

INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK – WAGENINGEN

BEPALING BLADOPPERVLAK VAN TOMATENPLANTEN

door: P.G.T. van der Varst en J.H.G. Postel



intern verslag 46

3975
48b

INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK
WAGENINGEN

BEPALING BLADOPPERVLAK VAN TOMATENPLANTEN

Een methode voor het bepalen van het gemiddeld totaal bladoppervlak
van tomatenplanten van de variëteit "Extase"

door: P.G.T. van der Varst en J.H.G. Postel

februari 1972

Intern Verslag 46
Overname van de inhoud is verboden

220-1833

Samenvatting

Het is mogelijk om het oppervlak van een tomatenblad te bepalen als de lengte van dat blad bekend is. Een betrekking tussen het bladoppervlak en de bladlengte wordt behandeld. Deze betrekking kan gebruikt worden om het bladoppervlak van een plant te schatten.

Een mogelijkheid, nl. het schatten van het bladoppervlak van een plant door het tellen van de bladeren, wordt uitgewerkt. De resultaten van de metingen waaruit deze methode werd afgeleid zijn in tabellen verwerkt, doch niet in dit verslag opgenomen.

Andere mogelijkheden om het bladoppervlak van een plant te schatten worden besproken.

Alles wat in het verslag wordt beschreven heeft betrekking op de tomatenvariëteit "Extase".

<u>INHOUD</u>	blz.
Sam envatting	2
Inhoudsopgave	3
Definities	4
Nomenclatuur	4
 1 INLEIDING	 5
 2 HET BLADOPPERVLAK ALS FUNKTIE VAN DE BLADLENGTE	 5
2.1 Algemeen	5
2.2 Beschrijving van de metingen	6
2.3 Resultaat	7
 3 BEPALING GEMIDDELD BLADOPPERVLAK VAN EEN PLANT	 7
3.1 Beschrijving van de metingen	7
3.2 Mogelijkheden	8
3.3 Schatten van het gemiddelde bladoppervlak van een plant door het tellen van bladeren	8
a) Algemeen	8
b) Werkwijze bij het schatten van het gemiddeld blad- oppervlak	9
c) Geldigheid van de methode	9
d) Nauwkeurigheid	10
 4 APPENDIX A: ANDERE MOGELIJKHEDEN OM HET BLADOPPERVLAK TE BEPALEN	 13
4.1 Mogelijkheid 1	13
4.2 Mogelijkheid 2	13
4.3 Mogelijkheid 3	14
4.4 Mogelijkheid 4	14
4.5 Opmerking	15
 5 APPENDIX B PLANTDATUMS	 15
 6 LITERATUUR	 15

DEFINITIES

Plantdatum: Datum waarop de planten in de kas geplant zijn.

Bladlengte: Afstand van de plantstengel tot de top van het blad, gemeten langs de steel (hoofdnerf) van het blad.

Planthoogte: Afstand van de grond tot het groeipunt van de plant, gemeten langs de plantstengel.

Maximaal bladoppervlak of maximaal mogelijk bladoppervlak: Het oppervlak van de bladeren die op een gegeven moment aan de plant zitten vermeerderd met het oppervlak van de geplukte bladeren, m.a.w. het totale bladoppervlak van de plant als er geen bladeren geplukt zouden zijn.

Maximaal aantal bladeren of maximaal mogelijk aantal bladeren: Het aantal bladeren van een plant dat op een gegeven moment werkelijk aanwezig is, vermeerderd met het aantal geplukte bladeren, m.a.w. het aantal bladeren dat een plant zou hebben wanneer er geen bladeren geplukt zouden zijn.

NOMENCLATUUR

L = bladlengte.

H = planthoogte.

h = afstand van de grond tot het eerste aanwezige blad.

A = bladoppervlak van een blad.

$\hat{A}$ = maximaal bladoppervlak van een plant.

A_w = werkelijke bladoppervlak van een plant.

n = werkelijke aantal bladeren van een plant, met een lengte groter dan 5 cm.

$\hat{n}$ = maximaal aantal bladeren van een plant, met een lengte groter dan 5 cm.

$\hat{n}-n$ = aantal geplukte bladeren van een plant, met een lengte groter dan 5 cm.

som straling = totale hoeveelheid straling, ontvangen vanaf de datum dat de planten in de kas geplant zijn, per eenheid van oppervlak.

Stel $s(t)$ is de stralingsenergie per tijdseenheid en per eenheid van oppervlakte die op het aardoppervlak valt.

Stel verder dat $t=0$ op de dag dat de planten in de kas komen (plantdatum).

Dan is op zeker moment t_1 de som straling gegeven door:

$$\text{som straling} = \int_{t=0}^{t=t_1} S(t) \cdot dt$$

1 INLEIDING

Het bladoppervlak van het gewas in een kas is een van de factoren die invloed hebben op het kasklimaat. Gegevens over de grootte van dat bladoppervlak zijn nodig voor het verkrijgen van inzicht in de klimaatvorming in een kas.

Dit rapport bevat de resultaten van een onderzoek dat tot doel had:

- a) Nagaan of er een algemeen geldend verband bestaat tussen het oppervlak en de lengte van een tomatenblad voor de variëteit "Extase".
- b) Nagaan of er een methode bestaat om het gemiddelde bladoppervlak van een tomatenplant van de variëteit "Extase" op een eenvoudige wijze te schatten. Dat schatten van het bladoppervlak zou op ieder moment van de teelt moeten kunnen gebeuren.

De methode moet non-destructief zijn.

2 HET BLADOPPERVLAK ALS FUNKTIE VAN DE BLADLENGTE

2.1 Algemeen

Ross(a) heeft een onderzoek verricht naar het verband tussen het bladoppervlak en de afmetingen van tomatenbladeren van de variëteit "Salads Special".

De eenvoudigste betrekking die hij vond was het verband tussen het bladoppervlak en de bladlengte, nl.:

$$A = 0,29109 \cdot L^2 - 0,00068006 \quad (2.1.1)$$

waarin: L = bladlengte in meters

A = bladoppervlak in m²

Het bleek dat bladeren van de variëteit "Extase" voor bladlengten kleiner dan 35 cm goed voldeden aan de formule (2.1.1).

Voor grotere bladlengten bleek dat voor de variëteit "Extase" het bladoppervlak sneller toeneemt dan op grond van formule (2.1.1) verwacht zou worden. Het bleek dat grote bladeren voor deze variëteit geen uitzondering zijn, zodat (2.1.1) voor "Extase" niet bruikbaar is.

Een voor de variëteit "Extase" bruikbare betrekking is gezocht. Dit gebeurde door van een aantal bladeren het oppervlak en de daarbij behorende bladlengte te meten.

2.2 Beschrijving van de metingen

De bladeren waaraan de metingen gebeurden waren afkomstig van tomaten uit kassen.

Alleen bladeren met een lengte groter dan 5 cm zijn gemeten.

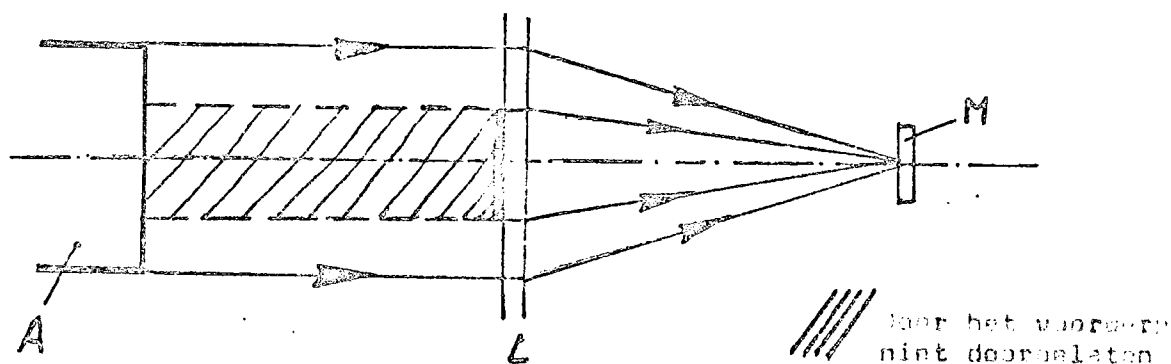
De bladeren zijn willekeurig geplukt.

De bladlengte is op 0,5 cm afgerond.

Om uitdroging van de bladeren na het plukken zoveel mogelijk te beperken zijn de bladeren in kleine aantallen geplukt en na het plukken meteen gemeten.

De oppervlakte werd bij de Technische Fysische Dienst voor de Landbouw gemeten op een apparaat dat speciaal ontworpen is om snel het oppervlak van grillig gevormde vlakken te bepalen. De (vereenvoudigde) werkwijze *) van dit apparaat is als volgt.

De bundel van de lamp A wordt door de lens L op de plaats waar zich het meetelement M bevindt gebundeld. Zie onderstaande figuur.



Wanneer op de lens een voorwerp wordt gelegd dat geen licht doorlaat, hangt de energiehoeveelheid die op het meetelement valt af van de verhouding:

$$\frac{O_v}{O_b} = \frac{\text{oppervlakte van het voorwerp}}{\text{bundeloppervlak bij de lens}} = q$$

Stel dat het meetelement de energie E_m ontvangt wanneer de gehele bundel door de lens kan gaan. E_m kan gemakkelijk gemeten worden.

Als de lens gedeeltelijk afgedekt is, ontvangt het meetelement een energie E .

Er geldt: $E = q \cdot E_m$. De faktor q kan dan berekend worden.

Het bundeloppervlak O_b is bekend. Het oppervlak van het voorwerp volgt dan uit:

$$O_v = q \cdot O_b.$$

*) Niet alleen de werkwijze maar ook de samenstelling van het apparaat is vereenvoudigd. De bundel is b.v. niet evenwijdig.

De vereenvoudiging van de samenstelling heeft als voordeel dat allerlei verbanden daardoor lineair worden, zodat het principe beter begrepen kan worden.

2.3. Resultaat

Voor het verband tussen bladoppervlak en bladlengte werd de volgende betrekking gevonden.

$$A = \frac{0,25 \cdot L^2}{1-1,48 \cdot L} \quad (2.3.1)$$

L kleiner of gelijk 0,60 m: $s(A) = \pm 17\%$

waarin: L = bladlengte in meters

A = bladoppervlak in m^2

Deze formule werd berekend uit meetgegevens die tijdens de teelt in 1968 verzameld waren. (Zie de grafieken 1a en 1b).

Tijdens de teelt 1969 werd, ter controle, van een aantal bladeren weer de bladlengte en het daarbij behorende bladoppervlak gemeten. Uit de grafiek 2 blijkt dat die meetresultaten goed in overeenstemming zijn met de formule (2.3.1).

De nauwkeurigheid is niet zo heel groot. De spreiding $s(A)$ in de meetresultaten is vele malen groter dan de nauwkeurigheid waarmee het bladoppervlak gemeten kon worden. De meet-onnauwkeurigheid draagt dus nauwelijks bij tot de totale onnauwkeurigheid, die gelijk gesteld wordt met de onnauwkeurigheid als gevolg van de spreiding in de meetresultaten.

In grafiek 3 is een vergelijking gegeven van de formules (2.1.1) en (2.3.1).

3 BEPALING GEMIDDELD BLADOPPERVLAK VAN EEN PLANT.

3.1 Beschrijving van de metingen

Aan de planten in de kas werd gedurende twee teelten (1968 en 1969) in telkens twee kassen (4- en 8-kapper), op verschillende tijdstippen, het volgende gemeten.

- lengte van de bladeren (alleen bladeren groter dan 5 cm werden gemeten)
- planthoogte H
- hoogte van het eerste blad h (d.i. de afstand van de grond tot het eerste aanwezige blad).

Per kas werden zes planten gemeten. Gedurende een teelt werden steeds dezelfde planten gemeten. De planten die gemeten werden stonden ongeveer in het centrum van de kas.

3.2 Mogelijkheden

Uit de gegevens die door de metingen verkregen werden kunnen, met behulp van de gevonden betrekking tussen het bladoppervlak en de bladlengte (formule (2.3.1)), een aantal mogelijkheden afgeleid worden, om op ieder tijdstip van de teelt het bladoppervlak per plant te bepalen.

De eenvoudigste mogelijkheid wordt in het volgende uitgewerkt.

In Appendix A worden een aantal andere mogelijkheden besproken.

3.3 Schatten van het gemiddelde bladoppervlak van een plant door het tellen van bladeren

a) Algemeen

Van een plant kan het aantal bladeren met een lengte groter dan 5 cm geteld worden. Dit aantal is: n .

Ook kan nagegaan worden hoeveel bladeren er aan die plant gezeten zouden hebben als er geen bladeren geplukt zouden zijn. Dit aantal is: $\hat{n}$. In grafiek 4 is het maximale bladoppervlak $\hat{A}$ (d.i. het bladoppervlak van de plant als er geen bladeren geplukt zouden zijn) uitgezet tegen het maximale aantal bladeren $\hat{n}$, dat bekend is. Het maximale bladoppervlak $\hat{A}$ kan dus uit de grafiek 4 worden afgelezen.

Het percentage geplukte bladeren is gegeven door:

$$\frac{\hat{n} - n}{\hat{n}}$$

Met behulp van grafiek 5, waar $A_w/\hat{A}$ als functie van $(\hat{n} - n)/\hat{n}$ uitgezet is, kan de verhouding van het werkelijke bladoppervlak A_w tot het maximale bladoppervlak $\hat{A}$ van de plant bepaald worden.

Er is dan bekend:

$$\begin{aligned} & - \hat{A} \\ & - A_w / \hat{A} \end{aligned}$$

Uit die twee gegevens kan het werkelijke bladoppervlak A_w van de plant berekend worden.

Het verloop van $\hat{A}$ als functie van $\hat{n}$, voor de verschillende kassen en teelten, is weergegeven in de grafieken 6 t/m 10.

Het verloop van $Aw/\hat{A}$ als functie van $(\hat{n} - n)/\hat{n}$, voor de verschillende kassen en teelten, is in de grafieken 11 t/m 15 weergegeven.

De gegevens waaruit deze grafieken zijn samengesteld, zijn berekend uit de resultaten van de metingen in de kassen. Bij die berekening is de betrekking tussen het bladoppervlak en de bladlengte (formule 2.3.1) gebruikt.

b) Werkwijze bij het schatten van het gemiddeld bladoppervlak.

1 Tel van minstens 30 planten het aantal bladeren, met een lengte groter dan 5 cm, dat aan de plant zit. Bereken hieruit het rekenkundig gemiddelde n_g .

2 Tel van dezelfde planten het aantal bladeren dat geplukt is.

Bereken ook hieruit het rekenkundig gemiddelde $(\hat{n}_g - n_g)$.

Het maximaal aantal mogelijke bladeren is dan gemiddeld

$$\hat{n}_g = (\hat{n}_g - n_g) + n_g$$

Bereken de verhouding:

$$\frac{(\hat{n}_g - n_g)}{\hat{n}_g}$$

3 Bepaal uit grafiek 4 ($\hat{A}$ als functie van $\hat{n}$) hoe groot gemiddeld het maximaal mogelijke bladoppervlak $\hat{A}_g$ is.

4 Bepaal met behulp van grafiek 5 ($Aw/\hat{A}$ als functie van $(\hat{n} - n)/\hat{n}$) welk gedeelte $Aw_g/\hat{A}_g$ van het maximaal mogelijke bladoppervlak $\hat{A}_g$ gemiddeld werkelijk aan de plant aanwezig is.

Het gemiddelde maximaal mogelijke bladoppervlak $\hat{A}_g$ is bekend.

Het gemiddelde bladoppervlak Aw_g dat werkelijk aan de plant aanwezig is kan berekend worden.

c) Geldigheid van de methode.

De grenzen waarbinnen de methode geldig is, zijn:

$$1): 10 \leq \hat{n} \leq 55$$

$$2): 0 \leq \frac{(\hat{n} - n)}{\hat{n}} \leq 0,5$$

3): De plantdatum moet voorlopig liggen tussen 10 dec. en 1 febr. van het daaropvolgende jaar.

De geldigheid hangt daarnaast ook nog van een aantal vooronderstellingen af.

Bij de verwerking van de meetresultaten van de metingen in de kassen moest namelijk de oppervlakte van de geplukte bladeren berekend worden. In feite is

de vraag naar de oppervlakte van de geplukte bladeren dezelfde als de vraag naar de lengte van de geplukte bladeren.

Uit de meetresultaten blijkt dat de bladeren, voorzover ze van onderaf geplukt werden, op het tijdstip van het plukken al enige tijd een constante lengte hadden. Er is dan ook verondersteld dat de bladeren volgroeid waren, zodat als lengte van de geplukte bladeren de laatst gemeten lengte is aangehouden.

Moeilijker was het bij de bladeren die in het midden van de plant zijn geplukt. Deze bladeren werden vaak al geplukt als ze nog niet volgroeid waren. De lengte van die bladeren werd geschat. Dit kon gebeuren omdat er relatief veel meer bladeren van onderaf geplukt waren, zodat een fout in de schatting niet veel invloed heeft op het totale oppervlak van de geplukte bladeren.

Zodra echter tijdens een teelt bij de geplukte bladeren de niet-volgroeide bladeren gaan overheersen, moet worden nagegaan of de methode nog wel geldig is. Dit kan gebeuren door een controlemeting te doen. Dat wil zeggen van een aantal planten de bladlengten meten en daarna met behulp van formule (2.3.1) het werkelijke bladoppervlak bepalen.

Dit cijfer moet vergeleken worden met het cijfer voor het werkelijke bladoppervlak, verkregen volgens de methode van het tellen van bladeren.

Dat de methode ook een beperkte geldigheid heeft wat de plantdatum betreft komt omdat het verloop van $\hat{A} = f(\hat{n})$ afhangt van de plantdatum (zie grafiek 10). In hoeverre voor een teelt, met een plantdatum die buiten het geldigheidsgebied ligt, deze methode nog geldig is, kan worden nagegaan door een controlemeting te verrichten.

d) Nauwkeurigheid.

De nauwkeurigheid hangt af van:

- 1) De nauwkeurigheid van het verband tussen bladlengte en bladoppervlak:

$$A = 0,25 \cdot L^2 / (1 - 1,48 \cdot L^2)$$

- 2) De nauwkeurigheid van het verband tussen $\hat{A}$ en $\hat{n}$

- 3) De nauwkeurigheid van het verband tussen $A_w/\hat{A}$ en $(\hat{n} - n)/\hat{n}$.

ad. 1 De nauwkeurigheid waarmee het oppervlak van één blad bepaald kan worden, wordt gegeven door de spreiding $s(A) = \pm 17\%$. De spreiding van het gemiddelde van N bladeren van dezelfde lengte wordt gegeven door:

$$s(\bar{A}) = s(A) \cdot N^{-\frac{1}{2}}$$

Bij de werkwijze (zie gedeelte 3.3.b punt 1) wordt gesteld dat bij schatting minstens 30 planten betrokken moeten zijn.

In het ongunstigste geval, dat is als de bladeren van een plant volledig gecorreleerd zijn, dus systematisch afwijken van formule (2.3.1) wordt de bijdrage tot de totale onnauwkeurigheid van het gemiddelde van 30 planten gegeven door een spreiding van:

$$\pm (17\%) \cdot 30^{-\frac{1}{2}} = \pm 3\%$$

ad. 2 De nauwkeurigheid van het verband tussen $\hat{A}$ en $\hat{n}$.

1) Uit de grafieken 6 t/m 10 blijkt dat dit verband nogal varieert voor de verschillende teelten. Dit had de volgende oorzaken:

- de plantdatums verschilden nogal.
- de teelten waren niet allemaal even regelmatig.

Onder een regelmatige teelt wordt verstaan een teelt waarbij het verloop van de bladlengte als functie van de plaats van dat blad aan de stengel regelmatig van vorm is. (Zie grafiek 20).

Deze invloeden kwantificeren was niet mogelijk omdat daartoe te weinig gegevens ter beschikking stonden. De verschillen in het verloop van $\hat{A} = f(\hat{n})$ die als gevolg van die invloeden bij de vier teelten optraden werden als onnauwkeurigheden behandeld.

Uit grafiek 10 blijkt dat de lijnen van $\hat{A} = f(\hat{n})$ van de teelten 4-kapper 1969 en 8-kapper 1968 kunnen gelden als respectievelijk beneden- en bovengrens van het onnauwkeurigheidsgebied dat ontstaat als gevolg van verschillen in plantdatum en regelmatigheid van de teelt.

De bijdrage tot de totale onnauwkeurigheid van deze invloeden wordt dan:

$$\begin{array}{llll} |fout| < 25\% & \text{als } 10 \leq \hat{n} < 30 \\ |fout| < 20\% & \text{als } 30 \leq \hat{n} \leq 55 \end{array}$$

2) Ook moet nog bij iedere teelt afzonderlijk een onnauwkeurigheidsgebied voor de betrekking $\hat{A} = f(\hat{n})$ aangegeven worden.

Deze onnauwkeurigheidsgebieden vallen echter ten dele binnen het onnauwkeurigheidsgebied dat ontstaat als gevolg van verschillen in plantdatum etc. Buiten dit laatstgenoemde onnauwkeurigheidsgebied valt alleen:

- van de 8-kapper 1968 het gedeelte van het onnauwkeurigheidsgebied voor die teelt dat boven het gemiddeld verloop van $\hat{A} = f(\hat{n})$ van die teelt valt (grafiek 7). Dat komt uiteraard omdat het gemiddelde verloop van $A = f(\hat{n})$ van die teelt als

bovengrens fungeert van het onnauwkeurighedsgebied dat ontstaat als gevolg van verschillen in plantdatum etc.

Voor de spreiding geldt bij die teelt (8-kapper 1968):

$$|s(A)| < 0,1$$

Bij meting van 30 planten geldt:

$$|s(\bar{A})| < 0,1 \cdot 30^{-\frac{1}{2}} < 0,02$$

Dit kan verwaarloosd worden.

- Van de 4-kapper 1969 het gedeelte van het onnauwkeurighedsgebied voor die teelt dat beneden het gemiddelde verloop van $\hat{A} = f(\hat{n})$ van die teelt valt (grafiek 8). Dat komt uiteraard omdat het gemiddelde verloop van $\hat{A} + f(\hat{n})$ van die teelt als ondergrens fungeert van het onnauwkeurighedsgebied dat ontstaat als gevolg van verschillen in plantdatum etc.

Voor de spreiding geldt bij die teelt (4-kapper 1969):

$$|s(A)| < 0,08$$

Bij meting van 30 planten geldt:

$$|s(\bar{A})| < 0,08 \cdot 30^{-\frac{1}{2}} < 0,02$$

Ook dit kan verwaarloosd worden.

ad. 3 De nauwkeurigheid van het verband tussen $A_w/\hat{A}$ en $(\hat{n} - n)/\hat{n}$.

De nauwkeurigheid van deze betrekking is:

$$\begin{array}{llll} |fout| < 12,5\% & \text{als } 0,4 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} & \leq 0,5 \\ |fout| < 5\% & \text{als } 0 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} & \leq 0,4 \end{array}$$

De totale onnauwkeurigheid wordt nu:

Als: $10 \leq \hat{n} < 30$:

$$\begin{array}{llll} 0 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} < 0,4 & |totale fout| < 33\% \\ 0,4 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} \leq 0,5 & |totale fout| < 40,5\% \end{array}$$

Als: $30 \leq \hat{n} \leq 55$

$$\begin{array}{llll} 0 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} < 0,4 & |totale fout| < 20\% \\ 0,4 \leq (\hat{n} - n)/\hat{n} \leq 0,5 & |totale fout| < 35,5\% \end{array}$$

terwijl minstens 30 bladeren bij de schatting betrokken moeten zijn.

Opmerkingen:

1 De nauwkeurigheid kan sterk vergroot worden als er meer gegevens beschikbaar zijn, zodat de invloed van de plantdatum en de invloed van het verschil in regelmatigheid van de teelt gekwantificeerd kunnen worden. Daardoor kan met

name de onnauwkeurigheid van de betrekking tussen $\hat{A}$ en $\hat{n}$, die immers de grootste bijdrage tot de totale onnauwkeurigheid levert, verkleind worden.

2 Het verband tussen $\hat{A}$ en $\hat{n}$ is niet lineair. Strikt genomen kan daardoor van een aantal planten het gemiddelde van het maximale bladoppervlak niet gevonden worden door, zoals bij de beschrijving van de werkwijze (zie gedeelte 3.3.b) gesteld wordt, met behulp van het gemiddelde $\hat{n}_g$ van het maximaal aantal bladeren uit grafiek 4 van $\hat{A} = f(\hat{n})$ dit gemiddelde $\hat{A}_g$ te bepalen.

Zoals uit de meetresultaten blijkt, lopen de waarden van $\hat{n}$ voor de verschillende planten niet veel uiteen. Die waarden liggen allen in een klein interval (d. w. z. op één tijdstip). Op dit interval kan $\hat{A} = f(\hat{n})$ lineair verondersteld worden.

De fout die daarbij gemaakt wordt is verwaarloosbaar.

Dezelfde redenering geldt voor het verband tussen $A_w/\hat{A}$ en $(\hat{n} - n)/\hat{n}$.

De werkwijze zoals die onder 3.3.b beschreven staat is dus geoorloofd.

3 De totale fout (zie bladzijde 12) is een maximale fout. Weliswaar is één van de posten, waaruit de totale fout is opgebouwd, een spreiding en geen maximale fout (n.l. de 3% van het verband tussen bladlengte en bladoppervlak), maar deze bijdrage wordt sterk overheerst door de andere bijdragen die wel maximale fouten aangeven.

4 APPENDIX A.: ANDERE MOGELIJKHEDEN OM HET BLADOPPERVLAK TE BEPALEN

4.1 Mogelijkheid 1.

Deze mogelijkheid is vrijwel dezelfde als de methode van het vorige hoofdstuk. Alleen wordt nu uitgegaan van een grafiek waarin een verband tussen $\hat{A}$ en de planthoogte H weergegeven is.

Er is echter een goede relatie aan te geven tussen H en $\hat{n}$ (zie grafiek 16). Daarom verdient de methode beschreven in het vorige hoofdstuk de voorkeur omdat die het gemakkelijkste is.

4.2 Mogelijkheid 2.

Het is mogelijk reeksen op te stellen die een verband leggen tussen de bladlengte en het bladnummer (dit is in feite de plaats van dat blad aan de stengel). (Zie grafiek 17a). Omdat echter het verband tussen bladlengte en het

bladoppervlak niet lineair is, kan men niets beginnen met een gemiddelde bladlengte. Er moet een verband gezocht worden tussen de oppervlakte en het nummer van dat blad. (Zie grafiek 17b).

Dit verband moet voor ieder tijdstip bepaald worden. De constanten die in dit verband voorkomen moeten afhankelijk van de tijd en eventueel van de plantdatum gemaakt worden. Dit alles leidt echter tot veel rekenwerk.

4.3 Mogelijkheid 3.

In grafiek 18 is horizontaal de bladlengte L en vertikaal het percentage bladeren met een lengte groter dan L uitgezet. Als voor de variabele L geldt: $L = a$, dan is de bijbehorende funktiewaarde het percentage bladeren $n_1/\hat{n}$ waarvoor geldt: lengte $> a$. (n_1 is dus het aantal bladeren met een lengte groter dan a).

Stel dat de kromme uit grafiek 18 beschreven wordt door:

$$\frac{n_1}{\hat{n}} = g(L)$$

Dan is de waarschijnlijkheid $W(L)$ dat een blad de lengte L heeft gegeven door:

$$\Delta W(L) = \frac{d(g(L))}{dL} \cdot \Delta L = g'(L) \cdot \Delta L$$

Het bladoppervlak als functie van de lengte is gegeven door $A(L)$.

Dan is het maximale bladoppervlak $\hat{A}$ van een plant gegeven door:

$$\hat{A} = \hat{n} \int_0^{L_{\max}} \{A(L) \cdot g'(L) \cdot dL\}$$

waarin: $L_{\max}$ = lengte van het grootste blad. Dit betekent dat

$$g(L_{\max}) = 0$$

De functie $g(L)$ moet voor ieder tijdstip bepaald worden. De constanten die in $g(L)$ voorkomen moeten tijdsafhankelijk gemaakt worden omdat $g(L)$ niet voor een hele teelt gelijk zal blijven. Ook $L_{\max}$ is tijdsafhankelijk.

Uitwerken van deze mogelijkheid leidt tot veel rekenwerk.

4.4 Mogelijkheid 4.

Het maximale bladoppervlak uitzetten tegen de som straling (b). zie grafiek 19. Uit de grafiek blijkt dat de krommen vrij dicht bij elkaar liggen.

Alleen de teelt van 1969 in de 8-kapper wijkt nogal af.

De oorzaak hiervan is niet duidelijk. Het lijkt erop dat deze benadering te grof is.

4.5 Opmerking.

Bij al deze mogelijkheden moet uiteraard nog gebruik gemaakt worden van de betrekking:

$$Aw/\hat{A} = f(\hat{n} - n)/\hat{n}$$

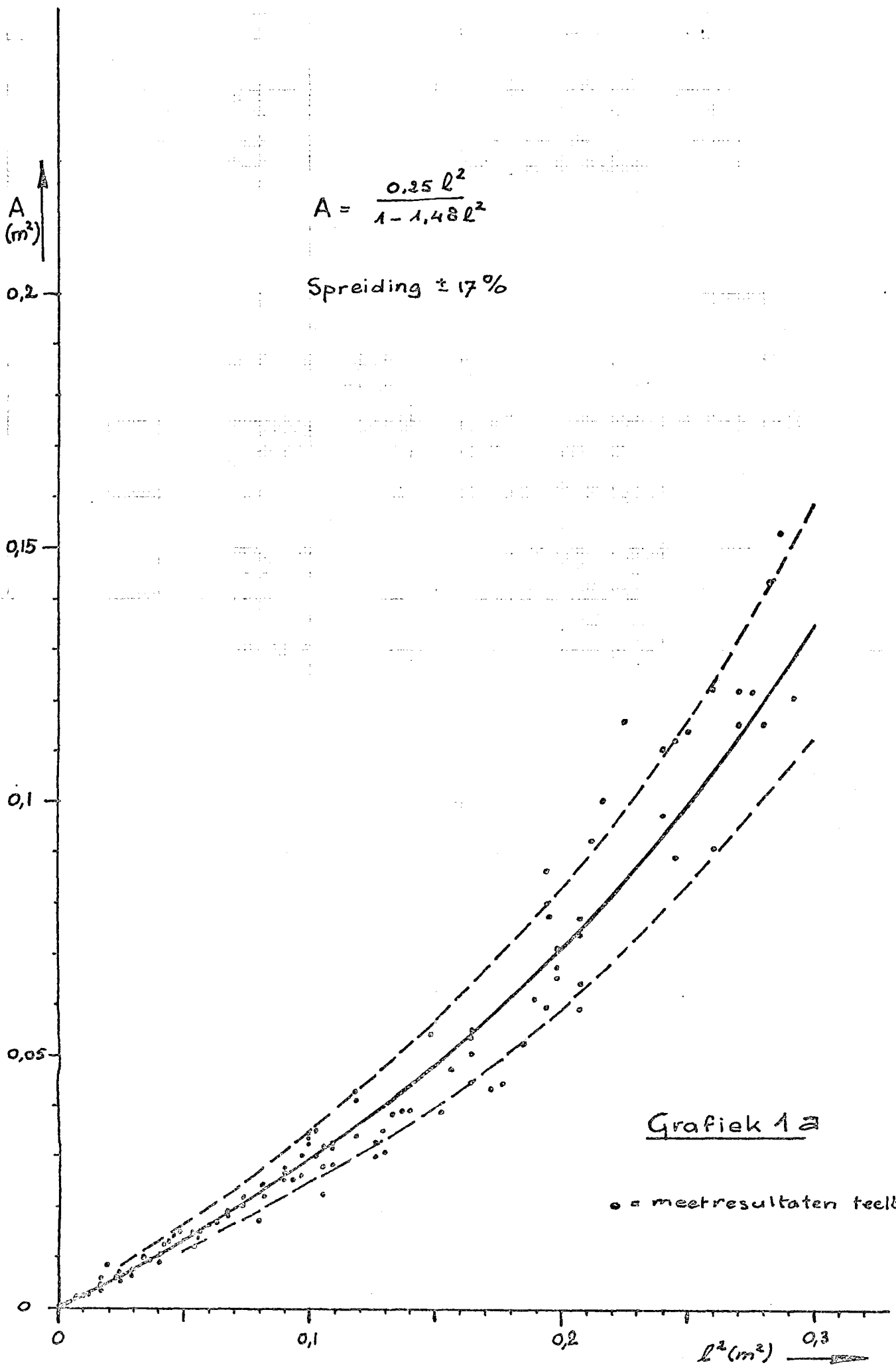
(Zie grafiek 5).

5 APPENDIX B: PLANTDATUMS

	<u>teelt 1968</u>	<u>teelt 1969</u>
4-kapper:	16-1-'68	10-12-'68
8-kapper	24-1-'68	29- 1-'69

6 LITERATUUR

- a) Ross, A.A.: "Studies of growth correlations in the tomato"
Queensland Journal of Agricultural Science. 3-3-1946 Pag. 121-156.
- b) Laboratorium voor natuur- en weerkunde te Wageningen.
Weertabellen.

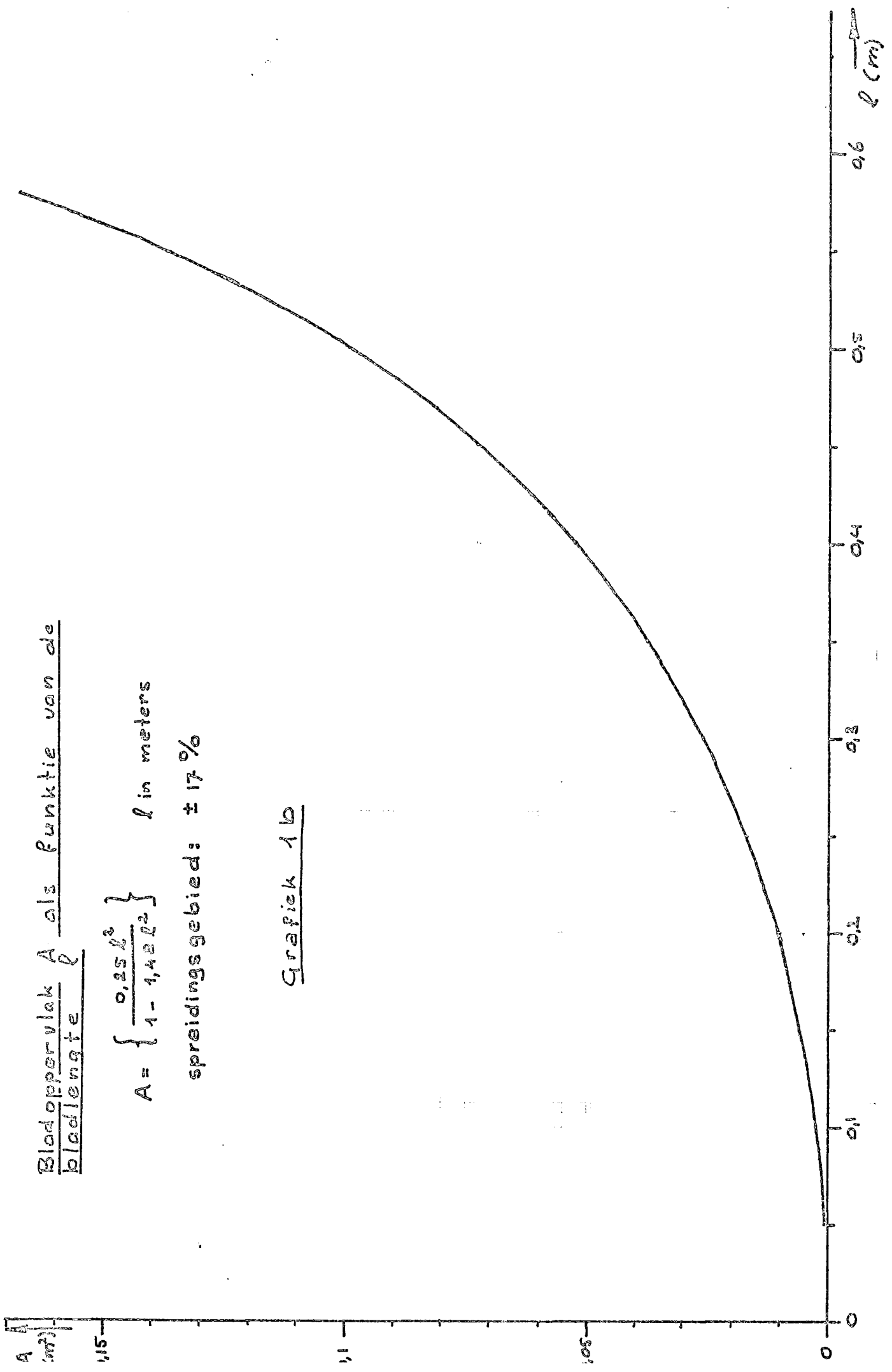


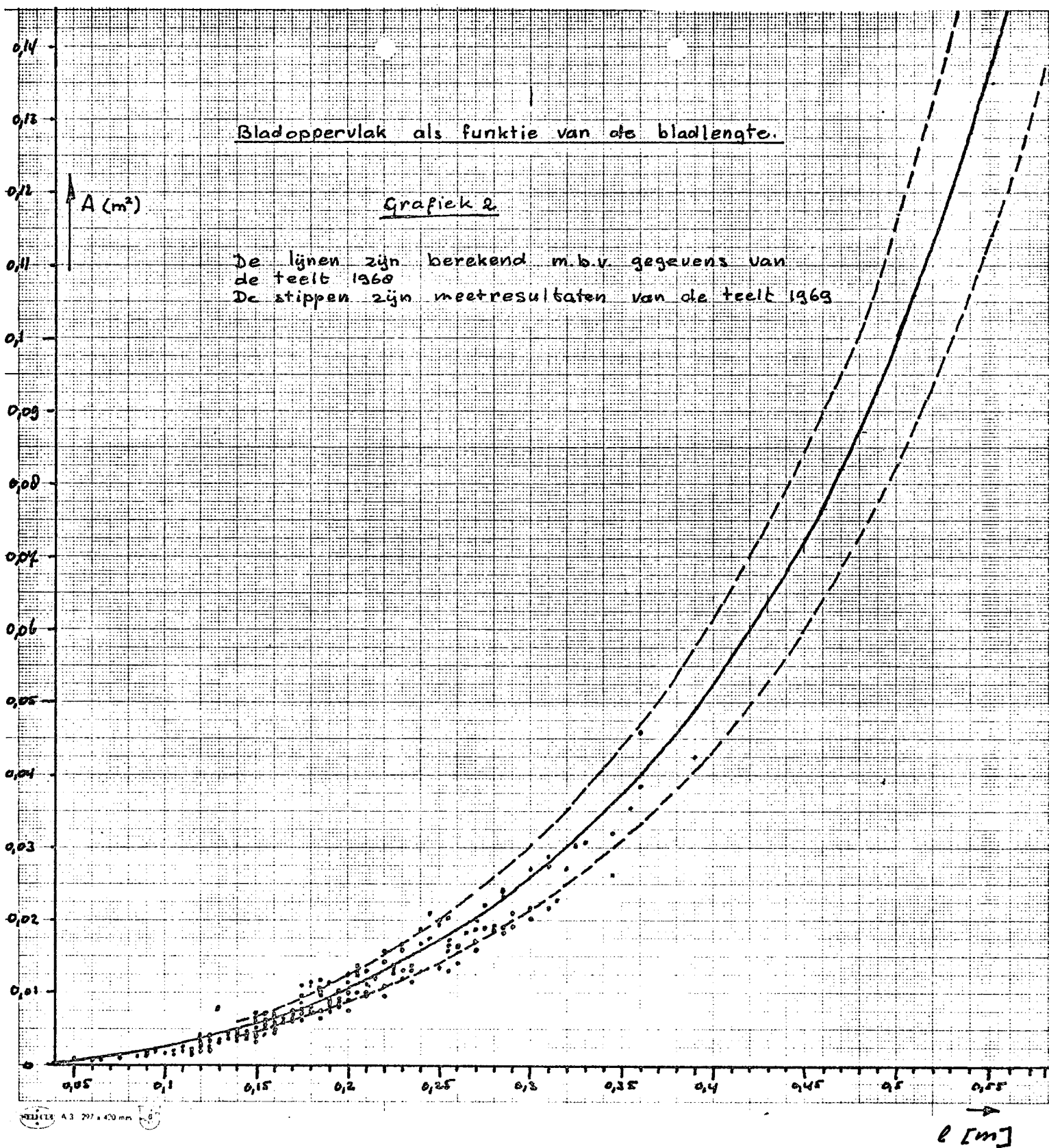
Bladoppervlak A als functie van de
bladlengte l

$$A = \left\{ \frac{0,25 l^2}{1 - 1,42 l^2} \right\} \quad l \text{ in meters}$$

spreidingsgebied: $\pm 17\%$

Grafiek 1b



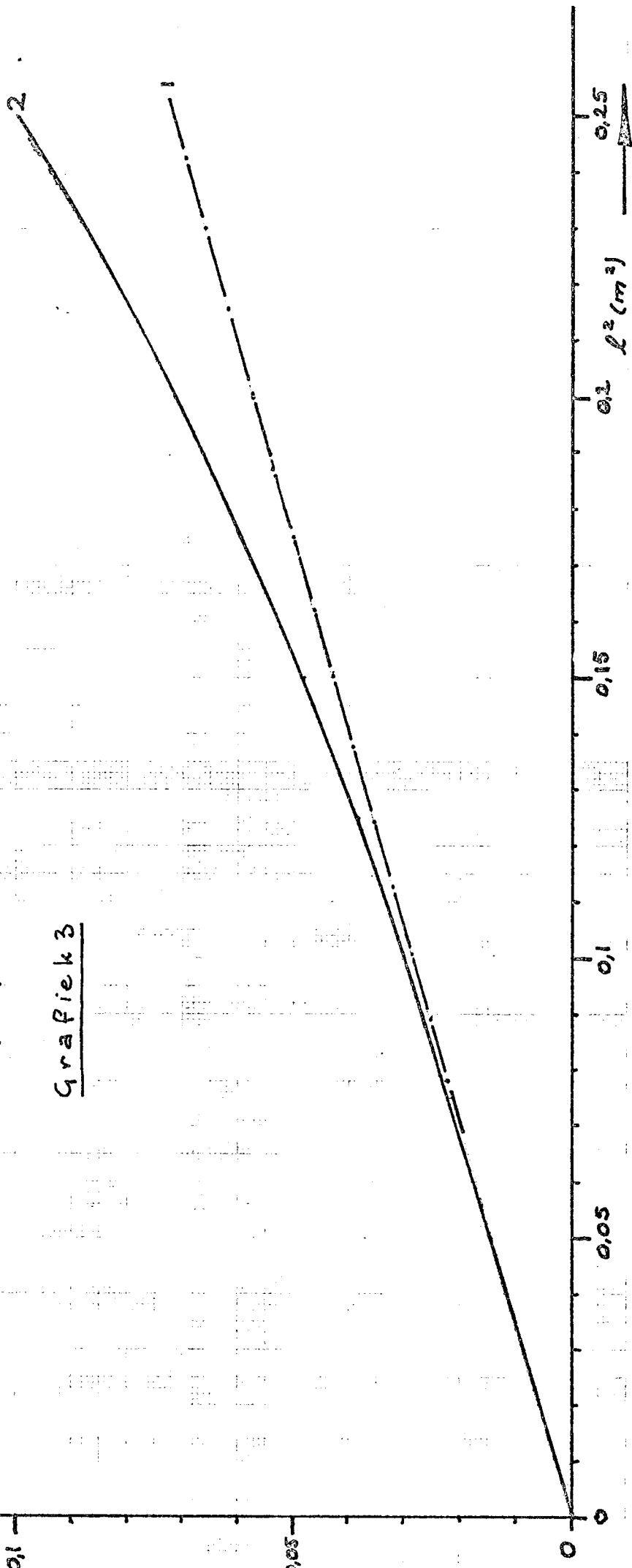


Bladoppervlak als functie van het kwadraat van de bladlengte.

1: Ross $A = 0,29109 l^2 - 6,2006 \cdot 10^{-4}$
(Salads special)

2: Gemeten
(Extase) $A = \frac{0,25 l^2}{1 - 1,48 l^2}$

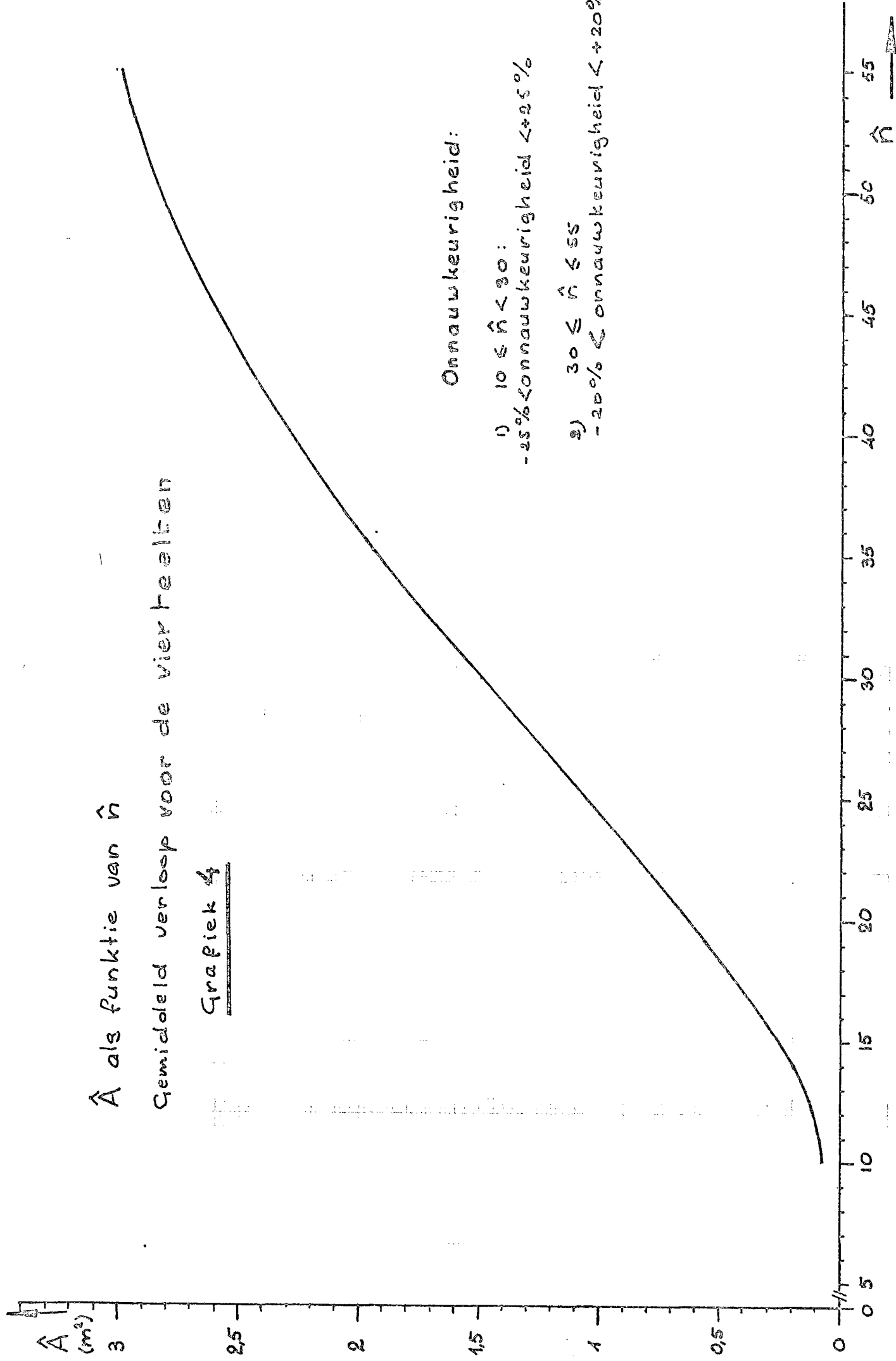
Grafiek 3



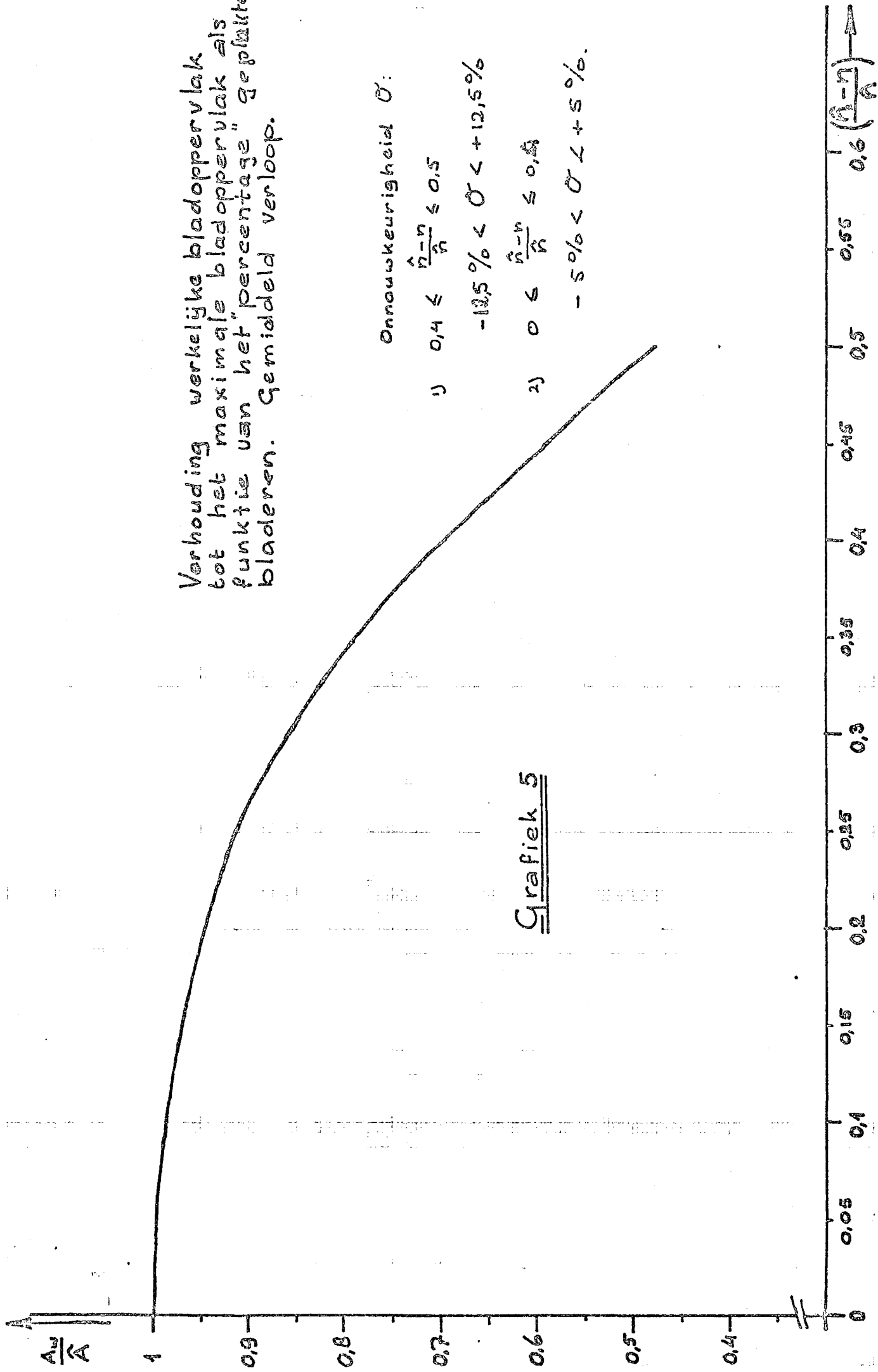
$\hat{A}$ als functie van $\hat{n}$

Gemiddeld verloop voor de vier teelten

Grafiek 4



Verhouding werkelijke bladoppervlak tot het maximale bladoppervlak als functie van het "percentage" geplukte bladeren. Gemiddeld verloop.



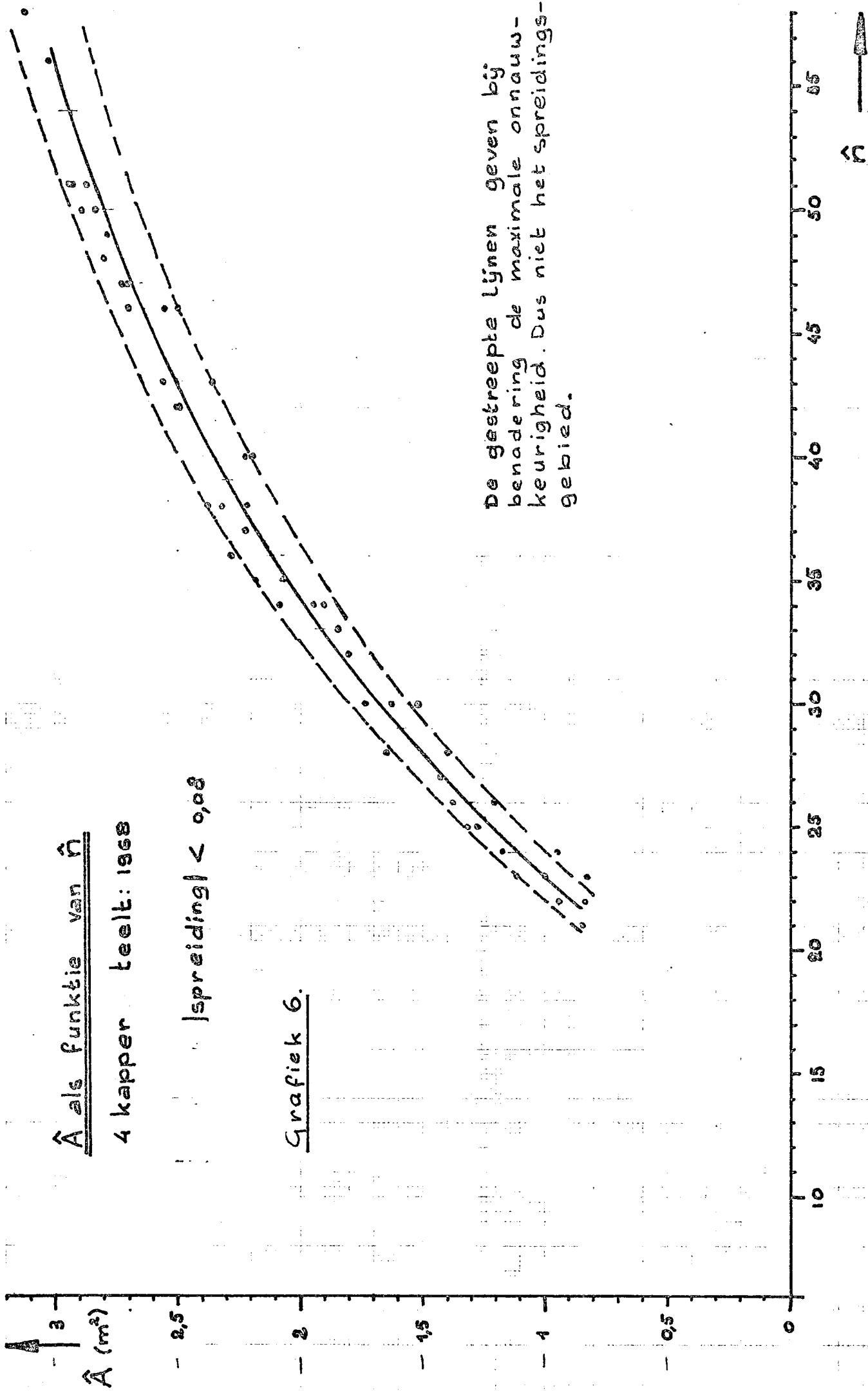
Onnauwkeurigheid σ :

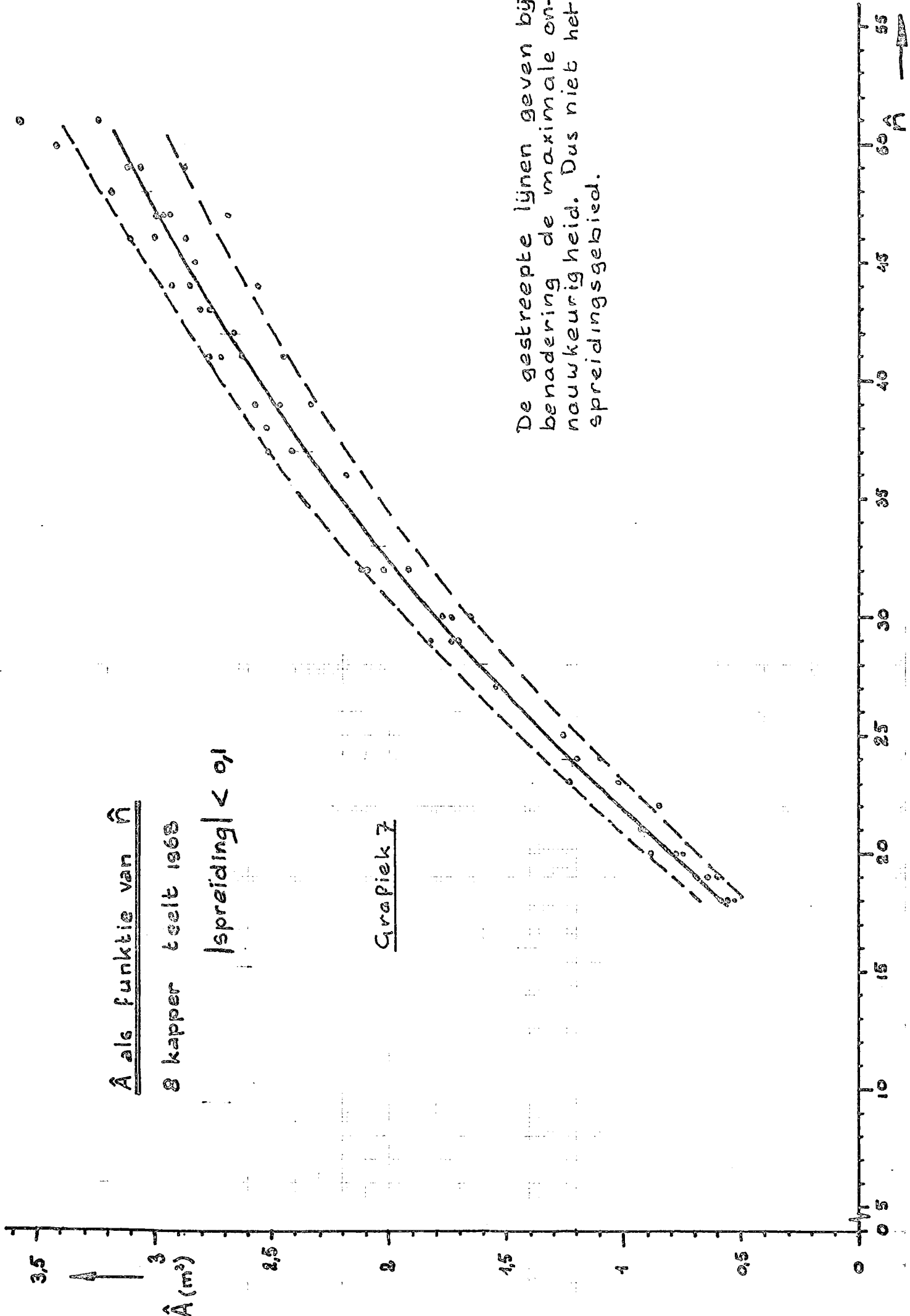
1) $0,4 \leq \frac{\hat{n}-n}{n} \leq 0,5$

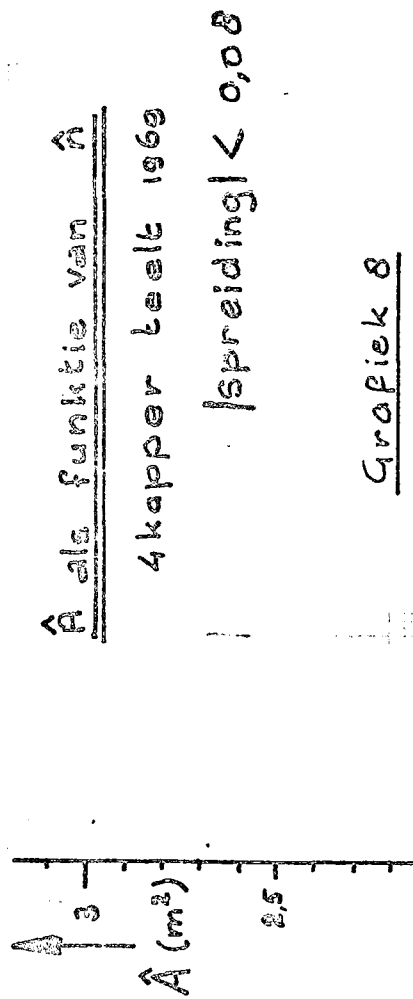
$-12,5\% < \sigma < +12,5\%$

2) $0 \leq \frac{\hat{n}-n}{n} \leq 0,3$

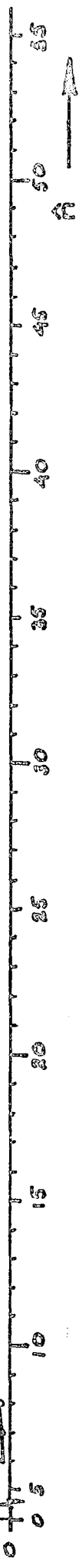
$-5\% < \sigma < +5\%$

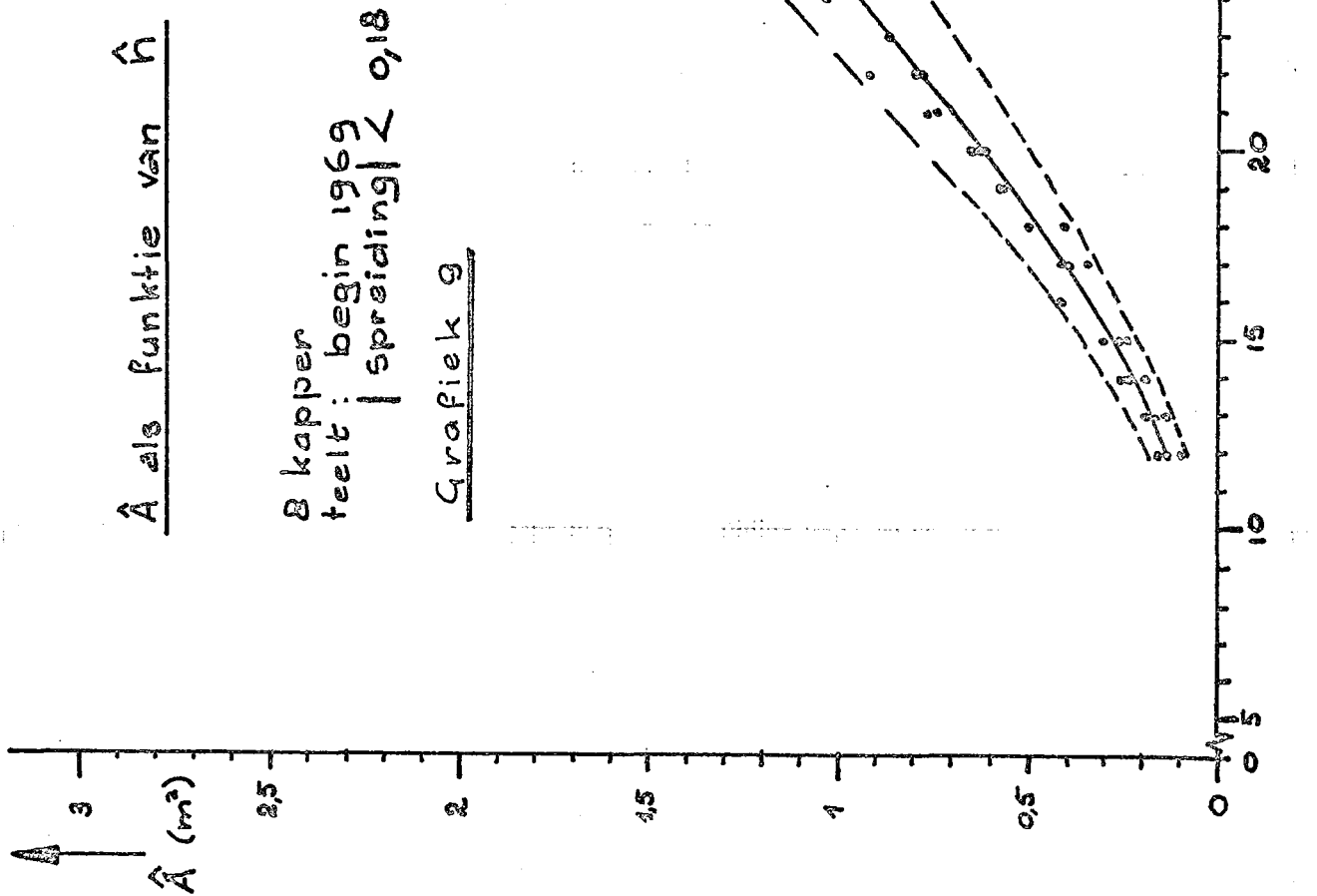






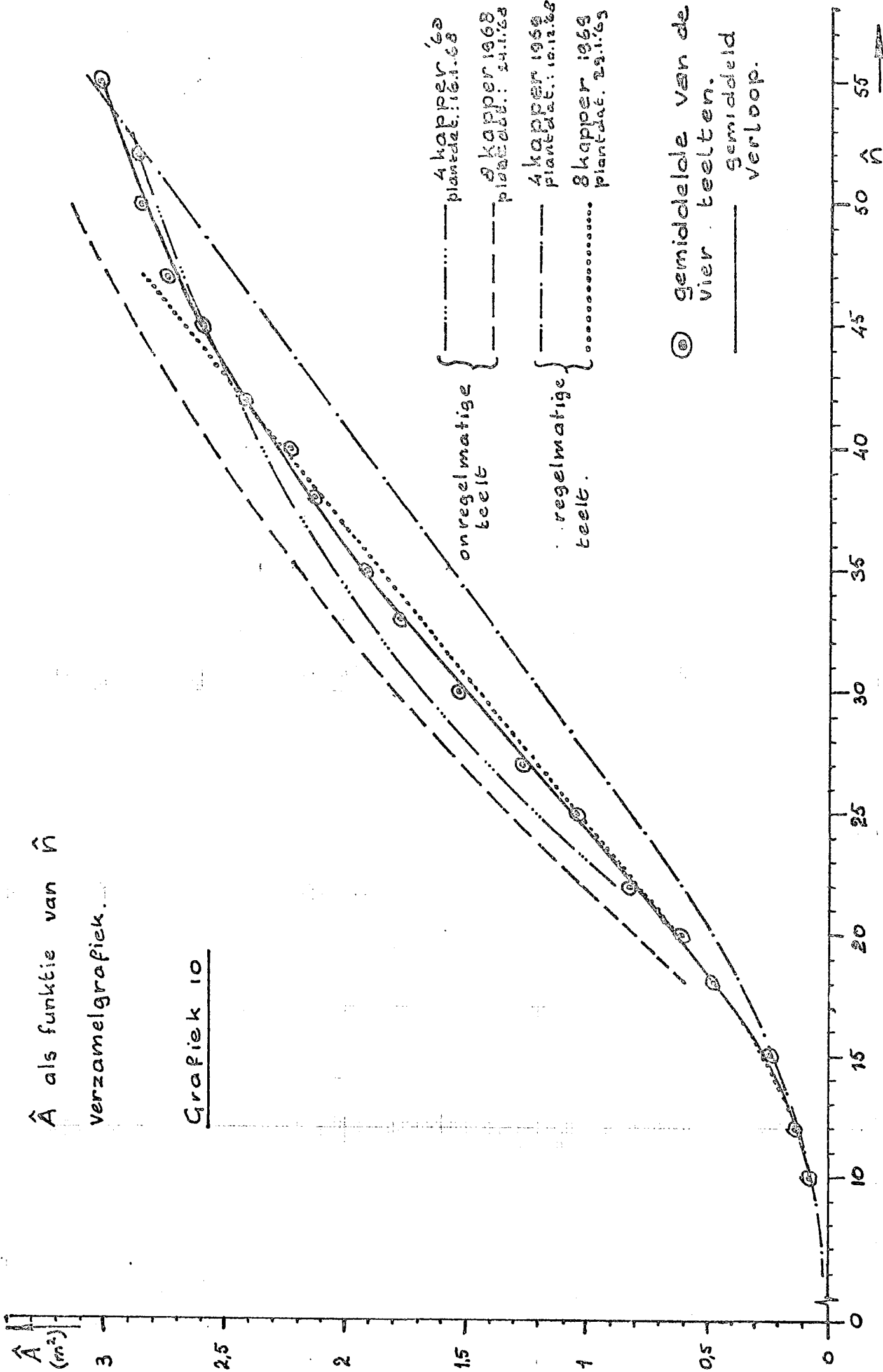
De gestreepte lijnen geven bij benadering de maximale onnauwkeurigheid. Dus niet het spreidingsgebied.





$\hat{A}$ als functie van $\hat{n}$
verzamelgrafiek.

Grafiek 10



$\frac{A_w}{\hat{A}}$ (m²)

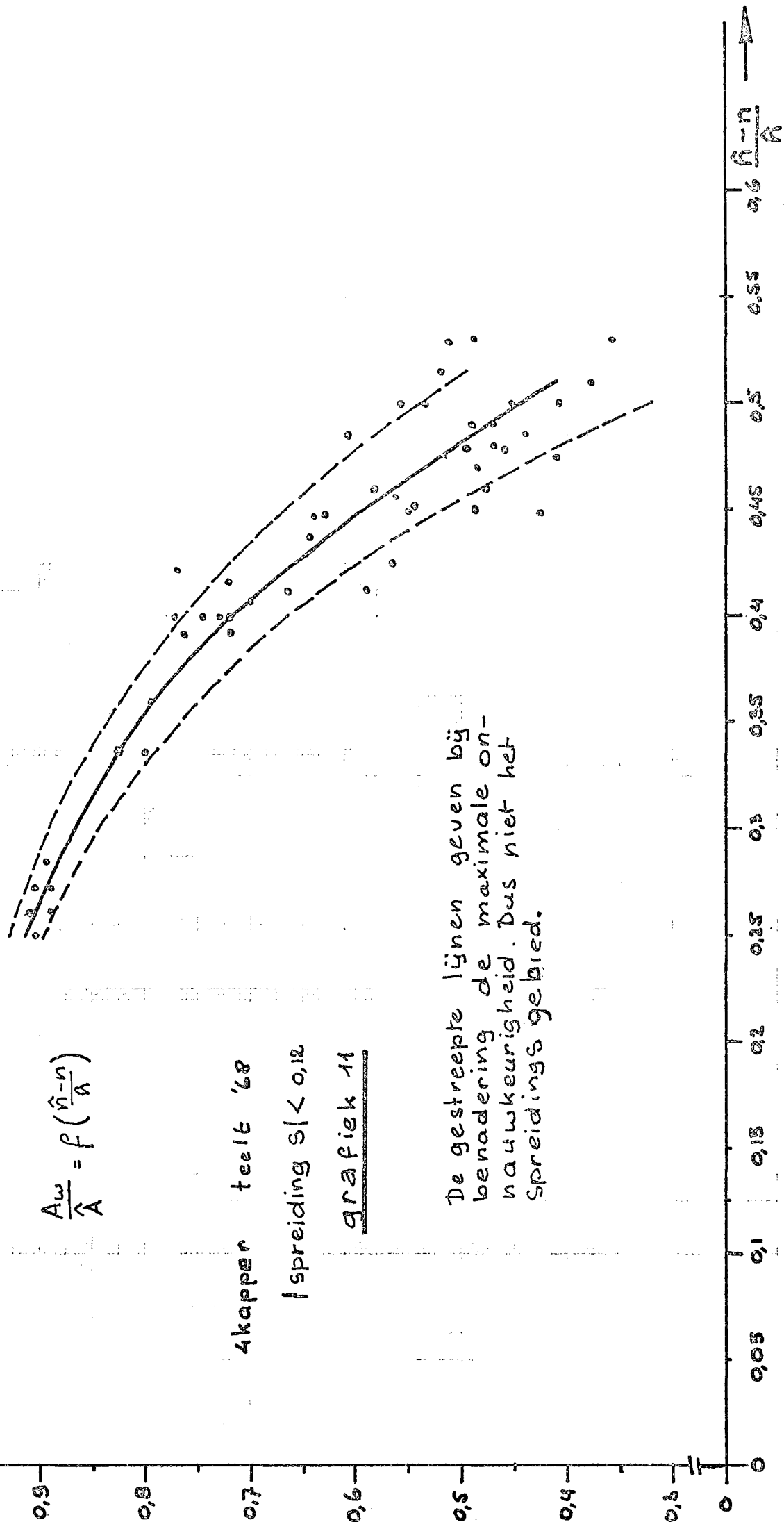
$$\frac{A_w}{\hat{A}} = f\left(\frac{\hat{n}-n}{\hat{n}}\right)$$

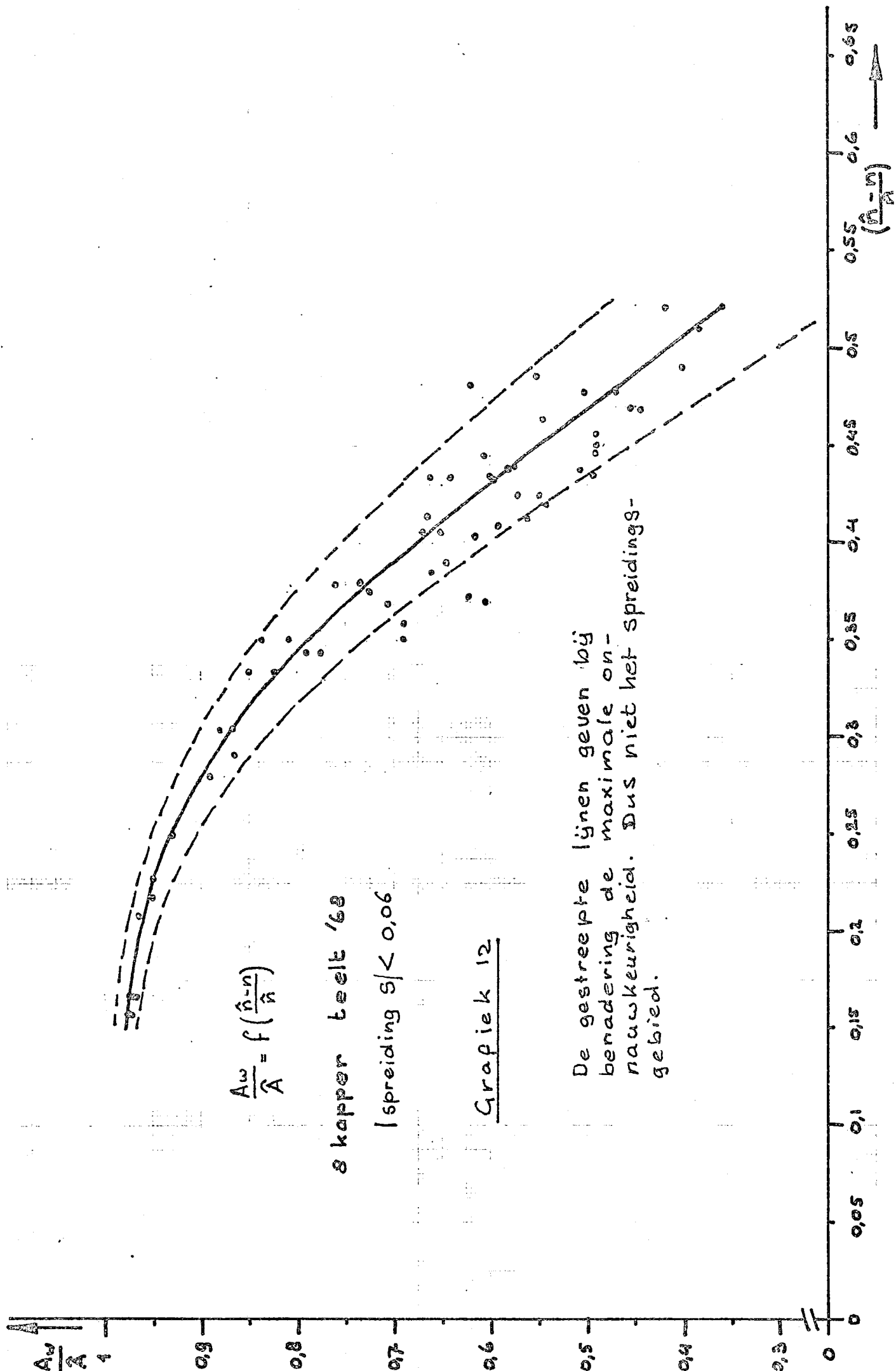
4kapper teelt '68

| spreiding $S < 0,12$

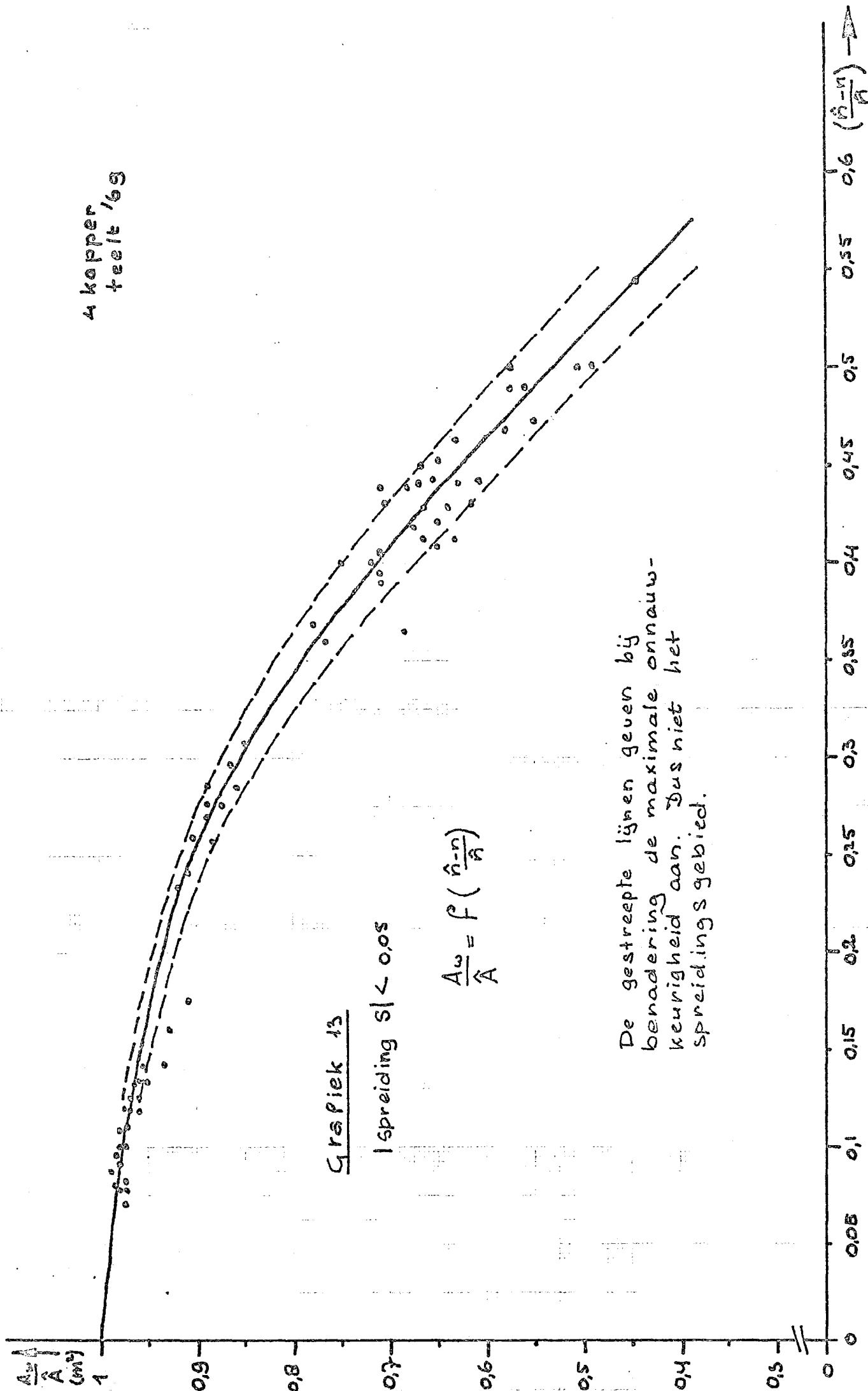
grafiek 11

De gestreepte lijnen geven bij benadering de maximale onnauwkeurigheid. Dus niet het spreidingsgebied.





4 koper
teelt '69



Grafiek 13

$| \text{spreiding } S | < 0.05$

$$\frac{A_w}{\hat{A}} = f\left(\sqrt{\frac{n-n}{\hat{A}}}\right)$$

De gestreepte lijnen geven bij benadering de maximale onnauwkeurigheid aan. Dus niet het spreidingsgebied.

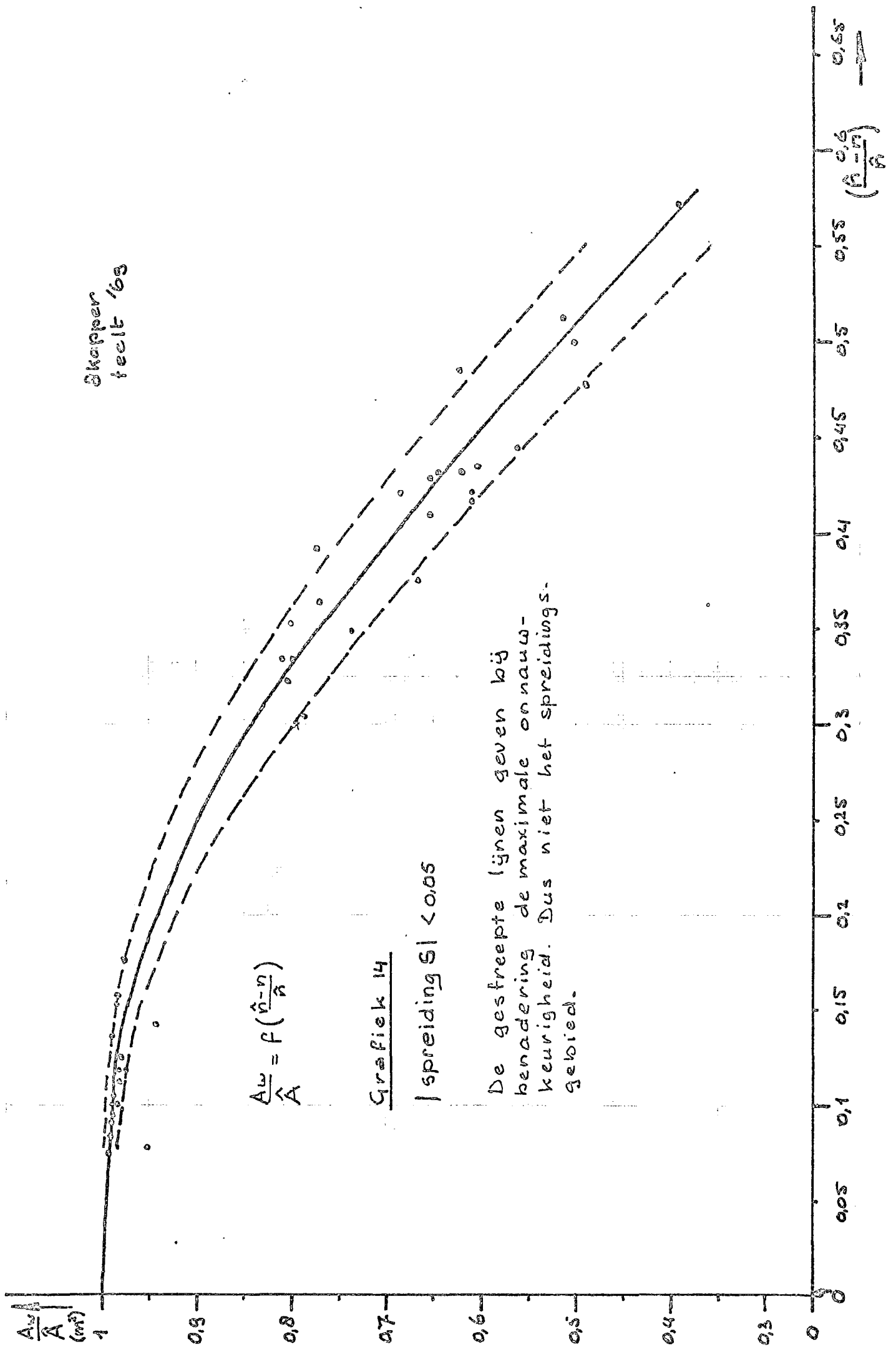
Skapper
teelt '69

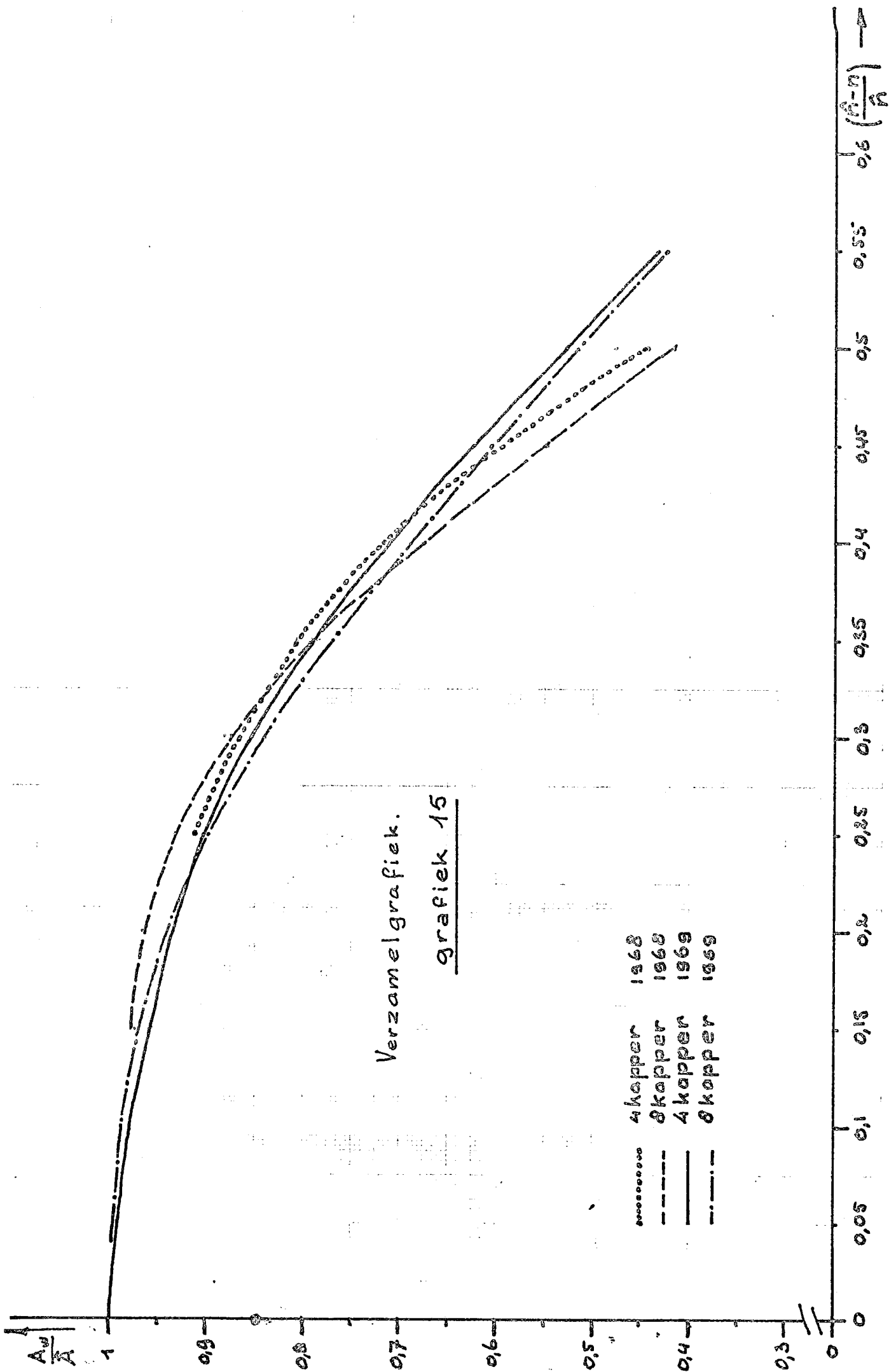
$$\frac{A_w}{\hat{A}} = f\left(\frac{\hat{n}-n}{\hat{n}}\right)$$

Grafiek 14

|spreiding S | < 0,05

De gestreepte lijnen geven bij benadering de maximale onnauwkeurigheid. Dus niet het spreidingsgebied.

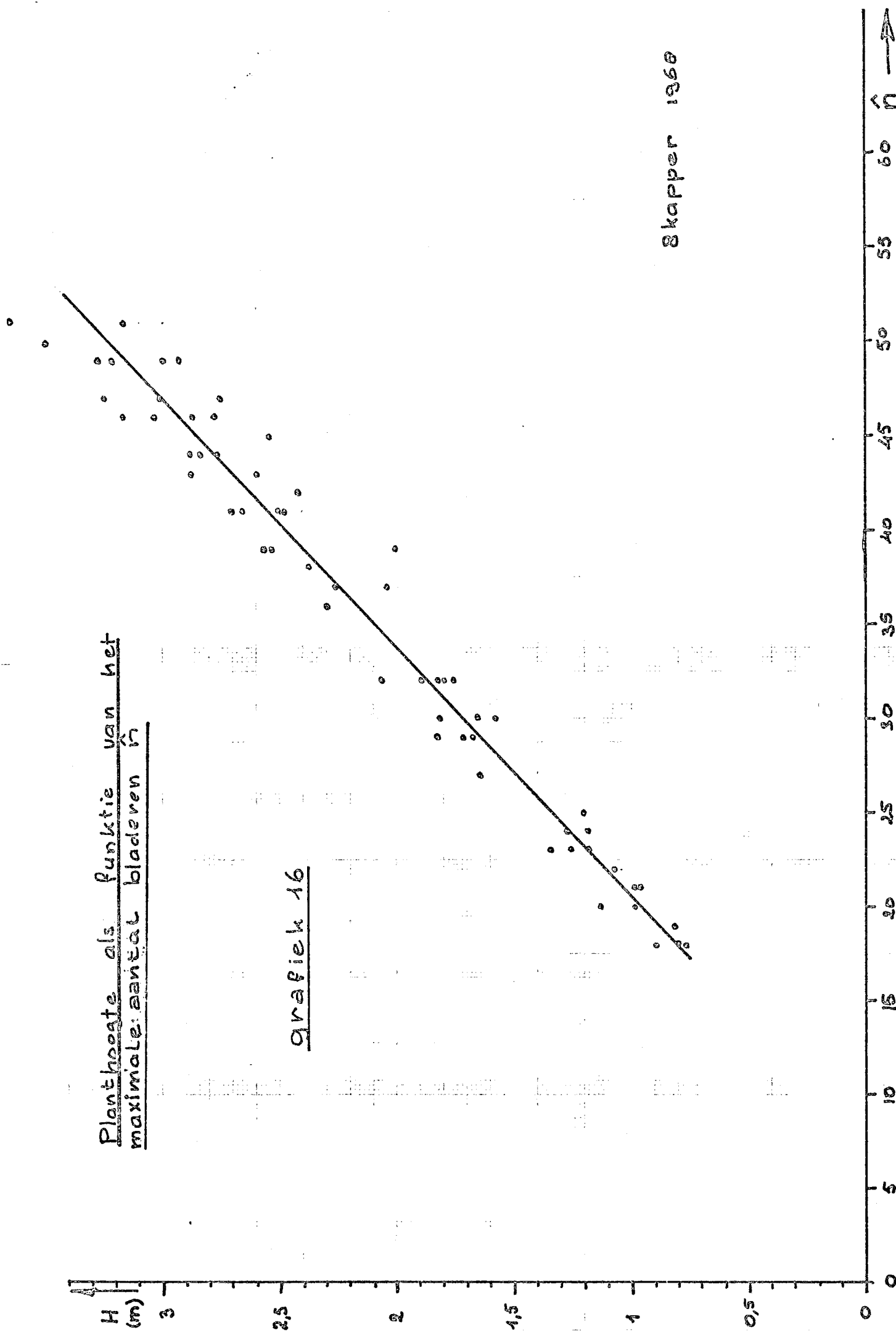


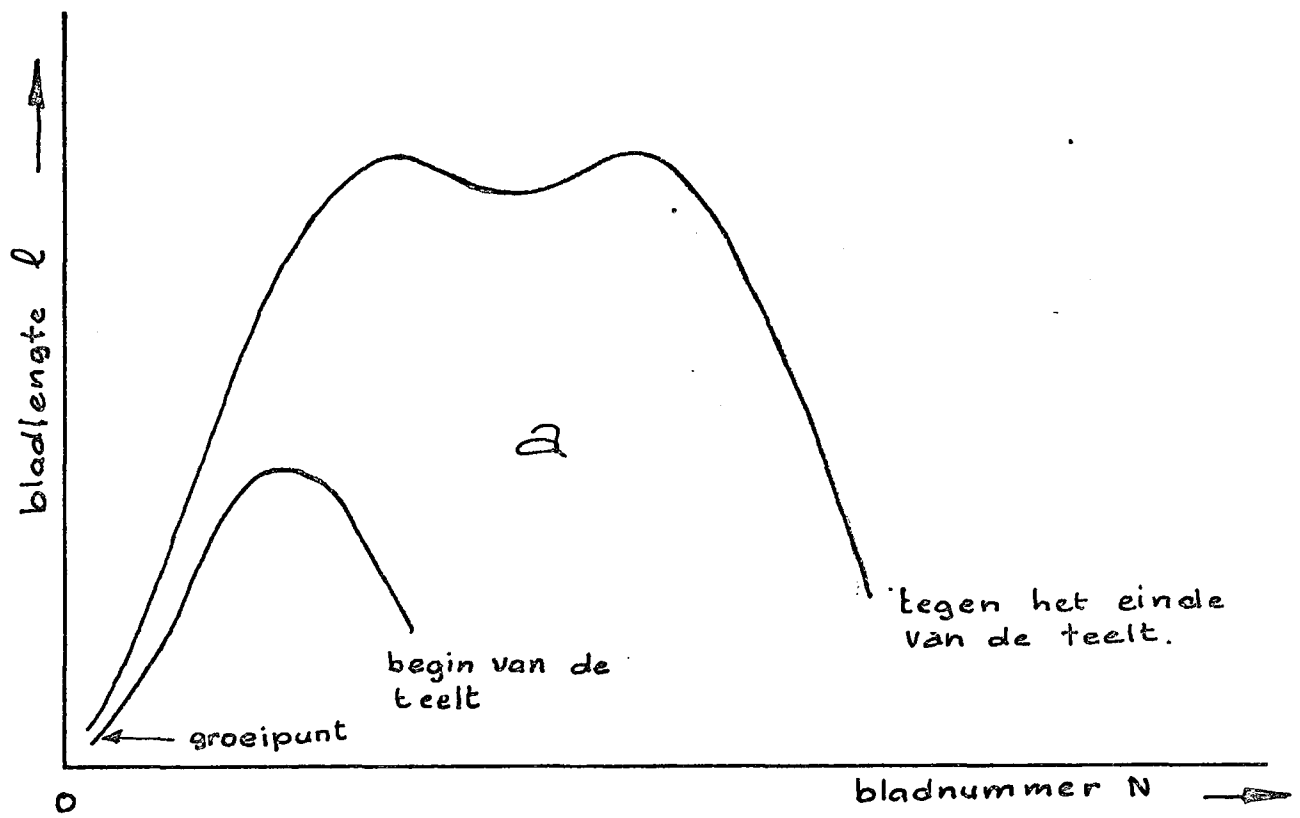


Plantenhoogte als functie van het
maximale aantal bladeren in

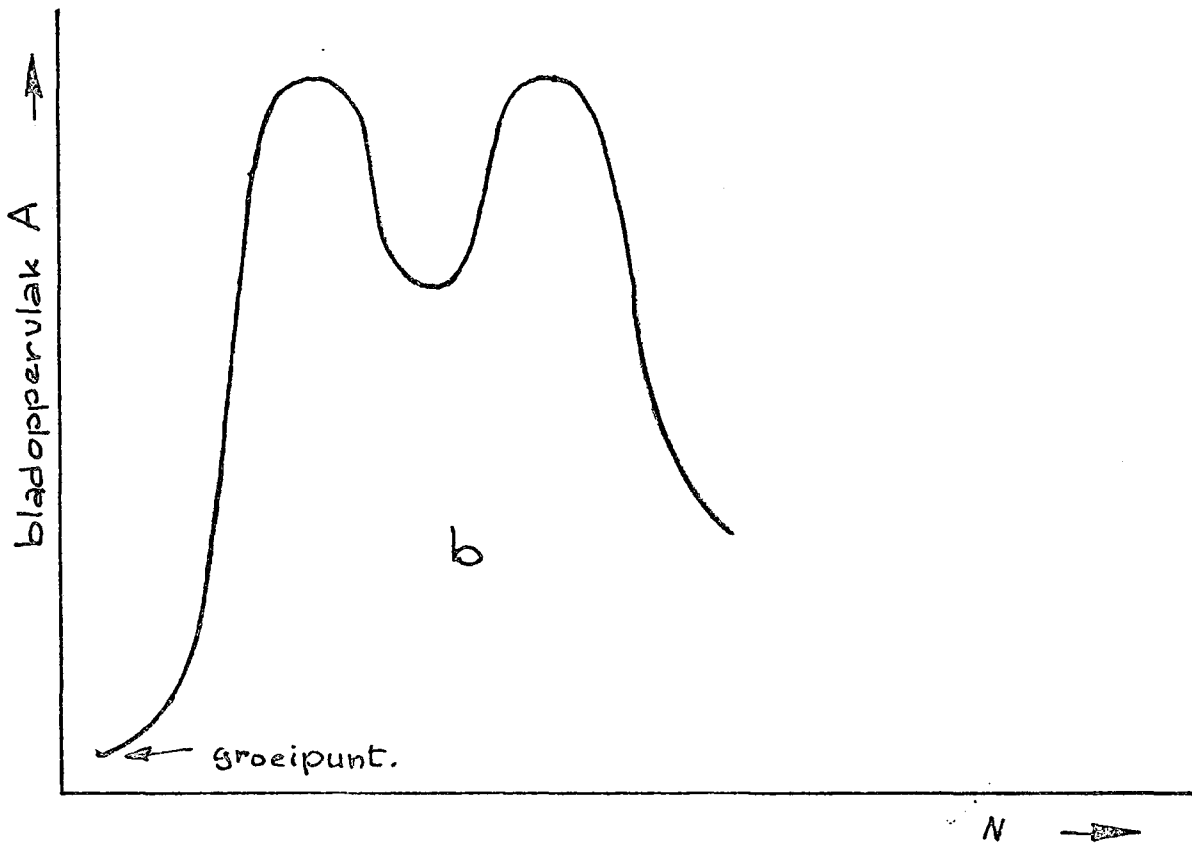
grafiek 16

Skapper 1960





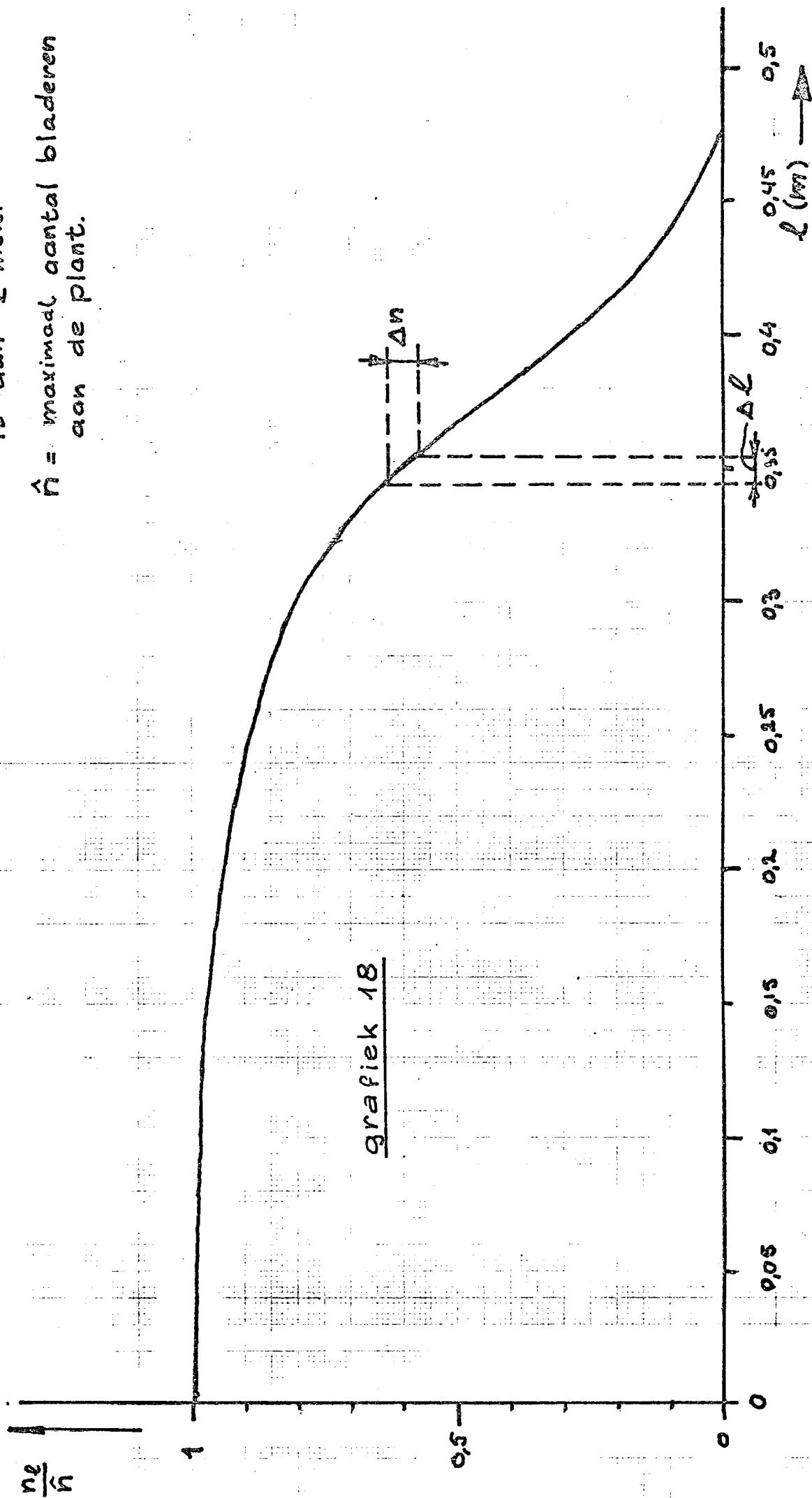
grafiek 17.



n_l = aantal bladeren dat groter
is dan l meter

$\hat{n}$ = maximaal aantal bladeren
aan de plant.

grafiek 18



Gemiddeld maximaal mogelijk bladoppervlak
als functie van de som straling

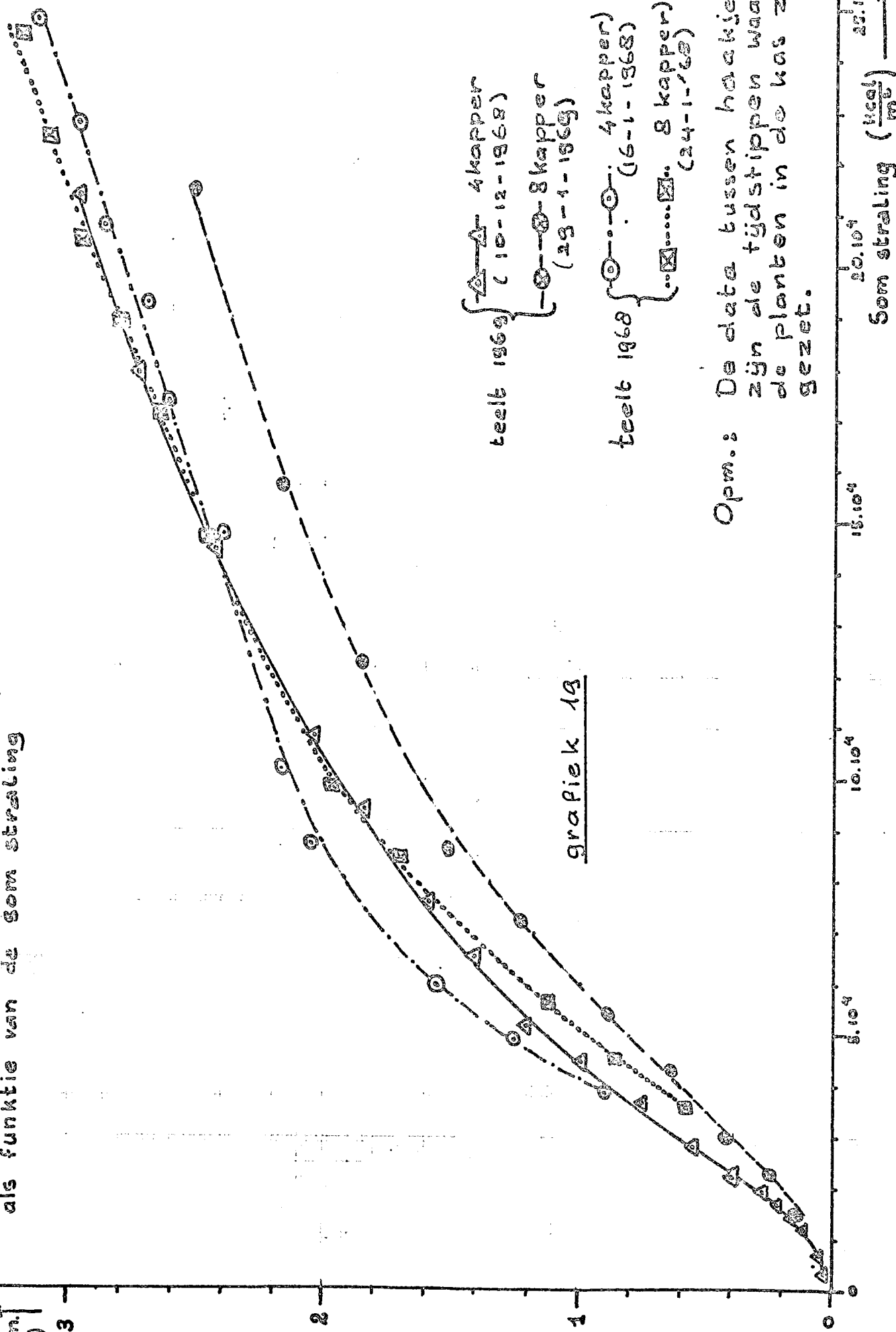
$\Delta_{\text{gem.}}$
(m^2)

3

2

1

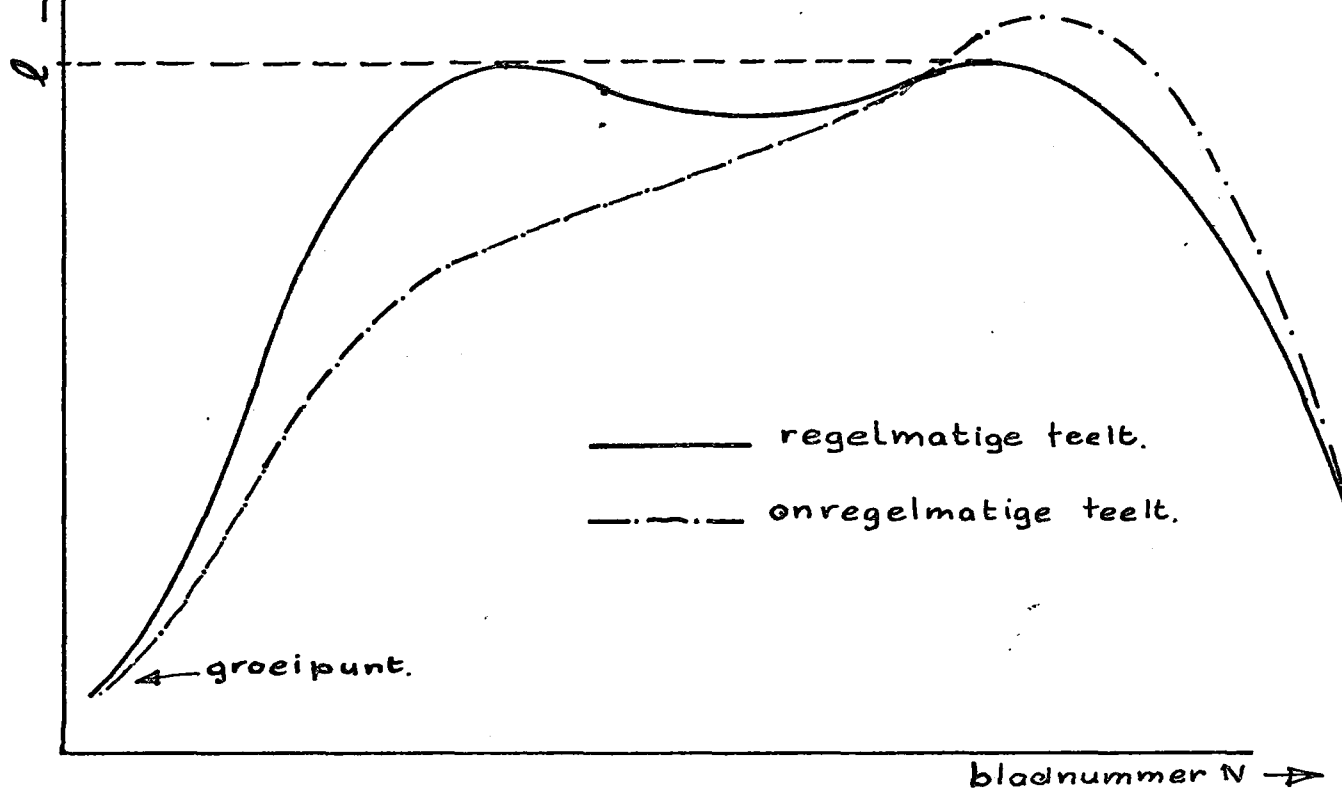
0



grafiek 13

Opm.: De data tussen haakjes zijn de tijdstippen waarop de planten in de kas zijn gezet.

Mogelijk verloop van de gemiddelde bladlengte als functie van het nummer van dat blad. Voor één teelttijdstip.



Grafiek 20