

## Macroscopische oppervlakelementen. Deel 1

**Citation for published version (APA):**

Smals, A. T. J. M. (1975). Macroscopische oppervlakelementen. Deel 1. *De constructeur*, 14(7), 27-30.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1975

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## MACROSCOPISCHE

# OPPERVLAKELEMENTEN

deel 1

### SAMENVATTING

In dit eerste van een tweetal samenhangende artikelen worden enkele geordende verzamelingen oppervlakelementen opgesteld, die een grote praktische betekenis voor het ontwerpen en vervaardigen van werktuigen hebben. In een tweede artikel zal een bijzondere toepassing van het oppervlak worden besproken, nl. de geordende verzameling nokmechanismen die verkregen wordt uit een beschouwing van oppervlakelementen, welke als drager van een nokbaan in een nokmechanisme fungeren.

### INLEIDING

In werktuigbouwkundige constructies is het mogelijk een stoffelijke structuur en een functie-structuur te onderscheiden (lit. 1 t/m 5).

De stoffelijke structuur wordt gevormd door samenvoegingen van de kleinst mogelijke stoffelijke eenheden, ook wel onderdelen, machine-onderdelen, stukken, enkel-delen, schakels genoemd. De functiestructuur is een netwerk opgebouwd uit functie-eenheden. Meestal zal een functie-eenheid niet door een enkele stoffelijke eenheid worden uitgeoefend.

Een stoffelijke eenheid kan aan de vervulling van een of meer functies bijdragen d.m.v. bepaalde fysische effecten. Mogelijke fysische effecten zijn de overdracht van krachten, drukken, warmte, lichtstralen, geluidstrillingen, elektro-magnetische golven, enz. uitgaande van een gedeelte van het oppervlak van de stoffelijke eenheid naar andere stoffelijke eenheden of omringende media. De gedeelten van het oppervlak van de stoffelijke eenheid die aan het fysische effecten meewerken, zullen *werkoppervlakelementen*\*) worden genoemd.

Bij voorbeeld: cilindervormige oppervlakelementen van as en lagers, bolvormige oppervlakelementen van optische lens, torusvormige oppervlakelementen van akoestisch membraan. Het overige gedeelte van het oppervlak van de stoffelijke eenheid bestaat uit *sluitoppervlakelementen*.

Naast werkoppervlakelementen van uiterst geringe afmetingen kunnen grote en meer „globale” werkoppervlakelementen worden onderscheiden, waarbij het effect op een relatief grotere schaal wordt uitgeoefend. Bij voorbeeld: twee oppervlakken glijden zonder smeermid-

del met een zekere aandrukkraft over elkaar. Op elk oppervlak zijn verhoogde gedeelten van geringe afmetingen aanwezig, die tijdens het glijden in aanraking komen met dergelijke delen van het andere oppervlak. De delen met de geringe afmetingen zijn de *microscopische oppervlakelementen*; de oppervlakken in hun geheel zijn de *macroscopische oppervlakelementen*. Hierna wordt met het woord oppervlakelement steeds een macroscopisch oppervlakelement bedoeld; microscopische oppervlakelementen worden niet beschouwd.

### 1. Ontstaansmogelijkheid van een oppervlakelement

In een vaste ruimte kunnen oppervlakelementen worden gedefinieerd als een verzameling opeenvolgende posities van een willekeurige kromme (hierna de beschrijvende kromme te noemen). Andere mogelijkheden om een oppervlakelement te definiëren, zoals het ontstaan van oppervlakken door vermenigvuldiging van krommen, worden hier niet besproken. Bepaalde groepen oppervlakelementen zullen hierna *systematisch* worden ontwikkeld, uitgaande van de gekozen ontstaanswijze.

### 2. Groepen oppervlakelementen

Verschillende oppervlakelementen ontstaan door een keuze van de beschrijvende kromme, en door een keuze uit de mogelijke posities van deze kromme.

#### 2.1 Keuze van de mogelijkheden

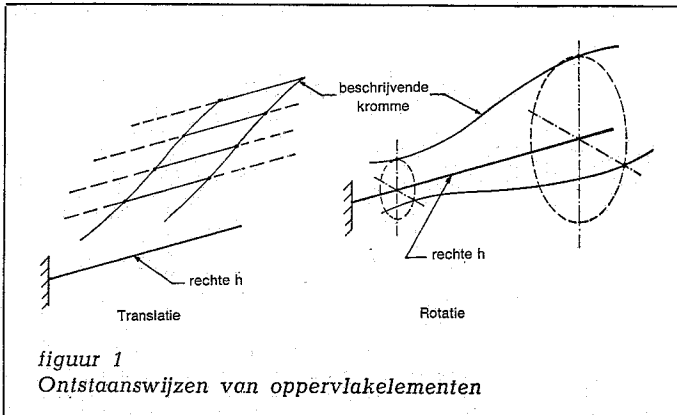
Met de gebruikelijke werkplaatsmachines wordt een oppervlak op een werkstuk in verreweg de meeste gevallen verkregen uit een combinatie van rechte en/of cirkelvormige banen van het snijgereedschap t.o.v. het werkstuk. De gekozen oppervlakelementen zullen uitsluitend op deze vervaardigingswijze zijn gebaseerd.

Als beschrijvende kromme wordt daarom gekozen een *rechte lijn l*, of een *cirkel c*, gelegen in een plat vlak C met een middelpunt M en een nog vrij te kiezen straal. De opeenvolgende standen van de richtkromme worden verkregen uit een *translatie*, een *rotatie* of uit een bepaalde combinatie van beide. Bij *translatie* doorlopen willekeurige punten van de beschrijvende kromme congruente banen. In de beschouwingen hierna wordt alleen die translatie genomen, waarbij elke baan of samenvalt met een vaste rechte lijn h, of evenwijdig is aan de vaste rechte h. De rechte lijn h wordt de *translatierichting* genoemd (figuur 1). *Rotatie* van de beschrijvende kromme houdt in, dat elk willekeurig punt van deze kromme een cirkel doorloopt die gelegen is in een plat vlak, dat loodrecht op de vaste lijn h staat. Het snijpunt van de rechte lijn h met het cirkelvlak is het middelpunt van de cirkel. De rechte lijn h dient als *rotatie-as* (figuur 1).

\*) In de kinematica definieert men z.g. elementenparen. Met een element wordt een deel van het oppervlak van een schakel bedoeld, dat voortdurend in aanraking blijft met een aanliggende schakel. De hier gekozen benaming oppervlakelement is dus een uitbreiding op een reeds bestaand begrip.

# OPPERVLAKELEMENTEN

Op overeenkomstige wijze vormen de mogelijke standen van de cirkel  $c$  t.o.v. de vaste rechte  $h$  de verzameling  $\gamma$ . De stand van de cirkel  $c$  t.o.v. de rechte  $h$  is bepaald door de stand van een rechte lijn  $l$ , loodrecht op het cirkelvlak  $C$ , gaande door het middelpunt  $M$ . De plaats van het middelpunt op de lijn  $l$  geeft ten slotte de volledige plaats van de cirkel t.o.v. de vaste lijn  $h$  weer. De verzameling  $\gamma$  van alle mogelijke standen van de cirkel t.o.v. de rechte mag dus worden vervangen door een gelijkwaardige verzameling  $\gamma$  van alle mogelijke plaatsen van het cirkelmiddelpunt op  $l$ . De verzameling  $\gamma$  bestaat dan uit de deelverzameling  $\varepsilon$  van alle evenwijdige standen van  $l$  en  $h$ , en de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}$  van



Als combinatie van translatie en rotatie zal het geval worden beschouwd, waarbij elk willekeurig punt van de beschrijvende kromme tegelijk een translatie en een rotatie uitvoert. De vaste rechte lijn  $h$  dient daarbij tegelijkertijd als translatierichting en als rotatie-as. Hier zal echter alleen het geval worden beschreven, waarbij de (schroef)baan van een willekeurig punt van de beschrijvende kromme een constante spoed bezit.

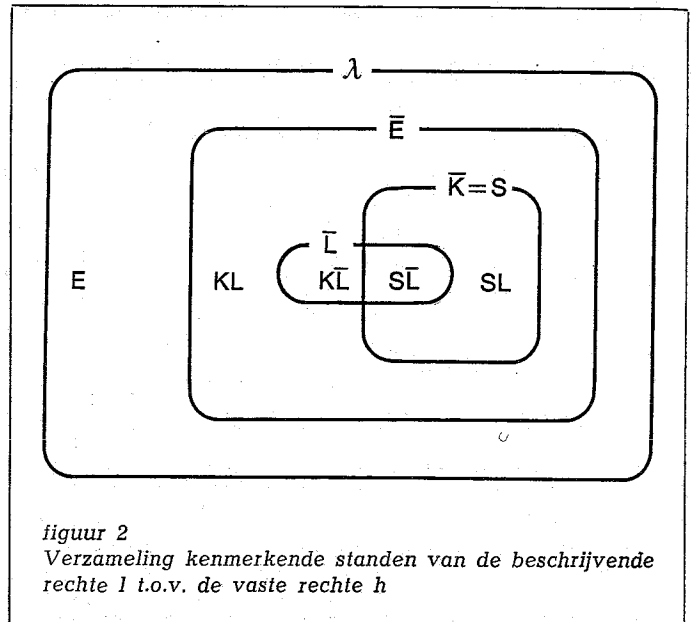
Uit alle mogelijke posities van de beschrijvende kromme wordt een aantal kenmerkende standen gekozen.

De kenmerkende standen van lijn  $l$  t.o.v.  $h$  vormen een verzameling  $\lambda$ . De verzameling  $\lambda$  bestaat uit de verzameling  $\varepsilon$  van alle evenwijdige standen van  $l$  en  $h$ , en de verzameling  $\bar{\varepsilon}$  van alle niet-evenwijdige standen. De verzameling  $\bar{\varepsilon}$  wordt gevormd door de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_K$  van alle lijnen  $l$  die  $h$  kruisen, en de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}}$  waarin  $l$  en  $h$  elkaar niet kruisen maar snijden. De verzameling  $\varepsilon_K$  van alle lijnen  $l$  die evenwijdig zijn met  $h$  en bovendien  $h$  kruisen, is niet mogelijk te vormen. Evenzo is er geen verzameling  $\varepsilon_{\bar{K}}$  aan te wijzen.

De verzameling  $\bar{\varepsilon}_K$  bestaat uit de verzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{KL}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$ , waarbij resp.  $l$  en  $h$  elkaar loodrecht of niet-loodrecht kruisen. Evenzo wordt de verzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}}$  gevormd door de deelverzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}L}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$ , waarbij resp.  $l$  en  $h$  elkaar loodrecht of niet-loodrecht snijden.

De verzameling  $\lambda$  bestaat dus uit vijf deelverzamelingen van kenmerkende standen van de lijn  $l$  t.o.v.  $h$ . Ter illustratie zijn in figuur 2 deze verzamelingen weer gegeven.

Aangezien er in de verzameling  $\varepsilon$  geen deelverzamelingen kunnen worden aangetroffen, zal het geen misverstand opleveren om de deelverzamelingen  $\varepsilon_K$  en  $\varepsilon_{\bar{K}}$  van de verzameling  $\varepsilon$  aan te duiden met resp. de verzameling  $K$  en  $\bar{K}$ . Bovendien zal ter vereenvoudiging de verzameling  $\bar{K}$  de verzameling  $S$  worden genoemd. De verzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{KL}$ ,  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$ ,  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}L}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$  worden resp. de verzamelingen  $KL$ ,  $\bar{K}\bar{L}$ ,  $SL$  en  $\bar{S}\bar{L}$  genoemd (figuur 2).



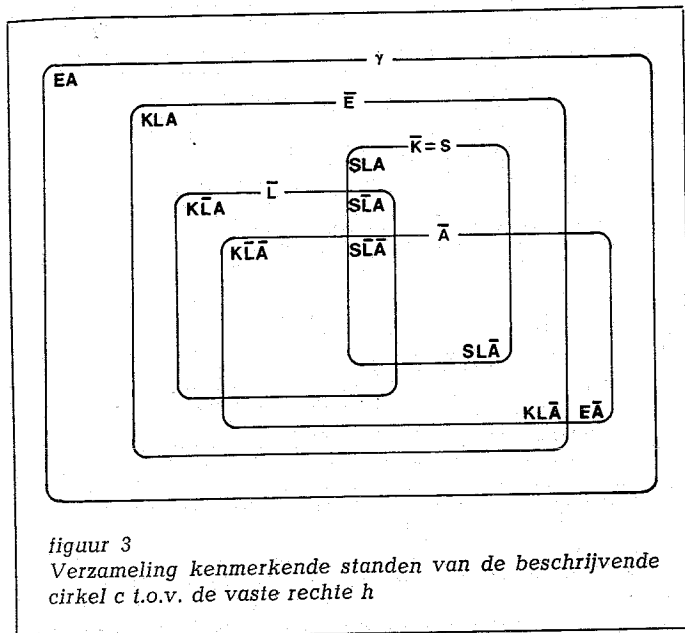
van alle niet-evenwijdige standen van  $l$  en  $h$ . De verzameling  $\varepsilon$  wordt genoemd door de deelverzameling  $\varepsilon_A$ , waarin het middelpunt van de cirkel op de minimale afstand tot  $h$  is gelegen ( $l$  en  $h$  samenvallen), en de deelverzameling  $\varepsilon_{\bar{A}}$ , waarin het middelpunt niet op de kortste afstand tot  $h$  ligt.

De verzameling  $\bar{\varepsilon}$  bestaat uit de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_K$  van alle kruisende standen van  $l$  en  $h$ , en de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}}$  van alle niet-kruisende standen. Niet-evenwijdig en niet-kruisen betekent snijden.

Bovendien wordt de verzameling  $\bar{\varepsilon}_K$  gevormd door de deelverzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{KL}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$  van alle loodrecht kruisende en alle niet-loodrecht kruisende standen. De verzameling  $\bar{\varepsilon}_{KL}$  bestaat uit de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{KLA}$  van alle standen waarbij het middelpunt van de cirkel op de minimale afstand tot  $h$  ligt ( $h$  ligt dan in het cirkelvlak  $C$ ), en de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{K\bar{L}A}$ , waarin die afstand niet minimaal is. De verzameling  $\sqrt{\bar{\varepsilon}_{K\bar{L}}}$  wordt gevormd door de deelverzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{K\bar{L}A}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}A}$  van alle niet-loodrecht kruisende standen van  $l$  en  $h$ , waarbij het middelpunt van de cirkel resp. op een minimale en niet-minimale afstand tot  $h$  is gelegen. Evenzo bestaat de verzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}}$  uit de deelverzamelingen  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}L}$  en  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$  van alle loodrecht snijdende lijnen  $l$  en  $h$ . De verzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}L}$  wordt gevormd door de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}LA}$  van de loodrecht snijdende lijnen waarbij het middelpunt van de cirkel op de kortste afstand tot  $h$  ligt ( $M$  valt dus in het snijpunt  $l$  en  $h$ ), en door de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}A}$ , waarbij die afstand niet de kortste is. De verzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}}$  bestaat uit de deelverzameling  $\bar{\varepsilon}_{\bar{K}\bar{L}A}$  van alle niet-loodrecht snijdende lijnen  $l$  en

h, waarbij het middelpunt op de kleinste afstand tot h ligt (M valt dan in het snijpunt van l en h), en de deelverzameling  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ , waarbij die afstand niet de kleinste is. Met deze wijze van indelen worden tien verzamelingen van kenmerkende standen van de cirkel c t.o.v. de vaste rechte h gevonden in de verzameling  $\gamma$ . Ook deze verzamelingen zijn, in figuur 3, weergegeven. De tien deelverzamelingen zijn met tien gesloten gebieden aangegeven.

Opmerking: De verzamelingen EA en  $E\bar{A}$  kunnen niet zijn opgebouwd uit verzamelingen waarin de lijnen l en h evenwijdig zijn en bovendien elkaar kruisen of snijden. De deelverzameling  $\bar{E}\bar{K}$  en de deelverzameling EK mogen dus resp. met  $\kappa$  en  $\bar{\kappa}$  worden aangeduid. Ook zal de ver-



figuur 3  
Verzameling kenmerkende standen van de beschrijvende cirkel c t.o.v. de vaste rechte h

Tabel I:  
Oppervlakelementen gevormd door beschrijvende rechte l met h als translaterichting en/of rotatie-as.

	translatie (T)	rotatie (R)	translatie en rotatie
lijn l evenwijdig rechte lijn door cilindermantel aan vaste lijn h l (E)	(1)*	(3)	(3)
l kruist h (K)	loodrecht kruisend (KL)	plat vlak door l // h (2)	hol recht schroefvlak (4) (7)
	willekeurig kruisend ( $\bar{\kappa}\bar{L}$ )	plat vlak door l // h (2)	hol scheef schroefvlak (8)
l snijdt h (S)	loodrecht snijvend (SL)	plat vlak door l en h (2)	recht schroefvlak (9)
	willekeurig snijvend ( $\bar{s}\bar{L}$ )	plat vlak door l en h (2)	scheef schroefvlak (10)

zameling  $\bar{\kappa}$  door s (snijdende lijnen l en h) worden weergegeven. Uiteindelijk kunnen de verzamelingen  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ , en  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{E}\bar{K}\bar{L}\bar{A}$  worden weergegeven door de verzamelingen KLA,  $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ , SLA,  $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$  en  $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$ ,  $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$ .

Tabel II:

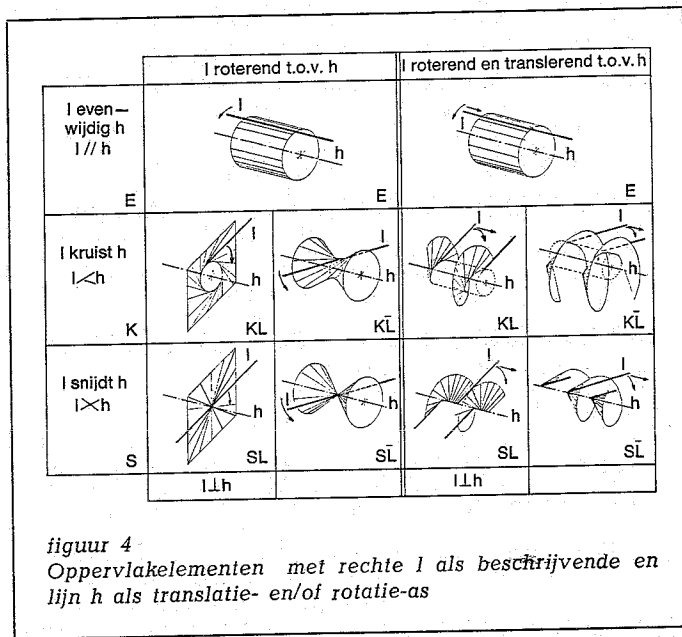
Oppervlakelementen gevormd door beschrijvende cirkel c met h als translaterichting of als rotatie-as (opm.: oppervlakelementen die uit combinatie van translatie en rotatie van de cirkel t.o.v. de vaste rechte ontstaan, zijn weggelaten); lijn l loodrecht op cirkel door het middelpunt;  $R^B$  = straal bol,  $R_c$  = straal cirkel.

	translatie (T)	rotatie (R)
lijn l evenwijdig aan vaste lijn h	kortste afstand M t.o.v. h (EA)	cirkelcilinder (1)* omtrek cirkel (4)
	niet-kortste afstand M t.o.v. h ( $E\bar{A}$ )	cirkelcilinder (1) oppervlak cirkelschijf (5)
loodrecht kruisend (KL)	kortste afstand M t.o.v. h (KLA)	plat recht lintvlak (2) (cirkel-) torus (6)
	niet-kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ )	plat recht lintvlak (2) polynomische** torus (7)
l kruist h (K)	kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ )	elliptische cilinder (3) scheve cirkeltorus (8)
	niet-loodrecht kruisend ( $\bar{\kappa}\bar{L}$ )	niet-kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{K}\bar{L}\bar{A}$ ) (3) elliptische cilinder (3) scheve polynomische torus (9)
loodrecht snijvend (SL)	kortste afstand M t.o.v. h (SLA)	plat recht lintvlak (2) bol ( $R_B = R_C$ ) (10)
	niet-kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$ )	plat recht lintvlak (2) afgeknotten bol ( $R_B > R_C$ ) (11)
l snijdt h (S)	kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$ )	elliptische cilinder (3) afgeknotten bol ( $R_B = R_C$ ) (11)
	niet-loodrecht snijvend ( $\bar{s}\bar{L}$ )	niet-kortste afstand M t.o.v. h ( $\bar{S}\bar{L}\bar{A}$ ) (3) elliptische cilinder (3) afgeknotten bol ( $R_B > R_C$ ) (11)

\*) Doorlopende nummering van elf onderling verschillende oppervlakelementen.

\*\*\*) Benaming van de auteur.

# OPPERVLAKELEMENTEN

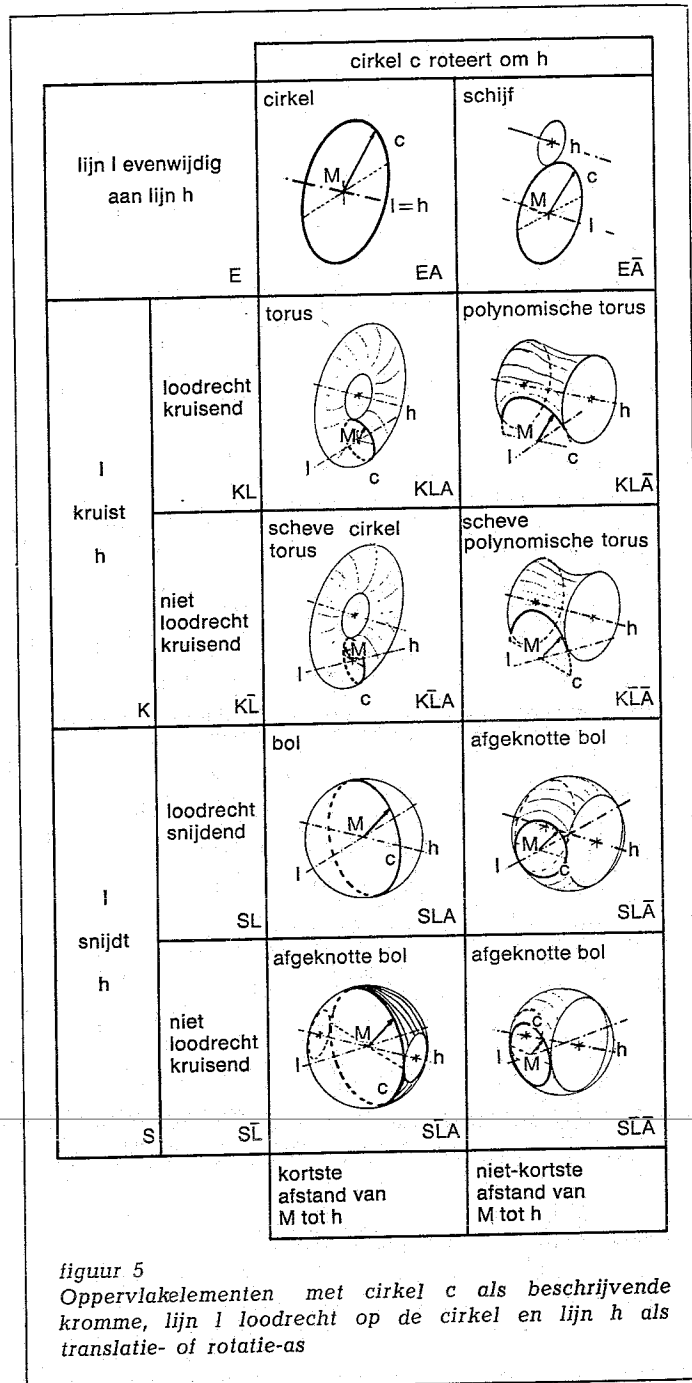


## 2.2 Combinaties van de gekozen mogelijkheden

De vijf kenmerkende standen van de rechte l, de tien kenmerkende standen van de cirkel c, en drie mogelijke bewegingen t.o.v. een vaste rechte h kunnen leiden tot 45 oppervlakelementen. Hierna zal blijken dat niet alle combinaties verschillend gevormde oppervlakelementen opleveren, maar dat sommige combinaties leiden tot overeenkomstige oppervlakelementen.

In tabel I zijn vijftien mogelijke combinaties van de lijn l t.o.v. de vaste rechte h verzameld. In deze combinaties zijn slechts tien verschillende oppervlakelementen aan te wijzen. Ter illustratie zijn in figuur 4 een aantal combinaties uit tabel I weergegeven.

Evenzo zijn in tabel II een twintigtal combinaties van de cirkel c t.o.v. de vaste rechte h opgenomen. De bewegingsmogelijkheid translatie en tegelijk rotatie is weggelaten, omdat deze mogelijkheid weinig wordt toegepast. Ook is in deze tabel wederom het aantal verschillende gevormde oppervlakelementen geringer dan het aantal mogelijke combinaties; de twintig mogelijke combinaties leveren elf verschillende oppervlakelementen op. In figuur 5 worden enkele oppervlakelementen weergegeven die in tabel II voorkomen.



## LITERATUUR

- [1] Hartenberg, R. S. en Denavit, J.: Kinematic synthesis of linkages — McGraw-Hill, New York, 1964, p. 29
- [2] Roth, K.: Systematik der Maschinen und ihrer mechanischen elementaren Funktionen — Feinwerktechnik 74 (1970) 11, p. 453—496
- [3] Rodenacker, W. G.: Methodisches Konstruieren — Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1970
- [4] Koller, R.: Eine algorithmisch-physikalische Konstruktionsmethodik, VDI-Z 115 (1973) 2, 4, 10, 13
- [5] Erkelens, J.: Analyse van werktuigen — Metaalbewerking 41 (1975) 1, p. 8—11