

ABHÄNGIGKEIT DES "OVERSHOOT"-EFFEKTS VON DER SPEKTRALEN ZUSAMMENSETZUNG DES MASKIERERS

Sabine Schmidt

Institut für Elektroakustik, Technische Universität München und Zoologisches Institut der Universität München

Werden bei der Simultanverdeckung kurze Testtonimpulse unmittelbar nach dem Einschalten eines breitbandigen Maskierers dargeboten, treten in Abhängigkeit von der spektralen Zusammensetzung und zeitlichen Struktur des Testschalls und des Maskierers Erhöhungen der Mithörschwelle (MHS) auf. Die Differenz zur Mithörschwelle im eingeschwungenen Zustand wird als "Overshoot" ΔL bezeichnet /1/ (vgl. Abb.1). Der "Overshoot" nimmt mit steigender Testtonfrequenz zu. Er ist umso größer, je größer die Pause zwischen zwei Maskiererimpulsen und je kleiner die Summe aus der Verzögerung Δt zwischen dem Beginn des Maskierer- und des Testschallimpulses und der Dauer T_T des Testschallimpulses ist /1,3/. Ein "Overshoot" tritt nur für schmalbandige Testschalle und breitbandige Maskierer auf /1,2/. Er wird allein durch die spektralen Anteile des Rauschens verursacht, die außerhalb der Frequenzgruppe liegen, in die der Testton fällt. Folglich kann bei Reintonimpulsen die Differenz

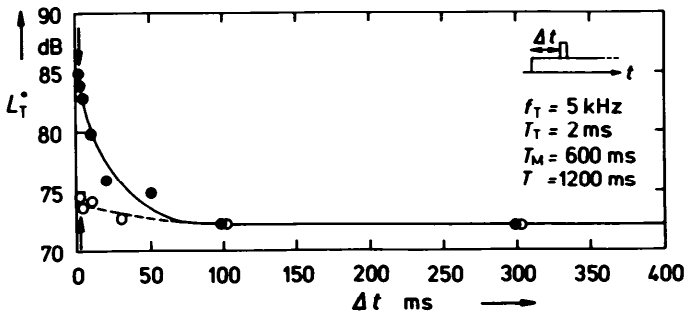


Abb. 1: MHS für hochfrequente Testtonimpulse als Funktion der zeitlichen Verzögerung Δt zwischen dem Beginn des Maskierer- und Testtonimpulses. Gefüllte Symbole und die durchgezogene Linie stellen den Verlauf der MHS für Weißes Rauschen als Maskierer dar, offene Symbole und die gestrichelte Linie gelten für einen frequenzgruppenbreiten Maskierer um f_T (Daten nach /1,2/). Man beachte die kurze Zeitkonstante für das Abklingen des "Overshoot".

der Mithörschwellen für breitbandiges und frequenzgruppenbreites Rauschen als Maß für den "Overshoot" herangezogen werden (vgl. Pfeile in Abb.1). Zwicker /2/ hat durch symmetrische Vergrößerung der Bandbreite des Maskierers um die Testtonfrequenz gezeigt, daß der "Overshoot" mit der Bandbreite des Maskierers allmählich zunimmt. Hier sollen die den "Overshoot" hervorrufenden Maskiereranteile näher untersucht werden. Dazu wird der "Overshoot" in Abhängigkeit von der spektralen Lage und Bandbreite sowie vom Pegel dieser Maskiereranteile gemessen.

Bestimmt werden die Mithörschwellen L_T^* für Testtonimpulse der Frequenz $f_T = 5000$ Hz mit einer Dauer von $T_T = 2$ ms. Die zeitliche Verzögerung zwischen dem Einschalten von Maskierer- und Testtonimpuls beträgt $\Delta t = 2$ ms, die Anstiegs- und Abfallzeit für die gaußmodulierten Flanken von Testton und Maskierer je 1 ms. Die Trägerunterdrückung für den Testton ist 85 dB, die für den Maskierer 60 dB. Die Periode T für die Testtonimpulse ist mit $T = 320$ ms so gewählt, daß keine zeitliche Integration aufeinanderfolgender Testtonimpulse erfolgt. Die Maskiererimpulse der Dauer $T_M = 10$ ms sind aus gleichmäßig verdeckendem Rauschen (GVR) mit einem Pegel von 60 dB ausgeschnitten. Die Periodendauer des Maskierers (MT) variiert zwischen 320 ms und 10 ms, wodurch der Übergang von "Overshoot"-Bedingungen zum eingeschwungenen Zustand bestimmt werden kann. Die Bandbreite und spektrale Lage des Maskierers sind Parameter. Die Mithörschwellen wurden mit der Methode des pendelnden Einregelns bei vier Versuchspersonen bestimmt; alle Schwellenbestimmungen wurden mindestens viermal wiederholt. Als Daten werden Zentralwerte und wahrscheinliche Schwankungen angegeben.

Eine Übersicht über die Abhängigkeit des "Overshoots" von der spektralen Zusammensetzung des Maskierers gibt Abb.2. Während sich für Tiefpaßrauschen (TP) kein signifikanter "Overshoot" ergibt, wird für das Hochpaßrauschen (HP) der volle "Overshoot" gemessen, der auch mit GVR erreicht wird (vgl. Abb.2a). Dies zeigt, daß der "Overshoot" - bei den gewählten Maskiererpegeln - ausschließlich durch diejenigen Anteile des Maskierers erzeugt wird, die oberhalb der Frequenzgruppe liegen, in der sich der Testton befindet. Eine weitere Eingrenzung des den "Overshoot" erzeugenden Frequenzbereichs ist dagegen nicht sinnvoll: Wie in Abb.2b demonstriert wird, tragen auch sehr hochfrequente Anteile des Maskierers, die mehr als zwei Frequenzgruppen oberhalb der Testtonfrequenz liegen, noch zum "Overshoot" bei.

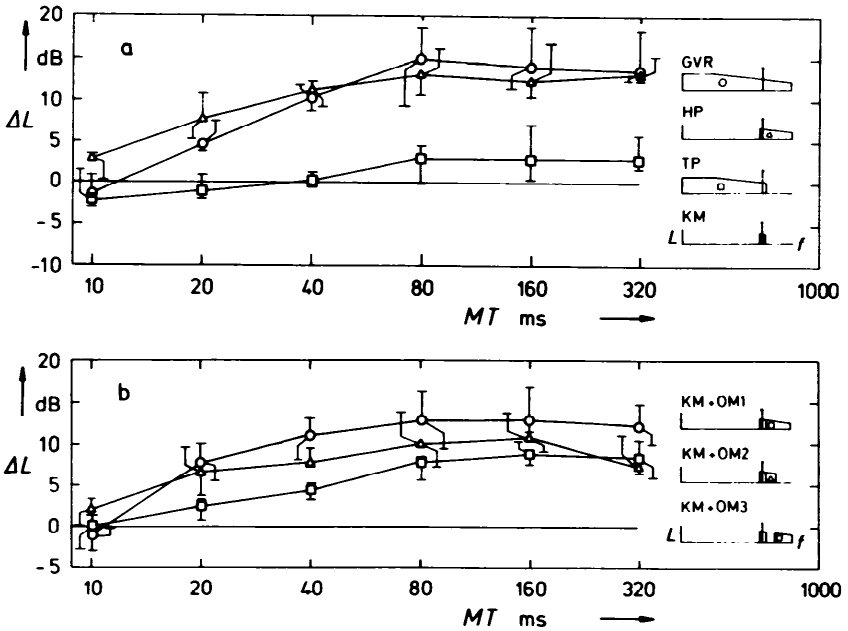


Abb.2: "Overshoot" in Abhängigkeit von der spektralen Zusammensetzung des Maskierers (vgl. Skizzen). Der "Overshoot" ist für jede Versuchsperson bezüglich der MHS für den Kernmaskierer (KM) bestimmt; spektrale Zusammensetzung der Maskierer: KM: 4530-5700 Hz, TP: $f_{\text{grenz}} = 5700$ Hz, HP: $f_{\text{grenz}} = 3700$ Hz, obere Maskierer: OM1: 5700-16000 Hz, OM2: 5700-9500 Hz, OM3: 8400-16000 Hz

Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit die Asymmetrie für Hoch- und Tiefpaßrauschen beim Auftreten des "Overshoot" vom Maskiererpegel abhängt. Die Reizparameter entsprechen weitgehend den oben beschriebenen; die Periodendauer des Maskierers (MT) wird konstant auf 80 ms gehalten. Der Kernmaskierer (KM, Terzrauschen um $f_T = 5000$ Hz) ist aus GVR mit einem Pegel von 60 dB ausgeschnitten. Der Pegel des oberen (OM, 5700-11400 Hz) bzw. unteren Maskierers (UM, 2250-4500 Hz) wird in 6 dB-Schritten variiert.

Für den unteren Maskierer tritt unabhängig vom Pegel nie ein "Overshoot" auf. Für den oberen Maskierer nimmt der "Overshoot" mit wachsendem Maskiererpegel zu; ab $L_{OM} = 60$ dB SPL ist der volle "Overshoot" erreicht. Dies stimmt mit den von Zwicker angegebenen Daten für Weißes Rauschen als Maskierer /1/ überein (vgl. Abb.3).

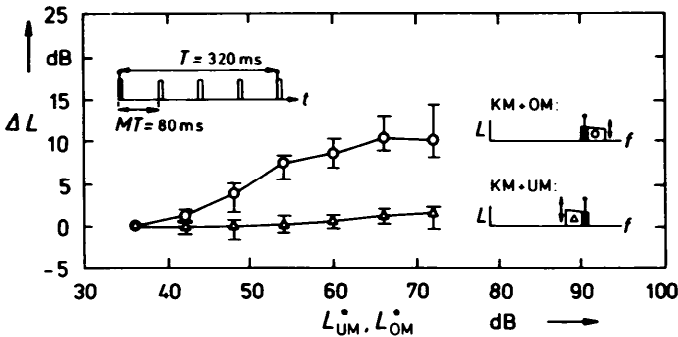


Abb.3: "Overshoot" als Funktion des Pegels eines oberen bzw. unteren Maskierers. Skizzen zeigen die zeitliche Struktur bzw. spektrale Zusammensetzung der verwendeten Maskierer. Der "Overshoot" ist für jede Versuchsperson bezüglich der MHS für KM allein angegeben. Die großen wahrscheinlichen Schwankungen für OM als Maskierer resultieren aus dem individuell verschiedenen, maximal erreichbaren "Overshoot" ΔL_{\max} .

Die hier gefundene Asymmetrie für die Wirkung eines oberen bzw. unteren Maskierers könnte Hinweise auf das Zustandekommen des "Overshoot"-Effekts geben. Es fällt auf, daß sowohl die Amplitude der Wanderwelle als auch das Erregungspegeltonheitsmuster für eine bestimmte Testtonfrequenz f_T für tiefere Frequenzen als f_T sehr steil abfallen, während sie zu höheren Frequenzen hin nur allmählich abnehmen. Im übrigen sind die hier beschriebenen Resultate mit Beobachtungen von Fastl /4/ vereinbar, der bei der Bestimmung von MHS für kurze Testtonimpulse Schwellenerhöhungen in Abhängigkeit von der zeitlichen Verzögerung Δt zwischen Maskierer- und Testtonbeginn nur an der unteren, nicht jedoch an der oberen Flanke eines frequenzgruppenbreiten Maskierers gefunden hat. Hingegen halten Vermutungen, daß sowohl hochfrequente als auch tieffrequente Maskiereranteile zum Entstehen des "Overshoot" beitragen /5/, angesichts der hier vorgestellten Daten einer kritischen Betrachtung nicht stand.

Gefördert im Rahmen des SFB 204 "Gehör"

Literatur

- /1/ Zwicker E. (1965) Temporal effects in simultaneous masking by white-noise bursts. *J Acoust Soc Am* 37:653-663
- /2/ Zwicker E (1965) Temporal effects in simultaneous masking and loudness. *J Acoust Soc Am* 38:132-141
- /3/ Fastl H (1976) Temporal masking effects: II. Critical band noise masker. *Acustica* 36:317-331
- /4/ Fastl H (1976) Temporal masking effects: I. Broad band noise masker. *Acustica* 35:287-302
- /5/ McFadden D (1969) Spectral differences in the ability of temporal gaps to reset the mechanisms underlying overshoot. *J Acoust Soc Am* 85:254-261