

## **Nogle eksperimentelle Undersøgelser over den Tiltrækning, Blomsternes Saftmærker udøver paa Honningbien.**

Af  
Niels Bolwig.

---

Ved at læse Sprengels Bog (1793) om Blomsternes Bestøvning kom jeg paa den Tanke at foretage nogle Forsøg med Honningbien for at konstatere, om den Betydning, Sprengel tillægger Blomsternes Saftmærker som Vejledere for Bierne, stemmer overens med Virkeligheden. Sprengel fandt ved at undersøge et stort Antal forskellige Blomster, at Nectariet altid var anbragt saaledes, at det var beskyttet mod Regnen. Imidlertid førte denne Beskyttelse af Nectariet til, at det blev vanskeligere at opdage for Insekterne. For at raade Bod herpaa havde Naturen forsynet Blomsterne med Streger og Prikker, der ved hele deres Anordning skulde vise Vej. Denne Paastand har staaet nogenlunde uimodsagt lige op til vore Dage. Karl v. Frisch (1914) mente at kunne slutte ud fra sine Forsøg over Biernes Formsans, at Saftmærkerne maatte være i Stand til at vise Vej, naar Bierne vel at mærke havde lært, hvorledes Saftmærkerne og Nectariet var orienterede i Forhold til hinanden. Senere har Baumgärtner (1928) genoptaget Forsøgene. Hans Resultater var meget nær de samme som v. Frisch's. Kun mente han ikke, at ganske fine Streger som de, der findes f. Eks. i Geraniumblomster, havde nogen Betydning. Hvorledes Forholdet var den

første Gang, Bierne besøgte en Blomst, hvis Udseende var ukendt for dem, gav hverken hans eller v. Frisch's Forsøg nogen Oplysning om. Kugler (1930) mener at have paavist, at Humlebier, som endnu ingen Erfaring har m. H. t. Saftmærker, ikke reagerer overfor disse, men at de hurtigt lærer dem at kende, og at de er i Stand til at gøre Brug af deres Erfaring, naar de møder de tilsvarende Mærker paa andre Blomster. Han mener endvidere, at Midten af Blomstermodeller og Blomsternes Dybde udøver en vis Tiltrækning paa Humlebieerne.

Med Hensyn til Spørgsmaalet om Biernes Opfattelse af Former, er Litteraturen langt mere omfattende, og Meningerne er her stærkt divergerende. Karl v. Frisch (1914) dresserede nogle Honningbier til at søge efter Sukkervand paa bestemte Figurer. Han fandt, at medens de med Lethed skelnede forskellige Blomsterformer fra hinanden, syntes de ikke at være i Stand til at kende saa simple geometriske Figurer som en Trekant og en Cirkel fra hinanden. Bierne skulde altsaa kun være i Stand til at adskille Former, der var naturlige for dem, fra hinanden. Dette Resultat lød kun lidet plausibelt, og Baumgärtner (1928) genoptog derfor v. Frisch's Forsøg. Det lykkedes ham at vise, at Aarsagen til de mærkelige Resultater, v. Frisch havde opnaaet, skyldtes den Omstændighed, at Farvefordelingen havde været forskellig paa det Sted, hvor Bierne havde været *tvunget* til at lande, saa længe v. Frisch havde brugt Blomstermodeller. Bierne forvekslede nemlig aldrig to Blomster med hinanden, naar den ene havde et Kronblad, den anden Melletrummet mellem to Kronblade lige under Flyvehullet til den Kasse, hvoraf de blev fodrede. Han fandt heri Aarsagen til, at Bierne i v. Frisch's Forsøg havde været i Stand til at skelne en 4-straaleet fra en mange-straaleet Blomst. I de Forsøg, hvor v. Frisch havde benyttet simple geometriske Figurer, i hvis Centrum Flyvehullet var anbragt, havde Farvefordelingen

under Hullet derimod været den samme. Ved en længere Række Forsøg kom Baumgärtner til det Resultat, at Bierne ingen egentlig Formsans har, og at de kun opfatter og indprenter sig Landingspladsens Farvefordeling. Han siger selv, at Formsansen er indskrænket til at være en „*lokaliserende Farvesans*“. Mod Baumgärtners Resultat staar imidlertid de Resultater, Mathilde Hertz (1929—31) er naaet til. Hun fandt, at naar man dresserede Bier til at søge Foder over f. Eks. en cirkelrund Skive med et givet Areal og en given Farve uden at lægge nogen anden Figur ved Siden af, saa længe Dressuren fandt Sted, vilde Bierne, naar de efter en kort Pause i Fodringen blev præsenteret for Dressurfiguren sammen med en anden Figur med samme Farve og Areal men med en længere Kontur (f. Eks. en Trekant), søge hen til den Figur, der havde den længste Kontur. Ved at gøre en lang Række Forsøg af lignende Art kom hun til det Resultat, at Bierne har en Formsans, og at denne Formsans er en *Kontursans*. Disse Forsøg er blevet udvidet af Gertrud Zerrahn (1934) og Ernst Wolf (1934). Den sidste prøvede at lade roterende Figurer konkurrere med ikke-roterende. Bierne søgte her til de roterende Figurer. Heraf sluttede han, at det var *Antallet af Impulser pr. Tidsenhed i de enkelte Ommatidier*, der virkede tiltrækkende. Naar Figurer med stor Konturrigdom havde større Tiltrækning paa Bierne end Figurer med ringere, skulde det altsaa skyldes det, at de gav Ommatidierne det største Antal Impulser. Mathilde Hertz (1934) mener senere at have paavist, at det ikke er nok, at der meddeles Ommatidier en Række Impulser, men at disse Impulser skal bevæges i *skiftende Retninger* fra det ene Ommatidium til et andet. Blev en Figur, der f. Eks. bestod af parallele Streger, bevæget forbi et Insekt saaledes, at en Række paa hinanden følgende Impulser blev bevæget fra Ommatidium til Ommatidium i *samme* Retning,

blev Insektet derimod forskrækket. Hun sluttede heraf, at det var Antallet af *Retningskifter* i Konturerne, der virkede tiltrækkende. Hvad Grunden er til, at Resultatet af Baumgärtners og Mathilde Hertz's Forsøg er saa forskellige, er det mig paa nærværende Tidspunkt umuligt at afgøre. Imidlertid er der Ting, der tyder paa, at det skyldes Forskelligheder i Forsøgsopstillingen. — Flere af de Forsøg, jeg har gjort, er foretaget direkte med Henblik paa at faa afgjort, om nogen af de her nævnte Teorier passer paa Biernes Opfattelse af Saftmærker.

Som det fremgaar af det foregaaende, var det Spørgsmaalet om, *hvorevidt Blomsternes Saftmærker fungerer som Vejviser for Bierne, den første Gang de kommer til en for dem ny og ukendt Blomsterart*, jeg vilde prøve at belyse ved en Række Eksperimenter. For at klarlægge dette Problem, kunde jeg ikke gøre Brug af Bier, der optraadte i Flok. Det var af Betydning for Forsøget, at jeg kunde følge det enkelte Dyrs Bevægelser. Derfor har jeg været henvist til at benytte Bistader med ikke alt for mange Bier. Jeg staar i den største Taknemmelighedsgæld til Fru Læge E. Schou, København, fordi hun har tilladt mig at benytte sine Bier til mine Forsøg. Tilmed har hun senere foræret mig en lille Bi-Familie, som jeg har været i Stand til at have staaende oppe i Lejligheden, hvor jeg bor, hvilket har lettet mig mit Arbejde betydeligt.

Af praktiske Grunde er Forsøgene blevet gjort i Stadets umiddelbare Nærhed. De Bier, der er blevet benyttet, er en Krydsning af den brune og den italienske Bi. Som Foder har jeg benyttet en ca. 1:1 Rørsukkeropløsning. Princippet ved Forsøgene har været at dressere Bierne paa en bestemt Farve og derefter at præsentere dem for Figurer, som var *ukendte* for dem, og som var tegnede paa Dressurfarven.

## Kapitel I.

I de her omtalte Forsøg er Bierne, naar Forsøgsrække 1 undtages, udelukkende blevet dresseret til at søge Foder paa hvidt. Dressuren foregik paa den Maade, at jeg fodrede af en Glasskaal, der var stillet paa en Glasplade, under hvilken der var lagt et Stykke hvidt Tegnepapir af lidt over et halvt Folioarks Størrelse. Hen imod det Tidspunkt, da jeg vilde paabegynde Forsøgene, fjernede jeg Glasskaalen og fodrede i Stedet med Draaber, som jeg lagde paa Glaspladen.

Forsøget foregik paa den Maade, at jeg efter at have tørret Glaspladen omhyggeligt af, skød et lille Stykke Papir af samme Farve som Dressurfarven (her hvidt) ind mellem Glasset og Dressurpapiret. Paa dette Papir var der tegnet med sort (undt. Forsøgsrække 1) den Figur, hvis tiltrækkende Kraft skulde prøves. Saa snart alt var paa Plads, tillod jeg Bierne at flyve ind over Glaspladen, hvor de straks begyndte at søge efter Sukkervand. Da Bier, der er i Tvivl om, hvor de skal sætte sig, har Tilbøjelighed til at sætte sig der, hvor de ser andre Bier sætte sig, regnede jeg kun med den Bi, der først landede paa Glaspladen. Det var derfor fordelagtigt kun at give en eller to Bier Adgang til Glaspladen. Skulde der være for mange „dresserede“ Bier, var det nødvendigt at indfange og fjerne nogle af dem og derved bringe Tallet af tilstedeværende „dresserede“ Bier ned paa en passende Størrelse.—Jeg fulgte nu den førstankomne Bi's Bevægelser for at se, om den opfattede og blev tiltrukket af Forsøgsfiguren, og i saa Fald, om noget bestemt Punkt havde større Tiltrækning end andre. Saa snart en Bi havde sat sig, blev der, saafremt der ikke var Tvivl om Reaktionens Værdi, i Forsøgsprotokollen sat et Mærke, der angav Resultatet. Tvivl kunde opstaa, enten ved at Bien som Følge af Glassets Spejling blev bragt ud af Ligevægt saaledes, at den faldt ned paa et tilfældigt Sted af dette, eller

ved at den ankomne Bi var mere optaget af at frembringe Duft over Glasset end af at søge Foder. Saadanne Bier fløj ofte i store Kredse over Glaspladen og satte sig ganske tilfældige Steder paa denne med udkrænget Duftkirtel. Endelig kunde Forsøget heller ikke bruges, hvis Bien lod sig tiltrække af Randen af Dressurpapiret.

Saa snart en Bi havde sat sig, og dens Reaktion var noteret, blev der stænket Sukkervand ud over Glaspladen. Dette blev gjort, for at Dressuren ikke skulde ophøre. For at undgaa, at Bierne fik Erfaring for, at der intet Sukkervand var over Forsøgsfiguren, lod jeg denne blive liggende og lod Tilfældet afgøre, om der skulde komme Sukkervand over den eller ej. Bierne fik Lov at tømme *alle* Draaberne, inden Forsøget blev gentaget. Først naar Bierne var mætte og alle Draaber tømte, blev Glasset omhyggeligt tørret af og Forsøgsfigurens Stilling ændret, hvorpaa Forsøget blev gentaget. Saaledes blev jeg ved, indtil jeg mente, mit Forsøgsmateriale var stort nok. Mere end tre Serier paa hver 25 Forsøg lod sig ikke foretage om Dagen, hvis jeg vilde være sikker paa, at Bierne ingen Erfaring fik med Hensyn til Forsøgsfigurerne. Mellem hver Serie fik Bierne en Hvilepause paa ca. to Timer. I denne Pause blev der fodret af Glasskaalen.

*Forsøgsrække 1.* For at fastslaa om en Figur af anden Farve end den, hvorpaa Bierne var dresseret, havde nogen Tiltrækning, naar den blev anbragt med Dressurfarven som Baggrund, blev nogle Bier med lange Intervaller dresseret paa hvidt, blaat og gult. Paa disse Dressurfarver blev anbragt en tilfældig lille farvet Flade, der var forskellig fra Dressurfarven. Da Forsøgene var af rent orienterende Art, blev der ikke foretaget nogen Optælling. Resultatet var:

Dressurfarven	Forsøgsfigurens Farve	Bierne Reaktion
hvid	sort	Bierne søgte til den sorte Plet
hvid	blaa	Bierne søgte til den blaa Plet
blaa	gul	Bierne søgte til den gule Plet
blaa	sort	Bierne søgte til den sorte Plet
gul	sort	Bierne søgte til den sorte Plet
gul	hvid	Bierne søgte til den hvide Plet

Alle Farvesammensætninger blev prøvet ca. 25 Gange med samme Resultat.

Bierne søger altsaa hen til Figurer, hvis Farve for dem er kvalitativt eller kvantitativt forskellige fra Dressurfarven.

*Forsøgsrække 2.* For at prøve, hvordan Bierne reagerede overfor en Række Prikker, anbragte jeg 20 sorte Prikker i S-Form (Fig. 1). Prikkerne var ca  $2\frac{1}{2}$  mm i Diameter, og deres indbyrdes Afstand var ca. 7 mm. — Bierne viste her *Tendens til at gaa den korteste Vej fra Prik til Prik.*

*Forsøgsrække 3.* Et 9 cm højt S med Stregtykkelse paa  $2\frac{1}{2}$  mm (Fig. 2) blev nu præsenteret for Bierne. Bierne viste her *Tilbøjelighed til at følge Stregen* (se Fig.).

*Forsøgsrække 4.* Dade Figurer, jeg her havde prøvet, havde en skarpt afgrænset Kontur, fandt

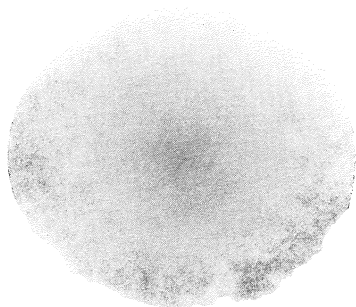


Fig. 3.

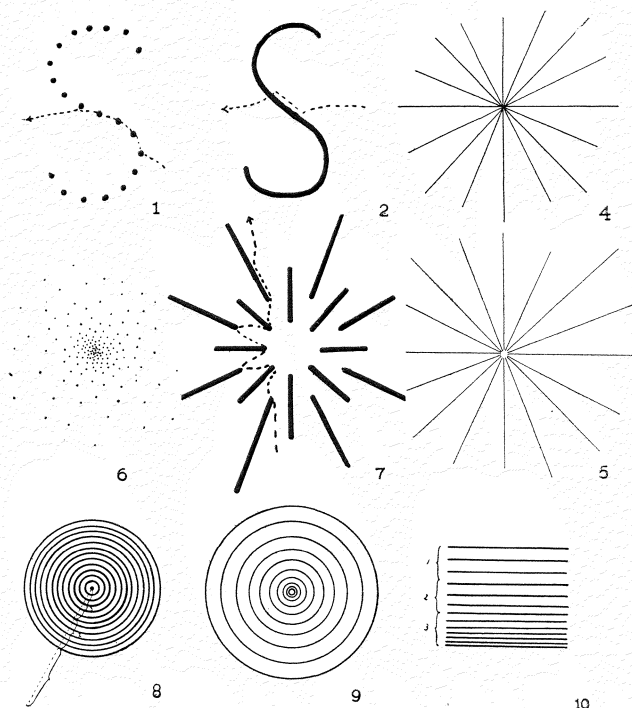


Fig. 1—2 og 4—10. Nedsat til  $\frac{1}{4}$ , undt. Fig. 4, der er nedsat til  $\frac{3}{4}$ .

jeg, at det var af Interesse at se, om Figuren ogsaa tiltrak, naar den var *konturløs*. Derfor lod jeg et Punkt, der var saa mørkt, som det var mig muligt at fremstille det med en Viking-Blyant Nr. 2, fortone sig ganske jævnt over i hvidt (Fig. 3). Afstanden fra „sort“ til hvidt var 4—5 cm. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
36	31	5

*Forsøgsrække 5.* Paa samme Maade som i 4. lod jeg



nu et Punkt, der var ca. „halvt“ saa mørkt fortone sig jævnt over i hvidt. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi	
	søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
10	10	0

Bierne kredsede længere over Figuren, inden de satte sig, end i 4.

*Det er saaledes ikke alene den Kontrast, der opstaar ved, at to forskellige Figurer mødes i en skarpt afgrænset Linie, der virker tiltrækkende.* I dette Tilfælde kan der altsaa ikke være Tale om, at en Kontursans spiller en Rolle.

Da Blomsternes Saftmærker ofte bestaar af *Streger, der konvergerer mod samme Punkt*, forsøgte jeg at præsentere Bierne for nogle Figurer bestaaende af krydende eller sammenløbende Streger.

*Forsøgsrække 6.* 8 Streger paa 1 mm Tykkelse blev trukket saaledes, at de skar hinanden i samme Punkt (Fig. 4). Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi	
	søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
19	18	1

Flere af dem *gik langs Stregerne* mod Skæringspunktet.

*Forsøgsrække 7.* Det samme Forsøg blev gjort med Streger paa  $\frac{1}{6}$  mm Tykkelse. (Det maa her bemærkes, at det ikke var lykkedes mig at trække Stregerne saa de skar hinanden nøjagtigt i samme Punkt). Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi	
	søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
22	20	2

Bierne fløj her mod Skæringspunktet.

*Forsøgsrække 8.* Da der var Mulighed for, at den stærke Tiltrækning af Bierne i 7. skyldtes den Unøjagtighed, hvormed Stregerne skar hinanden, lod jeg i et nyt Forsøg det centrale Parti, hvor Stregerne i forrige Forsøgsrække skar hinanden, være blankt. Der blev saaledes et lille hvidt Felt paa ca. 1 mm i Diameter, hvorfra 16 Streger straaledede ud (Fig. 5). Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
21	3	18

Flere af de Bier, der ikke satte sig over Figuren, viste ved deres Bevægemaade, at de opfattede denne, idet de dykkede, naar de fløj hen over den.

Forsøgsrække 6 og 7 viser altsaa, at *sammenløbende Streger virker tiltrækkende* paa Bierne, og at tykkere Streger ofte følges mod det Punkt, hvor de mødes. *Er Stregerne saa fine, at Bierne ikke kan adskille dem under Flugten*, (den mindste Synsvinkel er ifølge Baumgärtner ca 1<sup>o</sup>) *kan de dog opfattes, naar de ligger tæt sammen* og saaledes udøver en vis Tiltrækning.

Ligesom Blomsternes Saftmærker hyppigt bestaar af Streger, saaledes forekommer der ogsaa hyppigt Prikker, der ligger tættest omkring Indgangen til Nectariet. For at prøve, om saadanne Prikker virkelig kan lede Bierne saaledes, at de finder Vej til Nectariet, gjorde jeg følgende Forsøg.

*Forsøgsrække 9.* Paa et Stykke hvidt Papir anbragte jeg nogle Prikker paa 1 mm i Diameter. Disse Prikker laa tæt sammen paa Papirets Midte, og Afstanden mellem dem aftog stærkt ud mod Randen (Fig. 6). Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi	
	søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
15	15	0

Bierne søgte fortrinsvis mod Midten.

*Forsøgsrække 10.* Det samme Forsøg blev gjort med Prikker, hvis Diameter varierede mellem  $\frac{1}{4}$  og  $\frac{1}{6}$  mm. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi	
	søgte til Figuren	søgte udenfor Figuren
12	12	0

Disse Forsøg viser ligesom Forsøgene med Stregerne, at *Bierne søger der hen, hvor der er flest Enkeltelementer, som staar i Kontrast til Grundfarven.* Saalænge Bien befinder sig i Luften, kan den næppe skelne Prikkerne i Figuren i 10 fra hinanden. Vi maa derfor antage, at denne Figur vil minde Bien meget om Figuren i 4 og 5 og virke tiltrækkende paa samme Maade.

For at blive klar over, om det var almengyldigt, at Bierne søger der hen, hvor det største Antal Enkeltelementer findes, gjorde jeg følgende Forsøg:

*Forsøgsrække 11.* Paa et Stykke Papir lod jeg 8 Streger paa  $2\frac{1}{2}$  mm's Bredde konvergere mod et bestemt Punkt. Stregerne blev dog ikke ført længere ind mod Centrum, end at deres Endepunkter havde en indbyrdes Afstand paa 1 cm. Ind mellem disse Streger kilede sig 8 andre Streger, der stoppede op der, hvor de havde en Afstand fra de først trukne Streger paa ca. 1 cm (Fig. 7). Bierne opsøgte Figuren med svag Tendens til at gaa mod Midten. Hvad der her navnlig havde Interesse var, at nogle af Bierne *gik fra Endepunkt til Endepunkt af Stregernes centrale Ende* (se Fig.). Dette vil sige det

samme som, at *Bierne gik mellem de Punkter paa Stregerne, der havde den største Konturrigdom.*

Forsøget blev gentaget ca. 25 Gange. En Optælling lod sig ikke foretage.

*Forsøgsrække 12.* Et lignende Forsøg blev gjort, hvor Stregerne kun var 1 mm tykke, og hvor der for hver Streg i den indre Kreds kilede sig 2 Streger ind udefra. Afstanden mellem Stregernes Endepunkter var ca. 4 mm. Bierne søgte her mod Midten og navnlig til den indre Ende af den ydre Krans. En Optælling lod sig ikke foretage. Forsøget blev gentaget ca. 25 Gange.

Disse Forsøg kunde altsaa tyde paa, at Figurerne Konturrigdom spiller en Rolle ved den Tiltrækning, de udøver paa Bierne. For nærmere at faa afgjort om dette var Tilfældet, gjorde jeg følgende Forsøg:

*Forsøgsrække 13.* En Figur bestaaende af en 2 mm stor Prik omgivet af koncentriske Cirkler blev tegnet paa et Stykke Papir. Afstanden mellem Cirklerne var 2 mm, og Stregerne havde en Tykkelse paa 1 mm (Fig. 8). En tynd Stribe Sukkervand blev trukket saaledes, at den havde sit ene Endepunkt over Centrum, sit andet lige saa langt uden for Figuren som Afstanden fra Centrum til den største Cirkel. Denne Stribe tænkte jeg mig nu delt i tre Stykker, hvoraf det ene (1) udgjordes af det Stykke, der laa udenfor Figuren, det andet (2) af Stykket fra Periferien til et Punkt midt mellem denne og Centrum og det tredie (3) af Stykket fra dette Punkt ind til Centrum. Ved at notere, ved hvilket Stykke af Sukkervandsstriben den først ankomne Bi i hvert Forsøg satte sig, fik jeg følgende Resultat:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi satte sig		
	udenfor Figuren (1)	over Figurens Periferi (2)	over Figurens centrale Del (3)
51	6 (11,8 %)	22 (43,1 %)	23 (45,1 %)

Skulde det være Antallet af Retningsskifter i Konturerne, der virkede tiltrækkende paa Bierne, skulde de i dette Forsøg have søgt mod Centrum. Dette gjorde de imidlertid ikke, hvilket ogsaa fremgaar tydeligt af Tabellen. *Der kan altsaa ikke være Tale om, at Antallet af Retningsskifter i Konturerne spiller nogen væsentlig Rolle ved Stregernes Tiltrækning paa Bierne.*

*Forsøgsrække 14.* Nu prøvede jeg en Figur bestaaende af koncentriske Cirkler, der laa tættest sammen inde omkring Centrum (Fig. 9). De to inderste Ringe havde en indbyrdes Afstand paa  $\frac{1}{2}$  mm. Mellem anden og tredie Cirkel var der  $1\frac{1}{2}$  mm, og saa fremdeles lod jeg Afstanden mellem Cirklerne forøges med 1 mm for hver ny Cirkel. Den Cirkel, der laa nærmest ved Centrum, havde en indvendig Diameter paa 2 mm. Fodringen og Optællingen foregik paa samme Maade som i forrige Forsøg. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi satte sig udenfor Figuren		
	over Figurens Periferi	over Figurens centrale Del	
41	4 (9,8 %)	14 (34,1 %)	23 (56,1 %)

*Forsøgsrække 15.* Den samme Figur blev benyttet igen, men jeg anbragte nu en rund Prik paa 1 mm i Diameter i Centrum. Forsøgsgangen var som i 13 og 14. Resultatet var overraskende:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi satte sig udenfor Figuren		
	over Figurens Periferi	over Figurens centrale Del	
44	3 (6,8 %)	10 (22,7 %)	31 (70,5 %)

Disse to Forsøg synes at vise, at *Bierne søger der hen, hvor Feltet virker mest „mættet“ paa Baggrund af Grundfarven.* Det maa anses for usandsynligt, at en Forøgelse

af Konturmængden omkring Centrum paa ca. 3 mm skulde have en saa stor Virkning, som Forsøget viser.

*Forsøgsrække 16.* Det samme Forsøg som i 15 blev gjort med en Figur, hvor Afstanden mellem Cirklerne kun forøgedes med  $\frac{1}{2}$  mm, efterhaanden som man fjernede sig fra Centrum. Ogsaa her søgte Bierne omend svagere til Centrum. Der blev ikke foretaget nogen Optælling.

*Forsøgsrække 17.* Til Slut prøvede jeg at trække en Række parallelle Streger, der laa tættere i den ene Side af Figuren end i den anden (Fig. 10). Afstanden mellem Stregerne begyndte med 1 mm, blev saa  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$  o. s. v. For hver Streg steg Afstanden med  $\frac{1}{2}$  mm. Feltet med Stregerne blev inddelt i tre lige store Dele saaledes, at Felt 1 indeholdt de Streger, der havde den største indbyrdes Afstand og Felt 3 de Streger, der havde den mindste indbyrdes Afstand. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor den førstankomne Bi satte sig over		
	Felt 1	Felt 2	Felt 3
29	5	9	15

Ogsaa disse Forsøg maa sikkert tydes derhen, at *Bierne opsøger de Steder paa Figuren, der virker mest „møttet“ og adskiller sig mest fra Grundfarven (Dressurfarven).*

Det synes altsaa som om det er *Kontrasten* til Grundfarven og ikke Konturen, der spiller den væsentlige Rolle ved den Tiltrækning, Saftmærkerne udøver paa Bierne.

Dette behøver ikke nødvendigvis at modsige Mathilde Hertz's Iagttagelser, idet hun hovedsagelig har arbejdet med farvede *Flader*, medens mine Forsøg er gjort med Streger og Prikker. Imidlertid tror jeg dog, det er et Spørgsmaal, om ikke ogsaa de Resultater, Math. Hertz er naaet til, skyldes *Kontrastfænomener* i Lighed med de Iagttagelser, Knoll (1926) har gjort

over *Macroglossum*. Denne Sommerfugl har nemlig den Vane, at den, naar den er træt, opsøger mørke Steder. Saaledes sætter den sig paa mørke Skygger og mørke Flader. Den opsøger altid det mørkeste Punkt, den kan finde, og den foretrækker Flader, der staar i stor Kontrast til Omgivelserne, for Flader, der adskiller sig mindre fra Baggrunden. Giver man Sommerfuglen en stor Flade, sætter den sig altid nær Randen, hvilket vil sige, at den sætter sig paa det Sted, hvor Kontrasten er størst. Det er muligt, at Math. Hertz's Resultater skal tydes i samme Retning. Er dette Tilfældet, vil man ogsaa bedre være i Stand til at se en Sammenhæng mellem hendes og mine Resultater. Imidlertid vil det sikkert være nødvendigt at foretage endnu en lang Række Forsøg over dette Emne. At mine Bier søger mod Figurer, der er forskellige fra den Farve, de har vænnet sig til at søge paa, synes jeg staar i Modstrid med Baumgärtners Resultater, efter hvilke Bierne skulde indprente sig Landingspladsens Farvefordeling. Imidlertid tror jeg som allerede nævnt, at en nøjere Gennemgang af de forskellige Forskeres Forsøgsopstilling vil bringe Klarhed over Aarsagen til Meningsforskellighederne.

## Kapitel II.

Da jeg var klar over, at Streger, Prikker og Skygger virkede tiltrækkende paa Bierne, fandt jeg, at det var af Interesse at prøve dem paa Blomstermodeller. De Forsøg, der omtales i dette Kapitel, er foretaget med Bier, der var dresseret paa blaat. Forsøgsgangen var for de plane Figurers Vedkommende som i Kapitel I.

*Forsøgsrække 1.* Et Stykke Papir paa  $3 \times 4$  cm (Fig. 11 a) blev lagt frem for Bierne i en Kopiramme. Bierne søgte overalt paa Papiret dog mest langs Randen. *Der var altsaa ikke noget bestemt Punkt inde paa den blaa Flade, der tiltrak dem.*

*Forsøgsrække 2.*

Da jeg var klar herover, forsynede jeg to Stykker Papir paa  $3 \times 4$  cm med hver sit „Saftmærke“. Disse „Saftmærker“ bestod af 4 Streger, der skar hinanden i samme Punkt (Fig. 11 b).

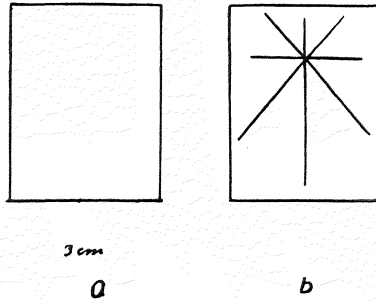


Fig. 11.

Punktet laa 1 cm fra Papirets korteste Kant. Stregerne var ca. 1 mm tykke. I det ene Tilfælde var de gule, i det andet sorte. Papirstykkerne blev lagt i Kopirammer. Over Stregernes Skæringspunkt og 2 cm derfra mellem Stregerne anbragte jeg en lille Draabe Sukkervand. Der var saaledes lige store Chancer for, at Draaberne skulde blive fundet, saafremt „Saftmærket“ ingen Betydning havde. Resultatet var:

„Saftmærket“s Farve	Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor Bi Nr. 1 først sugede af Draaben	
		over „Saftmærket“	udenfor „Saft- mærket“
gul	20	19	1
sort	10	9	1
ialt:	30	28	2

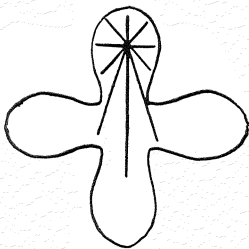


Fig. 12.

Forsøgene med gule og sorte Streger blev ikke foretaget samtidigt.

Nu klippede jeg nogle „Korsblomster“ ud. De var 5 cm i Diameter, og Kronbladene var ca.  $1\frac{1}{2}$  cm brede.

*Forsøgsrække 3.* Paa en Blomst



uden „Saftmærke“ søgte Bierne over hele Fladen. Forsøget blev gjort 40 Gange. *Blomstens Form ledede altsaa ikke Bien mod noget bestemt Punkt.*

*Forsøgsrække 4.* Da jeg anbragte et „Saftmærke“ i Form af krydsende Streger paa et af Kronbladene (Fig. 12) og fodrede over dette og over et af de andre Kronblade, blev Resultatet:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor Bi Nr. 1 først sugede af Draaben	
	over „Saftmærket“	uden for „Saftmærket“
50	42	8

*Forsøgsrække 5.* Paa en lignende „Blomst“ anbragtes Stregerne saa de skar hinanden i Blomstens Midte. Der fodredes over Midten og over et af Kronbladene. Resultatet var:

Antal af gyldige Forsøg	Antal af Forsøg hvor Bi Nr. 1 først sugede af Draaben	
	over „Saftmærket“	uden for „Saftmærket“
16	15	1

For nu at prøve Mærkerne paa *rumlige Blomstermodeller* konstruerede jeg nogle Tragte af blaat Papir (Fig. 13). Disse Tragte havde en Vinkel paa ca.  $60^{\circ}$  og en Side paa 5 cm. I Randen skar jeg to Vinkeludsnit, hvis Spids laa 2 cm fra Tragstens Bund. Paa denne

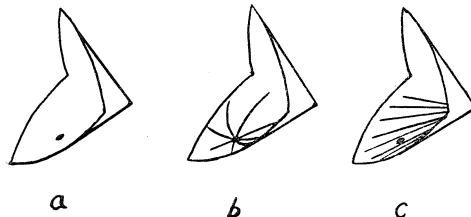


Fig. 13.

Maade opnaede jeg at faa fremstillet en tolæbet „Blomst“. I Underlæben og i Bunden klippede jeg et Hul med en Diameter paa 2 mm.

Under hvert Hul blev der anbragt en lille Glastube. Mundingen af hvert Glas blev omgivet med en Manchet, saaledes at Bierne ikke kunde faa deres Snabel ned i Glasset fra Siden (Fig. 14).

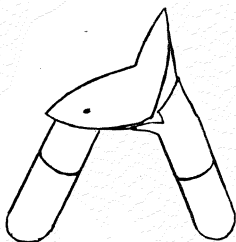


Fig. 14.

*Forsøgsrække 6.* 3 saadanne Papiersblomster uden „Saftmærke“ (Fig. 13 a) blev anbragt ved Siden af hinanden. I Glasset under Underlæben paa den ene Blomst og Glasset under Bunden af den anden Blomst blev der fyldt saa meget Sukkervand, at Bierne kunde naa det. De øvrige Glas blev kun halvt fyldte. Idet jeg nu stadig flyttede om paa Blomstermodellerne, iagttog jeg Bierne, der besøgte den Blomst, hvor de intet Sukkervand kunde naa. Bierne søgte overalt i Blomsten, indtil de fandt et Hul, som de saa undersøgte.

En Optælling viste:

Antal af Bier der først undersøgte Hullet i	
Læben	Bunden
19	32

Dette Flertal af Bier, der først søgte til „Blomsten“s Bund, maa sikkert ikke betragtes som Bevis for at Bunden udøvede en større Tiltrækning end Randen. Naar de fleste Bier først kom til Bunden, skyldtes det sikkert kun det simple Forhold, at *Bierne af hele Blomstens Form blev drevet derned ligesom Aalene i en Aaleruse*. Det maa dog bemærkes, at det var sjældent, at Læben blev undersøgt med samme Ihærdighed som Bunden.

*Forsøgsrække 7.* Det samme Forsøg som i 6 blev gjort med Blomster, der havde „Saftmærke“ paa Læben (Fig. 13 b), Mage til det i de foregaaende Forsøg. Resultatet var:

Antal af Bier der først undersøgte Læben	Hullet i Bunden
25	0

*Forsøgsrække 8.* I en Blomst med Streger gaaende radiært ud fra Hullet i Bunden (Fig. 13 c) blev Resultatet:

Antal af Bier der først undersøgte Læben	Hullet i Bunden
1	24

*Ogsaa i Blomster med Dybde har Saftmærkerne altsaa Betydning.*

Da alle disse Forsøg er gjort med Blomstermodeller, der var unaturlig store, forsøgte jeg, om jeg kunde naa til de samme Resultater med smaa Modeller. Dette mislykkedes dog totalt, da jeg paa Grund af den ringe Størrelse ikke var i Stand til at følge Biernes Bevægelser.

Til Slut maa jeg gøre opmærksom paa, at de Forsøg, jeg har gjort, ikke udelukker den Mulighed, at nogle af Bierne, der er benyttet ved mine Forsøg har haft Erfaringer for Saftmærker fra Naturen. Endvidere har Dressurfarven været dem bekendt. Hvorledes Bierne vil reagere, naar de stilles overfor ubekendte Saftmærker paa en for dem ukendt Baggrund, kan jeg ikke afgøre paa det nuværende Tidspunkt.

#### Resumé:

Gennem de her beskrevne Forsøg, har jeg søgt at kaste Lys over Spørgsmaalet, om hvorvidt Blomsternes Saftmærker kan virke som Vejviser for Bierne den første Gang, de kommer til en for dem ukendt Blomst. Forsøgene er gjort paa den Maade, at jeg har dresseret Bierne paa en bestemt Farve. Derpaa har jeg præsen-

teret dem for en Figur, der var tegnet paa Dressurfarven. Resultatet af Forsøgene er, at enhver Figur bestaaende af Streger, Prikker eller Skygger tiltrækker Bjerne, naar den er anbragt med Dressurfarven som Baggrund. Bjerne søger altid mod det Punkt i Figuren, der staar i størst Kontrast til Dressurfarven. Der kan næppe være Tale om, at en Kontursans (Math. Hertz) spiller nogen væsentlig Rolle. Det anses for muligt at den Kontursans, Math. Hertz tillægger Bjerne, i Virkeligheden maa betragtes som en *Kontrastsans* i Lighed med den, Knoll har fundet hos *Macroglossum*.

Nogle Forsøg med *store* Blomstermodeller viste, at Bjerne ikke søger Blomsternes Midte, og at Blomsternes Dyb næppe har nogen Tiltrækning. Derimod var det ved Hjælp af „Saftmærker“ muligt at dirigere Bjerne derhen, man ønskede.

Forsøg med *smaa* Blomstermodeller mislykkedes.

---

### Summary.

During this series of experiments I have tried to find out, if honey-guides in the flowers help the bees to find their way to the nectar of a flower when visiting it for the first time, just as Sprengel says. To ascertain this, I taught some bees to look for food on a sheet of paper of a certain colour (white, blue etc.). Having done this, I showed various figures drawn on this coloured paper to the bees. The result of these experiments shows that *the bees are attracted by all figures which have a colour different from the ground colour of the paper*. The bees will examine spots and follow lines, and they prefer places where the lines are closer together than elsewhere. They will also go to dark, misty spots without a distinct outline. *The more the spot differs from the ground colour, the more it attracts the bees*. If the lines or spots of which the figure consists, are so thin or small that the bees cannot distinguish them from each other, they will still go to the place, where the spots or lines are closest together, if only the spots and lines are so close together as to produce an impression different from the ground colour. This seems to contradict Baumgärtner's conclusion that the honey-guides in *Gera-*

*nium pyrenaicum* do not guide the bees to the nectar. Mathilde Hertz has shown that bees if given figures of equal areas, will prefer the figures with the greatest extent of outline, and that this sense of outline is due to the number of changes of direction, in which the impression is moved from one ommatidium to another. However, it does not seem to be these changes which chiefly guide the bees in my experiments. When I gave the bees a figure consisting of a small spot surrounded by concentric circles with equally wide intervals between them, the bees did not go to the centre, where the greatest number of changes in the direction of the outline was to be found. When I gave the bees a similar figure, where the circles were drawn closer together round the centre than at the periphery, they went towards the centre, where the whole impression differed most from the ground colour. As some bees in one of the experiments (Kapitel I, 12.) moved from end to end of the lines, i. e. went to those points of the lines which have the richest outlines, there is reason to believe that the sense of outline nevertheless plays a tiny part in the attractive power of the figures. Further, it is suggested that the „sense of outline“ is due more to the contrast of figures than to the distinct outlines.

As all these experiments were made with figures drawn on a large sheet of paper, I have also tried figures drawn on models of flowers. When I gave the bees a crucifer-shaped flower, but without honey-guides they hunted all over the surface. If I provided the same flower with a „honey-guide“, nearly all the bees went to this. Kugler is of opinion that the middle and the depth of the flowers attract the humblebees in his experiments. This does not seem to be the case with honeybees, at least not if the models are as large as those which I have used. Also in funnelshaped flowers the bees followed the „honey-guides“.

In the above experiments I took great care that the bees did not get any experience beforehand of the figures which I showed to them. However, there is no doubt that at least some of the bees had seen honey-guides before, and thus they may have got some experience of figures, and besides the bees knew the colour on which the figures were drawn; how they would react, if the colour too were new to them is not easy to say at present.

---

### Litteratur.

- Baumgärtner, H., 1928: Der Formensinn und die Sehschärfe der Bienen. Z. vergl. Phys. 7.
- Bergsøe, Vilh., 1915: Fra Mark og Skov (II. Udg. ved. C. Wesenberg-Lund).
- Buddenbrock, W. von, 1935: Die Physiologie des Fazettenauges. Biol. Reviews.
- Cammerloher, H., 1931: Blütenbiologie I. Sammlung Borntraeger Bd. 15.
- Eltringham, H., 1919: Butterfly Vision. Trans. Ent. Soc. London.  
— 1933: The Senses of Insects.
- Frisch, K. von, 1914: Der Farbensinn und Formensinn der Biene. Zool. Jahrb. Abt. Zool. & Phys. 35.  
— 1919: Über den Geruchsinn der Biene und seine blütenbiologische Bedeutung. *ibid.* 37.  
— 1923: Über die „Sprache“ der Bienen. *ibid.* 40.
- Hertz, Math., 1929, 1930, 1931: Die Organisation des optischen Feldes bei der Biene. I—II—III. Z. vergl. Phys. 8, 11, 14.  
— 1934: Zur Physiologie des Formen- und Bewegungssehens. I. *ibid.* 20.
- Kirchner, O., 1911: Blumen und Insekten.
- Knoll, F. 1926: Insekten und Blumen. Abhandl. Zool.- Bot. Ges. Wien. 12.
- Kugler, H., 1930: Blütenökologische Untersuchungen mit Hummeln. Planta 10.
- Müller, Hermann, 1873: Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider.
- Sprengel, Chr. K., 1793: Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen.
- Wolf, E., 1934: Das Verhalten der Bienen gegenüber flimmernden Feldern und bewegten Objekten. Z. vergl. Phys. 20.
- Zerrahn, G., 1934: Formendressur und Formenunterscheidung bei der Honigbiene. *ibid.* 20.
-