

5

Fallbeispiele

Anhand einiger Fallbeispiele soll die Anwendung der OAE in diesem Abschnitt näher veranschaulicht werden. Da erst durch die Einbettung der OAE in den Kontext des vollständigen audiologischen Methodeninventars eine fundierte Differenzialdiagnostik möglich ist, werden hierbei auch andere funktionelle und morphologische Befunde einbezogen. Des Weiteren wird auch auf mögliche Fehlerquellen und die in der Praxis oftmals schwierige Abgrenzung zwischen nicht nachgewiesenen und nicht vorhandenen OAE eingegangen.

Anhand der vorgestellten Fallbeispiele wird deutlich, dass die otoakustischen Emissionen als Baustein der objektiven Audiometrie wesentlich zur Differenzierung zwischen intakten und geschädigten Komponenten des Hörsystems beitragen, auch wenn in Einzelfällen weiterhin Fragen offen bleiben. Noch immer treten Situationen auf, in denen eine organische Ursache für die Hörstörung letztlich nicht gefunden werden kann – diese Situationen sind aber in den letzten Jahren seltener geworden.

5.1 Vollständige EOAe

Ausgangspunkt der Betrachtungen sind die vollständigen EOAe – d.h. die TEOAE und die DPOAE sowie die daraus abgeleiteten Größen und alle relevanten Begleitdaten – eines Normalhörenden (Abb. 5.1).

Der für die TEOAE-Messung verwendete Stimulus entspricht ausweislich seiner Zeitfunktion (oben links), seines Pegels (82,8 bzw. 82,5 dB SPL) und seines Spektrums (oben rechts) nahezu dem Idealfall. Es lagen sehr gute Messbedingungen vor, da die Sondenstabilität hohe Werte (94 bzw. 100%) aufweist und trotz relativ niedrig eingestellter Artefaktschwelle (3,7 bzw. 3,1 mPa) nur wenige (15 bzw. 44) Artefakte aufgetreten (und verworfen worden) sind. Diesen günstigen Bedingungen entsprechend weist das Restrauschen nur einen niedrigen Pegel (–5,0 bzw. –5,5 dB SPL) auf und die TEOAE sind sehr gut reproduzierbar (Repro beidseits 98,2%, entsprechend einer Signal-Rausch-Differenz SND von 9,2 bzw. 9,1 Standardabweichungen SD). Ihre um den Einfluss des Restrauschens korrigierte Amplitude beträgt 15,2 bzw. 14,6 dB SPL. Am Schwärzungsgrad der Balken unter den TEOAE-Zeitkurven (*gliding reproducibility*) ist zu erkennen, dass die Reproduzierbarkeit in allen Latenzbereichen hoch ist. Die TEOAE-Spektren (rechts unter den Stimulusspektren) zeigen für beide Ohren im Frequenzbereich von 500 Hz bis 4 kHz eine

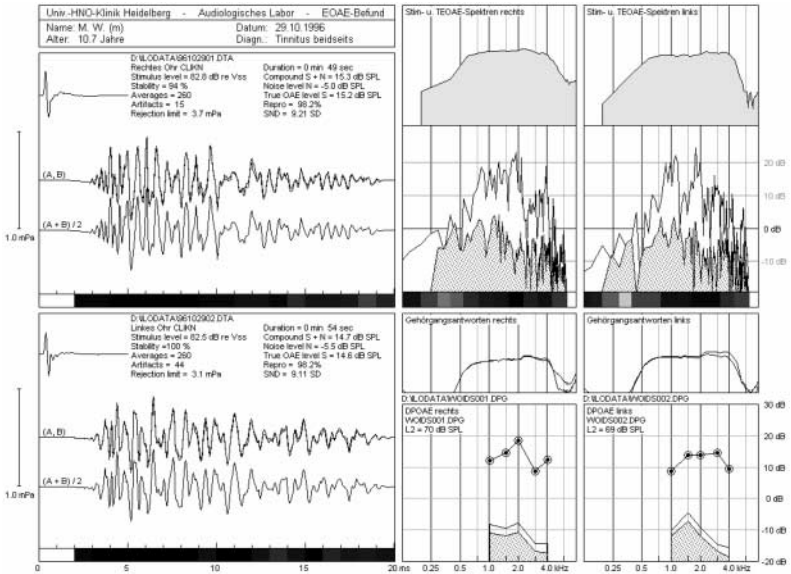


Abb. 5.1 Kompletter EOAEBefund bei beidseits normaler Hörschwelle, gemessen an einem zehnjährigen, über Ohrgeräusche klagenden Jungen.

hohe und weit über das Restrauschen (schattierte Fläche) hinausgehende Intensität. Die Schwärzung am unteren Rand der Spektren lässt erkennen, dass Signale zwischen 250 und 500 Hz nur schlecht reproduzierbar sind (die unter 250 Hz sichtbare, hoch reproduzierbare Signalintensität ist ein Berechnungsartefakt). Im rechten unteren Teil der Darstellung sind die vor der DPOAE-Messung bestimmten Gehörgangsantworten und darunter die bei einem Reizpegel $L_2 = 67$ dB SPL (mit $L_1 = L_2$) gemessenen DP-gramme gezeigt. Das Signal/Rausch-Verhältnis entspricht dem vertikalen Abstand zwischen den Messpunkten und der schattierten, das Restrauschen wiedergebenden Fläche und es liegt je nach Frequenz zwischen etwa 20 und nahezu 40 dB. Die DPOAE-Amplitude beträgt je nach Frequenz 10 bis über 20 dB SPL. Audiologisch verwertbar sind nur die im waagrecht verlaufenden Bereich der Gehörgangsantworten von 1–4 kHz liegenden Messwerte. In diesem Bereich liegen deutlich ausgeprägte TEOAE und DPOAE mit nur kleinen und daher unbedeutenden Seitendifferenzen vor.

5.2 OAE beim Säugling

Die Amplituden der OAE sind aller Erfahrung nach im Falle einer normalen Funktion von Innen- und Mittelohr bei Säuglingen erheblich größer als bei Kindern, Jugendlichen oder Erwachsenen. Dies begünstigt ihren Nachweis auch unter nicht idealen Untersuchungsbedingungen. Das in Abb. 5.2 gezeigte Beispiel vereinigt die typischen Merkmale in Hinblick auf die oftmals erschwerten Messbedingungen und die dadurch bedingten Besonderheiten der Auswertung. Es demonstriert die Notwendigkeit, zwischen physiologisch nicht vorhanden und messtechnisch nicht nachweisbaren Antworten zu unterscheiden. Trotz verbleibender Unsicherheiten z.B. beim Nachweis von OAE-Signalen niedriger Frequenz, wird das Ergebnis als Normalbefund gewertet.

Die durch das Störgeräusch verursachten Schwierigkeiten bei der Registrierung sind daran zu erkennen, dass trotz sehr hoch eingestellter Artefaktgrenze (11,0 mPa) eine hohe Zahl von Artefakten (173 bzw. 623) aufgetreten ist. Auf der linken Seite wurde die Daten-Akquisition aus diesem Grund früher abgebrochen (Mittelung über 200 statt 260 Reizsequenzen). Dennoch ist die Reproduzierbarkeit der TEOAE hoch (92,9 bzw. 83,7%) und sie nimmt mit zunehmender

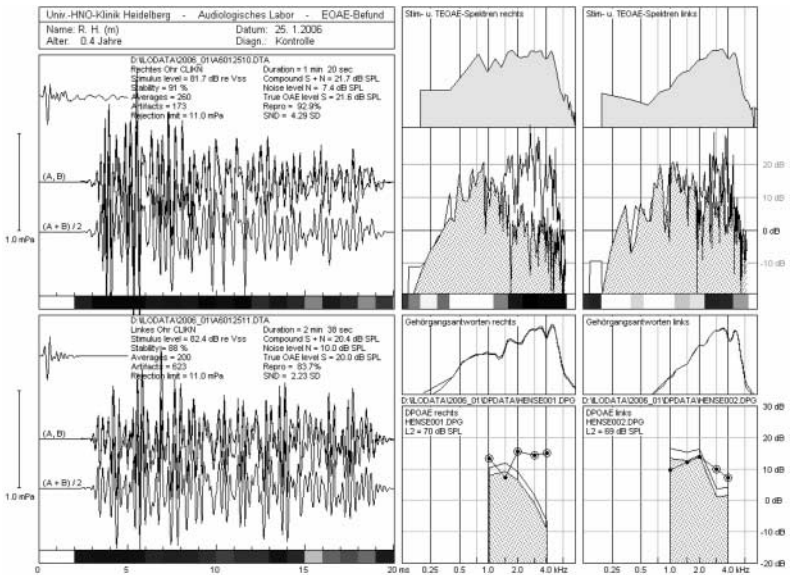


Abb. 5.2 EAOE bei einem vier Monate alten männlichen Säugling.

Latenz etwas ab. Das zuletzt genannte Merkmal gilt allgemein als Hinweis auf einen Tieftonhörverlust, ist im vorliegenden Fall aber eher eine Konsequenz der Störgeräusche, die meistens im Bereich niedriger Frequenzen dominieren. Sie treten in den Frequenzspektren und im DP-gram deutlich in Erscheinung und verhindern den Nachweis von TEOAE und DPOAE niedriger Frequenz.

5.3 Einfluss spontaner OAE

Die evozierten Emissionen (EOAE) können durch spontane OAE (SOAE) beeinflusst werden. Die Auswirkung der SOAE besteht darin, dass TEOAE und DPOAE eine größere Amplitude insbesondere bei hohen Frequenzen aufweisen. Audio-logisch geht die Anwesenheit von SOAE mit besseren Hörschwellen im erwei-

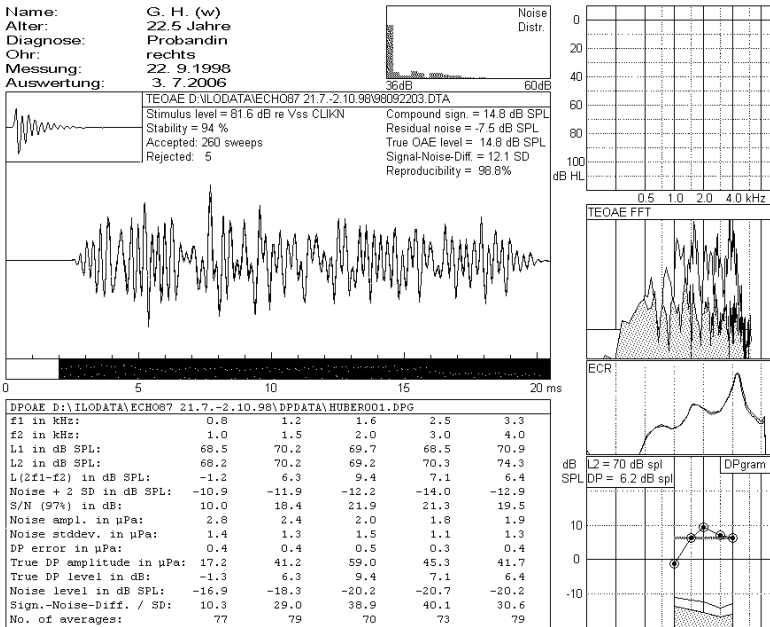


Abb.5.3 Spontane OAE (SOAE) beeinflussen die Morphologie der TEOAE und ihre Parameter, so wie auch die der DPOAE. Die TEOAE zeigen das charakteristische Bild sehr regelmäßiger Schwingungen hoher Frequenz. Typisch sind auch große TEOAE- und DPOAE-Amplituden sowie das dadurch bedingte gute Signal/Rausch-Verhältnis (bzw. eine hohe Reproduzierbarkeit).

terten Hochtonbereich einher (*Schmuziger* et al. 2005). Da die Spontanaktivität der Haarzellen durch den Clickreiz synchronisiert wird, sieht das Wellenmuster der TEOAE sehr viel regelmäßiger aus als ohne SOAE (Abb. 5.3). Bei Überlagerung mehrerer SOAE eng beieinander liegender Frequenzen können sehr regelmäßige periodische Muster auftreten, ähnlich wie sie bei einer akustischen Schwebung beobachtet werden.

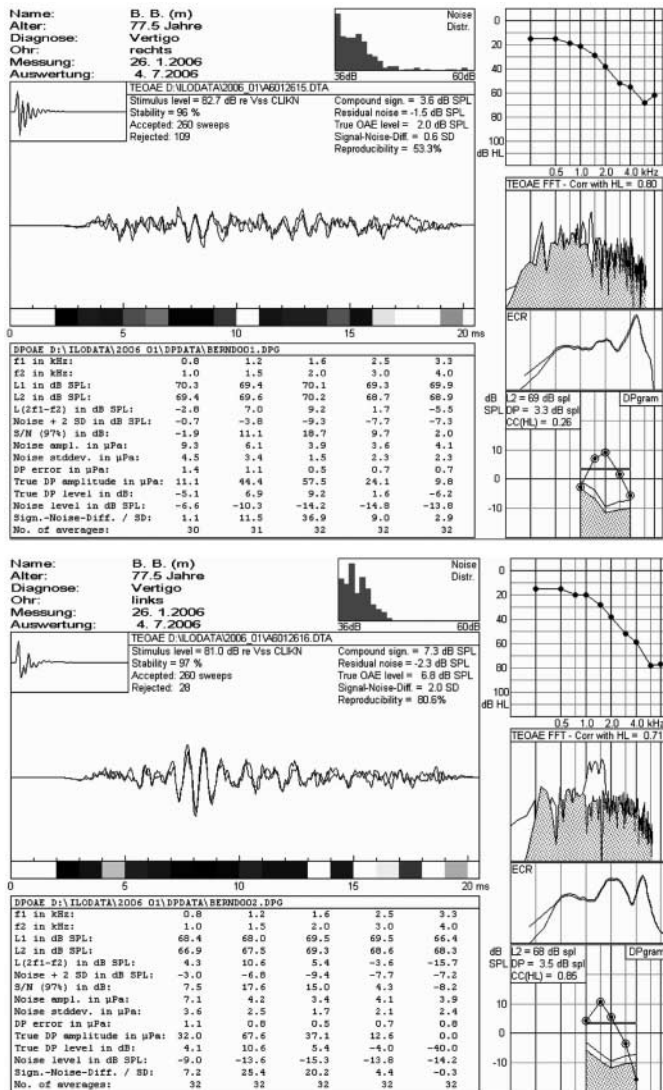
5.4 Presbyakusis

Die bei Personen in höherem Alter gemessenen OAE sind regelmäßig charakteristisch für das altersentsprechend beeinträchtigte Hochtongehör, sie sind aber nicht für die Presbyakusis spezifisch (Abb. 5.4). Es muss aber davon ausgegangen werden, dass die OAE-Amplituden grundsätzlich kleiner sind als bei einem jüngeren Ohr mit gleicher Hörschwelle, sodass die OAE bereits bei geringgradigen Hörverlusten fehlen können (*Hoth und Gudmundsdottir* 2006).

5.5 Hoher permanenter Störgeräuschpegel

Häufig führen Störeinflüsse dazu, dass der Nachweis der OAE scheitert. Weniger als der im Allgemeinen gut beherrschbare Umgebungsschall spielen hier die nicht abschirmbaren, vom Patienten beispielsweise durch eine behinderte Nasenatmung verursachten Störgeräusche eine Rolle. Diese Situation führt zu Ergebnissen, die mit einem hohen Restgeräuschpegel belastet sind und keinesfalls als emissionsnegativ interpretiert werden dürfen (Abb. 5.5).

Einem hohen permanenten Störgeräuschpegel wird während der Messung durch eine hohe Artefaktgrenze (hier 8,0 mPa) Rechnung getragen. Ihre Wahl wird nicht durch das Ziel bestimmt, alle gestörten Signalabschnitte zu verwerfen, sondern von der Hoffnung, trotz der ungünstigen Bedingungen durch die Auswahl der am wenigsten gestörten Signalabschnitte ein verwertbares Ergebnis zu erhalten. Im gezeigten Fall eines vierjährigen Jungen (Abb. 5.5), bei dem die Nasenatmung aufgrund einer vergrößerten Rachenmandel (Adenoide) behindert und dadurch geräuschvoll war, wurden nur 22% aller registrierten Abschnitte (260 von 916 + 260) der Mittelung zugeführt. Trotz dieser rigorosen Selektion lag im Mittelungsergebnis nach entsprechend langer Messdauer noch ein hoher Restgeräuschpegel von 9,3 dB SPL vor. Um vor diesem Hintergrund mit einem Mindestabstand von 6 dB nachweisbar zu sein, müsste die reine (vom Restrauschen befreite) Emission eine Amplitude von mindestens 14,1 dB SPL aufweisen (vgl. Zahlenbeispiel auf S. 53f.). Ein über das Rauschen hinausgehendes Signal deutet sich im TEOAE-Spektrum bei Frequenzen zwi-



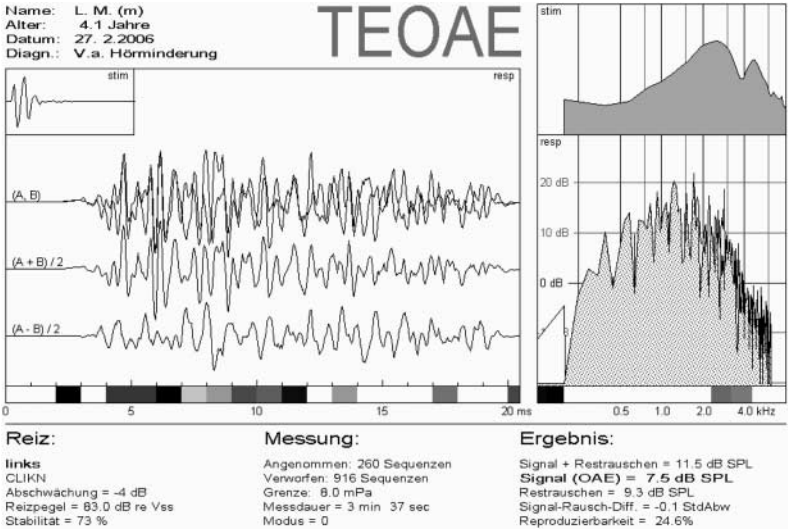


Abb. 5.5 TEOAE-Messung bei einem vierjährigen Jungen mit behinderter Nasenatmung aufgrund einer vergrößerten Rachenmandel (Adenoid).

schen 2 und 4 kHz an, es setzt sich in der Gesamtproduzierbarkeit aber nicht gegen die Störeinflüsse durch. Keinesfalls darf dieses Ergebnis zur Interpretation „keine TEOAE vorhanden“ führen. Die korrekte (aber unübliche) Schlussfolgerung müsste heißen: „Emissionen, deren korrigierte Amplitude über 14 dB liegt, können bei dem untersuchten Ohr ausgeschlossen werden“.

5.6 Ungünstige Sondenlage

Die Messung der OAE ist sehr empfindlich auf die Lage der Gehörgangssonde. Gravierende Fehler können auftreten, wenn der Gehörgang verlegt oder die Sonde zur Gehörgangswand gerichtet ist. Diese Situation ist daran zu erkennen, dass der Sollwert des automatisch eingestellten Reizpegels mit einer ungewöhnlich kleinen Verstärkung (*gain*) erreicht wird. Ohne Beachtung dieses Zusammenhanges muss das Ergebnis als emissionsnegativ gewertet werden. Nach Korrektur der Sondenlage liegt ein größeres Gehörgangsrestvolumen vor, es ist eine größere Verstärkung erforderlich und die OAE sind eindeutig und mit großer Amplitude nachweisbar (Abb. 5.6).