

➤ Inleiding construeren

DAAN HAEYEN EN BAS FLIPSEN

+ ONLINE
MATERIAAL
VOOR
STUDENTEN
EN DOCENTEN



Boom

Inleiding construeren

Inleiding construeren

Daan Haeyen en Bas Flipsen

Boom

**inclusief
website!**



Met behulp van onderstaande unieke activeringscode kun je een studentaccount aanmaken op www.inleidingconstrueren.nl, voor toegang tot extra materiaal bij dit boek. Deze code is persoonsgebonden en gekoppeld aan de eerste druk. Na activering heb je twee jaar toegang tot de website. De code kan tot zes maanden na het verschijnen van een volgende druk worden geactiveerd.

Meer informatie over deze en andere uitgaven vindt u op www.boomhogeronderwijs.nl.

© 2018 Boom uitgevers Amsterdam

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten van de beelden e.d. volgens wettelijke bepalingen te regelen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, wordt verzocht zich te wenden tot de uitgever.

Opmaak: Holland Graphics, Amsterdam

Omslag: Carlito's Design, Amsterdam

Omslagstramien: Studio Bassa, Culemborg

ISBN: 978 90 244 0716 3 (paperback)

ISBN: 978 90 244 0718 7 (e-book)

NUR: 173/929

Alle rechten voorbehouden. Alle auteursrechten en databankrechten ten aanzien van deze uitgave worden uitdrukkelijk voorbehouden. Deze rechten berusten bij Boom uitgevers Amsterdam.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet gestelde uitzonderingen, mag niets uit deze uitgave worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van reprografische veeelvoudingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16 h Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp, www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich te wenden tot de Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl). Voor het overnemen van een gedeelte van deze uitgave ten behoeve van commerciële doeleinden dient men zich te wenden tot de uitgever.

Hoewel aan de totstandkoming van deze uitgave de uiterste zorg is besteed, kan voor de afwezigheid van eventuele (druk)fouten en onvolledigheden niet worden ingestaan en aanvaarden de auteur(s), redacteur(en) en uitgever deswege geen aansprakelijkheid voor de gevolgen van eventueel voorkomende fouten en onvolledigheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the publisher's prior consent.

While every effort has been made to ensure the reliability of the information presented in this publication, Boom uitgevers Amsterdam neither guarantees the accuracy of the data contained herein nor accepts responsibility for errors or omissions or their consequences.

Voorwoord

Voor jou als beginnend student Werktuigbouwkunde of Industrieel Product Ontwerpen zijn er veel zaken die van belang zijn voor het ontwerpen van producten en machines. Voor de ontwerpmethodieken die hierbij gebruikt worden, zijn uitstekende boeken verkrijgbaar. Hetzelfde geldt voor het berekenen van krachten en spanningen in constructies.

Als je verder in je studie komt, zul je waarschijnlijk kennismaken met het boek *Roloff/Matek machineonderdelen*. In dat boek vind je alles over het kiezen van motoren, overbrengingen en het exacte type lager, evenals (onder andere) het bepalen van asdiktes, lasverbindingen en toleranties.

Het is natuurlijk van groot belang dat een as sterk en stijf genoeg is, maar waarom zit die as daar? Waarom wordt er gekozen voor een bepaalde constructieve oplossing? Waarom wordt er gekozen voor een bepaald mechanisme en hoe werkt dat dan?

Dit boek is geschreven om inzicht te geven in het *waarom* van bepaalde constructieve keuzes en geeft je eenvoudige en inleidende methoden voor het analyseren en ontwerpen van dynamische constructie-elementen.

De inhoud is gedeeltelijk gebaseerd op het dictaat 'Techniek 3A, Constructiedeel' van Prof. Paul de Ruwe (2003) en het dictaat 'Product & Motion' van Bas Flipsen en zijn collega's van de TU Delft (2012).

Speciale dank gaat uit naar Bas van Gruijthuijsen van Spierings Mobile Cranes voor alle informatie, en naar Jan Gerritsen voor zijn uitgebreide feedback op de teksten (en zijn studieadvies in 1993).

Daan Haeyen en Bas Flipsen, 2018

Inhoud

Voorwoord	5
Hoofdstuk 1 Inleiding	9
1.1 De fiets	9
1.2 Opbouw van dit boek	10
1.3 De mobiele torenkraan	10
Hoofdstuk 2 Aandrijving en last	13
2.1 Vermogen	14
2.2 Motoren	16
2.3 Last	20
2.4 Bedrijfspunt	22
Hoofdstuk 3 Overbrengingen	27
3.1 Indeling	27
3.2 Overbrengingsverhouding	29
3.3 Overbrengingen en het bedrijfspunt	30
Hoofdstuk 4 Tandwieloverbrengingen	33
4.1 Overbrengingsverhouding tandwielen	34
4.2 Steekcirkel	35
4.3 Rendement	36
4.4 Kenmerken van tandwielen	37
4.5 Type tandwieloverbrengingen	42
4.6 Overige tandwieloverbrengingen	44
4.7 Tandwielselectie	47
4.8 Smering van tandwielen	49
Hoofdstuk 5 Riem- en kettingoverbrengingen	51
5.1 Riemoverbrengingen	51
5.2 Kettingoverbrengingen	55
5.3 Bepalen lengte riem of ketting	59
5.4 Voor- en nadelen van kettingen en riemen	60
Hoofdstuk 6 Vrijheidsgraden en overbepaaldheid	61
6.1 Zes graden van vrijheid	61
6.2 Vrijheidsgraden in de praktijk	62
6.3 Vrijheidsgraden en sprieten	65
6.4 Overbepaaldheid	66
6.5 Toepassingen	69
Hoofdstuk 7 Mechanismen	73
7.1 Indeling naar functie	74
7.2 Indeling naar verschijningsvorm	76
7.3 Kinematisch model	84
7.4 Het ontwerpen van mechanismen	85

Hoofdstuk 8 Stangenmechanismen	89
8.1 Stangen	89
8.2 Verbindingen bij stangenmechanismen	95
8.3 Vrijheidsgraden bij stangenmechanismen	97
8.4 Momentane pool en poolbaan	100
8.5 Analyse van positie, snelheid en versnelling	102
8.6 Ontwerpen van stangenmechanismen	106
Hoofdstuk 9 Nokmechanismen	113
9.1 Uitvoeringen	115
9.2 Ontwerpen van nokkenmechanismen	119
Hoofdstuk 10 Lagering	125
10.1 Stap 1 – roterend of translarend	127
10.2 Stap 2 – axiale of radiale belasting	127
10.3 Stap 3 – grootte van snelheid en belasting	128
10.4 Stap 4 – wisselende richting van axiale belasting	135
10.5 Stap 5 – belasting lager door buiging as	136
10.6 Translerende (lineaire) lagers	139
10.7 Overige lagers	141
10.8 Koppelen van roterende assen	142
10.9 Smering	143
Hoofdstuk 11 Veren	145
11.1 Toepassingen	146
11.2 Soorten veren	147
11.3 Schroefveren	152
11.4 Niet-lineaire veren	153
11.5 Dempers	155
11.6 Speling voorkomen met veren	157
Hoofdstuk 12 Hydrauliek en pneumatiek	159
12.1 Toepassingen	159
12.2 Werking	160
12.3 Cilinders	161
12.4 Verschillen tussen pneumatiek en hydrauliek	165
12.5 Stuur- en regelementen	166
12.6 Pneumatische en hydraulische systemen	170
12.7 Vermogen en debiet bij hydrauliek	172
12.8 Overige elementen	174
Nawoord	177
Referenties	179
Index	180

Inleiding

Aan de hand van een eenvoudig voorbeeld, een fiets, wordt de basis gelegd voor een systeemnotatie waarmee alle onderwerpen in dit boek een logisch verband zullen krijgen.

1.1 De fiets

Bij de meeste bewegende constructies of producten zorgt een motor of persoon voor een kracht of koppel, en drijft deze via een overbrenging een last aan. Dit aandrijven van een last is dan de functie van het apparaat. In het geval van een fiets is dat de kracht die de band uitoefent op de weg, zodat de fiets vooruit beweegt (figuur 1.1). Het is noodzakelijk dat de technisch ontwerper leert om een weloverwogen keuze te maken voor de meest geschikte aandrijving en overbrenging bij ieder aangedreven product of machine.



Figuur 1.1 Aandrijving, overbrenging en lastproces voor de fiets
(foto: Shutterstock/Ovchinnikov Vladimir)

Bij iedere toepassing is er een energiebron en een lastproces aan te wijzen. De energiebron levert het vermogen om een fiets aan te drijven, dat wordt verbruikt door de last of de weerstand. Bij een fiets levert de bestuurder het vermogen door te trappen, dat via een overbrenging, de ketting en tandwielen wordt omgezet naar het aandrijven van het wiel waarmee de last wordt overwonnen. In het geval van de fiets is deze last de rol- en luchtweerstand, maar ook het versnellen of een helling oprijden. We kunnen deze 'aandrijflijn' schematisch weergeven zoals gedaan in figuur 1.2. Dit schema geeft in blokken de elementen weer die zorgen voor de aandrijving. De pijlen tussen de blokken leggen het verband vast tussen kracht (F), snelheid (v), koppel (T) en hoeksnelheid (ω).



Figuur 1.2 De systeemnotatie voor de aandrijflijn van een fiets

Door een dergelijk schema te maken, kun je op een abstracte manier naar de elementen kijken, en deze los zien van één bepaald soort fiets of een ander dynamisch systeem. Wat voor een fiets geldt, is ook op complexe machines van toepassing.

1.2 Opbouw van dit boek

Dit boek is opgebouwd uit een aantal hoofdstukken die alle onderdelen van de aandrijflijn behandelen.

In hoofdstuk 2 zullen we kort de natuurkundige basis toelichten over vermogen, opgesplitst in vermogen in translerende richting en in roterend vermogen. Tevens wordt er een introductie gegeven in (elektro)motoren en de bijbehorende motorkarakteristieken. Om een last te overwinnen heb je eveneens een lastkarakteristiek nodig, waarmee je gecombineerd met de motorkarakteristiek het bedrijfspunt kunt bepalen. Dit bedrijfspunt is belangrijk omdat het een idee geeft hoe snel een systeem zal gaan draaien of zich zal voortbewegen zodra je een motor aansluit met een bepaald vermogen.

In hoofdstuk 3 gaan we dieper in op overbrengingen. Elektromotoren draaien vaak te snel om direct aangesloten te kunnen worden op de last. Een overbrenging is dan een oplossing om de hoge snelheid van een roterende elektromotor te vertragen naar een bruikbare rotatiesnelheid.

Hoofdstuk 4 en 5 gaan dieper in op een aantal veelvoorkomende overbrengingen, namelijk tandwielen en riem- en kettingoverbrengingen.

Hoofdstuk 6 is een introductie tot vrijheidsgraden, waarmee je de mogelijkheid of onmogelijkheid tot bewegen exact vastlegt, zonder dat hierbij problemen met overbepaaldheid ontstaan.

Soms wil je niet een roterende beweging produceren maar een beweging maken over een ander pad. Met behulp van mechanismen is dit mogelijk. Hoofdstuk 7 biedt een overzicht van de verschillende verschijningsvormen van mechanismen, waarna hoofdstuk 8 en 9 dieper ingaan op het analyseren en ontwerpen van stangen- en nokmechanismen. Hoofdstuk 10 behandelt de lagering van draaiende of translerende delen, zodat deze soepel en langdurig kunnen werken.

In hoofdstuk 11 worden technische veren behandeld, veelgebruikte machineonderdelen die passief, dus zonder energiebron, een kracht kunnen uitoefenen.

Hoofdstuk 12 ten slotte gaat dieper in op de hydraulische systemen die in de zwaardere werktuigbouwkunde veel worden gebruikt.

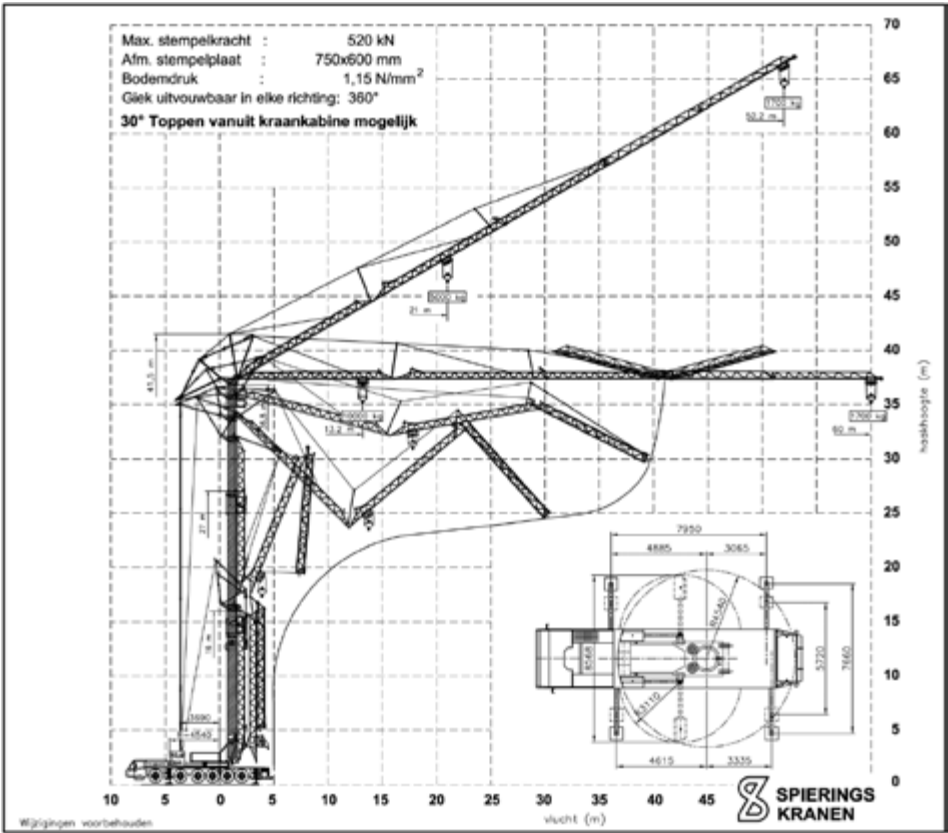
1.3 De mobiele torenkraan

Aan de hand van de Spierings mobiele torenkraan in figuur 1.3 worden alle onderwerpen in dit boek geïntroduceerd. In deze figuur is de kraan te zien in opgevouwen toestand, waarbij hij gewoon over de weg kan rijden. Na het uitklappen zijn de afmetingen gigantisch toegenomen: de lengte wordt ongeveer vier keer zo groot, de hoogte tot wel tien keer (zie figuur 1.4).

Deze kraanwagen is een complex werktuig, bestaande uit ongeveer 10.000 unieke onderdelen. De aandrijvingen, overbrengingen en mechanismen in de torenkraan zorgen er samen voor dat hij zijn werk kan doen.



Figuur 1.3 Spierings mobiele torenkraan (foto: Spierings Mobile Cranes B.V.)



Figuur 1.4 Uitklappen Spierings AT6 (afbeelding: Spierings Mobile Cranes B.V.)



Op de website bij dit boek, www.inleidingconstrueren.nl, staan video's waarin te zien is hoe de mobiele torenkraan precies werkt.



Inleiding construeren behandelt de basis voor mechanische oplossingen. Het boek biedt een heldere inleiding in de basisbegrippen voor construeren en maakt de stap van ideeën naar concreet ontwerp inzichtelijk.

De begrippen lastproces, overbrenging en aandrijving worden eenvoudig behandeld aan de hand van een mobiele torenkraan als doorlopend voorbeeld, waarbij de onderliggende constructieprincipes en -mechanismen centraal staan. Er wordt gekeken naar de aandrijflijn, lagering, vering en hydrauliek. Daarnaast worden stangen- en nokkenmechanismen

besproken en krijgt de student concrete handvatten om deze te ontwerpen.

Inleiding construeren is bedoeld voor eerstejaars hbo-studenten engineering, werktuigbouwkunde, industrieel productontwerp en aanverwante studies. Het is een eenvoudige introductie op vakken over ontwerpen en construeren met machineonderdelen.

Op de website bij dit boek, www.inleidingconstrueren.nl, staan diverse vraagstukken met uitwerkingen en voorbeelden van mechanismen aan de hand van animaties en filmpjes.

Daan Haeyen is docent Werktuigbouwkunde aan de Hogeschool Utrecht. Bas Flipsen is docent aan de faculteit Industrieel Ontwerpen van de TU Delft.

