

TE ZIEN IN:  
INNOVATIE NU | MAART 2021

# DOING THINGS DIFFERENTLY

## TESTING MATERIALS WITH LOW UNIFORM ELONGATION

*Auteur:*

**Sikander Naseem Msc**

Research Engineer & Candidate  
PhD. Non-linear Mechanics  
Fraunhofer Project Center  
at the University of Twente



**ADVANCED  
MANUFACTURING  
CENTER**

ISSN 2772-4255

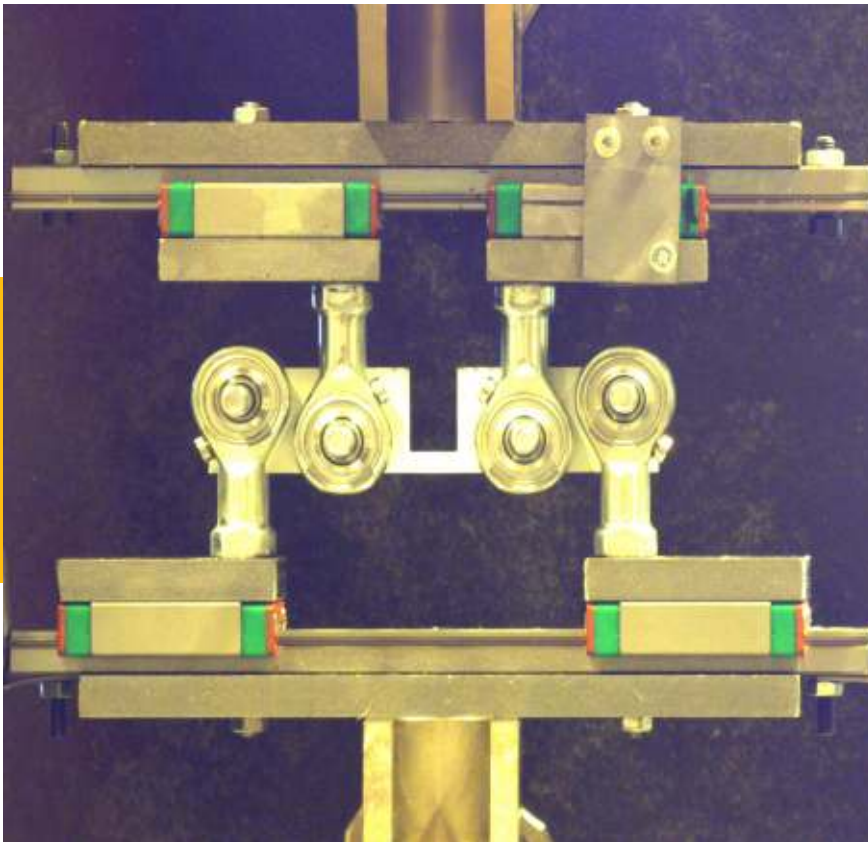
# DOING THINGS

# DIFFERENTLY

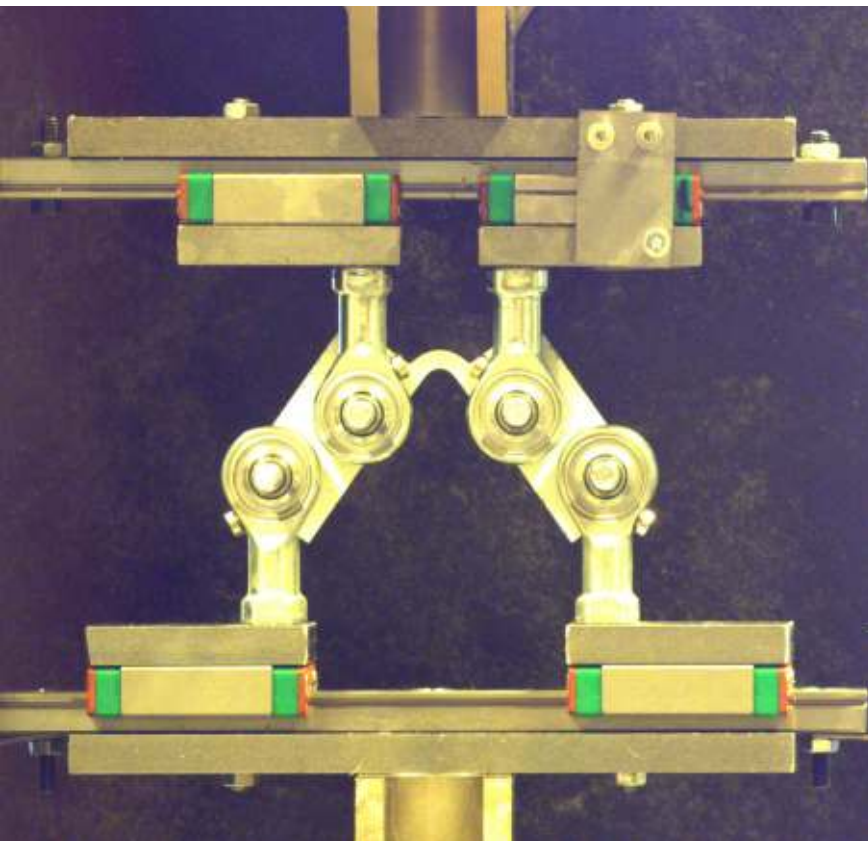
## TESTING MATERIALS WITH LOW UNIFORM ELONGATION

**V**oor de metaalbewerkingsindustrie is het van groot belang te weten hoe het materiaal zich gedraagt bij hoge plastische deformatie, om een accurate simulatie uit te voeren. Een standaardprocedure in de industrie is het uitvoeren van een trekproef om deformatiedata over het materiaal te verzamelen. Vaak zijn deformaties in de metaalvormingsprocessen hoger dan wat behaald kan worden met een trekproef. Om dit te compenseren, wordt de data geëxtrapoleerd met behulp van een curve-fitting-techniek. De keuze voor de fitting-functie brengt echter een onzekerheid met zich mee.

Alternatieve proeven, zoals de buigtesten en afschuifproeven, bieden hogere stabiele deformaties dan een trekproef. Deze testen bieden de nodige uitdaging; het is moeilijk om een betrouwbare en homogene staat van deformatie te vinden tijdens een proef. Gebruikelijke drie- en vierpuntsbuigproeven zijn simpel en kunnen gebruikt worden in trekproefmachines, maar er kunnen problemen met lokale deformaties en frictie op het contactpunt voorkomen. Ook is, met out-of-plane bending, de maximale spanning gelimiteerd door de dikte van de plaat.



*A new and simple bending setup is developed that can be used in a tensile test machine to perform pure bending. The bending happens in-plane of the sheet. The bending deformation can be seen in the figures to the left.*



Er is een nieuwe en eenvoudigere buigingsopstelling ontworpen, die gebruikt kan worden in een trekproefmachine om pure buiging uit te voeren. De buiging vindt plaats in het vlak van de metaalplaat. De ontwikkeling van de testopstelling begon met het idee om buigdeformatie uit te voeren, door een vorm in de metaalplaat te snijden, zoals te zien in Figuur 1a. Zo'n sample kan in een trekproefmachine geklemd worden. Door aan de sample te trekken, roteren de twee vierkante supportonderdelen en buigt de balk in het midden. De sample werd verder geoptimaliseerd om de rotatiehoek en de buiging in de balk te vergroten (Figuur 1b). Er werd geconstateerd dat de geoptimaliseerde sample niet genoeg spanning in de balk teweegbracht. Met lineaire en rollagers is daarom een nieuwe, simpele opstelling ontworpen, zoals te zien is in Figuur 1c. De opstelling kan tussen de trekproefmachine geklemd en getrokken worden. De pin-hole interface zorgt voor rotatie van de twee rechthoekige supports. Hierdoor deformeert de balk in het midden met pure buiging. De buigdeformatie is weergegeven in Figuur 2.

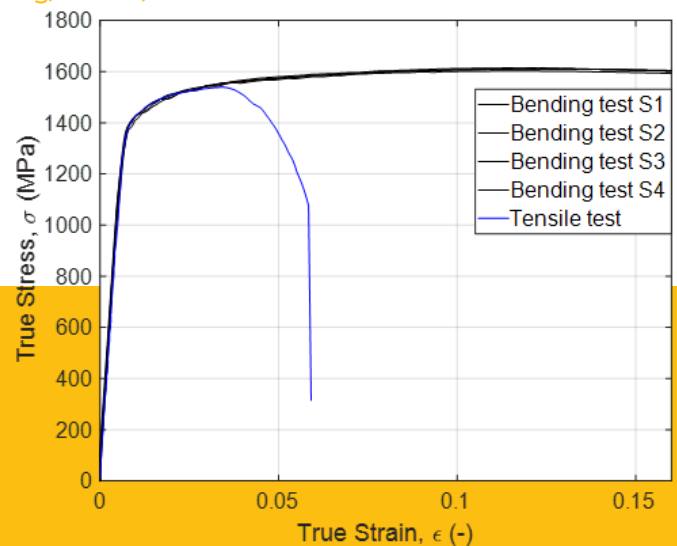
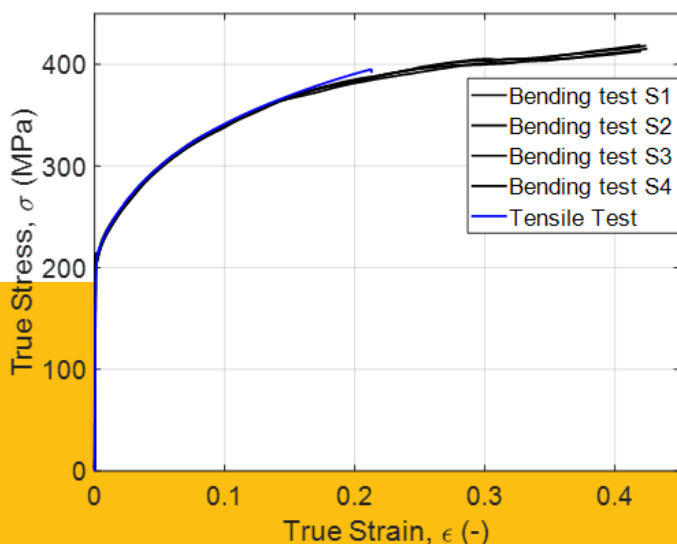
Door middel van analyse van de afbeeldingen, kunnen de buighoek en kromming in de balk worden beoordeeld. Met de buighoek, geometrische verhoudingen en krachten, gemeten door de machine, kan het buigmoment worden berekend. De verkregen moment-kromme kan gebruikt worden om de karakteristieken van het materiaal in termen van de spanning ten opzichte van de vervorming

te bepalen. Hier wordt een conversiemethode voor gebruikt, die alleen geldig is in een klein bereik van de spanning, namelijk 12%. Dit komt doordat pure buiging onder hoge spanning non-lineair en complex wordt. De analytische conversie wordt gebruikt onder aanname van lineaire deformatie onder gelimiteerde spanning.

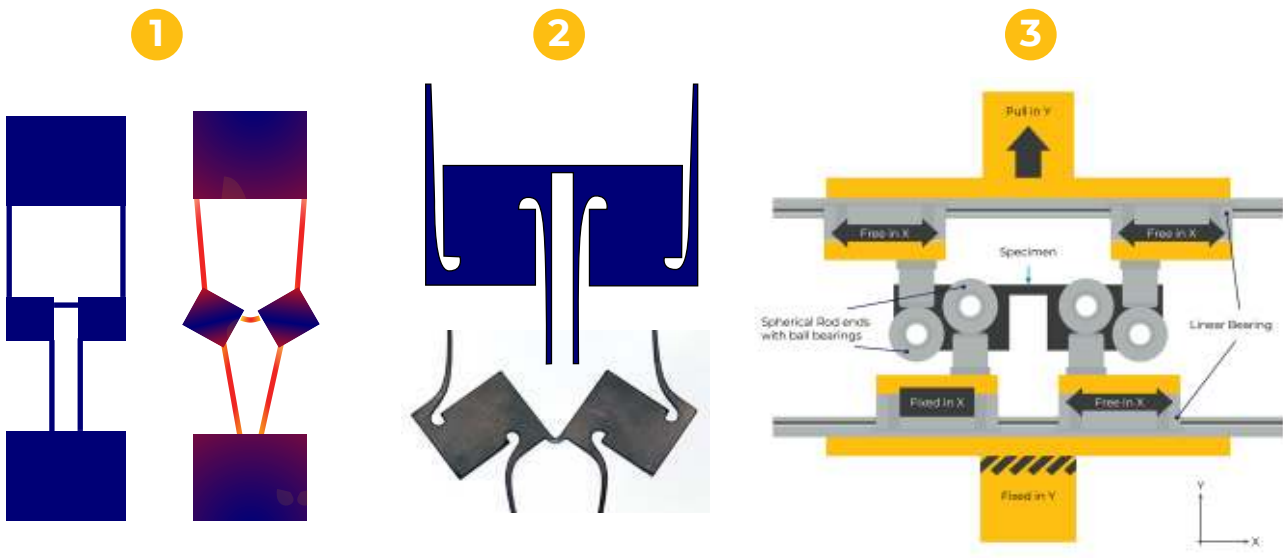
Dit kan worden geconstateerd wanneer we spanning-vervorming-resultaten van de ontwikkelde buigproef vergelijken met de trekproef van een laaggehalte koolstofstaal (Mild Steel) met hoge buigzaamheid. Het resultaat is te zien in Figuur 3. Het resultaat van de spanning-vervorming-buigtest onder hoge spanning, verschilt van de trekproef. Toch kan de methode eventueel gebruikt worden voor materialen met lage uniforme elongatie. Een dergelijk materiaal dat gebruikt wordt in de auto-industrie, is Docol 1400m van SSAB. Het resultaat van de buigproef voor dit materiaal wordt vergeleken met de trekproef in Figuur 4. Figuur 4 laat zien dat de buigtest hogere spanning-vervorming-data tot 12% laat zien dan de uniaxiale trekproef, welke op 3% al faalt.

Met de ontworpen in-plane buigopstelling kunnen uitgebreidere materiaalkarakteristieken worden omschreven, wat nauwkeurigheid van materiaalbeschrijvingen verbetert en hiermee de accuraatheid van metaalvormingssimulaties. improving the accuracy of metal forming simulations.

Full article and references available at: <https://doi.org/10.1007/s11340-020-00621-5>



## The test was developed in three steps:



The development started with the idea to perform bending deformation by simply cutting a shape in sheet metal. Such a sample can be clamped in a tensile test machine. Pulling the sample will rotate the two square support parts and the beam in the center will bend.

The first setup, however, did not result in the elongated strains as hoped for. Therefore, it was further optimized to increase the angle of rotation and the bending in the beam. This resulted in more bending on the desired location.

Still, it was found that the optimized sample would not produce enough strain in the beam. Therefore, using linear and roller bearings, a new device was designed. This device can be clamped in a tensile test machine and pulled. The pin-hole interface allows rotation of the two rectangular supports. As a result the beam in the middle deforms with pure bending. This eventually resulted in the appropriate elongation.

**Voor de metaalbewerkingindustrie is het van groot belang te weten hoe het materiaal zich gedraagt bij hoge plastische deformatie, om een accurate simulatie uit te voeren.**



Author:

**Sikander Naseem Msc**

Research Engineer & Candidate  
PhD. Non-linear Mechanics  
Fraunhofer Project Center  
at the University of Twente