

IS HET MOGELIJK EEN MACHINE TE MAKEN OM EMELTEN ¹⁾ IN DEN GROND TE VERDELGEN?

DOOR

M. W. POLAK w. i.

Inleiding.

Bovenstaande vraag werd mij door den Heer N. van Poeteren, Afdeelingsschef aan het Instituut voor Phytopathologie, gesteld, terwijl er aan werd toegevoegd, dat de werking der machine zou moeten berusten, op het in den grond drijven van pennen. Aangenomen werd n.l. dat een in den grond geprikte pen, indien deze een emelt raakte, een afdoende uitwerking zou kunnen hebben. ²⁾

In het hier volgende, wil ik trachten, deze vraag nader te bespreken en enkele principes te behandelen, waarop een dergelijk werktuig zou kunnen berusten. Het is natuurlijk geenszins de bedoeling, hier een oplossing van dit vraagstuk te geven; wie eenigszins bekend is, met de wijze waarop een bruikbare machine ontstaat, zal weten dat proefnemingen, en meestal zeer vele, noodzakelijk zijn, om de kans op slagen van eenige beteekenis te doen worden.

Algemeene beschouwingen.

Geheel onafhankelijk van de wijze, waarop de machine, die het land zal moeten perforeeren, zal worden gecon-

1) Emelten zijn de larven van langpootmuggen, die vooral in nieuw ontgonnen grasland, waarin zich veel klaver bevindt, groote schade kunnen veroorzaken.

2) In „Lehrbuch der Mitteleuropäische Forstinsektenkunde von Dr. J. F. Judeich en Dr. H. Nitsche“, vindt men een dergelijke methode het eerst vermeld en wel in verband met het verdelgen van engerlingen.

strueerd, treden de volgende punten op den voorgrond.

1. De afstand, waarop de pennen geplaatst moeten worden en de diepte waarop zij moeten worden ingedreven, om voldoende trefkans op te leveren.

2. De kracht noodig om de pennen in den grond te drijven en er weer uit te trekken.

3. De hoeveelheid arbeid die vereischt wordt om een eenheid van oppervlakte te bewerken.

Het eerstgenoemde punt, geeft aanleiding tot een vraagstuk van kansrekening. Nemen wij aan, dat de emelten zich horizontaal in den grond bevinden en dat wij, bij bepaalde afstanden der pennen, de trefkans willen nagaan voor de emelten die zich in een horizontaal vlak bevinden. Denken wij ons verder de pennen zoodanig geplaatst, dat zij dit horizontale vlak treffen, volgens punten, die dit vlak in een reeks vierkantjes verdeelen, dan kan bij voldoende benadering, de trefkans, proefondervindelijk, als volgt bepaald worden:

Op een blad papier teekent men een aantal punten, die het papier b.v. in vierkantjes van 1 c.M². verdeelen en werpt hierop herhaaldelijk een voorwerp, dat dezelfde afmetingen heeft als een emelt. Bedekt het voorwerp één of meer der geteekende punten, dan is dit een treffer; ligt het vrij tusschen de punten in, dan is het geen treffer. Voor de afmetingen van een emelt kan worden aangenomen een lengte van 22 m.M. en een breedte van 4 m.M., wat dus een emelt voorstelt, die nog volstrekt niet de maximum grootte heeft bereikt (deze bedraagt ongeveer 32×6 m.M.). Eenige proeven op deze wijze genomen en waarbij telkens 125 keer werd geworpen, terwijl verder de doorsnijdingen der pennen met het horizontale vlak als mathematische punten werden beschouwd, gaven het volgende resultaat.

AFSTAND DER PENNEN.	TREFKANS IN EEN HORIZONTAAL VLAK.
7 m.M.	95 %
10 m.M.	70 %
14 m.M.	47 %
20 m.M.	25 %

Indien men uit die getallen conclusies wil trekken, moet men niet vergeten, dat bij een afstand der pennen van b.v. 1 c.M., de hoeveelheid arbeid die noodig is, om een bepaald stuk te bewerken, vier maal zoo groot is, als bij een afstand van 2 c.M., indien de diepte van bewerking in beide gevallen dezelfde is.

Denkt men nu b.v. aan een machine door paarden getrokken, dan is het duidelijk, dat met het oog op de beschikbare trekkracht, de werkbreedte van de machine, in het tweede geval ook vier maal zoo groot kan zijn dan in het eerste geval. Daar de tijd noodig om b.v. een hectare te bewerken, omgekeerd evenredig is aan de werkbreedte der machine, zal de machine voorzien van pennen op afstanden van 1 c.M. ook vier maal zoo lang over de hectare doen, dan de machine voorzien van pennen op afstanden van 2 c.M. Wil men dus de trefkans, zooals men ook doen moet, *bij gelijken werktijd* vergelijken, dan moet men er rekening mede houden, dat de tweede machine vier keer over het land kan gaan, tegen de eerste één keer. De tweede machine werkt dus vier keer achter elkaar met een trefkans van 25 %; het niet getroffen deel is dan blijkbaar $(0,75)^4 = 0,315$ of 31,5 %. De trefkans bij vier keer rijden met een machine voorzien van pennen op afstanden van 2 c.M. is dus 68,5 % en dus practisch vrijwel gelijk aan die van de machine voorzien van pennen op afstanden van 1 c.M.; bij één keer rijden.

Bij gelijke werktijden, geven beide machines dus vrijwel gelijke trefkans, voor een zelfde te bewerken oppervlak.

Dit resultaat is ook zeer begrijpelijk, indien men bedenkt, dat in beide gevallen, het totaal aantal, der in den grond gedreven pennen hetzelfde is. Geheel gelijk zal de trefkans in beide gevallen niet behoeven te zijn, daar in het eerste geval de pennen werkelijk op afstanden van 1 c.M. van elkaar in den grond worden gedrukt; in het tweede geval zal de verdeeling iets minder regelmatig zijn.

Uit deze overwegingen vloeit voort, dat men, zonder dat dit nadeelig is, een groote mate van vrijheid heeft, om de afstanden der pennen te kiezen, zoodat men het dus in de hand heeft, bij een bepaalde gewenschte trefkans, deze afstand zoodanig te kiezen, dat men een praktische constructie en vooral, een praktisch bruikbare werk-

breedte verkrijgt. Dit laatste is daarom van belang, omdat men, meenende reeds bij eerste rit de gewenschte trefkans te moeten bereiken, waarschijnlijk tot zeer kleine werkbreedte zou vervallen en dit heeft bij een dergelijk werktuig, dat niet zooals een ploeg, een zichtbare voor achter laat, bezwaren.

Behalve het feit, dat een andere groepeerling der naalden of b.v. het toepassen van mesvormige of anders gevormde naalden, van invloed kan zijn op de trefkans, is er nog een andere kwestie, waarvan de totale trefkans afhankelijk is, dit is n.l. de diepte waarop geprikt moet worden.

Volgens mij verstrekte gegevens, mag men aannemen, dat de diepte tot waarop de emelten voorkomen 6 à 7 c.M. is. Aannemende dat in een laag van 7 c.M. dik praktisch 100 % van de emelten voorkomen, komt men bij prikken op die diepte, tot een totalen trefkans, die gelijk is aan die voor het horizontale vlak. Het is echter gewenscht de totale trefkans, die men, op grond van proefnemingen zou willen bereiken, met zoo weinig mogelijk arbeid te verkrijgen. Maakt men nu de trefkans in 't horizontale vlak gelijk aan de gewenschte totale trefkans en prikt men tot 7 c.M. diep, dan is het zeer goed mogelijk dat men niet op de voordeeligste manier werkt.

Door de diepte van prikken te verminderen, en een iets grooter aantal pennen in den grond te drijven (waar door de trefkans in 't horizontale vlak wordt vergroot) had men misschien met minder arbeid het zelfde resultaat bereikt, terwijl bovendien diep prikken, altijd eerder tot constructieve bezwaren aanleiding geeft, dan prikken op geringere diepte. Afgezien van deze constructieve bezwaren, moet men er naar streven de horizontale trefkans en de diepte van bewerking zoodanig te kiezen, dat met een minimum van arbeid de gewenschte totale trefkans wordt bereikt, tenzij mocht blijken dat de snelheid waarmede getroffen wordt, nog van invloed is. Hoe men moet werken, om aan die voorwaarden te voldoen, hangt af van de dichtheid, waarmede de lagen op verschillende diepte zijn bevolkt, op het tijdstip dat de bewerking plaats heeft. Daar gegevens hieromtrent ontbreken, heb ik in de hier volgende globale berekeningen voor den arbeid aange-

nomen, dat op een gemiddelde diepte van 6 c.M. zal moeten worden gewerkt, hetgeen waarschijnlijk ruim diep zal zijn.

Alvorens echter den arbeid te kunnen berekenen, komt punt twee, ter sprake n.l.: de kracht noodig om een pen in den grond te drijven.

Om mij voor de globale berekening van den arbeid eenig denkbeeld te vormen van de grootte dezer kracht, heb ik twee eenvoudige proeven genomen.

De eerste bestond daarin, dat eenige naalden in een plankje werden bevestigd, waarop zooveel gewichten werden geplaatst, dat het toestel naar beneden zakte. Bij de tweede manier werd een naald die tot een gewicht van 10 gram was verzaard, van af een bepaalde hoogte losgelaten, zoodanig, dat de naald recht in den grond viel; door de diepte van indringing in de zode te meten, kon uit het arbeidsvermogen van plaats, dat verloren was gegaan de gemiddelde weerstand worden afgeleid.

Deze laatste manier werd toegepast, om na te gaan of de kracht ook in sterke mate afhankelijk was van de snelheid, waarmede het indringen plaats had. Men kan immers aannemen, dat bij een machine dit indringen met een zekere snelheid zal moeten plaats hebben. De snelheid bij het indringen was, uit de valhoogte eenvoudig te berekenen. Tevens leent deze laatste manier zich er goed toe, om verschillende typen van naalden te onderzoeken. Als globaal cijfer vond ik uit een paar proeven, met naalden van $1\frac{1}{2}$ à 2 m.M. dikte genomen, bij gewone belasting 0,2 K.G. per naald, terwijl dezelfde naalden bij een snelheid van ongeveer 5 Meter per sec. circa 0,3 K.G. per naald als gemiddelde weerstand aangaven. Gebruikte men een pen van b.v. 4 à 5 m.M. dik dan steeg de kracht tot ongeveer 1 K.G.

De toestand van den bodem zal natuurlijk op deze cijfers een niet te onderschatten invloed uitoefenen. Voor het hier beoogde doel n.l. om eenigszins na te gaan, of de hoeveelheid arbeid die een dergelijke bewerking wel zou kunnen vereischen, binnen de grenzen van het praktisch bereikbare valt, kunnen de gevonden getallen dienst doen. Daar al spoedig blijkt dat de arbeid vrij groot wordt, zal men er naar moeten streven, de naalden zoo dun mogelijk te

maken, d. w. z. zóó dun, dat de daar uit voortvloeiende constructieve bezwaren, niet de voordeelen van de arbeidsbesparing doen verloren gaan.

Voor de berekening van den arbeid, ben ik uitgegaan van de volgende onderstellingen, die natuurlijk de uitkomst bepalen.

De kracht per naald is gesteld op 0,3 K.G. voor het indringen, terwijl voor het uittrekken, als gemiddelde kracht 25 % hiervan, is aangenomen. De kracht voor het uittrekken, kan op het eerste moment zeer goed oploopen tot 50 % van die voor het indringen, maar vermindert snel, zoodat 25 % gemiddeld aannemelijk is.

De gemiddelde diepte is 6 c.M. aangenomen, terwijl gedacht wordt aan een machine, die op elke 2 c.M.² één naald plaatst, hetgeen bij drie keer rijden overeenkomt met een trefkans en het horizontale vlak, van ± 85 % (in verband met de aangenomen grootte der emelten). De arbeid noodig om 1 M.² op deze wijze drie keer te bewerken, wordt dan als volgt gevonden. Per M.² worden totaal in den grond gedrukt en er weer uitgetrokken, 15000 naalden. De arbeid per naald noodig is:

$a = 6 \times 0,3 + 6 \times 0,075 = 2,25$ K.G. c.M.; per M.² is dus te verrichten:

$$A = 15000 \times a = 337,5 \text{ K.G. M.}$$

Als wij een nuttig effect voor de machine aannemen van 50 %, wordt dus de te verrichten arbeid per M.² 675 K.G. M. Per hectare moet dus verricht worden 6750000 K.G. M. Daar een paardekrachtuur 270000 K.G. M. is, vinden wij dus 25 paardekrachtuur per hectare.

Indien een paard met het oog op de noodige rusttijden geschat wordt op $\frac{1}{2}$ paardekracht en men heeft twee paarden ter beschikking dan zou een hectare dus 25 uur eischen om volgens bovenstaande gegevens, op bedoelde manier te worden bewerkt. Een hectare zou dus in drie dagen te bewerken zijn. Heeft men meer paarden ter beschikking zoodat afwisseling mogelijk is, dan kan deze tijd natuurlijk verkort worden. Het hier gevonden getal geeft alleen aan, in welken buurt men de werktijd zoo ongeveer zou kunnen schatten, terwijl uit het voorgaande de invloed der verschillende onderstellingen te zien is.

Vergelijken wij de gevonden 25 P. K. U. met de be-

genoodigde hoeveel arbeid per hectare voor andere landbouwwerktuigen, dan zien wij dat dit bedrag voor diep ploegen op zwaren grond makkelijk kan worden overschreden. Tot hetzelfde getal komt men b.v. voor grond, die 20 c.M. diep geploegd wordt en een trekkracht eischt van 33.75 K.G. per d.M.² van de voor. Wat de tijd van bewerken betreft staat een dergelijke ploeg misschien nog ten achter bij het hier bedoelde werktuig, tengevolge van de tijdverliezen bij het omkeeren e. d.

Een grasmaaimachine, die wat betreft den bodem, waarop de paarden loopen en de wijze waarop gewerkt kan worden, beter met de hier bedoelde machine kan worden vergeleken, kan b.v. op 5 à 6 paardekrachtuur per hectare worden geschat.

Resumeerende, geven de bovenstaande beschouwingen aanleiding tot de volgende conclusies, die van de wijze waarop de machine zal worden uitgevoerd, onafhankelijk zijn.

1. De afstand der naalden zal klein worden (b.v. 1,5 à 2 c.M.) maar kan verder vrij worden gekozen, in verband met de gewenschte werkbreedte en andere praktische overwegingen, zonder dat dit invloed heeft op den werktijd per hectare, bij bepaalde gewenschte trefkans. De diepte zal niet grooter moeten worden gekozen, dan overeenkomt met het verrichten van een minimum arbeid, bij genoemde trefkans.

2. De naalden zullen dun moeten zijn, daar de arbeid anders spoedig ongewenscht groot kan worden.

3. De te verrichten arbeid, zal waarschijnlijk zwaarder zijn dan b.v. grasmaaien, lichter dan diep omploegen van zwaren grond.

De uitvoering.

De moeilijkheden, die aan deze schijnbaar eenvoudige opgave, om gaten te prikken in den grond, verbonden zijn, zijn grooter dan men oppervlakkig zou denken.

Aan elke naald n.l. zal uitsluitend of bijna uitsluitend, een beweging moeten worden medegedeeld, volgens de richting van die naald (gedacht wordt aan rechte naalden) en dit zoowel tijdens het indringen, als tijdens het uit-trekken. Elke beweging in een richting loodrecht op die van

de naald in bedoelde periode, heeft tengevolge, dat er groote weerstanden optreden, dat het land beschadigd zou kunnen worden en, indien men met dunne naalden werkt, dat deze zullen breken of verbuigen. Verbuigen, dat natuurlijk tal van bezwaren zou opleveren, kan men beletten door de naalden van hard en veerkrachtig materiaal te maken, het breken is in de eerste plaats te beletten door de naalden sterker, d. w. z. dikker te maken. Dit verhoogt echter niet alleen den weerstand bij het indringen, maar ook die tengevolge van de zijdelingsche bewegingen.

Alleen indien men mesvormige naalden zou toepassen, kan men aan dit laatste bezwaar tegemoet komen tenminste, indien de zijdelingsche beweging in het vlak van het mes plaats heeft. Maar ook in dit geval blijven de genoemde bezwaren, zij het ook in mindere mate, bestaan; men zal er dus waarschijnlijk naar moeten streven, de zijdelingsche bewegingen zooveel mogelijk te vermijden.

Maar, het is niet voldoende dat de naald voortdurend zuiver volgens de richting, die hij inneemt als de grond getroffen wordt, bewogen wordt, het is ook gewenscht, dat de naald op het moment van indrukken geen snelheidcompoment heeft loodrecht op bedoelde richting. Immers zal die snelheid door weerstand in den bodem moeten worden uitgeput, wat weer aanleiding geeft tot de reeds genoemde bezwaren.

Men staat dus voor de moeilijkheid, vanaf een continu bewegende machine naalden in den grond te drijven, op zoodanige wijze, dat deze zich, zoowel gedurende het indrijven als het uittrekken, bewegen langs een stilstaande rechte lijn.

Deze moeilijkheid vervalt vrijwel indien men denkt aan een toestel, dat met de hand bewogen kan worden, of aan een machine, die telkens stilstaat wanneer de naalden worden in- en uitgedreven.

Op het tweede geval, niet verder ingaande, kan van een gewoon werktuigje voor handkracht, direct worden opgemerkt, dat de arbeidsduur zeer groot zal worden (vergelijk maaïen met de hand) waaruit dus groote kosten voor arbeidsloon ontstaan; bovendien is het werk moeilijk controleerbaar.

Toch zou een dergelijk werktuigje misschien nut kun-

nen hebben, voor het bewerken van kleine stukken en vooral ook met het oog op het nemen van proeven op eenigszins uitgebreide schaal. Alvorens men er toe over zal gaan een machine te construeeren, door paarden of anderszins getrokken, zal het toch noodig zijn, in de praktijk te zien, of de bewerking resultaten oplevert en zoo ja, na te gaan welke trefkans voldoende is te achten, welke diepte men moet kiezen, hoe de arbeid mee of tegenvalt, op welke tijdstippen men moet werken, hoe de constructie der naalden moet zijn enz. Al deze kwesties hebben op de beantwoording der vraag, of de machine uitvoerbaar is te achten grooten invloed.

Om dergelijke proeven te nemen, zou men op een aangetast stuk land proefveldjes moeten maken, waarin de emelten, geïsoleerd werden van het verdere terrein. Dit isoleeren kan men doen door elk proefveldje te omgeven door een wand (b.v. van hout) die b.v. 25 c.M. in den grond doorloopt en 5 à 10 c.M. boven den grond uitsteekt, in elk geval zoodanig, dat het proefveld volkomen is geïsoleerd. Door op deze wijze verschillende veldjes te maken en deze op verschillende manieren (waarbij men ook methoden die niet op prikken berusten zou kunnen onderzoeken) te bewerken, kan men aan de al of niet verbeterde groei, de resultaten waarnemen.

Een zeer eenvoudig toestel voor handkracht kan men verkrijgen, door een reeks naalden te bevestigen in een vrij zware plaat; door deze plaat aan een daarin bevestigde steel wat op te tillen en te laten vallen kan men het beoogde doel bereiken.

Een dergelijk eenvoudig toestel, waarvan een toelichtende teekening overbodig is, zou tot enkele bezwaren aanleiding kunnen geven, vooral wanneer men met tamelijk dunne en tamelijk lange naalden wil werken. Behalve de gevaren voor verbuigen en loswerken, heeft men de kans van verstopping, die vooral bij iets dikkere naalden van beteekenis wordt, verder het bezwaar van het stuiten van één der naalden op een steen of ander hard voorwerp in den grond en ten slotte de moeilijkheid van uittrekken, die, waar men het toestel liefst zoo groot mogelijk wil maken, spoedig hinderlijk wordt.

Maakt men een toestel voor 144 naalden en rekent

men voor elke naald ongeveer 0,3 K.G. voor 't indringen, dan kan men een toestel van 16 K.G. zwaar nemen en dit dan ongeveer 16 c.M. laten vallen om de naalden 6 c.M. diep in te drijven. De kracht van het uittrekken echter die 50 % kan bedragen van die voor 't indrukken, zou in dit geval 21,5 K.G. groot worden; telt men hierbij het gewicht van het toestel op, dan vindt men voor de kracht op het moment van uittrekken in dit geval 37.5 K.G. Deze kracht kan dus spoedig hinderlijk groot worden; men kan hier wel aan tegemoet komen door minder naalden te nemen, maar men vordert dan ook minder snel.

Fig. 1. stelt, in drie projecties, een toestel voor, waarbij getracht is aan de genoemde ongewenschte mogelijkheden, tegemoet te komen. De werking is het eenvoudigst te verklaren, door in gedachten met het toestel te werken. Aan den langen houten steel (waarvan in de figuur maar een zeer klein gedeelte is geteekend) wordt het toestel b.v. 20 c.M. opgetild, waarna men het recht naar beneden laat vallen. Zoodra de plaat F, waarin gaatjes zijn aangebracht om de naalden door te laten, op den grond komt, blijft deze staan, terwijl ook de plaat E, die door middel van vier staafjes D met F vast is verbonden, eveneens in rust blijft. Overigens blijft het toestel doorvallen alleen gestuit door den weerstand der naalden in den grond. Deze naalden, bevestigd in de zware platen A en B dringen dus in den grond. De platen A en B glijden langs de staafjes D naar beneden; ook de staven C (vastgeschroefd in A) met het daaraan bevestigde dwarsjuk dat de steel bevat, vallen mede, totdat door het in den grond dringen der naalden het arbeidsvermogen van het vallende lichaam is uitgeput, of totdat verder vallen niet meer mogelijk is. Daar de plaat E is blijven staan, worden dus tevens de beide veeren die op E rusten ingedrukt en putten ook ten deele het arbeidsvermogen uit. Wij zien dus als het toestel gevallen is het volgende:

1^e. De veeren zijn ingedrukt en kunnen dus helpen bij het uittrekken.

2^e. Er is afstand ontstaan tusschen de plaat E en de koppen der naalden, waarop E oorspronkelijk drukte. Stuit een naald nu op een steen of ander hard voorwerp dan kan deze eenvoudig blijven staan, tenminste, als de be-

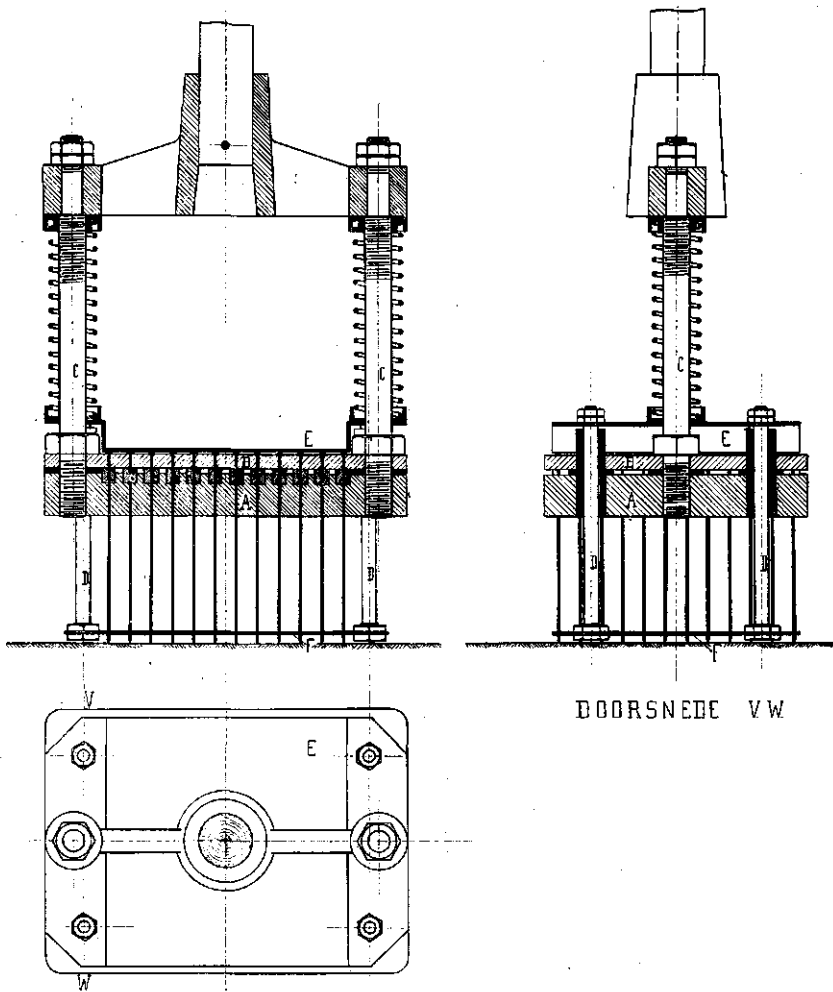


Fig. 1.

vestiging der naalden in de platen A en B zoodanig is, dat de naald niet onwrikbaar vast zit, maar bij een bepaalde kracht kan doorschieten. Om dit te bereiken, zijn tusschen de platen A en B stroken rubber R aangebracht, die door het op elkaar klemmen van A en B zoodanig worden ingedrukt, dat zij de naalden met voldoende kracht klemmen. Deze klemming moet zoodanig geregeld worden, dat de kracht noodig om de naald te verschuiven kleiner is, dan de kracht die de naald doet breken, hetgeen niet belet, dat deze kracht ver boven de 0,3 K.G. kan liggen,

zoodat men voldoende zekerheid heeft, dat dit doorschieten alleen bij zeer abnormale weerstand plaats heeft en dus bij werken op grond die weinig steenen bevat tot de uitzonderingen zal behooren. Doet zich het geval voor, dat enkele naalden op de beschreven wijze doorschieten, dan worden deze, door de plaat E en de veeren automatisch weer op hun plaats gedrukt, als men het toestel uit den grond heeft getrokken. ¹⁾

De plaat F waardoor de naalden geleid worden belet het verstoppjen en het scheef gaan der naalden. De verdere constructie zal uit de figuur wel te lezen zijn.

De moeilijkheden waarmede een dergelijk toestel te kampen zal hebben, zijn voor een groot deel gelegen in de ongelijkheden van den bodem. Ook de constructie zelf kan tot bezwaren aanleiding geven, dit zal echter door proeven moeten worden uitgemaakt. Ik heb dit toestel wat nader uitgewerkt en beschreven, met het doel de verschillende factoren beter in het licht te kunnen stellen, die bij de bevestigingsconstructie der naalden van gewicht zouden kunnen zijn en aan te geven, en welke richting aan genoemde bezwaren misschien kan worden tegemoet gekomen. Waar ik dit onderdeel, dat voor alle machines van belang zal zijn, wat meer constructief heb behandeld, wil ik mij wat het bespreken der machines zelf betreft, bepalen tot het geven van schematische figuren en het bespreken der principes. Constructieve uitwerking daarvan, heeft in dit bestek geen zin, te meer daar de bepalende gegevens, daarvoor ontbreken.

Wat de arbeidsduur voor een dergelijk toestel voor handkracht betreft, kan het volgende worden opgemerkt. Waar wij gevonden hebben dat 25 paardekrachttuur per hectare noodig was, zou, indien men een man voor der-

1) Bevat de grond veel steenen, zoodat regelmatig een zeker percentage der naalden zou doorschieten, dan is de hier bedoelde bevestiging minder geschikt.

Men ondervindt dan tevens het bezwaar, dat de veeren, indien een groot aantal naalden doorschiet, zeer sterk moeten zijn, om deze weer terug te drijven. Wil men trachten ook voor dit geval een constructie te vinden, dan zal men misschien moeten zoeken in een richting, waarbij elke naald afzonderlijk wordt behandeld (b.v. elke naald afzonderlijk voorzien van een gewicht voldoende voor 't indrijven van die naald, elke naald van een veertje voorzien enz.)

gelijk werk schat op $\frac{1}{30}$ P.K., één man 750 uur per hectare moeten werken.

Bij het hier geteekende toestel, dat bedoeld is voor 144 naalden op afstanden van 1,5 c.M. zou dit bij omrekening wijzen op 19 heffingen in de minuut bij drie keer bewerken van het land, wat voor gemiddelde snelheid nog vrij hoog lijkt. Vermoedelijk is $\frac{1}{30}$ paardekracht dus nog wat hoog geschat voor een man, voor dit soort van werk. Wij zien dus dat de arbeid (indien deze moet voldoen aan hetgeen in de berekening is aangenomen) voor eenigszins groote stukken zeer duur zou worden, vooral daar men verscheidene toestellen zou moeten aanschaffen.

Een toestel voor handkracht, ook met het doel om schadelijk insecten te doden, door te prikken (in dit geval engerlingen) werd mij later gewezen, in het reeds genoemde werk van Dr. J. F. Judeich. Dit is het toestel van Oberförster Witte in Gross-Schönebeck, dat niet in den grond valt, maar er in wordt gedrukt, minder en dikkere naalden bevat en volgens beschrijving alleen op steenvrijen grond gebruikt kan worden. Ook daar is een plaat F aanwezig, uitsluitend met het doel verstoppen te voorkomen; de arbeider zet op twee uitsteeksels aan die plaat zijn beide voeten en trekt 't toestel weer uit den grond.

Behalve werktuigen voor handkracht in den geest als hierboven beschreven, zou men zich nog andere groepen van werktuigen kunnen denken, b.v. makkelijk verplaatsbare toestellen voorzien van een eenvoudige machinale hef-inrichting voor het stuk dat de naalden bevat, waarmee men dus een grootere oppervlakte tegelijk kan bewerken, werktuigen waarbij de kracht van de voeten werd gebruikt e.a.; ik wil daar echter niet verder op ingaan en nu overgaan tot het bespreken van enkele principes, van machines die continu over 't veld zullen moeten bewegen.

Een van de eerste mogelijkheden waaraan men allicht denkt, is een rol voorzien van punten. Het is immers bekend, dat het onderste punt van een rollend wiel stilstaat ten opzichte van den grond, zoodat men zou kunnen meenen, dat een daar bevestigde naald geen snelheid heeft in horizontale richting en dus, volgens den eisch, stilstaande in den grond wordt gedrukt. Dit indrukken zou door 't gewicht van den rol kunnen gebeuren.

Alleen een punt op de rollende cirkel zelve echter, heeft in ondersten stand een snelheid nul, ten opzichte van den grond, punten daar buiten of daar binnen gelegen, hebben wel snelheid als zij zich in ondersten stand bevinden. Rolt nu de rol over den grond, dan zal wel het bevestigingspunt van de naald een theoretische snelheid nul hebben, maar het uiteinde van de naald niet. Al naar mate 'de naald grooter is ten opzichte van de straal van den rol zal de snelheid van dit uiteinde ten opzichte van den grond meer van nul afwijken. Dit zal dus tengevolge hebben, dat de naald met de punt gedurende het indrukken en uittrekken, een zekere baan door den grond zal beschrijven.

Indien men bedenkt, dat de naald op het moment van indrukken een andere richting heeft dan op het moment van uittrekken, is het duidelijk dat een dergelijke beweging moet bestaan; de naald zou dus, indien deze de vorm van een mesje had een zekere snede door den grond uitvoeren.

Indien men dit in teekening brengt, blijkt al gauw dat de straal van de rol ten opzichte van de lengte van de naald zeer groot moet zijn, wil men de moeilijkheden, die uit deze beweging voortvloeien, niet als onoverkomelijk beschouwen. In Fig. 2 zijn eenige opvolgende standen geteekend van een naald, die op een zuiver rollende cirkel C. bevestigd is. Als beginstand is aangenomen de stand I—1, voorstellende, het moment waarop de indringing begint. Door de baan 1, 2, 3, 9 van de punt te construeeren (verkorte cycloïde) en tevens de baan I II III IX die het bevestigingspunt doorloopt (gewone cycloïde) kan men de standen die de naald achtereenvolgens inneemt, construeeren.

Ten gevolgen van de optredende weerstanden zal de cirkel C, vermoedelijk niet meer zuiver rollen, d. w. z. dat niet de bevestigingspunten de zuiver stilstaande punten zullen zijn, maar punten meer naar 't midden der naalden toe gelegen. Hierdoor wordt de beweging iets minder ongunstig, maar de bezwaren blijven toch nog sterk aanwezig. Is deze opmerking misschien in het voordeel van de bedoelde beweging, sterk in 't nadeel is zeer zeker de opmerking, dat de grond volstrekt niet vlak is, zoodat de naalden in veel schuineren stand den grond zullen

kunnen treffen, dan in de teekening is aangenomen.

Dat het bezwaar van de geschetste beweging niet onderschat mag worden, blijkt wel hieruit dat er *eggen* bestaan, die op het principe van een rol (in dit geval een vrij kleine rol) voorzien van stevige punten, berusten.

Zoowel graphisch als analytisch blijkt, dat men bij eenigszins lange naalden, buitengewoon groote rollen zou moeten maken, om de beweging van de naalden in den grond tot enkele millimeters te beperken. Dacht men er een oogenblik aan die rollen toe te passen, dan staat men

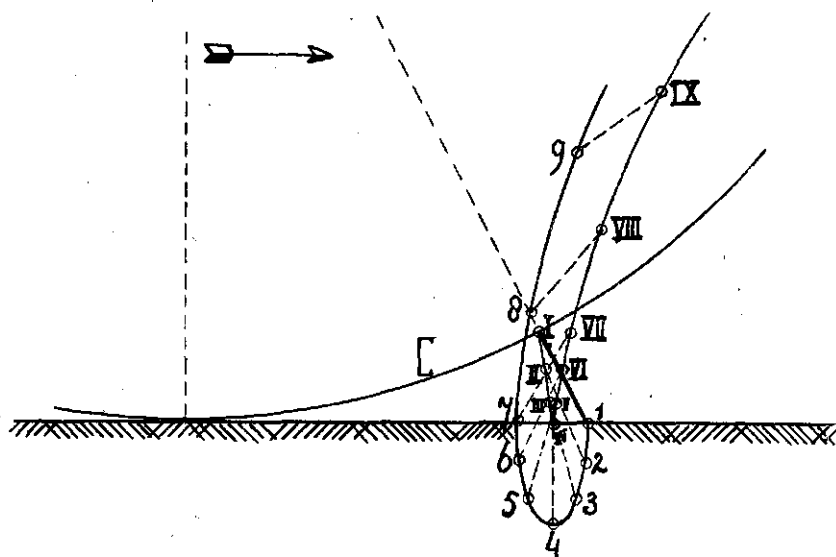


Fig. 2.

onmiddellijk voor de moeilijkheid, dat die groote rollen dan op een zeer groot aantal naalden komen te rusten en dus behalve buitengewoon groot, ook buitengewoon zwaar zouden moeten zijn. Als men dan nog denkt, aan de moeilijkheden bij het maken van bochten, bij het vervoer enz. dan lijkt het niet voor de hand liggend, dat men kans heeft in deze richting een oplossing te vinden. Alleen indien men kan volstaan met zeer ondiep prikken (b.v. 1 c.M.) zou de rol misschien in aanmerking kunnen komen. Dit oppervlakkig prikken, zou met eenige kans op succes misschien 's nachts, of 's morgens zeer vroeg, kunnen worden toegepast, daar het bekend is, dat de emelten

dan voor een groot gedeelte aan de oppervlakte komen. Proeven met gewone gladde rollen genomen, schijnen, ook in verband met de veerkracht van den bodem weinig resultaat te hebben opgeleverd.

Het nu volgende principe berust op het verkrijgen van een op en neer gaande beweging van de naalden, door middel van drijfstang en kruk, dus op soortgelijke wijze als de heen en weergaande beweging van het mes van een maaimachine wordt verkregen.

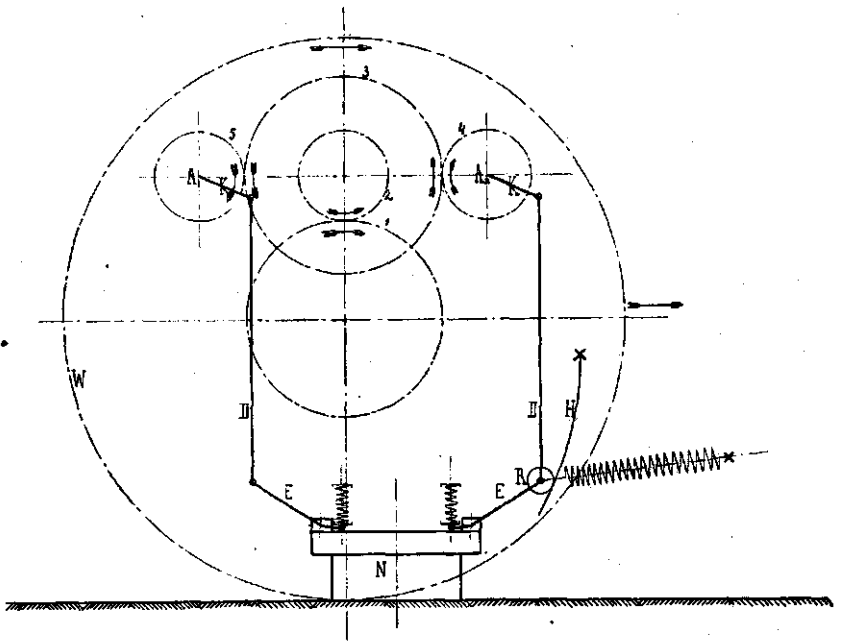


Fig. 3.

Had men een stilstaande machine, waarop zich een draaiende as bevond, dan was de oplossing eenvoudig, bij de bewegende machine heeft men het reeds genoemde bezwaar, dat de omlaag gedrukte naalden op het moment, dat zij den grond treffen, snelheid hebben in horizontale richting, met de machine mede. In Fig. 3 is getracht aan dit bezwaar tegemoet te komen.

De beide wielen W. (in de Fig. is slechts één wiel zichtbaar) waarmede de machine over het land rijdt, bren-

gen door middel van tandraderen 1, 2, 3, 4 en 5 de beide assen A_1 en A_2 in beweging en wel zoodanig, dat deze beide even hard loopen, dat ze sneller loopen dan de as van de machine, maar met deze as, de draairichting gemeen hebben. De assen A_1 en A_2 zijn beide voorzien van een kruk K, welke krukken evenwijdig aan elkaar zijn en ook blijven. De krukken K werken met drijfstan- gen D op de beide stangen E, die men zich voorloopig als één vast geheel moet denken met het stuk N, dat schematisch het stuk voorstelt, dat de naalden zal moeten bevatten. Aan één der drijfstan- gen D is een rol R bevestigd, die, door een aan de machine bevestigde veer, tegen het hellend vlak H wordt aangedrukt. Dit laatste is ook vast aan de machine bevestigd. De helling van H kan zoodanig worden gekozen, dat R, en dus ook de staven E en het stuk N, een snelheid nul heeft in horizontale zin, tijdens het naar beneden gaan van de drijfstang.

Het hellend vlak n.l. dwingt de rol R, die naar beneden bewogen wordt, zich tevens achteruit te bewegen; is nu de helling goed gekozen dan is de snelheid in horizontale richting, die de naalden hebben, als zij den grond bereiken praktisch gelijk aan nul en dit is verder onafhankelijk van de snelheid van de machine, daar alle snelheden met die van de machine evenredig zijn. De naalden komen dus op de gewenschte manier op den grond aan, worden vervol- gens door den grond vastgehouden, terwijl ze door de drijfstan- gen worden ingedrukt. Bij goede verhoudingen is het mogelijk het toestel zoo uit te voeren, dat de drijf- stan- gen gedurende deze periode, slechts zeer weinig van de vertikale richting afwijken en dus zoo min mogelijk in schuine richting drukken. Dit kan men bereiken, omdat de assen A_1 en A_2 zoodanig draaien, dat de krukpen- nen, de bovenste punten van de drijfstan- gen in bedoelde periode, ook doen achterblijven bij de machine, evenals dit met de naalden het geval is.

Verder is een behoorlijke lengte van de drijfstan- gen een werkzaam middel om eventueele richtingsveranderingen te beperken. Zijn de naalden weer uit den grond getrokken en wordt het stuk N dus niet langer vastgehouden, dan zorgt de veer, die op R werkt en die intusschen is uitge- rekt, er voor, dat de rol weer tegen het hellend vlak ge-

drukt wordt, hetgeen gebeuren moet voordat de naalden opnieuw worden ingedrukt. Indien wij de werking van een op een dergelijk principe berustend werktuig eens nader beschouwen, dan zien wij, dat er een onmiddellijk verband bestaat tusschen het aantal rijen naalden, dat men in het stuk W zal plaatsen en het aantal omwentelingen van de assen A_1 en A_2 , tenminste indien men geen stukken wil overslaan.

Nemen wij b.v. eens aan dat wij slechts één rij naalden wilden plaatsen en dat men b.v. op 1,5 c.M. afstand wilde prikken, dan zullen de assen A_1 en A_2 bij een snelheid van 1,50 M. per sec. van de machine, niet minder dan 100 omwentelingen per sec. moeten maken, een omwentelingssnelheid die het aantal omwentelingen van een dorsch-trommel ver overtreft en gelijk staat met die van een melkcentrifuge. Behalve de bezwaren om die groote snelheid van de beweging der wielen af te leiden, treden hier zeer sterk op den voorgrond de bezwaren, der massa reacties van de zoo snel op en neergaande massa's. Om een denkbeeld te geven van de in dat geval optreden krachten het volgende:

Indien de straal van de krukciikel 10 c.M. is en het gewicht van de op en neergaande massa eens op 5 K.G. wordt aangenomen, dan zouden bij 100 omwentelingen per sec. versnellingskrachten ontstaan, die ongeveer 20.000 K.G. zouden bedragen.

Maakt men het stuk N daartegen zeer lang, zoodat daarin b.v. 100 rijen naalden achter elkaar geplaatst kunnen worden, dan wordt het aantal omwentelingen A_1 en A_2 slechts één per sec.; de versnellingskrachten spelen dan, ondanks het feit dat de massa natuurlijk grooter wordt, slechts een ondergeschikte rol. Als hoofdbezwaar treedt dan op den voorgrond de totaal kracht, die voor het indrijven der naalden noodig is. Gebruikt men naalden op afstanden van 1,5 c.M. en kiest men de weekbreedte b.v. 72 c.M. (wat in verband met de trekkacht der paarden misschien mogelijk is wat de arbeid betreft) dan moet men als er 100 rijen achter elkaar staan 4800 naalden tegelijk in den grond drukken wat bij 0,3 K.G. per naald op een kracht van 1440 K.G. zou neerkomen. Daar deze kracht echter reactie naar boven geeft, zou de machine in een

dergelijk geval buitengewoon zwaar moeten zijn om, niet alleen, niet te worden gelicht, maar bovendien nog voldoende druk op de wielen te kunnen uitoefenen dat deze niet slippen.

Om deze beide klippen dus te omzeilen, zal men een middenweg moeten inslaan, terwijl bovendien een middel zal moeten worden toegepast dat aan beide bezwaren tegemoet komt, terwijl men verder door de keuze van afstand en groepeerings der naalden kan trachten verbetering aan te brengen.

Het bedoelde middel is de assen A_1 en A_2 beide te voorzien van een aantal naast elkaar geplaatste krukken, die zoodanig in richting verschillen, dat het te verrichten werk volgens de breedte richting van de machine in een aantal stukken wordt verdeeld, iets dergelijks dus als men doet bij vorkhooischudders. De assen A_1 en A_2 kunnen b.v. elk worden voorzien van acht krukken, die telkens 90° met elkaar verschillen. Plaatst men deze krukken verder zoodanig, dat links en rechts van het midden der machine symetrie heerscht, dan heeft men een opstelling waarbij de massareacties der op en neer gaande deelen elkaar uitbalanceeren, terwijl tevens, niet gelijktijdig over de geheele breedte van de machine, de naalden worden ingedrukt. Men behoeft dan éénerzijds niet te bang te zijn het aantal omwentelingen wat groot te maken, anderzijds kunnen de stukken N langer worden gekozen, dan zonder deze opstelling mogelijk was.

Denken wij eens aan een machine die 72 c.M. breed is en naalden plaatst op 1,5 c.M. afstand, dan kan men 8 stukken naast elkaar maken, die dus twee aan twee gelijk bewegen en b.v. 16 rijen lang en 6 rijen breed zijn. Telkens worden dus (daar slechts twee stukken tegelijk worden ingedrukt) 192 naalden ingedrukt hetgeen bij 0,3 K.G. per naalden een kracht van ongeveer 58 K.G. oplevert, die zoowel met het oog op de opwaartsche reactie als de regelmatige trekkracht, toelaatbaar is te achten. De kracht van het uittrekken (die gedeeltelijk samenvalt met die van 't indrukken van een andere groep) geeft ook geen aanleiding tot bezwaar, zelfs is de daardoor opgewekte reactie van gunstigen invloed. De massareacties hebben bij de hier bedoelde verhoudingen ook geen hin-

derlijken invloed, te meer daar de bewegende deelen elkaar uitbalanceeren. De assen A_1 en A_2 zullen bij 16 rijen lengte den stukken N en een snelheid van de machine van 1,20 M. per sec. vijf omwentelingen per sec. maken. Schatten wij het gewicht van de op en neer gaande massa, die zoo licht mogelijk moet worden geconstrueerd, b.v. op 3,5 K.G. dan is de grootste versnellingskracht ongeveer 35 K.G. wat geen enkel bezwaar oplevert.

Ten slotte rest ons nog na te gaan hoe sterk de veeren, die de stukken N terug moeten trekken, gespannen moeten zijn, om deze stukken, snel genoeg de machine weer te doen inhalen, zoodra de naalden vrij zijn gekomen. Deze spankracht is in hoofdzaak afhankelijk van de kracht die op N zal moeten worden uitgeoefend om, dit stuk voldoende versnelling te geven. Het stuk N nu moet 24 c.M. afleggen binnen den tijd die de naalden boven den grond doorbrengen; nemen wij aan dat die 24 c.M. om eenige zekerheid te hebben, binnen een halve omwenteling van de assen A_1 en A_2 moet worden afgelegd, dat is dus in 't hier beschouwde geval in $\frac{1}{10}$ sec. De versnelling die noodig is wordt dan:

$$a = \frac{2s}{t^2} \text{ of } a = \frac{0,48}{\frac{1}{100}} = 48 \text{ Meter.}$$

De kracht noodig om een massa van 3,5 K.G. deze versnelling mede te deelen is ongeveer 17 K.G.

Die kracht wordt grooter naar mate het stuk N minder rijen naalden bevat en dus alles sneller moet geschieden, kleiner naar mate N minder naalden bevat, zooals ook uit de formule voor de versnelling kan blijken. Indien een dergelijke kracht door de veer geleverd moet worden, blijkt daar tevens uit, dat de naalden als zij in den grond gedrukt worden aan die kracht weerstand zullen moeten bieden. Dit geeft in het hier beschouwde geval misschien aanleiding tot 0,2 K.G. zijdelingsche druk per naald. Men kan echter om die krachten zooveel mogelijk te beperken, nog een hulpmiddel toepassen, n.l. de drijfstanden zooveel verzwaren dat het zwaartepunt van de geheele te bewegen massa, hooger komt te liggen. Plaatst men n.l.

op een kruk, een b.v. verticale stang, waarvan het zwaartepunt in het midden van de krukpen valt, dan zou deze stang geheel zonder werking van veeren, door de kruk worden meegenomen en op deze wijze, alleen tengevolge van de beweging van de kruk, beurtelings bij de machine achterblijven en deze weer inhalen. Door de constructie eenigszins in deze richting uit te voeren, zal men met zwakkere veeren kunnen volstaan.

Een machine die op een dergelijk principe berust zal moeilijkheden ondervinden, van de ongelijkheid van den bodem. De krukken n.l. die de naalden altijd even ver ten opzichte van de machine bewegen, zouden trachten de machine te lichten zoodra de stukken N niet verder naar beneden kunnen, ten gevolge van een of andere oneffenheid. Wil men hier aan tegemoet komen, door de naalden b.v. zoo lang te maken, dat er altijd voldoende speling overblijft, dan vervalt men tot zeer lange en dus zwakke naalden, daar men met de grootste oneffenheid, die wel eens zou kunnen voorkomen, rekening heeft te houden. Immers, in de praktijk zal van eventueel lichten van de machine wel niet veel komen, maar is er alle kans op breuk van een der bewegende deelen.

In Fig. 3 zijn nu de stangen E niet onwrikbaar aan de stukken N verbonden gedacht, maar als hefboomen gedacht, die in één richting kunnen door slaan, maar daarin worden tegengewerkt door zeer stijve veeren. De veeren moeten zoo zwaar zijn dat bij normale weerstand, de staven E werkelijk als vastbevestigd aan W mogen worden beschouwd, terwijl alleen als de weerstand abnormaal hoog wordt, de hefboom als veiligheids-inrichtingen dienst doen. Ook de kleine schommelingen die de richting van de verbindingslijn $A_1 A_2$ onder het rijden noodzakelijk ondergaat, kunnen door een dergelijk mechanisme worden opgenomen.

De machine moet natuurlijk verder voorzien zijn van een palbeweging voor de wielen en een inrichting om in en uit het werk te worden gezet. Dit laatste mag nooit onder het rijden gebeuren, maar moet kunnen plaats hebben, met het oog op het vervoer. Men kan dan de assen A_1 en A_2 doen stilstaan, de veeren van de rollen R loskoppelen en de drijfslangen met de stukken W zoo-

ver achteruittrekken en vastmaken, dat de stukken W hoog genoeg van den grond komen om te kunnen rijden.

Om het maken van bochten te vergemakkelijken zal een kleine bewegelijkheid in de verbindingen der bewegende deelen gewenscht zijn. Het werktuig is verder bedoeld als tweewielige wagen met zitplaats voor den bestuurder en zoo noodig voorzien van een disselboomdrager.

Indien men de constructieve moeilijkheden kan overwinnen, is een dergelijk werktuig principieel waarschijnlijk uitvoerbaar; opgemerkt moet evenwel worden, dat het vrij duur zal worden. Dit is daarom een bezwaar omdat het kwaad, dat bestreden moet worden, gelukkig slechts beperkt voorkomt, waardoor een werktuig, dat alleen voor het beoogde doel gebruikt kan worden, van de voordeelen der massaproductie, wel zal zijn uitgesloten.

De vraag of de bewerking, die de grond, door een dergelijke machine ondergaat, ook nog vóór- of nadeeligen invloed uitoefent is dan ook nog van belang. Zonder hierover een oordeel te geven, wil ik alleen wijzen op een gevolg van die bewerking, dat mij bij nadere overdenking opviel. Indien men b.v. bedenkt, dat op elke M^2 15000 naalden worden ingedreven, zooals ik bij de berekening van den arbeid aannam, en dat elke naald b.v. 2 m.M. dik is en 6 c.M. wordt ingedrukt, dan ontstaan daardoor 15000 cilindertjes in den bodem, die een gezamenlijk oppervlak hebben van ongeveer 5,6 M^2 . De aan de directe inwerking van lucht en water blootgestelde oppervlakte, wordt dus met 560 % vermeerderd.

Het zal natuurlijk van de geaardheid van den bodem en verschillende andere omstandigheden afhangen, welk deel van dit theoretische percentage, in den praktijk als zoodanig in rekening mag worden gebracht; het theoretische cijfer leek mij echter te hoog om onvermeld te laten.

Tot een tweede principe waarop het bedoelde werktuig zou kunnen berusten, kan men op de volgende wijze komen. Indien men b.v. denkt aan een kubus, die gekanteld wordt en van pennen is voorzien, dan heeft men een toestel, dat eenigermate de gewenschte werking heeft. Uit Fig. a. van Fig. 4 ziet men echter dadelijk, dat het niet mogelijk zal zijn de geheele kubus van pennen te voor-

zien, daar de pennen, die zich bij het hoekpunt bevinden, waarom de kanteling plaats heeft, te veel door den grond zullen bewegen. Indien men de pennen alleen in het midden van het vlak plaatst, kan men als de zijde van het vierkant niet te klein is, een wijze van indringing en uittrekken verkrijgen, die bij voldoende benadering, de theoretisch gewenschte manier nabootst. Men verkrijgt dan echter slechts een gedeeltelijke bewerking van het land,

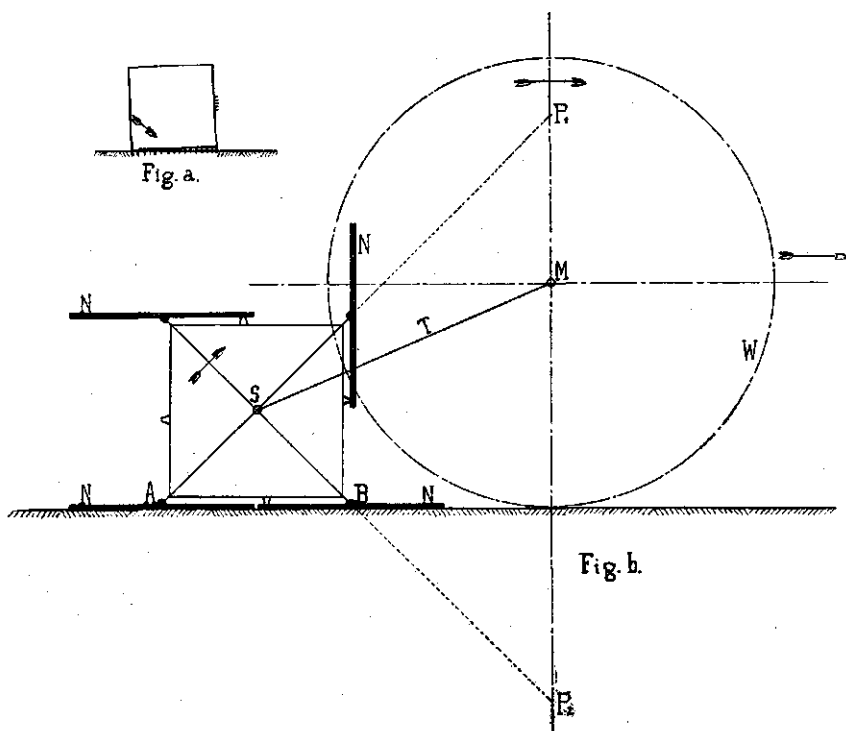


Fig. 4.

terwijl men nu veel kans heeft, dat de hoekpunten die nu geen steun meer hebben in den grond, bij de kanteling gaan schuiven. Dat die neiging tot slippen niet altijd met eenvoudige hulpmiddelen zal kunnen worden overwonnen, blijkt uit het feit dat de kracht die dit slippen tracht te veroorzaken, direct afhankelijk is van de kracht waarmede getrokken wordt. Het draaipunt waarom de kanteling plaats heeft, zal dus heoorlijk weerstand moeten kunnen bieden, aan krachten die het trachten te verschuiven. Dit laatste en tevens het volledig bewerken van den

afgelegden weg, kan men bereiken, indien men het toestel maakt, zooals in Fig. 4 (zie Fig. b) is voorgesteld.

In den geteekenden stand is de vierhoek juist gekanteld om het draaipunt A en zal nu gaan kantelen om het draaipunt B. De stukken N die weer, schematisch, de stukken voorstellen die de naalden bevatten zijn draaibaar aan de vierhoek bevestigd. Bij elke kanteling, zal het stuk N, waarop de vierhoek gedurende de kanteling rust, 90° worden gedraaid ten opzichte van de vierhoek; deze stukken zullen door veeren of op andere wijze weer in hun oorspronkelijken stand moeten worden teruggebracht zoodra zij vrij van den grond zijn. Aan de as M of een ander punt van de tweewielige wagen is een trekstang T (dubbel uitgevoerd) bevestigd, die in S aangrijpt en dus bij het voortbewegen van den wagen het toestel doet kantelen. S en M zijn scharnierpunten.

In tegenstelling met het in Fig. 3 afgebeelde principe, waar men de stukken N zoo licht mogelijk moest construeeren, zullen hier die stukken een bepaald gewicht moeten hebben daar de arbeid noodig om de naalden in den grond te drijven, uit het arbeidsvermogen van het neervallende toestel zal worden geput.

Ook hier komt de vraag ten sprake of men de vierhoek groot of klein zal moeten nemen.

De minimum maat, kan bij sommige constructies, direct afhankelijk zijn van de grootte der cirkel boogen, waar langs de naalden zich in den grond bewegen. Maakt men het toestel echter zóó dat de stukken N, zoo noodig van enkele korte stevige pennen voorzien, eerst op den grond komen te rusten, en dat eerst daarna een stuk dat de naalden bevat en in de stukken N geleiding heeft, tegen de werking van een paar veeren in, doorschiet, dan kan het toestel weer wat kleiner worden, daar die cirkelboogen dan niet aanwezig zijn. Of ook, men kan de draaipunten A en B zelve, op veerende wijze verschuifbaar maken over de stukken N; ook dan is het bedoelde criterium voor de minimum maat niet aanwezig. Er zijn echter nog andere (behalve de constructieve bezwaren) redenen, zooals nog zal blijken, waarom de afmetingen niet al te klein kunnen zijn.

Maakt men het toestel zeer groot, dan bestaat de kans, dat de trekkracht te onregelmatig wordt, het zou zelfs

kunnen gebeuren, dat de beschikbare trekkracht ontoereikend was, om het toestel te kantelen. De onregelmatigheden die in de trekkracht zullen optreden, zijn te vergelijken met de onregelmatige krachtsinspanning, die men moet uitoefenen, als men een zware kist kantelt; en, waar nu bij nadere beschouwing blijkt, dat het toestel, als het grooter moet worden ook vrijwel evenredig zwaarder zal moeten zijn, is het duidelijk, dat men, met het oog op de, bij het kantelen te overwinnen tegenstand van het gewicht, goed zou doen het toestel zoo klein en dus zoo licht mogelijk te maken.

In Fig. 4 wordt aan de onregelmatigheden van de trekkracht tegemoet gekomen, door den schuinen stand van de trekstang T. Deze heeft n.l. twee gevolgen; in de eerste plaats wordt de snelheid op het moment van het vallen daardoor vergroot, in de tweede plaats wordt de snelheid bij het opkantelen verkleind en wordt het moment van de trekkracht ten opzichte van het nieuwe draaipunt gunstig door deze schuinite beïnvloed. Uit het eerste gevolg vloeit voort dat de vallende massa's lichter kunnen zijn, dan bij een geringe valsnelheid noodig is; uit het tweede gevolg is af te leiden, dat men beter het tegenwerkend moment van de zwaartekracht kan overwinnen. Het bedoelde verschil in snelheid is gemakkelijk te verklaren. Indien wij in den geteekenden stand de snelheid van het punt S zouden willen nagaan, dan valt het onmiddellijk op, dat het punt S indien stand juist een verandering van beweging ondergaat; het is juist geëindigd een cirkelboog om A te beschrijven, en zal juist beginnen met het beschrijven van een cirkelboog om B. Indien wij nu de snelheid van het punt S voor beide gevallen nagaan, dan zien wij dat er snelheidsverandering heeft plaats gehad hetgeen dus tevens zou beteekenen, dat de hoeksnelheid van het geheele toestel is veranderd.

Indien wij in den geteekenden stand de pool van de beweging van de trekslag T opsporen, dan is hieruit de snelheid van S af te leiden.

Beschouwt men S als draaiende om A dan ligt de pool van de beweging van de trekslag T blijkbaar in P_1 , in het tweede geval ligt deze in het punt P_2 , indien wij aannemen dat M zich langs een horizontale lijn beweegt. Neem aan

dat M een snelheid heeft V_m , en S een snelheid V_s , dan vinden wij bij draaiing om A.

$$V_s = V_m (P_1 S : P_1 M).$$

Beschouwen wij draaiing om B, dan zou men vinden

$$V_s = V_m (P_2 S : P_2 M).$$

Wij zien dus uit den figuur, dat bij de hier geteekende verhoudingen, de snelheid van S in het eerste geval belangrijk grooter is, dan in het tweede geval. De grootste schuimte die men T zou kunnen geven, is de richting van den diagonaal; van deze grensstand waarbij het nog juist mogelijk is dat het toestel werkelijk valt, moet men een flinken hoek verwijderd blijven.

De benoodigde trekkracht ontstaat in hoofdzaak door twee oorzaken, n.l. de tegenwerking van het gewicht en het mededeelen van de noodige versnellingen aan de onregelmatig bewegende massa's.

De schuine stand van de trekstang kan nu ten gevolge hebben, dat die twee oorzaken meer gelijkmatig verdeeld optreden. Indien men het verloop van de trekkracht precies zou willen nagaan zou men voor een reeks opvolgende standen, de beide deelen waaruit de trekkracht is opgebouwd moeten bepalen en sommeeren. Men zou dan ook vinden, dat bij groote toestellen het eerstgenoemde deel een overheerschenden invloed had, bij kleine toestel zouden de versnellingskrachten een hoofdrol spelen. Bij zeer kleine en snel kantelende toestellen zal men echter niet alleen last ondervinden van de daaruit voortvloeiende groote trekkracht op bepaalde momenten, maar ook zullen er bezwaren ontstaan met het oog op het snel 90° terugdraaien der stukken N, terwijl verder het gevaar bestaat, dat het snel kantelende toestel op bepaalde momenten, zooveel centrifugaal kracht zal ondervinden, dat het niet in den grond kan worden vastgehouden. Op het gewicht dat men per naald nodig heeft, is het groot of klein kiezen van het toestel niet van invloed, daar uit de figuur blijkt, dat bij een bepaalde schuimte van de trekstang T, alle snelheden, met die van het punt M evenredig zijn. Of men het toestel dus groot of klein maakt, heeft op de snelheid waarmede de stukken N den grond heffen geen invloed.

Evenals bij het in Fig. 3 bedoelde toestel, zal men

dus uitersten moeten vermijden, hetgeen ook bij dit principe mogelijk zal blijken te zijn.

Het bij Fig. 3 besproken middel, om de trekkracht regelmatig te krijgen, n.l. het verdeelen van het werk over verschillende stukken in de breedterichting van de machine, is hier niet goed toe te passen. Men kan het wel doen, en de stukken bij het begin een zoodanige stand geven, dat de trekkracht verbetert, maar men heeft geen waarborg dat die onderlinge standverschillen bewaard blijven. Een andere kwestie, die behalve op de regelmatigheid van de trekkracht, ook op verschillende andere punten van invloed is, is de *keuze van den veelhoek*. In de hier geteekende figuur is daarvoor een vierhoek gekozen; het spreekt echter van zelf dat ook een driehoek of een andere veelhoek gebruikt kan worden. De keuze van die veelhoek is van grooten invloed op het gewicht van het toestel en kan ook invloed uitoefenen op het nuttig effect, het zou echter te ver voeren om al die verschillende gevallen nader te behandelen.

Mocht het blijken dat de trekkracht niet voldoende regelmatig was te krijgen (iets wat ik op grond van eenige becijferingen niet vermoed), dan kan men altijd nog op de wagen een paar tandraderen en een klein vliegwiel aanbrengen, of door veerende trekstang of veerende aanspanning, dit bezwaar overwinnen.

Indien men het maken van bochten gemakkelijk wil maken, moet men de stukken N in horizontale projectie niet als rechthoeken uitvoeren, maar deze stukken voor en achter door cirkelbogen uit de punten A en B beschreven, afzonden; de draaipunten moeten voldoende beweeglijk zijn geconstrueerd. Wat het vervoer betreft kan men het werkende deel omhoog brengen, eventueel kan het geheel naar voren worden omgeklapt. Op het hier beschreven principe, zou ook een toestel voor handkracht kunnen berusten.

Slotwoord.

In het hierbovenstaande, heb ik mij niet tot taak gesteld, de verschillende bestrijdingsmethoden, die reeds met meer of minder succes worden toegepast, zooals b.v. het

vangen der emelten in speciale greppels die in het land worden gegraven of geploegd, te bespreken, maar heb uitsluitend de vraag willen behandelen, of een bestrijding volgens de aangegeven methode uitvoerbaar was. Een positief antwoord op die vraag kan moeilijk gegeven worden, ik kan slechts herhalen, dat proefnemingen noodzakelijk zullen zijn, om de kans op slagen van eenige beteekenis te doen worden.

Of die proefnemingen reden van bestaan zouden hebben en in welke richting gezocht zou kunnen worden, kan uit het bovenstaande blijken.

Prof. Dr. J. Ritzema Bos, Directeur van het Instituut voor Phytopathologie, heeft reeds pogingen aangewend om tot deze proefnemingen te geraken, terwijl ook de Heer S. Lako, Directeur v/h. Instituut voor Landbouwwerktuigen en Gebouwen zijn steun hieraan wil geven.

Misschien bestaat er dus later aanleiding op deze kwestie terug te komen.