

math inside

Optimaliseren van
verbrandingsprocessen

verrassende wiskunde

© LIME BV
Esp 405
5633 AJ Eindhoven

T +31 40 75 16 116
E info@limebv.nl
I www.limebv.nl



Deze teksten vallen onder een Creative Commons Naams-vermelding-Niet-Commercieel-GeenAfgeleideWerken 3.0 Unported-licentie.



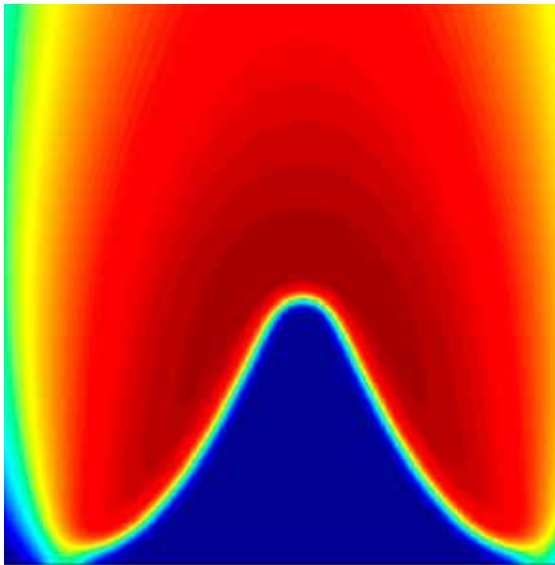
A SIOUX COMPANY

INNOVATION THROUGH COMPUTATION

Optimaliseren van verbrandingsprocessen

Verbrandingsprocessen vormen de belangrijkste bron van energie. Bij verbranding van kolen en koolwaterstoffen zoals gas en olie komen echter stoffen vrij die slecht zijn voor het milieu, zoals het broeikasgas CO_2 en het 'zure' NO_x . Het optimaliseren van de verbrandingsprocessen staat daarom volop in de belangstelling.

Verbranding is een chemisch proces waarbij een stof reageert met zuurstof. De reactie gaat doorgaans gepaard met het vrijkomen van warmte. De vlam die mogelijk ontstaat geeft het gebied aan waar deze reactie plaatsvindt. De eerste wetenschappelijke verklaring voor dit verschijnsel werd door **Jan van Helmont** in de zestiende eeuw gegeven.



Naast experimenteel onderzoek zijn simulatiemodellen tegenwoordig onontbeerlijk om verbrandingsprocessen te voorspellen en te optimaliseren. De chemische reacties die optreden bij verbranding van zelfs zoiets eenvoudigs als methaan zijn zeer complex. Om verbranding te modelleren moet daarnaast ook de stroming en de temperatuur van het gas en de verschillende producten meegenomen worden. Een typisch kenmerk van dit type probleem is het optreden van verschillende tijdschalen. Sommige reacties duren extreem kort, terwijl andere relatief lang duren. Hiervan kan gebruik worden gemaakt om de vergelijkingen aanzienlijk te vereenvoudigen en daarmee een vlamsimulatie mogelijk te maken.

Een toepassing is het optimaliseren van een verbrandingsmotor. In 1867 construeerde **Otto** de eerste motor die gebruik maakte van de energie die vrijkomt bij het verbranden van gas. Bij gebruik van verbranding als energiebron is de zogenaamde *Carnotwaarde* van belang. Deze waarde geeft het maximale rendement aan van zo'n proces. Modelleren helpt bij het zoeken naar het optimaliseren van het rendement.



Een ander voorbeeld waarbij simulaties een grote rol spelen is het onderzoek naar geluid in cv-ketels. Dit geluid wordt veroorzaakt door een vlam die niet stabiel is maar fluctueert. Omdat de verschillende parameters van de brander eenvoudig in een simulatie veranderd kunnen worden kan zo een optimale set gekozen worden waardoor bijvoorbeeld het geluid minimaal is of de frequentie zo laag dat het niet meer hoorbaar is.

Jan van Helmont

* 1577 Brussel – † 1644 Vilvoorde
Van Helmont was arts en alchemist. Bij de studie van verbranding van houtskool ontdekte hij een substantie die anders is dan lucht, namelijk koolstofdioxide. Deze vreemde geest noemde hij 'gas'.



Het woord komt vermoedelijk van 'chaos' en is in praktisch alle talen overgenomen. Van Helmont kreeg problemen met de Katholieke kerk en werd door de inquisitie vanaf 1625 onder huisarrest geplaatst.

Nicolas Léonard Sadi Carnot

* 1796 Parijs – † 1832 Parijs

Carnot was een Frans wiskundige. Hij bestudeerde het werk van de Schotse ingenieur James Watt die erin geslaagd was het rendement van de stoommachine van 1 procent te verhogen tot 19 procent. Carnot bestudeerde het begrip rendement vanuit wetenschappelijk oogpunt en kwam tot een theorie die de haalbare efficiëntie kon voorspellen. Hij toonde aan dat het hoogst haalbare rendement geheel bepaald werd door het verschil tussen de hoogste en de laagste temperatuur in een proces. Zo heeft een auto een Carnot rendement van 25 procent, een kolencentrale 35 procent. Door warmtekrachtkoppeling kan dit opgevoerd worden tot 60 procent.



Nikolaus August Otto

* 1832 Holzhausen –

† 1891 Keulen

Otto ging op zestienjarige leeftijd experimenteren met motoren. In 1861 bouwde hij zijn eerste motor, die op het verbrandingsprincipe werkte. Samen met Eugen Langen, die een technische opleiding genoten had stichtte hij de eerste motorenfabriek ter wereld, 'N.A. Otto & Cie'. In 1867 won hun flugkolbenmotor de gouden medaille op de Parijse wereldtentoonstelling. Nadat de eerste fabriek failliet ging, stichtte Otto in Deutz een nieuwe fabriek voor de bouw van gasmotoren, de Gasmotorenfabrik Deutz, momenteel IVECO. In 1877 kreeg hij een eredoctoraat van de universiteit van Wurzburg. In 1911 stichtte zijn 28-jarige zoon Gustav Otto de firma 'Gustav Otto Flugmaschinenfabriken'. Hieruit kwam in 1917 de firma BMW voort.

