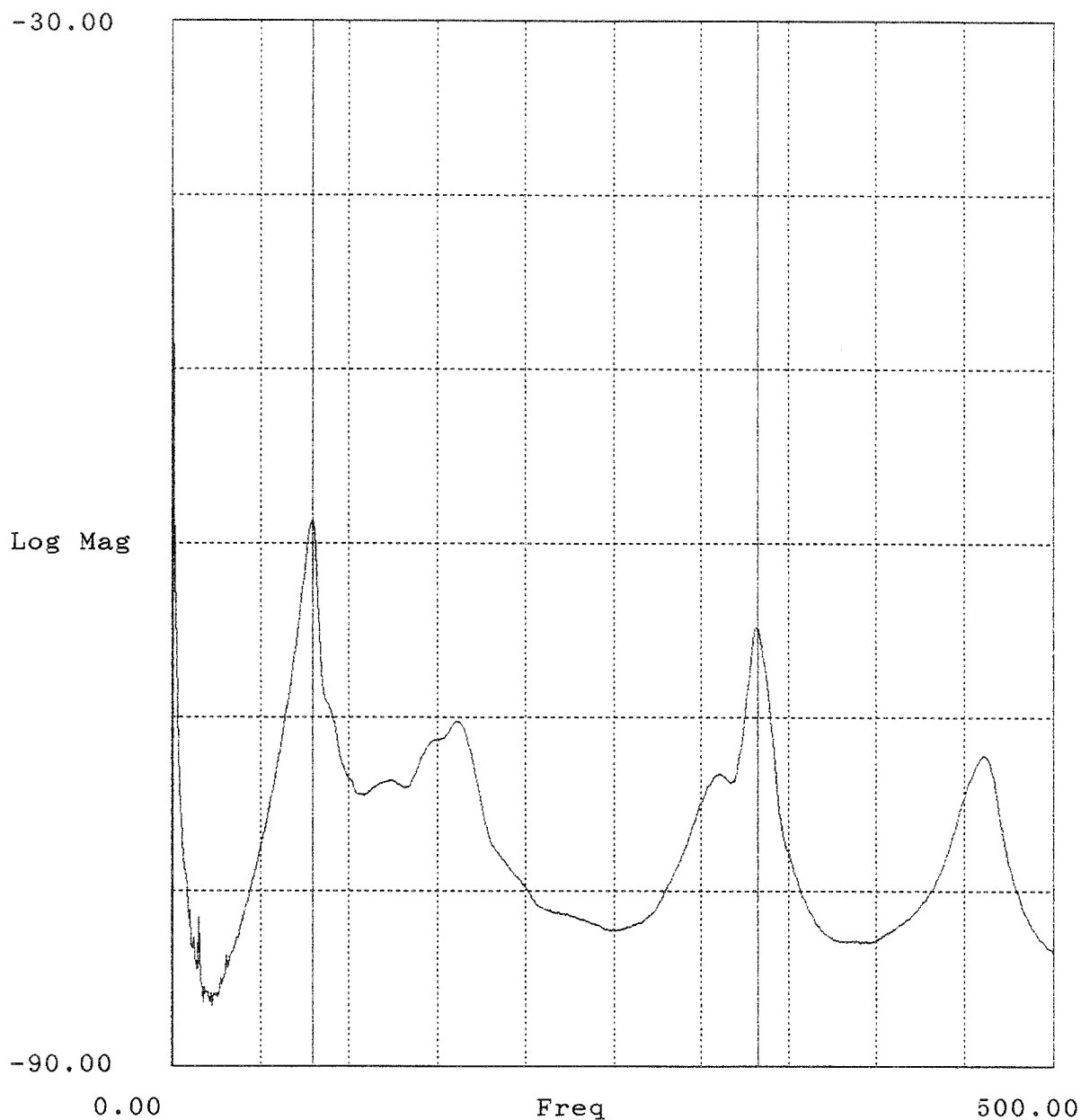


Bild J.21: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹/N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh20
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av-adm.aps

Lower X cursor : 976.563
— Trace A value : -64.651

Upper X cursor : 1.801K
— Trace A value : -69.740

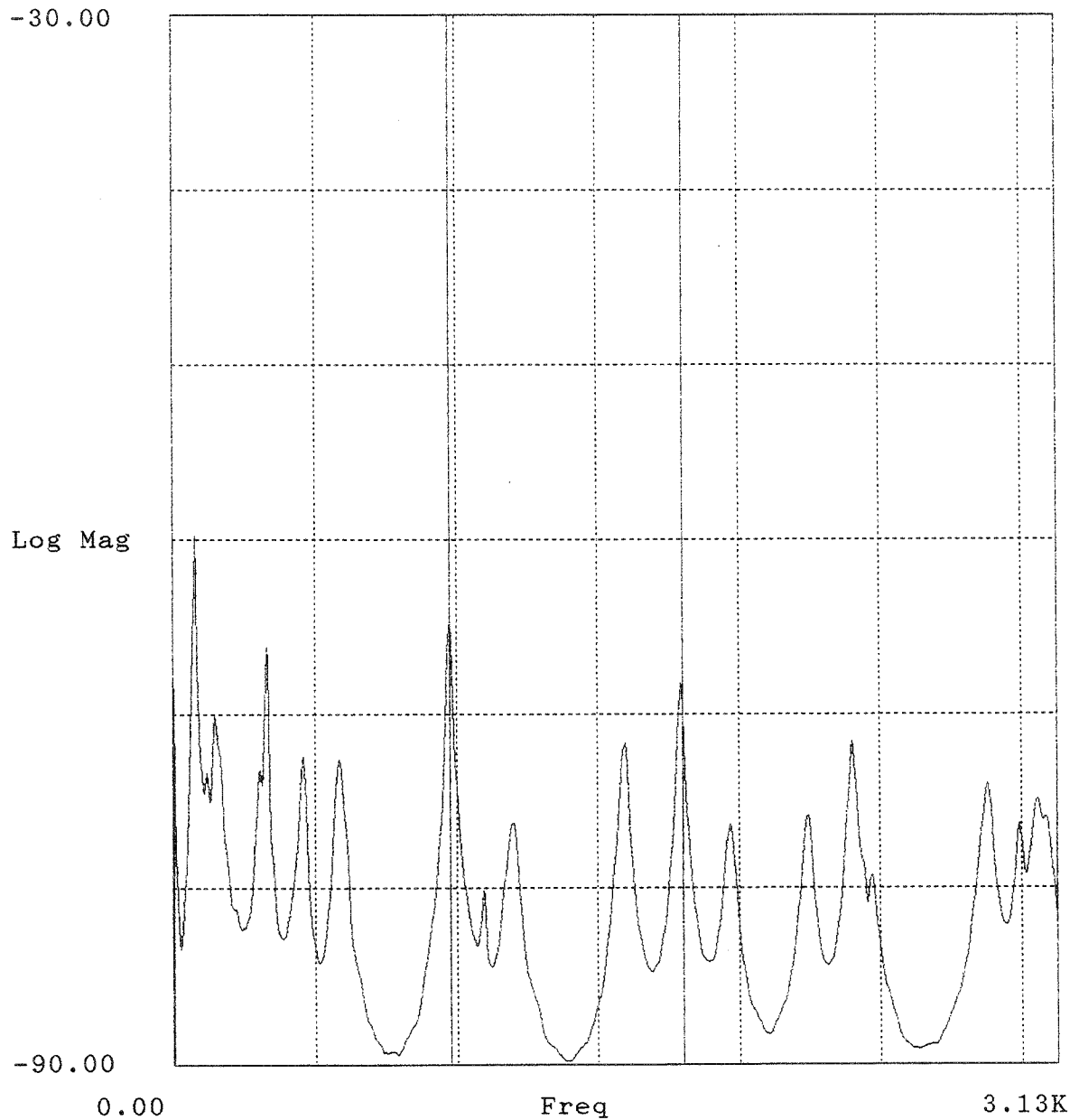


Bild J.22: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh21
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 96.250
— Trace A value : -71.551

Upper X cursor : 124.375
— Trace A value : -73.407

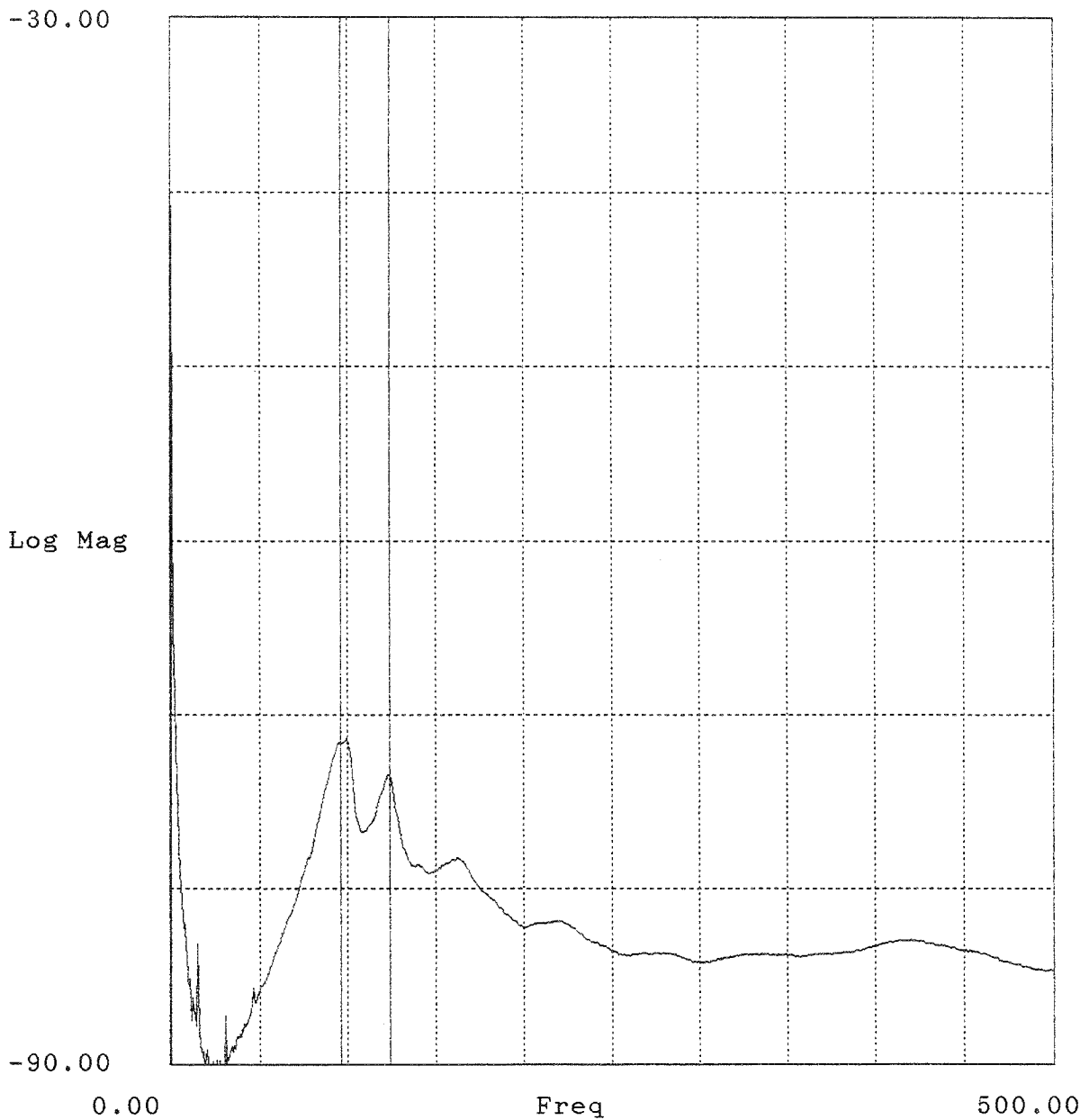


Bild J.23: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re 1 ms⁻¹ /N
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Project : gh22
Auto Spectrum (Block 1) -23Z

av_adm.aps

Lower X cursor : 1.063K
— Trace A value : -82.302

Upper X cursor : 1.887K
— Trace A value : -79.655

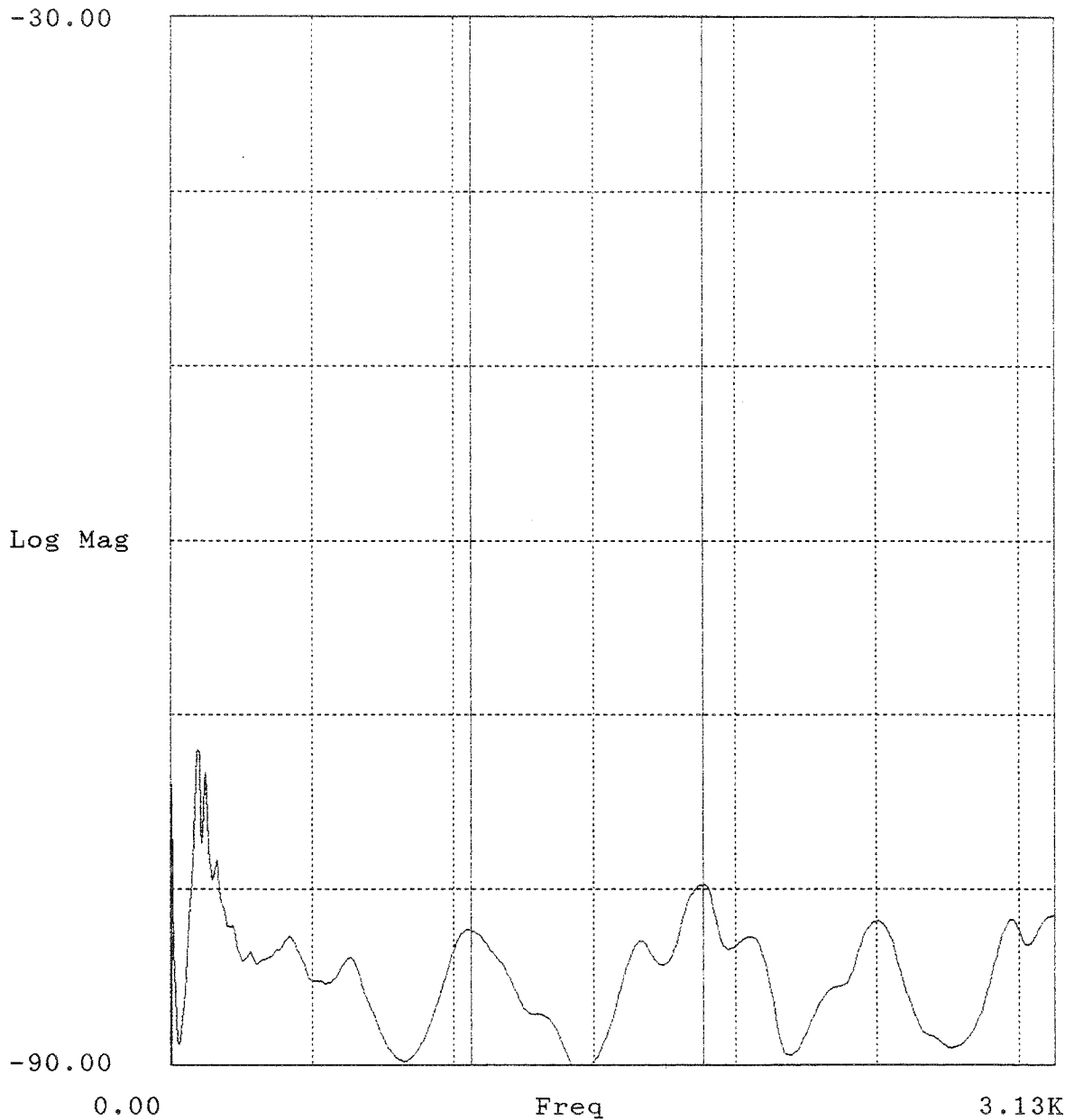


Bild J.24: Mittlere Admittanz einer Doppelbodenplatte in dB re $1 \text{ ms}^{-1} / \text{N}$
(Project = Name der Messung nach Anhang I).

Terzbereiche für Admittanzkurven

Zur Erleichterung von Zuordnungen zwischen den schmalbandig gemessenen Admittanzen und den in Terzbändern gemessenen bauakustischen Größen können die beiden folgenden Bilder verwendet werden, in denen die Frequenzgrenzen zwischen den Terzbändern markiert sind.

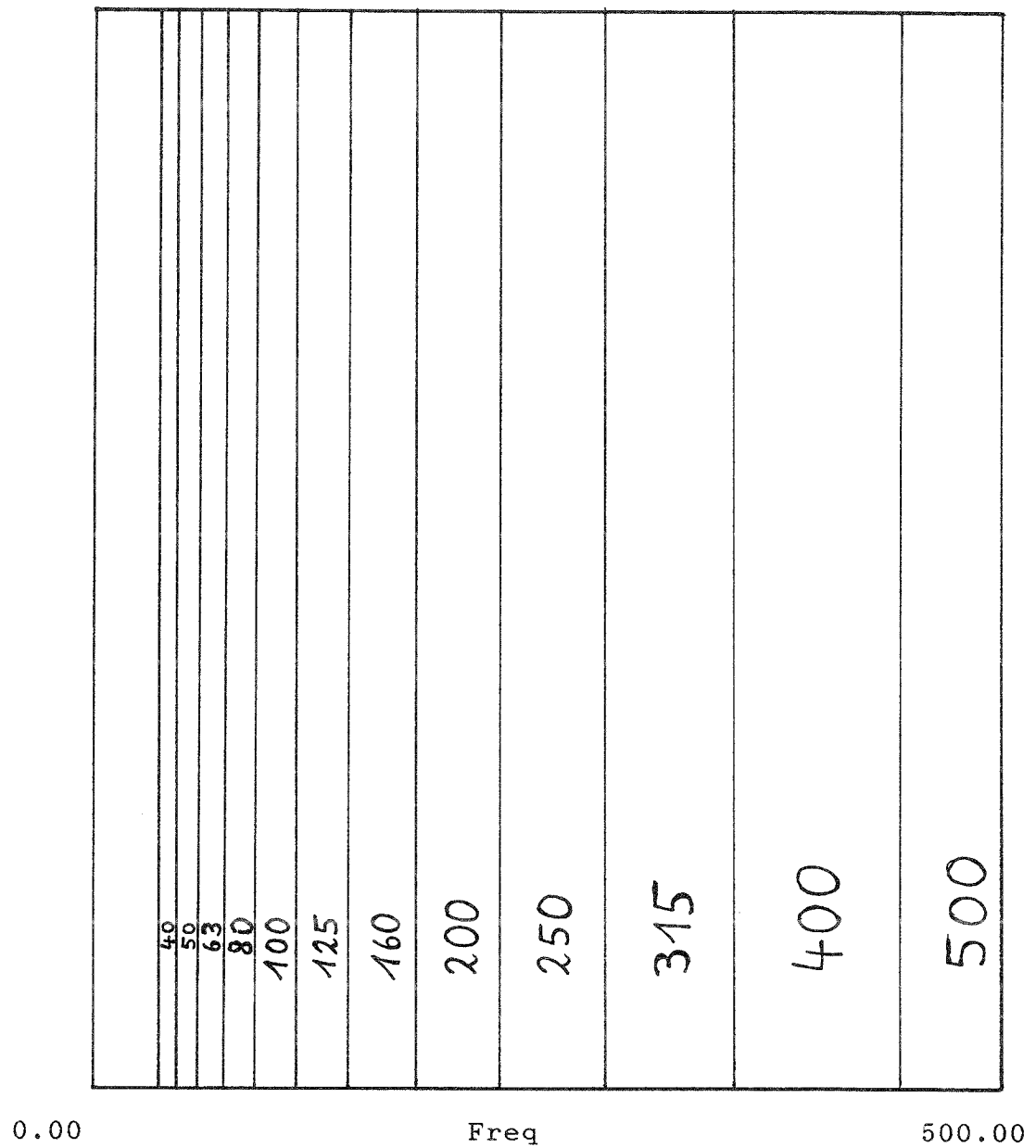


Bild K.1: Terzbereiche für Admittanzkurven von 0 Hz bis 500 Hz.

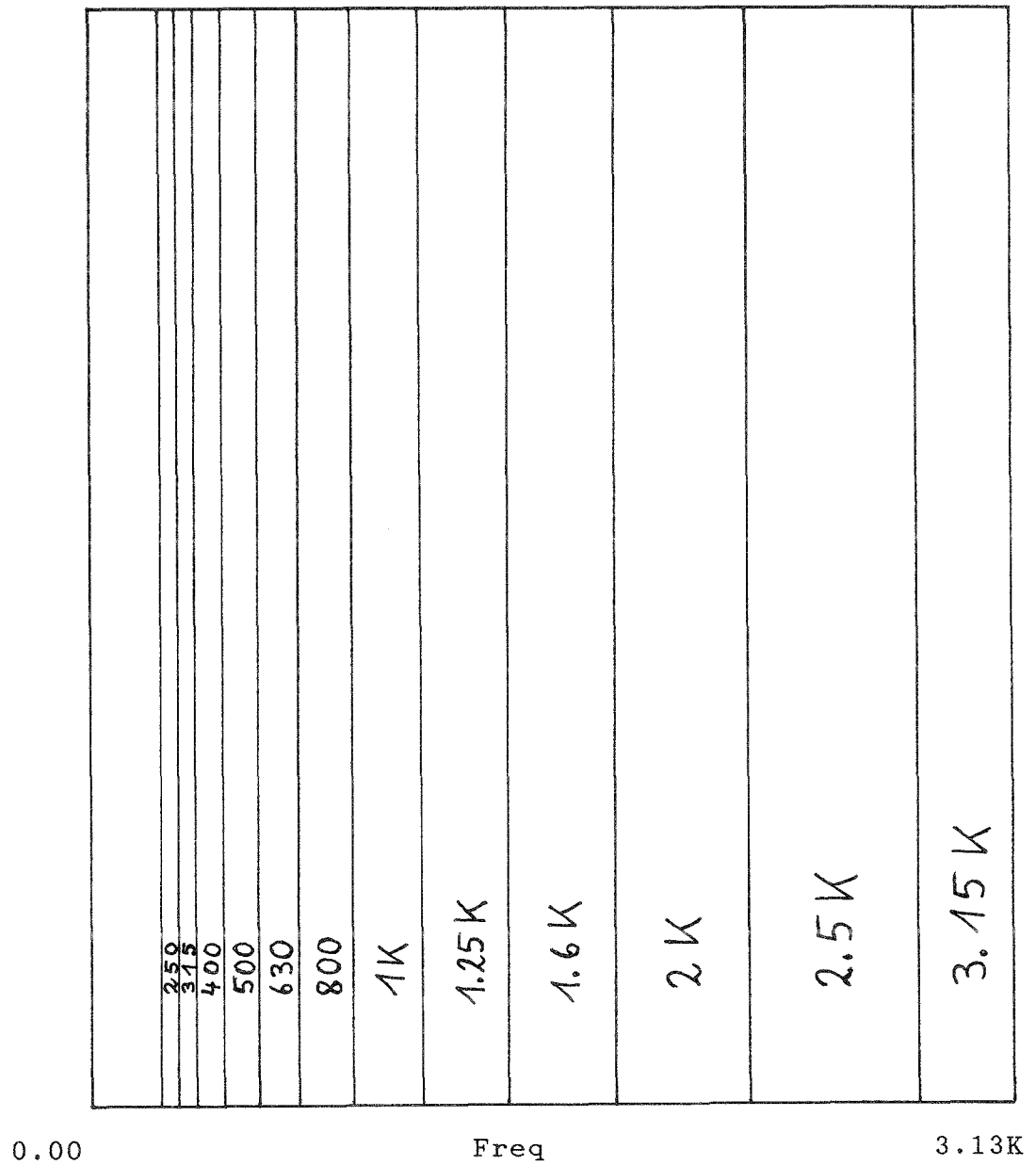


Bild K.2: Terzbereiche für Admittanzkurven von 0 Hz bis 3.13 kHz.

Messungen nach DIN 52 210 Teil 3

Für die drei in den Prüfstand eingebauten Doppelböden mit den Plattentypen AH, BH und GH sind in den Bildern L.1 bis L.6 das Labor-Schall-Längsdämmmaß R_L bzw. der Norm-Trittschallpegel L_n zusammen mit der verschobenen Bezugskurve dargestellt; Bild L.7 zeigt die Grenzdämmung. Der Versuchsaufbau ist in Anhang I näher beschrieben.

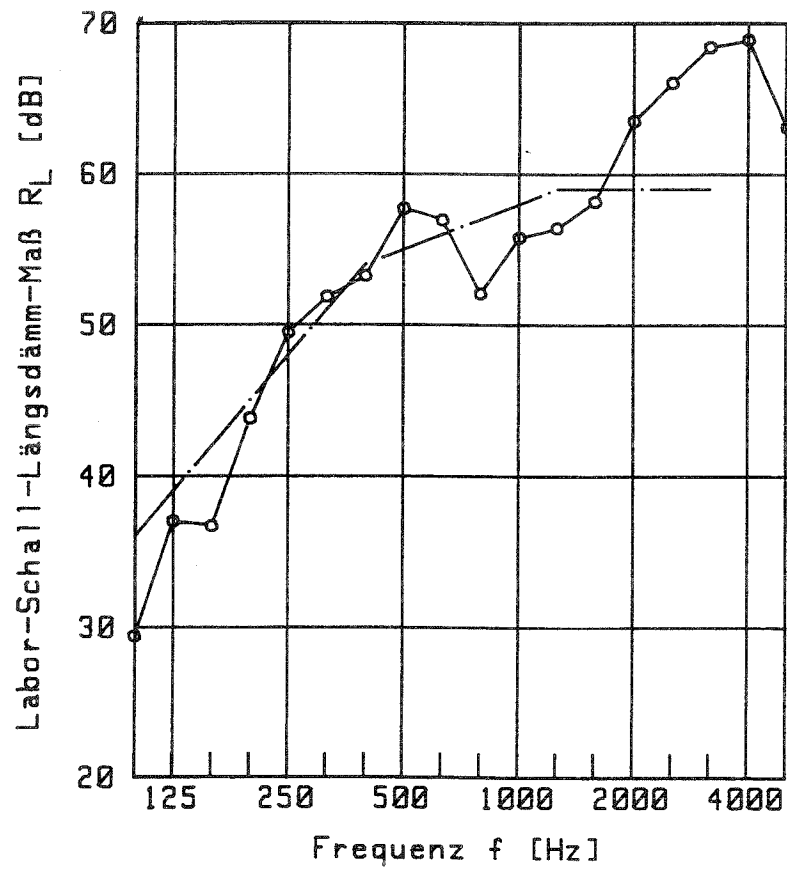


Bild L.1: Labor-Schall-Längsdämm-Maß R_L für Boden AH.
Bewertetes Labor-Schall-Längsdämm-Maß $R_{L,w} = 55$ dB
(strichpunktirt: verschobene Bezugskurve).

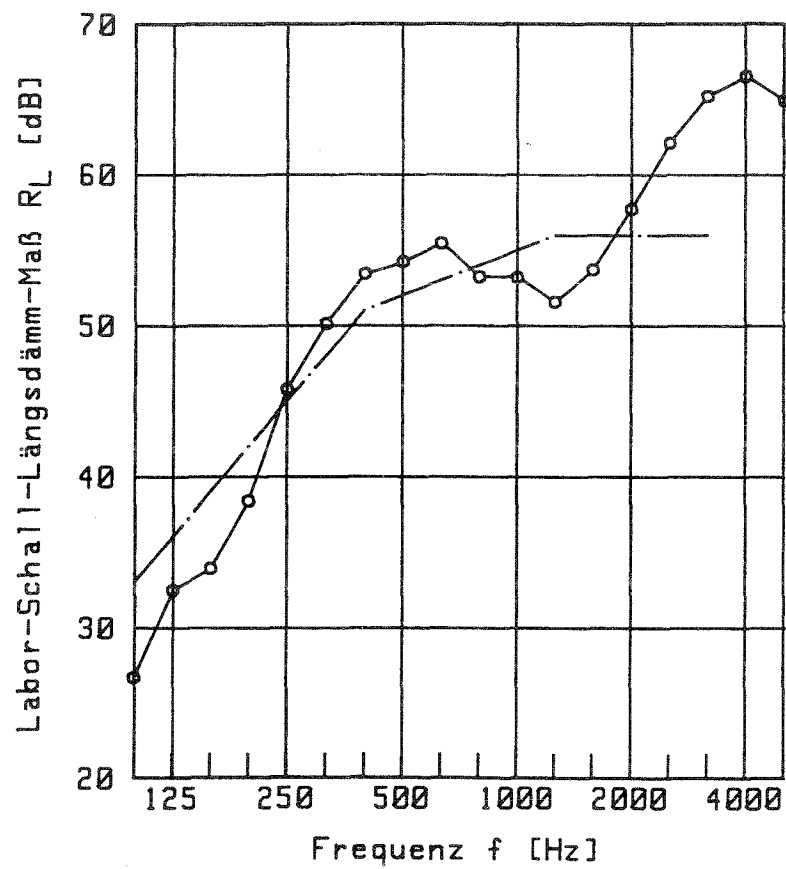


Bild L.2: Labor-Schall-Längsdämm-Maß R_L für Boden BH.
Bewertetes Labor-Schall-Längsdämm-Maß $R_{L,w} = 52$ dB
(strichpunktirt: verschobene Bezugskurve).

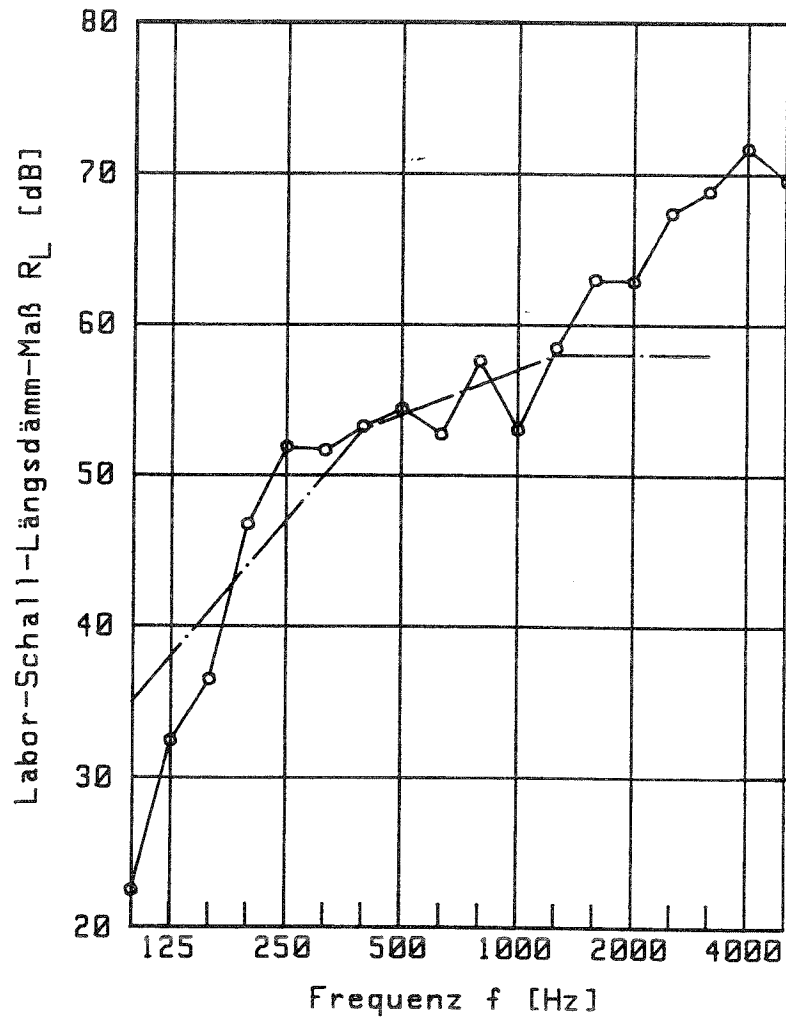


Bild L.3: Labor-Schall-Längsdämm-Maß R_L für Boden GH.
Bewertetes Labor-Schall-Längsdämm-Maß $R_{L,w} = 54$ dB
(strichpunktirt: verschobene Bezugskurve).

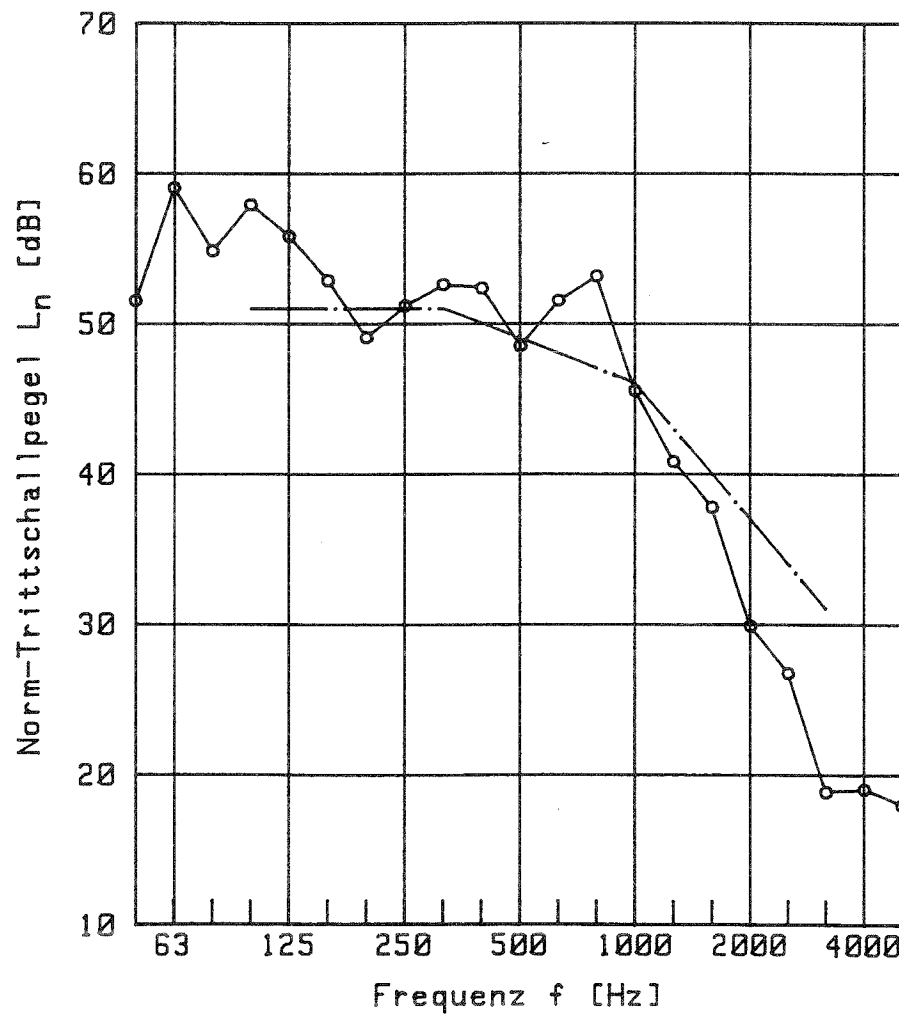


Bild L.4: Norm-Trittschallpegel L_n für Boden AH.
Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w} = 49$ dB
(strichpunktirt: verschobene Bezugskurve).

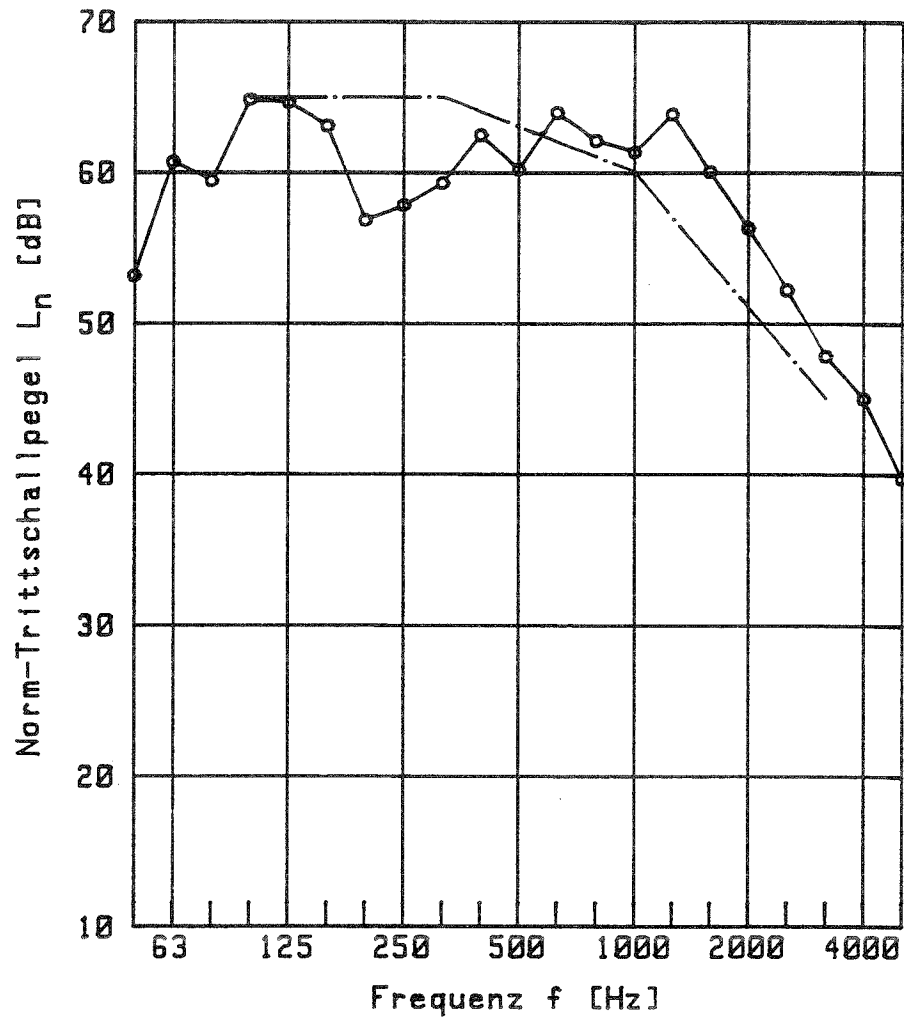


Bild L.5: Norm-Trittschallpegel L_n für Boden BH.
Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w} = 63$ dB
(strichpunktiiert: verschobene Bezugskurve).

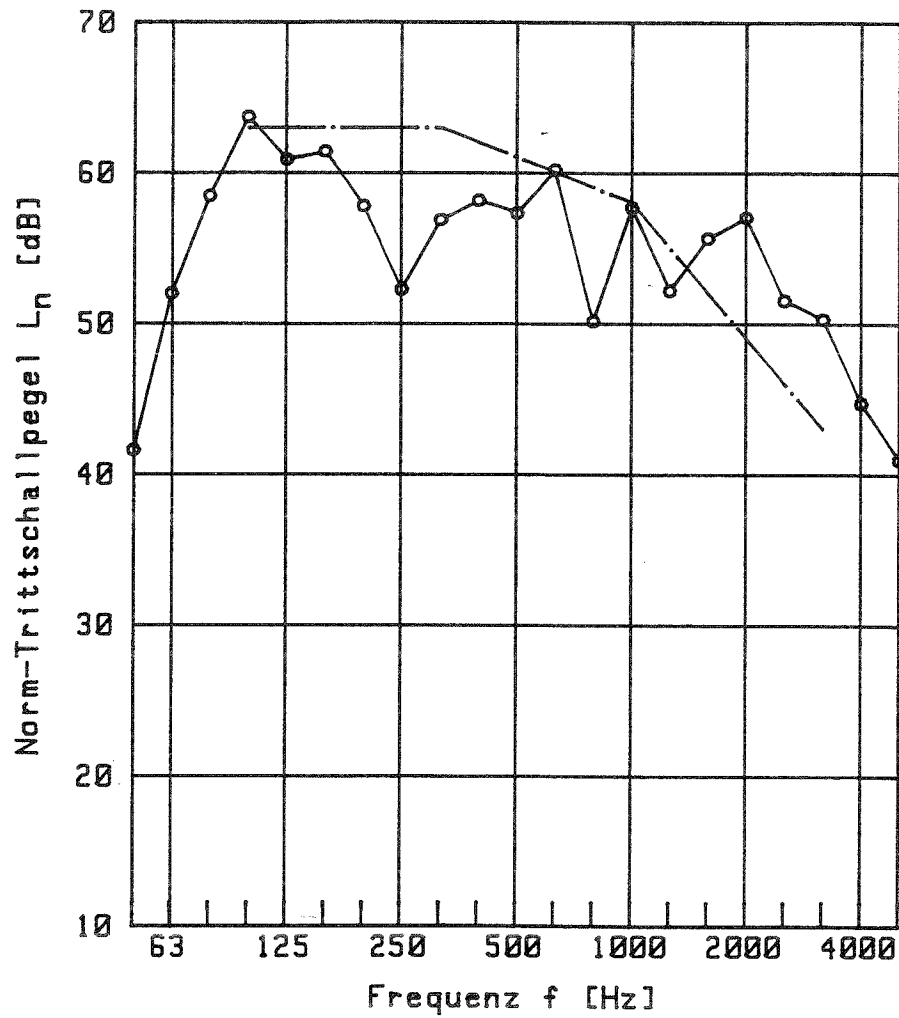


Bild L.6: Norm-Trittschallpegel L_n für Boden GH.
Bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w} = 61$ dB
(strichpunktiert: verschobene Bezugskurve).

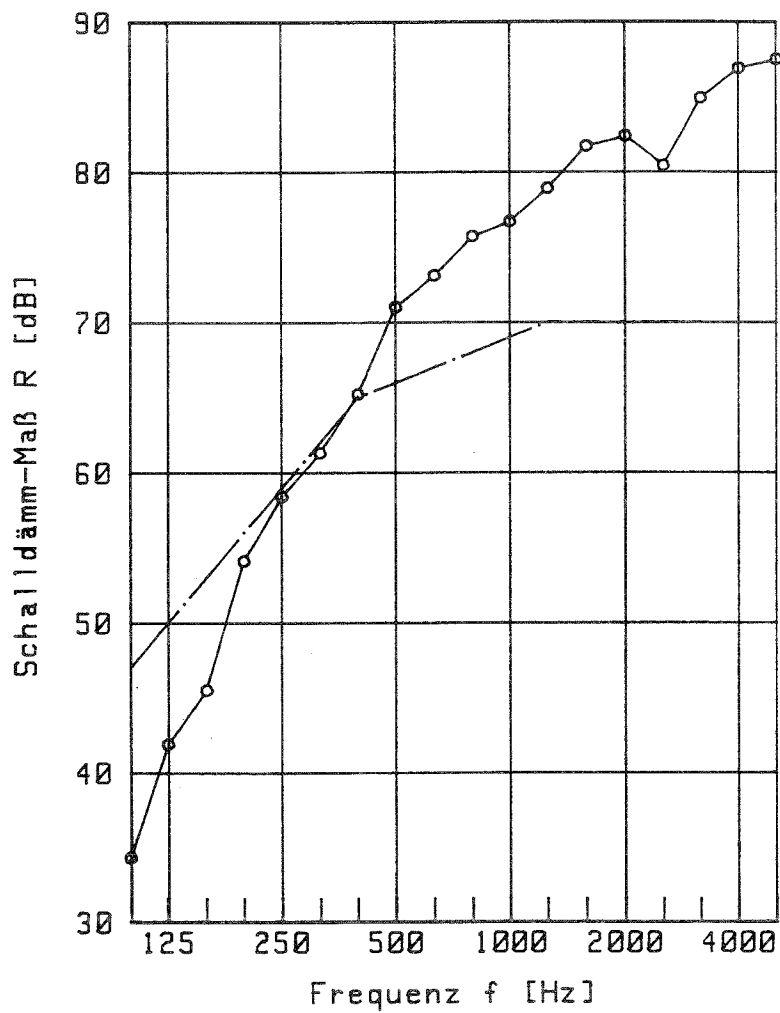


Bild L.7: Grenzdämmung des Prüfstandes mit hochschalldämmender Trennwand (siehe Anhang I) ohne Doppelboden; die Trennwand wurde bis zum Fußboden ergänzt. Bewertetes Schall dämm-Maß $R_w = 66$ dB (strichpunktiert: verschobene Bezugs-kurve).

Einfluß der Hammerwerksposition auf den Trittschallpegel

In Bild M.1 sind die bei den Messungen verwendeten Positionen und Orientierungen des Normhammerwerks im Senderraum eingezeichnet. Die im Empfangsraum jeweils gemessenen Trittschallpegel (ohne Nachhallzeitkorrektur) sind für die drei Doppelböden in den Bildern M.2 bis M.19 zusammengestellt. Zur Bestimmung des Normtrittschallpegels wurde über die Positionen 1 bis 5 gemittelt.

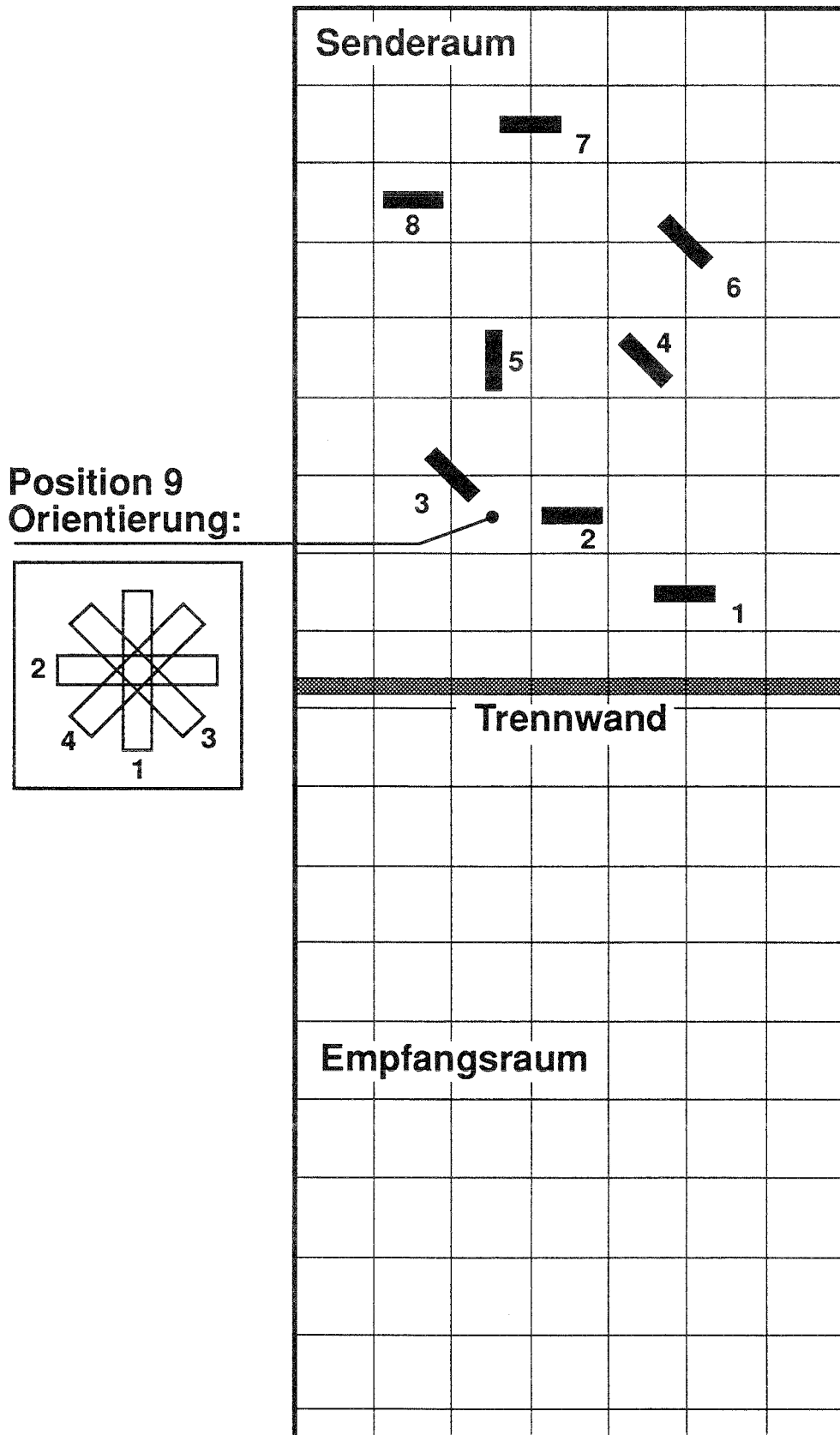


Bild M.1: Positionen und Orientierungen des Normhammerwerks.

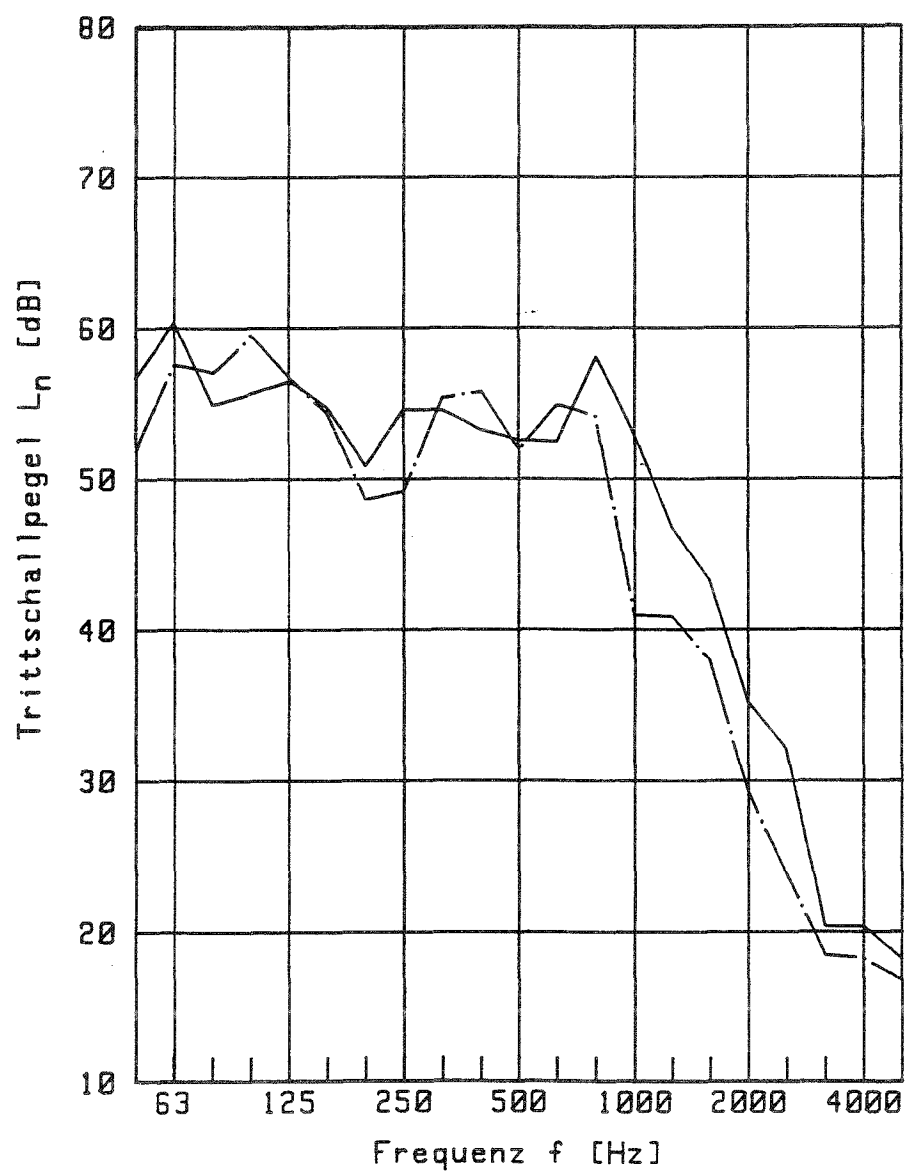


Bild M.2: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 1 (—) und Position 2 (— · —).
Doppelboden: AH.

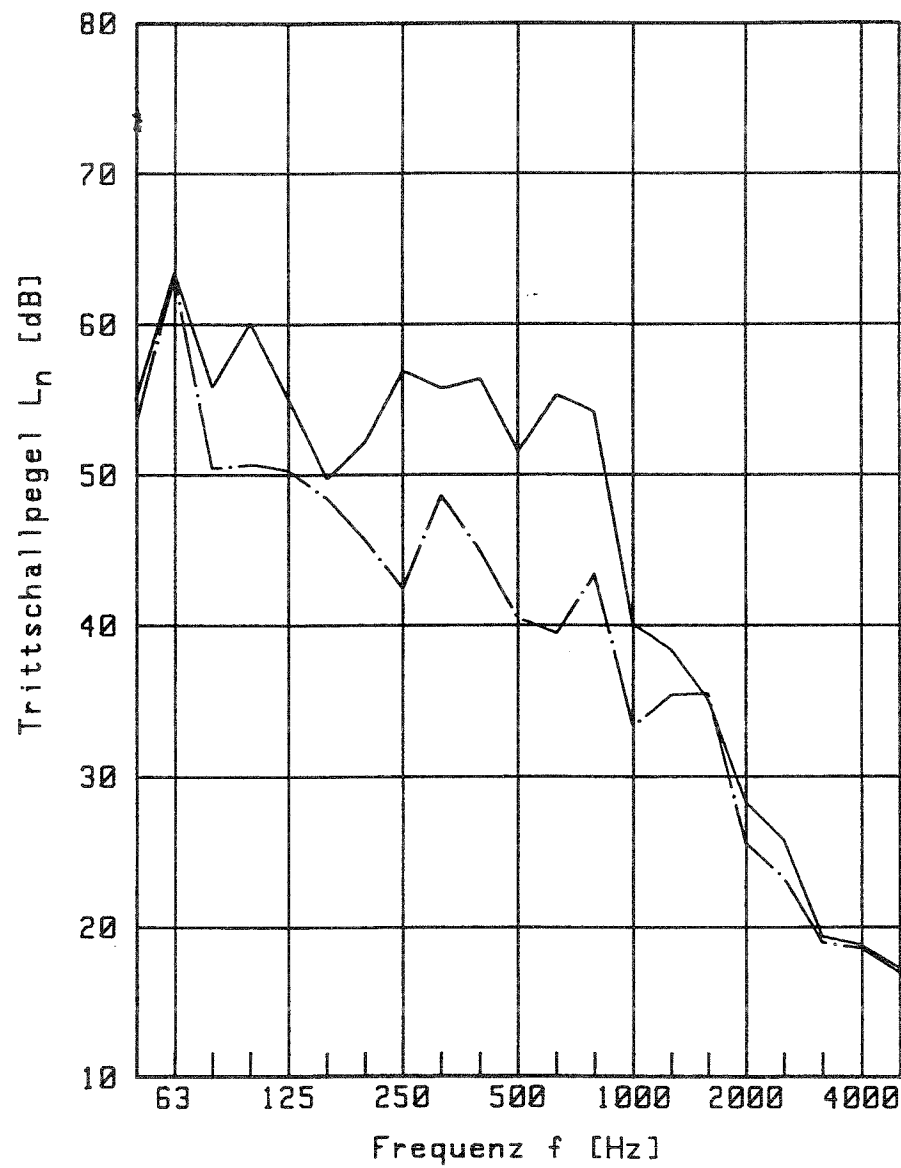


Bild M.3: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 3 (—) und Position 4 (— · —).
Doppelboden: AH.

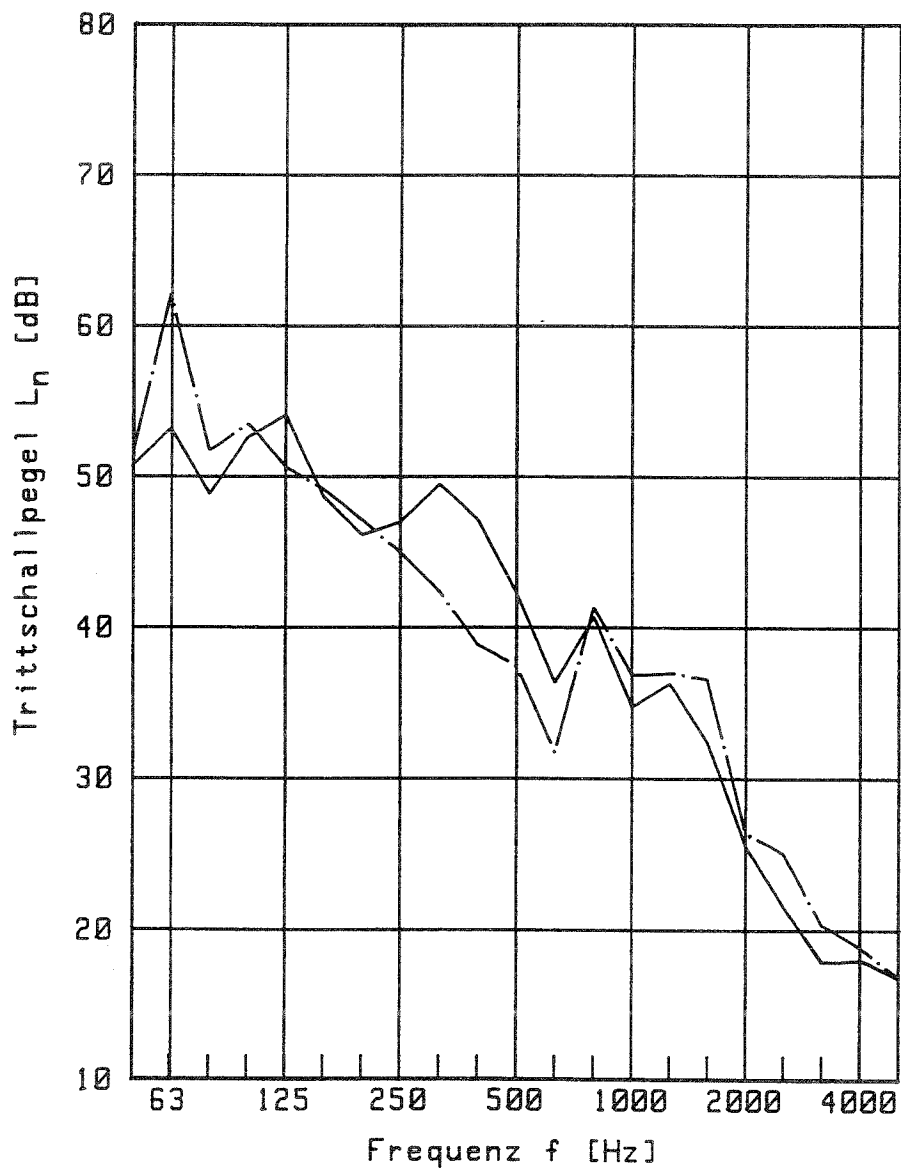


Bild M.4: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 5 (—) und Position 6 (— · —).
Doppelboden: AH.

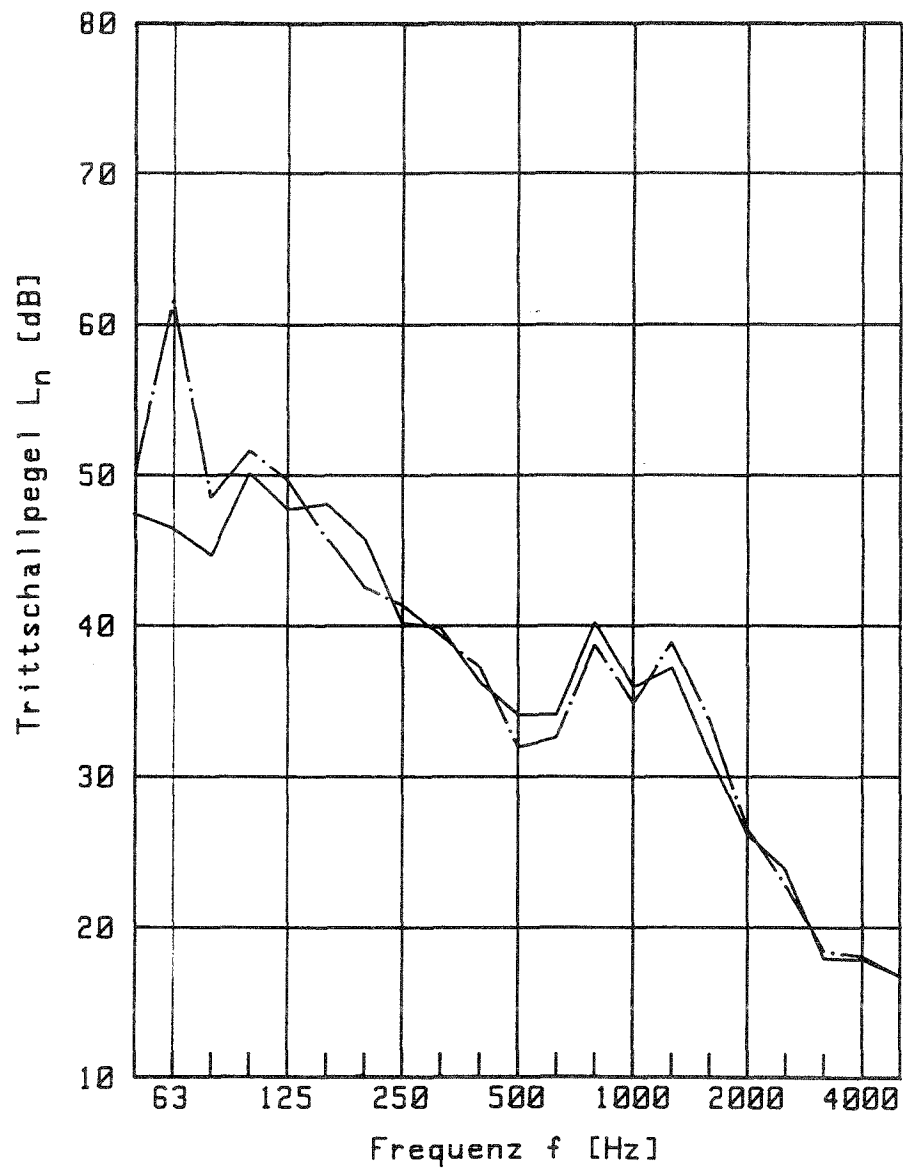


Bild M.5: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 7 (—) und Position 8 (— · —).
Doppelboden: AH.

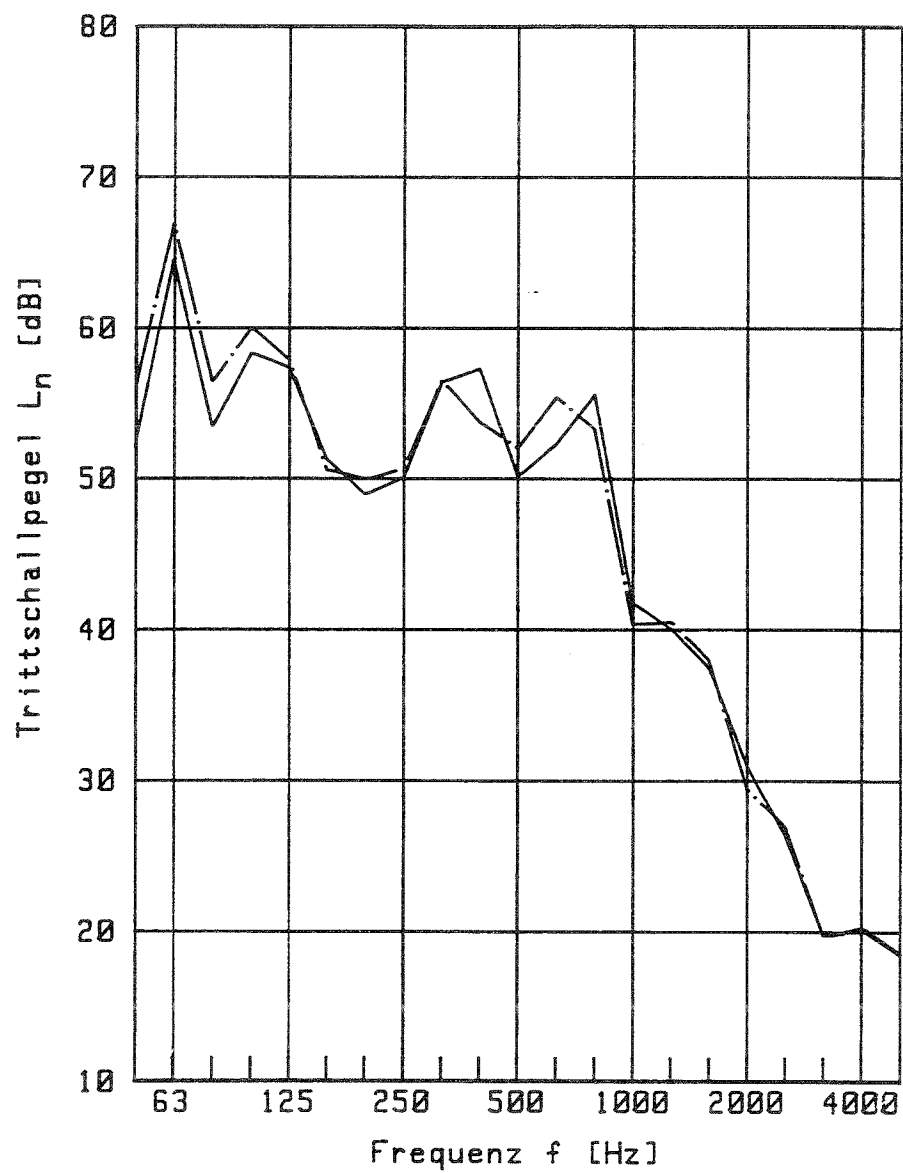


Bild M.6: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und Orientierung 2 (— · —). Doppelboden: AH.

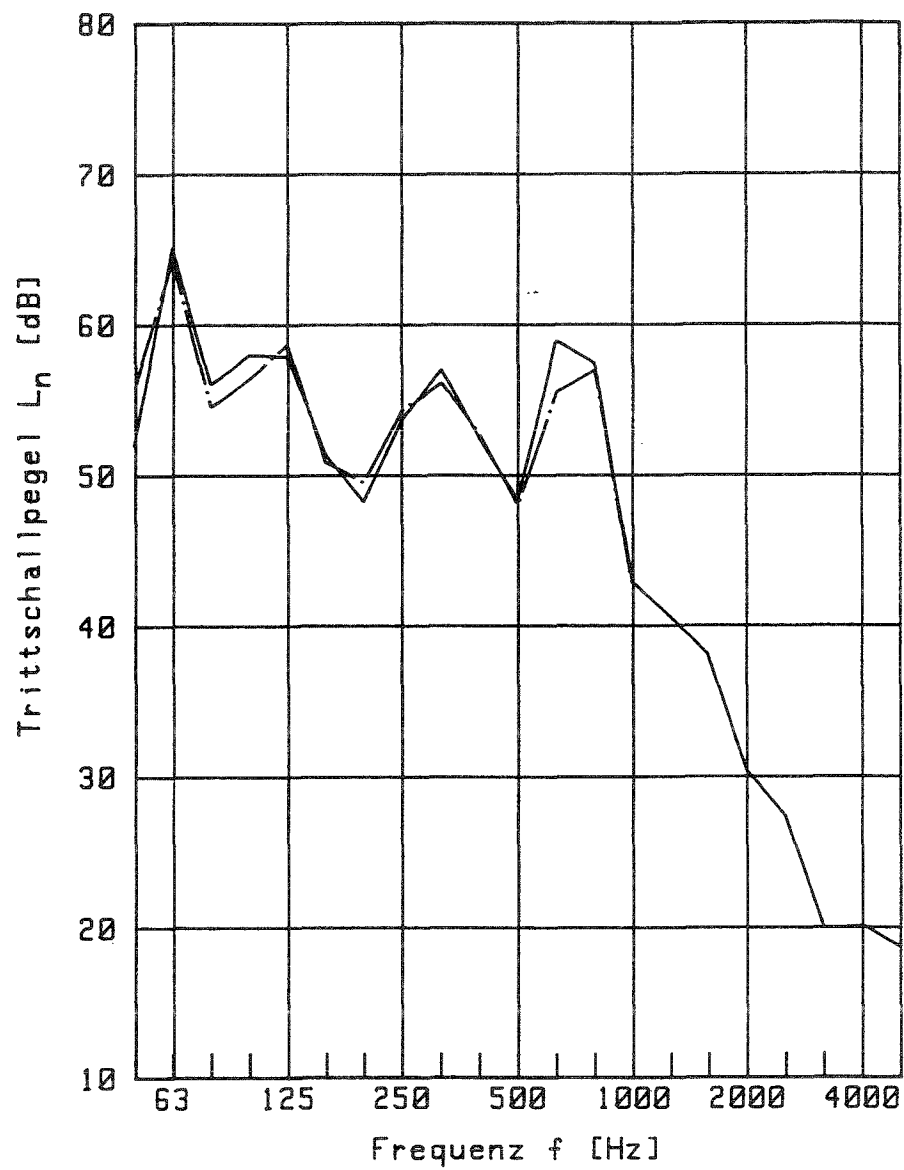


Bild M.7: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 3 (—) und Orientierung 4 (— · —). Doppelboden: AH.

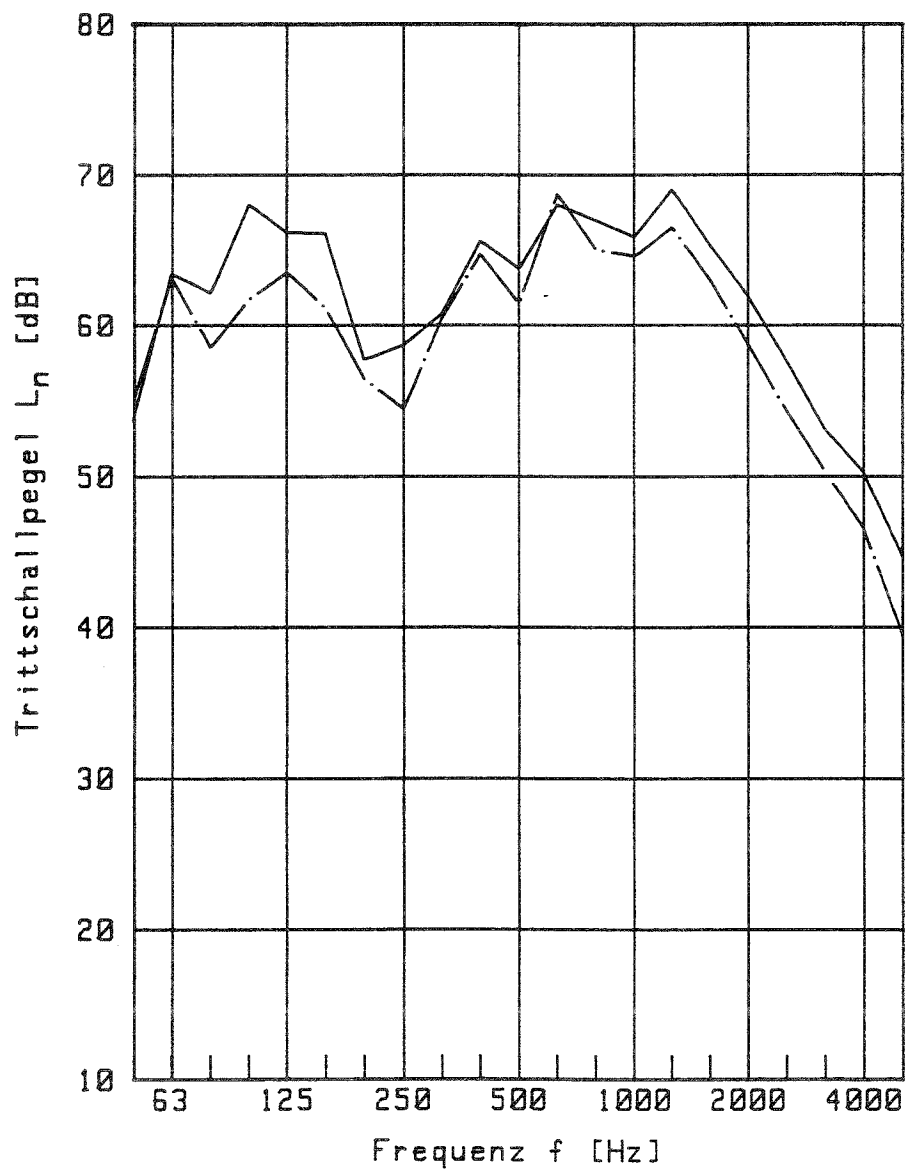


Bild M.8: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 1 (—) und Position 2 (— · —).
Doppelboden: BH.

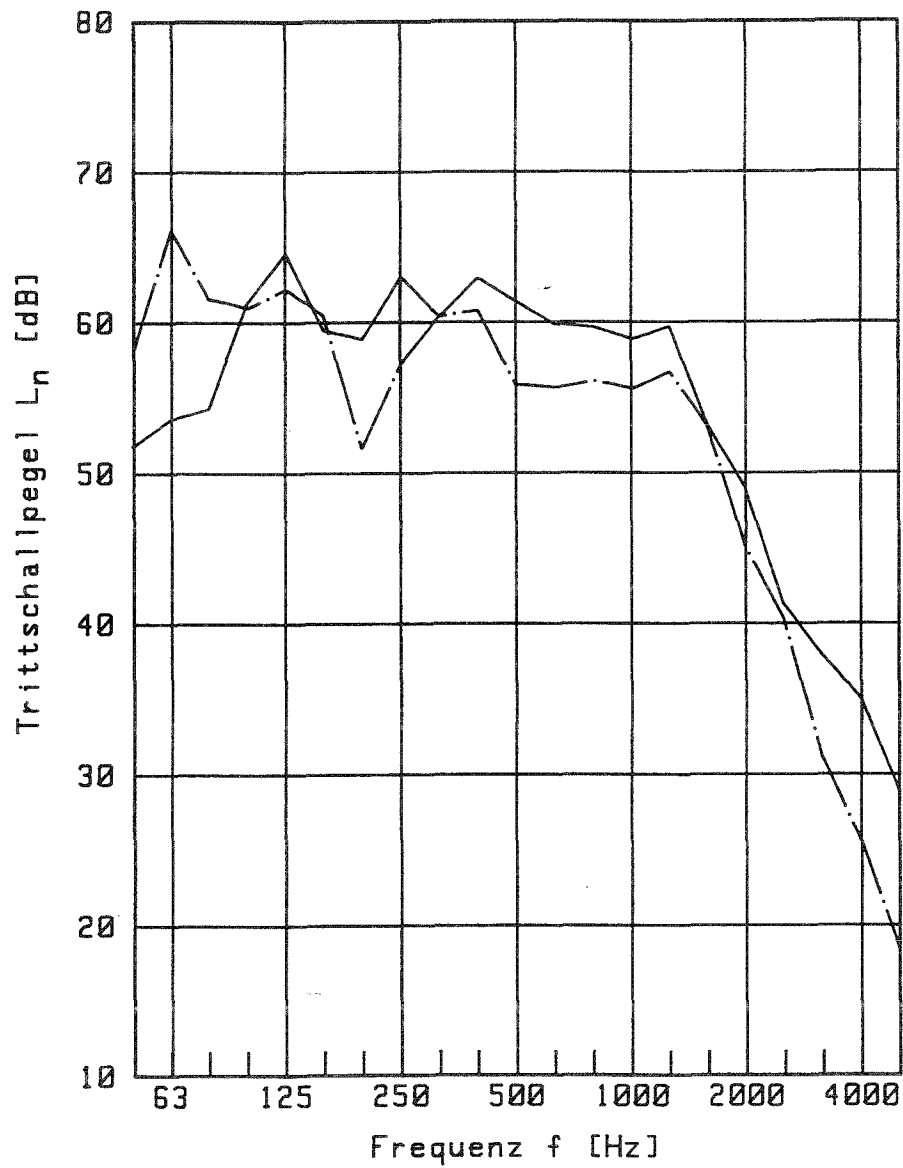


Bild M.9: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 3 (—) und Position 4 (— · —).
Doppelboden: BH.

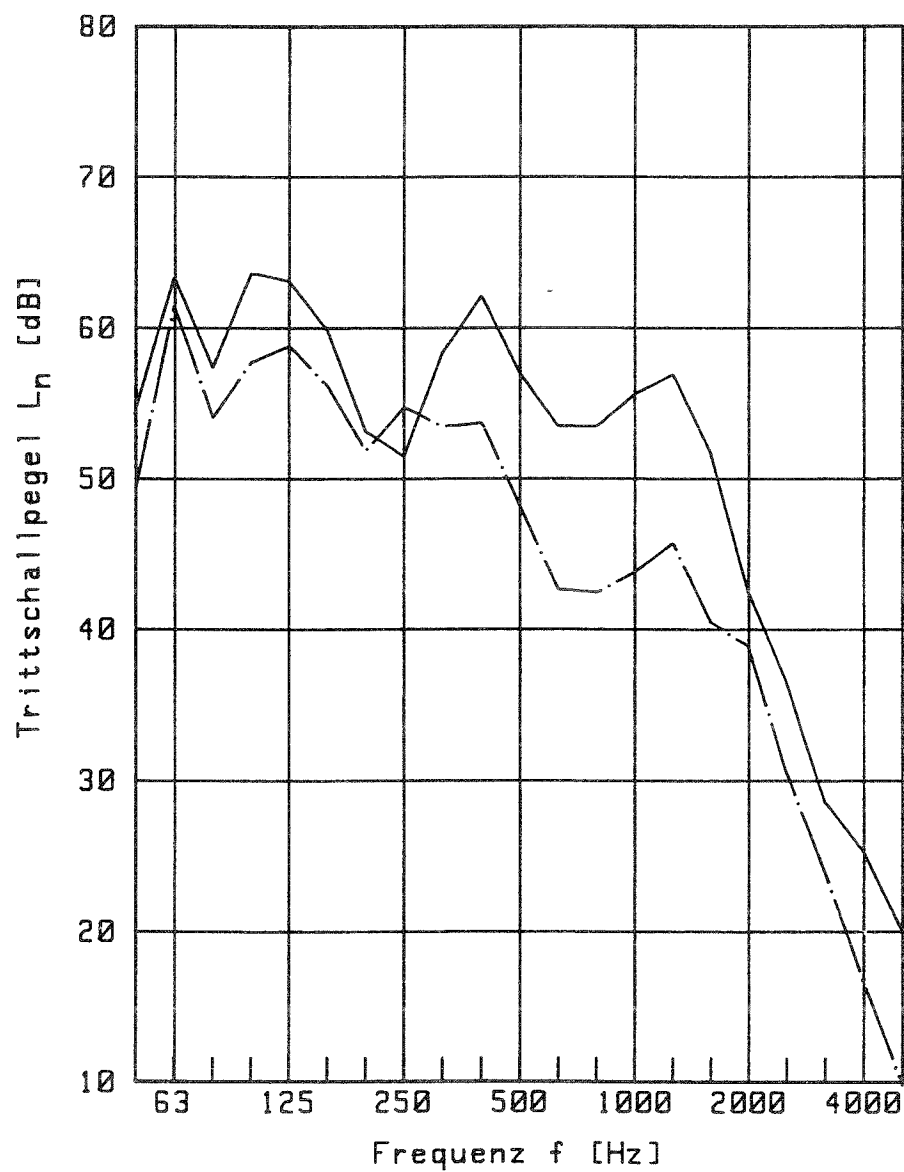


Bild M.10: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 5 (—) und Position 6 (— · —).
Doppelboden: BH.

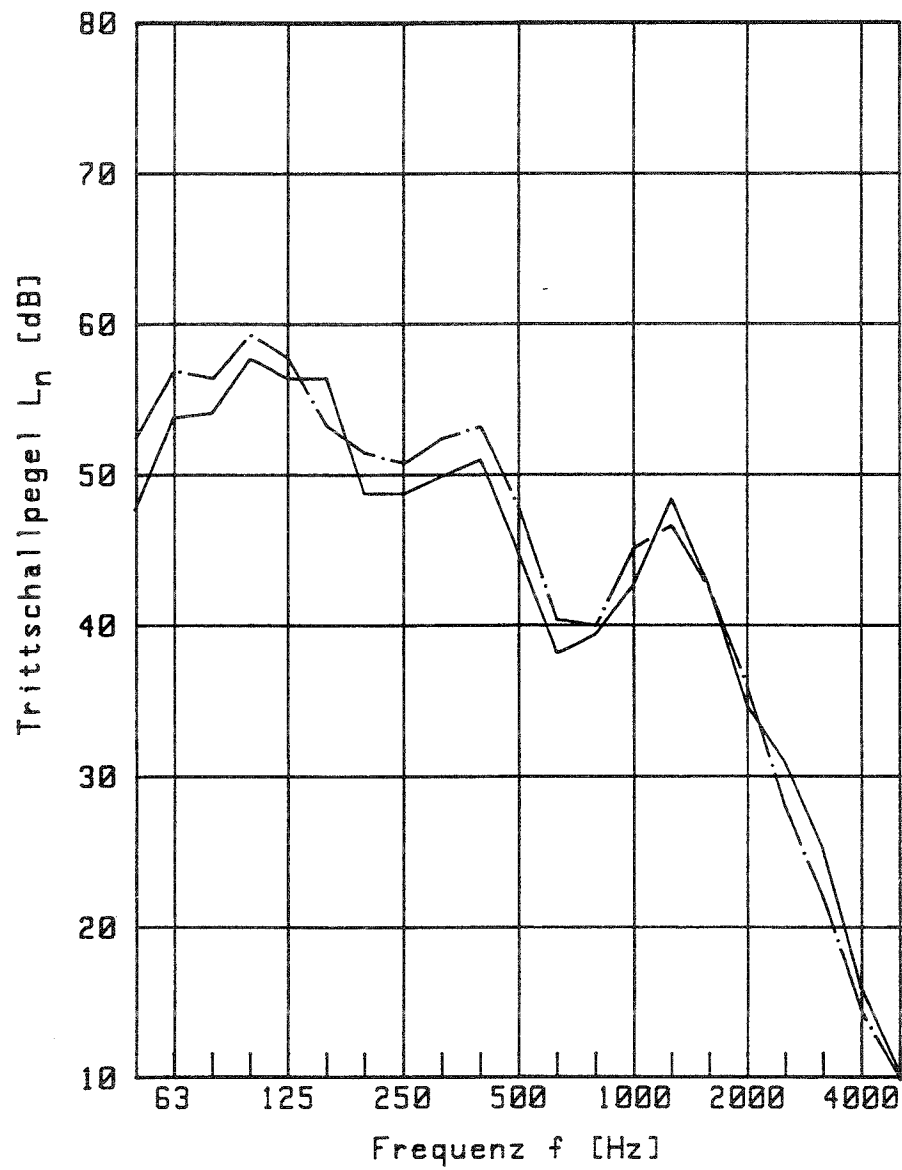


Bild M.11: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 7 (—) und Position 8 (— · —).
Doppelboden: BH.

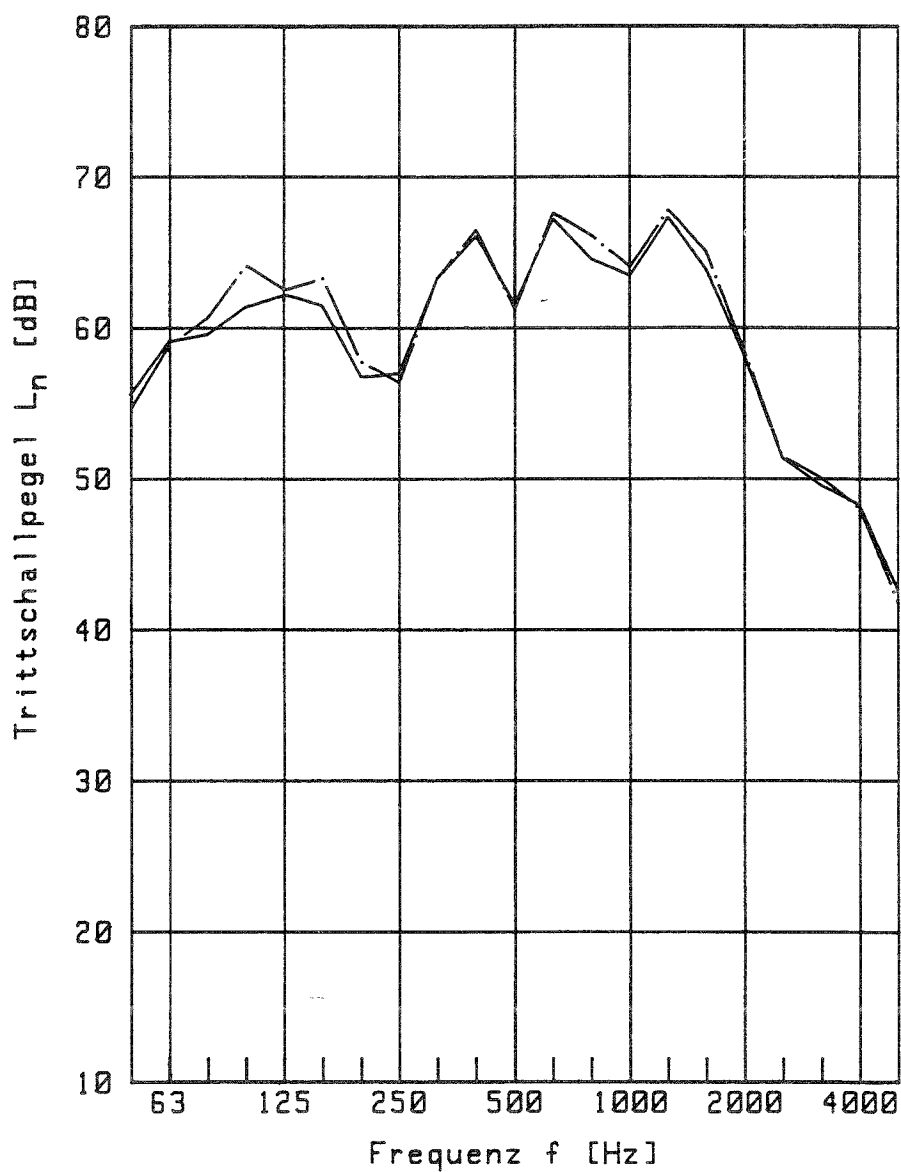


Bild M.12: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und Orientierung 2 (— · —). Doppelboden: BH.

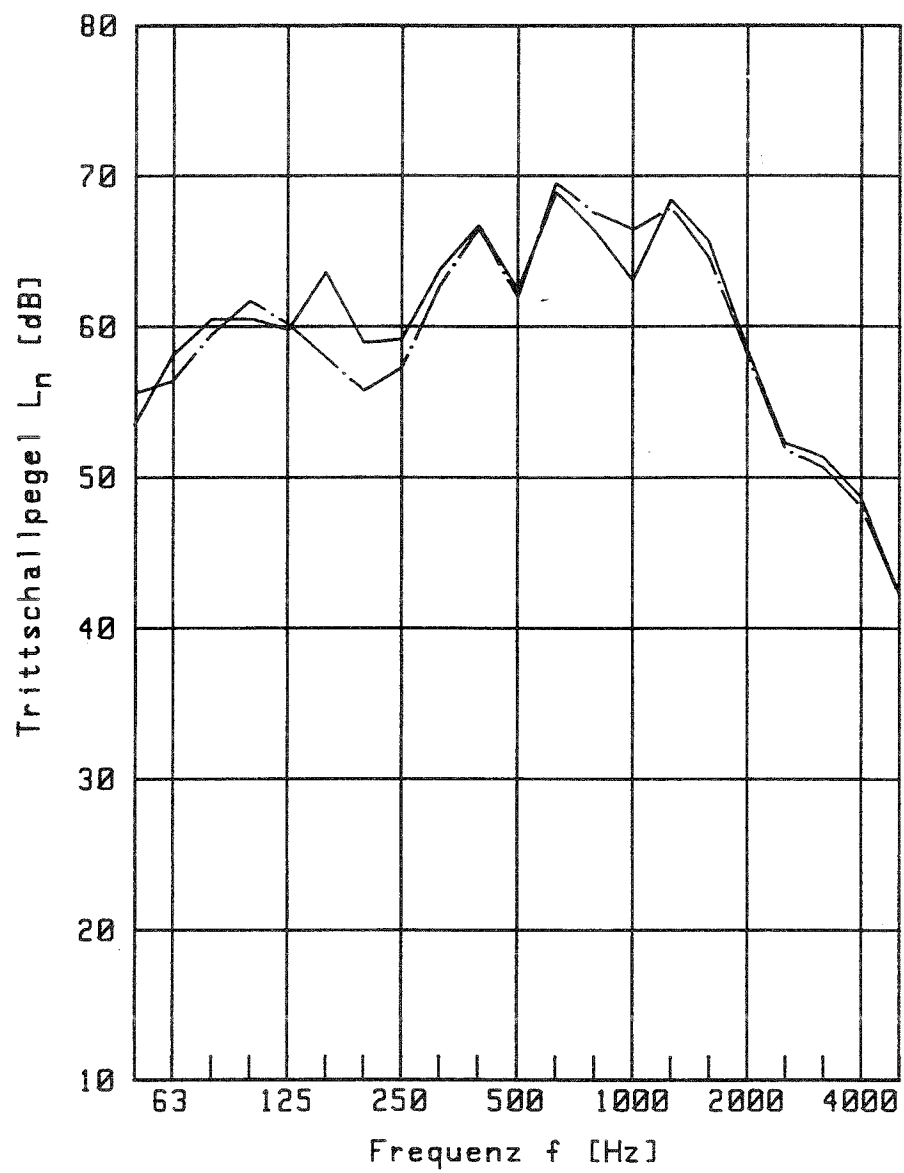


Bild M.13: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 3 (—) und Orientierung 4 (— · —). Doppelboden: BH.

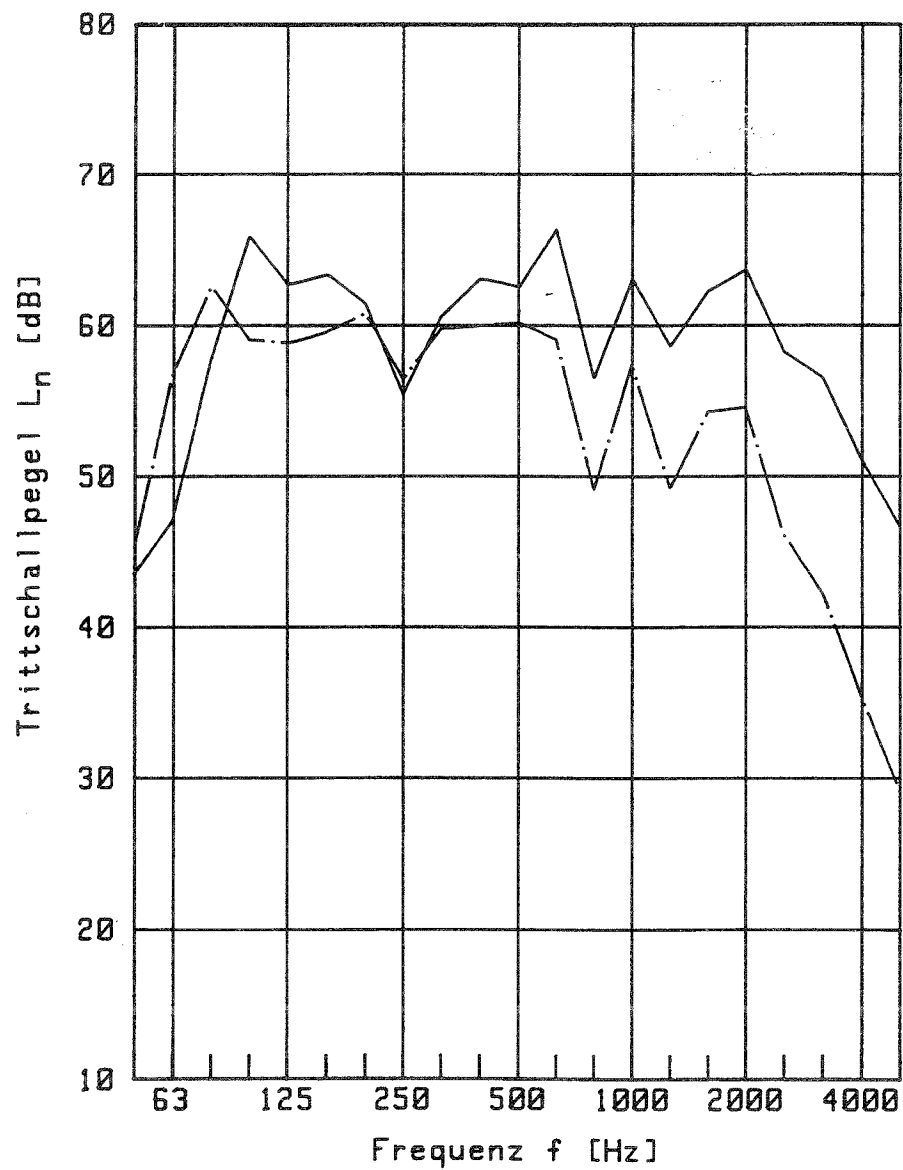


Bild M.14: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 1 (—) und Position 2 (— · —).
Doppelboden: GH.

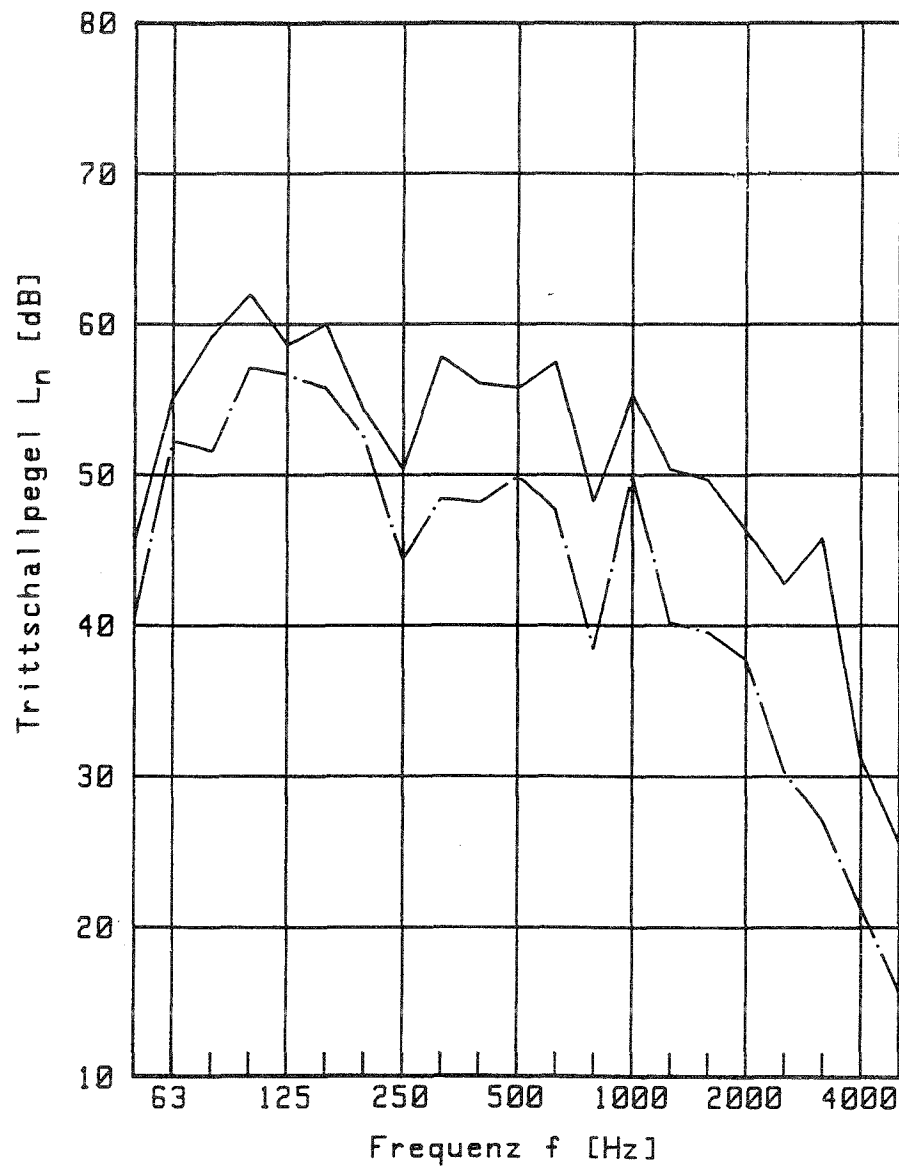


Bild M.15: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 3 (—) und Position 4 (— · —).
Doppelboden: GH.

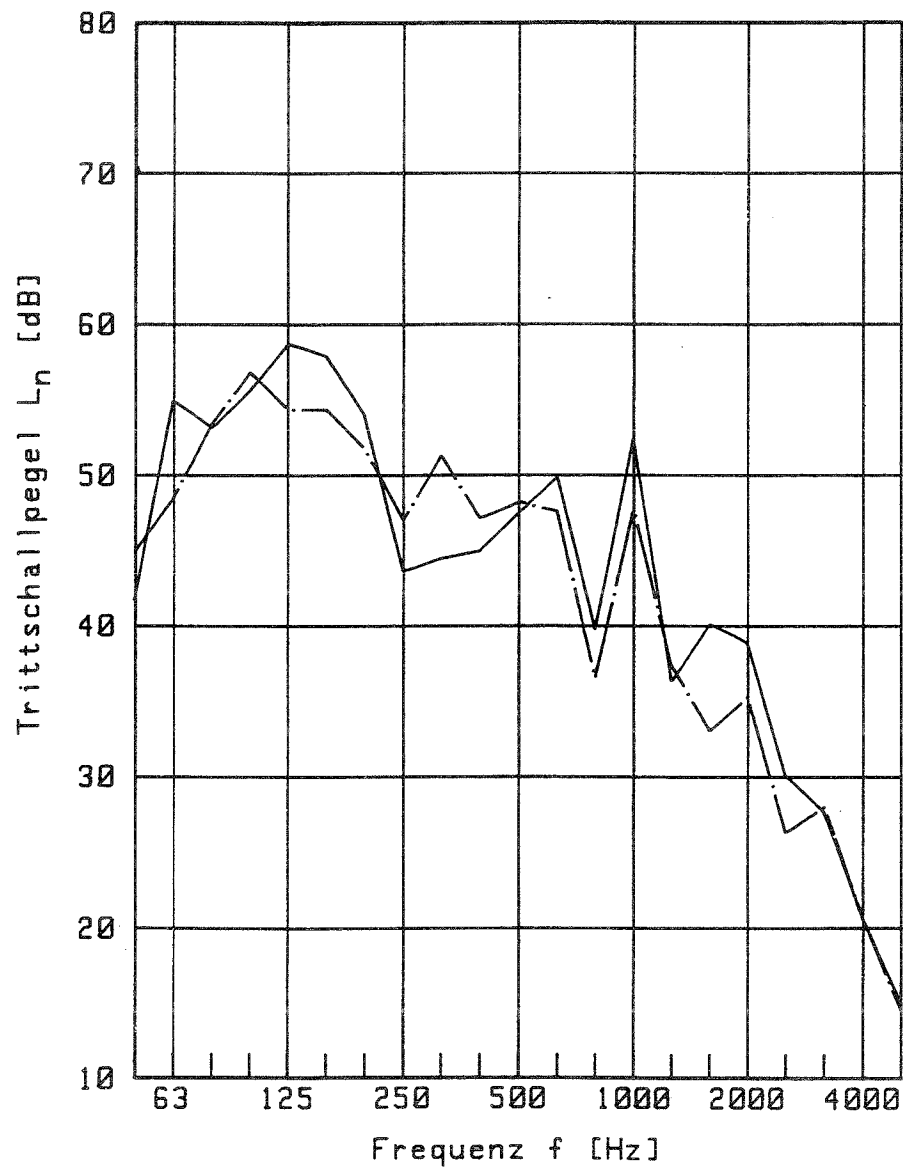


Bild M.16: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 5 (—) und Position 6 (— · —).
Doppelboden: GH.

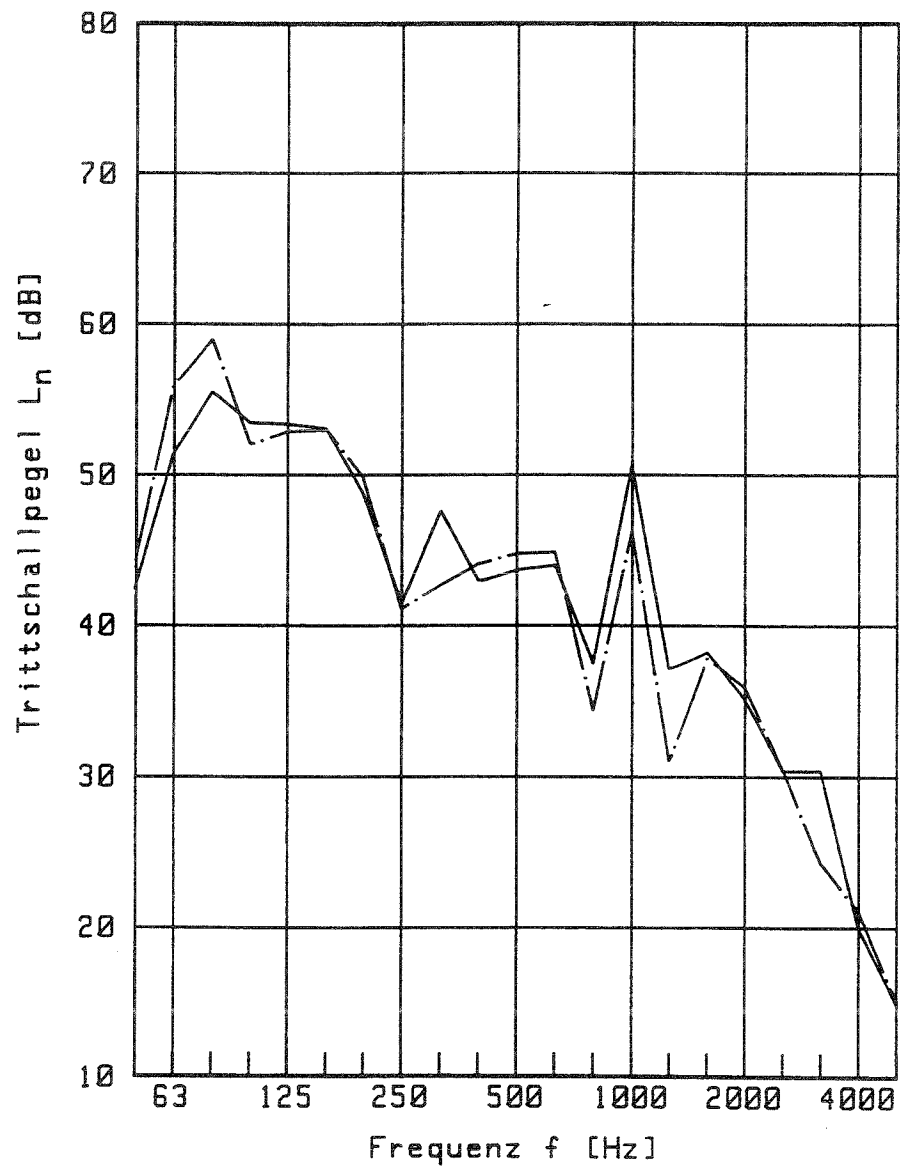


Bild M.17: Trittschallpegel im Empfangsraum.
Hammerwerk auf Position 7 (—) und Position 8 (— · —).
Doppelboden: GH.

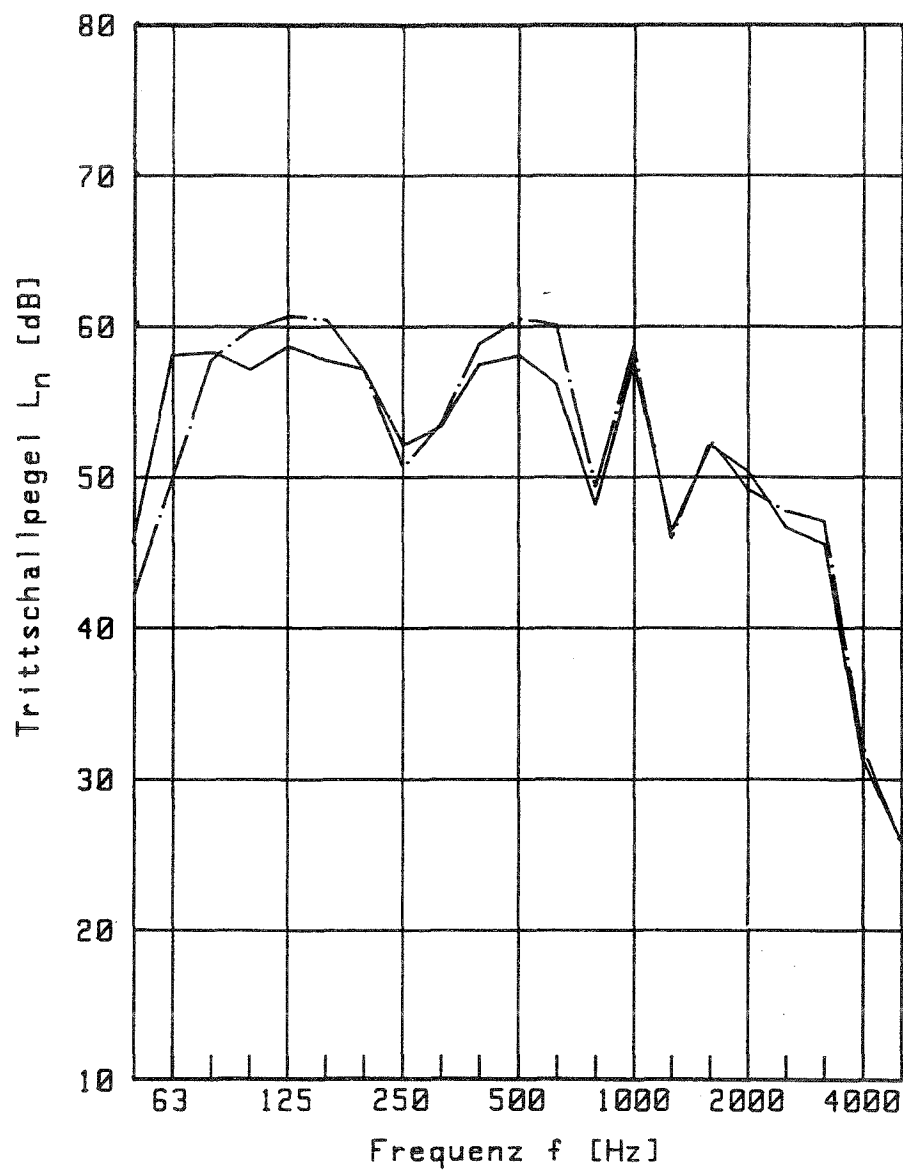


Bild M.18: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und Orientierung 2 (— · —). Doppelboden: GH.

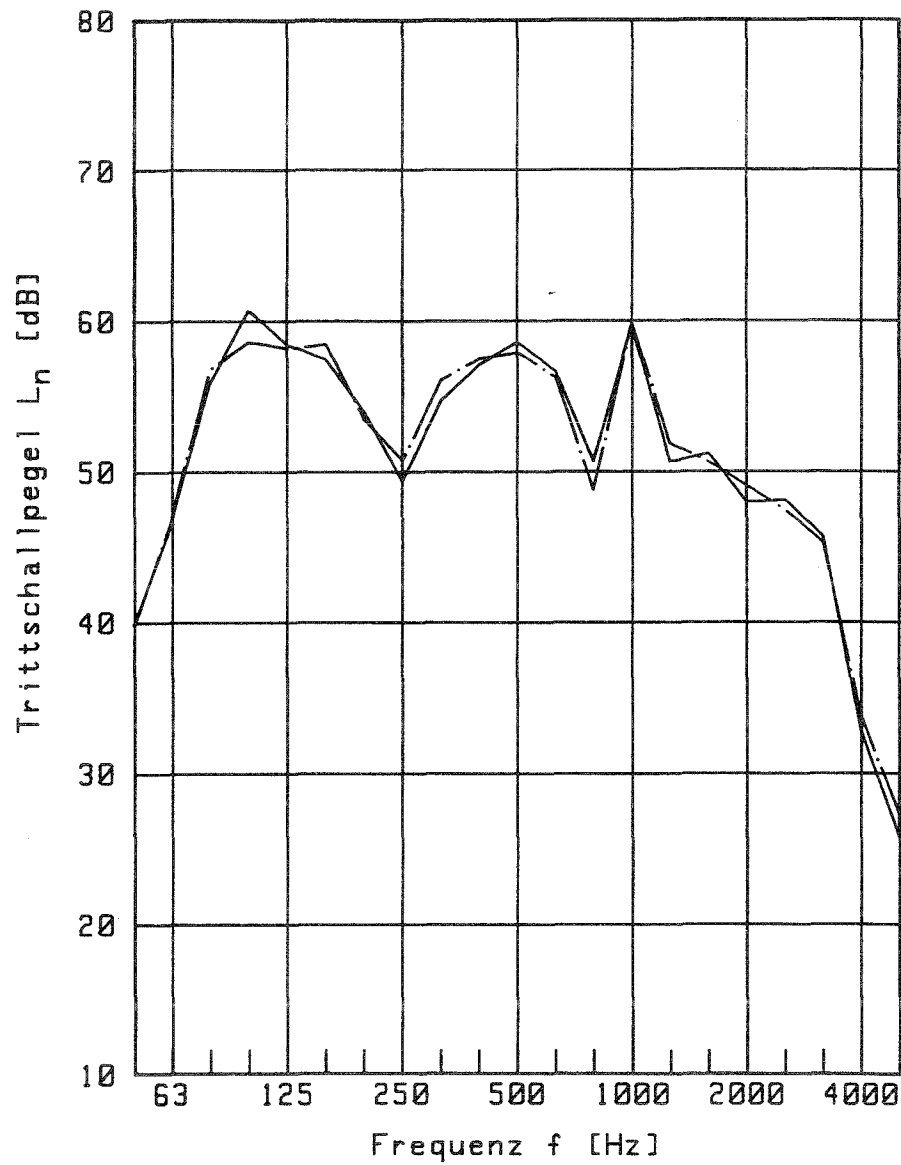


Bild M.19: Trittschallpegel im Empfangsraum. Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 3 (—) und Orientierung 4 (— · —). Doppelboden: GH.

Trittschallpegel bei Gehgeräuschen

Die Anregung von Trittschall mit dem Normhammerwerk wird in den Bildern N.1 bis N.6 mit der Anregung durch gehende Personen verglichen. Die Personen (52 kg, Stöckelschuhe; 95 kg, Turnschuhe) gingen im Senderaum nahe der Trennwand "normal" auf und ab (ohne absichtlich besonders laut aufzutreten). Nach übereinstimmender Beurteilung verschiedener Personen wurden die Geräusche weder im Senderaum noch im Empfangsraum als "Dröhnen" empfunden.

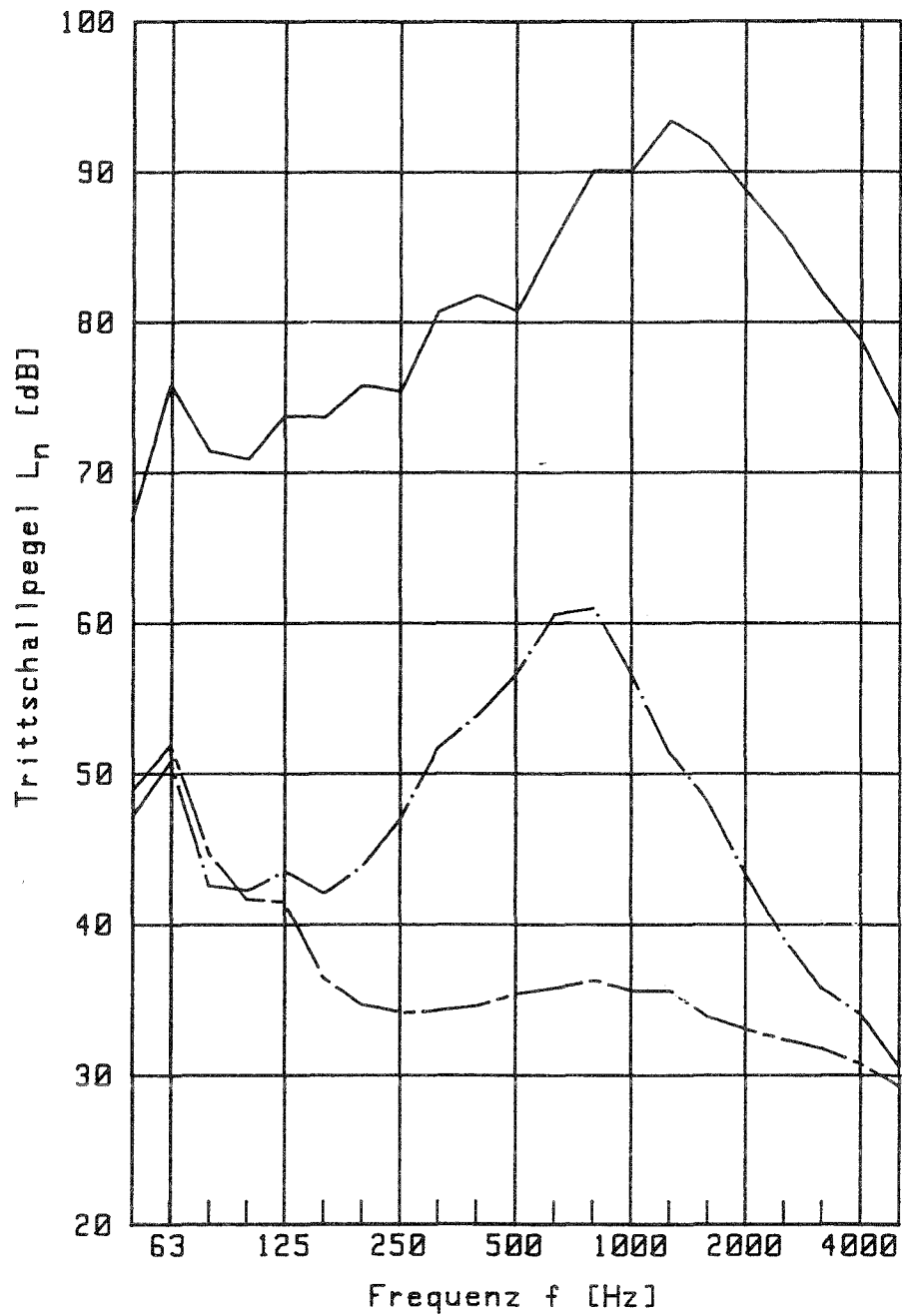


Bild N.1: Trittschallpegel im Senderraum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: AH.

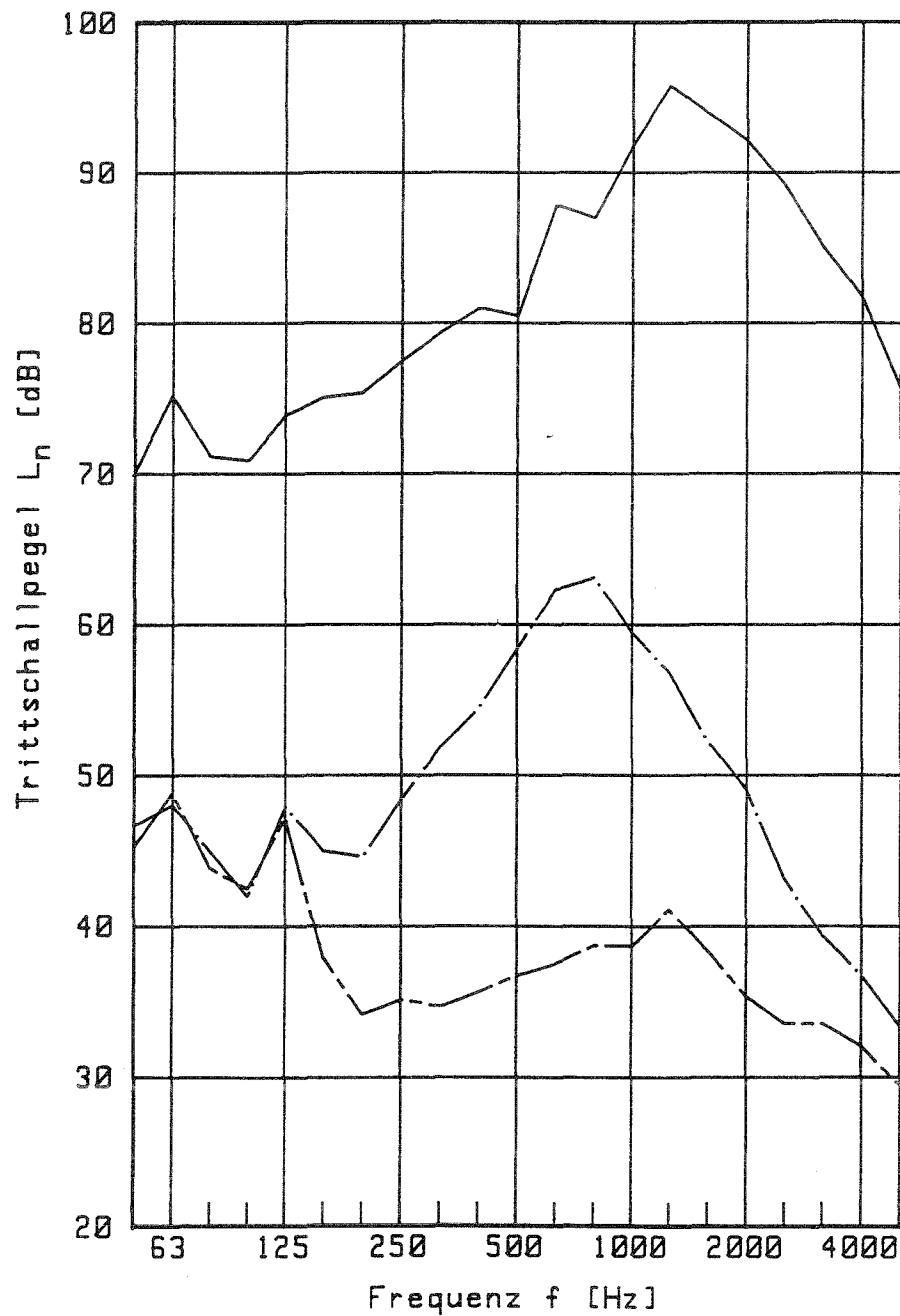


Bild N.2: Trittschallpegel im Senderraum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: BH.

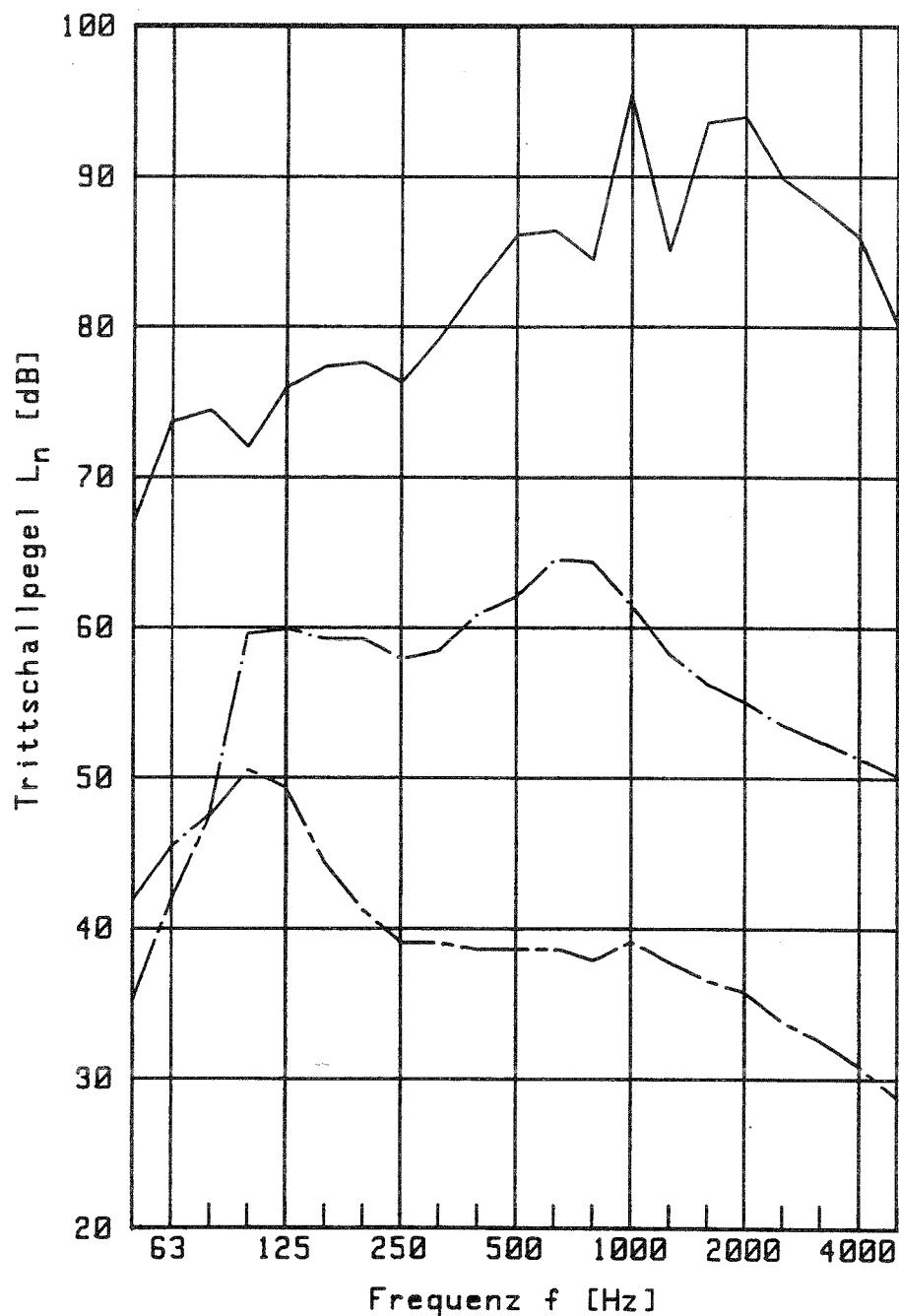


Bild N.3: Trittschallpegel im Senderaum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: GH.

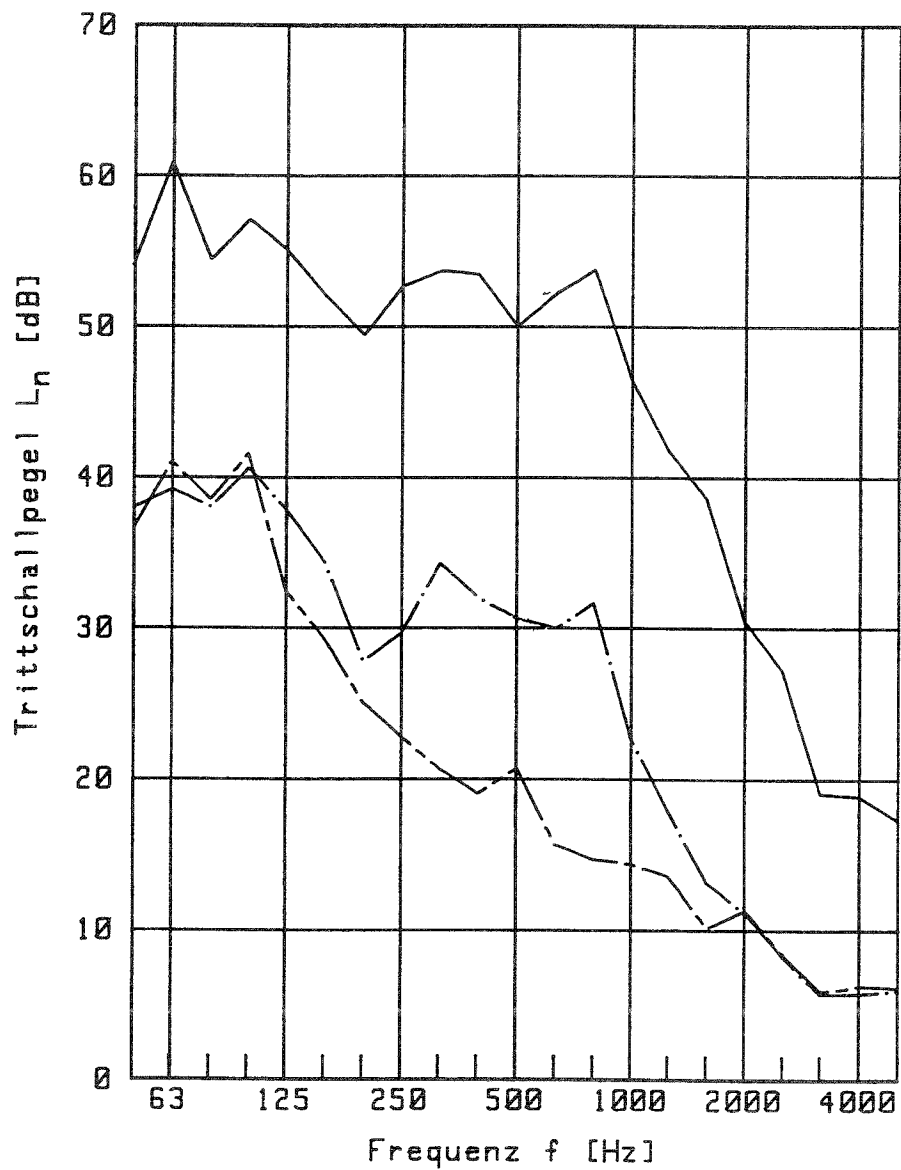


Bild N.4: Trittschallpegel im Empfangsraum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: AH.

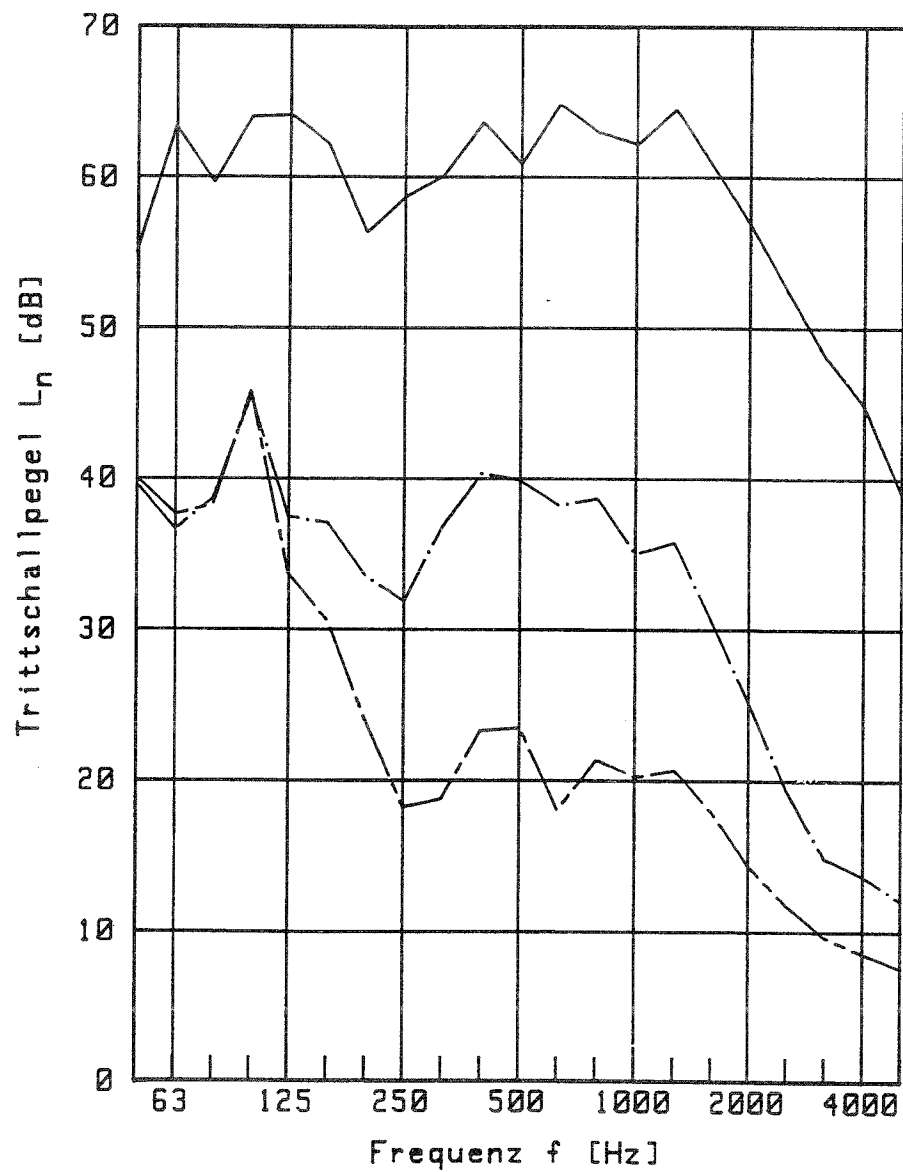


Bild N.5: Trittschallpegel im Empfangsraum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: BH.

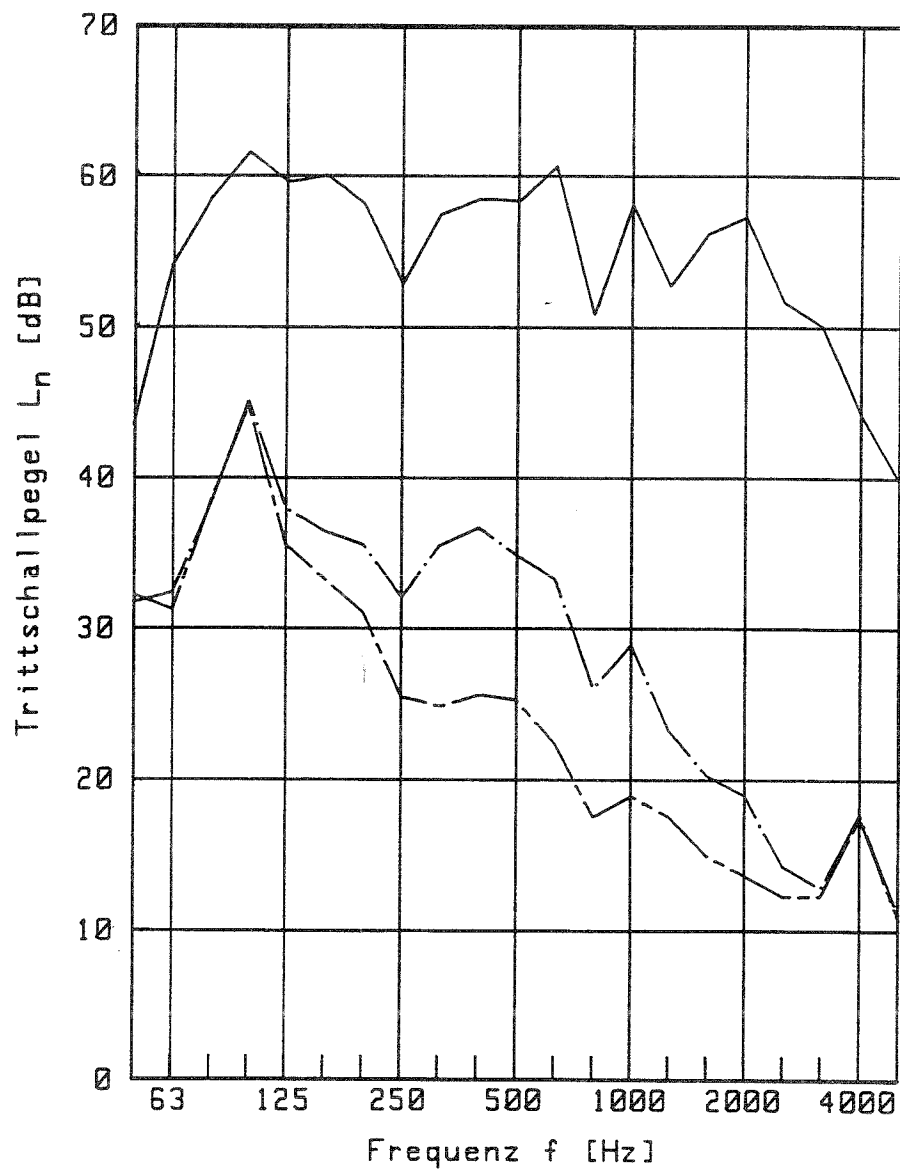


Bild N.6: Trittschallpegel im Empfangsraum bei Anregung durch das Hammerwerk auf Position 9, Orientierung 1 (—) und durch Gehen in der Nähe der Trennwand mit Stöckelschuhen (— · —) bzw. Turnschuhen (— - —). Doppelboden: GH.

Schnellepegel auf Doppelbodenplatten in verschiedenen Abständen vom Hammerwerk

Das Normhammerwerk wurde parallel zur Längsseite des Prüfstandes auf die mit "Q" markierte Platte gestellt (Markierungen siehe Bild 33). Den Körperschall auf den mit den Nummern 1 bis 20 versehenen Platten registrierte ein Beschleunigungsaufnehmer (B&K 4375). Mit einer Norsonic 830 wurden die Schnellepegel terzweise von 50 Hz bis 5 kHz gefiltert. Diese Messungen wurden für die drei im Prüfstand montierten Doppelböden (AH, BH, GH) durchgeführt.

Das Hauptinteresse gilt der Abnahme des Schnellepegels mit wachsendem Abstand von der Anregung. Daher wurden für einige ausgewählte Terzfrequenzen die Pegel aller Punkte in jeweils einem Diagramm zusammengefaßt (Bilder O.1 bis O.18). Die gerasterte Fläche deutet die Größenordnung des Störpegels an. Die Meßwerte an den Punkten 1 bis 7 und 8 bis 11 sind durch durchgezogene bzw. gestrichelte Linien verbunden. Damit ist eine Richtungsabhängigkeit der Pegelabnahme leichter zu erkennen (kantenparallele bzw. schiefe Ausbreitungsrichtung).

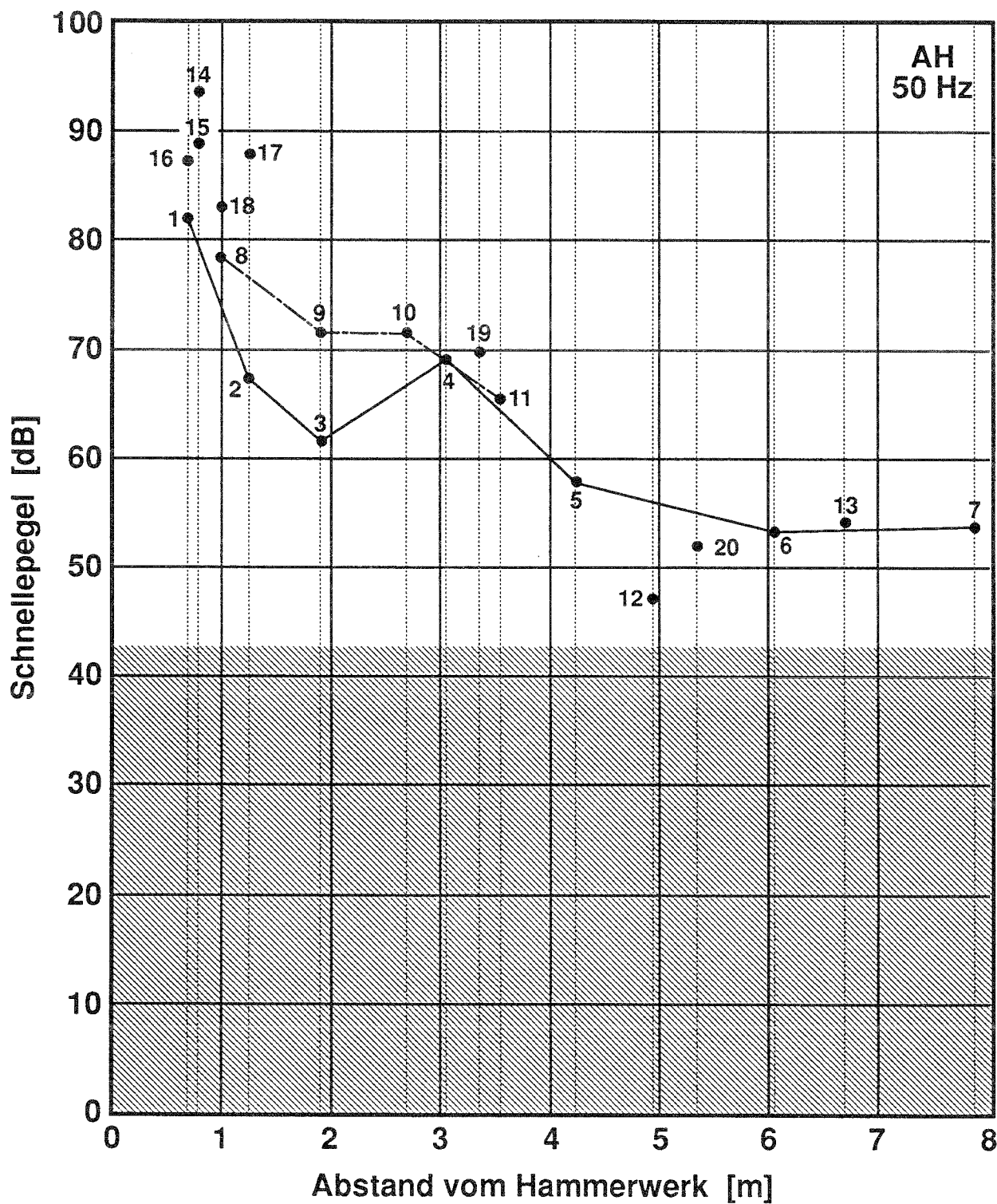


Bild O.1: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

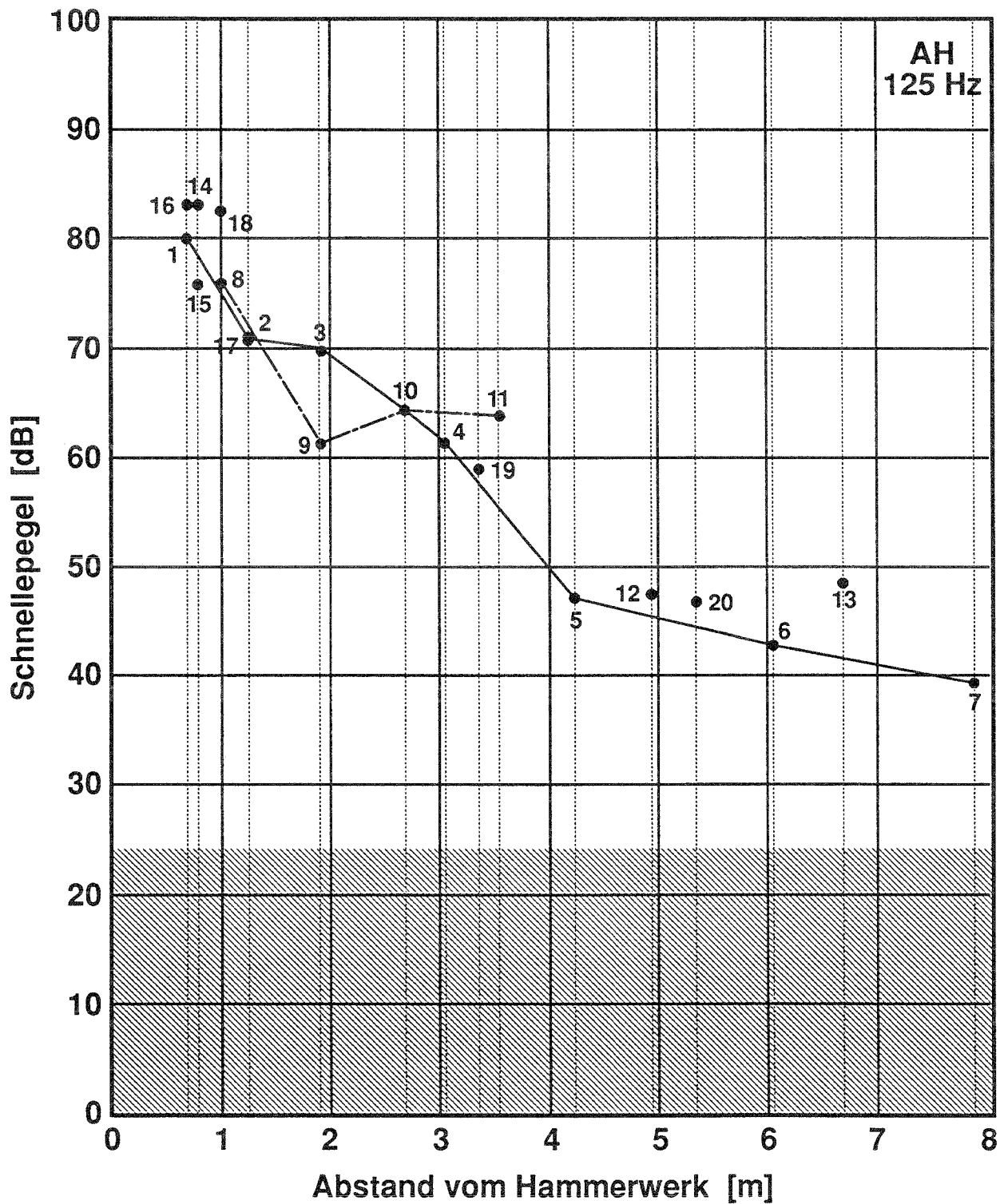


Bild O.2: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

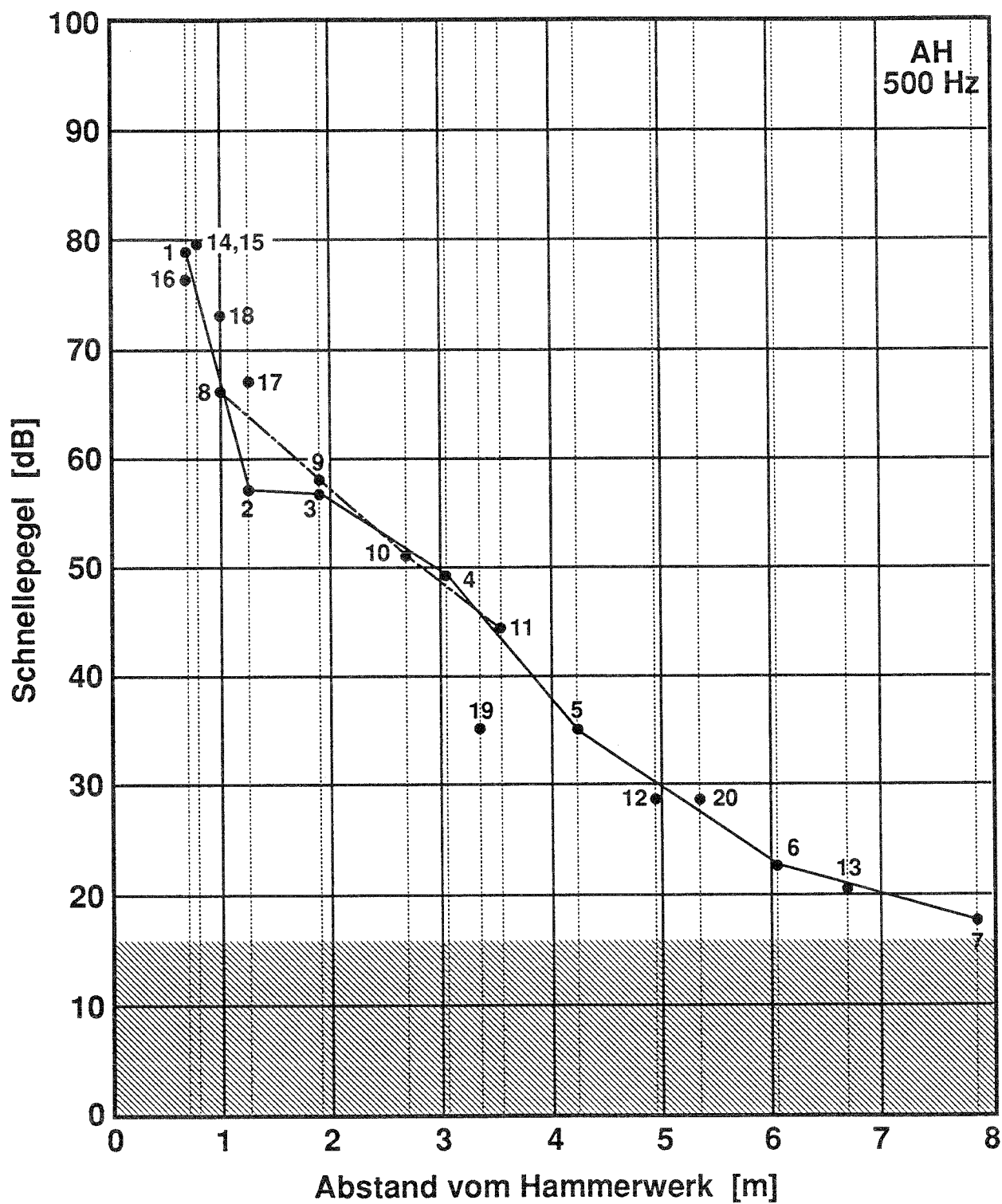


Bild O.3: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

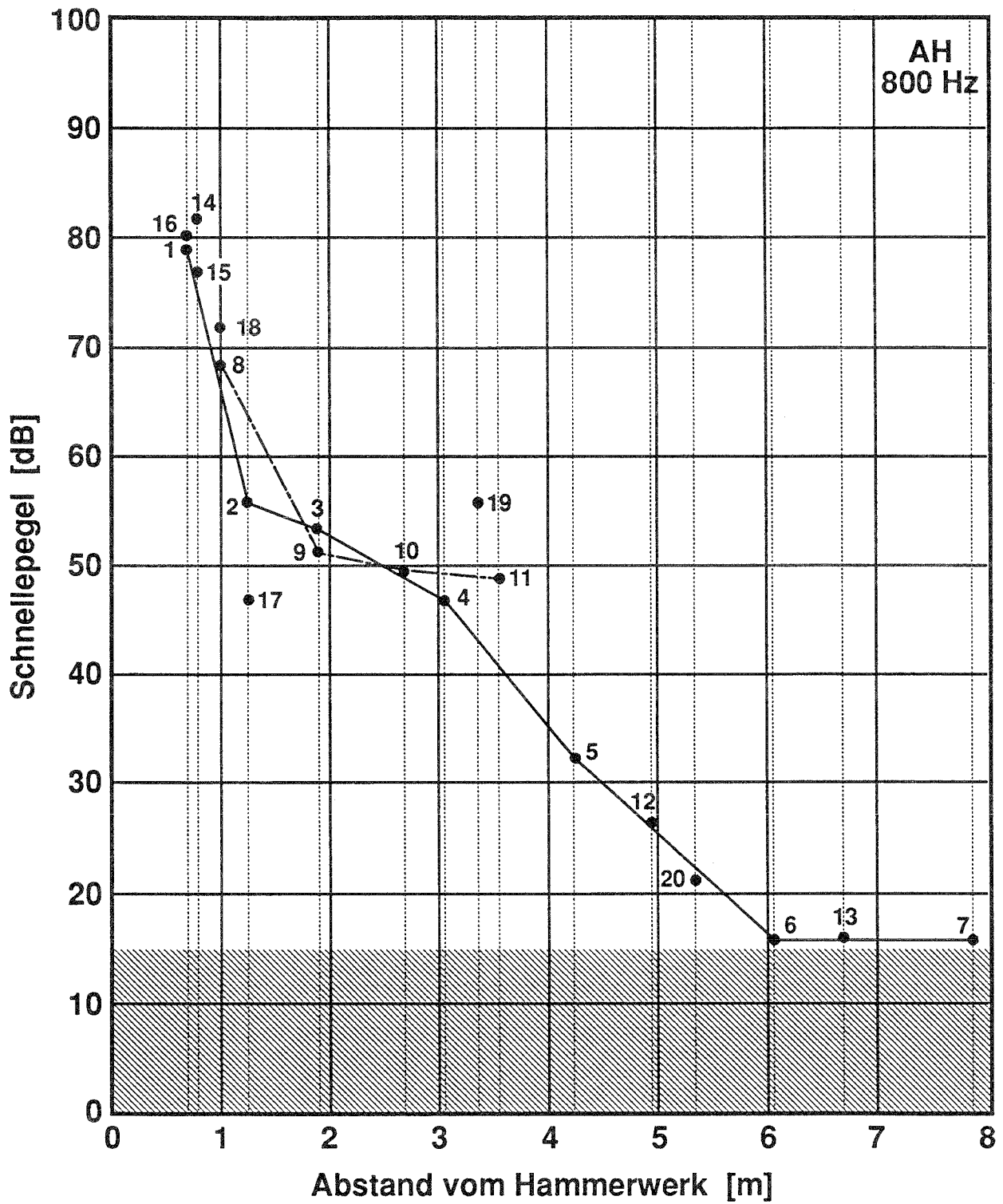


Bild O.4: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

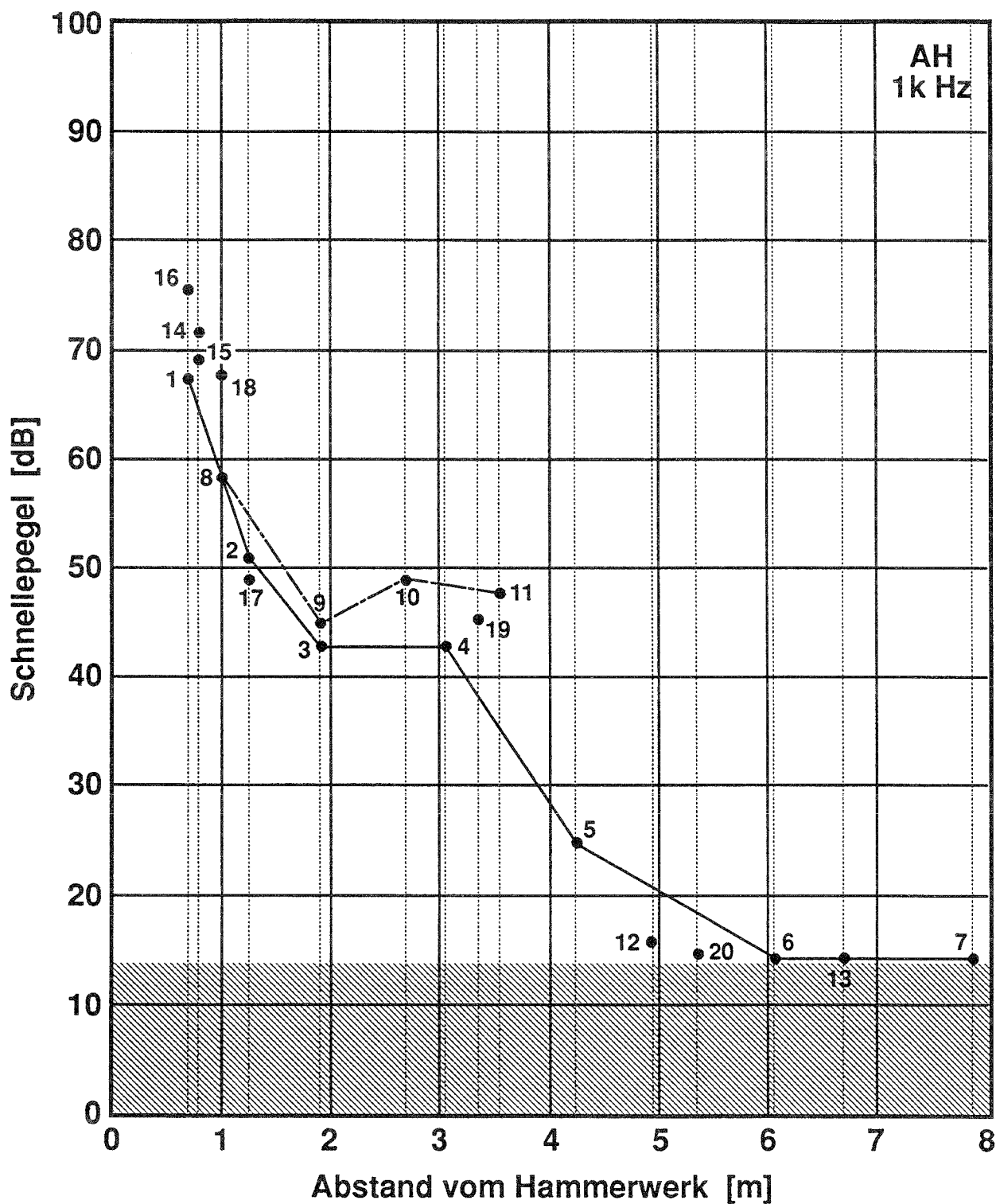


Bild O.5: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

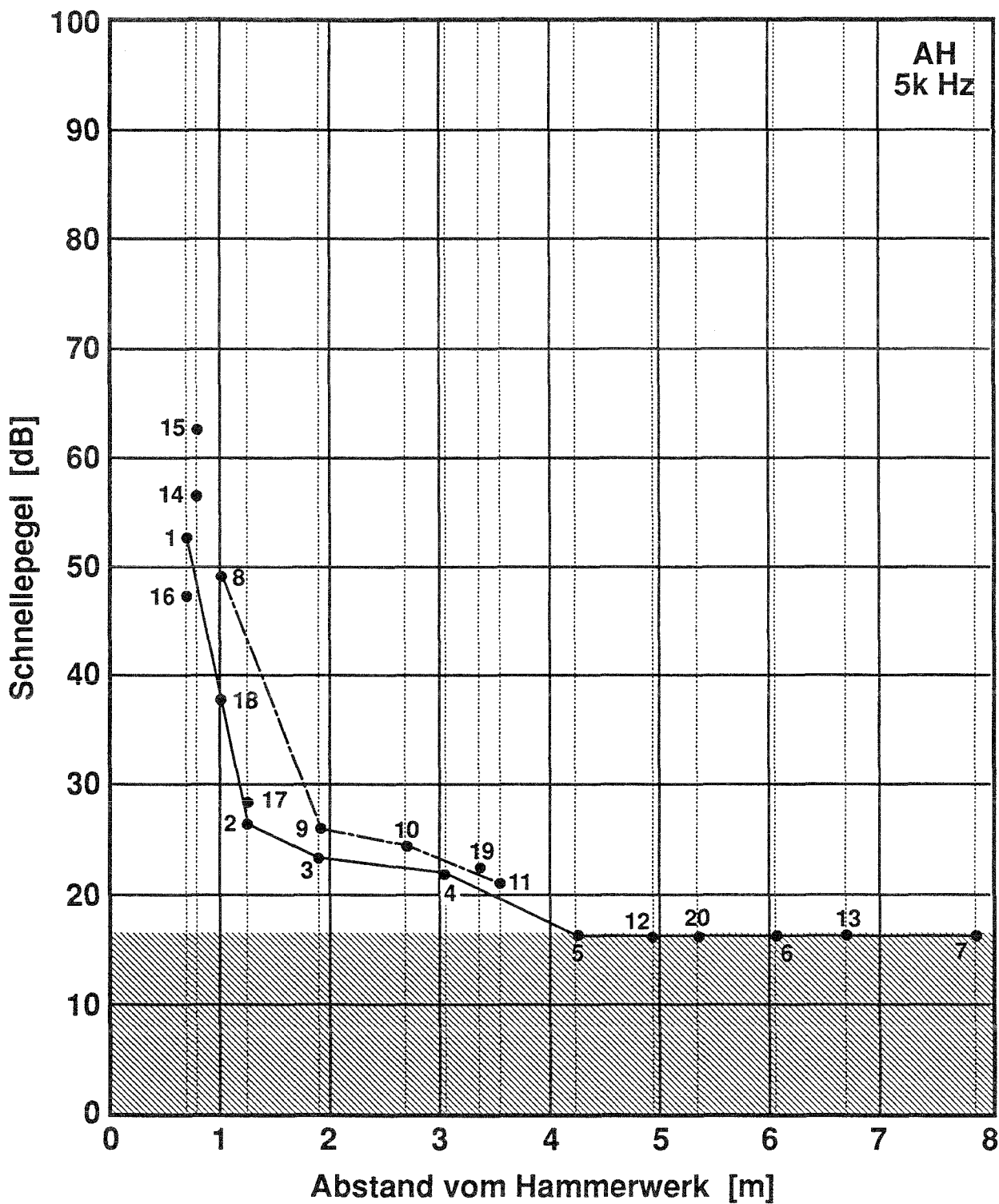


Bild O.6: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

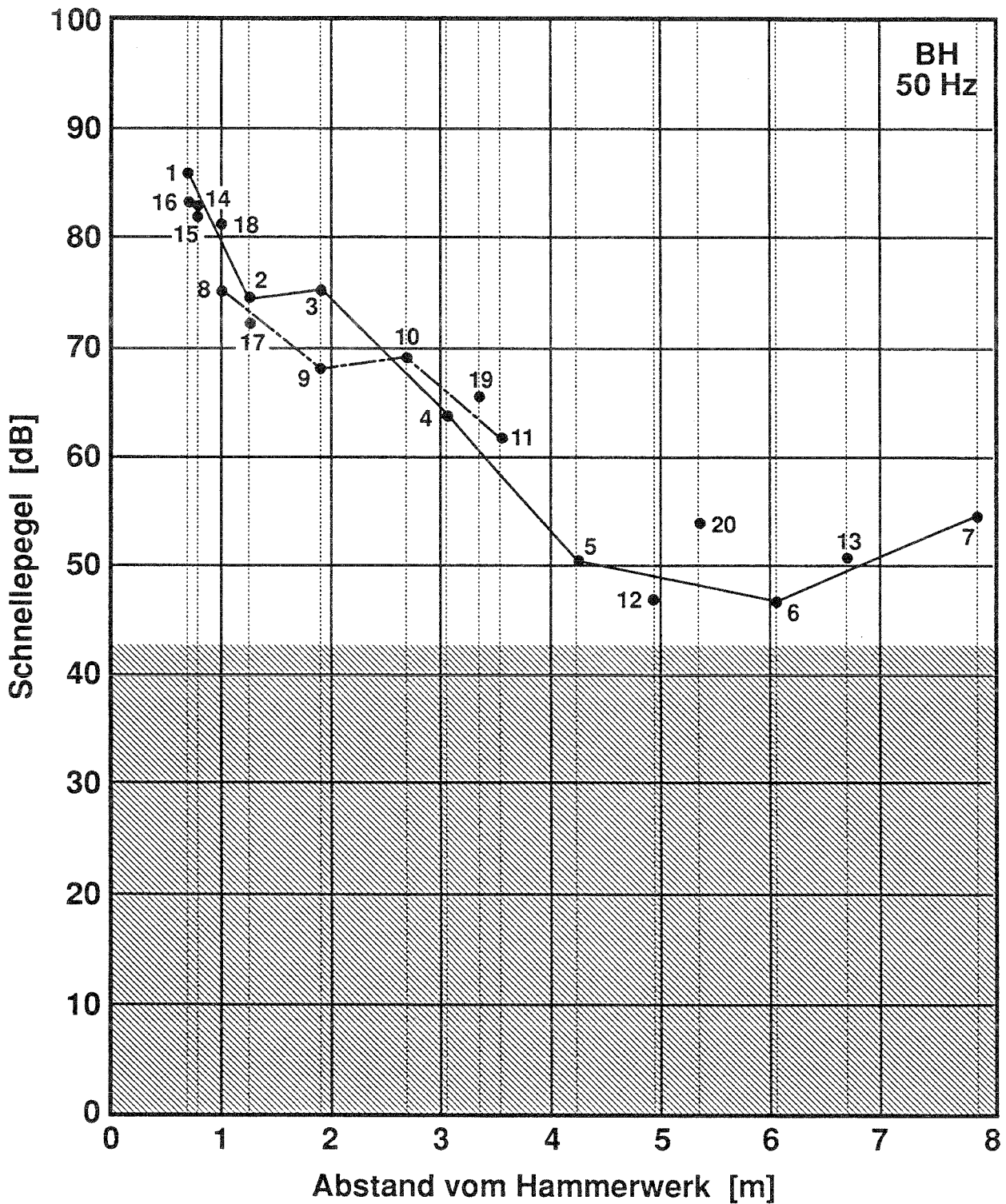


Bild O.7: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

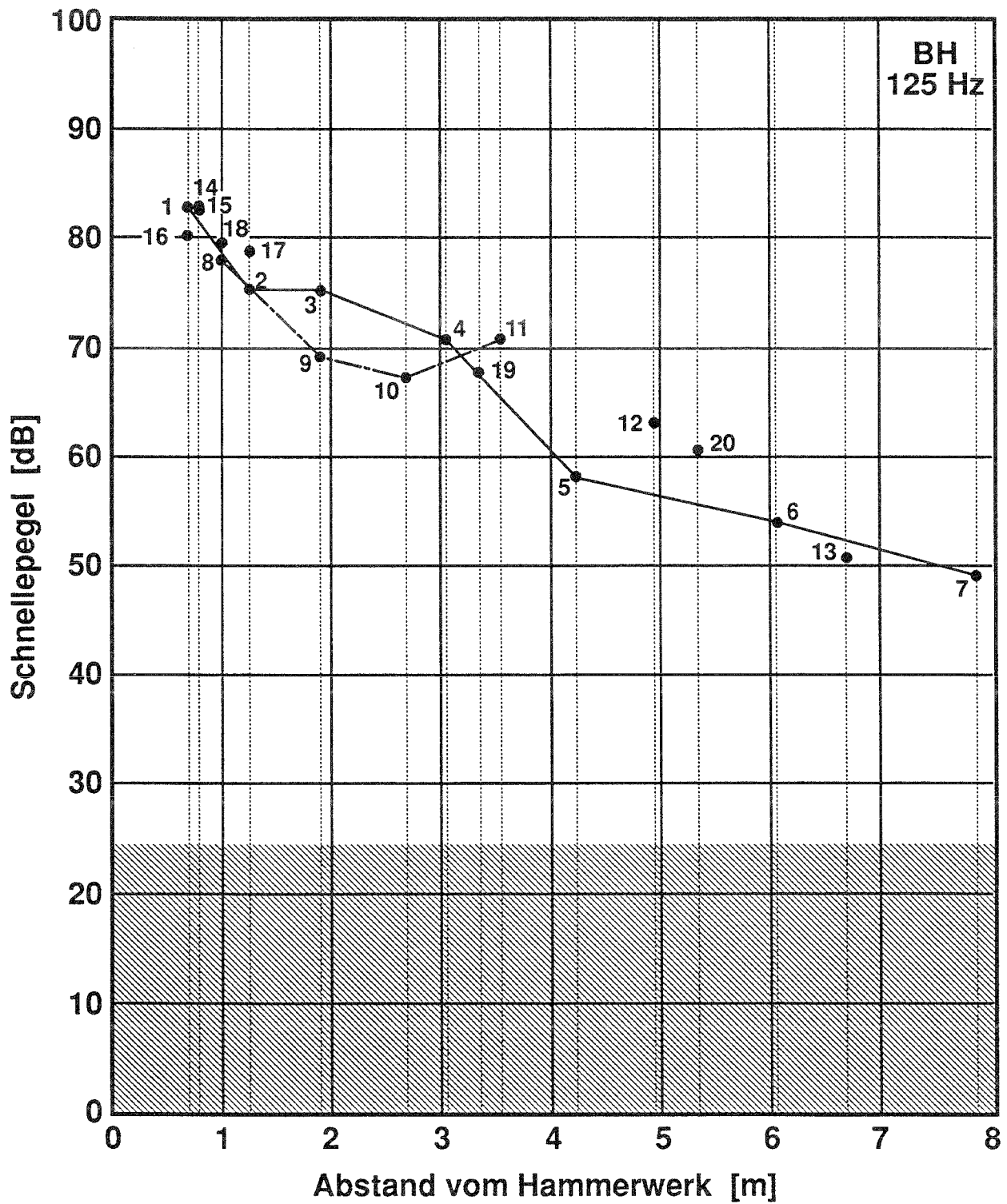


Bild O.8: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

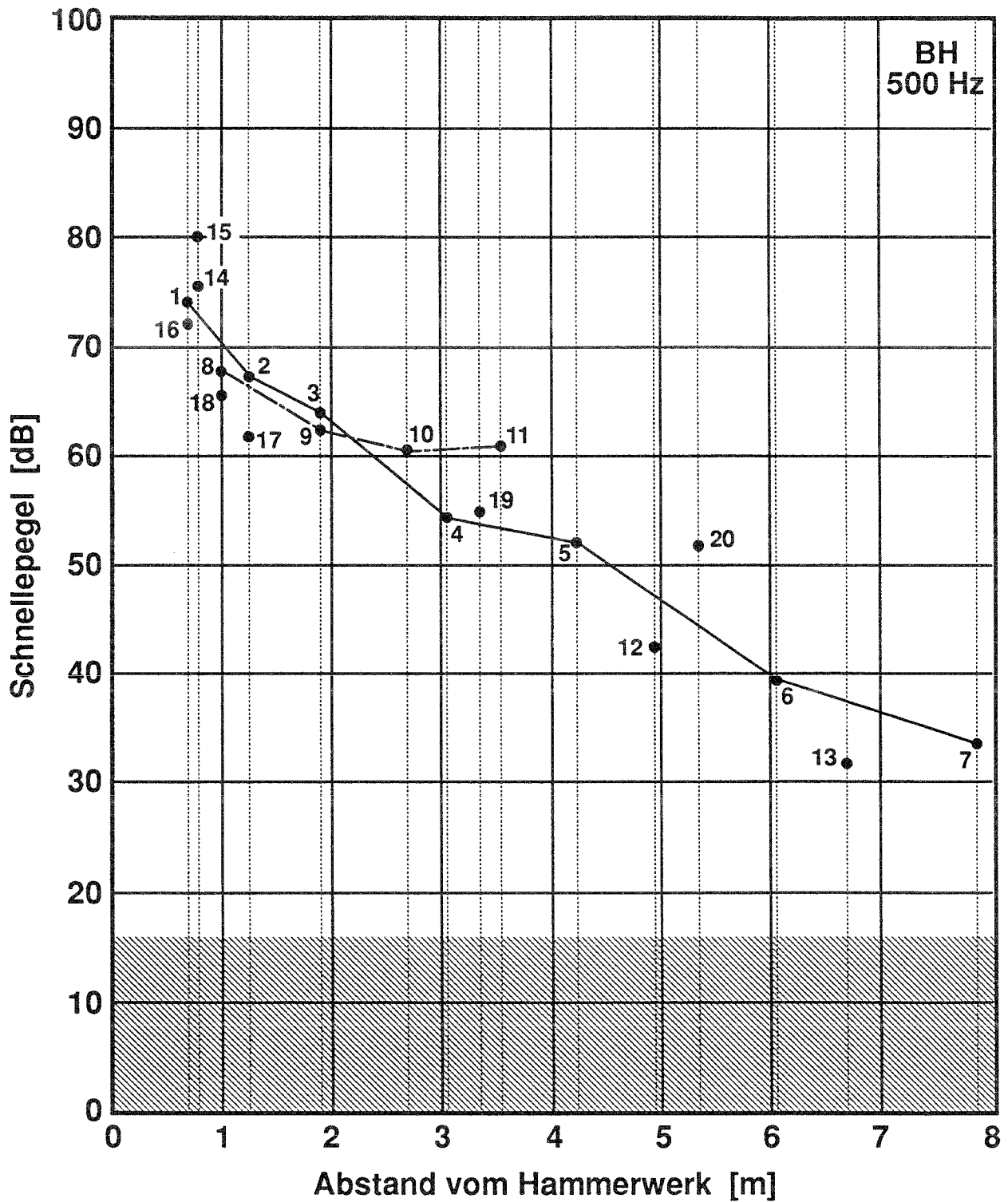


Bild O.9: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

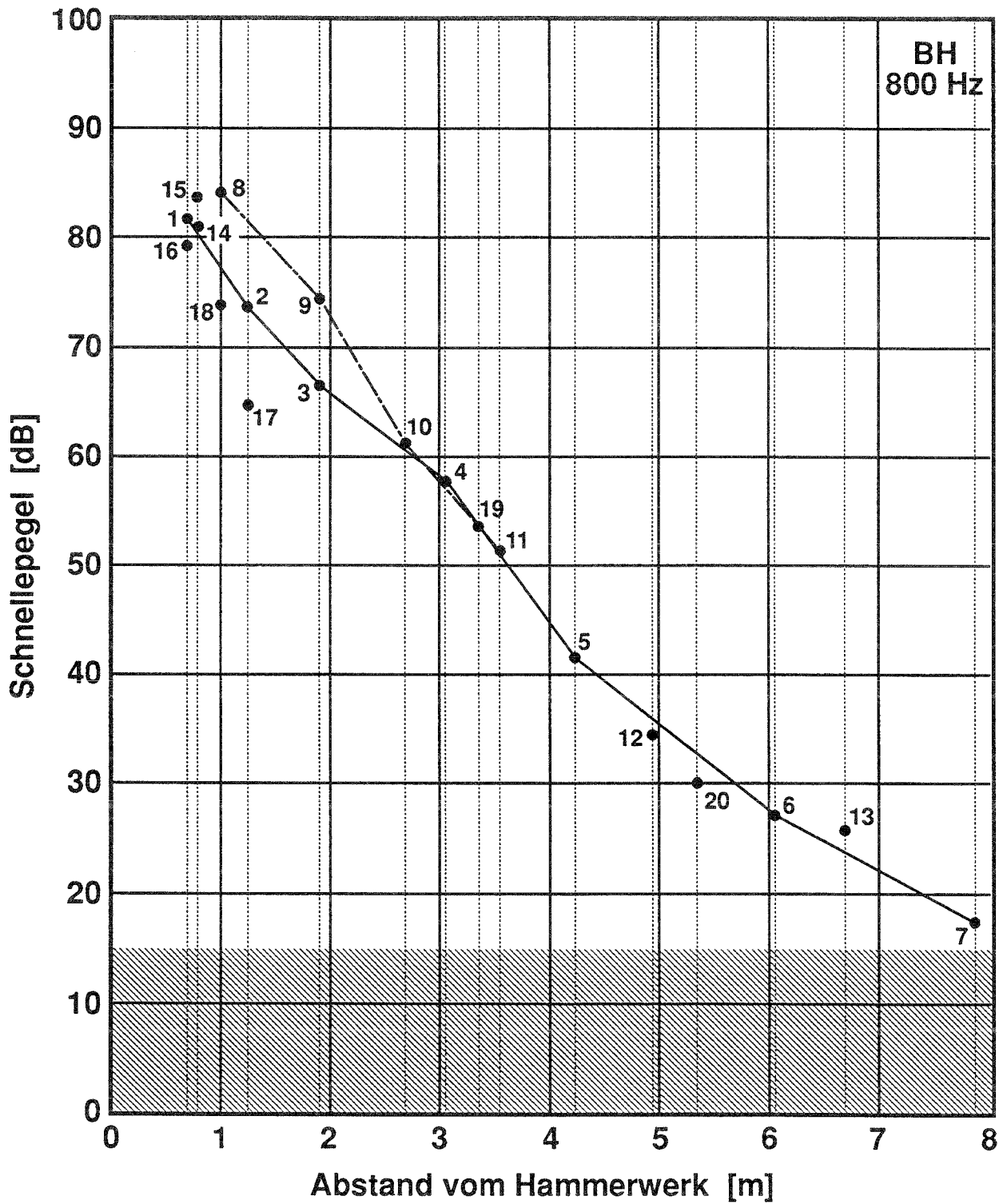


Bild O.10: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

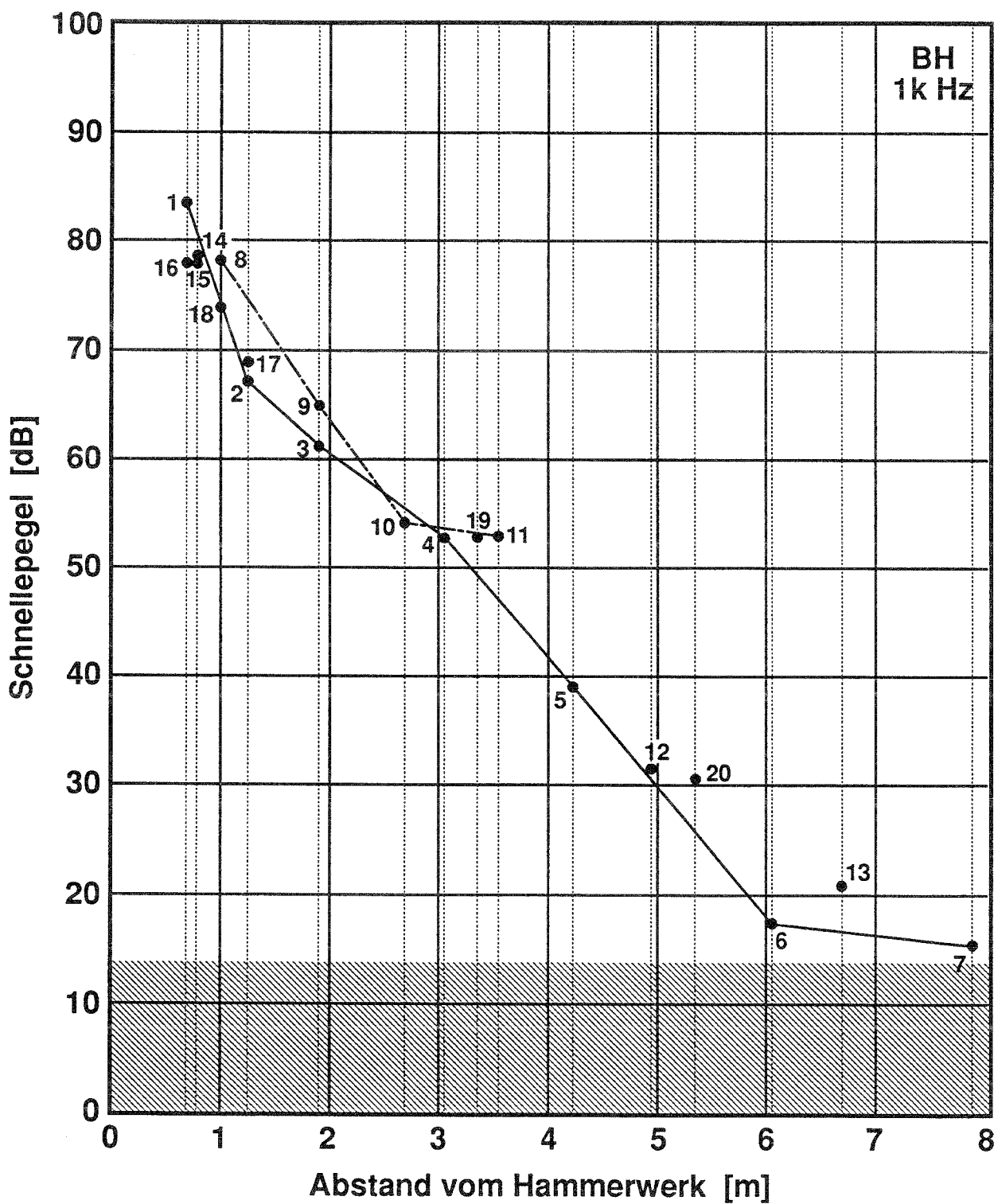


Bild O.11: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

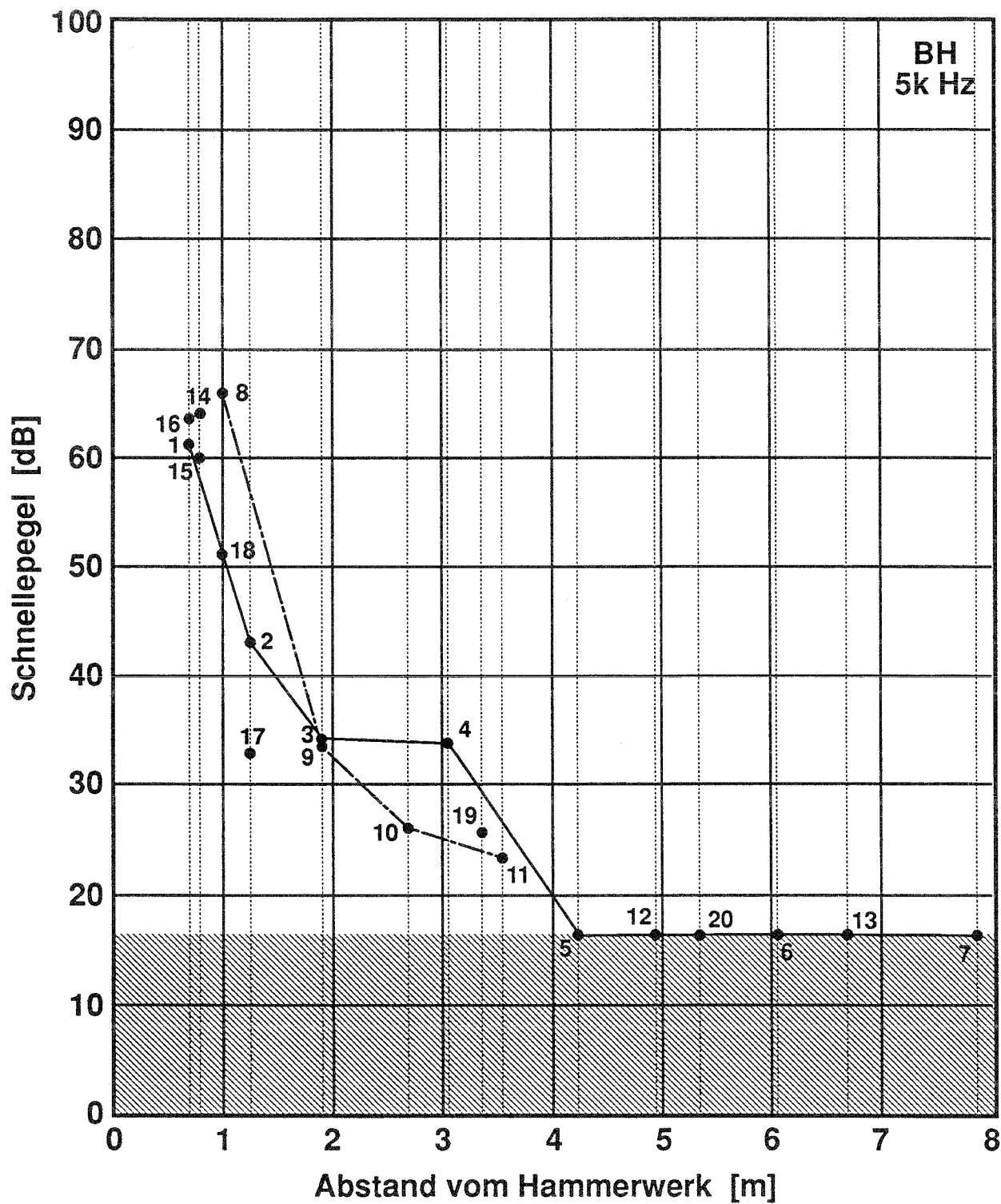


Bild O.12: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

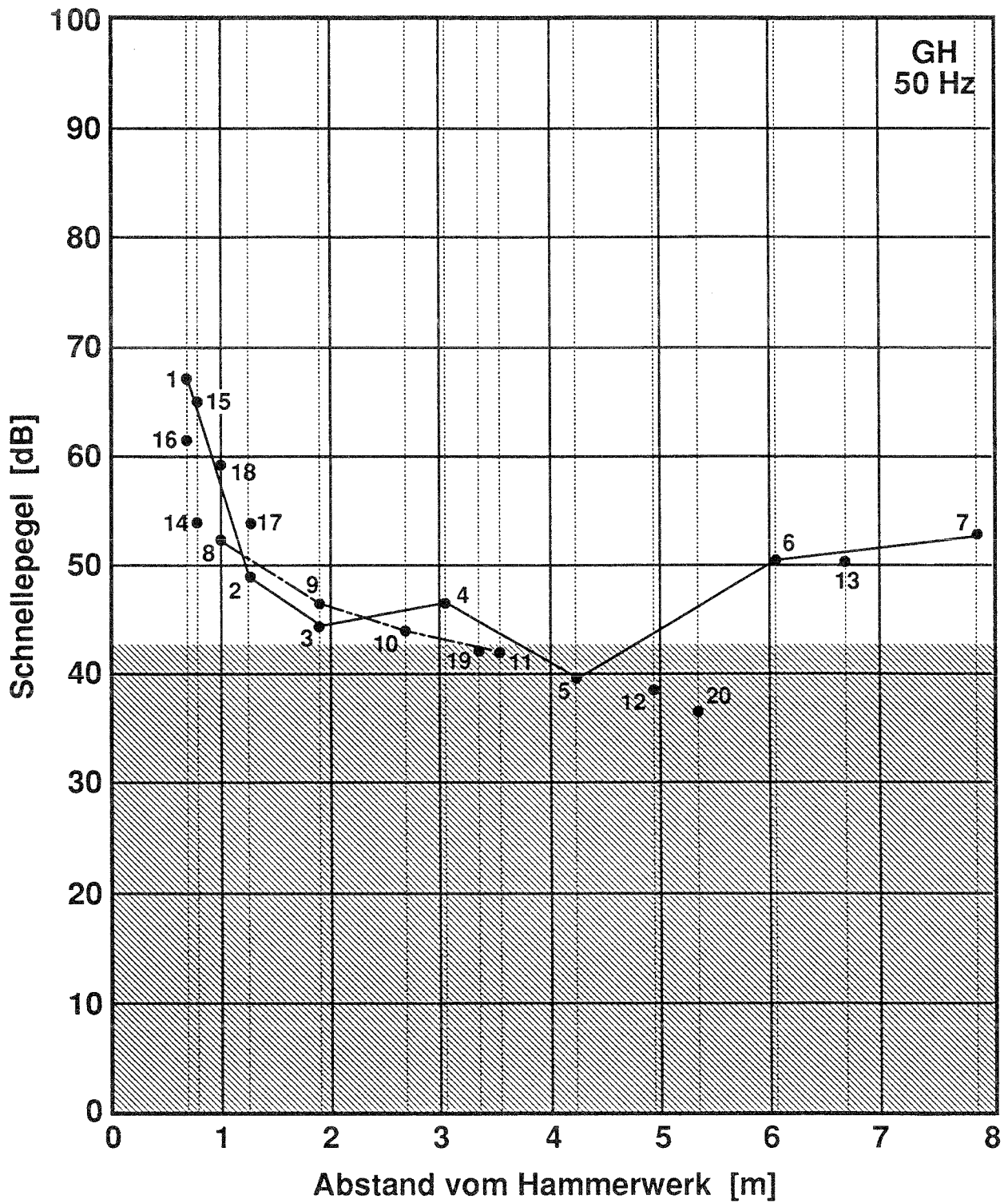


Bild O.13: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

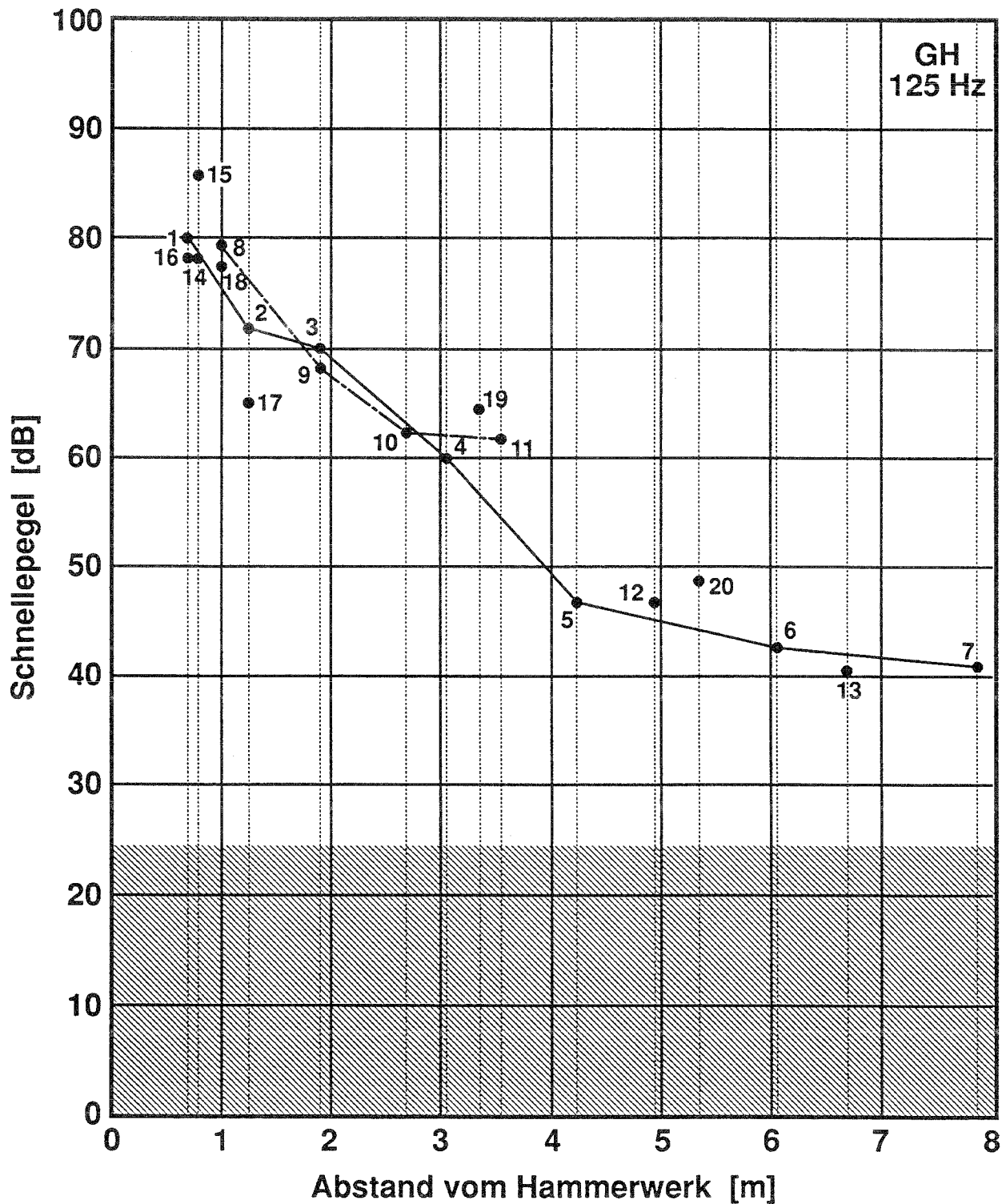


Bild O.14: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

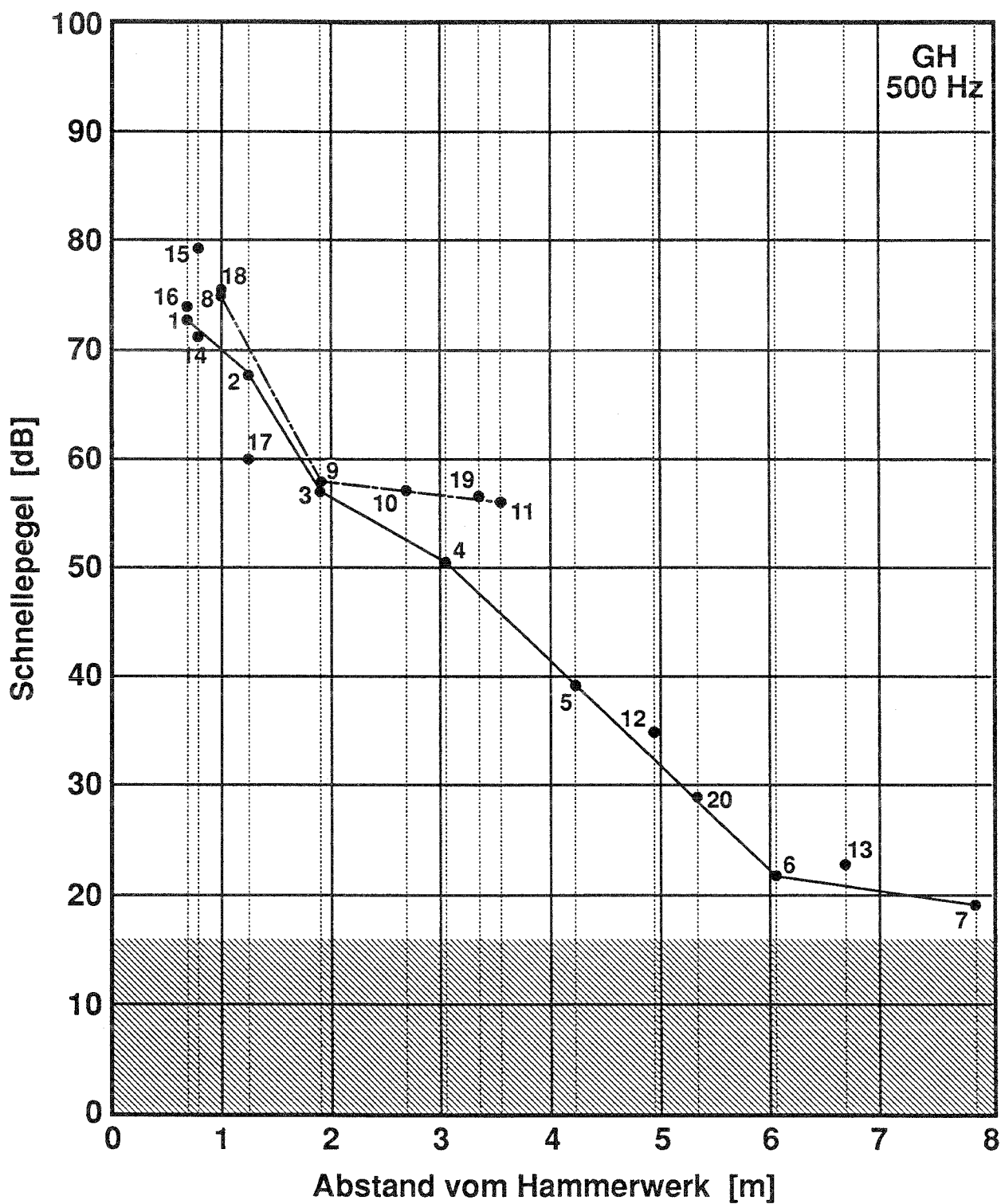


Bild O.15: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

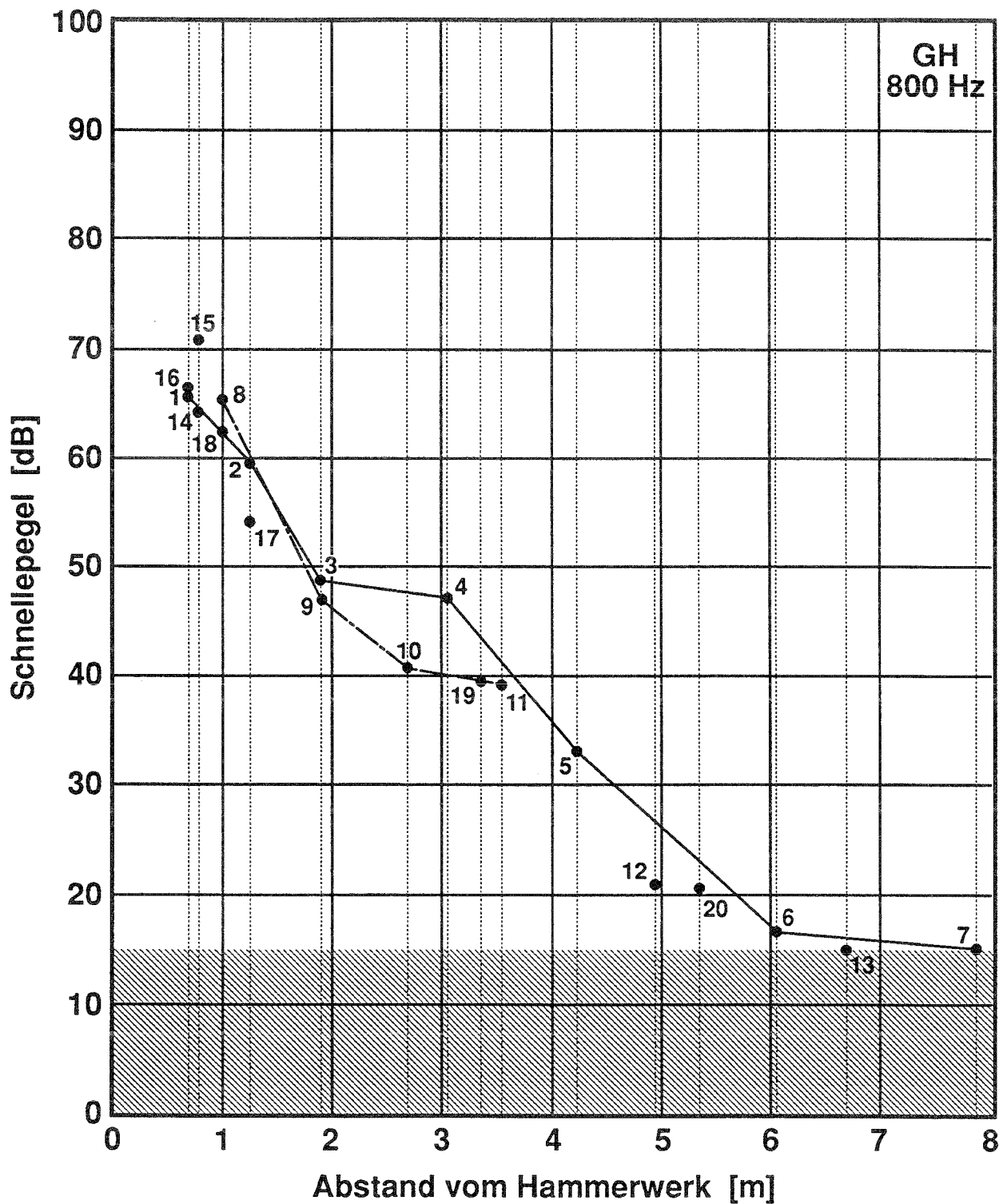


Bild O.16: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

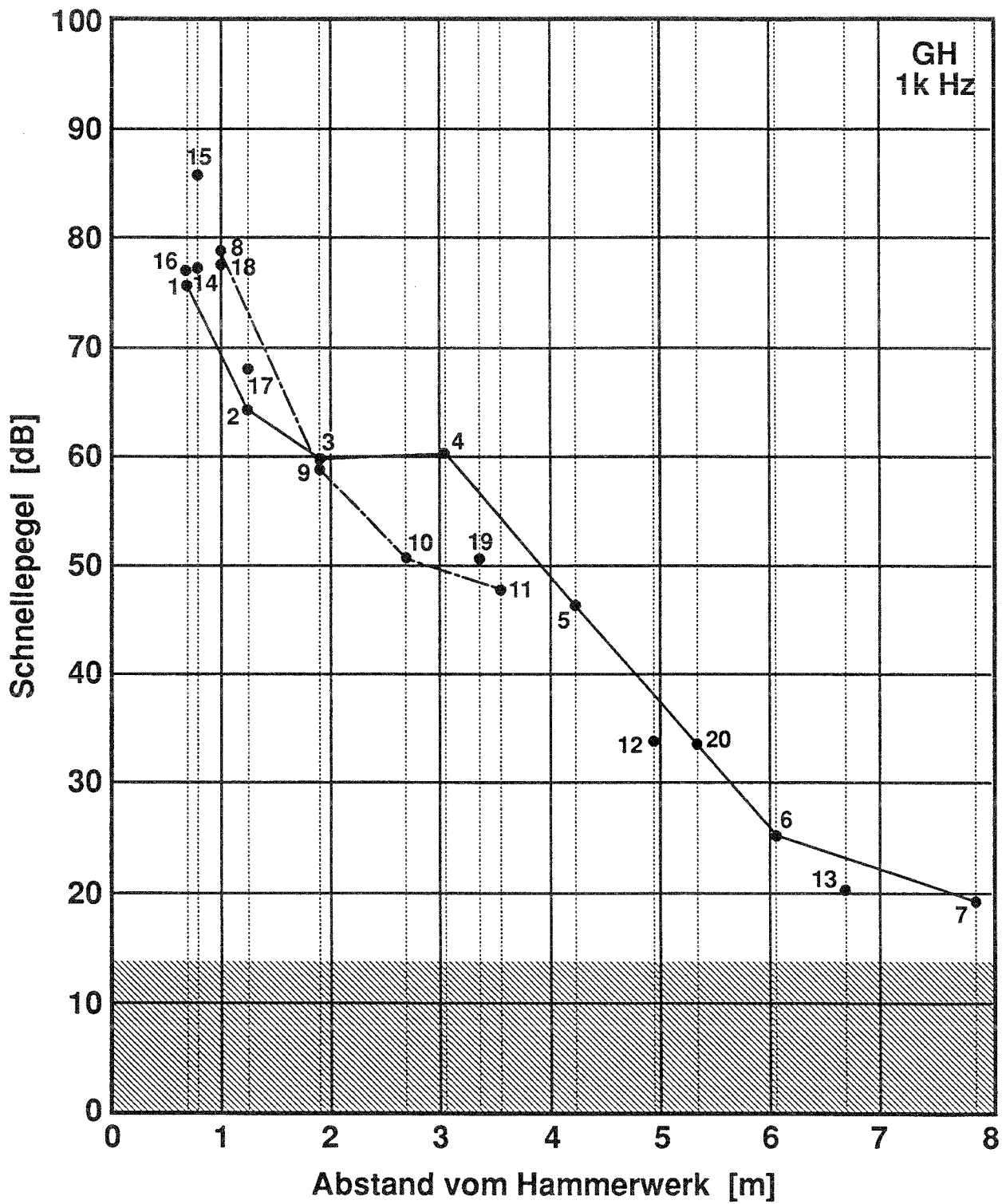


Bild O.17: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

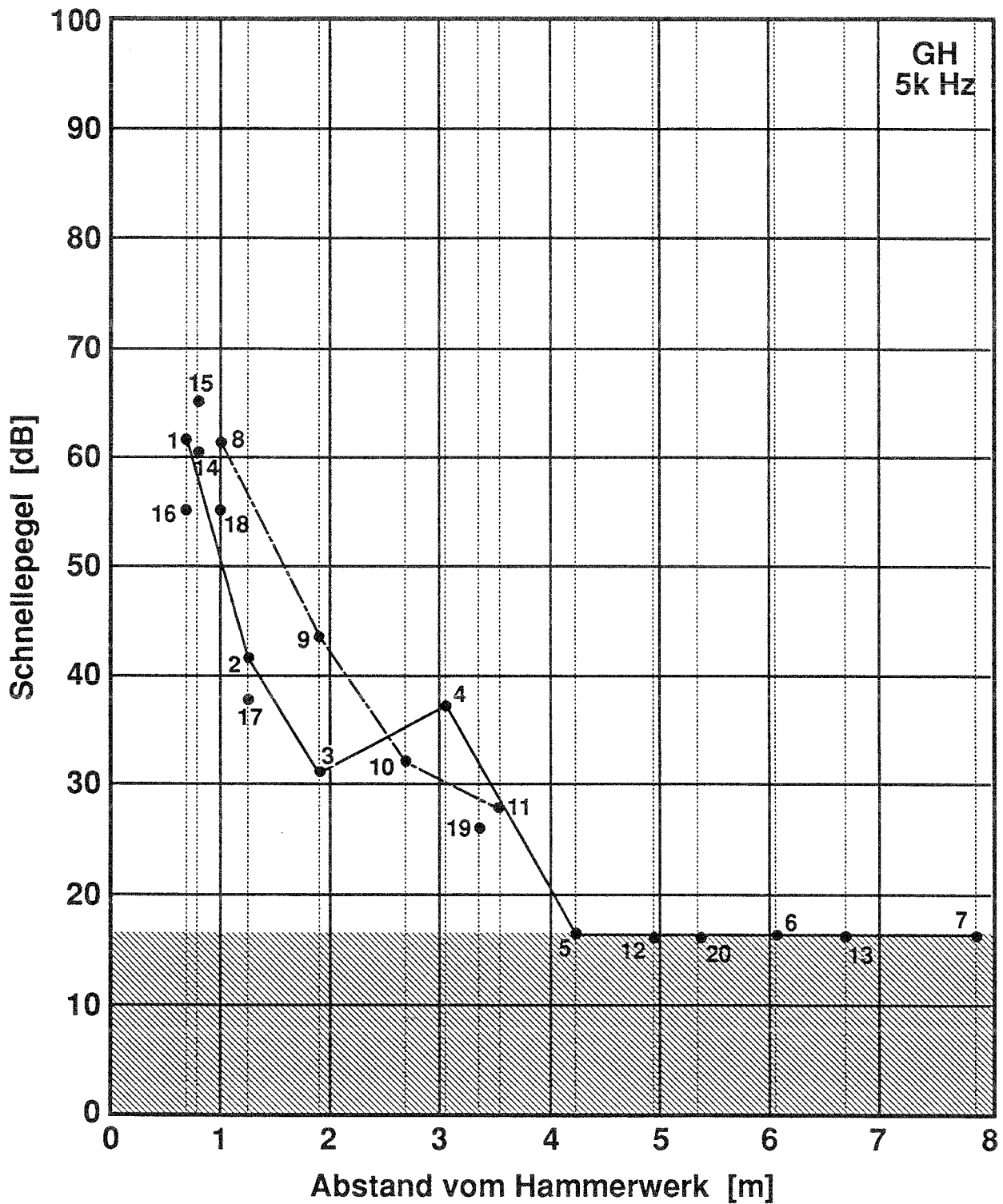


Bild O.18: Schnellepegel auf den Platten 1 bis 20 bei Anregung der Platte "Q" (vgl. Bild 33) mit dem Normhammerwerk (gerastert: Abschätzung des Störpegels).

Schnellepegel auf Doppelbodenplatten mit und ohne Randeinspannung

Die Messungen mit Randeinspannung sind die in Anhang O teilweise gezeigten. Die Messungen ohne Randeinspannung wurden entsprechend durchgeführt, nachdem die elastischen Randstreifen, die Spanplattenteile und die Holzkeile (vgl. Anhang I) entfernt worden waren.

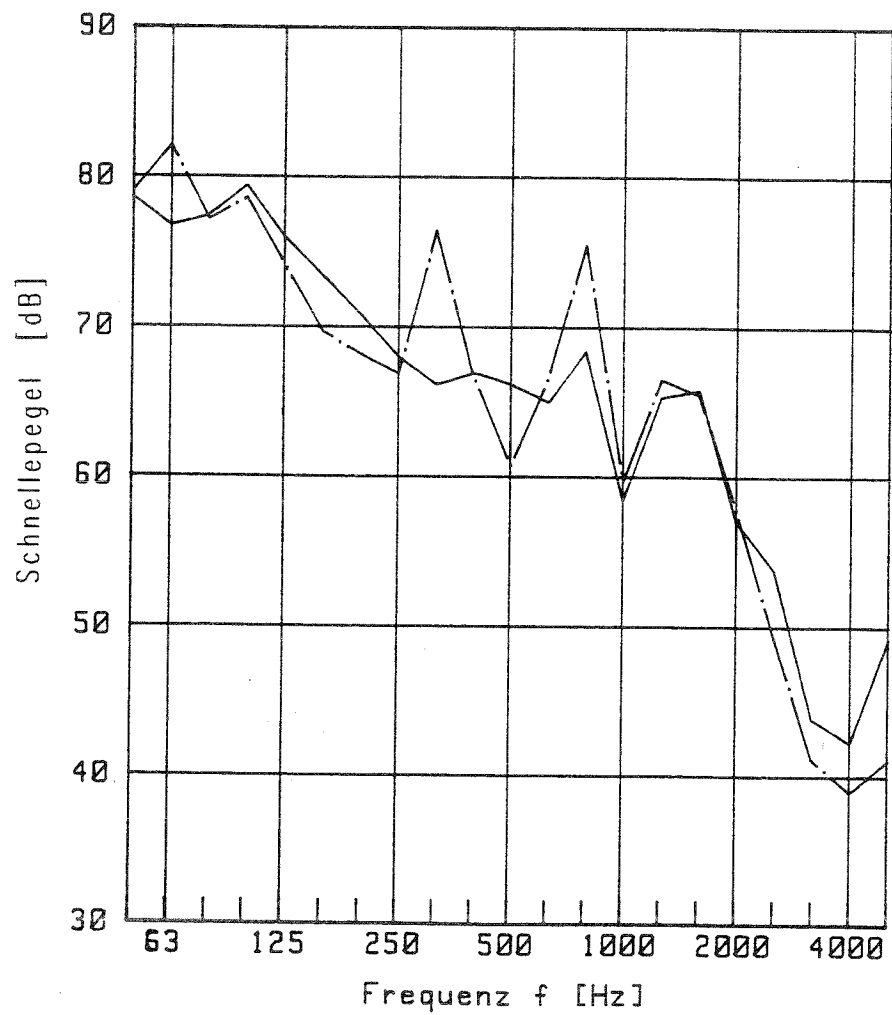


Bild P.1: Schnellepegel auf Platte Nr. 8 des Bodens AH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

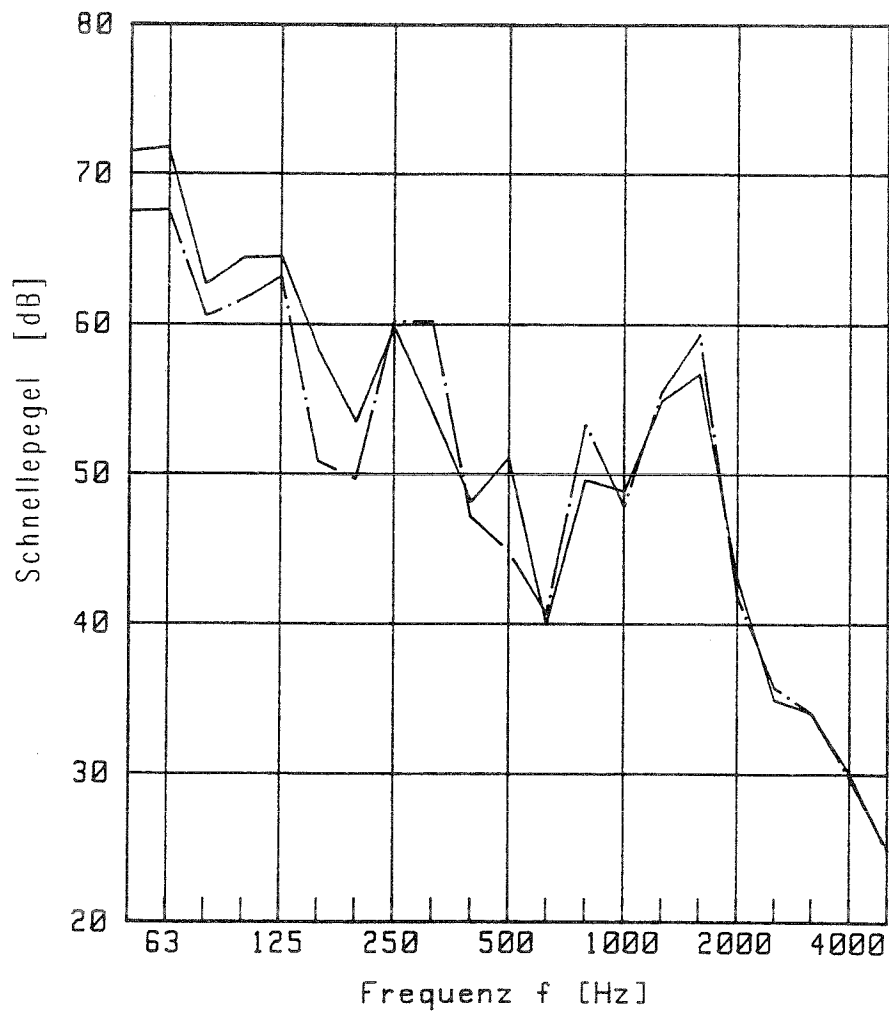


Bild P.2: Schnellepegel auf Platte Nr. 10 des Bodens AH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

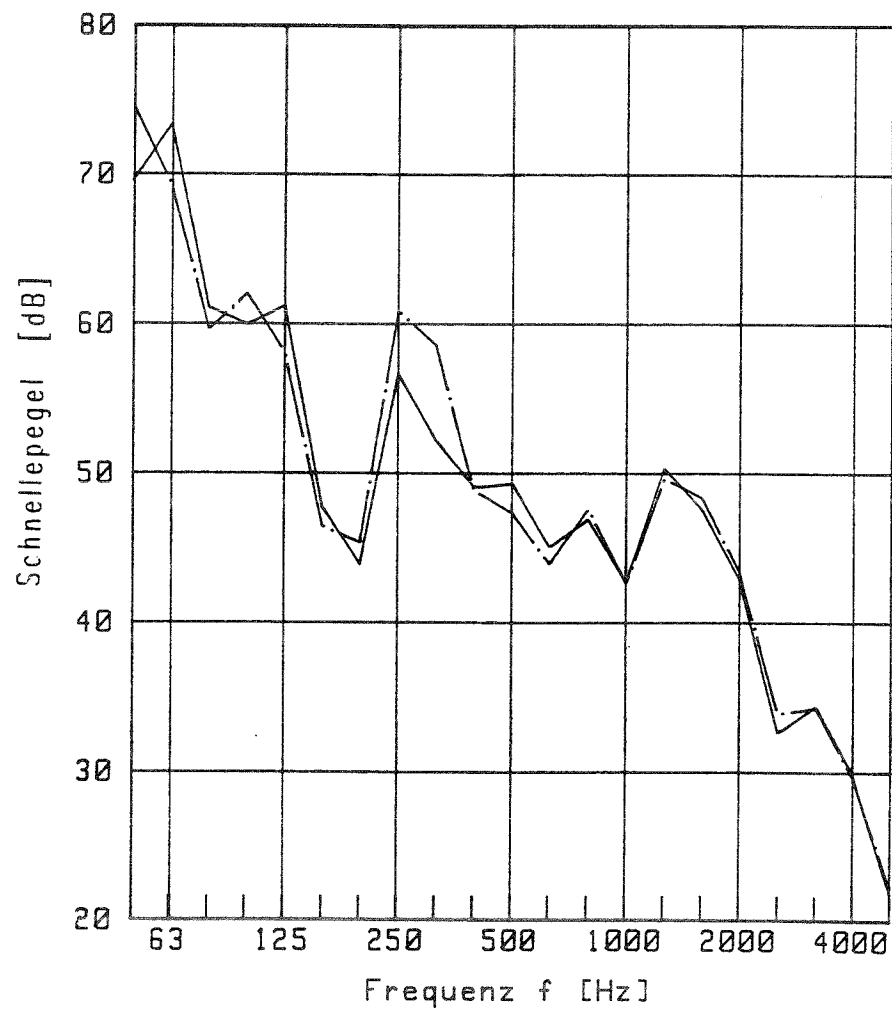


Bild P.3: Schnellepegel auf Platte Nr. 4 des Bodens AH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

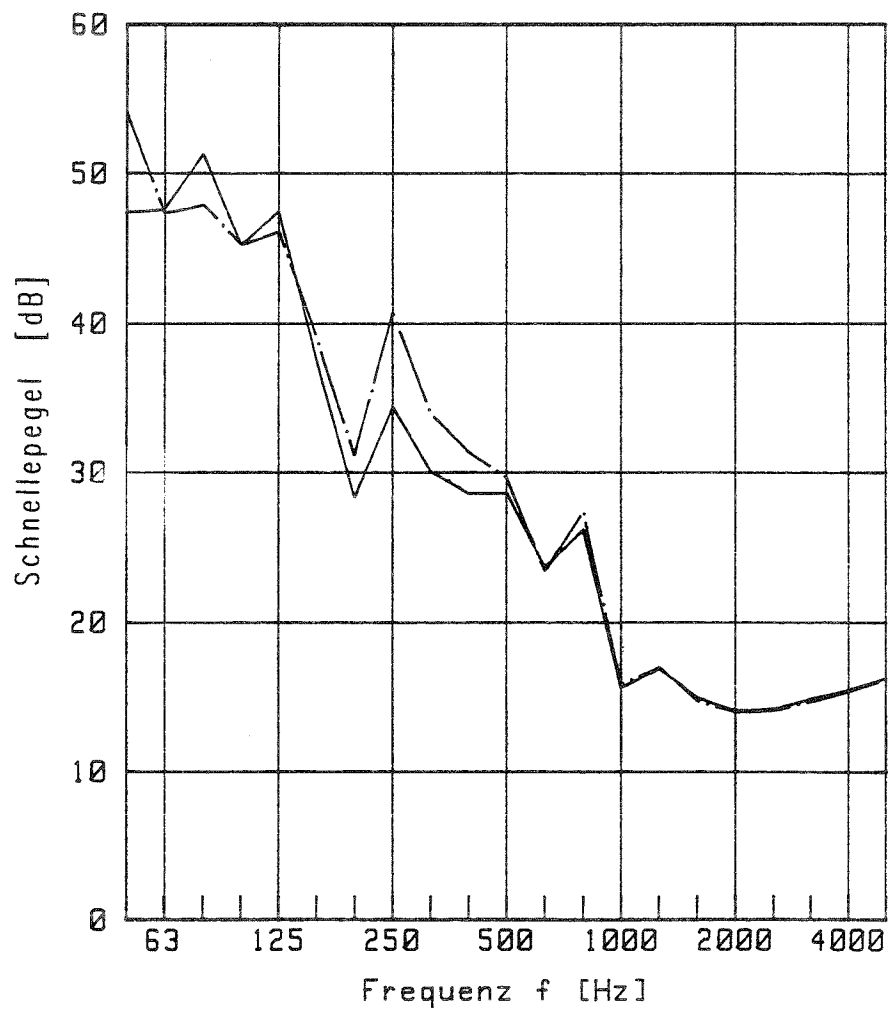


Bild P.4: Schnellepegel auf Platte Nr. 12 des Bodens AH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

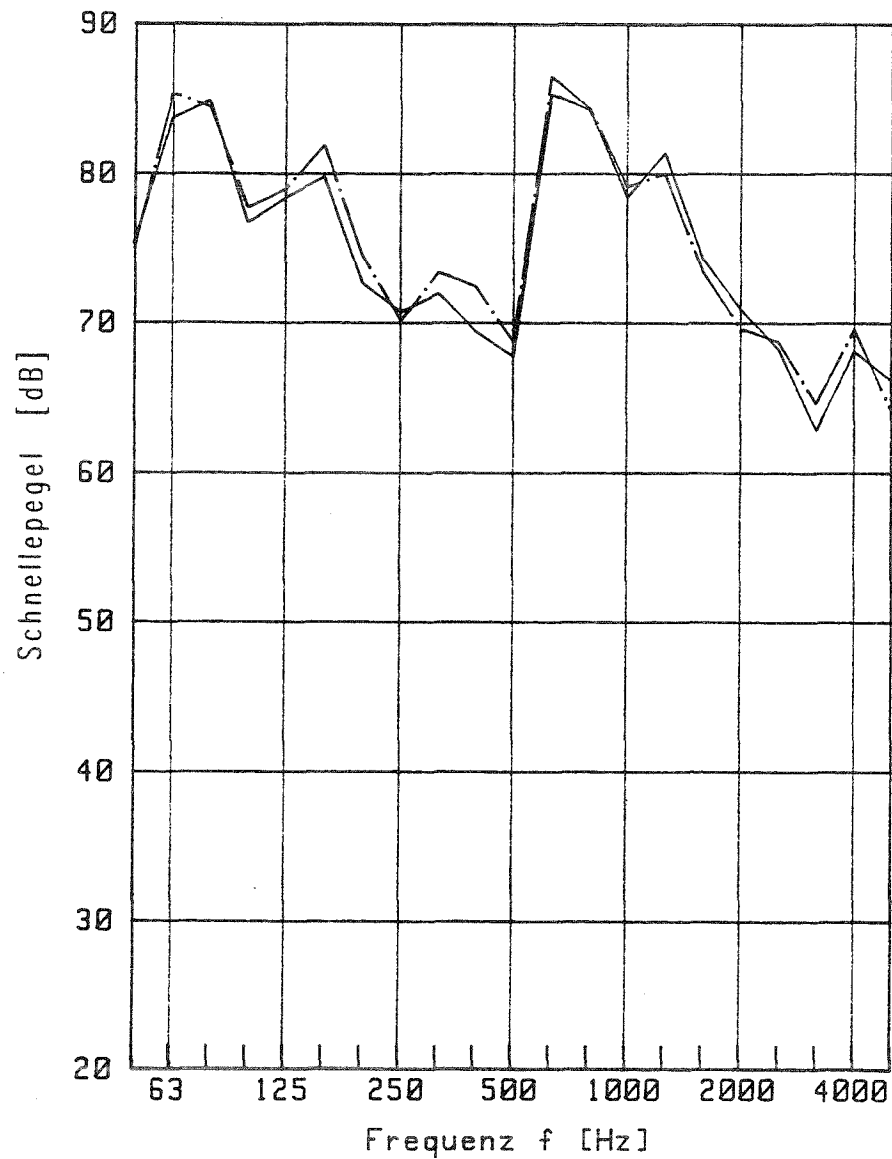


Bild P.5: Schnellepegel auf Platte Nr. 8 des Bodens BH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

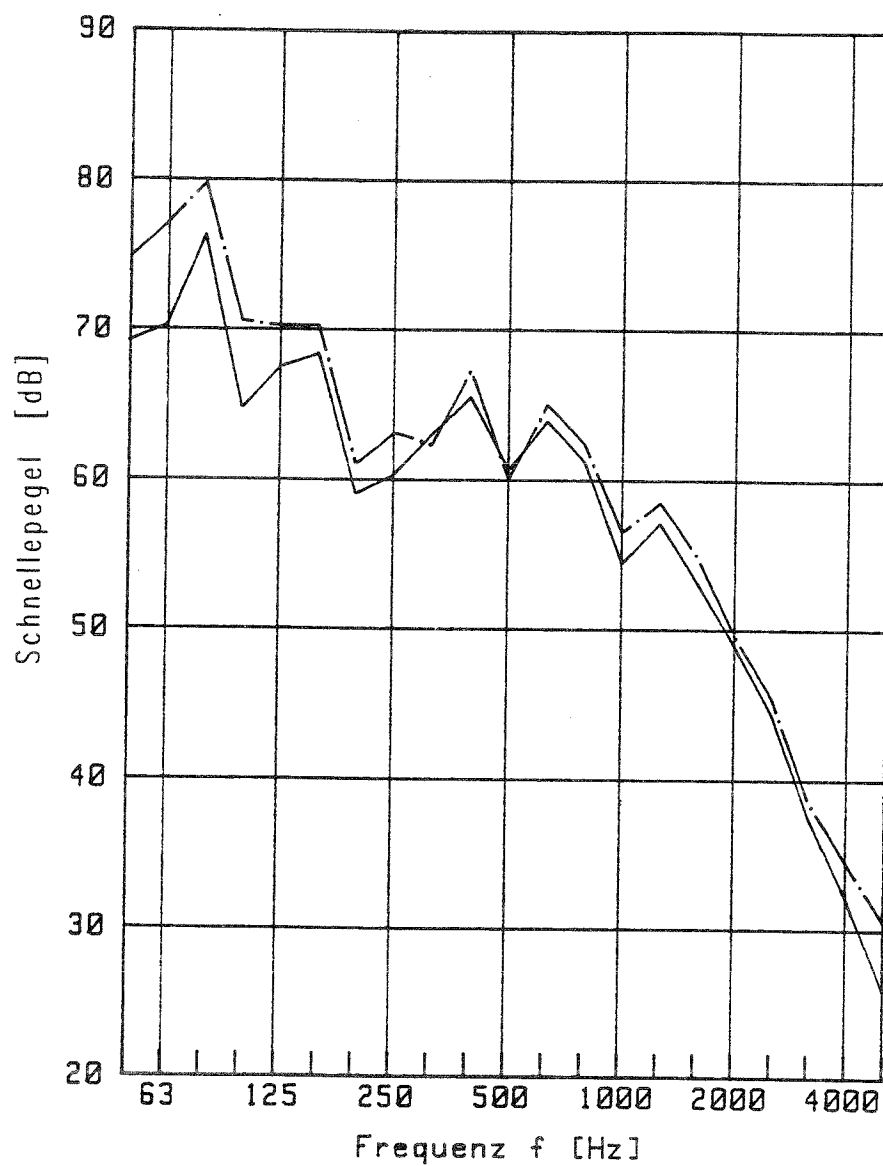


Bild P.6: Schnellepegel auf Platte Nr. 10 des Bodens BH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

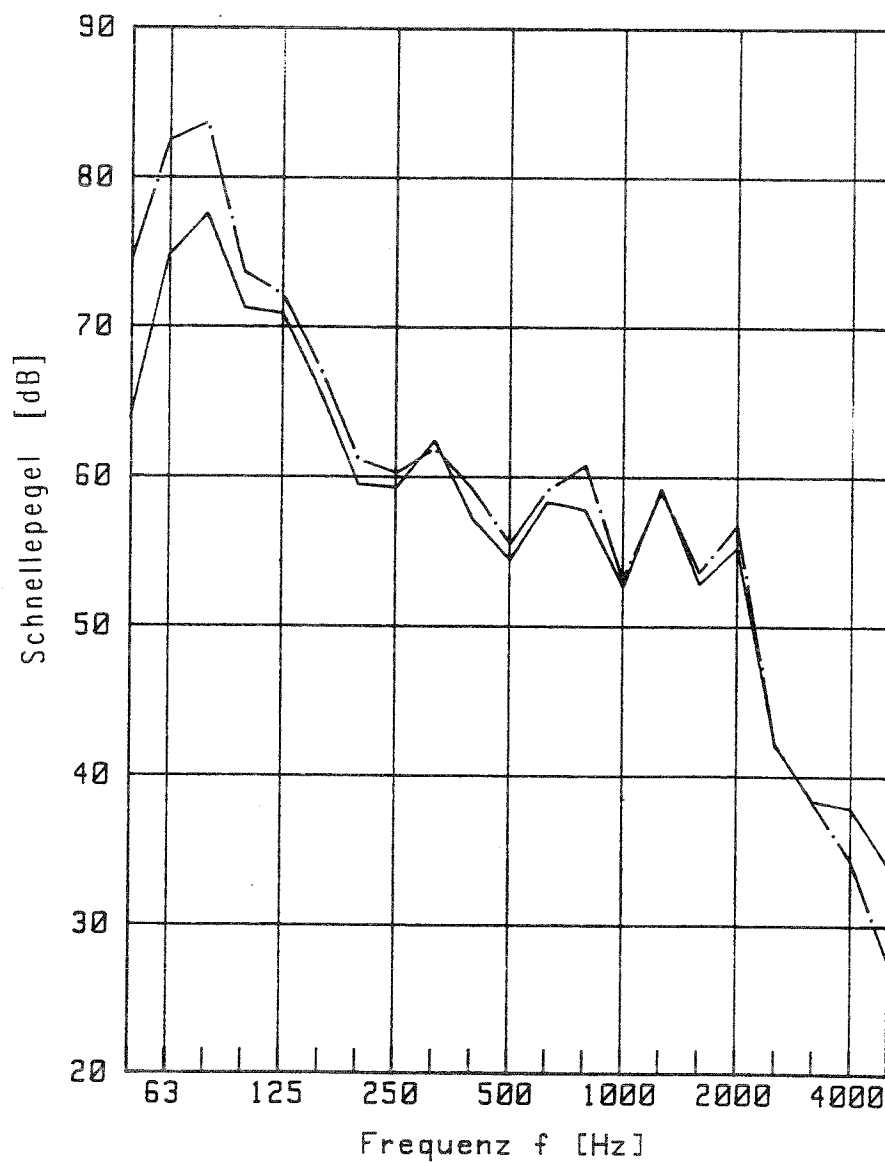


Bild P.7: Schnellepegel auf Platte Nr. 4 des Bodens BH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

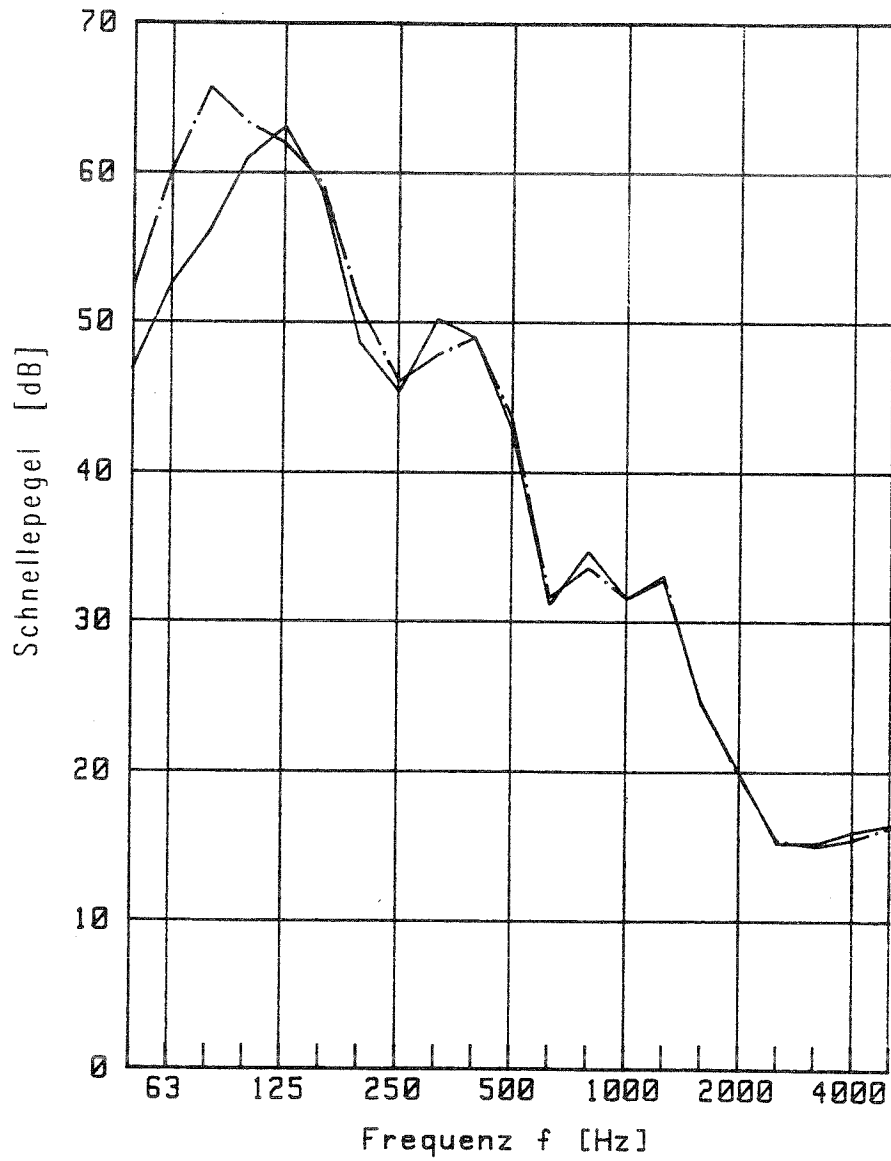


Bild P.8: Schnellepegel auf Platte Nr. 12 des Bodens BH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

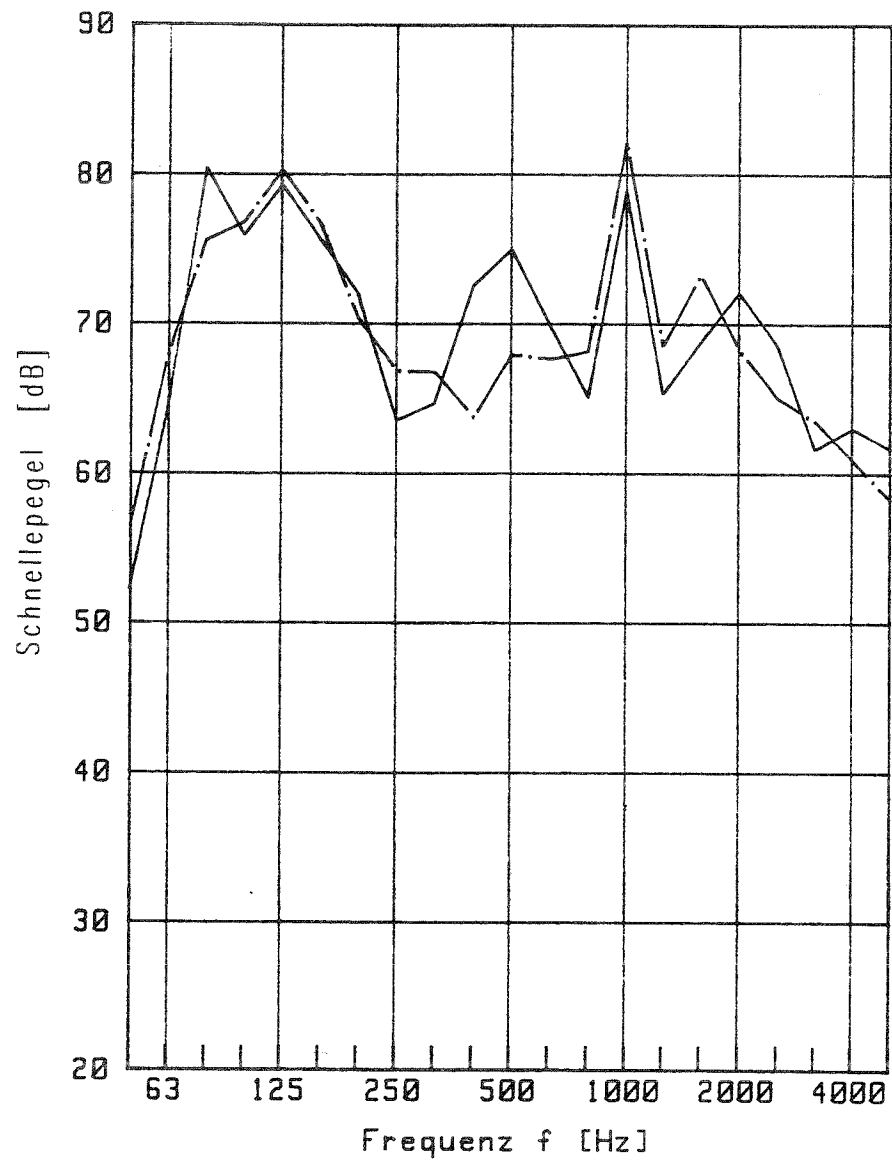


Bild P.9: Schnellepegel auf Platte Nr. 8 des Bodens GH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

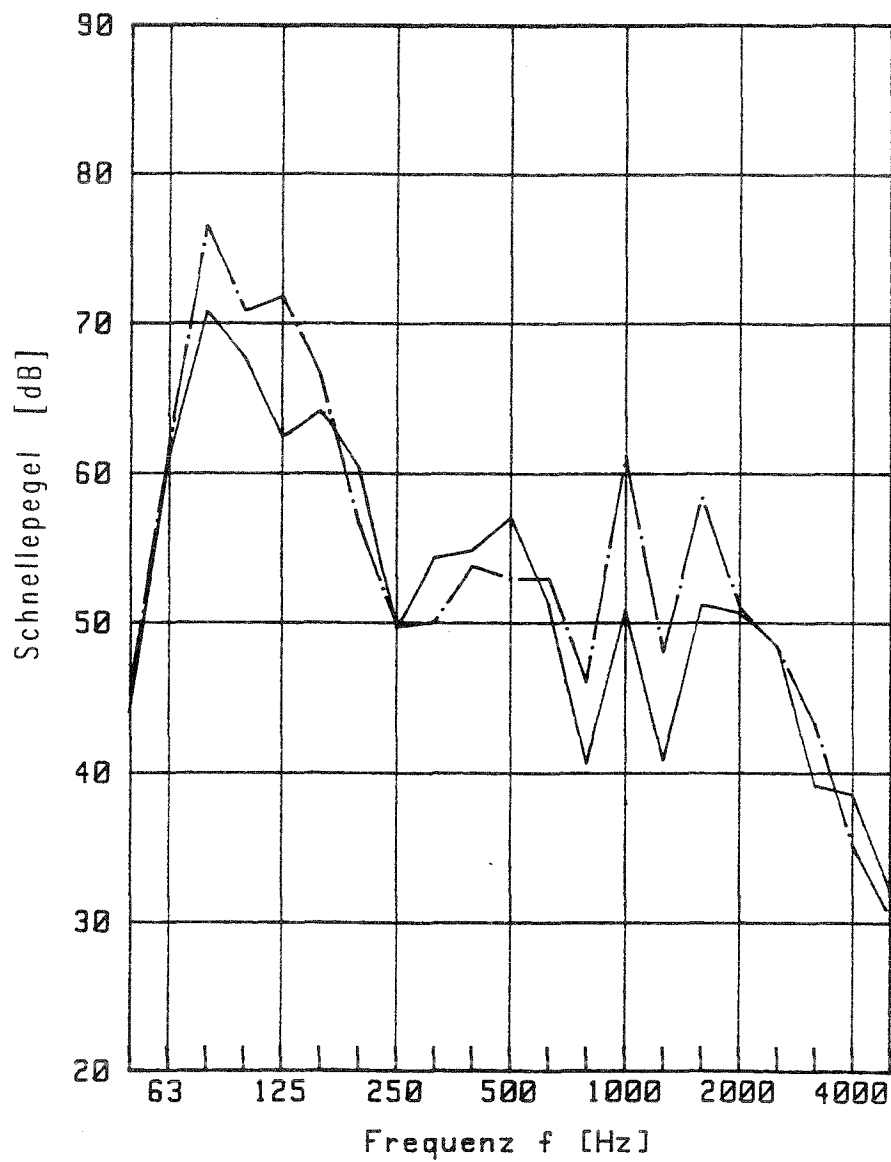


Bild P.10: Schnellepegel auf Platte Nr. 10 des Bodens GH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

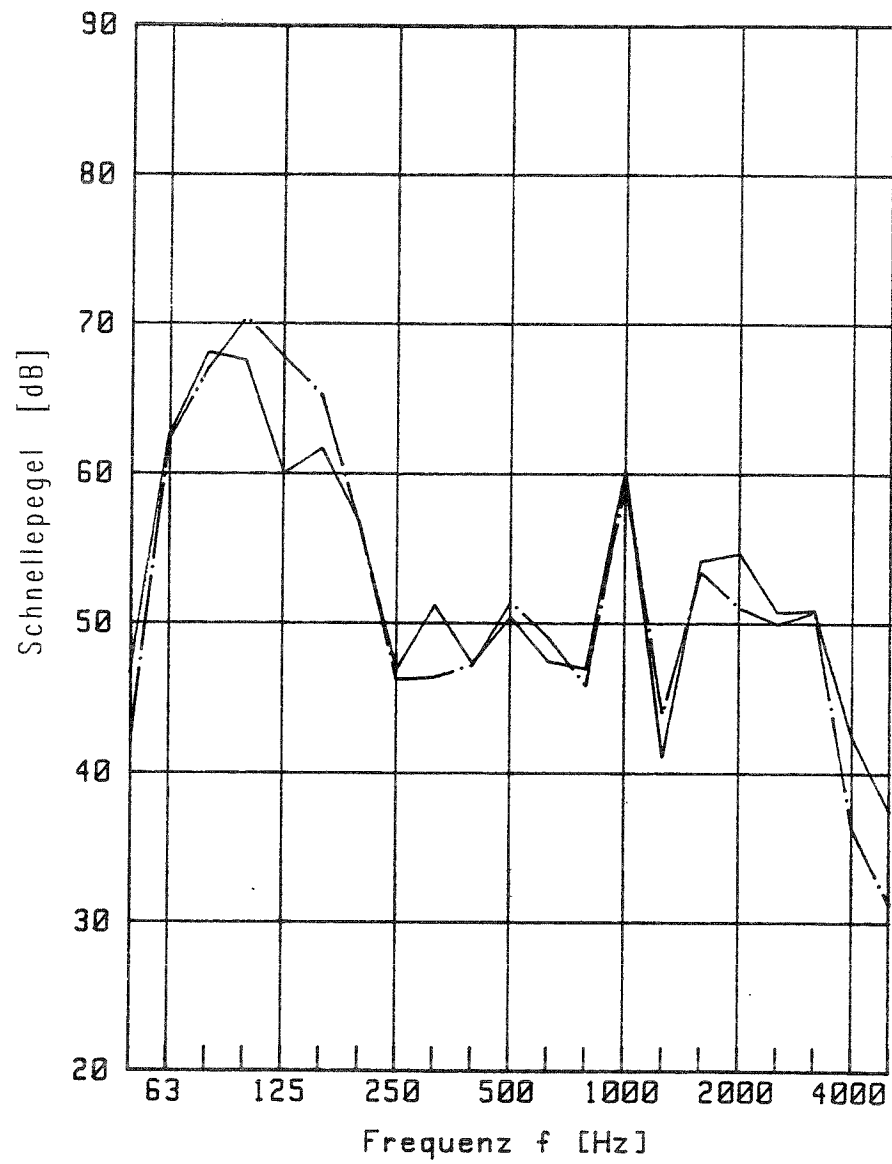


Bild P.11: Schnellepegel auf Platte Nr. 4 des Bodens GH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

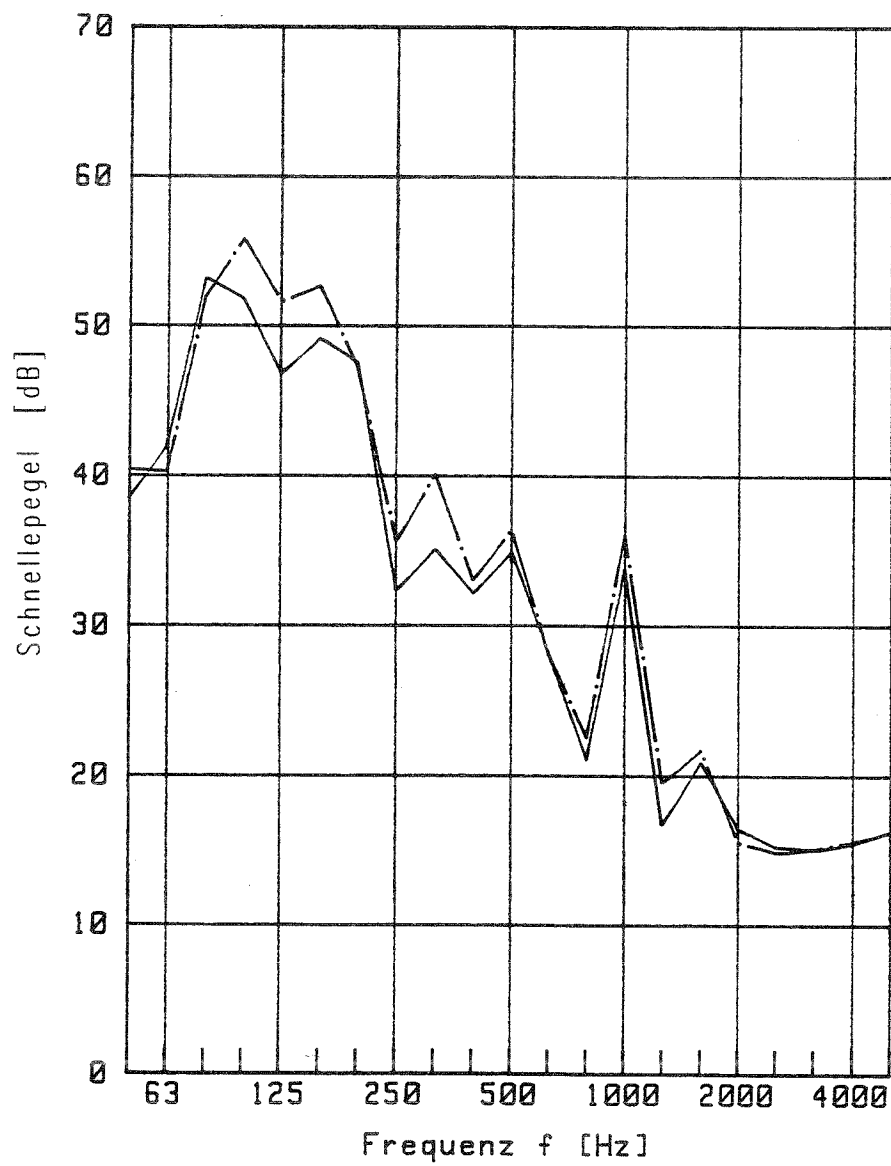


Bild P.12: Schnellepegel auf Platte Nr. 12 des Bodens GH mit (—) und ohne (— · —) Randeinspannung bei Anregung durch ein Normhammerwerk auf Platte Q.

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Institutsleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Dr. E.h. Karl A. Gertis

Amtlich anerkannte Prüfstelle für die Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten
Forschung · Entwicklung · Prüfung · Demonstration · Beratung

Investigation of Acoustical Properties and of "Boom Effects" of Access Floors

IV 1-5-658/91

Summary

The propagation of structure-borne sound in access floors depends both on the vibrational properties of the constituent panels and on the connections between them, especially on the kind of edges and on the horizontal forces between panels. In order to characterize single panels extensive modal-analysis measurements have been performed on 25 different kinds of panels. Average admittance curves (vibrational fingerprints so to speak) have been obtained from the measured transfer functions. An often well developed mode ("saddle mode") provides an additional characteristic feature. Its frequency is used for the determination of the effective bending stiffness of a panel. On the basis of these quantities it was studied, how differences in material, in support and covering of the panels affect the vibrational behaviour. In a second series of modal-analysis measurements with arrangements of six or nine adjacent panels the effects of neighbouring panels on the panel vibration and the propagation of vibration from one panel to its neighbours have been investigated. Strong horizontal forces can both suppress panel vibrations and increase the vibration transmission from panel to panel. Finally, in a third series of measurements with three access floors mounted in a testing facility, airborne and impact sound insulation in horizontal direction, structure-borne sound propagation and walking noise have been measured and some additional modal analysis has been carried out. A "boom effect" during excitation by walking persons was not observed. It turned out that there is no simple relation between the horizontal sound insulation of an access floor and the properties of an individual panel because the connections between the panels, which are of great importance to the sound propagation, are different at different places of the floor and different for different floors. Thus, for a prediction of the horizontal sound insulation of access floors a model of structure-borne sound propagation is required which takes account of these circumstances (sound propagation in a medium with perturbed periodicity).

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Nobelstr. 12 · D-70569 Stuttgart · Postfach 80 04 69, D-70504 Stuttgart · Telefon (07 11) 9 70 - 00 · Telefax (07 11) 9 70 - 33 95
Miesbacher Str. 10 · D-83626 Valley · Postfach 11 52 · D-83601 Holzkirchen · Telefon (0 80 24) 643 - 0 · Telefax (0 80 24) 6 43 - 66
Plauener Straße 163-165 · D-13053 Berlin · Telefon (030) 97 83 - 31 15 · Telefax (030) 97 83 - 20 90

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

Institutsleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Dr. E.h. Karl A. Gertis

Amtlich anerkannte Prüfstelle für die Zulassung neuer Baustoffe, Bauteile und Bauarten
Forschung · Entwicklung · Prüfung · Demonstration · Beratung

Analyse des propriétés acoustiques et des effets de résonnement de planchers techniques

IV 1-5-658/91

Résumé

La propagation du bruit de structure dans le planchers techniques dépend des propriétés de vibration des différents panneaux et plus particulièrement de la forme des chants et du serrage. Afin de caractériser les différents panneaux, des analyses modales ont été réalisées sur 25 types de panneaux au sein d'une série de mesures étendue. Des admittances moyennes ont été calculées pour le panneau en question à partir des fonctions de transmission mesurées, ces admittances représentant en même temps une empreinte digitale du comportement vibratoire d'un panneau. Un mode souvent bien prononcé ("vibration de col") constitue une caractéristique supplémentaire dont la fréquence permet de calculer une rigidité flexionnelle effective. L'influence exercée par les différents matériaux des panneaux, par le type d'appui ainsi que par les revêtements posés sur la face inférieure et supérieure sur le comportement vibratoire a été déterminée à l'aide de ces données. L'influence exercée par les panneaux voisins sur les vibrations d'un panneau et la transmission des vibrations d'un panneau à l'autre ont été examinées par une série d'analyses modales supplémentaires réalisée sur diverses dispositions de six ou de neuf panneaux. Un fort serrage permet d'une part de supprimer les vibrations des panneaux et d'augmenter d'autre part la propagation du bruit de structure d'un panneau à l'autre. Finalement, au cours d'une troisième série réalisée avec trois planchers techniques posés sur le banc d'essai, la transmission horizontale dans l'air et du bruit d'impact, la propagation du bruit de structure et les bruits de marche ont été mesurés et des analyses modales ont été réalisées. Un résonnement n'a pas pu être observé. Il a pu être démontré qu'il n'existe pas de relation simple entre les grandeurs acoustiques d'un plancher technique et les propriétés des différents panneaux étant donné que les contacts décisifs pour la transmission du bruit d'un panneau à l'autre sont d'une part soumis à des fluctuations locales et qu'ils diffèrent d'autre part dans le cas des différents planchers techniques. Pour pouvoir pronostiquer les grandeurs acoustiques de planchers techniques, il est par conséquent nécessaire de développer un modèle de propagation du bruit de structure qui tient compte de ces faits (propagation du bruit dans un milieu à périodicité perturbée).