

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCRIFT,

Hoofdredacteur: V. DISSELKOEN.

Redacteuren:

C. H. SCHWAGERMANN,	Bouwkundige faculteit,	Oude Delft 187.
V. DISSELKOEN,	Civiele faculteit,	Laan van Overvest 40.
H. G. J. A. VAN SWAAY,	Electrotechnische faculteit,	Hertog Govertkade 14.
L. J. C. VAN ES Jr.,	Mijnbouwkundige faculteit,	Spoorsingel 27.
S. TIJMSTRA Fzn.,	Scheikundige faculteit,	Voorstraat 38.
A. ROORDA,	Scheepsbouwkundige faculteit,	Noordeinde 50.
H. C. OLIVIER,	Werktuigkundige faculteit,	Voorstraat 29.

Luchtvaart: A. G. VON BAUMHAUER, Van Leeuwenhoeksingel 5.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Uitgave Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

2e Jaargang. No. 3. 15 November 1911.

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten  
verantwoordelijkheid van de Redactie.

## Inhoud.

Mededeelingen van de Redactie.  
Kleplijching bij Automobiel- en Luchtvaartmotoren,  
door H. C. Olivier.  
Middeleeuwsche Kerkenbouw in Groningen, door  
A. Boeken.  
De Monoplan Deperdussin, door R. J. Castendijk.  
Arbeiderswoningen, door E. van der Meulen met  
Antwoord, door C. H. S.  
Benaderingsconstructie van een ellips, door A. O. Schut  
met Antwoord, door C. B. Biezeno.  
De statistisch-mechanische natuurbeschouwing. Lezing  
gehouden door Dr. Ornstein voor het Technolo-  
gisch Gezelschap, op Donderdag 19 October.  
Werkzaamheden van Practische Studie op 30 en 31  
October en 1 November, door C. Wolterbeek.  
Excursie van het Technologisch Gezelschap naar Til-  
burg, door L. de W.  
Examenvraagstukken na de Zomervacantie 1911. Wis-  
kunde.  
Boekbespreking.  
Berichten en Mededeelingen.

## MEDEDEELINGEN VAN DE REDACTIE.

Bij de aanvaarding van de redactie voor de  
Afd. Aviatiek wenschen we dezen naam te wijzigen  
in *Luchtvaart*; want, hoewel onze belangstelling  
méér overhelt naar toestellen zwáárder dan lucht,  
stellen we ons voor, zoo nu en dan ook bestuur-  
bare ballons te bespreken.

Van deze beide onderdeelen der luchtscheep-  
vaart is een belangrijke wetenschap: de Aërody-  
namica, wier beoefening tot de verbetering en  
vervolmaking van de hedendaagsche luchtschepen  
zal moeten leiden. Ook hierover wenschen we  
het een en ander te plaatsen.

We hopen, dat het T. S. T. met de rubriek  
Luchtvaart mee zal kunnen werken tot het toe-  
nemen van de belangstelling in deze, zoo belang-  
rijke, nieuwe tak van Wetenschap.

A. G. VON BAUMHAUER.

Daar het blijkt dat velen het eigenlijk doel van  
het T. S. T. nog niet duidelijk beseffen, willen  
wij er nog eens op wijzen, dat er naar gestreefd  
moet worden ons tijdschrift voornamelijk te vullen  
met eigen werk. Wij kunnen door een levendige  
gedachtenwisseling niet alleen het technisch inzicht,  
dat door studie alleen niet te verkrijgen is, ont-  
wikkelen, maar ons ook oefenen in het vormgeven  
aan onze denkbeelden. Vooral als studeerenden



van verschillende faculteiten samenwerken, zullen de vruchten van hunnen arbeid voor breederen kring van belang zijn. Op het oogenblik vragen wij, wie van de Technologen zich bereid verklaart in samenwerking met een electrotechnisch student een der volgende onderwerpen te behandelen:

- 1<sup>o</sup>. de eischen van samenstelling, structuur enz. te stellen aan rubber voor isoleeringsdoeleinden in verband met plaatselijke vochtigheidstoestand, aard van den grondstof, S-gehalte, dielectriche constante, enz.
- 2<sup>o</sup>. de theorie van de werking der accumulatoren en verklaring der verschillende verschijnselen.

Beide onderwerpen zijn ons inziens van zeer veel belang en een uitgewerkte studie, zal zonder twijfel veel belangstelling wekken. Nadere inlichtingen worden door de redactie gaarne verstrekt.

Het verslag der Bouwkundige excursie naar Arnhem en omstreken zal wegens plaatsgebrek in het volgende nummer worden opgenomen.

Tevens wordt dan een aanvang gemaakt met de plaatsing van een serie artikels van den heer G. VAN GENDEREN STORT over:

#### De ongelijkarmige draaibrug te Emden.

Het ligt in de bedoeling van den heer Van Genderen Stort, met deze artikels dieper op verschillende theoretische beschouwingen en berekeningen in te gaan, dan dit op de Lezing van Practische Studie uit den aard der zaak mogelijk was.

## Kleplighting bij Automobiel- en Luchtvaartmotoren.

In het volgende zal ik behandelen:

de constructie, berekening der afmetingen, keuze van materiaal, van de deelen der klepinrichting.

Daartoe onderscheidt ik deze deelen allereerst in:

- de actieve,
- de passieve.

Tot de actieve reken ik te behooren: de nokkenas en haar lagering.

Tot de passieve: die deelen welke door de nokken bewogen worden.

De behandeling omvat vier gedeelten, n.l.:

- 1<sup>o</sup>. de constructie van den nokvorm,

- 2<sup>o</sup>. de hieruit volgende belastingen die op de nokkenas werken; de berekening van deze, mede op grond van die belastingen,

- 3<sup>o</sup>. de constructie der passieve deelen,

- 4<sup>o</sup>. praktische opgaven (alleen geldig voor automobielmotoren, daar voor luchtvaartmotoren nog geen voldoende eenheid bestaat).

#### 1<sup>o</sup>. De constructie van den nokvorm.

Bij de bepaling van den grondvorm van de nok, kunnen we uitgaan van een der eischen:

- a. dat de passieve deelen een eenparige versnelling door den nokvorm krijgen;
- b. dat de tangentiële druk op de nok steeds gelijk is aan een bepaalde waarde;
- c. of ten slotte, dat de nokflank, uit een oogpunt van vervaardiging, raakt aan den nokgrondcirkel.

Ik heb de behandeling van dit onderwerp beperkt door de overweging, dat de meeste nokken, die in gebruik zijn, voldoen aan den eisch onder *c* genoemd; deze nokvorm is dus ter behandeling verkozen. De constructie is praktisch de makkelijkst uitvoerbare.

Verder is aangenomen, dat de passieve deelen uitsluitend een rechte lijnige beweging volvoeren en dat de richting dier beweging door het draaipunt van de nok gaat.

Wanneer men de volgende redeneering zou willen toepassen op de nokken, die aan de eischen onder *a* of *b* voldoen, zou dat niet tot groote principiële veranderingen leiden.

Zij in fig 1: *AB* de nokflank, rakend in *A* aan den (niet geteekenden) grondcirkel, die draait om *M*. De richting der draaiing is door een pijl aangeduid. Door toepassing van het begrip der relatieve beweging, kan ik de nok stilstaand denken en het door de nok bewogen massapunt *P* (= de passieve deelen) draaiend in tegengestelden zin van den pijl en met een snelheid *V* langs *AB* glijdend. Nagaan zal ik tot welke radiale snelheid *v* van *P* dit aanleiding geeft. Deze radiale snelheid is de snelheid waarmee de passieve deelen door de nok bewogen worden. Volgens de aanname, dat er geen beweging der passieve deelen in andere dan radiale richting kan plaats vinden, komt de ontbondene *v*<sub>1</sub> van de snelheid *V* geheel voor rekening van de werkelijke draaiing van de nok — of, wil men, van de fictieve draaiing der passieve deelen om *M*.



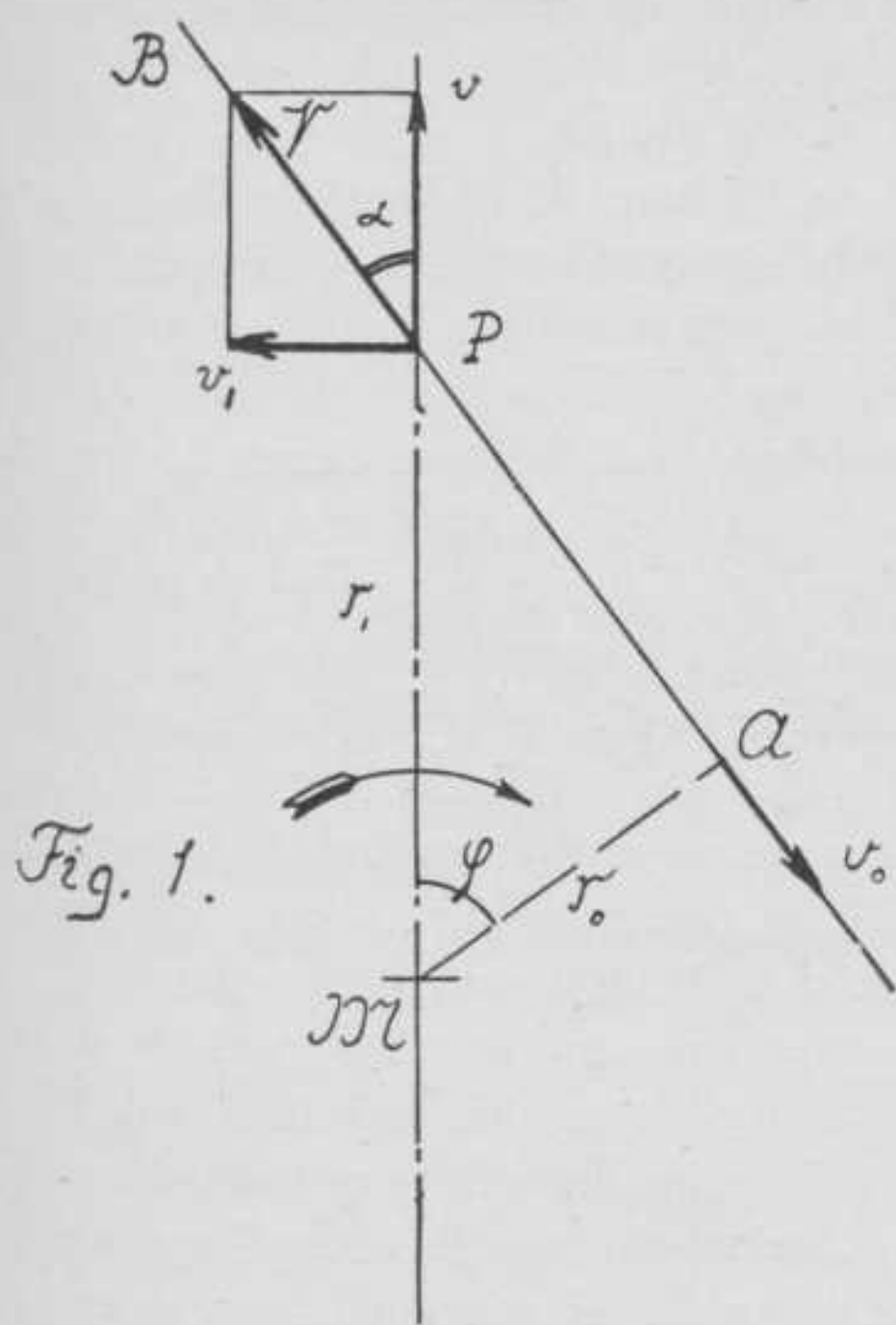


Fig. 1.

Dus in: 
$$v_1 = \frac{r_1}{r_0} v_0$$

waarin:  $v_0 =$  omtrekssnelheid van den nokgrondcirkel.

$r_0 =$  straal van dien cirkel,

$r_1 =$  afstand  $MP$ .

Verder is:  $\frac{v_1}{v} = \operatorname{tg} \alpha$

zoodat: 
$$v = \operatorname{cotg} \alpha \frac{r_1}{r_0} v_0 = \frac{\sin \varphi}{\cos^2 \varphi} v_0 \quad (I)$$

Hier blijkt dus uit, dat de snelheid van  $P$  toeneemt met den hoek  $\varphi$ , die doorloopen is sedert het oogenblik dat de radiale snelheid van  $P$  ontstond.

Wanneer nu de nokvorm ware, als aangegeven in fig. 2, dan zou het punt  $P$ , aangekomen in  $A$ , een eindige radiale snelheid hebben (vergelijk I); waar echter de om  $M$  beschreven kopcirkel  $AB$  van de nok een radiale snelheid  $= 0$  van het punt  $P$  verlangt, zou, wilde het punt  $P$  (dat veronderstelt werd zekere eindige massa te bezitten) den nokvorm volgen, in het punt  $A$  een oneindig groote kracht op het punt  $P$  moeten werken. Dit nu is onmogelijk.

In elk geval zal, hōe ook de overgang zij tusschen de tangentiële nokflank en den kopcirkel, een kracht bij dien overgang op het punt  $P$  moeten werken, die het een dusdanige vertraging geeft, dat het

steeds den nokvorm volgen kan en dat de radiale snelheid van  $P$ , zoodra het op den kopcirkel aangeland is,  $= 0$  geworden zij.

Deze kracht wordt practisch verkregen door op het punt  $P$  een veerdruk te laten werken.

Werkt deze veerdruk, maar is de nokvorm de in fig. 2 aangegevene, hetgeen in de automobieltechniek herhaaldelijk op te merken valt, dan zal het punt  $P$ , in  $A$  aangekomen, zijn radiale snelheid nog bezitten en deze manifesteren, door nog op eigen initiatief een zekeren weg in radiale richting af te leggen, daardoor tot rust komen en onder de werking van den veerdruk weer terugkeeren, tot het — misschien — den kopcirkel  $AB$  weer ergens ontmoet. Bij het punt  $B$  zal iets dergelijks plaats hebben. Hier zal punt  $P$  van  $A$  komende, zonder radiale snelheid aankomen, terwijl de flank links van  $B$  een eindige snelheid verlangt, voor wie haar volgen wil. Ook hier zōu daartoe een oneindig groote kracht moeten werken, die niet aanwezig is. Het punt  $P$  volgt dus ook hier een eigen baan. Misschien zal  $P$  de linkernokflank nog ergens treffen, maar zeker is dit niet. Waar in de automobieltechniek de veerdruk zōodanig gekozen wordt (wanneer niet volgens empirische formule), dat deze druk in staat is de passieve deelen in den tijd, overeenkomende met den draaiingshoek  $\varphi_{max}$  (fig. 1) bij de maximum bedrijfssnelheid, den

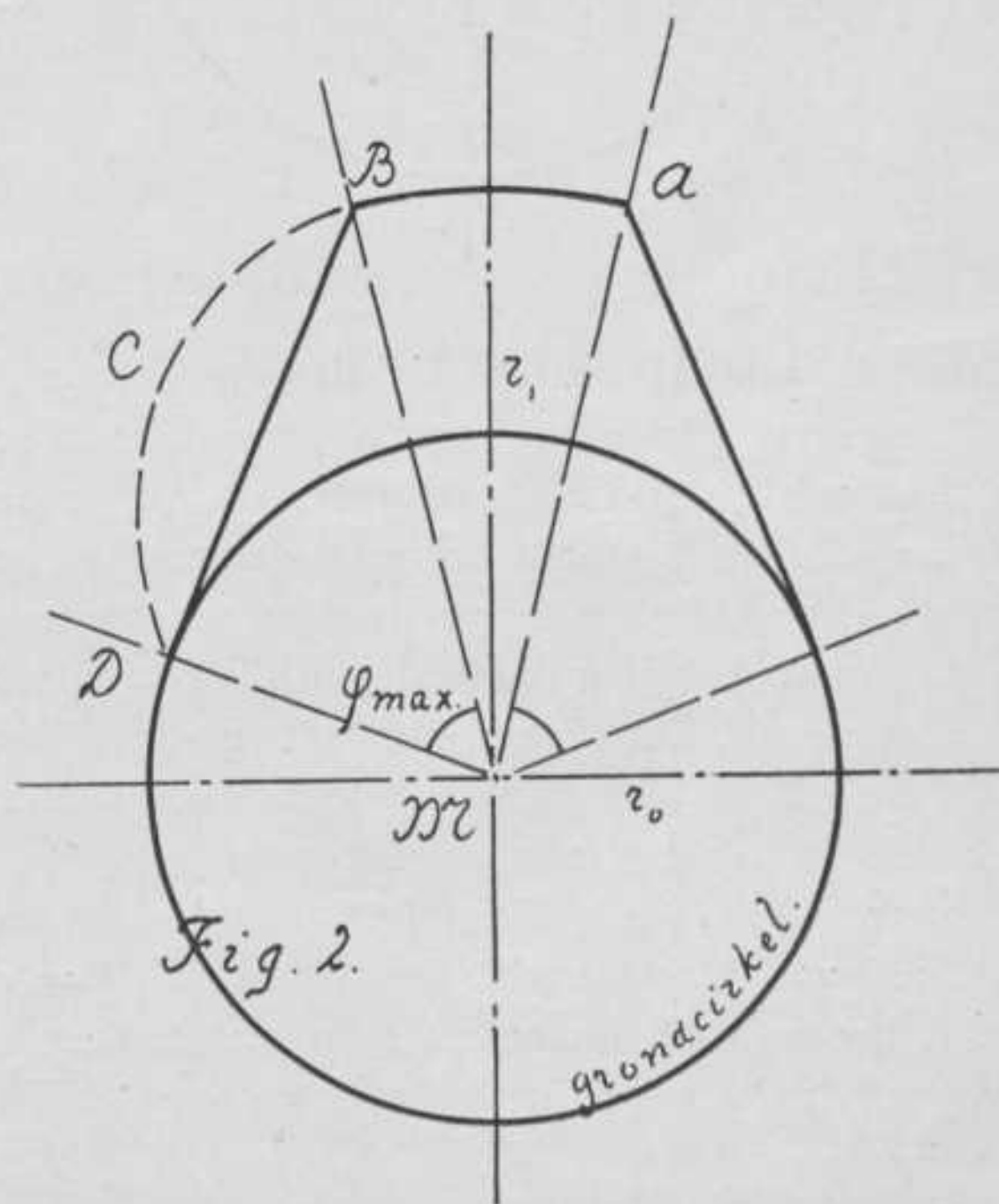


Fig. 2.



afstand  $r_1 - r_0$  te doen afleggen, daar zal de weg, door punt  $P$  gevolgd t.o.v. de nok er een zijn, als voorgesteld door de gestippelde kromme  $BCD$  (bij de grootste bedrijfssnelheid). De klep is dus niet „gedragen”. De flank  $BD$  heeft geen zin; de constructie geeft aanleiding tot overmatige slijtage, geruisch en stooten. Evenals de beschrevene keuze van veerdruk, is ook deze nokvorm foutief, behoudens een noot verderop.

Hoe moeten we te werk gaan om den juisten vorm te vinden?

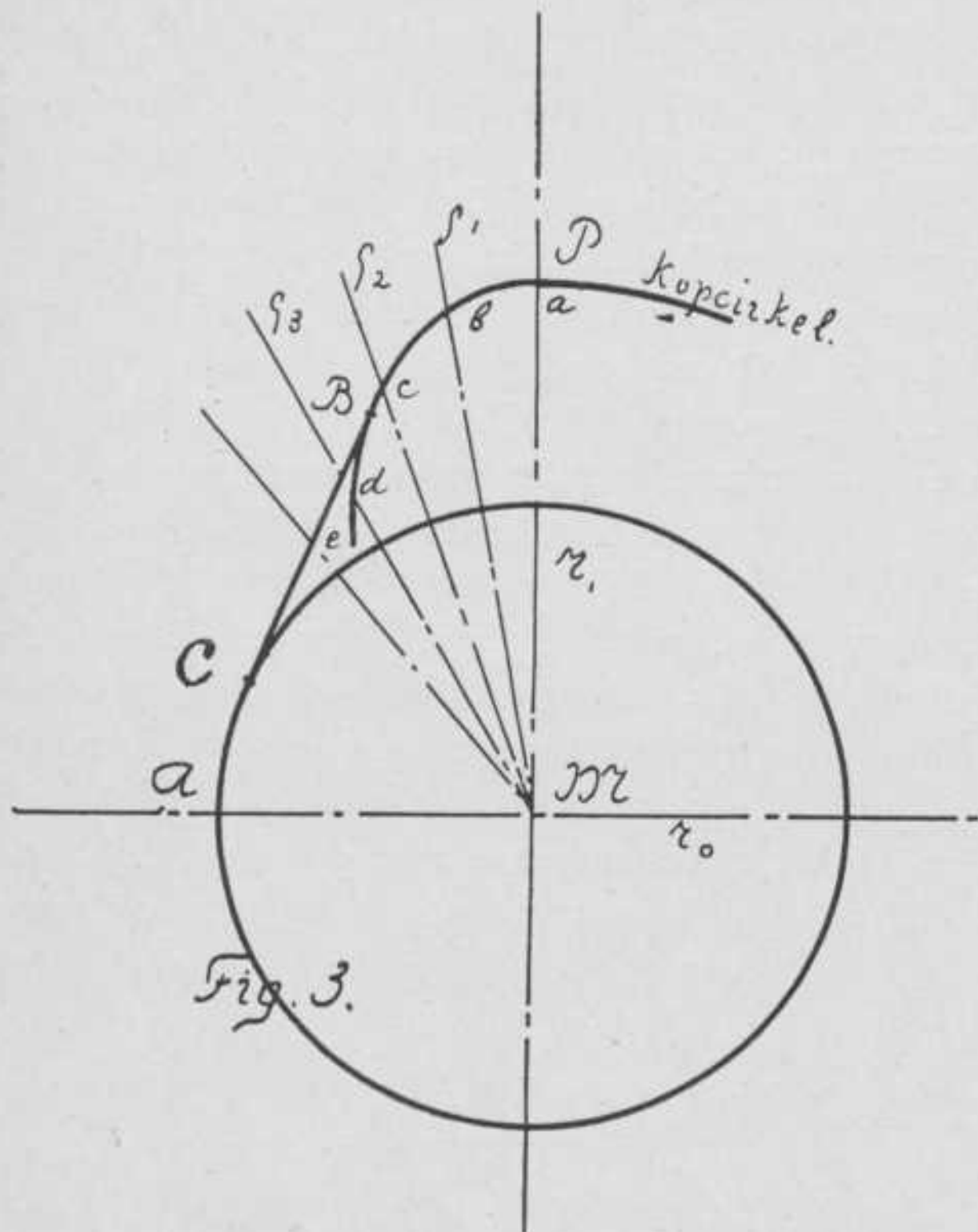


Fig. 3.

Daartoe nemen we, de lichthoogte <sup>1)</sup> van de klep gegeven zijnde en haar oppervlak, een bepaalden veerdruk <sup>1)</sup> aan. Wanneer de massa der passieve deelen, <sup>1)</sup> geconcentreerd gedacht in het punt  $P$ , bekend is, kunnen we de baan construeeren van het punt  $P$  onder invloed van dien veerdruk, en aangenomen, dat  $P$  een constante hoeksnelheid heeft om  $M$  (= de fictieve hoeksnelheid). Deze hoeksnelheid zij  $n \times 2\pi$  per seconde.

Wanneer het punt  $P$  in fig. 3 zoodanig t.o.v. het draaipunt  $M$  staat, dat de afstand  $MP = r_1$  en dat het punt  $P$  nu naar  $M$  toe zal hebben te bewegen, dan verdeel ik den rechten hoek  $AMP$

<sup>1)</sup> Zie praktische opgaven.

in een aantal  $t$  gelijke deelen. Elk deel wordt door  $P$  doorloopen in  $\frac{r}{4nt}$  seconde.

In dezen zelfden tijd is de afgelegde weg, radiaal gemeten, uitsluitend ontstaan door den veerdruk, te vinden uit  $s = \frac{1}{2} a T^2 = \frac{1}{2} a \left(\frac{r}{4nt}\right)^2$  Door op elken deelstraal  $\rho_x$  afzetten dezen afstand:

$$x \times \frac{1}{2} a \left(\frac{r}{4nt}\right)^2$$

is de baan  $abcde$  grafisch bepaald.

De raaklijn  $BC$  aan deze baan en aan den nokgrondcirkel is de nokflank, het deel tusschen  $B$  en  $a$  is de overgangsvorm tusschen kopcirkel en flank. Deze overgangsvorm kan, desgewenscht, door een cirkelboog benaderd worden.

We weten dus nu dat het punt  $P$  steeds gedragen zal blijven en den nokvorm volgen zal.

Verder kan op de overgangskromme nooit, bij welke snelheid ook, eenige versnellingskracht door de nok op punt  $P$  uitgeoefend worden en kan hier slechts de veerdruk of een gedeelte daarvan de nokas belasten . . . . . (2)

Bij de grootste bedrijfssnelheid is het punt  $P$  op de overgangskromme steeds in evenwicht tusschen den veerdruk en de traagheidskracht, bij kleine snelheden tusschen veerdruk eenerzijds, traagheidskracht en nokflankdruk anderzijds. Dit

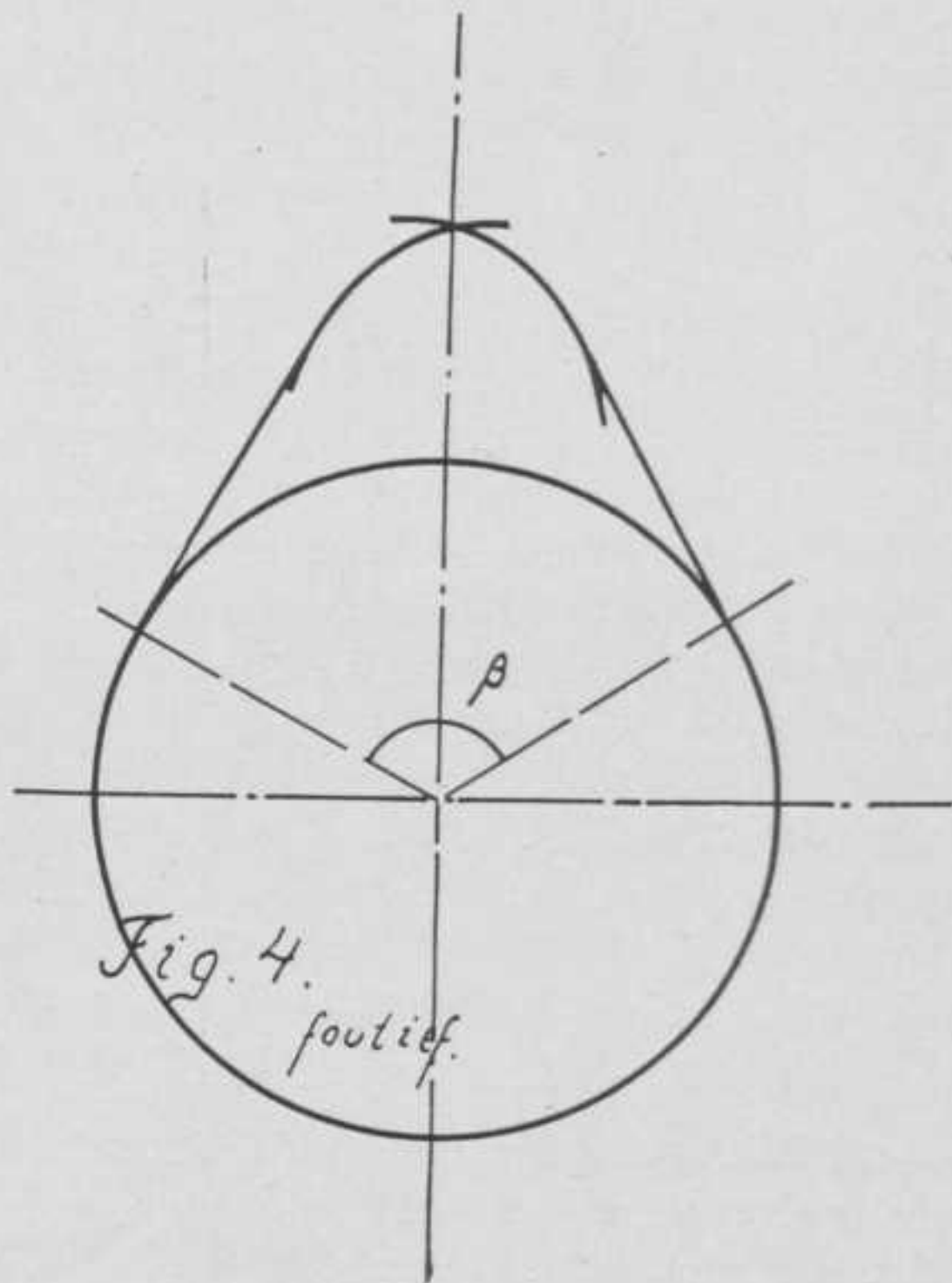


Fig. 4.  
foutief.

geldt voor opgaande zoowel als voor neergaande beweging van  $P$ . Hieruit volgt dat dezelfde overgangskromme, zoowel voor de opgaande, als voor de neergaande beweging van punt  $P$  geldt.

Het spreekt vanzelf dat de twee overgangskrommen, voor zoover ze gebruikt worden, elkaar niet mogen snijden. Fig. 4 geeft dus een verkeerden vorm aan. Zou bij een aangenomen waarde van den veerdruk dit feit zich voordoen,<sup>1)</sup> dan moet de veerdruk dienovereenkomstig vergroot worden. Wanneer men zich evenwel aan de empirische waarden houdt, is hier geen kans op. Waarschijnlijk zal voor de uitlaatsnok dezelfde overgangskromme gebruikt worden, als voor de uitlaatsnok,

uitvoeren voor een mathematische nok  $a b c d e$  en de werkelijke nok  $A B C D E$  bepalen als haar aequidistante (afstand =  $\frac{1}{2} d$ ).<sup>1)</sup> Ook de volgende berekeningen gelden voor de mathematische nok.

In het algemeen kan men zeggen:

De veerdruk moet steeds minstens zoo groot zijn, dat hij aan de passieve deelen een versnelling kan geven, even groot als de grootst optredende versnelling die aan de passieve deelen door eenig punt van den nokvorm in radiale richting meegeedeeld wordt, en dat bij de grootst optredende bedrijfssnelheid.

Daartoe moet de nokvorm een vloeiende kromme zijn.

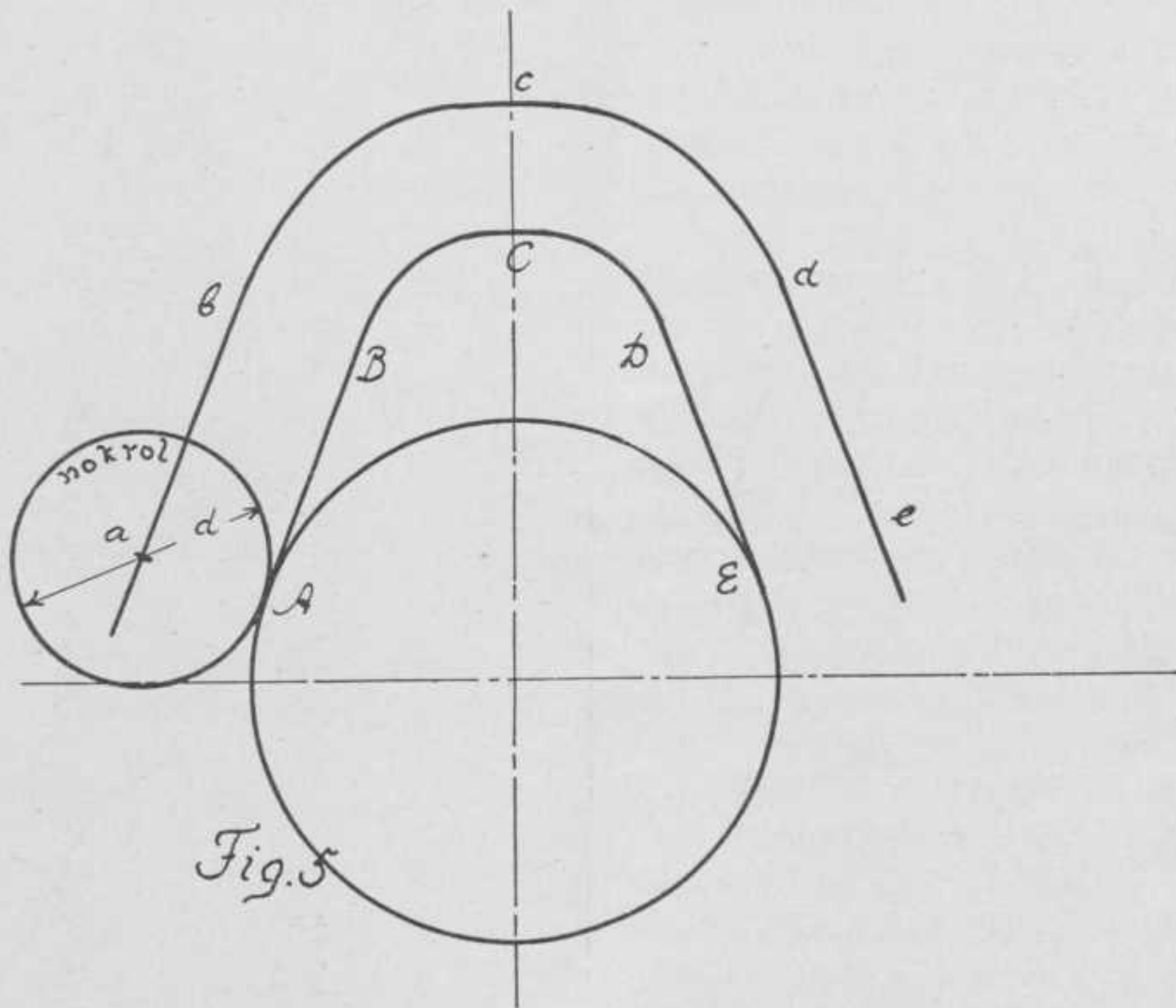


Fig. 5

opdat men onderling gelijke en verwisselbare veeren kan gebruiken.

In de practijk is het passieve deel, dat onmiddellijk met de nok in aanraking komt, meestal een cylinder (in fig. 5 dus een cirkel). In dit geval kan men na den diameter van den nokgrondcirkel vastgesteld te hebben,<sup>2)</sup> de geheele constructie

Dit vastgesteld zijnde kunnen we voor den aangenomen nokvorm overgaan tot de bepaling der op de nokkenas werkende belastingen.

H. C. OLIVIER.

(Wordt vervolgd.)

1) Wanneer de veerdruk te laag is gekozen, kan dit inderdaad voorkomen bij de inlaatsnok, waarbij de hoek  $\beta$  steeds kleiner is dan die voor den uitlaat.

2) Zie praktische opgaven.

1) Niet alle nokken die scherpe overgangen hebben tusschen flank en kopcirkel, behoeven daarom verkeerd te zijn. De aequidistante kan dezen hoek inderdaad vertoonen.



## Middeleeuwsche Kerkenbouw in Groningen.

PROEVE VAN EEN ONTWIKKELINGSGESCHIEDENIS  
DER GRONINGSCHER BAKSTEENARCHITECTUUR.

Haast onbekend staan in den verren Noorderlijken uithoek van ons land, tal van merkwaardige, vele eeuwen oude, kerken. In kleine afgelegen dorpen zijn zij verspreid door heel de provincie Groningen, hun heerlijke baksteenen rompen verheffend tusschen onbeteekenende huisjes of armelijk, door de wilde zeewinden geteisterd, groen.

Deze dorpskerken, alle verschillend in bouw en versiering, zijn zeer belangrijke monumenten uit de eerste eeuwen van ontwikkeling in deze streken en zijn niet alleen uit historisch oogpunt van belang, maar behooren tot de schoonste en meest karakteristieke uitingen van de Nederlandsche architectuur.

Het ligt niet in mijn bedoeling te trachten, door mijn woord bij U een indruk van het intieme en grootsche schoon dezer dorpskerken te verwekken. De nevengaande fotografieën geven, zoo goed of zoo kwaad als dat mogelijk is, een beeld van eenige der besproken bouwwerken; de machtigste factor der bekoring: de rijke kleur der baksteenen, in al haar nuanceeringen, van het diepe rood tot het stemmig grijs der verweerde deelen ontbreekt uit den aard der zaak.

Over de ontwikkeling dezer architectuur wil ik trachten U het een en ander mee te deelen.

Hoewel in alle provinciën van ons land oude dorpskerken te vinden zijn, hier en daar zelfs van vroeger datum dan vele der Groningsche, zijn er in geen ander deel dan Groningen zoovele, en zoo belangrijke, in denzelfden geest gebouwde, kerken.

Met goed recht zou men kunnen spreken van de Middeleeuwsche Groninger school, die haar uitloopers heeft in Friesland en een onderdeel is van de baksteenarchitectuurschool, die in de vlakke landen langs de Noord- en Oostzee aangetroffen wordt.

In deze landen, waar natuursteen niet, of moeilijk te verkrijgen is, is het dan ook niet vreemd, dat de baksteenarchitectuur tot ontwikkeling kwam.

De bekendheid der techniek, klei tot steen te bakken, is in Nederland zoo oud als de eerste volken, waarvan bekend is, dat zij deze streken

bewoond hebben. De ontwikkeling van deze techniek der oudste wierde-bewoners tot de baksteenarchitectuur der Groningsche dorpskerken is geenszins een geleidelijke.

In het tijdvak, toen de Romeinen in deze streken heerschten, kwam met hen het tufsteen hier in gebruik. Met schepen transporteerden deze het van het Ahr- en Brohldal naar ons land, om hunne versterkingen te bouwen.



Fig. 1.  
Toren van Bedum.

Dit vervoer van tufsteen handhaafde zich, toen de Romeinen reeds lang waren weggetrokken, zoodat de oudste kerken, ontstaan na de zes à acht eeuwen van wanorde en beroering, de tijden der volksverhuizing en der strooptochten van de Noormannen, gebouwd werden in tufsteen.

De baksteentechniek schijnt in die dagen ge-



kwijnd te hebben, en was in alle geval niet zoo ontwikkeld, dat men het aandurfde het heilige kerkgebouw in dit materiaal op te trekken. De oudste, ons bekende baksteenwerken zijn slechts plumpe constructies, die op de naam van bouwkunst nog niet met goed recht aanspraak kunnen maken. Dat de techniek van het steenbakken in de eerste elf eeuwen bij ons te lande geheel verloren was gegaan en pas omstreeks 1200 weder opnieuw ontdekt is geworden — zooals velen beweren — wordt gelogenstraft door het feit, dat de kasteelen van Egmond en van Brederode in de 9<sup>de</sup> en 10<sup>de</sup> eeuw in baksteen gebouwd werden. In Groningen zelf werd in 1110 de houten stadsommuring vervangen door eene van baksteen. Echter uit dezen tijd dateert geen enkele kerk

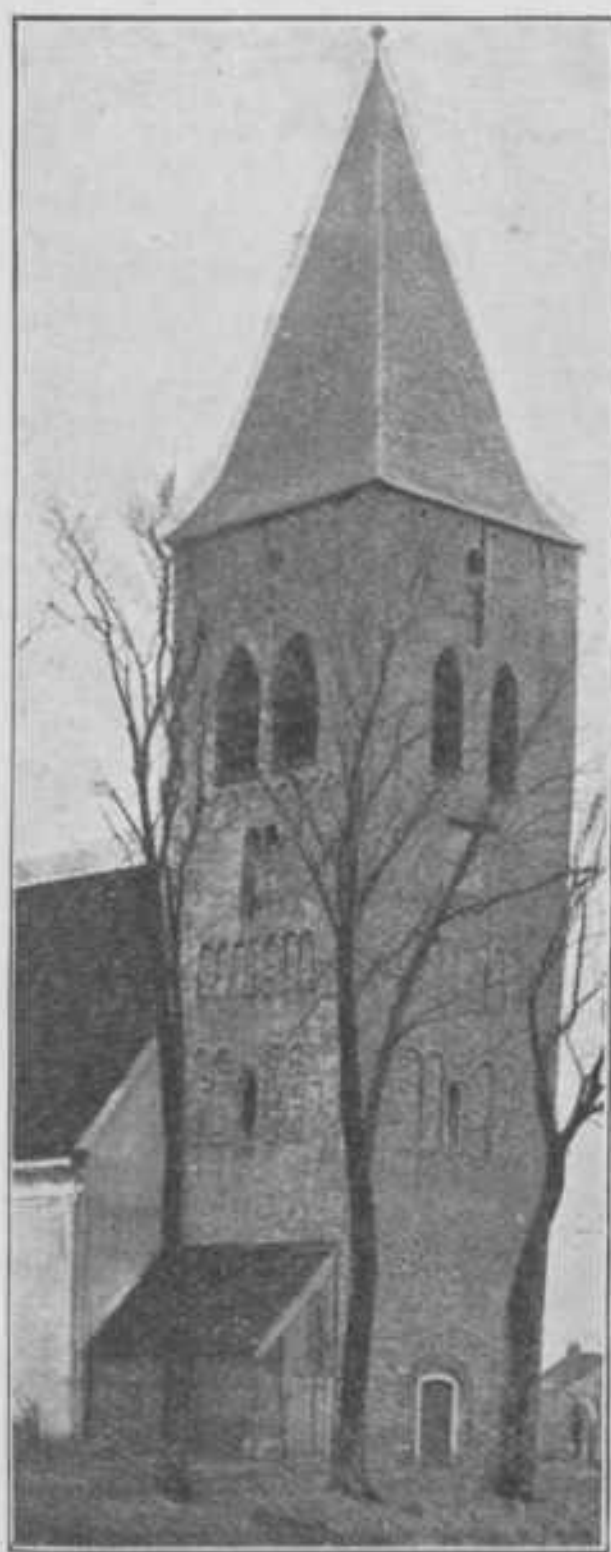


Fig. 2.

Toren van Zuidwolde.

of ander gebouw, waarbij naast de constructie op hoogere schoonheid gelet moest worden, in dit materiaal opgetrokken. Hiervoor was het tufsteen aangewezen; tal van voorbeelden van goede natuursteenarchitectuur leverde het buitenland, — en de invloed van het buitenland was, door de komst der Christenpriesters en monniken uit de Zuidelijke

landen, op het gebied der kerkelijke architectuur, veel grooter dan tegenwoordig — bovendien liet zich het tufsteen gemakkelijk behakken en was het door de ligging dezer streken aan den mond der groote rivieren betrekkelijk goedkoop te verkrijgen.

Zoo ontstond onder de regeering van Karel den Grooten, te Groningen de St. Walburgskerk (811), evenals de kapel te Nijmegen, van tufsteen gebouwd, geheel in navolging van den bekenden Münster in Aken, die weer zijn prototype vindt in de San Vitale te Ravenna. De St. Walburgskerk is echter sinds lang verdwenen. In de 16<sup>de</sup> of 17<sup>de</sup> eeuw werd zij gesloopt en het tufsteen werd tot tras vermalen.

Van de 9<sup>de</sup> tot de 13<sup>de</sup> eeuw dateeren tal van kleine tufsteenkerkjes, verspreid in dorpen om de stad Groningen, waarvan slechts weinige meer bestaan. Een enkele is door de tijden gespaard, de meeste echter zijn schromelijk verminkt of zijn niet dan fragmenten van later gebouwde baksteenkerken.

Belangrijke tufsteenmonumenten uit dezen tijd zijn de torens te Zuidwolde en te Bedum. De eerste is op karakteristieke Romaansche wijze verrijkt door een drietal rondboogfriezen, welke, zeer juist gevoeld, naar boven zich verfijnen. De zeer scheefstaande toren van Bedum, die dezen zomer juist is uitgebrand, vertoont aan het bovenste deel der opgaande muren een klimmend boogfries, dat zeer duidelijk op een bedekking met een achtzijdigen Romaanschen torenhelm wijst. Het muurwerk boven het friesje is dan ook van baksteen en is met de spits van later datum. De twee galmgaten geschieden door een zwaar zuiltje, dat met een afgerond teerlingkapiteel bekroond is, vormen een zeer merkwaardig detail.

In de laatste helft der 12<sup>de</sup> eeuw ontwikkelt zich, betrekkelijk plotseling, de baksteenarchitectuur. Het kleine kerkje te Oldenzijl en de St. Maartenskerk te Groningen (1180—1190), voor zoover deze niet van later datum is, getuigen van een hooge architectuurontwikkeling, zoowel wat gewelfbouw betreft, als de versiering en verrijking der gevels en der interieurs. Dat hierbij uitheemsche invloeden gewerkt hebben, valt niet te ontkennen. In Italië, Lombardije vooral, bloeide toen ter tijd de baksteenarchitectuur, waarvan de vele Romaansche monumenten, als die te Milaan, Vercelli, Pomposa Pavia, Cremona, Bologna, Verona etc., in de 11<sup>de</sup>, 12<sup>de</sup> en 13<sup>de</sup> eeuw, getuigen.



Zeker is het niet vreemd, dat deze architectuur door de zich in Groningen vestigende monniksorden overgebracht werden. Terwijl in Italië bij de baksteenbouwwerken voor enkele organische onderdeelen, zooals kolonnetten, kapiteelen, etc. nog veel natuursteen gebezigd werd, is de architectuur in Groningen een zuivere baksteenarchitectuur. Wel treffen wij hier en daar nog het gebruik van tufsteen aan voor boogfriesjes en



Fig. 3.

Absis van het kerkje te Oldenzijl.

soms voor geheele muurvakken, maar dit is gemakkelijk te verklaren door de aanwezigheid van dit materiaal, afkomstig van een kleiner tufsteenkijkje, dat door de grootere baksteenkerk is vervangen geworden. In alle geval zijn deze tufsteenfragmenten niet van invloed geweest op de ontwikkeling der baksteenarchitectuur; de kerken te Garmerswolde, Stedum, ten Boer, Zuidbroek etc. toonen, zoowel in gewelfbouw als in detaillering op schitterende wijze het volkomen meesterschap

der Middeleeuwsche bouwers over het baksteenmateriaal.

Naast dezen Italiaanschen invloed, die hier vooral den moed opwekte, kerkgebouwen in baksteen te durven op te richten, is het vooral de Cisterciënzer monniksorde geweest, die de Groningsche kerkarchitectuur den weg gewezen heeft. Zoowel wat planvorm als gewelfbouw — 't karakteristieke koepelgewelf — betreft, stemmen de Groningsche kerken overeen met de Cisterciënzer kloosterkerken in Frankrijk. Ook op andere wijze, waarop ik later nog wel terugkom, heeft deze geestelijke orde den kerkenbouw bij ons te lande beïnvloed.

Een tamelijk algemeen verbreide meening is, dat, toen de baksteenarchitectuur in deze streken door Italiaanschen invloed tot bloei was gekomen, deze zich, met ons land tot uitgangspunt over de geheele Deutsche Laagvlakte verspreid heeft. Deze meening berust op de kolonisiëren, vooral van Friezen en Groningers, in de Deutsche kustlanden. Terecht heeft deze opvatting bij de Deutsche kunsthistorici bestrijding gevonden. Wel gaan deze soms weer te ver door onze geheele oude Groningsche kerkenbouw — misschien door onwetendheid — te negeren, maar toch kan deze meening kwalijk verdedigd worden. Op den aard der kolonisiëren, op het aantal en vooral op de ontwikkeling dezer emigranten, die landbouwers waren, wordt door hen gewezen. Ook bezit Deutschland in de ruïne te Altezelle een stuk architectuur, dat direkter op Italiaanschen invloed wijst, dan dat dit via Groningen geïmporteerd zou kunnen zijn. En bovendien is de ontwikkeling der Deutsche baksteenbouwkunst zeker niet van later datum dan de onze. De kloosterkerk te Jerichow, welke nog door een houten zoldering overdekt is, stamt uit de 1<sup>ste</sup> helft der 12<sup>de</sup> eeuw en is dus ouder dan het oudste bekende baksteenkijkje bij ons. De domkerken te Lübeck en te Brandenburg, welker stichtingsjaren respectievelijk 1173 en 1187 zijn, zijn even oud als de eerste kerken in Groningen, de kerk te Oldenzijl en de St. Maartenskerk, terwijl de archieven van de Deutsche kerken veelal nog oudere kerkgebouwen vermelden, zij het dan meestal niet van baksteen doch van tuf of hout gebouwd, die voor de tegenwoordige hebben plaats moeten maken en die toch zeker op een reeds vroeger ontwikkelde architectuur wijzen.

Zoals ik daareven reeds vermeldde, is het kerkje te Oldenzijl het oudste, dat de tijden



gespaard hebben, tenminste het wordt ervoor gehouden, want positieve aanwijzingen omtrent stichtingsjaar en bouwgeschiedenis ontbreken hier, zooals die van de meeste kerkjes in deze streek ontbreken. Met het kerkgebouw te Zandweer, dat van veel minder belang is dan dat te Oldenzijl, is 't het eenige met een ronde absis, die door een half rond koepelgewelf overdekt is. De absis neemt de geheele achtergevel in beslag en is te beschouwen als een rijpere en grootschere vorm van de gewone Romaansche kooroplossing, waar de kleinere half-ronde absis tegen den rechthoekigen koorgevel aansluit. Dit laatste type is te vinden aan de kerk te Pilsum in Oost-Friesland, niet ver van de kust der Eemsmonding. Deze kerk is behalve door haar koorafsluiting nog merkwaardig door haar grooten kruistoren, die geheel in 't oorspronkelijk bouwplan is opgenomen. Ik wijs hier op dezen toren niet alleen om Uw aandacht te vestigen op de gedurfde constructie, maar ook in verband met een verbod, dat de Orde der Cisterciënzers bij herhaling, onder andere nog in den jare 1157 uitvaardigde. Deze monniksorde, zich toeleggend op eenvoud en onthouding, ook waar het den kerkdienst betrof, verbood in dat jaar het bouwen van torens op of aan haar kerken. Men zou hieruit kunnen besluiten dat de kerk te Pilsum reeds gesticht is voor 1157 en alzoo ouder is dan de kerken te Oldenzijl en Zandweer, waar, voor zoover ik weet, elk spoor van een ouden toren ontbreekt.

In 't algemeen vindt men in Groningen bij de zoo merkwaardige kerken geen torens, tenminste die oorspronkelijk in 't bouwplan opgenomen zijn, en in dit verband beschouwd is het dan ook niet vreemd, dat de eenige van voor de 15<sup>de</sup> eeuw dateerende torens, zooals die te Bedum en Zuidwolde van tufsteen gebouwd zijn en dus uit tijdperken vòòr de baksteenarchitectuur afkomstig zijn.

De absis van het kerkje te Zandweer, dat over 't algemeen een weinig gedetailleerd bouwwerk is, is op merkwaardige Romaansche wijze door zeer vlakke lycenen over de volle hoogte geleed; een oplossing, die zeer zeldzaam is in Groningen en in haar simpelheid op een nog primitieve ontwikkeling der baksteentechniek wijst.

Veel belangrijker is de koorafsluiting van Oldenzijl, die een der fijnste voorbeelden is der Groninger bouwkunst. En wat compositie, en wat detaillering betreft, is deze absis, niettegenstaande haar bescheiden afmetingen een meesterwerk.

Rustig is de plint gehouden, eenvoudig door vlakke lycenen verdeeld, van boven verbonden door een fries van rondboogjes; krachtig staan hierop de slanke kolonnetten, met de hooge kapitelen, de luchtige bogen dragend, waarvan twee de diepliggende vensters innig omsluiten. Op juiste wijze wordt in het geheel weder eenheid gebracht door het boogfries, dat zich om de geheele absis heen legt en een fijne inleiding vormt tot het massale metselwerk daarboven. Van een gootconstructie is natuurlijk nog geen sprake; eenige overgemetselde lagen brengen op primitieve wijze de pannen een weinig naar voren.

Het geheel is in hooge mate schilderachtig. De prachtige toon der dieproode en grijsverweerde baksteen en de meesterlijke verwerking geeft een sublimen schoonheidsgenieting. Natuurlijk is het witwerk van kapitelen en raamomgeving boerenknoeiwerk, maar schaadt in haar rijkvariëerende kleuromgeving gelukkig niet zoo erg. Echter maakt de pleisterlaag het wel moeilijk vast te stellen, of deze kapitelen en die van het interieur wel van baksteen — of juist nog van terra cotta — zijn. In zijn studiën omtrent de Groninger architectuur verzekert C. H. Peters, aan wien ik meer gegevens ontleend heb, dit echter. Om zich een juiste voorstelling van 't koor te maken, zooals dit vroeger was, heeft men zich de plint wat hooger te denken, daar deze in den loop der eeuwen meer en meer door 't steeds rijzende kerkhofoppervlak bedolven is geworden.

Van binnen is het koor niet minder belangrijk. Op de gekoppelde kolonnetten, gekroond door krachtige kapitelen ontspringen de muurbogen, door een kraalprofiel verrijkt. Drie dezer bogen vormen de omsluiting van half rond verdiepte nissen, in vroeger tijd zeker voor den dienst gebruikt. De geheele absis is door een half koepelgewelf gedekt.

De twee laatste traveeën van het schip zijn eveneens door steenen gewelven overspannen. Uit de rijkgelede muurpijlers ontwikkelen zich de zware gordelbogen, de muraalbogen en de diagonaalgraten, kraalvormig onder tegen het gewelf loopend, in het midden samenkomend in een decoratief roset. Het gewelf, hoewel over het geheel bolvormig, is licht gebombeerd, wat reeds een zekere luchtigheid aan de constructie geeft en waardoor deze aan de bovenzijde veel gelijkenis heeft met een meloen.



In het voorste deel van 't schip ontbreken de gewelven, een vlakke houten zoldering bedekt op armelijke wijze de ruimte. Dit ontbreken benevens de andere bewerking van de gevels — 't andere raamprofiel, de overmetseling onder de pannen en 't niet voorkomen van lycenen — wijzen er op dat, dit voorste deel oorspronkelijk niet tot het kerkgebouw behoord heeft.

De kerkjes van Oldenzijl en Zandeweer zijn, voor zoover mijn kennis strekt, de eenige wier koor afgesloten is door een ronde absis. De St. Maartenskerk te Groningen bezat in haar oorspronkelijke vorm, zooals die te vinden is op een oud stadszegel, ook een halfronde absis. In den tegenwoordigen uitgebreiden staat vertoont zij hiervan echter geen enkel spoor meer.

In Friesland trof ik in Schraard ook een kerkje met halfronde absis aan. Of er daar nog meerdere zijn is mij onbekend.

Omstreeks 1200 heeft de Cisterciënzer monniksorde, weer met het oog op den eenvoud van den kerkdienst, een verbod uitgevaardigd tegen het bouwen van ronde koorafsluitingen. In 't vervolg moest de gemeente tevreden zijn met een rechthoekig afgesloten koor, dat zoowel minder plaats verschafte voor een uitgebreide ceremonie, als het interieur een soberder aanzien verleende. Tegen de 15<sup>de</sup> eeuw echter werd dit verbod niet streng meer nageleefd en kwam de rijke veelhoekige koorafsluiting in deze streken in zwang. In het ruw kan men dan ook de verschillende kerken als volgt dateeren; kerken met ronde absis vòòr de 13<sup>de</sup> eeuw, kerken met rechthoekige koorafsluiting van de 13<sup>de</sup> tot de 15<sup>de</sup> eeuw en die met een polygonale afsluiting nà de 15<sup>de</sup> eeuw. Men late zich echter, zooals bij de kerk van Stedum voor zou kunnen komen, niet in de war brengen door een later aangebouwd veelhoekig koor, dat meestal wel door opvatting en detaillering verraden zal niet even oud te zijn, als het overige deel van de kerk.

Het is zonder positieve gegevens, als archieven of kronieken, niet doenlijk de verschillende kerken met rechthoekig koor nader te dateeren. Wel zou men kunnen zeggen dat de hooge rijzige kerk te Zuidbroek van later datum is dan die van Stedum, maar in 't algemeen lijkt het mij onmogelijk een eenigszins juist chronologisch overzicht der Groningsche architectuur te geven. Daarvoor loopen de kerken in afmeting en rijkdom van afwerking —

factoren meer bepaald door den omvang der gemeente dan wel door den tijd der stichting — te veel uiteen; bovendien zijn het dikwijls slechts verminkte overpleisterde resten, waarmee wij ons tevreden moeten stellen.

Ook de gewelfbouw werpt in de meeste gevallen geen licht op deze kwestie. Het grootste aantal kerken is met dezelfde of ongeveer dezelfde gewelven overdekt, de koepelgewelven, al of niet tot de meloenvorm gebombeerd, en de verschillen zijn moeilijk in verband te brengen met de geschiedkundige ontwikkeling. Zoo treft men in de kerk te Stedum bijvoorbeeld, vijf sterk geboezemde koepelgewelven aan, terwijl het zesde, in de tweede travee een volkomen bolvormig gewelf is.

Toch vindt men in of bij de provincie Groningen de meeste gewelfconstructies wel vertegenwoordigd.

Zoo is de kerk te Midwolde, ten Zuidwesten van Groningen, geheel overspannen met een tongewelf. Ondanks de later aangebrachte trek balken is dit gewelf in den laatsten tijd bedenkelijk gaan scheuren, waarom men dan ook met plannen ter versterking der constructie bezig is.

Niet ver van Midwolde in Roden (Prov. Drente) staat nog een zeer merkwaardig kerkgebouw. Dit is naast de oude St. Maartenskerk te Groningen de eenige driebeukige kerk in deze streken. De middenbeuk is overdekt met een groot tongewelf, terwijl de smalle zijbeuken overwelfd zijn met een halftongewelf, dat op vindingrijke wijze den zijdelingschen druk van het middenschip opneemt.

Het schaarsche licht, dat door de kleine vensters nog om de stoere pijlers tusschen middenschip en zijbeuk naar binnen strijkt, geeft een mysterieuze stemming aan het interieur, terwijl de vage schaduwen in de wijde tonholten een zware afsluiting van de buitenwereld vormt.

De laatste twee kerkjes behooren niet bepaald tot de Groninger architectuurschool in engeren zin en ik zal mij dan ook wel wachten eenigszins een slag te slaan naar hun stichtingsjaar.

Zooals ik daareven reeds vermeldde, vindt men in de Groningsche kerken meestal koepelgewelven; te Zandeweer met vier graten, in den regel echter met acht graten. Bepaald constructieve beteekenis hebben deze nog niet. Ze verdeelen het gewelfveld en maken het hierdoor overzichtelijk en duidelijk van vorm. De decoratieve beteekenis uit zich dan ook in de rosetten van de kruin, waarin de graten als in een groot ornament te samen komen, in



tegenstelling met den sluitsteen der kruisgewelven, die het punt van samenkomst is van de hierin zuiver constructieve graten. In de St. Maartenskerk te Groningen vindt men beide typen van gewelven — koepel- en kruisgewelven — naast elkaar en wijst het al of niet voorkomen van 't middenroset direkt op het vroegere of latere stichtingsjaar van het betrokken gedeelte. Waar bij de meloenvormige koepelgewelven de graten wel degelijk een eenigszins constructieve beteekenis krijgen, blijkt de bouw van de graat hierop nog niet berekend te zijn en moet deze soms tegen in elkaar knikken voorzien worden, door deze op te hangen aan een balk, die op de kruin der geboezemde gewelfschelpen rust.

Wat het steenverband in deze gewelvenbetreft is er ook nog ontwikkeling

waar te nemen. Naast den meer primitieven

vorm, het koepelgewelf gemetseld in gewoon loopend

verband, zooals dit te Godlinze

het geval is, komt het ook voor, dat de gewelfschelpen in

vischgraatverband gemetseld

zijn, waarvan de kerk te Stedum een voorbeeld is.

Deze kerk te Stedum is een der meest volledige exemplaren van de Groningsche baksteenarchitectuur. Hoewel volstrekt niet het mooiste en rijkste, geeft zij toch het best weer, wat er met dat materiaal bereikt kan worden. Poëtisch en stemmingsvol is dit bouwwerk, met een diepte van gevoel, die ware architectuur van de oppervlakkige bravourekunst der officieële scholen onderscheidt. Grootsch en momentaal opgevat, komen toch door een prettige behandeling van het detail de onderdeelen goed tot hun recht.

In haar oorspronkelijken vorm bestond de kerk slechts uit het schip en het transept. Zoowel de

polygonale koorafsluiting als de wel wat te plumpe toren met het stuk muur tot de eerste contrafort, zijn werk van de 15<sup>de</sup> eeuw, terwijl deze toren, naar ik meen, in de 17<sup>de</sup> eeuw, nog eens bedorven is door de lompe steunbeeren. Ondanks de verscheidenheid dezer onderdeelen blijft de kerk één groot geheel, een waardig stuk bouwkunst, dat eeuwen getrotseerd heeft.

In verband met de torenbedekking, die vaak door velen wordt gehouden voor een specifiek Romaansche constructie, wil ik er hier op wijzen dat deze in de provinciën Friesland, Groningen en Drente de gewone torenafdekking vormt, volstrekt niet alleen in Romaanschen tijd maar even-

goed in de 15<sup>de</sup> en 16<sup>de</sup> eeuw.

Hoewel dit gewone zadeldak op 't eerste gezicht eenigszins nuchteraandoet, kan men dezen vorm, in zijn diverse bewerkingen waarvan tal van Friesche kerken heel mooie exemplaren bezitten, toch appreciëren om zijn eenvoud en waarheid.

Geheel geres-taureerd zijnde, komt het interieur te Stedum goed tot zijn recht. Muurpijlers, kolonnetten en vensteromlijstingen zijn, evenals dit in den oorspronkelijken toestand het geval was, vrij van pleister en geven met hun dieproode kleur een warmen toon aan het geheel. De groote gewelfvelden zijn door symbolische schilderingen, die met haar grillige lijnen leven brengen in de ontzaglijk groote koepelvormen, verrijkt. Te betreuren is echter de gemeen blauw geel en rood schildering der gordelbogen en der graten en hinderlijk, het groote effect verbrekend, is de glazen wand met den preekstoel voor de koortravee geplaatst, die dan nog met een versiering van blauwe ruitjes het oog op de vreeselijkste manier martelt.

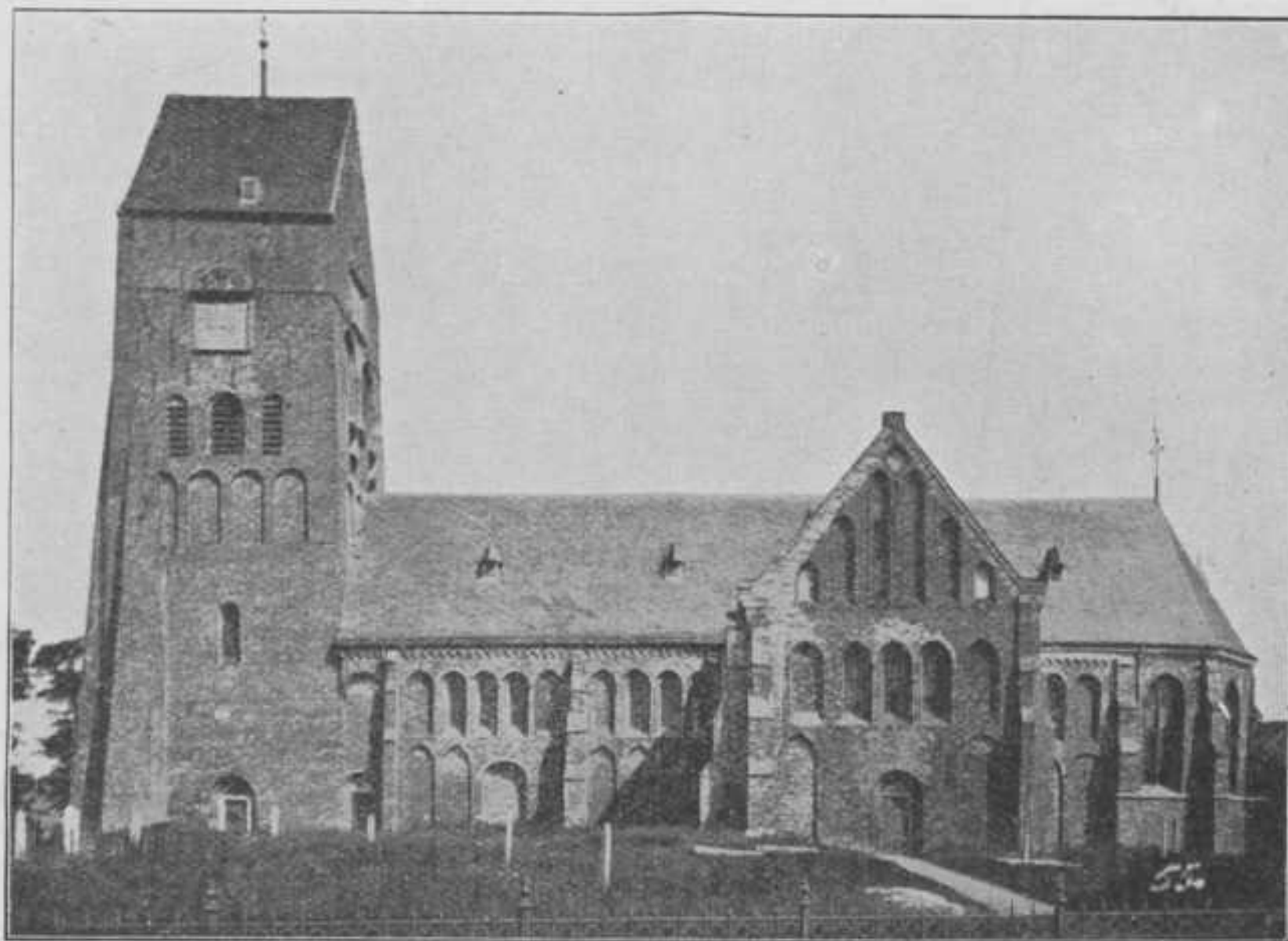


Fig. 4.

Kerk te Stedum.



Terwijl in de kerk te Oldenzijl alle sculpturale onderdeelen onder een dikke laag pleister verborgen zijn, kan men in de kerk te Stedum al deze details in hun oorspronkelijke vormen waarnemen. Alle kapiteelen en basementen zijn karakteristieke vormen van gehakte en bijgeslepen baksteen. Ook de kraagsteentjes, die het boogfriesje dragen onder de goot, zijn merkwaardige details. Bijna alle verschillend, zijn deze kraagsteentjes bewerkt als dierenkoppen, dragende menschoofden of voorzien van een of ander geometrisch ornament. Deze versiering der consoles komt ook reeds voor onder 't boogfriesje aan het koor te Oldenzijl en treft men bij haast alle Groningsche kerken aan. Of

duidelijk te herkennen, terwijl het binnenste kraalprofiel van den boog rust op den rug van een liggend leeuwje. De naar voren uitgestrekte pootjes met de eenvoudig aangegeven klauwtjes en de decoratief bewerkte manen kan men nog heel goed waarnemen. De kop van 't figuurtje is gebroken. Ook de rechtstanden die de kapiteelen dragen, zijn met een geometrisch relief versierd, terwijl rechts van het geheel in den hoek van twee muren een nisje is aangebracht met eenige fragmenten van een of ander heiligenbeeldje.

Het leeuwenfiguurtje op het kapiteel in ten Boer is een motief, dat in den Romaanschen tijd meer werd toegepast. Een poortje te Keulen aan



Fig. 5.

Interieur van de kerk te Stedum.

steeds deze details uit baksteen gehakt werden weet ik niet zeker; de kleine scherpe vormen doen dikwijls aan terra cotta denken, dat aan sommige kerken als versiering gebezigd werd. Ik wees reeds op de kapiteelen te Oldenzijl, die met hun vrije vormen bezwaarlijk gehakt kunnen zijn. De kerk in ten Boer vertoont op het gebied van terracotta — dus direkt in den gewenschten vorm gebakken steen — een merkwaardig onderdeel.

Aan den Noordgevel is een nis te vinden, die afgesloten wordt door een zwaar geprofileerden boog, welke ontspringt op terra-cotta kapiteelen. Ofschoon sterk gehavend, zijn de vormen der omgekrulde, den abacus schragende bladeren zeer

het Steinfelderhof, opgericht in het jaar 1126 vertoont precies zoo'n leeuwje, terwijl aan de St. Martinkerk, de St. Katherinekerk (1219) en de St. Kunibertskerk (1248) alle te Keulen dergelijke dieren te vinden zijn. De gewoonte zulke figuren toe te passen, is, naar verondersteld wordt, een gevolg van de kruistochten in de eerste helft der 12<sup>de</sup> eeuw, waardoor men in 't Oosten kennis maakte met de dorpelwachters, die in houding en vorm ontegenzeggelijk gelijkenis met de Romaansche leeuwfiguren vertoonen. De vier in de Voorhal der St. Gereonskerk te Keulen op voetstukken opgestelde leeuwen herinneren, hier zelfs in plaatsing, ook aan de Oostersche traditie.



Wanneer men het dierfiguurtje aan 't kerkje in ten Boer als een navolging van de hierboven-genoemde exemplaren te Keulen beschouwt, kan het stichtingsjaar, indien men de vierkante koorafsluiting en het ontbreken van een toren in aanmerking neemt, gevoegelijk in de 13de eeuw gesteld worden. Door de aanwezigheid van terracotta onderdeelen te Oldenzijl en in ten Boer, en door de afwezigheid hiervan aan de latere kerken te Zuidbroek en te Zeerijp, waar deze vervangen zijn door het eenvoudiger hakwerk zou men kunnen wagen te veronderstellen dat de terracotta-techniek uitsluitend in het begin der Groninger school werd toegepast en later geheel verdwenen is, welke hypothese in sommige gevallen een aanwijzing zou kunnen wezen omtrent het stichtingsjaar van een kerkgebouw. Deze veronderstelling, hoewel niet te bewijzen door een groot aantal authentieke documenten, wordt eenigszins aannemelijk, indien men bedenkt, dat in de kunsthistorie, herhaalde malen in een vroegtijd een ingewikkelde omslachtige techniek aangetroffen wordt, die in den loop der ontwikkeling plaats moet maken voor een eenvoudiger, hoewel lang niet zulke rijke resultaten leverende, bewerking.

Alvorens over te gaan tot beschrijving van de kerk te Garmerswolde, wil ik nog even een merkwaardig onderdeel in die van ten Boer vermelden. In het koor der overigens inwendig geheel onbelangrijke, door restauratie verknoeide kerk, loopt een rij blinde nissen, telkens in groepen van drie gerangschikt, die eenigszins aan het triforium der groote kathedralen denken doet. Echter in ten Boer zijn deze spitsbogige nissen, waar van een rondlopende gang natuurlijk geen sprake is, geheel decoratief.

De kerk te Garmerswolde is een der rijkste Groningsche monumenten. Uitsluitend het transept en de rechthoekig afgesloten koortravee bestaan tegenwoordig; of de traveeën van het schip ooit aanwezig zijn geweest, moet ik geheel in 't midden laten. Een niet hooge toren verheft zich geheel los van 't gebouw in een hoek van het kerkhof. Door de groote simpelheid van dezen toren is het niet mogelijk het bouwjaar er van te schatten. Zeer waarschijnlijk is hij van latere datum dan de kerk. Of deze afzonderlijke torenbouw, die aan vele dorpskerken o.a. te Zeerijp, Zuidbroek, 't Zandt, voorkomt, als een ontduiking van het Cisterciënzer verbod te beschouwen is, of slechts gemotiveerd

kan worden door vermindering van het brandgevaar in geval van het inslaan van den bliksem, kan ik niet met zekerheid uitmaken. Misschien moet hierin Italiaansche invloed gezien worden. Waar over het algemeen zeer weinig zorg aan die torens besteed is en deze nooit, behalve die te Stedum als een architectonisch hoofdmotief, beschouwd zijn, is het niet onmogelijk, dat zij, na de verslapping van het bouwverbod, zich ontwikkeld hebben uit de eigenaardige houten klokken dragers, die heden ten dage op sommige kerkhoven in Friesland nog te vinden zijn.

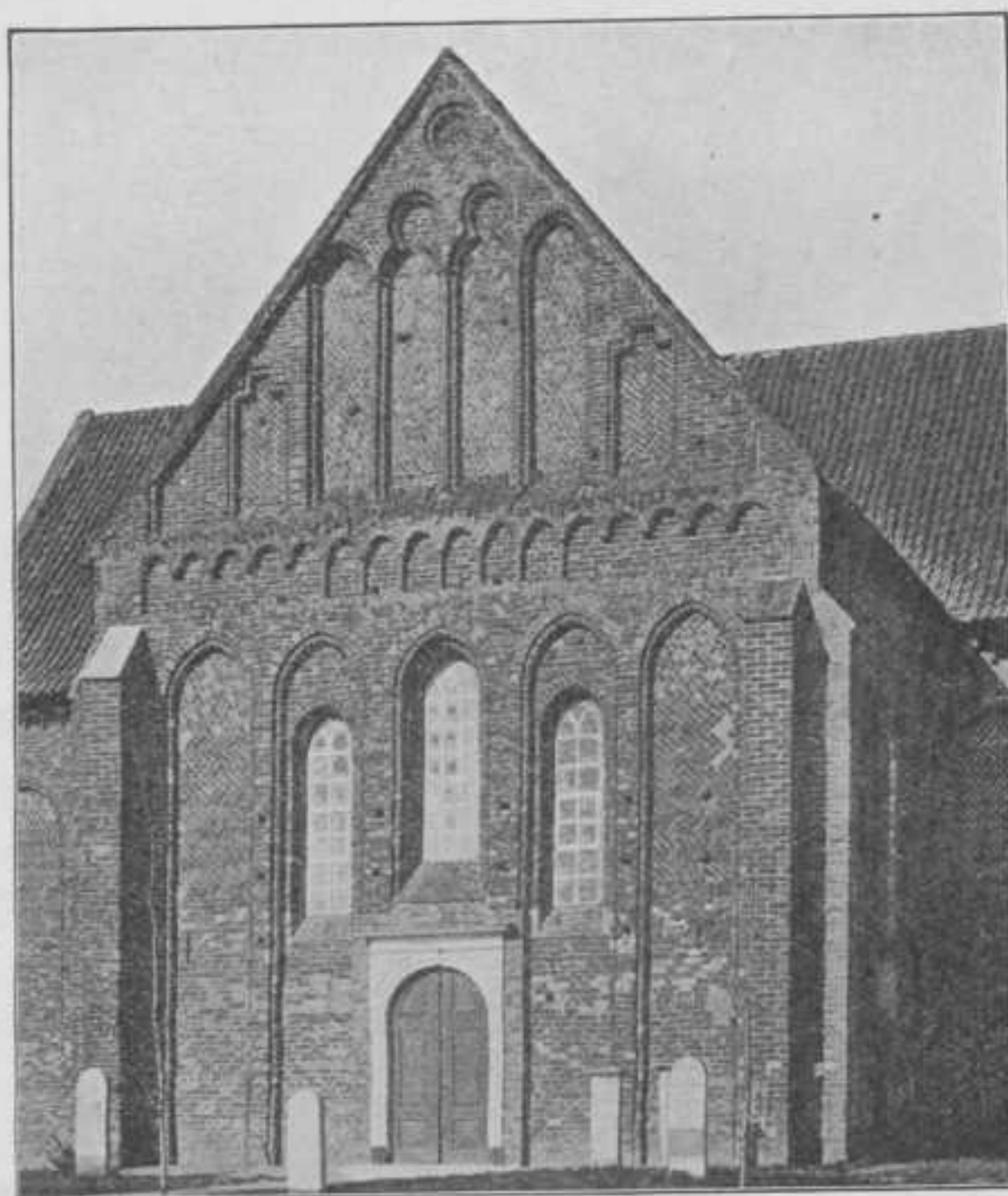


Fig. 6.

#### Kerk te Garmerswolde. Koorgevel.

De drie topgevels van de kerk te Garmerswolde zijn op verschillende wijzen door nissen van velerlei teekening versierd. Geestige boogfriezen klimmen spelend langs de daklijn naar boven. Krachtige profielen omsluiten de vensters en de hoofdnissen, welke vakken in vischgraatverband, — onderaan in strekken boven in koppen uitgevoerd — volgemetseld zijn. De rij der ronde kolonnetjes in het fries aan den booggevel, als ook eenige kapiteeltjes, zijn noch in baksteen, noch in tufsteen uitgevoerd. Naar de kleur te oordeelen is hier roode zandsteen gebezigd, een materiaal dat anders vreemd is in de Groningsche architectuur.

In fijnheid en in sierlijkheid wordt het kerk-



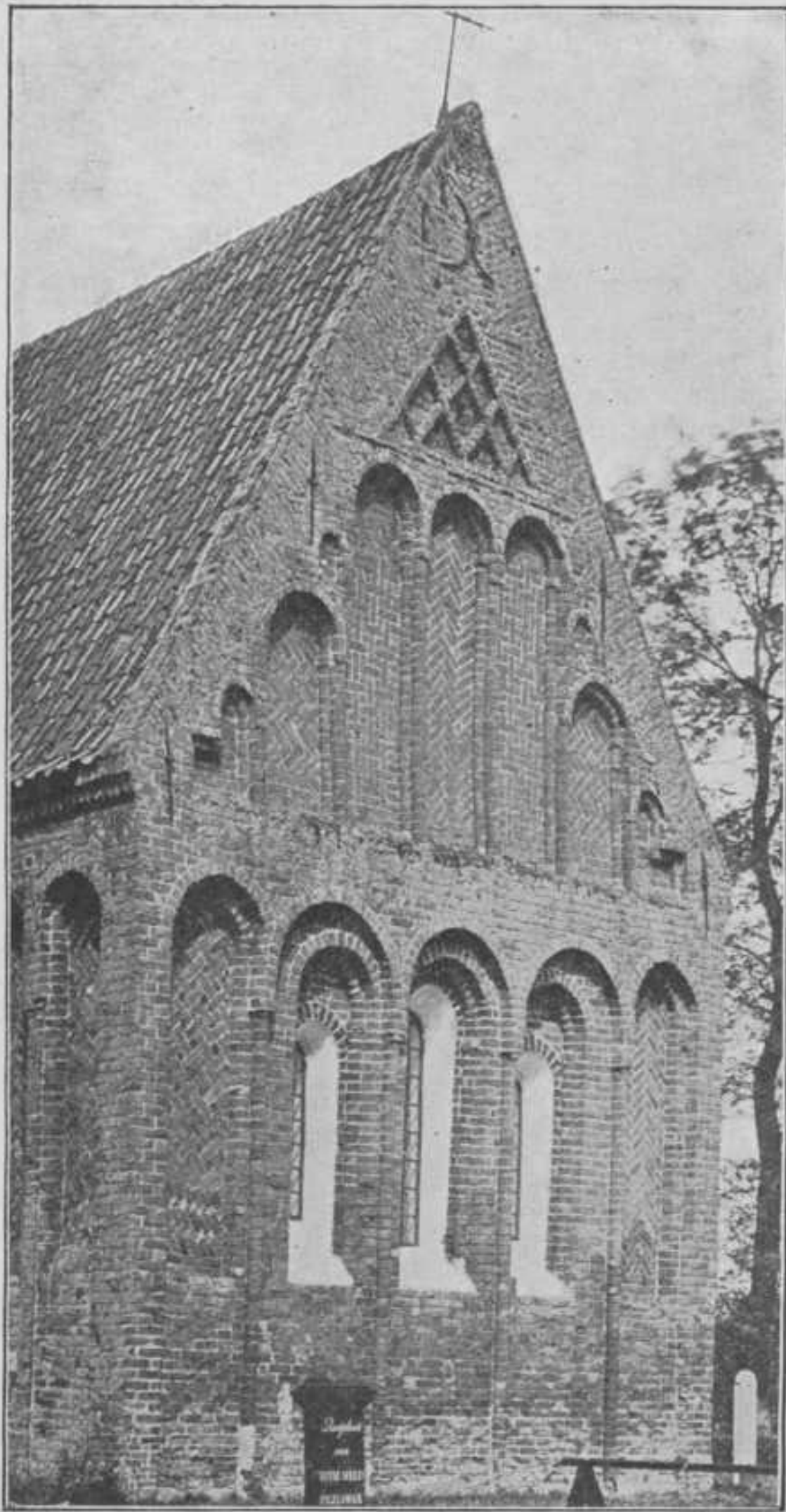


Fig. 7.

Kerkje te Leermens. Koorzijde.

gebouw te Garmerswolde overtroffen door het veel kleinere van Leermens. Zuiver van verhouding (het pannendak is natuurlijk later verhoogd) harmonisch van detaillering is dit klein kruiskerkje te beschouwen als het hoogtepunt der school.

Rijk zijn de vensters gevat in hun omgeving van profielen; vindingrijk is de topgevel verdeeld door nissen en het eigenaardige vlechtwerk; en dan dit geheel in het heerlijk materiaal, de diepdonkerroode baksteen, welks gebrande toon een grootsch contrast maakt met de omgeving van wuivend boomengroen!

De overkraging onder de pannen is de rijkste, die ik in Groningen weet, waarin boven het bekende spitsboogmotief nog een fijn muizetandje de boogjes hun juiste waarde geeft.

In den Noordgevel zijn vele fragmenten tufsteen, meestal in het boogfries aangebracht, gedeeltelijk geheel willekeurig verwerkt. Zeker wijzen deze op een vroeger tufsteenkerkje daar ter plaatse.

Rijziger en vaster van verhouding is de groote kruiskerk te Zuidbroek. Terwijl die te Leersum sierlijk en schilderachtig was, spreken hier strengheid en monumentaliteit.

Statig verheffen zich boven de hooge plint de smalle raamnissen. Een groote regelmaat beheerscht het geheel, terwijl toch de verscheidenheid der topvullingen niet opgeofferd is.

Op zekere wijze worden de gevelvelden door de vlakke contraforten zijdelings afgesloten, terwijl een boogfries met overkraging voor de noodige schaduwwerking zorgt.

Van binnen is het gebouw ondanks den alles overdekkende pleisterlaag zeer belangrijk. Zes zuiver bolvormige koepels welfen zich wijd over het stemmig interieur, waarin door de hooge vensters het licht naar binnen zeeft.

Hoewel deze kerk niet zoo innig is van stemming als die van Oldenzijl, Stedum en Leermens heeft men in de Zuidbroeksche geenszins een werk van oppervlakkige schoonheid. Kracht, zuiverheid, volkomen meesterschap over het materiaal treden op den voorgrond, alle drie eigenschappen van de voortbrengselen uit den bloeitijd van een stijl.

Anders is dit bij de 15<sup>de</sup> eeuwse kerk te

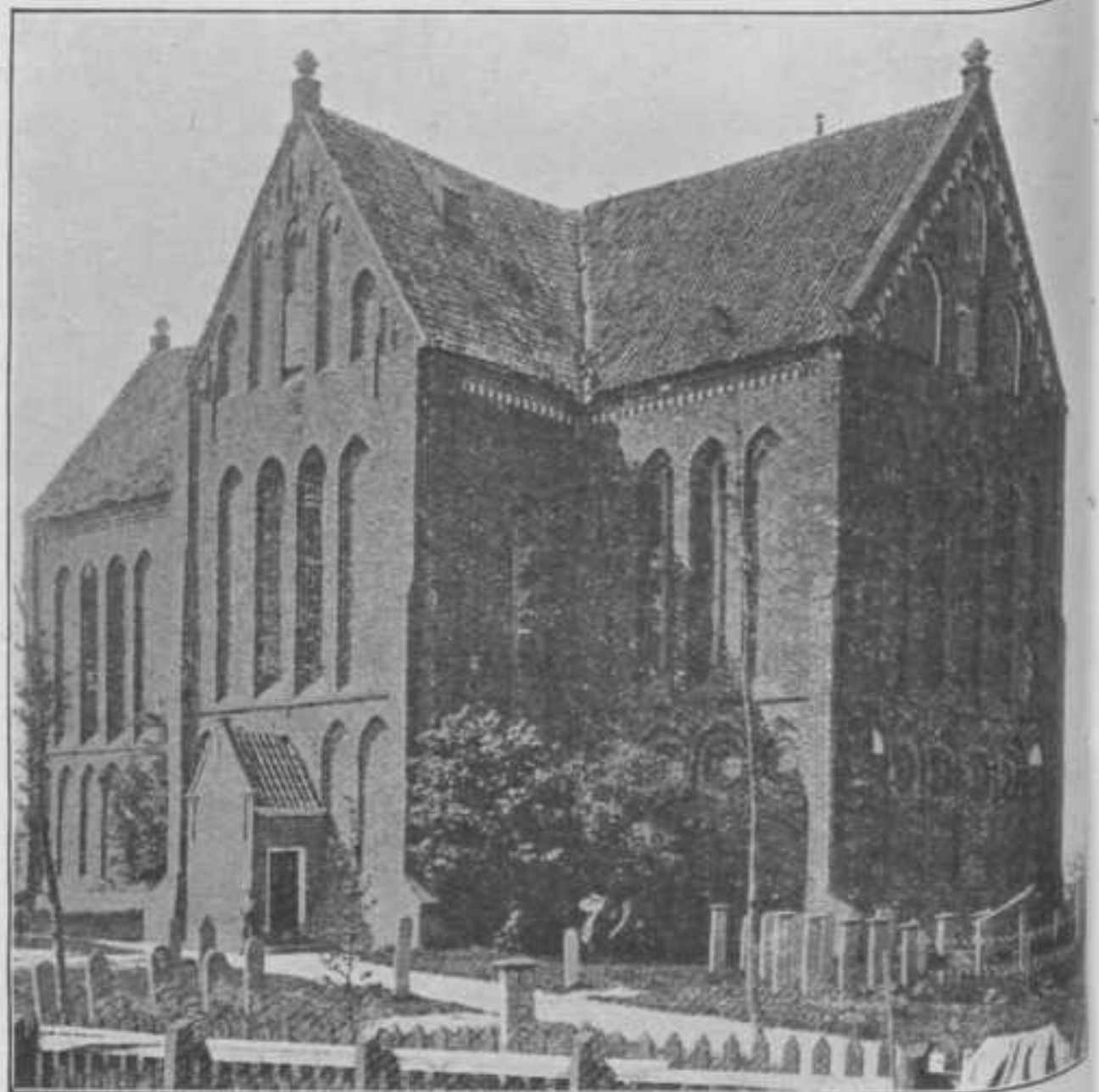


Fig. 8.

Kerk te Zuidbroek. Koorzijde.



Zeerijp. Duidelijk begint de ontarding zich te toonen. De architectuur verliest haar speciaal Groningsch karakter. De gevels worden vlakker gehouden; slechts de toppen worden met nissen en klimmende boogfriezen versierd. Het profiel der raamomsluiting ontardt in overdreven rijkdom en samengesteldheid, waardoor het in het baksteen niet meer tot zijn recht kan komen. Toch is de geheele kerk, welker koor veelhoekig is, overwelfd door de bekende koepels, meloenvormig gebombeerde.

En hoewel in dit bouwwerk zeker nog voortreffelijke kwaliteiten aan te wijzen zijn, zijn het verlies aan uitdrukking en de ontarding van het detail onloochenbare voortekenen van verval, van ondergang.

Zoo ziet men in de kerk van Zeerijp de school, die in de boven beschreven monumenten zulke prachtige, haast onovertrefbaar schoone exemplaren telt, verlopen.

Ik heb in dit opstel niet gestreefd naar algeheele volledigheid. Wie eenigszins met de Groninger architectuur op de hoogte is, zal tal van kerken, zoowel binnen als buiten deze provincie, die ik niet eens heb aangestipt, direct weten te noemen. Bovendien zou er behalve aan dezen kerkbouw, aan de verschillende overblijfselen der vele abdijen, waarvan die te Aduard, in 1240 in navolging van de Cisterciënzer abdij te Clairveaux (Champagne) gebouwd, de belangrijkste was, veel belangrijks voor een studie der Groningsche kunst te ontleenen zijn.

Ook heb ik in het geheel geen aandacht geschonken aan de resten van middeneeuwsche kerkmeubelen en voortbrengselen der kunstnijverheid, hier en daar, hoewel vaak verminkt, nog aanwezig. Ik heb slechts even te wijzen op het Gothisch orgel te Krewerd, de baksteen preekstoel te Fransum, en op de geglazuurde relieftiegels uit de abdij van Aduard, — welke tegels in de Duitsche baksteenkunst, zoo'n belangrijke rol spelen, — om de gapingen in mijn opstel bloot te leggen.

Ondanks deze onvolledigheid en gebrekkigheid hoop ik toch door de beschrijving en analyse der weinige bouwwerken, welke ik dezen zomer op een reis door Groningen bezocht, iets tot de kennis van onze oudste nationale kunst te hebben bijgedragen en hoop ik tevens eenige belangstelling voor deze zoo belangrijke architectuur in ruimeren kring te hebben gewekt.

20 Oktober 1911, Delft.

A. BOEKEN.

## De Monoplan Deperdussin.

(Nadruk zonder toestemming verboden).

Door talrijke groote overlandvluchten, door een enorme snelheid, een belangrijk hefvermogen en een vluggen, eleganten vorm heeft deze aeroplane in betrekkelijk korten tijd een flinken naam gemaakt in de aviatische wereld; en waar er nog maar zéér weinig over deze machine geschreven is in ons land, daar zullen velen het waardeeren door dit tijdschrift een eenigszins vollediger indruk van dit toestel te krijgen.

Het is echter niet zoo zeer onze bedoeling een tot in alle onderdeelen nauwkeurige beschrijving te geven, dan wel een beknopt constructieverslag te leveren, dat wij hier en daar door teekeningen aanvullen.

Achtereenvolgens behandelen we: *A.* Het Fuselage (lichaam), *B.* De vleugels, *C.* Het landingschassis, *D.* Het motorisch gedeelte en *E.* De besturing en stabiliteit.

*A. Het Fuselage* is rechthoekig in dwarsdoorsnede en wordt gevormd door vier dunne balken van 6.15 M. lengte. Zij liggen twee aan twee in evenwijdige horizontale vlakken, die ongeveer 35 c.M. boven elkaar liggen. In ieder dezer horizontale vlakken naderen de balken elkaar met één einde en zijn onderling verbonden door korte latjes. Zoo hebben we dus twee van deze geraamten, welke ook onderling verbonden zijn door  $\pm 35$  c.M. lange staande stijltjes. De verbinding tusschen balken en stijltjes geschiedt door daarvoor speciaal gegoten aluminium „sockets” zooals fig. 3 bij *a* aangeeft. Zij worden ieder met 2 stalen boutjes van 3 m.M. op de balken bevestigd, terwijl de stijltjes er los in gestoken worden.

Om het geheel stevigheid te verleenen, zijn in iedere vierhoek staaldraden diagonaalsgewijze gespannen (fig. 3*a*). Een vormverandering is dus uitgesloten. In de beide eindvierhoeken van de flanken van het fuselage is de bespanning weg gelaten, hetgeen onder *E* verklaard wordt.

Ten einde het voorste gedeelte van het lichaam, dat slechts  $\pm 50$  c.M. breed en 35 c.M. diep is, te verruimen, is het aan den onderkant over een lengte van 2.50 M. half cilindervormig uitgebouwd, door middel van een aantal uit taai hout gebogen hoepeltjes, welke bekleed zijn met mahoniehout,



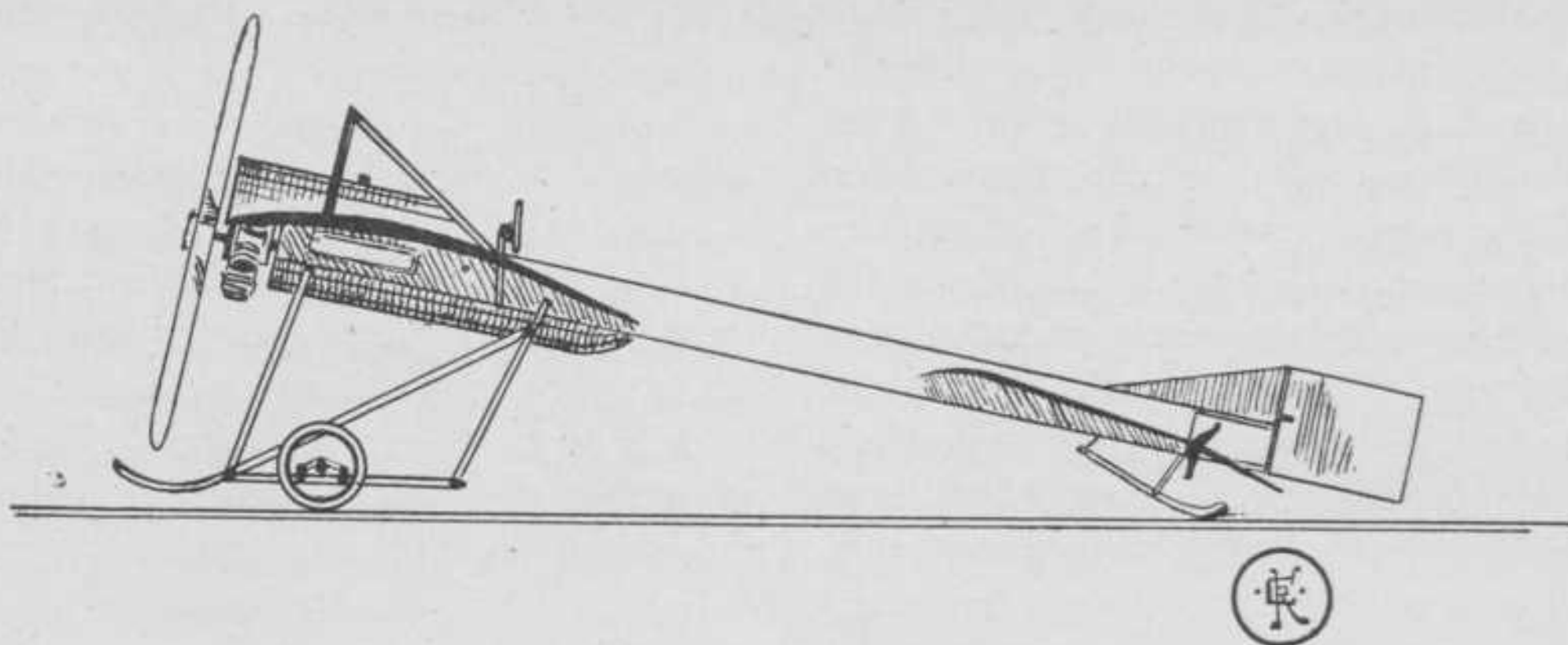


Fig. 1.

Zij-aanzicht.

zoals in de race-bootenbouw gebruikelijk is. Fig. 3 en 4 geven van het voorstuk van het fuselage een beeld. Deze grootere ruimte biedt nu plaats aan den bestuurder, een deel der besturingsorganen, een benzine-reservoir-onder druk en eenige motor-deelen. Dit geheele voorgedeelte is met staalplaat bekleed aan voor- en zijkanten, terwijl de rest van het lichaam bespannen is met aeroplane stof. Ten einde gemakkelijk binnen in het voorstuk te kunnen, zijn aan weerszijden aluminium

luikjes aangebracht. Voor het zelfde doel is de bespanning van het achterdeel geregen.

*B. De vleugels* zijn ieder ruim 4 M. lang en 1.75 M. breed en opgebouwd uit twee balken die evenwijdig aan elkaar loopen en 80 c.M. van elkaar verwijderd zijn. Over deze balken liggen in iedere vleugel 14 houten ribben, die van voren 20 c.M. en van achteren 75 c.M. uitsteken. De voor-einden zijn onderling door een hol geschaafden lat of door een in de lengte in U-vorm gebogen

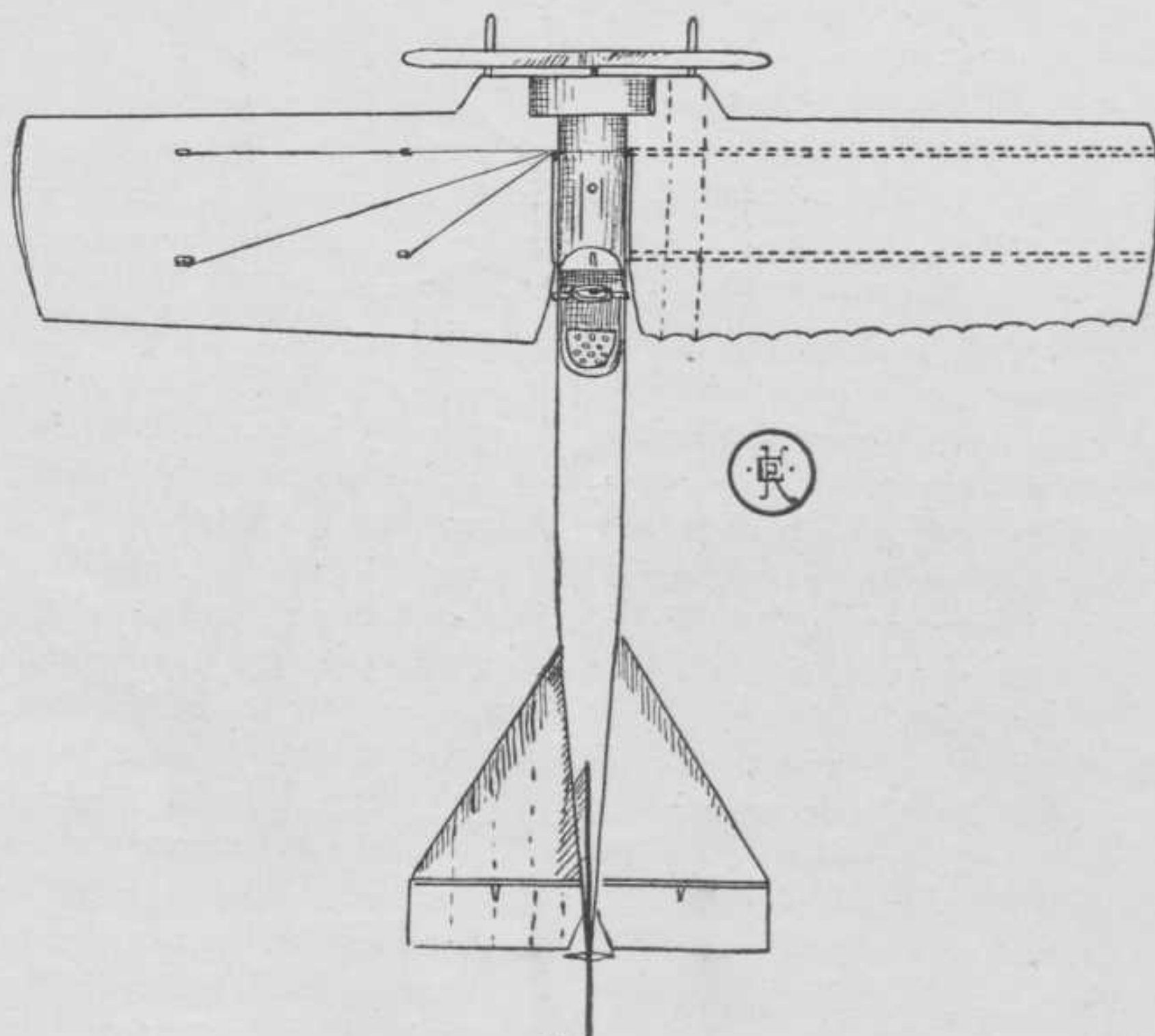


Fig. 2.

Boven-aanzicht.



reep aluminium verbonden, terwijl langs de achter-einden een staaldraad is gespannen. De doorsnede van iedere ribbe is dubbel T-vormig welke vorm verkregen is, door één lat op zijn kant (deze is gezaagd in den juisten vorm van de vleugel-dwarsdoorsnede) te nemen en daarop twee andere latten te lijmen en te spijkeren. Fig. 3 en 3b geven ook

hiervan een beeld. De bekleeding bestaat uit aeroplane-stof (gecaoutchouteerd katoen), dat na het opspannen nog eens extra gevernist is met „émailliet” (een zeer sneldrogende en gladde, dikke vernislaag achter latende stof). De onderkant-bekleeding is gespijkerd, de bovenkant niet, ten-einde gemakkelijk het inwendige van den vleugel

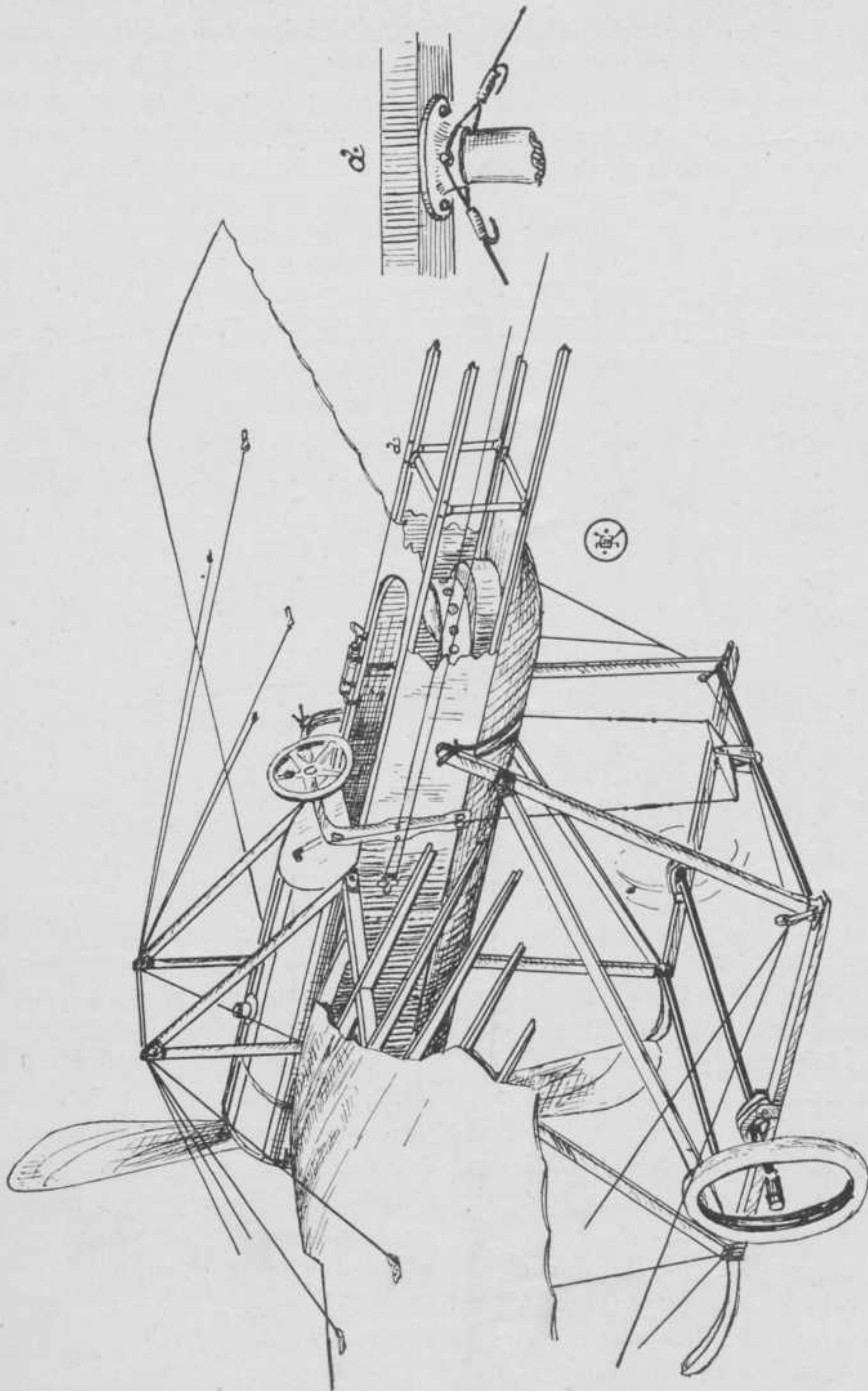


Fig. 3.  
Voorstuk, bekleeding gedeeltelijk weggenomen.



te kunnen inspecteeren en zoo noodig gebroken ribben te vervangen. Daarom is ook de achterkant van de vleugel dicht geregen.

De bevestiging van de vleugels aan het fuselage geschiedt door de eenigszins uitstekende hoofdbalken in beugels te bevestigen met een bout. (Zie fig. 3 achterbalk).

Ter ondersteuning van de vleugels, wanneer het toestel niet vliegt, zijn een aantal kabels aangebracht, loopende van beugels van de hoofdbalken naar een boven op het fuselage tusschen de vleugels gebouwd houten juk, zooals fig. 3 en 4 toont.

Wanneer het toestel vliegt, hangt het aan de vleugels. Daarom loopen er ook een aantal, op

gericht, in de richting van de bij een landing optredende schokken. De beide voorste steunen, zijn, evenals de beide achtersten door een stalen buis en kruisdraden verbonden, terwijl de aan een zelfden kant van het lichaam bevestigde stijlen van onderen door een houten balk vereenigd zijn. Deze laatst genoemde verbinding doet een vierhoek ontstaan. De naar beneden-vóór loopende diagonaal wordt gevormd door een stevige houten stijl, die buiten den vierhoek door loopt en opgebogen is. De aldus opgebogen „sleden” beschermen bij een stijle landing de schroef (fig. 1, 3 en 4). De onderlinge verbinding der houten stijlen geschiedt door stalen platen en bouten.

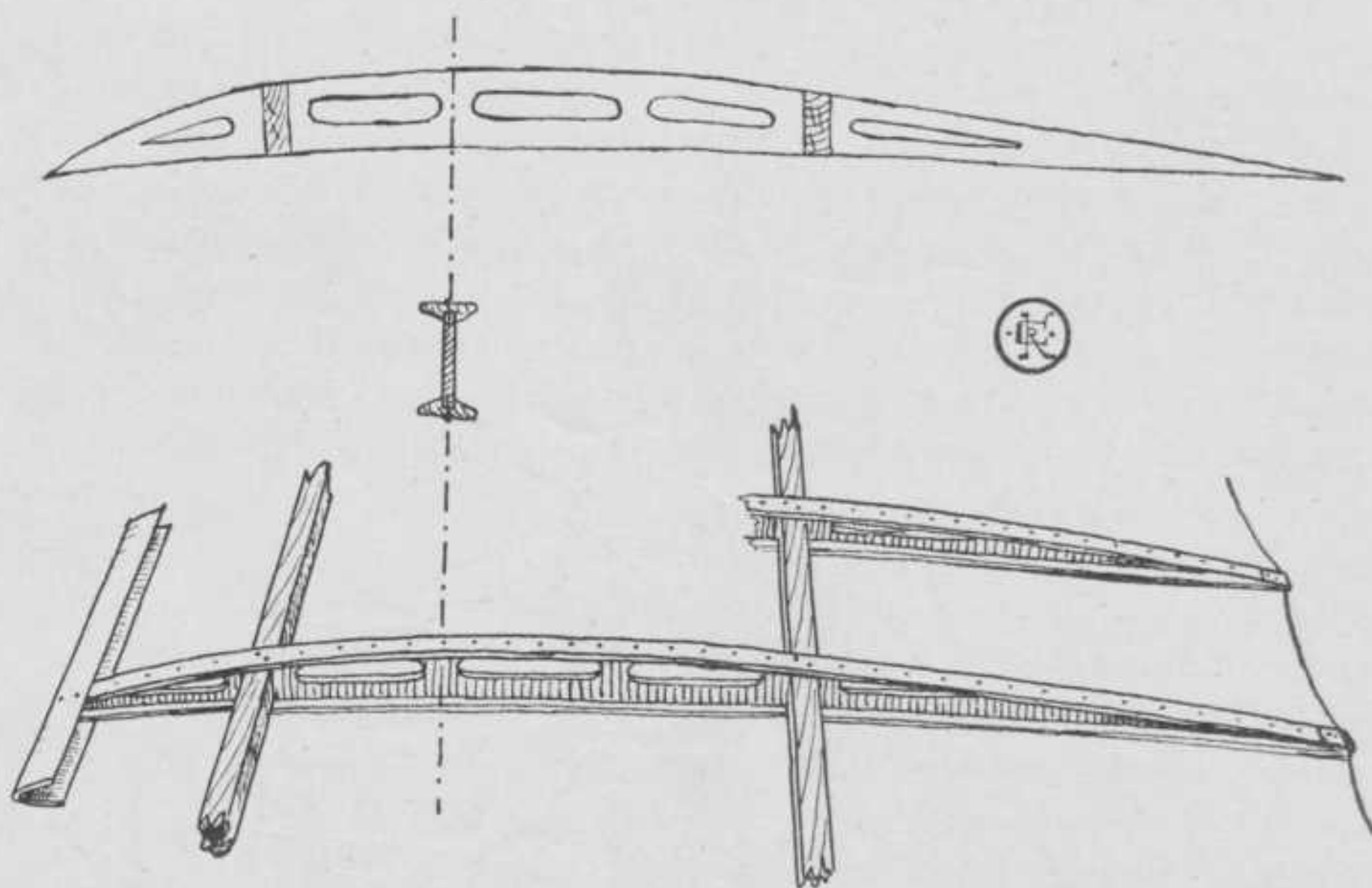


Fig. 3<sup>b</sup>.

Vleugelconstructie.

groote zekerheid berekende kabels van de onderkant der vleugels naar

C. *Het landingschassis.* Dit bestaat uit een viertal, door omwikkeling met taf versterkte, stijlen, twee aan twee aan de zijkanten van het lichaam met stalen beugels bevestigd. Bij een tijdens een landing optredenden schok zou deze bevestiging echter nog niet stevig genoeg kunnen blijken; daarom loopen onder het lichaam door van de beugels links naar de beugels rechts stalen banden, waarop dus het lichaam rust. Op deze wijze worden eventueele schokken over een groot oppervlak verdeeld, waardoor zij minder vernielend zullen werken (fig. 3 en 4). Allen zijn naar voren

Verder is het chassis nog voorzien van twee op één as gemonteerde wielen, welke as aan de onderste balken bevestigd is door gummi strengen, die tussen twee stalen beugels over de as gespannen zijn (zie fig. 3, 4 en 4a). Dergelijke schokbrekers voldoen uitstekend en zijn in gebruik bij alle bekende machines (uitgezonderd Blériot e.e.a.).

De „staart” van het toestel wordt door een enkele, veerende, naar achteren gebogen steun gedragen (zie fig. 1 en 5a).

R. J. CASTENDIJK.

(Wordt vervolgd).



## Arbeiderswoningen.

Naar aanleiding van het artikel van de heer C. H. S. in het vorig nummer, wil ik het één en ander in het midden brengen over enige onvolkomenheden in het door hem aangegeven plan.

1<sup>o</sup>. heeft de keuken veel te weinig licht, vooral voor de grote diepte van 5½ M.

2<sup>o</sup>. moet het verwisselen der tonnen door de keuken plaats hebben (of door de huiskamer, indien men daar tenminste openslaande deuren naar het tuintje of plaatsje maakt), wat de heer C. H. S. terecht al een bezwaar noemde, maar wat in z'n plan toch niet ondervangen is, tenzij men achter door de tuin kan en daar een uitgang heeft naar een gangetje, achter de huizen langs, wat vaak niet het geval zal zijn en ook weer bezwaren heeft, als vervuiling van dat gangetje, e.d.

Bovendien is de doorgang tussen aanrechtbank en fornuis maar c.a. 85 c.M. breed, wat de doorgang met een ton door de keuken dubbel onsmakelijk maakt.

Verder heb ik de schoorsteen van de huiskamer ook in de hoek gebracht. De huiskamer wint hierdoor in ruimte, want de breedte voor de kachel is anders maar 2.50 M. wat wel wat weinig is. Bovendien kan men bij matige koude door openzetten van de deuren naar de voorkamer, deze met dezelfde kachel verwarmen, veel beter dan in het andere plan. De schoorsteen in de voorkamer kan men dan desnoods missen.

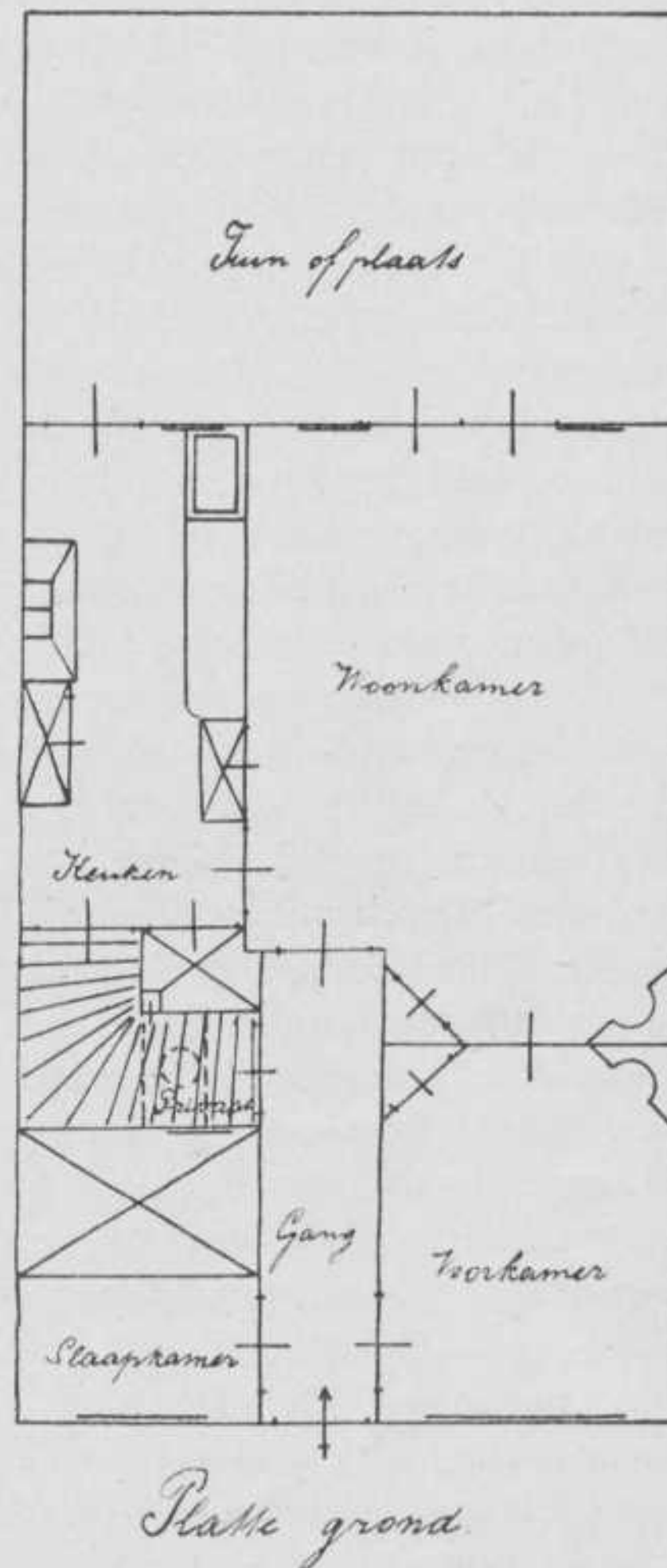
Het bij elkander brengen van de schoorstenen brengt toch dikwijls verlaging van kosten, bij verhoging van sterkte buitendaks met zich.

Nog enige wijzigingen zijn, dat ik de deur van de voorkamer vlak bij de ingang heb geplaatst, om zo een muurvlak te krijgen, waartegen een fiets kan staan zonder een deuropening af te sluiten. Om dezelfde reden acht ik de breedte van 90 c.M. voor de gang wat te smal en zou 1 M. bijv. beter vinden, anders kan men haast niet langs de fiets komen.

Het privaat heb ik onder de zoldertrap geplaatst. 1<sup>o</sup>. kan dit gemakkelijk minder hoog zijn, 2<sup>o</sup>. wordt de keuken door privaat en kast 1.50 M. minder diep, dus krijgt betere afmetingen. De trap blijft niet zo lelijk zichtbaar in de keuken en behoeft van onderen niet zo te worden afgewerkt. Het privaat kan voldoende verlicht worden door een

matglazen raam, uitkomende boven het bed in de slaapkamer en de ventilatie kan door een ventilatiekanaal worden verkregen. De ton kan onmiddelijk door de gang naar buiten worden gebracht en het privaat is ruim zo gemakkelijk bereikbaar en 's winters ook niet zo koud gelegen voor mogelijk nachtelijk gebruik.

De ingang van de keuken door de woonkamer lijkt me geen overwegend bezwaar. De keuken kan zo voldoende verlicht worden. Bovendien wordt de bouw nog weer goedkoper door het privaat binnen aan te brengen.



Ik heb hier slechts schematisch het plan van een der 4 woningen aangegeven, om mijn opmerkingen te verduidelijken.

Een kleine vergissing van de heer S. is nog, dat hij in z'n voorgevel de 2 uiterste schoorstenen heeft vergeten aan te geven.

E. VAN DER MEULEN.



Ter beantwoording van den heer  
v. d. M. het volgende:

Uit de platte grond en voorgevel der arbeiderswoningen gepubliceerd in het vorig T. S. T. verkrijgt men geen nadere gegevens omtrent de verlichting van de keuken. Ter toelichting diene dat het uitbouwte voor tochtportaal en W.C. slechts zoo hoog zijn opgetrokken dat daar boven nog gelegenheid is voor het aanbrengen van een raam in de achtergevel met een glasoppervlakte van 0,40 bij 1,60 M. en is hiermede het bezwaar der keukenverlichting vervallen. Het verwisselen der tonnen door de keuken is minder bezwaarlijk dan door de huiskamer, dit laatste te voorkomen was dus doel, waarom bovendien een doorgang tusschen aanrechtbank en fornuis van 0,85 M. breed meer onsmakelijk is dan fijn, één van 1,10 M. is mij niet recht duidelijk. Hoofdzaak is een doorgang en zoo economisch mogelijk.

Door de huiskamer op te lossen zooals de heer v. d. M. dit aangeeft, verliest deze in bruikbaarheid en esthetische oplossing, want door de schoorsteen in de hoek te plaatsen neemt men een kast weg, verkrijgt de kamer een zeer onregelmatige leelijke vorm, is er geen centrum van verwarming bij deze vrij groote kamer dus ongelijkmatige of slecht verdeelde warmte en van een gezellig zitten om het vuur is evenmin mogelijkheid.

De heer v. d. M. rekent verder voor kachel plus schoorsteen 1 M. breedte en trekt die van de kamerbreedte af, welnu dit is ruim 40 cM. te veel wanneer men van beide 50 à 60 cM. neemt is dit hier voldoende en houdt men voor de kachel 3,00 M. à 2,90 M. over.

Ten slotte moet ik ten sterkste protesteeren tegen de plaatsing van het privaat, zooals de heer v. d. M. dit heeft gedacht, zij het dan ook dat Bouwverordeningen en Woningtoezicht hem een dergelijke uitvoering wel zouden beletten. Immers als eerste eisch van prijsvragen van arbeiderswoningen, van bouwverordeningen etc. geldt, dat het privaat moet zijn aangebracht in directe verbinding met de buitenlucht en zoo mogelijk door een ruimte eveneens in directe verbinding staande met de buitenlucht, van het huis gescheiden.

Op colleges technische hygiëne kan de heer v. d. M. vernemen, dat zonlicht een eerste vereischte is om bacteriën en schadelijke bestanddeelen in de atmosfeer te doden, hoe denkt hij

zonlicht te brengen onder de trap. De uitgedachte verlichting is al even ondoordacht, want hoe denkt de heer v. d. M. zich een stankvrije afsluiting van de slaapkamer en het privaat door middel van een raam, hij weet toch hoop ik wel dat hout bij droog worden krimpt.

Op de teekening voor het T. S. T. heb ik de vrijheid genomen terwille van het aspect der teekening de in projectie wat te lang doende uiterste schoorsteen weg te laten, dit gebeurde dus bewust.

Mijn dank aan den heer v. d. M. voor de aandacht, waarmede hij een en ander heeft nagegaan, zij het dan ook, dat ik de door hem genoemde in mijn plan voorkomende „onvolkomenheden”, voorloopig zoo wil laten.

C. H. S.

## Benaderingsconstructie van een ellips.

Onder bovenstaanden titel verscheen in het vorig nummer van dit tijdschrift een stuk van den heer C. B. Biezeno, waarin een methode aan de hand werd gedaan voor een benaderingsconstructie van een ellips.

Volgens deze constructie moet men den omgeschreven rechthoek aan de ellips teekenen, waarvan de lengte der zijden gelijk is aan die der assen, vervolgens het snijpunt  $C$  (zie fig.) aan een der rechthoekdiagonalen met den ellips construeeren, de normaal  $CD$  in dit punt trekken en op deze lijn de middelpunten van twee cirkels door  $C$  gaande, opsporen, waarvan de één aansluit aan den osculatiecirkel in  $A$  en de andere aan die in  $B$ .

Eén van deze cirkels moet nu aansluiten aan den osculatiecirkel in  $A$ , dus raken aan de lijn  $AG$ . Het middelpunt moet dus liggen op de groote as van den ellips.

Dit middelpunt moet dus het snijpunt  $D$  van  $CD$  met  $MA$  zijn.

Zal nu de constructie van dezen cirkel mogelijk zijn, dan moet

$$DC = DA$$

zijn.

Nu heeft men:

$$\text{Vergelijking ellips } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1.$$



Voor de coördinaten van het punt  $C$  vindt men:

$$x = \frac{1}{2} a \sqrt{2}, \quad y = \frac{1}{2} b \sqrt{2}.$$

$$\text{Richtingscoëff. } MF = -\frac{b}{a}.$$

$$,, \quad CD = \frac{a}{b}.$$

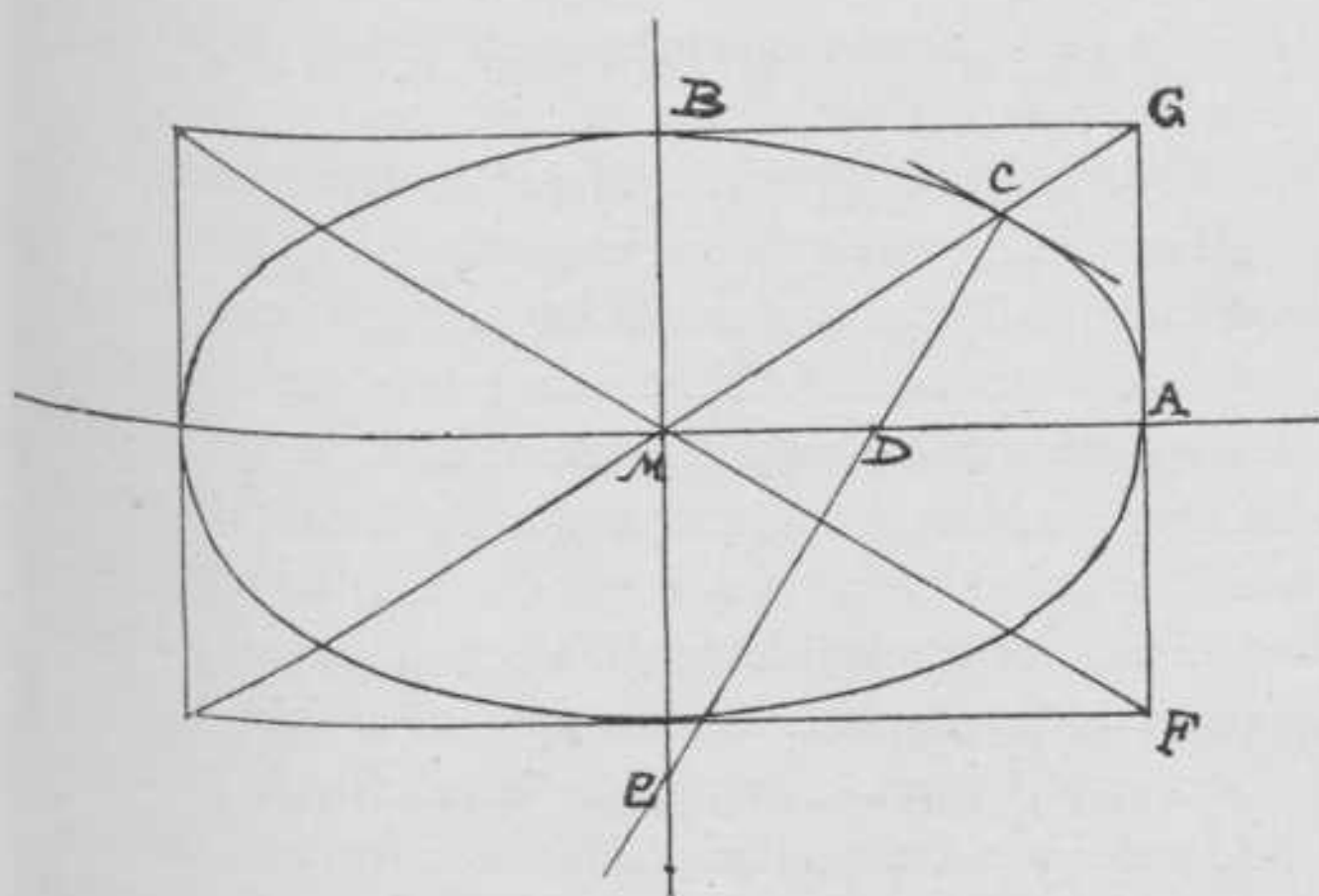
Vergelijking  $CD$ :

$$\left(y - \frac{1}{2} b \sqrt{2}\right) = \frac{a}{b} \left(x - \frac{1}{2} a \sqrt{2}\right).$$

Voor  $y = 0$  geeft dit

$$-\frac{1}{2} b \sqrt{2} = \frac{a}{b} x - \frac{a^2}{2b} \sqrt{2}.$$

$$\frac{a}{b} x = \frac{a^2 \sqrt{2}}{2b} - \frac{1}{2} b \sqrt{2}.$$



$$x = \frac{b}{a} \frac{(a^2 - b^2) \sqrt{2}}{2b} = \frac{(a^2 - b^2) \sqrt{2}}{2a}$$

$$DA = a - \frac{(a^2 - b^2) \sqrt{2}}{2a} = \frac{2a^2 - (a^2 - b^2) \sqrt{2}}{2a}.$$

De afstand  $CD$  is te vinden uit de algemeene formule:

$$N = y \sqrt{1 + y'^2}.$$

Waarin voor dit geval gesubstitueerd moet worden.

$$y = \frac{1}{2} b \sqrt{2}, \quad y' = -\frac{b}{a}.$$

Men vindt dan:

$$DC = \frac{1}{2} b \sqrt{2} \sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2}}.$$

$$= \frac{b}{a \sqrt{2}} \sqrt{a^2 + b^2}.$$

$$= \frac{b}{a} \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}.$$

Men ziet dus, dat  $DC$  niet gelijk is, (in 't algemeen) aan  $DA$ .

Evenzoo vindt men ook, dat  $EC$  in 't algemeen niet gelijk is aan  $EB$ .

Het is dus onmogelijk, om cirkelbogen te construeeren, die resp. in  $A$  en  $B$  raken, aan  $AG$  en  $BG$ , en in  $C$  aan elkaar sluiten, zoodat mijns inziens bedoelde constructie onmogelijk is.

Delft, Nov. 1911.

A. O. SCHUT.

#### ANTWOORD.

De fout, die de heer Schut in zijn vermeend onmogelijkheidsbewijs maakt, ligt daarin, dat hij de twee door  $C$  gaande benaderingscirkels in de toppen van de ellips aan de osculatiecirkels wil doen aansluiten. Dit is natuurlijk een onmogelijkheid, en is ook zonder de analytische berekening dadelijk in te zien.

De constructie van de middelpunten, die ik meende, komt neer op 't zoeken van het middelpunt eens cirkels, die een geg. cirkel, en een geg. rechte in een bepaald punt, raakt, een vraagstuk, waarvan de oplossing, wegens den elementaire aard, hier achterwege kan blijven.

De middelpunten zullen overigens in niet al te grooten afstand, en aan verschillende kanten van het raakpunt vallen, dat de normaal van het punt  $C$  met de ontwondene van de ellips gemeen heeft.

De mogelijkheid nog iets over de ellipsconstructie te zeggen, is mij tevens een welkome gelegenheid te verklaren, dat m'n eerbied voor eigenschappen, zelfs wanneer 't „kromme” eigenschappen zijn, niet zoo groot is, als uit 't aantal misplaatste hoofdletters in mijn vorig artikeltje misschien zou op te maken zijn.

C. B. BIEZENO.

### De statistisch-mechanische natuurbeschouwing.

LEZING gehouden door Dr. ORNSTEIN voor het Technologisch Gezelschap op Donderdag 19 Oct.

Wanneer men de ontwikkeling der natuurkunde in de laatste decennien gadeslaat, wordt men getroffen door het hand over hand veldwinnen van



atomistische beschouwingen. Naast de klassieke atomistiek der chemie had zich na het midden der vorige eeuw de kinetische gastheorie ontwikkeld, die wel is waar door de afleiding der toestandsvergelijking, de theorie der warmtegeleiding en der inwendige wrijving en door hare beschouwingen omtrent de entropie der ideale gassen een vrij ruim gebied beheerschte, maar die toch niet gezegd kon worden een volledig mechanisch natuurbeeld te geven. In den laatsten tijd is echter het gebied waarop statistische beschouwingen worden toegepast in zeer belangrijke mate uitgebreid. De electronen-theorie der metalen, door Drude, Riecke en Lorentz ontwikkeld, nam hare methoden aan. Weiss en Langevin verklaarden het para- en ferro-magnetisme langs statistischen weg. Einstein en Smoluchowsky leerden ons door hare beschouwingen de Brownsche beweging begrijpen; en ook in de theorie der straling was zij het uitgangspunt van een reeks onderzoekingen, die nog niet zijn afgesloten, maar waarvan men nu reeds kan zeggen, dat zij de fundamenteelste vragen der physika raken. Door deze uitbreiding in de breedte is de statistisch-mechanische theorie het middel geweest om een groote mate van eenheid in onze natuurbeschouwing te brengen.

Naast haar ontwikkeling in de breedte is zij ook in de diepte ontwikkeld. Gibbs door zijn werk op thermodynamisch gebied zoo bekend, heeft aan het eind van zijn leven door zijne „Elementary Principles in Statistical Mechanics” op algemeene en mathematisch scherpe wijze de grondslagen der statistisch-mechanische natuurbeschouwing vastgelegd. Uitgaande van geen andere speciale voorstellingen omtrent den bouw der stof, dan dat zij een mechanisch stelsel is, heeft hij een mechanisch beeld van de tweede hoofdwet der thermodynamica gegeven. Maakt men speciale onderstellingen omtrent den bouw der stelsels, dan kan men, met behulp van Gibbs' beschouwingen, in principe steeds de entropie van een stelsel in evenwicht berekenen. En niet alleen dit, ook tot niet-evenwichtstoestanden leert ons zijne methode het entropie-begrip uitbreiden.

De beschouwingwijze van Gibbs verschilt zeer van die der klassieke kinetische gastheorie. Het is daarom goed, ter vergelijking kort de grondslagen dezer laatste theorie uiteen te zetten.

De klassieke theorie onderstelt, dat de lichamen uit molekulen zijn opgebouwd, die conservatieve

krachten op elkaar uitoefenen. Men kan elk oogenblik van elk molekuul de plaats en de snelheid aangegeven denken. Kent men deze op één oogenblik, dan zijn met behulp der bewegingsvergelijkingen voor elk volgend en ook voor elk vorig oogenblik de stand en de beweging van elk molekuul te bepalen. Mathematisch is dit probleem echter als onoplosbaar te beschouwen; men overwege slechts, welk een zwaarigheden het zoo oneindig veel eenvoudiger drie-lichamen-probleem oplevert. De theorie heeft dan ook het probleem anders gesteld. Zij vraagt niet, exact de beweging der molekulen te onderzoeken, doch beziet deze vraag statisch, door na te gaan, hoe de molekulen op een gegeven oogenblik over zeer kleine doch eindige elementen van het systeem verdeeld zijn, en hoeveel molekulen haar snelheid binnen een zekere speelruimte hebben. Verder trachtte zij dan te bepalen, hoe deze dichtheids- en snelheidsverdeling zich wijzigt, en zocht zij wat de voorwaarden zijn waaronder het stelsel, statistisch beschouwd, stationair is. Dit vraagstuk heeft zij volledig opgelost. Zij heeft een differentiaal-vergelijking aangegeven voor de functie die de dichtheids- en snelheidsverdeling bepaalt, en de voorwaarde afgeleid, waaronder de toestand stationair is. Deze voorwaarde eischt het minimum-zijn van de z.g. *H*-functie van Boltzmann, welke dan ook met de thermodynamische entropie in nauw verband staat. Aan de genoemde differentiaal-vergelijking is de theorie der inwendige wrijving en warmtegeleiding geknoopt. Los van deze genoemde beschouwingen is uit hare grondhypothesen de toestandsvergelijking bepaald. Daardoor is het verband tusschen entropie en druk in hare beschouwingen nooit zoo duidelijk te voorschijn gekomen, als het in den aard der zaak zou hebben gelegen.

Bij deze oude theorie doet zich een eigenaardige vraag voor. Terwijl hare beschouwingen een volkomen omkeerbaar mechanisch proces ten grondslag ligt, verklaart zij de natuurprocessen, die grootendeels niet omkeerbaar zijn. Zij leert ons de *H*-functie kennen, die steeds afneemt, en levert de vergelijkingen voor inwendige wrijving, warmtegeleiding en diffusie, die volledig eenzijdig verlopende processen kenschetsen. Is toch een toestand gegeven, waarin temperatuurverschillen, zoo effenen zich deze op volledig bepaalde wijze uit. De oplossing der genoemde differentiaal-vergelijkingen is eenwaardig, een aanvangstoestand



levert één ondubbelzinnig, zij het dan ook asymptotisch, benaderden eindtoestand. Deze moeilijkheid heeft de klassieke theorie nooit kunnen oplossen. Wij zullen zien dat zij in Gibbs' statistische mechanica verdwijnt.

Alvorens tot een vluchtige uiteenzetting hiervan over te gaan, is het goed nog nader het statistisch karakter onzer natuurbeschouwing te kenschetsen. De eerste hoofdwet der thermodynamica bracht noodzakelijk de herleving der atomistiek op fysisch gebied met zich mede. Het b.v. door wrijving in zichtbaren vorm schijnbaar verdwenen arbeidsvermogen werd, door het als een inwendige warmtebeweging van materiele deeltjes op te vatten, weder „te voorschijn” gebracht. De werking der atomen echter komt in onze waarneming slechts indirect tot uiting. De waarneming is tweeledig beperkt. De gelijktijdige werking van vele moleculen sommeert zich tot één waargenomen verschijnsel, en verder zijn de werkingen die achtereenvolgens gedurende een kort tijdsverloop plaats hebben, niet te onderscheiden. Een verschijnsel is ook naar den tijd als de samenwerking van een groot aantal achtereenvolgende toestanden op te vatten. Bij voorbeeld kunnen wij niet de afzonderlijke stooten der moleculen tegen den wand van een vat waarnemen, doch hunne werking komt tot uiting in den druk; deze druk vertoont voor ons niet de schommelingen die in werkelijkheid de hoeveelheid van beweging van oogenblik tot oogenblik doet zien, welke de molekulen tegen den wand brengen. Ook is de snelheid van elk individueel molekuul voor ons niet van belang, doch slechts de gemiddelde snelheid van een groep molekulen heeft ons te interesseeren, daar het slechts deze is, die in de translatie van stof tot waarneembare uiting kan komen. Men moet dus onderscheid maken tusschen een volledig gespecificeerden toestand van een systeem, en tusschen den waargenomen toestand. Systemen, die voor de waarneming gelijk zijn, kunnen wat hun gespecificeerde toestanden betreft, nog belangrijke verschillen vertoonen. Wanneer wij b.v. in twee stelsels dezelfde dichtheid waarnemen, kunnen de molekulen nog sterk afwijkende rangschikkingen binnen voldoende kleine gebieden hebben.

De waarneembare eigenschappen van een systeem zullen tijdgemiddelden in de rij der toestanden zijn, die het systeem achtereenvolgens aanneemt. In plaats nu, van deze toestanden als na elkaar

aangenomen te denken, kan men ze zich gelijktijdig, naast elkaar, door verschillende systemen aangenomen voorstellen. Een waargenomen grootheid zal dan een gemiddelde in een dergelijken groep (ensemble) van systemen zijn. Op de beschouwing van dergelijke ensembles van systemen berust nu de statistische mechanica van Gibbs.

Gibbs denkt zich een systeem bepaald door  $n$ -coördinaten, en de  $n$ -bijbehorende snelheden of momenten (hoeveelheden van beweging). Hij onderstelt, dat de verandering dezer grootheden door de vergelijkingen van Hamilton wordt bepaald. Men kan op eenvoudige wijze den toestand van een dergelijk systeem grafisch voorstellen, door de  $n$ -momenten en  $n$ -coördinaten als Carthesische coördinaten in een  $2n$ -dimensionale ruimte te beschouwen. Elk punt in deze ruimte stelt dan een systeem voor.

Bij de beweging in het systeem veranderen de coördinaten en momenten, en dientengevolge beschrijft het punt dat het systeem voorstelt een lijn in de  $2n$ -dimensionale ruimte, die, als het systeem volkomen geïsoleerd is, op een „oppervlak” van gelijke energie ligt. Poincaré heeft aangetoond, dat de banen die het punt dat een systeem voorstelt, in de  $2n$ -dimensionale ruimte beschrijft, in den regel gesloten zijn.

Hierin ligt de oplossing van de moeilijkheid, waarop ik reeds doelde. De statistisch-mechanisch beschreven natuurprocessen zijn niet onomkeerbaar, ze schijnen het slechts voor een waarnemer, die ze gedurende eindige tijden waarneemt. Wel is de periode, waarna de mogelijkheid bestaat dat een toestand terugkeert, uiterst lang, doch oneindig is zij niet. Daarom is het ook niet noodzakelijk, gelijk prof. Van der Waals Jr. betoogde in het *Wijsgeerig Tijdschrift*, wegens deze niet-omkeerbaarheid een ordenend Beginsel aan te nemen. Hier, evenals trouwens in 't algemeen, kan de natuurwetenschap geen bewijzen voor metafysische waarheden geven. Zij laat alle mogelijkheden open; zij heeft de theologie vrij té laten, even vrij als de theologie het haar heeft te doen.

Ik wil U thans nader toelichten, hoe wij tot het begrip niet-omkeerbaarheid, en de daarmee samenhangende stationaire eindtoestand kunnen komen. Den waarneembaren toestand van een systeem kunnen wij afleiden als een gemiddelde op den systeembaan. Wanneer wij nu deze stelling willen gebruiken om dien toestand te bepalen,



dan zullen wij in de onmogelijkheid verkeerden, aan te geven welke systeembaan op het energievlak wij te beschouwen hebben. Dit, gepaard aan het feit, dat de systemen op dicht bijeengelegen systeembanen voorgesteld, voor de waarneming equivalent zijn, heeft ons ertoe gebracht, ons niet tot de systeembanen te beperken, doch in een ensemble te beschouwen dat op zekere wijze uit alle systemen van gelijke energie is opgebouwd. Men heeft kunnen bewijzen, dat de overgrote meerderheid der systemen van het genoemde (microcanonische) ensemble, voor de waarneming equivalent zijn. En wanneer men de systemen van het ensemble in groepen van equivalente systemen verdeelt, kan men bewijzen, dat het aantal systemen dat tot deze groepen behooren, voor de genoemde groep een maximum is, terwijl het aantal systemen van afwijkende groepen door een formule gegeven wordt die gelijkenis vertoont met de foutenwet van Gauss. Het aantal systemen eener groep is een maat voor de waarschijnlijkheid van dat systeem.

Passen we het gezegde nu toe. Bij zijne beweging zal een willekeurig systeem met groote waarschijnlijkheid in den waarschijnlijksten toestand komen, en eenmaal daarin gekomen, daarin zeer lang blijven, althans slechts beperkte afwijkingen van dien toestand kunnen vertoonen, daar slechts deze niet zeer onwaarschijnlijk zijn. De oudere theorie heeft deze laatste mogelijkheid verwaarloosd. Boltzmann betoogde dat  $H$  moest afnemen, totdat zij in den stationairen toestand een minimum bereikte. De nieuwere theorie doet zien, dat een systeem steeds, ook als het in waarschijnlijker gebieden is, om den meest waarschijnlijken toestand zal schommelen. En dat deze kwestie van meer dan theoretisch belang is, leert ons de beschouwing van Einstein van de Brownsche beweging en van de opalescentie in den kritischen toestand, verschijnselen, waarbij het de toevallige afwijkingen zijn die tot de waarneming doordringen.

Behalve de waarschijnlijkheid van systemen kan men ook die van veranderingen onderzoeken. Daardoor is het mogelijk, verschillende processen, die de oudere theorie als noodzakelijk leerde beschouwen, te interpreteren als waarschijnlijke processen. Dit is b.v. het geval voor den overgang die bij de oplossing van warmte-geleidings- en wrijvingsproblemen voorkomt. Deze overgang is in het algemeen zoo uiterst waarschijnlijk, dat wij

haar, zoo wij lange tijden waarnemen, zoo goed als zeker kunnen achten. Bij uiterst lange waarneming blijven andere overgangen mogelijk.

Iets dergelijks geldt voor het beroemde theorema der equipartitie. Ook dit wordt een waarschijnlijkheidsstelling: in plaats van te zeggen: systemen, wier kinetische energie per vrijheidsgraad gelijk is, zullen, indien zij in temperatuuruitwisseling gebracht worden, geen warmte aan elkaar afstaan, heeft men te zeggen: het is waarschijnlijk dat enz.

Ten slotte kan worden betoogd dat de theorie der ensembles ons leert, de entropie statistisch op te vatten. De theorie van Gibbs heeft een grootheid leeren kennen, die zich formeel als de entropie gedraagt, d.w.z. die in den vorm  $dE + \frac{A}{T}$  gebracht kan worden. De overeenstemming is, daar de grootheid niet op een bepaald systeem betrekking heeft, nog formeel. Men kan echter bewijzen, dat de logaritme van de waarschijnlijkheid van het meest voorkomend systeem met deze grootheid evenredig is, en dat  $A$  gelijk is aan den arbeid die bij een overgang op het meest voorkomende systeem werkelijk wordt verricht (in bovenstaande formule was  $A$  een gemiddelde arbeid in het ensemble). Daarmede is dan bewezen, dat de logaritmus van de waarschijnlijkheid voor den stationairen toestand met de entropie in verband staat. Deze stelling is tot de niet-stationaire toestanden uit te breiden.

Hoewel het succes der statistische mechanica in de laatste jaren zeer groot was, hebben zich in den allerlaatsten tijd moeilijkheden voorgedaan bij de toepassing harer beschouwingen op het gebied der stralingsleer. De beschouwingen van Lorentz, die aantoonde dat de vergelijkingen der electriciteitsleer in een vorm te brengen waren, die analoog is aan de vergelijkingen van Hamilton, voerden bij de daardoor gelegitimeerde toepassing der statistische mechanica op de theorie der straling tot resultaten die met de ervaring in flagranten strijd waren. Planck en Einstein hebben de grondslagen der stralingstheorie gewijzigd, en het is hen gelukt, deze een vorm te geven die met de ervaring strookt. Doch de door hen gebruikte grondslagen wettigen niet meer, het verband tusschen waarschijnlijkheid en entropie gelegd te achten. Voorloopig moet dan ook dit verband als hypothese geaccepteerd worden. Daarmede is veel van het fraaie der statistische mechanica verloren



gegaan, doch waar b.v. de onderzoekingen van Nernst over de specifieke warmte Einstein's theorie bevestigen, kan men gegronde hoop hebben, dat binnen langer of korter tijd ons statistisch natuurbeeld, zij het dan ook niet mechanisch, weder die volkomenheid van vorm zal bereiken, die Gibbs eraan gegeven had.

## Werkzaamheden van „Practische Studie”.

op 30 en 31 October en 1 November.

- I. Uitbreiding Arnhem. II. Slachthuisbouw.  
III. Nieuwe viaducten te Arnhem.

Door het civiel en bouwkundig gezelschap „Practische Studie” werd op 31 October en 1 November een excursie naar Arnhem georganiseerd, waaraan een kleine veertig studenten deelnamen. Den avond te voren hield een

*Lezing over „De uitbreiding van Arnhem in de laatste 25 jaar” en „De slachthuisbouw”, de heer W. F. Schaap, C. en B. I., Directeur der Gemeentewerken te Arnhem.*

Arnhem is een gemeente, die blijk heeft gegeven te begrijpen, dat een ruim beheer en krachtige voorziening in bestaande en toekomstige noden, de beste grondslagen zijn voor de ontwikkeling en bloei eener stad.

De rioleering van Arnhem is sedert kort gereed gekomen. De hoogteverschillen leverden groote moeilijkheden, waarom men een stelsel voor de hoge stad en een voor de lage stad heeft moeten maken.

Voor verbetering der volkshuisvesting en verruiming van stadsgedeelten werd de laatste 10 jaar gemiddeld ruim f 70000 per jaar uitgegeven. Door aankoop en onteigening, door afbraak gevolgd, werd aan de slechte toestanden in Klarendal een eind gemaakt en kreeg de gemeente vrijheid voor nieuwe uitbreidingsplannen. Zoo werd in 1908 de Musschenberg aangekocht, waarop de Vereeniging „Volkshuisvesting” met rijksvoorschotten, moderne arbeiderswoningen bouwde, waardoor een zeer vriendelijke en prettige wijk tot stand kwam. Een groot deel der binnenstad en het Velperplein werden geasphalteerd; door de verbreding van de Walburgstraat (in verband met de restauratie

van het gemeentehuis) en een dam in de Eusebius-singel werd een goede verbinding geschapen tusschen het centrum der stad en de Boulevardwijk. Over het laatste werk is heel wat te doen geweest, vele plannen werden behandeld, waarbij ook verschillende raadsleden van hun teekenvaardigheid blijk gaven.

In het begin der tachtiger jaren bezat Arnhem heel weinig grond, maar door aankoop van een deel van Klarenbeek, Sonsbeek en vele terreinen rond de stad, heeft Arnhem nu naar alle zijden vrij uit gelegenheid tot uitbreiding. De aankoop van Sonsbeek was van buitengewoon belang, daardoor is de gemeente in bezit gekomen van een prachtig park en wandel terrein, dat jaarlijks vele bezoekers trekt. Nieuwe plannen voor uitbreiding werden geprojecteerd op het terrein rond den Braamberg, wat door de sterke accidentatie vele moeilijkheden met zich bracht. De uitzichten werden zooveel mogelijk behouden, terwijl er naar gestreefd werd met de wegen de niveaulijnen te volgen.

Arnhem heeft een viertal plaatsen van ontspanning in eigendom, waarvan het keurig ingerichte Musis Sacrum het voornaamste is. Op 't gebied van scholen behoeft Arnhem ook voor geen andere gemeente onder te doen.

Aan de Oostzijde der stad, er een eindje buiten gelegen, vinden wij de bedrijfsgebouwen bij elkaar: het nieuwe slachthuis, de gasfabriek, de elektrische centrale, de tramremise, de terreinen van de gemeente-reiniging. Het zijn deze terreinen, die bestemd zijn voor de nijverheid en den handel. De oude Rijnarm bij Malburgen is zeer geschikt om een haven aan te leggen. De plannen zijn reeds gereed en met de spoorwegverbinding geraamd op f 2.200.000. Voor deze plannen ter kennis van het publiek kwamen heeft Arnhem reeds het benodigde terrein aangekocht.

Ten slotte zijn er plannen gemaakt om de schipbrug te vervangen door een vaste brug, waarvan de kosten op circa f 1.500.000 zijn geraamd.

Na de pauze behandelde spreker het nieuwe *slachthuis en de slachthuisbouw* in 't algemeen.

De slachthuizen hebben reeds een lange geschiedenis; tegenwoordig wordt hun nut wel algemeen erkend. De ligging moet liefst aan water- en spoorwegen of daar dicht bij zijn, wel buiten, doch niet te ver buiten de stad.



Men onderscheidt bij een slachthuis de volgende gebouwen of afdeelingen: 1<sup>e</sup> De eigenlijke slachthuizen, 2<sup>e</sup> De ruimte voor het reinigen van ingewanden, 3<sup>e</sup> Mestputten, 4<sup>e</sup> Stallen, 5<sup>e</sup> Stallen en slachtplaatsen voor ziek vee, 6<sup>e</sup> Machinegebouwen, 7<sup>e</sup> Koelhuizen, 8<sup>e</sup> Darm- en huiden-wasscherijen, 9<sup>e</sup> Administratie gebouwen en 10<sup>e</sup> Woning directeur. Bij de groepeerings heeft men de Duitse en de Fransche methode. De eerste tracht van de hoofdgebouwen zooveel mogelijk een geheel te maken, is minder kostbaar en is overzichtelijk, doch kan bezwaren opleveren bij uitbreiding.

Bij de Fransche methode verkrijgt men allerlei afzonderlijke gebouwen en zijn in de slachtruimte langs de wanden kamers aangebracht, waarin de slachting plaats heeft, zoodat het bedrijf niet te overzien is. In de groepeerings volgens de Duitse methode zijn weer twee hoofdgroepen te onderscheiden: 1<sup>e</sup> Die volgens Osthoff, waarbij het koelhuis tusschen de slachtruimten wordt geplaatst, 2<sup>e</sup> Die volgens Uhlmann, welke kostbaarder, doch beter is. Het Arnheemsche slachthuis is een variatie op het laatste systeem.

Een belangrijk element in een slachthuis is de transportrichting. Hiervoor heeft men een heel stelsel van luchtsponen, waarover of langs zich wagentjes bewegen, waaraan het vleesch hangt. Bij een eerste systeem heeft men één dubbel  $\Gamma$  ijzer, op welks onderflens een wagentje loopt; bij het andere, het dubbelbintsysteem, heeft men twee dubbel  $\Gamma$  ijzers, enkele c.M. van elkaar, waarbij op de bovenflenzen rollen loopen, door een as verbonden, aan welke as de haken enz. zijn bevestigd. De laatste methode geeft vele moeilijkheden bij het zuiver stellen der bochten en wissels, doch de loopwagens bewegen er zich gemakkelijker over. De ophanging van het luchtspoor brengt ook vele moeilijkheden mee. De dubbele, aan elkaar gekoppelde consoles moeten allen op hetzelfde niveau bevestigd worden, waardoor men is overgegaan tot de toepassing van cementijzer voor de zoldering en bij de latere slachthuizen ook voor de kolommen.

De vloer moet ondoordringbaar zijn om verontreiniging van den bodem tegen te gaan. Voornamelijk worden toegepast roode zandsteen op beton en de z.g. Kieserlingvloeren. Deze bestaan uit een onderlaag van beton, dik 0.17 M., waarin om de 3 M. groeven zijn gespaard, waarin U-vormige ijzers met haken zijn gezet, die den bovenlaag bij

elkaar moeten houden, als het beton krimpt en scheurt langs de groeven. De bovenlaag van 3 c.M. bestaat uit granietslag met Liebold cement, de ijzers worden met asphalt volgegoten. De rioleering moet zoo min mogelijk onder de vloeren liggen. Ventilatie en verlichting moeten zeer goed zijn.

De stallen moeten niet te groot zijn, moeten goede vloeren hebben en met blauw glas beschermd zijn tegen de vliegen.

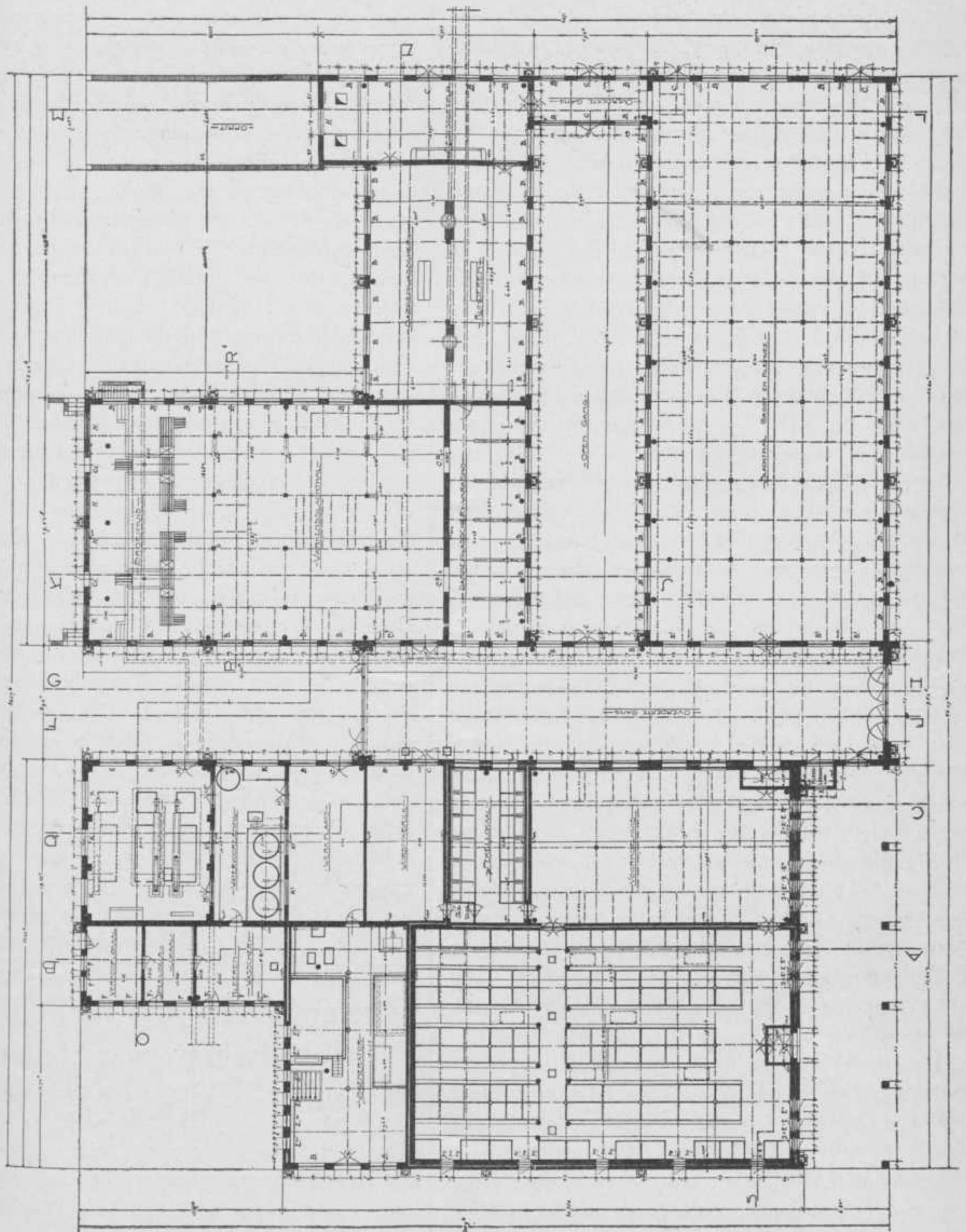
Het koelhuis, hoewel niet noodzakelijk, is toch van 't grootste belang, daar het den slager groote voordeelen biedt. De temperatuur moet er 2 tot 4<sup>o</sup> C. zijn. Het voorkoelhuis dient om een plotselinge, sterke afkoeling van het vleesch te voorkomen, en te beletten, dat op drukke slachtdagen, de temperatuur van het koelhuis te ongelijkmatig zou worden. Hoewel dit het op-temperatuur-houden moeilijker maakt, moet toch het daglicht voldoende kunnen toetreden, ter bestrijding van ziektekiemen. Om een goede isolatie te verkrijgen werden vroeger veel muren met luchtsponen toegepast; de lucht kwam echter te veel in beweging en daarom vult men de spouw nu met kurk in korrelvormigen toestand, geïmpregneerd met een soort kit. De afkoeling kan op tweeërlei wijze geschieden: 1<sup>e</sup> door koude lucht door het koelhuis te voeren, 2<sup>e</sup> door koude zoutoplossingen door een buizenstel, geplaatst in het koelhuis, te doen stroomen. De tweede methode heeft het bezwaar, dat de buisoppervlakte spoedig bedekt is met een laag rijp of sneeuw, die zeer slecht warmte geleidt, zoodat de buis dan zijn dienst niet meer doet. In Arnhem is dan ook de eerste methode toegepast. De lucht in de koelkamer moet niet alleen koud, maar ook droog zijn. Daarom koelt men de lucht af met pekkel, die zijn lage temperatuur verkregen heeft, doordat het buizen omspoelde, waarin  $NH_3$  verdampte. De compressoren, tot samenpersing van het  $NH_3$  worden in Arnhem gedreven door electromotoren.

Wanneer het dier geslacht is, worden vleesch en ingewanden onmiddellijk van elkaar gescheiden. Het eerste gaat langs de luchtsponen eerst naar de verbindingsgang en dan naar de koelkamer; de ingewanden gaan den anderen kant op naar de darmwasscherij, welke in Arnhem in tegenstelling met vele andere slachthuizen binnen door te bereiken is, wat een groot voordeel mag heeten. De darmen worden schoongemaakt op wandtafels en in geëmailleerde bakken, waarboven kranen voor koud en warm water.



## HOOFDGEBOUW OPENBAAR SLACHTHUIS TE ARNHEM.

Schaal 1 à 100.



De inrichting voor het steriliseeren is een kookinrichting, waarbij van afgekeurde beesten een zeer voedzaam product, een soort soepvleesch wordt verkregen. Verder is er nog een inrichting, waarbij gevaarlijk vleesch onschadelijk gemaakt wordt in een retort, waarin het onder draaiing aan een

temperatuur van  $160^{\circ}$  C. en 5 à 6 atmosferen wordt blootgesteld. Het vet scheidt zich af, en heeft als meststof, het z.g. vleeschmeel, waarde.

Voor al met het oog op het koelhuis en de algemeene reinheid is elektrische verlichting zeer gewenscht.



Den volgenden dag werden daarna onder leiding van de heeren Schaap en Keurschot de besproken stadsgedeelten en gebouwen bezocht. Na het diner in Muis Sacrum werden daar 's avonds lezingen gehouden door den heer Keurschot, inspecteur van het bouw- en woningtoezicht, over „Woningtoezicht” en door den heer *Leignis Bakhoven, ingenieur bij de Staatsspoor, over „De Nieuwe viaducten”*.

Waar door de groote uitbreiding aan den Noordkant, de spoorlijn langzamerhand midden in de stad was komen te liggen, was verbreding der Zypendaalsche, Apeldoornsche en Hommelsche poorten niet meer te ontgaan. Door de gemeente werd met de Staatsspoor een contract gesloten, waarbij de laatste op kosten der gemeente de werken uitvoert.

Om de geregelde treinenloop te verzekeren, moesten hulpbruggen gemaakt worden, bestaande uit jukken van Amerikaansch-grenen palen, van onder voorzien van een gegoten ijzeren puntstuk. De koppeling werd verkregen door horizontale gordingen en kruizen; de kespen op de palen bevestigd door ijzeren platen met bouten. Daardoor worden de kespen zoo min mogelijk verzwakt, en waren weer te gebruiken bij de volgende poort.

De Zypendaalsche poort, welke reeds gereed is, bestaat uit twee landhoofden, waartusschen een boog is geslagen. Waar de hechtheid der gewelfconstructie voor een groot deel wordt bepaald door den vasten stand der landhoofden, werd hieraan bijzondere aandacht gewijd. Op den vasten grintbodem werd een zware, massieve betonmassa, bestaande uit 1 cement, 3 zand en 5 grint, in den droge aangebracht, welke den druk gelijkmatig overbrengt. Het gewelf bestaat uit gewapend beton, volgens het systeem Melan; de boog is in den top 54 cM. dik en bij de geboorte 1.05 M. De wapening bestaat in hoofdzaak uit spanten, uit hoekijzers samengesteld, onderling verbonden door een 4-tal dwarskoppelingen, eveneens van hoekijzer. Op de landhoofden zijn vleugels van magere beton opgetrokken, die door een voeg zijn gescheiden van de keermuren op de boog, die uit hetzelfde materiaal bestaan, dit met het oog op de zetting onder invloed van ongelijken grondruk. Het uiterlijk werd verzorgd door de architecten der gemeente, die gebruik maakten van bekleedingsbeton, bestaande uit cement en witte en zwarte steenstukjes, dat met voegen werd aangebracht. Voor de afdekking werd graniet gebruikt.

Bij de Apeldoornsche poort was de beschikbare hoogte veel kleiner, zoodat hier een horizontale constructie moest worden toegepast. Wanneer men een doorgaand ballastbed wilde maken, was de hoogte te klein om de bovenzijde van den brug afwaterend te bewerken, waarom werd overgegaan tot het gebruiken van geconstrueerde liggers 70 cM. hoog in 't midden en 50 cM. aan den kant. De Apeldoornsche poort is een scheeve poort en heeft drie openingen, een middenopening van 12 M. breed en door peilers van metselwerk gescheiden daarvan, twee zijopeningen van 3 M. breed. De landhoofden zijn samengesteld als een vierkante doos van metselwerk, gevuld met beton om afscheuring der vleugels te voorkomen. Op de vleugels komt een gemetselde ballustrade, met graniet afgedekt. Om het uiterlijk aanzicht beter te laten spreken, werd besloten de keermuurtjes voor de ballast op de poort niet in het vlak van den buitenkant van de poort te houden, maar te doen oversteken. Dit werd in gewapend beton uitgevoerd. De afdekking is van graniet, waarbij het beton, uit cement en granietslag bestaande, en na verharding gebouchardeerd, zeer goed aansluit.

Onder leiding van den heer Leignis Bakhoven werd door de civiele leden den morgen daarop volgend een bezoek gebracht aan de brug over de IJssel te Westervoort, en daarna aan de Apeldoornsche poort — waar het werk nog in vollen gang was — en aan de Zypendaalsche poort.

Met een lunch in Muis werd daarna de uitstekende geslaagde excursie voor de civiele leden besloten.

Over de lezing van den heer Keurschot en de verdere bouwkundige werkzaamheden zal men elders in dit blad of in 't volgend nummer een verslag kunnen vinden.

C. WOLTERBEEK.

---

## Excursie van het Technologisch Gezelschap naar Tilburg.

Vrijdag 3 November j.l. hield het Technologisch Gezelschap een excursie naar Tilburg onder leiding der Hoogleraren Beyerinck, Sleswijk en De Vooy. Des voormiddags gold het bezoek de Rijksproefinstallatie voor biologische zuivering van afval-



water. Deze inrichting dient alleen voor proefnemingen, de hoeveelheid gezuiverd water is zeer gering.

Het afvalwater van Tilburg bevat weinig faecaliën, en veel wolfezels, die meest door indigoblauw zijn gekleurd. Een centrifugaalpomp voert het vuile water op in een hooggeplaatste bak, van waaruit het over de verschillende afdeelingen van de installatie kan worden gedistribueerd.

Het principe van de biologische reiniging is: Mineraliseeren van de organische stoffen in het water door bacterie-werking. Dit wordt op twee wijzen verwezenlijkt nl. door aërobiose, aantasting bij aanwezigheid van lucht, en anaërobiose, aantasting in van lucht afgesloten ruimten. De eerste werking heeft plaats in de septic tank (rotkelder), de tweede in de oxidatiebedden en de continu-filters.

De normale gang der zuivering is als volgt:

Uit de verzamelbak stroomt het water met constante snelheid in de septic tank. Deze bestaat uit 2 gedeelten, een open en een gesloten helft, die door schuiven in den tusschenwand met elkaar in communicatie gebracht kunnen worden. De open tank is een bak van 10 bij 5 meter, gemetseld en met cement bestreken, waarin het water 2 M. hoog staat.

De gesloten tank heeft dezelfde afmetingen, en is door een gewelf overdekt. Elk der twee gedeelten is door schotten verdeeld in 8 vakken, die achtereenvolgens door het water van boven naar beneden of omgekeerd worden doorlopen. De doorstromingstijd varieert van 24 tot 48 uur voor de geheele tank. De bacteriën die, in de dikke sliblaag op den bodem zetelen, oefenen hun ontledende werking uit, en de opstijgende gassen veroorzaken een goede circulatie. De oppervlakte van de open tank is met een 50 cM. dikke schuimlaag bedekt. Hierin zijn de bacteriën aanwezig, die opstijgend  $H_2S$  tot sulfaat oxydeeren; stank is hier dan ook niet te bespeuren. De tank ontwikkelt in hoofdzaak  $CH_4$  en  $CO_2$ . Deze gassen kunnen worden opgevangen, en de hoeveelheid methaan is voldoende om de lantaarns te voeden, die het terrein verlichten.

De werking van de tank is verre van toereikend. Het ruwe water (affluent) met een permanganaatgetal van 284 mgr. per L. verbruikt bij het verlaten van de tanks (als effluent) nog 251 mgr. per L. en heeft nog een blauwe kleur. Het komt nu op de

oxydatiebedden. Dit zijn eveneens gemetselde bakken, opgesteld, in rijen van 8; elke bak is 2 bij 3,5 in oppervlak de diepte is 1,20—1,40 M. De bakken zijn met contactmassa gevuld. Hiervoor kiest men zand, grind, cokes, sintels hoogovenslakken, steenpuin e.d. Het doel is een vulling te krijgen met groot oppervlak en veel tusschenruimte. Sintels van bepaalde groote werken het beste. Het water blijft  $\frac{1}{2}$  uur in het oxydatiebed staan; de laag bacteriën die de sintels bedekt, absorbeert in dezen tijd de organische stof. Laat men nu water af in een volgend bed, dan blijft het eerste bed met lucht gevuld, staan. Er volgt een intensieve oxidatie der geabsorbeerde organische stof tot  $CO_2$ , tengevolge van de katalytische werking van het levend protoplasma der microben. Zoo blijft het volume der tusschenruimten maandenlang onverminderd, en behoeft een oxydatiebed slechts zelden gereinigd te worden.

Interessant is de mineralisatie van de stikstof. Reeds in de sloot, die het afvalwater aanvoert, worden de eiwitten door het microbenleven geammoniseerd. Dit wordt in de septic tank voortgezet, zoodat bijv. een tank-affluent met 11 mgr.  $N$  als  $NH_3$  en 14 mgr.  $N$  als organische stof gebonden, een effluent geeft met 14 mgr.  $N$  als  $HN_3$  en 11 als organische stikstof. Op het oxydatiebed kan nu deze  $NH_3$  door de nitrificatiebacteriën tot nitraat worden geoxydeerd. En dit gaat op zijn beurt, steeds onder katalytische invloed van bepaalde microben, oxydeerend werken op nog aanwezige organische stof, en gaat over in vrije stikstof.

Het water, dat twee oxydatiebedden gepasseerd is, is klaar. Het bevat nog steeds organische stof, en in den regel gaat de nitrificatie er nog in door. Maar het is zuiver genoeg, om in de openbare wateren te worden afgelaten. In een vijvertje, met dit water gevuld, leven reeds jaren vele goudvisschen, karpers e. d.

Beter dan de oxydatiebedden werken de continu-filters. Deze bestaan uit een ringvormige muur, zoodanig gemetseld, dat tusschen 2 steenen afstanden van  $\pm 10$  c.M. opengelaten zijn, zoodat de lucht overal vrij naar binnen kan dringen. Zij zijn gevuld met sintels tot een hoogte van 2 Meter. Het water loopt continu, door middel van een roteerende sproeier, op deze sintels, en wordt over den langen afstand, dien het bij het sijpelen over de vulling aflegt, krachtig oxydeerend aangegrepen.



Het is dan ook bij het verlaten van het continu-filter nog zuiverder dan wanneer het de oxydatie-bedden gepasseerd heeft. In den regel brengt men het effluent van de tank op het continu-filter. Echter kan, onder gunstige omstandigheden, de tank-werking worden gemist, en is het filter alléén voldoende.

Vermelding verdienen nog de verschillende in-richtingen om op alle plaatsen monsters van het water te nemen; aan de tanks zijn bijv. toestellen aangebracht om een gemiddeld monster te verkrijgen van het water, dat in 24 uur is doorge-stroomd.

In het laboratorium wordt het water voort-durend gecontroleerd, en de bacterioloog-schei-kundige, aan de inrichting verbonden, is steeds bezig om de processen wetenschappelijk te onder-zoeken en verbeteringen aan te brengen.

Des namiddags werd de lakenfabriek van de firma Elias bezocht. Hierover in een volgend nummer.

L. DE W.

## Examenvraagstukken na de Zomervacantie 1911.

### WISKUNDE.

Hieronder geven wij de wiskunde-opgaven van het propaedeutisch examen na de zomervacantie. Wij ver-zoeken onze abonné's er hunne krachten op te be-proeven en de oplossingen in te zenden bij de redactie. Het is er vooral om te doen de vraagstukken op de meest verschillende manier opgelost te zien. Van de verschillende inzendingen zullen de besten gepubliceerd worden. Wij hopen op die manier te bereiken dat het publiceeren van oplossingen niet aanleiding zal geven tot een verslappen in het zelf zoeken naar de oplossing van moeilijke problemen.

RED.

#### DIFFERENTIAAL- EN INTEGRAALREKENING. (C.I. — W.I. — S.I. — E.I.)

##### Opgaven.

1. Uit den oorsprong der coördinaten is eene lood-lijn neergelaten op de raaklijn in het punt  $(x, y, z)$  eener ruimtekromme.

De coördinaten van het voetpunt dezer loodlijn zijn gelijk aan

$$x - \frac{dx}{ds} \left( x \frac{dx}{ds} + y \frac{dy}{ds} + z \frac{dz}{ds} \right),$$

$$y - \frac{dy}{ds} \left( x \frac{dx}{ds} + y \frac{dy}{ds} + z \frac{dz}{ds} \right) \text{ en}$$

$$z - \frac{dz}{ds} \left( x \frac{dx}{ds} + y \frac{dy}{ds} + z \frac{dz}{ds} \right),$$

wanneer  $s$  de booglengthe voorstelt, gerekend van een willekeurig punt der kromme tot aan het bovenbedoelde punt.

Men vraagt dit te bewijzen.

2. Bereken den inhoud van het lichaam, begrensd door de oppervlakken

$$y = 0,$$

$$z = 0,$$

$$(x - z\sqrt{3})^2 + y^2 = 1,$$

$$\text{en } (x + z)^2 + y^2 = 1.$$

3. Integreer de differentiaalvergelijking

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 4y = x \sin^2 x.$$

### STELKUNDE.

(C.I. — W.I. — S.I. — E.I.)

#### Opgaven.

1. Bewijs de betrekking

$$\begin{vmatrix} x & a & b & c & 1 \\ p & x & d & e & 1 \\ p & q & x & f & 1 \\ p & q & r & x & 1 \\ p & q & r & s & 1 \end{vmatrix} = (x-p)(x-q)(x-r)(x-s).$$

2. Bereken  $x$  uit de vergelijking

$$\cos x + \cos 2x + \cos 3x = \frac{5}{16}.$$

### ANALYTISCHE MEETKUNDE

(C.I. — W.I. — S.I. — E.I.)

#### Opgaven.

1. Bepaal de vergelijking van de koorde der ellips

$$\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{16} = 1,$$

die middendoor gedeeld wordt door het punt  $(3\frac{1}{2}; 2\frac{4}{5})$ .



2. Gegeven, op rechthoekige coördinaten, een oppervlak  $O$  door de vergelijking:

$$ax^2 + by^2 + cz^2 - 1 = 0;$$

en de rechte  $l$  door de vergelijkingen:

$$\frac{x-x_1}{ax_1} = \frac{y-y_1}{by_1} = \frac{z-z_1}{cz_1}.$$

Gevraagd te bewijzen, dat de lijn  $l$  loodrecht staat op hare toegevoegde poollijn ten opzichte van het oppervlak  $O$ .

3. Bepaal de vergelijking van den cilinder, waarvan de beschrijvende gelijke hoeken maken met de positieve coördinaatassen en die tot eersten doorgang heeft de parabool  $y^2 = 2x\sqrt{3}$ .

Gevraagd wordt daarna te bepalen de vergelijking van het symmetrievlak van den cilinder in hare eenvoudigste gedaante.

## ANALYTISCHE MEETKUNDE.

(B.I. — T. — M.I.)

### Opgaven.

1. Gegeven zijn een punt  $A(5; 4)$  en twee rechten  $l_1$  en  $l_2$ , waarvan de vergelijkingen zijn:

$$l_1: y + z = 0$$

$$l_2: 7x - y + 19 = 0.$$

Gevraagd wordt te bepalen:

1<sup>e</sup>. De coördinaten van het snijpunt  $C$  van  $l_1$  en  $l_2$ .

2<sup>e</sup>. De coördinaten der voetpunten  $B$  en  $D$  van de loodlijnen, uit  $A$  neergelaten op  $l_1$  en  $l_2$ .

3<sup>e</sup>. Den inhoud van vierhoek  $ABCD$ .

2. Gevraagd wordt de vergelijking der parabool  $p$ , welke de  $X$ -as raakt in het punt  $A(a; 0)$  en de  $Y$ -as raakt in het punt  $B(0; a)$ .

Bepaal daarna de vergelijking der gelijkzijdige hyperbool, welke de parabool  $p$  in  $A$  éénmaal en in  $B$  drie maal ontmoet.

3. Van eene kegelsnede is de vergelijking op rechthoekige coördinaten:

$$25x^2 - 14xy + 25y^2 - 90x\sqrt{2} - 90y\sqrt{2} + 162 = 0.$$

Gevraagd wordt te bepalen:

1<sup>e</sup>. de vergelijkingen der symmetrie-assen van deze kegelsnede;

2<sup>e</sup>. de vergelijking dezer kegelsnede, indien de symmetrie assen tot coördinaat-assen genomen worden.

## THEORETISCHE MECHANICA.

### Opgaven.

1. Een cilindervormig vat (straal =  $R$ ) rust met eene beschrijvende rechte op een horizontaal vlak. Dit vat is half gevuld met vloeistof; de lichaamsas van den cilinder ligt dus in het vrije vloeistofoppervlak. Deze vloeistof heeft eene dichtheid  $\rho$  en de druk der atmosfeer op het vrije oppervlak is gelijk aan dien eener vloeistofkolom van  $h$  c.M. hoogte.

Gevraagd wordt te bepalen:

1<sup>e</sup>. den druk, door de vloeistof uitgeoefend op grond- of bovenvlak;

2<sup>e</sup>. de diepte van het perspunt van dien druk beneden het vrije vloeistofoppervlak.

2. Een zwaar punt (massa =  $m$ ) beweegt zich verticaal naar boven. Het ondervindt daarbij een weerstand  $W$ , welke evenredig is met de snelheid  $v$  ( $|W| = \mu m v$ ).

Op den tijd  $t = 0$  bevindt het punt zich in  $O$  en heeft daar eene snelheid  $\frac{g}{\mu}$ .

Gevraagd wordt, hoe hoog dit punt boven  $O$  zal stijgen en na hoeveel tijd het hoogste punt bereikt zal zijn.

3. In een horizontaal vlak  $XOY$  draait met eenparige hoeksnelheid  $\omega$  om den oorsprong eene buis. Op den tijd  $t = 0$  valt de buis samen met de  $X$ -as.

Door de buis kan zich zonder wrijving bewegen een materiëel punt, dat op den tijd  $t = 0$  zich juist in den oorsprong  $O$  bevindt en daar eene snelheid heeft  $v_0 = \omega$ , welke langs de  $X$ -as gericht is in positieven zin.

Gevraagd wordt te bepalen:

1<sup>e</sup>. de beweging van het punt door de buis;

2<sup>e</sup>. in poolcoördinaten de baan van het punt in het  $XOY$ -vlak.

## Boekbespreking.

### HET PLAATWERK DE ARCHITECT.

De keurige indruk, die deze 4<sup>e</sup> aflevering van de 19<sup>e</sup> jaargang maakt, bevestigt datgene wat we reeds van Het Plaatwerk De Architect mochten aanschouwen.

Het ligt in de bedoeling van de Redactie van het tijdschrift „Architectura”, allen Bouwkundige en Civiele Studenten te Delft deze aflevering ter kennismaking te zenden. Bij niet ontvangst richt men zich tot den heer G. J. Rutgers, Parkzicht, Hobbemastraat te Amsterdam.

De abonnementsprijs bedraagt f 7,50. Iedere jaargang bestaat uit 6 afleveringen, ieder 6 platen bevattende. Aflevering 4 bevat de volgende platen.

I. Damprijsvraag, Amsterdam. Schets voor de bebouwing van het terrein tegenover het koninklijk Paleis, van den architect W. Kromhout Czn.

II. Prijsvraag Vredespaleis. Detail van den Hoofdgevel, van den architect W. Kromhout Czn.

III, IV, V. Eetkamer in het woonhuis van den heer S. M. Hugo van Gijn te Dordrecht, van den architect H. A. Reus.

VI. Ontwerp van een magazijn met bovenwoning voor een kunsthandelaar, van den architect D. Meintema



## Berichten en mededeelingen.

### TECHNISCHE HOOGESCHOOL.

CANDIDAATS-EXAMENS JANUARI 1912.

Het College van Rector Magnificus en Assessoren der Technische Hoogeschool maakt bekend, dat zij, die wenschen deel te nemen aan één der in de maand Januari 1912 af te nemen candidaats-examens, genoemd in de artikelen 8—14 van het Koninklijk Besluit van 4 Juli 1905 (Staatsblad No. 227), of aan eenig deel dier examens, zooals deze gedeelten zijn vastgesteld bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken, d.d. 3 Februari 1908 No. 357, Afd. H. M. O., zich vóór 3 December 1911 schriftelijk moeten aanmelden bij den Secretaris van de Afdeeling, welke het af te leggen examen afneemt.

Voor nadere bijzonderheden wordt verwezen naar de aankondigingen in het hoofdgebouw der Technische Hoogeschool.

## Ontwerp Omslagversiering T. S. T.

De Jury voor het ontwerp Omslagversiering T. S. T. bestaat uit de heeren Prof. Henri Evers, Prof. G. N. Itz en Prof. T. K. L. Sluyterman.

### VERBETERING.

Het artikel „De positie van den Scheikundig Inge<sup>n</sup>ieur” in het vorig nummer was ondertekend R. v. L. en F. en niet R. v. L.—T.