

Geteste maatregelen

Uit de verschillende mogelijkheden die gevonden waren om het geluid verder te reduceren zijn de volgende meestbelovende maatregelen geselecteerd om te testen op het prototype:

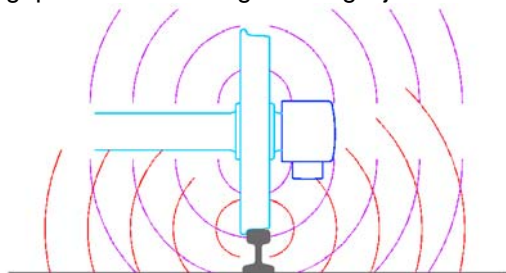
- wielschorten
- TKS-veren
- Rubber ringen onder de veren

Hieronder zijn deze maatregelen beschreven

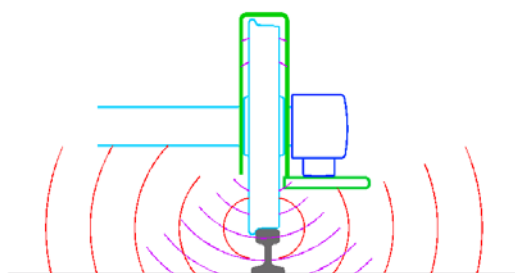
Schorten

Een groot deel van het geluid dat geproduceerd wordt door een goederenwagen komt door trillingen in de wielen. Om dit geluid te reduceren zijn wioldempers en speciale remblokken toegepast. Ondanks dat ontstaan er nog steeds trillingen in het wiel en de spoorstaaf, waardoor geluid naar de omgeving afgestraald wordt. Hoe deze geluidsgolven vanaf het wiellijf en het wiel-railcontact naar de omgeving worden uitgezonden is schematisch weergegeven in onderstaande figuur.

Om de geluidsgolven tegen te houden is er een speciaal wielschort ontworpen dat om het wiel heen zit en een groot deel van het wiel afdekt. Het schort kan niet tot aan de rails doorlopen omdat het dan buiten het zogenaamde "profiel van vrije ruimte" komt. Hierdoor zou het schort kunnen botsen tegen delen van de infrastructuur (zoals seinen). Ook moet er ruimte overblijven voor de remblokken, die bij het remmen tegen het wiel aan moeten kunnen drukken. Binnen al deze randvoorwaarden is geprobeerd een zo groot mogelijk deel van de wielen af te dekken.



Figuur 1: Geluidsafstraling zonder schort (tekening NedTrain Consulting)



Figuur 2: Geluidsafstraling met schort (tekening NedTrain Consulting)

Bij het ontwerp van de schorten was de veiligheid van het grootste belang. Zo mag de isolerende werking van het schort er niet voor zorgen dat het wiel oververhit raakt bij het remmen. Daarnaast mag het schort niet scheuren of afbreken. Om de veiligheid te waarborgen zijn er berekeningen uitgevoerd om de sterkte van het schortontwerp te controleren. Deze berekeningen zijn geverifieerd door metingen uit te voeren.

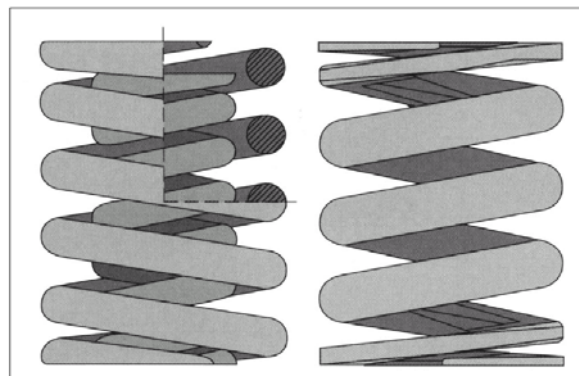
De binnenkant van het schort is voorzien van geluidsdempend materiaal. De geluidsgolven die eerst de omgeving in werden gestraald, worden hierdoor teruggekaatst of geabsorbeerd. In figuren 1 en 2 is dit schematisch weergegeven. Slechts een beperkt deel van het oorspronkelijke geluid kan nog onder het schort doorkomen. In figuur 3 is te zien hoe de schorten er in werkelijkheid uitzien.



Figuur 3: De schorten onder te wagen (foto NedTrain Consulting)

TKS[®] veer

Bij standaard goederenwagens worden de wielen afgeveerd met een pakket van twee veren, een binnenveer en een buitenveer. De binnenveer is iets korter waardoor deze alleen maar meewerkt als de wagen beladen wordt en de buitenveer inzakt. Doordat beide veren gaan meewerken wordt de totale vering "stugger". Op deze manier wordt ervoor gezorgd dat een lege en een beladen wagen hetzelfde veergedrag hebben.



Wanneer de wagen onbeladen is ligt de binnenveer los, waardoor deze bij het rijden van de wagen gaat trillen. Dit resulteert weer in

Figuur 4: Links standaard verenpakket, rechts de TKS[®] veer. (tekening Langen& Sondermann)

geluid. Bij lege wagens is deze binnenveer dus een extra geluidsbron. Om dit probleem op te lossen is door de firma Langen&Sondermann een enkele veer ontwikkeld die dezelfde veereigenschappen heeft als de standaard dubbele veer. Deze veer wordt vanwege zijn vorm in het Duits **Trapez-KreisquerSchnitt-Feder** (TKS-veer) genoemd. Wanneer deze veer wordt toegepast, kan de oude binnenveer komen te vervallen waardoor een onbeladen wagen minder geluid maakt.

Doordat de TKS-veer een andere vorm heeft dan de oude veer is deze niet zomaar uit te wisselen met de standaard veren. Er moeten aan het draaistel en de aspot aanpassingen gedaan worden om de veer te laten passen.

Rubber onderlegging

Hoogfrequente trillingen die in het wiel-railcontact ontstaan, worden via de veren ook doorgegeven aan het draaistel van de wagen en kunnen zorgen voor extra geluidsafstraling. De veren zijn niet in staat deze trillingen uit te dempen. Om de doorgifte van deze trillingen zoveel mogelijk te beperken zijn rubber onderleggingen aangebracht tussen wielstel en veren. Door deze onderleggingen worden hoogfrequente trillingen gedempt. Er zijn twee verschillende soorten onderleggingen getest, een hard kunststoffen ring en een metaal-rubber sandwichconstructie. Op onderstaande foto's is te zien hoe deze onderleggingen eruit zien en hoe ze ingebouwd zitten in het veersysteem van de wagen.



Figuur 5: De kunststof onderlegging (foto NedTrain Consulting)



Figuur 6: De kunststof onderlegging ingebouwd (foto NedTrain Consulting)

Beproevingen

Om te onderzoeken of de voorgestelde maatregelen geluidsreductie opleveren, zijn geluidsmetingen uitgevoerd. Daarnaast zijn er metingen uitgevoerd om te bepalen welke versnellingen en temperaturen er in het wielstel en aan het schort optreden. Hiermee kan bepaald worden of de toepassing van het schort eventuele risico's met zich meebrengt.

Geluidsmetingen

Om de geluidsreductie van de verschillende maatregelen te bepalen zijn een aantal wagens met verschillende maatregelen uitgevoerd. Deze zijn meerdere malen langs een meetopstelling gereden waarbij de geluidsproductie gemeten is. In de trein reed steeds een standaard wagon mee. Deze werd gebruikt als referentie bij de verschillende metingen. Uit de verschillen tussen de standaard wagon en de aangepaste wagens is af te leiden hoeveel geluidsreductie de verschillende maatregelen brengen. Bij de verschillende maatregelen is de volgende geluidsreductie gemeten:

- Het wielschort levert een geluidsreductie op van circa 2 dB(A)
- De TKS veer levert geen geluidsreductie op
- De TKS veer in combinatie met de hard rubberen onderlegging levert circa 1 dB(A) geluidsreductie op
- De TKS veer in combinatie met de metaal-rubberen onderlegging levert geen geluidsreductie op.

Temperatuur en trillingsmetingen

Naast de geluidsmetingen is er ook gemeten welke trillingen en temperaturen er optreden aan het schort. Deze metingen zijn gedaan omdat:

1. Door trillingen vermoeiing (metaalmoeheid) kan ontstaan waardoor het schort afbreekt
2. Door opwarming van de wielen bij beremming kunnen de wielen of schorten overhit raken.

Om uit te sluiten dat dit soort problemen op gaan treden zijn metingen uitgevoerd. Hieruit is gebleken dat er geen ontoelaatbare trillingen en temperaturen in het schort voorkomen.

Toepasbaarheid

Om te onderzoeken of de geteste secundaire maatregelen interessant zijn om aan een lange duurtest te onderwerpen, is ook de toepasbaarheid onderzocht. Hierbij is gekeken naar de praktische toepassing en naar ook de kosten die deze maatregelen met zich meebrengen.

Het toepassen van schorten blijkt grote nadelen met zich mee te brengen. Wanneer onderhoud aan de wielen of remmen uitgevoerd moet worden, zal het schort (deels) moeten worden verwijderd. Daarnaast is het minder goed mogelijk de wielen en remblokken te controleren. Hierdoor zal het toepassen van schorten veel extra onderhoudskosten opleveren. Dit maakt de schorten in aanschaf én gebruik erg duur en onpraktisch.

De TKS-veer en de onderleggingen zijn echter eenvoudiger toe te passen. Het draaistel zal éénmalig moeten worden aangepast. Er zijn geen extra onderhoudsinspanningen nodig. Hierdoor zijn de TKS-veer en de onderlegging ook goedkoper in het gebruik dan de schorten.



Figuur 7: De temperatuur en trillingsmetingen (foto NedTrain Consulting)

Naast de praktische toepasbaarheid van de verschillende maatregelen speelt de toelating een belangrijke rol. Met name de toelating van het schort zal op internationale weerstand stuiten. De TKS-veer heeft dit nadeel niet en is daarom eenvoudiger toe te passen.

Conclusies

Op basis van de resultaten van de tests is geconcludeerd dat het schort de meeste geluidsreductie oplevert. De geluidsreductie is met 2 dB(A) echter niet heel groot. Aan de praktische toepassing van het schort zitten zoveel haken en ogen dat ervan wordt afgezien de invoering hiervan verder te onderzoeken. De TKS-veer levert samen met de onderlegging een geluidsreductie van 1dB(A). Omdat de TKS-veer vrij eenvoudig is toe te passen, zullen hiermee verdere testen worden uitgevoerd. Hiervoor zal één van de wagens van de Fluistertrein met deze maatregelen worden uitgerust en zal de komende 2 jaar deze maatregel verder worden getest.