

## Werk

**Jahr:** 1932

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:8

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0008

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0008](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0008)

**LOG Id:** LOG\_0073

**LOG Titel:** Laufzeitkurve und Ausbreitung der elastischen Raumwellen im Erdinnern.

**LOG Typ:** section

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN101433392X

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

(bzw. 80) Höhen  $h$  wird durch Benutzung der Vorrichtung zurückgeführt auf die Berechnung der Integrale (5) aus 8 (bzw. 16) direkt abgelesenen Wertepaaren  $M, N$ . Diese Rechnung ist aber bei Annäherung der Integrale (5) durch Fouriersche Reihen leicht und schnell nach dem bekannten Schema der harmonischen Analyse empirischer Funktionen auszuführen und erfordert nur den fünften bis sechsten Teil der Arbeit, die bisher für die Berechnung der Geländekorrekturen nötig war. Dabei kann die Genauigkeit der Annäherung mit Hilfe der Vorrichtung ohne Vermehrung der Rechenarbeit noch gesteigert werden.

Die mechanische Ausführung der Vorrichtung bietet keine Schwierigkeiten, da die Konstanz der Nullage nur für einige Minuten während der Vermessung eines Aufstellungspunktes verlangt wird. Bei der Vermessung der nächsten Station kann die Nullage ruhig eine andere sein, da in der nachfolgenden Rechnung alle additiven Konstanten herausfallen. Temperatureinwirkungen schaden also nichts, wenn nur während der wenigen Minuten der Messung keine großen Änderungen eintreten.

Göttingen, 5. Oktober 1932.

## Laufzeitkurve und Ausbreitung der elastischen Raumwellen im Erdinnern\*)

### I. Die Geschwindigkeit der $P$ - und $S$ -Wellen im Mantel

Von **H. Witte**, Kassel — (Mit 5 Abbildungen)

Es werden die Ergebnisse der Berechnungen der Geschwindigkeitsverteilung der Raumwellen mit der Tiefe mitgeteilt, die auf den von H. Jeffreys Januar 1932 veröffentlichten Laufzeiten für die normalen  $P$ - und  $S$ -Wellen beruhen und nach dem Herglotz-Wiechertschen Verfahren ausgeführt worden sind. Die Kurven verlaufen ziemlich glatt und lassen nur in 900 bis 1000 km und in 2600 bis 2700 km Tiefe Diskontinuitätsflächen vermuten. Gleichzeitig werden die aus dem Geschwindigkeitsverhältnis der Wellen errechneten Werte für die Poissonsche Konstante  $\sigma$  bis zu einer Tiefe von 2700 km angegeben.

§1. Januar 1932<sup>1)</sup> hat H. Jeffreys neue Laufzeiten für die  $P_n$ - und  $S_n$ -Wellen für Herdentfernungen bis zu  $107.5^\circ$  bekannt gegeben. Diese unterscheiden sich von den bislang bekannten in charakteristischer Weise. Die Fig. 1 und 2\*\*) zeigen nämlich, daß die neuen Laufzeiten fast durchweg kürzer als die

\*) Dieser Vortrag, dessen erster Teil sich mit Untersuchungen von H. Witte befaßte (Göttinger Nachrichten, Math.-phys. Klasse 1932, S. 199—241), wurde von H. Jung-Göttingen gehalten, das Referat des ersten Teils hat H. Witte selbst übernommen.

\*\*) Diese Abbildungen sowie die folgenden sind der erwähnten, in den Göttinger Nachrichten erschienenen Arbeit: „Beiträge zur Berechnung der Geschwindigkeit der Raumwellen im Erdinnern“ entnommen.

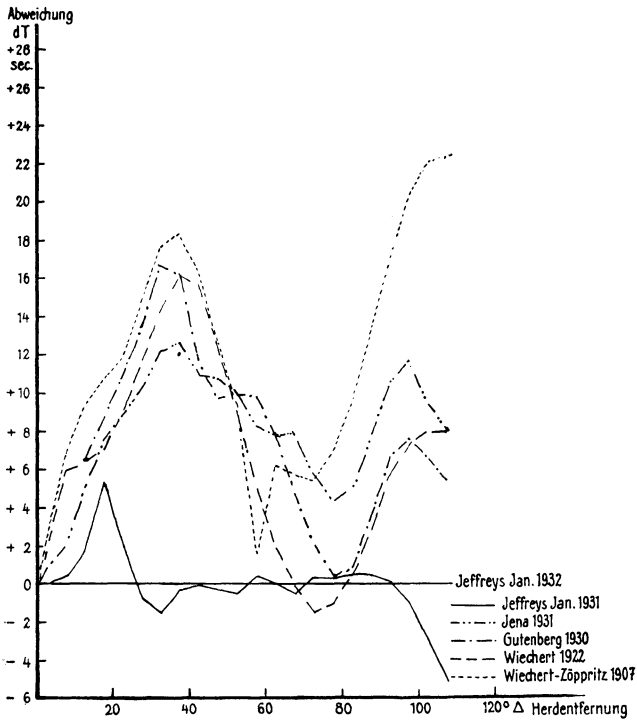


Fig. 1. Abweichungen verschiedener Laufzeiten für die normale P-Welle von den von H. Jeffreys Januar 1932 veröffentlichten

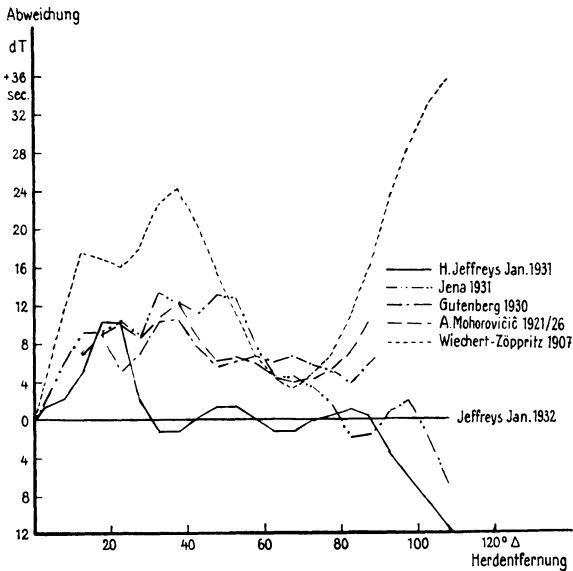


Fig. 2. Abweichungen verschiedener Laufzeiten für die normale S-Welle von den von H. Jeffreys Januar 1932 veröffentlichten

bisherigen sind. Dabei betragen die Abweichungen für Herdentfernungen zwischen  $35^0$  und  $40^0$  für die normale  $P$ -Welle mindestens etwa 12 sec, für  $S_n$  etwa 9 sec; bei Herdentfernungen zwischen  $70^0$  und  $80^0$  sind dieselben am kleinsten, ungefähr gleich Null bzw. — 2 sec. Bei noch größeren Entfernungen gehen die Laufzeiten wieder auseinander\*).

Die Erörterung der Gründe für diese Erscheinung soll zurückgestellt werden. Fest steht, daß die Zeiten das Ergebnis einer sorgfältigen Mittelung von 85 Erdbenaufzeichnungen aus der Zeit vom Januar 1923 bis März 1927 darstellen. Diese wurden dem International Seismological Summary entnommen. Jedes irgendwie anormal erscheinende Beben, sei es, daß z. B. eine größere Herdtiefe oder Doppelstöße vermutet werden konnten, wurde von der Bearbeitung nach einer auf H. Turner zurückgehenden statistischen Methode ausgeschlossen. In den Jeffreysschen Zeiten hätten wir mithin wohl sogenannte mittlere Laufzeiten vor uns.

Die Fragen, die uns interessierten, waren: 1. wie ändert sich die Geschwindigkeitsverteilung mit der Tiefe gegenüber der bereits bekannten infolge der eben festgestellten Abweichungen der Jeffreysschen Laufzeiten von den früheren? 2. in welchem Maße zeigt die neue Geschwindigkeitsverteilung noch eine Feinstruktur? Man könnte annehmen, daß nur aus einer mittleren Laufzeitkurve, falls man von einer solchen, nach dem, was man über ihre Existenz weiß, überhaupt sprechen darf, die wirklich vorhandenen großen Diskontinuitätschichten des Erdmaterials erkannt werden. Oder wird nicht vielleicht jeglicher Unterschied verwischt werden?

§ 2. Die Jeffreysschen Laufzeiten sollen nach dem Herglotz-Wiechertschen Verfahren bearbeitet werden, und zwar nur nach demselben. Es soll nicht der Weg von B. Gutenberg eingeschlagen werden, der die letzte uns bekannte Geschwindigkeitsverteilung<sup>2)</sup> nicht nur aus Laufzeiten, den von A. Mohorovičić 1921 veröffentlichten, sondern auch aus den Energieverhältnissen der direkten und einfach reflektierten Raumwellen bestimmt hat.

Da die Laufzeiten von H. Jeffreys sich auf eine mittlere Herdtiefe beziehen, müssen sie noch auf  $h = 0$  reduziert werden. Diese Rechnung kann zur Zeit noch nicht exakt genug durchgeführt werden, da wir die mittlere Tiefe des Herdes und den Abstand von der  $P_n$ -Schicht mit der erforderlichen Genauigkeit noch nicht angeben können. Zudem hat sich gezeigt, daß der absolute Betrag der Korrektionsglieder innerhalb der Unsicherheit liegt, mit der die unmittelbaren Laufzeiten angegeben worden sind. Daher kann vorläufig von einer Umrechnung Abstand genommen werden.

Das Ergebnis der Rechnungen zeigen die Fig. 3 und 4. Aus den Daten für  $v_1$  und  $v_{1r}$  ist noch die Poissonsche Konstante  $\sigma$  für Tiefen bis zu 2700 km errechnet

---

\*) In einer brieflichen Mitteilung deutet Jeffreys an, daß innerhalb des Gebietes  $\Delta = 20^0$  bis  $40^0$  die Laufzeiten wahrscheinlich noch kleiner (bis zu 8 sec) sein werden.

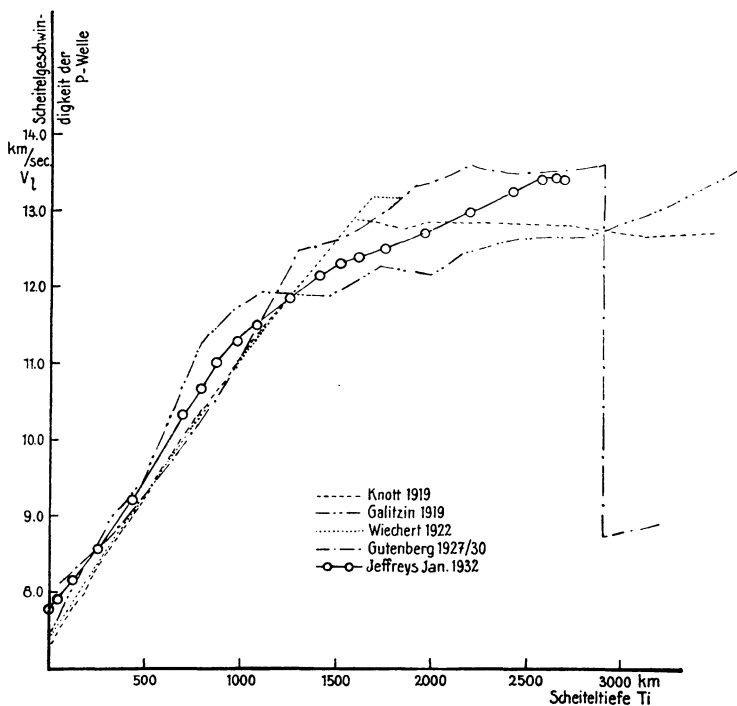


Fig. 3. Scheitelgeschwindigkeit der P-Welle als Funktion der Scheiteltiefe  $T_i$

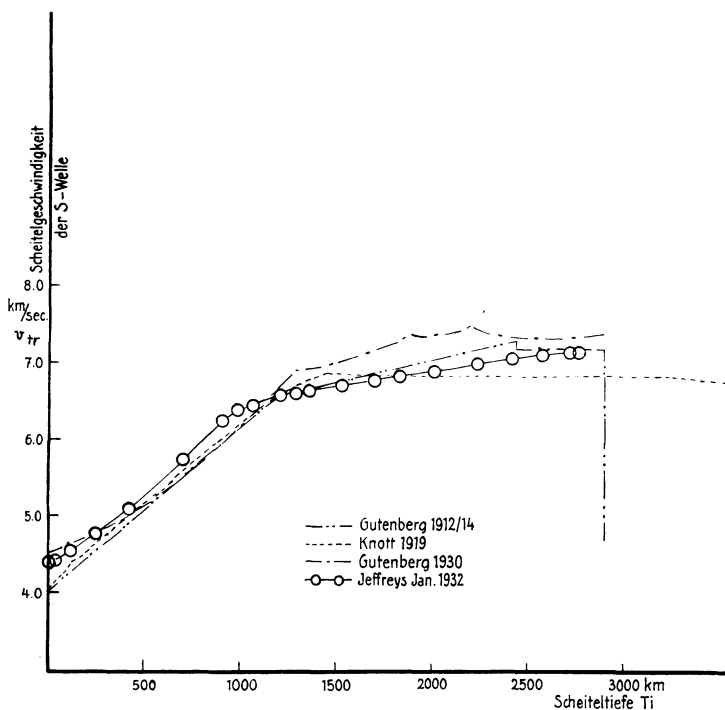


Fig. 4. Scheitelgeschwindigkeit der S-Welle als Funktion der Scheiteltiefe  $T_i$

worden (s. Fig. 5). Das Ende der  $v$ -Kurven ist durch das Ende der Laufzeitkurven bedingt, genauer gesagt, durch den Übergang derselben bei  $\Delta = 92.5$  bzw.  $97.5^\circ$  in Laufzeitgeraden.

Um über den Grad der Genauigkeit der Resultate einen Anhalt zu bekommen, wurden die Laufzeiten nach bestimmten Gesichtspunkten geändert, die Zeichnungen und Rechnungen wiederholt. Die Größe der Kreise um die einzelnen Punkte der Fig. 3 und 4 gibt den wahrscheinlichen Fehler an. Mit Ausnahme der Herdentfernungen zwischen  $17.5^\circ$  und  $27.5^\circ$  sind die Ergebnisse bis auf 1% zuverlässig. In dem genannten Bezirk muß dagegen mit einigen Prozenten Fehler gerechnet werden wegen erhöhter Unsicherheit bei der Differentiation der Lauf-

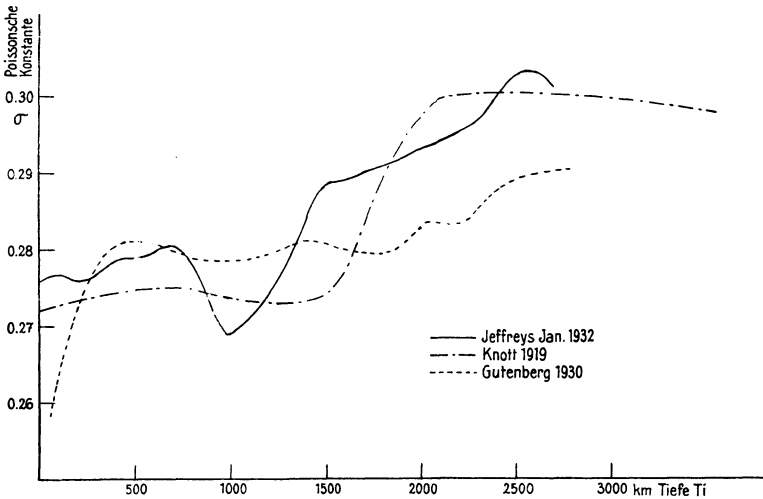


Fig. 5. Wert der Poissonschen Konstanten  $\sigma$  im Erdmantel

zeitkurven. Auch der Einfluß der Abplattung der Erde ist bedacht worden. Übrigens wurden die Rechnungen auch für die Januar 1931 von H. Jeffreys veröffentlichten Laufzeitkurven ausgeführt, die sich von den späteren (vgl. Fig. 1 und 2) bei  $\Delta = 20^\circ$  sogar um 5 bzw. 9 sec unterscheiden. Trotzdem ist das Ergebnis im fraglichen ersten Drittel der Kurve um höchstens 3% geändert worden.

§ 3. Die von B. Gutenberg festgestellten zahlreichen Zacken der Geschwindigkeitskurve sind verschwunden. Dafür tritt wie bei der von B. Galitzin<sup>3)</sup> 1919 veröffentlichten eine bei der  $S$ -Welle noch besser als bei der  $P$ -Welle ausgeprägte rasche Änderung der Neigung in einer Scheiteltiefe von 900 bis 1000 km ein. Im übrigen liegen die Werte für  $v$  fast durchweg innerhalb der von anderen Autoren berechneten.

Fassen wir zusammen: Trotz großer Differenzen in den einzelnen Laufzeiten wird eine Geschwindigkeitsverteilung mit der Tiefe ermittelt, die nur um maximal

7% von der bisher bekanntgewordenen abweicht. Trotz Verdeckung von gewissen bisher aufgefundenen Diskontinuitätsschichten lassen beide Kurven doch die Hauptschichtgrenzen erkennen: die Kerngrenze, allerdings hier bei 2600 bis 2700 km Tiefe, und die bislang in 1200 km vermutete Grenze jetzt zwischen 900 und 1000 km.

Sehen wir von dem Knick bei 900/1000 km ab, so können wir in den Kurven die einer mittleren Laufzeitkurve entsprechende mittlere Geschwindigkeitsverteilung erblicken.

Zusatz: H. Witte beschäftigt sich in der referierten Arbeit außer mit der Neuberechnung der Geschwindigkeiten der *P*- und *S*-Wellen noch mit den Bedingungen, die irgendeine gegebene Laufzeitkurve von Raumwellen erfüllen muß, wenn es möglich sein soll, mit ihrer Hilfe mittels des Wiechert-Herglotzschen Verfahrens die Geschwindigkeitsverteilung mit der Tiefe zu berechnen. Witte kommt dort u. a. zu dem Ergebnis, daß die vorliegende Laufzeitkurve stetig gekrümmt sein muß. In der weiteren Diskussion (briefliche Mitteilung) bemerkt Fräulein I. Lehmann-Kopenhagen hierzu, daß diese Bedingung zu scharf gefaßt ist, daß vielmehr eine stückweise stetige Krümmung der Laufzeitkurve ausreicht, um die Anwendbarkeit der Wiechert-Herglotzschen Methode sicherzustellen. So interessant an sich eine endgültige Lösung dieses Problems sein mag, so ist dennoch die spezielle Frage nach der vollkommenen oder stückweisen Stetigkeit der Laufzeitkurve für die Praxis der Geschwindigkeitsberechnung nur von untergeordneter Bedeutung, da die Laufzeitkurve punktweise gegeben ist und man durch diese Punkte innerhalb der Fehlergrenze stets eine vollkommen stetig gekrümmte Kurve legen kann. H. Jung.

#### Literatur

<sup>1)</sup> H. Jeffreys: Monthly Not. Geophys. Suppl. II, 329 und 399 (1931); L. I. Comrie und H. Jeffreys: ebenda, Suppl. III, 10 (1932).

<sup>2)</sup> B. Gutenberg: Gerlands Beitr. z. Geophys. **17**, 356 (1927); Handb. d. Geophys. IV, 1 (1929).

<sup>3)</sup> B. Galitzin: Compt. rend. des Séances de la Com. sism. perman. Petrograd VII, 2 (1919).

## II. Über das Auftreten eines Kernschattens bei den normalen *P*-Wellen

Von **Heinrich Jung**, Göttingen

E. Wiechert\*) hat gezeigt, daß die bekannte Erscheinung des Kernschattens auftritt, wenn an der Kerngrenze die Geschwindigkeit der Raumwellen sprunghaft abnimmt. In einer kurzen Bemerkung sagt er außerdem, daß, wenn die Geschwindigkeitsabnahme nicht sprunghaft erfolgt, sondern „stetig, wenn auch ziemlich heftig, in einer Übergangsschicht stattfindet“, der Kernschatten derart aufgehellt wird, daß in das bisherige Schattengebiet schwache Energie eindringt,

\*) E. Wiechert: Über Erdbebenwellen I, Göttinger Nachrichten 1907, § 25.

die von den normalen *P*-Wellen herrührt und nichts mit den bekannten am Kern gebeugten Wellen zu tun hat. Die nähere Untersuchung dieses Problems führte jedoch auf unlösbare Widersprüche, die sich nur durch die Annahme beseitigen ließen, daß die von Wiechert geäußerte Ansicht über die Aufhellung des Kernschattens nicht in allen Fällen zutreffend ist. Es gelang in der Tat, aus angenommenen stetigen Geschwindigkeitsverteilungen (ohne sprunghafte Abnahme) Laufzeitkurven zu berechnen, die das Kernschattenphänomen in aller Schärfe und ohne jegliche Aufhellung zeigen. Man kann also nicht allein aus dem Auftreten eines Kernschattens auf eine sprunghafte Abnahme der Geschwindigkeit der *P*-Wellen an der Kerngrenze schließen.

Für die Erforschung des Erdinnern erweist sich eine Weiterbehandlung der Kernschattenfrage als äußerst wichtig. Daher wurden die diesbezüglichen Arbeiten nach der Leipziger Tagung fortgesetzt. Das jetzt vorliegende endgültige Ergebnis wird demnächst in ausführlicher Darstellung veröffentlicht.

Göttingen, Geophysikalisches Institut, Oktober 1932.

## Beobachtung von Sprengungen in drei Komponenten

Von **H. K. Müller**, Göttingen — (Mit 1 Abbildung)

1. Prüfung der Seismographen. Besonders die Horizontalapparatur wurde einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Sie erwies sich frei von schädlichen Eigenschwingungen in dem untersuchten Bereich von  $T = 0.005$  sec bis  $T = 0.500$  sec. Die Vergrößerung wurde mit Hilfe von drei verschiedenen Methoden ermittelt. Die Vergrößerung für die Perioden im Bereich von  $T = 0.03 - 0.32$  sec mit zwei dynamischen, und zwar mit Schwungrad\*) und mit Schütteltisch\*\*). Die erhaltenen Vergrößerungskurven stimmen gut untereinander und auch mit der theoretischen Kurve überein. Außerdem wurde mit den drei Methoden eine systematische Abhängigkeit der Vergrößerung von der Amplitude festgestellt, deren absoluter Betrag bis zu 30% ausmachen kann, also bei Amplitudenbetrachtungen wohl zu berücksichtigen ist. Sie ist hauptsächlich durch den Übertragungsmechanismus auf den Spiegel bedingt. Es wurde deshalb weiter der Einfluß der Fadenspannung auf die Vergrößerung untersucht. Das hierfür günstigste Verhältnis von Spiegelachsendurchmesser und Fadendicke wurde ermittelt. Zuletzt wurde noch die Empfindlichkeit des Vertikalseismographen für Horizontalbewegungen, und umgekehrt die der Horizontalseismographen für Vertikalbewegungen ermittelt.

\*) R. Köhler: Eine neue Methode der Seismographenprüfung. Zeitschr. f. Geophys. 8, 1/2 (1932).

\*\*) A. Ramspeck: Eine Schüttelplatte zur Untersuchung von Seismographen. Ebenda.