

5 “Ik draag geen gordel, want ik heb een airbag.”

De airbag is een nylon zak die opgeblazen wordt wanneer de sensoren van de wagen een botsing detecteren. Dit gebeurt met een snelheid van ongeveer 200 km/u. Na ongeveer 0,05 seconden is de airbag volledig opgeblazen. De bedoeling is dat je lichaam dan pas in contact komt met de airbag. Vervolgens loopt het gas door kleine gaatjes in het nylon uit de airbag, waardoor de voorwaartse beweging van je lichaam zo zacht mogelijk afgeremd wordt en alle kinetische energie van het lichaam geabsorbeerd.

Airbags vervangen de gordel niet, zij vullen hem aan. Als je de gordel niet draagt, kan je lichaam langs de airbag heen schuiven, waardoor hij geen zin meer heeft. **De gordel houdt je niet alleen in de juiste positie, hij vertraagt ook de baan van je lichaam naar de airbag, waardoor je deze niet raakt tijdens het opblazen met 200 km/u.** De airbag kan immers ook verwondingen veroorzaken, zoals schaafwonden, hoofdverwondingen, oogbeschadigingen (bij brildragers) en botbreuken in neus, armen en vingers.

Bovendien werkt de gordel de ganse duur van de botsing, terwijl de airbag onmiddellijk na de botsing leegloopt. Vooral bij een opeenvolging van botsingen of wanneer de auto over de kop slaat, is dit heel belangrijk.

In combinatie met de gordel kan de airbag de kans op letsels verkleinen met naar schatting 8%.

Besluit:

Airbags vervangen de gordel niet, zij vullen hem aan. Zonder gordel zou de airbag je zelfs bijkomend kunnen verwonden of doden.

ZONDER gordel wordt de airbag een heuse BOKSHANDSCHOEN!



MET gordel BESCHERMT de airbag de passagier!



Oplossingen van de vraagstukken

- 2.1. Kinetische energie: 4823J – 4823J – op elke plaats ongeveer even groot
- 2.2. Botsing met een zwaargewicht: 12860N – 1311 kg
3. Enkel buiten de bebouwde kom: 14583N – 1487kg – 24 305 556 Pa (of 240 keer de luchtdruk op aarde).
- 4.1. Krachten tijdens de botsing: 2292N – 22917Pa

Bronnen

BIVV Observatorium voor de Verkeersveiligheid. Evolutie van de verkeersveiligheid in België 2000-2013.
 Federale Commissie voor de Verkeersveiligheid. (2007) Dossier: veiligheids gordel en kinderbeveiliging.
 Folder “De gordel, de juiste reflex!”, BIVV, 2008.
 J-M. Page. (2008). Basiswetten van de fysica toegepast op de verkeersveiligheid. BIVV.
 Je gordel, je leven. Uitweg, nr. 51, mei-juni 2006.
 Ongevallendeskundige Dirk Christiaens: “Een airbag volstaat niet”. Uitweg, nr. 51, mei-juni 2006.
 Tom Harris. How Seatbelts Work. Afgehaald van <http://auto.howstuffworks.com/seatbelt.htm> op 11/08/2008.
 Tom Lankard. In search of perfect seatbelt. Afgehaald van <http://editorial.autos.msn.com/article.aspx?cp-documentid=434695> op 18/08/2008.
 De veiligheids gordel, een achterhaald thema? (2005). Winterthur en DEKRA.

Redactie: Sarah Martens
 Verantwoordelijke uitgever: K. Genoe
 Illustraties: Frédéric Thiry
 Grafische vormgeving: www.mazygraphic.be
 Disponible en français

BIVV Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid



Doelgroep	2 ^e en 3 ^e graad ASO, KSO, TSO ¹
Verplaatsingswijze	Wagen
Doelstelling	De leerlingen kunnen met behulp van technische en wetenschappelijke informatie en berekeningen het nut van de gordel illustreren en ongeldige argumenten tegen gordelgebruik weerleggen.
Eindtermen	Natuurwetenschappen en fysica: waarnemingen in klassituaties met situaties uit de leefwereld verbinden - fysische grootheden, eenheden en formules - kracht en beweging - kinetische energie. Vakoverschrijdend: milieueducatie 2 ^e graad: veilig gebruik van vervoer.

1 Inleiding

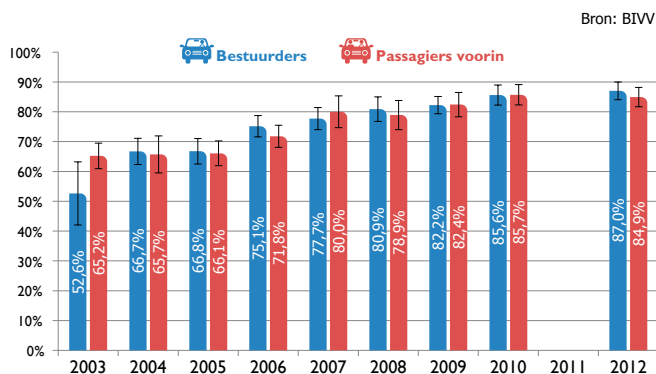
Deze fiche is een hulpmiddel om het thema gordeldracht en verkeersveiligheid in uw lessen fysica te integreren. We onderzoeken hier enkele veelgehoorde, maar ongeldige argumenten tegen het gebruik van de gordel. De leerlingen worden met wetenschappelijke en technische argumenten gewapend om de mythes rond gordeldracht de wereld uit te helpen.

Als inleiding op dit thema kunnen de leerlingen een inventaris maken van alle argumenten voor of tegen de gordel die ze wel eens horen van vrienden, familie, kennissen... Mogelijke discussievragen:

- Wat vind jij van deze argumenten?
- Zijn er volgens jou situaties waarin je de gordel niet hoeft te dragen?
- Draag jij altijd de gordel? Ook als je achteraan zit?
- Heeft de gordel enkel voordelen?

Dat er nog heel wat werk aan de winkel is om iedereen te overtuigen, blijkt uit de statistieken. Sinds 2003 zit de gordeldracht bij bestuurders en passagiers voorin in stijgende lijn, van 52,6% in 2003 naar 87% in 2012. In vergelijking met de vele Europese landen waar meer dan 90% van de bestuurders en passagiers hun gordel draagt, is er bij ons dus nog ruimte voor verbetering. **Het dragen van de gordel is nochtans een wettelijke verplichting waarvan de overtreding een boete van € 110 tot gevolg heeft.**

Evolutie van de gordeldracht voor bestuurders en passagiers voorin.



¹ Dit thema sluit bovendien bijzonder goed aan bij de vakoverschrijdende eindtermen gezondheidseducatie in de eerste graad (rubriek veiligheid en E.H.B.O.). Er kan dus eventueel samengewerkt worden met de leerkrachten van de eerste graad.

² Ichikawa, M., Nakahara, S., & Wakai, S. (2002). Mortality of front-seat occupants attributable to unbelted rear-seat passengers in car crashes. The Lancet, Vol. 359 (nr. 9300). Deze studie ging over ongevallen waarin auto's waren betrokken met minstens 2 passagiers achterin en waarbij alle passagiers minstens gewond raakten.

2 "Ik draag de gordel enkel als ik vooraan zit. Achter in de wagen heeft hij niet zo veel nut."



Deze gordelcampagne van het Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid (BIVV) richt zich precies tot de passagiers. Neem nu de passagiers op de achterbank: door zich niet vast te klikken kunnen zij het leven van de inzittenden voorin de wagen in gevaar brengen. Zo wees een Japanse studie uit dat 80% van de verkeersdoden onder de inzittenden voorin had kunnen worden voorkomen indien de passagiers achterin de gordel hadden omgedaan!²

2.1 Kinetische energie

Wanneer een wagen in beweging is, beschikt deze over haar eigen energie: de **kinetische energie** (E_k). Hoewel jij naar je eigen aanvoelen stil in je autostoel zit, beweeg je in werkelijkheid met dezelfde snelheid met de wagen mee. Ook jouw lichaam bevat dus kinetische energie.

Wanneer de auto door een botsing tot stilstand komt en jij niet vastgeklikt zit in de wagen, behoud jij je kinetische energie en beweeg jij met je oorspronkelijke snelheid verder. Een voorwerp (of een persoon) in beweging blijft die beweging immers aanhouden zolang er geen kracht op inwerkt om de beweging te doen afnemen (bv. een onzacht contact met de voorruit) of toenemen. Dit fenomeen staat in de fysica bekend als de **"eerste wet van Newton"** of de **"wet van de traagheid"**. Je hebt dit fenomeen ongetwijfeld al ondervonden wanneer je in een bus staat die brusk moet remmen.



Vraagstuk³:

Stel dat iemand 50 kg weegt en niet vastgeklemd zit in een wagen die met 50 km/u door de bebouwde kom rijdt.

- Hoe groot is zijn kinetische energie als hij voorin zit?
- En als hij achterin zit?
- Op welke plaats zal de klap tegen het interieur van de wagen het grootst zijn als de wagen door een botsing plots tot stilstand komt?

2.2 Botsing met een zwaargewicht

Als jij tijdens een botsing als passagier achterin de wagen naar voor geslingerd wordt, kan je tegen de bestuurder of de passagier voorin vliegen en hen ernstig verwonden, ook al zitten zij wel "veilig" vastgeklemd.

Vraagstuk:

Een wagen botst met 50 km/u. De passagier weegt 50 kg en zit achterin, niet vastgeklemd. Ze vliegt tegen de bestuurder en komt daar tot stilstand in een botsing die 54 milliseconden duurt. Hoe groot is de kracht van de botsing?

Om je hier iets bij voor te kunnen stellen, kan je deze kracht vergelijken met de aantrekkingskracht van de aarde. Dit noemen we het "equivalente gewicht".

Vraagstuk:

Stel dat de aarde een even grote aantrekkingskracht op je lichaam zou uitoefenen als de kracht die je in de vorige oefening berekend hebt, hoeveel zou je dan wegen?

Botsen met een persoon van 50 kg die met 50 km/u tegen jou aanvliegt, is qua kracht dus vergelijkbaar met geplet worden onder een personenwagen van 1,3 ton!



Besluit:

De kinetische energie en het geweld van de schok zijn identiek voor de voorste en achterste plaatsen. Bovendien kunnen de passagiers achterin bij een ongeval tegen de inzittenden voorin gesmaakt worden en zo ernstige letsels veroorzaken.

3 "Ik draag de gordel enkel wanneer ik buiten de bebouwde kom ga. Anders rijdt ik toch maar maximum 50 km/u."

De statistieken van 2012 tonen aan dat ongeveer 90,1% van de bestuurders zich vastklemt wanneer hij of zij met een snelheid van 120 km/u rijdt, terwijl 86,4% zich vastklemt bij 50 km/u en slechts 77,8% bij 30 km/u ! Maar zijn de krachten die je lichaam ondergaat bij een botsing met lage snelheid wel zo onschuldig?

Vraagstuk:

Stel dat er een passagier voorin in een wagen zit die 50 km/u rijdt. Plots moet de chauffeur uitwijken en rijdt de wagen frontaal tegen een betonnen muur. De bestuurder heeft nog net kunnen afremmen zodat deze op het moment van de impact 30 km/u rijdt. Tijdens de botsing vliegt de passagier met een snelheid van 30 km/u verder tot zijn of haar hoofd tegen de voorruit knalt. Tijdens deze impact wordt zijn originele snelheid op korte tijd (0,002s) tot nul gebracht.

- Hoe groot is de de kracht die op zijn of haar hoofd (met een massa van 3,5 kg) uitgeoefend wordt?
- Hoe groot is het equivalente gewicht van zijn of haar hoofd?
- Hoe groot is de plaatselijke druk op zijn of haar schedel als je weet dat het contactoppervlak tussen het hoofd en de voorruit doorgaans maar 0,0006 m² bedraagt?

Bij hoge snelheid is de gordel minder effectief. Je organen zijn immers ook onderhevig aan de wet van de traagheid en die kan je niet met een gordel vastgespen. Zij zullen nog even langer blijven voortbewegen en tegen je borstkas en buikwand aangeslingerd worden. Wanneer je met zeer hoge snelheid botst, kan dit zeer schadelijke gevolgen hebben. Zo kunnen delen van je hersenen verpletterd worden tegen je schedel, met mogelijk definitieve verlamming tot gevolg.

Besluit:

Anders dan je zou verwachten, heeft de gordel het meeste effect wanneer je met lage snelheid botst. Zelfs bij lage snelheden ondergaat je lichaam zeer grote krachten. Wat veel weggebruikers niet weten, is dat er zonder gordel reeds vanaf 20 km/u gevaar bestaat om te overlijden. Wie de gordel draagt, kan ongevallen tot 100 km/uur overleven.

³ Voor de eenvoud gaan we steeds uit van een volkomen niet-elastische botsing, d.w.z. dat je na de botsing volledig stilstaat tegen het obstakel (eindsnelheid $v_e = 0$) – alle kinetische energie van de wagen is omgezet in warmte, vervorming van het koetswerk (bv. de kreukelzone), geluid, enz. Bovendien gaan we er steeds van uit dat versnellingen (of vertragingen) eenparig zijn.

4 “Ik draag de gordel niet, want hij kan mij tijdens een ongeval zwaar verwonden.”

4.1 Krachten tijdens de botsing

De gordel is de uitvinding die naar alle waarschijnlijkheid de meeste levens heeft gered in het verkeer. **Zijn effect wordt geschat op 40% minder dodelijke slachtoffers en 17 à 25% minder ernstige letsels.** Het doel van de gordel is om jouw kinetische energie te absorberen zonder je aan al te grote krachten bloot te stellen en om je zo goed mogelijk op je plaats te houden, zodat je niet tegen het interieur van je wagen vliegt of eruit gekatapulteerd wordt. Wie uit het voertuig wordt geslingerd, loopt vijf keer meer risico om te overlijden dan iemand die vastgeklemd is met de gordel!

Het klopt dat de veiligheidsgordel verwondingen kan veroorzaken door de grote krachten waaraan je lichaam bij een botsing blootgesteld wordt. Maar die verwondingen zijn niet te vergelijken met de letsels die een passagier oploopt die tegen de voorruit terecht komt of uit het voertuig geslingerd wordt.

Vraagstuk:

Als je wel een gordel draagt, wordt de kracht verspreid over het volledige contactoppervlak tussen de gordel en het lichaam, ongeveer $0,1\text{ m}^2$. De vertraging wordt bovendien gespreid over een langer tijdsinterval (ongeveer $0,2\text{ s}$), doordat de gordel een beetje uitrekt alvorens je beweging volledig te blokkeren.

- Hoe groot is de kracht op een lichaam van 55 kg bij een impact met 30 km/u ?
- Hoe groot is de druk op de borstkas?

Vergelijk even met de berekening die we hierboven maakten voor een passagier die niet is vastgeklemd. De druk op de schedel was daar ongeveer 1060 keer groter dan die op de borstkas in deze oefening! De kracht nodig om het lichaam tot stilstand te brengen met een gordel is ongeveer 6 keer kleiner dan de kracht nodig om enkel het hoofd tot stilstand te brengen zonder de gordel, terwijl de massa van het lichaam meer dan 15 keer groter is dan die van het hoofd!

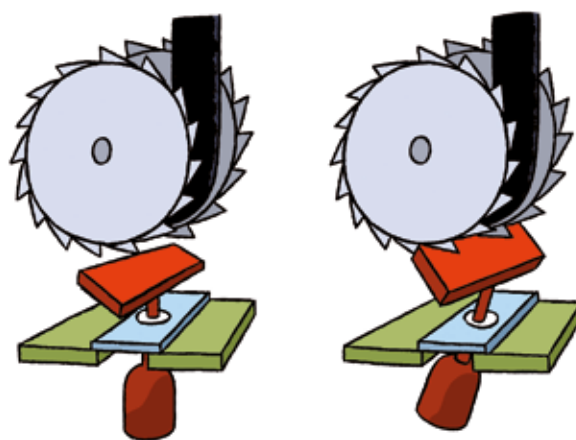
Hoe groter het oppervlak van de gordel dat het lichaam raakt, hoe meer de druk verspreid wordt en hoe minder groot de kracht op één punt van het lichaam is. Waarom maakt men de gordel dan niet breder? Bredere gordels zijn stijver en minder comfortabel. Bij het ontwerpen moet men steeds een afweging maken tussen veiligheid en comfort. Hoe minder comfortabel de gordel, hoe minder mensen bereid zullen zijn hem steeds te dragen.



4.2 Hoe werkt de gordel?

Men blijft de gordel volop verbeteren om een maximum aan comfort met een minimum aan blessures te verzoenen.

Om ervoor te zorgen dat je de gordel niet elke keer opnieuw op de juiste lengte moet afstellen, is er een **retractiesysteem**. De gordel zit rond een gekartelde spoel gerold, die verbonden is met een spiraal. Wanneer je de gordel afrolt, wordt deze spiraal ontwonden. Laat je de gordel los, dan windt deze spiraal zichzelf terug op en wordt de gordel aangespannen.



Bij een botsing wil je uiteraard niet dat de gordel afgerold kan worden. Daartoe dient het **blokkeersysteem**. Een voorbeeld van zo'n blokkeersysteem is een gewichtje dat verbonden is aan een plaatje onder de spoel van de gordel. Wanneer de auto vertraagt, blijft het gewicht verder bewegen (door de wet van de traagheid), waardoor het plaatje omhoog gekanteld wordt en tussen de tanden van de spoel terecht komt en die blokkeert.

Soms is er een lus in de riem genaaid als **krachtbegrenzer**. De sterkte van de draad is zo gekozen, dat de naad zal breken wanneer er een zeer grote kracht op de riem inwerkt. Zo komt er een extra stuk gordel vrij en duurt de vertraging van je lichaam iets langer, waardoor de kracht op je lichaam minder groot is.

Bij dit alles is het natuurlijk belangrijk dat je de gordel correct gebruikt. **De hoogte moet zodanig ingesteld zijn dat de gordel over de schouder loopt. De gordel mag niet gedraaid zijn. Dikke kledij, zoals winterjassen, doe je best uit.** Zij zorgen er immers voor dat er speling is tussen je lichaam en de gordel, waardoor deze niet onmiddellijk in werking kan treden bij het begin van de botsing.

Besluit:

De gordel is één van de effectiefste, goedkoopste en veiligste manieren om het aantal verkeersslachtoffers te verminderen. Toch kan de gordel zelf letsels veroorzaken, die evenwel niet te vergelijken zijn met de zware gevolgen van het niet dragen van de gordel. Men ontwikkelt bovendien alsmat meer systemen om de schadelijke gevolgen van de gordeldracht bij een ongeval te beperken.