

Hinter Gittern

Lautsprecher werden meist hinter schützende Verkleidungen montiert, seien es Gitter oder Stoffe. Diese Dinge beeinflussen den Klang.

Stoffverkleidungen bestehen üblicherweise aus sehr luftdurchlässigem Material und sind auch als Ganzes nachgiebig. Sie schlucken allenfalls oberste Frequenzen, deren Wellenlängen im Bereich der Dicke des Stoffs liegen. Da die Stoffe in einen Rahmen gespannt werden, kann dieser bei ungünstiger Gestaltung mittels früher Reflexionen und Schallbeugungen stören. Insgesamt ist die Beeinträchtigung bei gekonnter Gestaltung und guten Materialien eher gering. Allerdings ist der Schutz vor unbeabsichtigten Beschädigungen der Lautsprechermembran wegen der geringen Stabilität nicht optimal.

Vorgesetzte Gitter bestehen entweder aus Lochblech oder aus Kunststoffteilen. Wegen der guten Schutzfunktion gegen mechanische Beschädigung ist das insbesondere im Auto notwendig. Hier werden die Lautsprecher üblicherweise hinter Verkleidungen vertieft befestigt und das Gitter sitzt mit einem gewissen Abstand davor. Diese festen Gitternetze bestehen teils aus Öffnungen, teils aus Stegen (ahh...ja!). Deren Flächenverhältnis bezeichnet man als „Öffnungsgrad“. Bei einem Lochblech liegt dieser je nach Typ bei 55 bis 75 %, das heisst, nur ca 65% der Gesamtfläche ist schalldurchlässig, der Rest wirkt als Bremse, die Luftschwingung wird teils reflektiert und Schallbeugungseffekte entstehen. Machen Sie sich mal die Arbeit die Löcher Ihrer Lochblechgitter zu zählen, deren Durchmesser genau zu messen (Schieblehre) und die Gesamtfläche auszurechnen. Vergleichen Sie diese dann mit der Schall abstrahlenden Fläche des dahinter sitzenden Lautsprechers. Und schon sehen Sie, wo das Problem liegt: der Lautsprecher muss die verdrängte Luft mühsam durch das zu kleine Gitter pressen.

Schauen wir uns das mal quasi in Zeitlupe und aus der Nähe an: Die Membran schiebt nach vorn, die Luft weicht aus, wohin sie kann, teils durch das Gitter, teils versucht sie hinter dem Gitter Fluchtwege zu finden. Häufig sind Türverkleidungen in Autos dann so ungünstig konstruiert, dass diese „Leckage“ wieder zurück in die Tür strömen kann, dort, wo ja ein momentaner Unterdruck herrscht während die Membran sich vorwärts bewegt. „Nein!“ sagen nun die sogenannten Profis der Autokonstruktoren. „Da kann die Luft nicht hin, denn dort versperren ja die Türfolien den Zutritt“. Denkste, denn diese sind, ob nun aus Plastikfolie oder aus Schaummaterialien, im höchsten Grade elastisch und geben über der gesamten Fläche den Druckverhältnissen nach. Da sie über eine gewisse Einspannungshärte und eine zu beschleunigende Eigenmasse verfügen, stellen sie zudem physikalisch (mindestens) ein separates Feder-Masse-System dar, das im Prinzip wirkt wie eine Passivmembran. Also stark frequenzabhängig. Will sagen, bei bestimmten Tönen wirkt diese Folie quasi steif, bei anderen besonders weich und sogar unterstützend. Und natürlich reflektiert sie den Luftdruck zeitverzögert zurück auf die Membran. Dies führt zu deutlichen und zudem frequenzabhängigen Klangverzerrungen.

Kluge Autokonstruktoren unterbinden nun diese Leckage, indem sie rund um den Lautsprecher Ringe aus Kunststoff oder Schaum befestigen, die dessen Aussenrand zur Türverkleidung abdichten sollen. Leider gibt es Toleranzen, was die Anlage von festen Plastikteilen ans Fahrzeugblech schwierig macht. Die besten dieser Konstrukteure verstecken daher Schrauben unter den herausnehmbaren Gittern, womit die Türverkleidung an den Untergrund (Lautsprecheradapter oder Türblech) befestigt wird. Das ist nicht billig. Andere verwenden akustisch dichten (geschlossen porigen) Schaum um den Einbauort herum, der Leckagen zwar nicht völlig verhindert, aber doch, bei günstiger Platzierung, verringert.

Somit entsteht vor dem Lautsprecher hinter dem Gitter eine Kammer, die über die Gitteröffnungen mit der Umwelt korrespondiert. Sprich, die Lautsprechermembran verdichtet (wieder in Zeitlupe) zunächst die in diesem Volumen befindliche Luft, die dann durch die Gitteröffnungen gepresst an unsere Ohren gelangt. Woher kennen wir denn das nur...? Richtig, das ist rein physikalisch ein Bandpass. Wie wir ihn vom Subwoofer her kennen. Nur ist beim Subwoofer die vorgesetzte Kammer vergleichsweise größer und die Rohrlänge

länger als die 1 bis 3 Millimeter der Gitterlöcher. Allerdings sind im Auto üblicherweise 165 oder 130 mm kleine Tief-Mitteltoner hinter mehr- oder weniger offen gestylten Gittern versteckt. Und diese arbeiten, anders als Subwoofer, auch noch bei mittleren Frequenzen. Das sollen sie auch, damit der Hochtöner im gewollten Frequenzbereich übernehmen kann. Sollten Sie ein Auto verfügbar haben mit solchermaßen ordentlichen Türeinbauten und mit herausnehmbaren Gittern, dann messen Sie mal den Frequenzgang ca. 10 bis 20 cm vor dem Lautsprecher; einmal mit und einmal ohne Gitter. Sie werden mit Gitter eine Kurve finden, die gegenüber der ohne Gitter aussieht, als hätten Sie ein Tiefpassfilter mit Chebichev-Funktion vorgeschaltet, das irgendwo im Mitteltonbereich wirkt. Wie das? Also: messen Sie möglichst genau das Volumen der hinter dem Gitter „eingeschlossenen“ Luft, messen Sie die Öffnungsfläche und die Dicke (Kanallänge) des Gitters. Geben Sie diese Werte in ein Computersimulationsprogramm für Bandpassgehäuse ein, das eine Darstellung des Frequenzspektrums bis 2kHz ermöglicht (mit den korrekten Thiele-Small-Daten ihres verwendeten Lautsprechers) und Sie werden dieselbe Tiefpassfunktion wieder finden. Denn Sie haben wirklich einen „fehlabgestimmten“ Bandpass, dessen oberes Ende im Mitteltonbereich liegt. In der Simulation können Sie nun wunderbar die Parameter verändern und werden sehen, dass die Eckfrequenz sich mit größerer Vorkammer zu tiefen Frequenzen hin verschiebt und mit mehr Öffnungsfläche und dünnerem Gitter nach oben und in Richtung Butterworth-Funktion.

Na, wunderbar! Machen wir uns doch diesen Effekt zu Nutze und stimmen statt der Tiefpass-Frequenzweiche doch einfach Kammer und Gitter vor unserem Mitteltöner so ab, wie wir es brauchen. Idealerweise erspart dies ganz und gar das elektrische Filter, das klingt dann eh' besser! Stimmt, das funktioniert, erfordert aber sehr viel Geduld. Besonders kluge Autobauer haben dies tatsächlich so gemacht, siehe Opel Vivaro. Dort wurde dies nicht nur am Tiefmitteltöner in den Türen, sondern im Prinzip auch am Hochtöner im an sich recht ungünstigen Einbauort der Ecke des Armaturenbrettes realisiert. Deshalb sitzt dort der Hochtöner angewinkelt in einer seltsam aussehenden Montageplatte mit Berg und Tal. Denn der zusammen mit dem Hochpassfilter resultierende Frequenzgang bei montiertem Gitter ist somit sehr linear. Aber da war halt mal ein Spezialist am (und im) Werke. Diesen Vorteil hat der Entwickler von Nachrüstlautsprechersystemen nicht, denn er kann ja nicht vorher wissen, hinter welche Verkleidungen und Gitter die Lautsprecher später mal montiert werden sollen. Denn verschiedene Einbausituationen bewirken unterschiedliche Frequenzgangfehler.

Was können wir aus diesen Erfahrungen für unsere Anwendung lernen? Speziell beim Einbau von Autolautsprechern sollten Sie auf dichten Sitz zur vorsitzenden (Tür)verkleidung achten, die Vorkammer so klein wie möglich gestalten und das Gitter so offen, wie es eben geht. Werfen Sie die meist zu kleinen Plastikgitter der Autohersteller weg und bauen sich grosse Gitter aus feinem und möglichst offenem Drahtgeflecht und beziehen diese mit Akustikstoff. Nur dann machen die eingebauten Lautsprecher genau das, was der Abstimmer der beige-packten (Universal)frequenzweichen wollte: unverzerrte Musik.