

7 MAART 1966

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslagen V-176
(R III-296-1965)

Nieuw onderzoek naar het verband tussen de blad-
ontplooiing van de wilde kastanje (Aesculus
Hippocastanum) en de bloei van vroege appels en peren

door

Mej.G.J.Laman (phys.geogr.cand.)

en

Ir. R.F. Fisser

De Bilt, 1965

Kon. Ned. Meteor. Inst.
De Bilt

Inhoudsopgave

1.	Inleiding en doel van het onderzoek	p 1
2.	De gegevens	1
2.1.	Wilde Kastanje	1-2
2.2.	Appel en peer	2-3
3.	De bewerking der gegevens	3-13
4.	Het voortschrijden van de bladontplooiing en de bloei over het land	14-15
5.	Invloed van het weer	15-18
6.	Vergelijking van de nieuwe - met de oude regressieformules	18-21

551.506:635

1. Inleiding en doel van het onderzoek

In het verleden werd door Post en Kramer^{*} in enkele fruitteeltgebieden van ons land het verband tussen het begin van de bloei van een aantal vroege appel- en pererassen en de daaraan voorafgaande bladontplooiing van de wilde kastanje onderzocht. Daarmee werd getracht het eerstgenoemde fenologisch stadium met behulp van het laatste te voorspellen. Het onderzoek was gebaseerd op door Dr. Bos verzamelde gegevens over het tijdvak 1894-1930. De in elk der onderzochte fruitteeltgebieden gevonden relatie werd in een regressievergelijking tot uitdrukking gebracht. Deze vergelijkingen bleken echter vaak niet geheel te voldoen. In het bijzonder was dit het geval voor de vergelijking, welke voor het noorden van het land was opgesteld. Dit gaf derhalve aanleiding om andermaal een onderzoek naar de genoemde relatie te doen, met het doel nieuwe regressievergelijkingen te vinden, welke hopelijk meer zouden bevredigen.

De voor het onderzoek benodigde gegevens zijn afkomstig van het K.N.M.I.

2. De gegevens

2.1. Wilde kastanje

De mogelijkheid tot het opstellen van de desbetreffende regressievergelijking berust primair op de aanwezigheid van gegevens over de bladontplooiing van de wilde kastanje.

Hoewel het de bedoeling was het onderzoek te betrekken op de periode aansluitend op die van 1894-1930, bleek dit niet te realiseren.

Over de jaren 1933-1939 zijn weliswaar gegevens aanwezig van de Nederlandse Phaenologische Vereniging, doch deze hebben betrekking op zulk een gering aantal waarnemingen over het gehele land verspreid dat zij niet bruikbaar zijn voor het onderzoek.

Van de jaren 1940-1963 bestaan twee reeksen van gegevens over de bladontplooiing van de wilde kastanje:

I. Tabellen waarin gegevens zijn overgenomen van de voornoemde Phaenologische Vereniging en gegevens van waarnemers, na de opheffing van deze Vereniging in 1944.

II. Kaarten verzameld door het K.N.M.I., met waarnemingen afkomstig van

a) "vaste" waarnemers, die hun waarnemingen jaarlijks middels een daartoe bestemd formulier inzenden;

b) "incidentele" waarnemers, die hun waarnemingen na een radio-oproep opgeven.

2.2. Appel en peer

De van de jaren 1933-1939 beschikbare gegevens over de bloei van de appel en peer zijn voor het gestelde doel niet te gebruiken, aangezien zij op de volle bloei en niet op het begin van de bloei betrekking hebben. Van de jaren 1940-

^{*} de Fruitteelt 39, no's 4, 5, 6 (1949).

1946 zijn in het geheel geen gegevens aanwezig. Bruikbaar zijn slechts de gegevens van 1947 af, welke sedert dien door het K.N.M.I. werden bijeengebracht. Dit betekent dus dat het onderzoek slechts gebaseerd is op de periode 1947-1963.

Een periode van 17 jaren is voor een statistische bewerking van dit soort gegevens kort, zodat de verkregen uitkomsten met de nodige voorzichtigheid dienen te worden gehanteerd.

Een uitbreiding van de reeks met de eerstvolgende jaren is zeker gewenst.

Bij het onderzoek zijn de volgende rassen betrokken:

appel: Schone van Boskoop

Cox's Orange Pippin

Yellow Transparent

peer : Précose de Trévoux

Bonne Louise d'Avranche

Légipont

3. De bewerking der gegevens

Van de bestaande fenologische gebieden, waarin ons land pleegt te worden verdeeld, werden diegene als geheel of als delen uitgezocht, waar de fruitteelt van belang is te achten, namelijk (zie Fig.1).

Gebied I : De kuststrook van Groningen en Friesland, waar de zee-invloed zich min of meer doet gelden.

Gebied II : De overige delen van Groningen en Friesland en het noordelijk deel van Drente.

Gebied III: De IJsselstreek.

Gebied IV : De Betuwe en zuidwest Utrecht tot de omgeving van Woerden.

Gebied V : De oostelijke helft van de kop van Noordholland.

Gebied VI : Walcheren, Noord- en Zuid-Beveland.

Hoewel Zuid-Limburg eveneens een belangrijk fruitteeltgebied is, werd dit wegens gebrek aan waarnemingen niet bij het onderzoek betrokken.

In elk van de zes gebieden werd de gemiddelde datum van de bladontplooiing van de wilde kastanje zowel als die van het begin van de bloei van de eerdergenoemde appel- en pererassen berekend.

Voor de berekening van de gemiddelde datum van de bladontplooiing werden de desbetreffende gegevens van reeks IIa, dus die van de vaste waarnemers gebruikt. Deze gegevens leken ons meer betrouwbaar dan die van reeks I. Zij zijn nl. afkomstig van personen, die met behulp van een nauwkeurige omschrijving van het stadium van de bladontplooiing zich uitsluitend tot het waarnemen hiervan bepalen, zodat aangenomen mag worden, dat zij daarin gespecialiseerd zijn. De gegevens van reeks I daarentegen zijn waarnemingen van personen, die daarin minder bedreven worden

een weinig aan de vroege kant, zodat de hoofdfase dus iets verschoven kan zijn. In tabel 2 zijn gebiedsgewijze de gemiddelde data van de bladontplooiing van de wilde kastanje en die van het begin van de bloei van elk der 3 appel- en pererassen weergegeven, waarbij de getallen tussen haakjes op het aantal waarnemingen betrekking hebben. Bovendien zijn er in opgenomen de gemiddelde bloeidata van de 3 appelrassen zowel als van de 3 pererassen tezamen. Bij de correlatieberekening is van de laatstgenoemde bloeidata uitgegaan, vanwege het geringe aantal waarnemingen van elk ras afzonderlijk.

Tabel 2. Gemiddelde datum van de bladontplooiing v.d. wilde kastanje en van het begin v.d. bloei v. appel en peer per gebied.

Gebied I

Jaar	Wilde Kastanje	A p p e l			P e e r			Gemidd. appel	Gemidd. peer
		Schone v. Boskoop	Cox's	Yellow	Précose	B.Louise	Légipont		
1947	24/4 (6)	11/5 (6)	12/5 (3)	10/5 (4)	8/5 (2)	8/5 (3)	10/5 (3)	11/5	9/5
1948	15/4 (3)	27/4(12)	1/5 (6)	27/4 (9)	19/4 (6)	20/4 (7)	22/4 (5)	28/4	20/4
1949	11/4 (4)	30/4 (8)	2/5 (4)	29/4 (6)	17/4 (4)	19/4 (4)	21/4 (5)	30/4	19/4
1950	15/4(12)	7/5(11)	11/5 (7)	6/5 (9)	26/4 (4)	30/4 (5)	30/4 (6)	8/5	28/4
1951	25/4(14)	16/5 (8)	17/5 (6)	13/5 (6)	4/5 (4)	5/5 (4)	6/5 (3)	16/5	5/5
1952	14/4(22)	4/5 (5)	6/5 (3)	4/5 (4)	20/4 (3)	22/4 (3)	26/4 (3)	5/5	23/4
1953	15/4(28)	13/5 (4)	14/5 (2)	10/5 (2)	28/4 (3)	29/4 (3)	3/5 (3)	12/5	30/4
1954	24/4(23)	16/5 (4)	20/5 (2)	14/5 (2)	7/5 (3)	8/5 (3)	9/5 (2)	16/5	8/5
1955	20/4(16)	23/5 (7)	26/5 (6)	23/5 (6)	10/5 (1)	10/5 (3)	11/5 (3)	24/5	11/5
1956	3/5(17)	22/5 (5)	22/5 (5)	22/5 (2)	12/5 (1)	15/5 (3)	20/5 (1)	22/5	16/5
1957	3/4(11)	5/5 (5)	10/5 (2)	3/5 (2)	11/4 (2)	14/4 (3)	19/4 (2)	6/5	15/4
1958	28/4(17)	18/5(10)	19/5 (9)	19/5 (4)	8/5 (2)	9/5 (4)	10/5 (1)	18/5	9/5
1959	15/4(14)	3/5 (6)	4/5 (4)	1/5 (3)	18/4 (3)	22/4 (5)	23/4 (3)	3/5	21/4
1960	16/4(15)	7/5 (6)	8/5 (6)	5/5 (3)	22/4 (4)	26/4 (5)	2/5 (3)	7/5	27/4
1961	3/4(21)	28/4 (7)	28/4 (7)	24/4 (5)	16/4 (3)	16/4 (5)	19/4 (4)	27/4	17/4
1962	25/4(21)	25/5 (6)	27/5 (5)	20/5 (4)	9/5 (2)	9/5 (3)	17/5 (4)	24/5	12/5
1963	24/4(26)	22/5 (8)	23/5 (6)	17/5 (4)	11/5 (2)	12/5 (5)	18/5 (3)	21/5	14/5
Gem.	18/4	11/5	13/5	9/5	29/4	30/4	3/5	11/5	1/5

Gebied II

1947	23/4(13)	11/5 (5)	12/5 (2)	10/5 (4)	5/5 (1)	5/5 (1)	8/5 (3)	11/5	7/5
1948	15/4 (6)	26/4 (7)	30/4 (5)	25/4 (5)	18/4 (3)	17/4 (4)	20/4 (4)	27/4	18/4
1949	8/4(12)	27/4 (8)	1/5 (7)	24/4 (8)	16/4 (4)	17/4 (4)	18/4 (4)	27/4	17/4

geacht, aangezien zij daarnaast waarnemingen aan andere objecten doen. Het verschil tussen beide groepen waarnemers kon overigens op de volgende wijze worden aangetoond. Van een aantal jaren werd met behulp van de gegevens uit reeks I de gemiddelde datum van de bladontplooiing in elk van de zes bij het onderzoek betrokken gebieden berekend. Hieruit konden voor elk der beschouwde jaren de gemiddeld vroegste - en laatste data worden bepaald (niet noodzakelijk betrekking hebbend op eenzelfde gebied) welke in tabel 1 zijn weergegeven. In deze tabel is ter vergelijking voor dezelfde jaren tevens de hoofdfase van de bladontplooiing opgenomen, welke uit de gegevens van reeks II a en b is berekend en vastgelegd in desbetreffende verslagen van het K.N.M.I. (t/m 1956, van de hand van Post en van Kramer) en van de Sectie Fenologie van de Studiekring voor Ecologie en Fenologie (Onder hoofdfase wordt verstaan de periode waarin de bladontplooiing massaal wordt waargenomen).

Tabel 1. Vergelijking van de periode tussen de gemiddeld vroegste en laatste data v.d. bladontplooiing volgens de gegevens uit reeks I(=A) met de hoofdfase v.d. bladontplooiing volgens de gegevens uit reeks II(=B)

Jaar	A	B
1949	7/4 - 17/4	2/4 - 8/4
1950	8/4 - 21/4	2/4 - 11/4
1951	17/4 - 27/4	14/4 - 26/4
1952	11/4 - 19/4	5/4 - 17/4
1953	7/4 - 18/4	29/3 - 14/4
1954	-	4/4 - 21/4
1955	17/4 - 28/4	4/4 - 24/4
1956	21/4 - 10/5	12/4 - 5/5
1957	27/3 - 20/4	17/3 - 7/4
1958	21/4 - 27/4	-
1959	4/4 - 25/4	31/3 - 15/4
1960	6/4 - 20/4	-
1961	26/3 - 3/4	16/3 - 31/3
1962	19/4 - 29/4	18/4 - 24/4

We zouden kunnen verwachten dat de periode tussen de gemiddeld vroegste - en laatste datum van de bladontplooiing in de zes gebieden bij benadering overeen zou komen met de hoofdfase van de bladontplooiing, gebaseerd op de gegevens uit reeks II. Het bleek echter, zoals de tabel laat zien, dat de laatstgenoemde periode tot 13 dagen vroeger viel dan de eerstgenoemde.

Er zij opgemerkt dat bij de bepaling van de hoofdfase ook de gegevens van de "incidentele" waarnemers betrokken zijn. Deze meldingen zijn over het algemeen

1952	10/4(24)	25/4(10)	28/4 (5)	25/4 (9)	15/4 (5)	17/4 (6)	19/4 (4)	26/4	17/4
1953	3/4(27)	29/4 (8)	1/5 (4)	27/4 (7)	20/4 (4)	21/4 (7)	24/4 (5)	29/4	22/4
1954	9/4(30)	9/5 (6)	10/5 (4)	8/5 (6)	27/4 (2)	3/5 (3)	5/5 (4)	9/5	2/5
1955	10/4(26)	10/5(23)	12/5(11)	9/5(12)	1/5 (5)	2/5(10)	3/5(13)	10/5	2/5
1956	24/4(23)	13/5(17)	14/5(13)	11/5(13)	6/5(10)	7/5(11)	8/5(11)	13/5	7/5
1957	23/3(28)	23/4(12)	25/4 (7)	21/4(10)	31/3 (8)	3/4 (7)	11/4 (7)	23/4	5/4
1958	22/4(24)	9/5(20)	11/5(13)	9/5(16)	29/4 (9)	2/5 (7)	3/5(11)	10/5	1/5
1959	4/4(22)	24/4(17)	26/4(12)	23/4(12)	15/4 (6)	15/4 (7)	17/4 (9)	24/4	16/4
1960	7/4(23)	25/4(12)	1/5(11)	23/4 (7)	12/4 (6)	15/4 (6)	18/4 (7)	26/4	15/4
1961	22/3(28)	18/4 (9)	19/4(12)	16/4(10)	5/4 (5)	7/4 (6)	12/4 (6)	18/4	8/4
1962	21/4(29)	13/5 (9)	15/5 (9)	11/5 (7)	2/5 (4)	4/5 (6)	6/5 (5)	13/5	4/5
1963	17/4(31)	10/5 (9)	13/5(10)	8/5(10)	3/5 (7)	4/5 (9)	9/5 (6)	10/5	5/5
Gem.	10/4	1/5	4/5	30/4	21/4	23/4	26/4	2/5	23/4

Gebied V

1947	1/5 (6)	10/5 (9)	12/5 (6)	10/5 (6)	6/5 (3)	8/5 (8)	9/5 (6)	11/5	8/5
1948	14/4 (3)	25/4(22)	30/4(20)	25/4(15)	16/4 (7)	17/4(16)	19/4(12)	27/4	17/4
1949	9/4(11)	27/4(18)	30/4(14)	26/4(17)	16/4 (4)	17/4(15)	19/4(13)	27/4	17/4
1950	12/4(14)	5/5(14)	8/5(14)	4/5(22)	18/4 (5)	20/4(15)	27/4(15)	6/5	23/4
1951	22/4(18)	13/5(11)	17/5 (9)	13/5(12)	2/5 (3)	3/5(10)	6/5 (8)	14/5	4/5
1952	12/4(29)	1/5(14)	3/5(11)	30/4(12)	17/4 (3)	19/4(12)	22/4 (9)	1/5	20/4
1953	10/4(25)	4/5 (9)	7/5 (8)	4/5(10)	24/4 (2)	24/4 (8)	28/4 (5)	5/5	25/4
1954	18/4(20)	12/5(12)	13/5(10)	12/5(10)	8/5 (2)	8/5(11)	10/5 (8)	12/5	9/5
1955	13/4(13)	18/5(12)	18/5(11)	17/5(11)	3/5 (2)	6/5(10)	8/5 (7)	18/5	6/5
1956	28/4(18)	20/5(17)	21/5(13)	17/5(13)	14/5 (3)	13/5(16)	15/5 (9)	19/5	14/5
1957	27/3(29)	1/5(13)	3/5(12)	26/4(10)	6/4 (3)	9/4(11)	19/4 (7)	30/4	12/4
1958	26/4(10)	15/5(12)	17/5(12)	15/5(12)	3/5 (5)	7/5(11)	8/5 (5)	16/5	6/5
1959	7/4(12)	28/4 (8)	29/4 (7)	27/4 (7)	18/4 (1)	18/4 (7)	21/4 (4)	28/4	19/4
1960	11/4(12)	4/5 (8)	7/5 (8)	1/5 (6)	18/4 (3)	22/4 (6)	26/4 (3)	4/5	21/4
1961	30/3(14)	23/4 (7)	24/4 (7)	22/4 (5)	9/4 (2)	12/4 (6)	17/4 (3)	23/4	12/4
1962	24/4(18)	22/5 (4)	24/5 (5)	19/5 (6)	5/5 (1)	9/5 (3)	15/5 (2)	22/5	10/5
1963	20/4(26)	21/5 (5)	23/5 (5)	16/5 (5)	12/5 (1)	12/5 (3)	15/5 (2)	20/5	13/5
Gem.	15/4	8/5	9/5	6/5	26/4	27/4	1/5	8/5	28/4

Gebied VI

1947	-	5/5 (8)	7/5 (6)	5/5 (6)	27/4 (4)	29/4 (7)	1/5 (3)	6/5	29/4
1948	-	18/4 (4)	21/4 (4)	19/4 (3)	8/4 (4)	10/4 (5)	17/4 (2)	19/4	10/4
1949	-	18/4 (4)	22/4 (4)	19/4 (4)	13/4 (5)	12/4 (4)	15/4 (2)	20/4	13/4
1950	4/4 (5)	26/4 (8)	30/4 (8)	25/4 (6)	12/4 (9)	13/4 (6)	19/4 (6)	27/4	15/4
1951	9/4 (5)	4/5 (8)	8/5 (6)	4/5 (9)	21/4 (9)	21/4 (9)	27/4 (5)	5/5	23/4
1952	10/4(11)	24/4 (8)	26/4 (5)	24/4 (7)	14/4 (7)	15/4 (6)	19/4 (3)	25/4	15/4
1953	5/4(10)	27/4 (4)	29/4 (4)	28/4 (4)	19/4 (3)	20/4 (3)	22/4 (4)	28/4	20/4

1950	10/4(26)	7/5 (8)	8/5 (7)	5/5 (9)	22/4 (3)	26/4 (4)	29/4 (4)	6/5	26/4
1951	22/4(29)	14/5 (4)	14/5 (5)	10/5 (3)	3/5 (1)	3/5 (2)	3/5 (1)	13/5	3/5
1952	12/4(22)	3/5 (5)	3/5 (6)	1/5 (6)	19/4 (3)	19/4 (4)	19/4 (2)	2/5	19/4
1953	10/4(24)	5/5 (5)	8/5 (5)	3/5 (5)	28/4 (4)	28/4 (4)	1/5 (3)	5/5	29/4
1954	21/4(20)	12/5 (2)	13/5 (4)	12/5 (4)	7/5 (1)	6/5 (2)	6/5 (1)	12/5	6/5
1955	18/4(33)	19/5 (7)	24/5 (6)	17/5 (8)	6/5 (5)	6/5 (6)	8/5 (4)	20/5	6/5
1956	3/5(29)	18/5 (5)	21/5 (5)	18/5 (7)	11/5 (3)	13/5 (5)	16/5 (3)	19/5	13/5
1957	30/3(25)	30/4 (4)	4/5 (5)	29/4 (6)	9/4 (2)	13/4 (5)	16/4 (2)	1/5	13/4
1958	28/4(28)	16/5 (8)	17/5 (7)	14/5 (8)	8/5 (5)	8/5 (5)	8/5 (3)	16/5	8/5
1959	8/4(34)	29/4 (7)	30/4 (6)	28/4 (7)	18/4 (5)	19/4 (7)	23/4 (5)	29/4	17/4
1960	13/4(16)	5/5 (5)	6/5 (3)	5/5 (3)	21/4 (4)	21/4 (5)	28/4 (5)	5/5	24/4
1961	30/3(31)	25/4 (4)	24/4 (3)	21/4 (3)	15/4 (3)	15/4 (6)	16/4 (3)	23/4	15/4
1962	22/4(28)	23/5 (3)	25/5 (4)	19/5 (4)	7/5 (1)	8/5 (4)	9/5 (3)	22/5	8/5
1963	21/4(47)	19/5 (3)	21/5 (4)	16/5 (2)	9/5 (1)	10/5 (4)	14/5 (3)	19/5	11/5
Gem.	16/4	8/5	10/5	6/5	27/4	28/4	30/4	8/5	28/4

Gebied III

1947	22/4 (3)	8/5(12)	9/5 (5)	7/5 (6)	1/5 (3)	29/4 (2)	2/5 (4)	8/5	1/5
1948	13/4 (3)	22/4(10)	25/4 (3)	22/4 (3)	15/4 (3)	13/4 (2)	17/4 (3)	23/4	15/4
1949	2/4 (3)	20/4 (7)	21/4 (1)	2/4 (3)	-	-	17/4 (1)	21/4	17/4
1950	6/4(13)	3/5 (7)	5/5 (5)	2/5 (5)	18/4 (2)	19/4 (3)	22/4 (3)	3/5	20/4
1951	17/4(13)	7/5 (8)	11/5 (4)	6/5 (4)	28/4 (1)	26/4 (2)	30/4 (2)	8/5	28/4
1952	10/4(18)	26/4 (6)	27/4 (4)	26/4 (5)	16/4 (2)	17/4 (3)	19/4 (4)	26/4	17/4
1953	6/4(20)	1/5 (5)	1/5 (3)	29/4 (3)	21/4 (1)	24/4 (2)	25/4 (2)	30/4	23/4
1954	12/4(18)	9/5 (3)	11/5 (3)	10/5 (3)	1/5 (1)	1/5 (2)	5/5 (1)	10/5	2/5
1955	13/4(12)	8/5 (3)	13/5 (2)	10/5 (2)	1/5 (1)	30/4 (2)	1/5 (1)	10/5	1/5
1956	24/4(28)	14/5 (5)	15/5 (4)	14/5 (3)	7/5 (1)	7/5 (1)	8/5 (3)	14/5	7/5
1957	26/3(21)	23/4 (3)	30/4 (3)	23/4 (2)	2/4 (2)	6/4 (2)	7/4 (3)	25/4	5/4
1958	23/4(21)	9/5 (3)	11/5 (2)	8/5 (3)	2/5 (1)	3/5 (2)	4/5 (2)	9/5	3/5
1959	7/4(14)	25/4 (3)	26/4 (3)	24/4 (3)	16/4 (1)	16/4 (1)	16/4 (2)	25/4	16/4
1960	7/4 (8)	24/4 (2)	28/4 (2)	24/4 (2)	13/4 (2)	12/4 (2)	17/4 (2)	25/4	14/4
1961	27/3(21)	15/4 (1)	19/4 (2)	19/4 (2)	10/4 (1)	9/4 (2)	10/4 (2)	18/4	10/4
1962	21/4(21)	13/5 (2)	14/5 (2)	11/5 (2)	-	29/4 (1)	7/5 (2)	13/5	3/5
1963	18/4(19)	11/5 (2)	12/5 (3)	10/5 (2)	-	5/5 (3)	9/5 (3)	11/5	7/5
Gem.	11/4	2/5	3/5	2/5	22/4	23/4	25/4	3/5	24/4

Gebied IV

1947	18/4 (3)	6/5 (6)	7/5 (4)	6/5 (7)	27/4 (3)	1/5 (5)	2/5 (4)	6/5	30/4
1948	7/4 (5)	21/4 (7)	24/4 (4)	20/4 (6)	12/4 (1)	16/4 (7)	18/4 (6)	22/4	16/4
1949	5/4 (9)	20/4 (8)	24/4 (6)	20/4 (6)	14/4 (2)	14/4 (7)	17/4 (9)	21/4	15/4
1950	6/4(31)	2/5 (9)	4/5 (4)	1/5 (6)	17/4 (3)	22/4 (5)	23/4 (5)	2/5	21/4
1951	15/4(28)	5/5 (6)	8/5 (3)	5/5 (7)	26/4 (3)	28/4 (4)	30/4 (4)	6/5	28/4

Tenslotte werd het verschil (in dagen) nagegaan tussen de bladontplooiing van de kanstanje en het begin van de bloei van de appel resp. de peer en de standaardafwijking van het verschil berekend volgens de formule.

$$S_z = \sqrt{\frac{\sum z^2 - \frac{(\sum z)^2}{n}}{n - 1}}$$

waarin z = verschil in dagen

n = aantal jaren

Tabel 4 geeft een overzicht van de genoemde gemiddelde verschillen en de standaardafwijkingen per gebied voor elk van beide fruitsoorten.

Tabel 4

Jaar	A p p e l						P e e r					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1947	17	18	16	18	10	-	15	14	9	12	7	-
1948	13	12	10	15	13	-	5	3	2	9	3	-
1949	19	19	19	16	18	-	8	9	15	10	8	-
1950	23	26	27	26	24	23	13	16	14	15	11	-
1951	21	21	21	21	22	26	10	11	11	13	12	14
1952	21	20	16	16	19	15	9	7	7	7	8	5
1953	27	25	24	26	25	23	15	19	17	19	15	15
1954	22	21	28	30	24	32	14	15	20	23	22	21
1955	33	32	27	30	35	29	21	18	18	22	23	22
1956	19	16	20	19	21	24	13	10	13	13	16	18
1957	33	32	30	31	34	28	12	14	10	13	16	7
1958	20	18	16	18	20	19	11	10	10	9	10	8
1959	18	21	18	20	21	19	6	9	9	12	12	10
1960	21	22	18	19	23	21	11	11	7	8	10	8
1961	24	24	22	27	24	28	14	16	14	17	13	18
1962	29	30	22	22	28	22	17	16	12	13	16	12
1963	27	28	23	23	30	22	20	20	19	18	23	18
Gem.	23	23	21	22	23	24	13	13	12	14	13	13
S_z	5,5	5,6	5,0	5,3	6,5	4,7	4,4	4,6	4,8	4,7	5,6	4,6

1954	6/4 (6)	7/5 (2)	10/5 (1)	8/5 (2)	26/4 (3)	27/4 (1)	3/5 (1)	8/5	28/4
1955	9/4 (4)	7/5 (5)	9/5 (4)	7/5 (4)	30/4 (5)	30/4 (5)	2/5 (4)	8/5	1/5
1956	17/4 (6)	10/5 (8)	12/5 (8)	10/5 (6)	4/5 (8)	5/5 (7)	6/5 (4)	11/5	5/5
1957	23/3 (7)	18/4 (7)	22/4 (7)	18/4 (5)	28/3 (8)	29/3 (7)	2/4 (5)	20/4	30/3
1958	18/4 (7)	7/5 (5)	8/5 (7)	6/5 (6)	25/4 (5)	27/4 (6)	28/4 (4)	7/5	26/4
1959	4/4 (3)	23/4 (6)	25/4 (7)	22/4 (6)	13/4 (5)	15/4 (3)	15/4 (4)	23/4	14/4
1960	5/4 (3)	25/4 (4)	1/5 (4)	23/4 (4)	12/4 (3)	14/4 (4)	15/4 (1)	26/4	13/4
1961	18/3 (6)	15/4 (2)	16/4 (3)	15/4 (3)	4/4 (2)	5/4 (3)	7/4 (2)	15/4	5/4
1962	20/4(11)	9/5 (1)	15/5 (2)	10/5 (2)	30/4 (2)	3/5 (2)	4/5 (2)	12/5	2/5
1963	17/4(12)	8/5 (3)	10/5 (4)	8/5 (4)	5/5 (2)	5/5 (3)	6/5 (2)	9/5	5/5
Gem.	7/4	29/4	2/5	29/4	19/4	20/4	23/4	30/4	20/4

Allereerst werd per gebied de correlatie bepaald tussen de gemiddelde datum van de bladontplooiing van de wilde kastanje enerzijds en de gemiddelde datum van het begin van de bloei van de appel en de peer anderzijds. De correlatiecoëfficiënt r werd berekend volgens de formule

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n})(\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})}}$$

waarin x = gemiddelde datum van de bladontplooiing van de kastanje
 y = gemiddelde datum van de bloei van de appel resp. peer
 n = aantal jaren

In alle gevallen had de berekende r een waarde, welke de berekening van de regressiecoëfficiënt a per gebied rechtvaardigde.

Dit werd gedaan met behulp van de formule

$$a = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

De gevonden r- en a waarden voor de zes onderzochte gebieden zijn in tabel 3 weergegeven.

Tabel 3

Gebied	appel		peer	
	r	a	r	a
I	0,80	0,86	0,91	1,15
II	0,82	0,80	0,89	0,97
III	0,82	0,79	0,88	0,98
IV	0,83	0,75	0,89	0,93
V	0,78	0,74	0,86	1,00
VI	0,87	0,80	0,87	1,02

4. Het voortschrijden van de bladontplooiing en de bloei over het land.

In onderstaande tabel 6 zijn gebiedsgewijze de gemiddelde data van de blaadontplooiing van de kastanje en van de bloei van de appel resp. de peer in de bij het onderzoek betrokken jaren weergegeven.

Jaar	Kastanje						Appel						Peer					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1947	24/4	23/4	22/4	18/4	1/5	-	11/5	11/5	8/5	6/5	11/5	6/5	9/5	7/5	1/5	30/4	8/5	29/4
1948	15/4	15/4	13/4	7/4	14/4	-	28/4	27/4	23/4	22/4	27/4	19/4	20/4	18/4	15/4	16/4	17/4	10/4
1949	11/4	8/4	2/4	5/4	9/4	-	30/4	27/4	21/4	21/4	27/4	20/4	19/4	17/4	17/4	15/4	17/4	13/4
1950	15/4	10/4	6/4	6/4	12/4	4/4	8/5	6/5	3/5	2/5	6/5	27/4	28/4	26/4	20/4	21/4	23/4	15/4
1951	25/4	22/4	17/4	15/4	22/4	9/4	16/5	13/5	8/5	6/5	14/5	5/5	5/5	3/5	28/4	28/4	4/5	23/4
1952	14/4	12/4	10/4	10/4	12/4	10/4	5/5	2/5	26/4	26/4	1/5	25/4	23/4	19/4	17/4	17/4	20/4	15/4
1953	15/4	10/4	6/4	3/4	10/4	5/4	12/5	5/5	30/4	29/4	5/5	28/4	30/4	29/4	23/4	22/4	25/4	20/4
1954	24/4	21/4	12/4	9/4	18/4	6/4	16/5	12/5	10/5	9/5	12/5	8/5	8/5	6/5	2/5	2/5	9/5	28/4
1955	20/4	18/4	13/4	10/4	13/4	9/4	24/5	20/5	10/5	10/5	18/5	8/5	11/5	6/5	1/5	2/5	6/5	1/5
1956	3/5	3/5	24/4	24/4	28/4	17/4	22/5	19/5	14/5	13/5	19/5	11/5	16/5	13/5	7/5	7/5	14/5	5/5
1957	3/4	30/3	26/3	23/3	27/3	23/3	6/5	1/5	25/4	23/4	30/4	20/4	15/4	13/4	5/4	5/4	12/4	30/3
1958	28/4	28/4	23/4	22/4	26/4	18/4	18/5	16/5	9/5	10/5	16/5	7/5	9/5	8/5	3/5	1/5	6/5	26/4
1959	15/4	8/4	7/4	4/4	7/4	4/4	3/5	29/4	25/4	24/4	28/4	23/4	21/4	17/4	16/4	16/4	19/4	14/4
1960	16/4	13/4	7/4	7/4	11/4	5/4	7/5	5/5	25/4	26/4	4/5	26/4	27/4	24/4	14/4	15/4	21/4	13/4
1961	3/4	30/3	27/3	22/3	30/3	18/3	27/4	23/4	18/4	18/4	23/4	15/4	17/4	15/4	10/4	8/4	12/4	5/4
1962	25/4	22/4	21/4	21/4	24/4	20/4	24/5	22/5	13/5	13/5	22/5	12/5	12/5	8/5	3/5	4/5	10/5	2/5
1963	24/4	21/4	18/4	17/4	20/4	17/4	21/5	19/5	11/5	10/5	20/5	9/5	14/5	11/5	7/5	5/5	13/5	5/5
Gemidd.	18/4	16/4	11/4	10/4	15/4	7/4	11/5	8/5	3/5	2/5	8/5	30/4	1/5	28/4	24/4	23/4	28/4	20/4

Gemiddeld over de zes gebieden tezamen bedraagt het aantal dagen tussen de bladontplooiing van de kastanje en het begin van de bloei rond 23 dagen voor wat de appel betreft en 13 dagen bij de peer. Deze waarden komen vrijwel overeen met het gemiddelde van elk der gebieden afzonderlijk.

De S-waarden variëren tussen 4,7 en 6,5 bij de appel resp. tussen 4,6 en 5,6 bij de peer. Hoewel de verschillen niet groot zijn, zien we uit de tabel toch dat in alle gebieden $S_{appel} > S_{peer}$ is. Dit is in het algemeen ook te verwachten. De gemiddelde bloeidatum van de peer ligt in vergelijking met die van de appel immers dichter bij de gemiddelde datum van de bladontplooiing van de kastanje, zodat de kans op een grote weersomslag met de daaraan verbonden invloed op de bloeifase in de periode tussen de bladontplooiing van de kastanje en de bloei van de peer geringer is.

De afhankelijkheid van de bloeidatum van de appel resp. peer (y) ten opzichte van de bladontplooiing van de kastanje (x) kunnen we tot uitdrukking brengen in een lineaire regressievergelijking, welke wordt weergegeven door

$$y - \bar{y} = a (x - \bar{x})$$
$$y = \bar{y} + a (x - \bar{x})$$

- waarin y = de afhankelijke variabele
- x = de onafhankelijke variabele
- \bar{y} en \bar{x} = de gemiddelde waarde van y en x
- a = de regressiecoëfficiënt

(x en y hebben betrekking op het aantal dagen van 1 maart af)

Wanneer we nu de waarde van a , \bar{y} en \bar{x} kennen, dan kan bij iedere willekeurige waarde van x de meest waarschijnlijke y -waarde worden berekend.

In tabel 5 zijn de berekende waarden van a , \bar{x} en \bar{y} voor elk der onderzochte gebieden samengevat.

Tabel 5

Gebied	\bar{x}	Appel		Peer	
		\bar{y}	a	\bar{y}	a
I	18/4	11/5	0,86	1/5	1,15
II	16/4	8/5	0,80	28/4	0,97
III	11/4	3/5	0,79	24/4	0,98
IV	10/4	2/5	0,75	23/4	0,93
V	15/4	8/5	0,74	28/4	1,00
VI	7/4	30/4	0,80	20/4	1,02

Hoe is nu de vertraging in de bloei van de appel t.o.v. de peer in verband te brengen met het verdere verloop van het weer in april?

Na het zachte weer dat in de eerste dagen van april nog voortduurde, kwam ons land van 6/4 af onder invloed van een gebied van hoge druk, waarvan het centrum boven de Britse eilanden lag, hetgeen een belangrijke omslag van het weer tot gevolg had, waarbij de temperatuur aanzienlijk daalde. Achter een depressie, die zich van Groenland naar Rusland verplaatste, werden grote hoeveelheden polaire lucht aangevoerd, welke in de nacht van 10 op 11/4 ons land bereikten en met regen gepaard gingen. Daarna vielen talrijke regen- en hagelbuien en in de nachten trad plaatselijk lichte vorst op. Op 16/4 werd zachtere lucht aangevoerd, waardoor het geleidelijk weer warmer werd. Op 24/4 kreeg echter een nieuw gebied van hoge druk ten noorden van Engeland invloed op het weer, zodat de temperatuur wederom daalde, waarbij enige regen viel. Daarna klaarde het weer op en steeg de temperatuur, totdat op 28/4 andermaal koelere lucht binnendrong, gepaard met onweer en hier en daar ook met hagelbuien. Gedurende de laatste twee dagen van de maand bleef het wel nog vrij koud, doch het was tamelijk zonnig.

Uit het hier geschetste weersverloop zien wij dat het koude weer vooral gedurende de tweede week van april voorkwam. Deze weersomslag had niet alleen invloed op de bloei van de appel in het algemeen, doch waarschijnlijk zelfs op die van de peer in het noorden van het land, welke t.o.v. het zuiden met enkele dagen werd vertraagd. Gemiddeld bloeit de peer in het noorden n.l. 10 dagen later dan in het zuiden. De genoemde vertraging zou dan in de periode tussen het witte knop stadium en het begin van de bloei moeten zijn opgetreden.

Uitgaande van het gemiddelde verschil van 10 dagen tussen de bloeidatum van de peer en die van de appel, blijkt duidelijk de grote vertragende invloed welke de weersomslag in de 2^e week van april op de bloei van de appel in het gehele land heeft gehad. De vertraging had in het zuiden in de periode na het roze knop stadium en in het noorden in de periode na het groene knop stadium plaats.*

6. Vergelijking van de nieuwe - met de oude regressieformules.

Wanneer wij de berekende waarden van \bar{x} , \bar{y} en a , welke in tabel 5 zijn vermeld, substitueren in de regressievergelijking van de algemene gedaante $y = \bar{y} + a(x - \bar{x})$, dan krijgen wij voor de zes onderzochte gebieden de volgende regressievergelijkingen:

Appel

gebied I	$y = 72 + 0,86(x - 49)$
	$y = 0,86x + 30$
II	$y = 0,80x + 31$
III	$y = 0,79x + 30$
IV	$y = 0,75x + 32$
V	$y = 0,74x + 35$
VI	$y = 0,80x + 30$

* De volgorde van de hier genoemde stadia is: groene knop-witte of roze knop (peer resp. appel)- bloei.

Uit de tabel zien we dat de bladontplooiing van de wilde kastanje in de beschouwde gebieden steeds het eerst in Zeeland (gebied VI) en het laatst in de kuststrook van Groningen en Friesland (gebied I) plaats heeft. De andere gebieden nemen te dien aanzien een tussenpositie in, met dien verstande dat de chronologische volgorde in het algemeen is: gebied VI- gebied IV- gebied III- gebied V- gebied II- gebied I (zie kaart). Tussen de bladontplooiingsdatum in het zuiden en die in het noorden van het land bedraagt het verschil gemiddeld 11 dagen.

Het gemiddelde verloop van de bloei van de appel en de peer vertoont hetzelfde beeld.

Bij beide fruitsoorten heeft het begin van de bloei in het zuiden eveneens gemiddeld 11 dagen eerder plaats dan in het noorden.

De voortschrijding van de bladontplooiing zowel als van de bloei van zuid naar noord is overigens in overeenstemming met het isothermenpatroon van de (over het tijdvak 1951-60) gemiddelde overdagtemperatuur per decade in de voorjaarsmaanden, waarin de beide genoemde fenologische stadia zich voordoen. Dit patroon laat n.l. duidelijk een temperatuurverval zien van zuid naar noord dat over de achtereenvolgende decaden, met uitzondering voor de kuststreek, vrijwel behouden blijft.

5. Invloed van het weer.

Het is bekend dat het weer van invloed is op de groei en ontwikkeling en derhalve ook op het fenologisch gedrag van de planten. De verschillende fenologische stadia van dezelfde plantesoort of de gelijksoortige fasen van verschillende plantesoorten volgen elkaar binnen een bepaalde tijdsduur op. Bij abnormaal weer echter wordt deze periode verkort resp. verlengd. Een duidelijk voorbeeld van het laatste kan aan tabel 6 worden ontleend ten aanzien van het jaar 1957.

In het voorjaar van 1957 was de ontwikkeling van de planten bijzonder vroeg. Dit was voornamelijk het gevolg van de betrekkelijk hoge temperaturen in de voorafgaande maanden. De maand maart zelf was met een gemiddelde dagelijkse temperatuur van $8,0^{\circ}\text{C}$ eveneens belangrijk warmer dan normaal ($4,8^{\circ}\text{C}$). Het fraaie weer in de eerste drie maanden van het jaar kwam tot uiting in de bladontplooiing van de kastanje, welke gemiddeld ongeveer 2 weken eerder dan normaal plaats vond. Ook de bloei van de peer, zowel als van de appel was betrekkelijke vroeg.

Vergelijken wij nu de bloeidata van de beide fruitsoorten met elkaar, dan zien wij dat de appel gemiddeld 10 dagen later dan de peer begint te bloeien. In 1957 valt echter een grote afwijking op. In dit jaar bedroeg n.l. het verschil tussen de bloeidata van de peer en die van de appel gemiddeld 20 dagen. Met name begon de bloei van de peer in het zuiden en noorden van het land op 30/3 resp. 15/4, terwijl de appel eerst op 20/4 resp. 6/5 in bloei kwam.

Een vergelijking van de nieuwe met de oude, door Post en Kramer gevonden waarden van \bar{x} , \bar{y} , a en r is slechts voor een deel mogelijk. Het oude onderzoek had met name betrekking op de gebieden rondom Winssum (Gr.), Wageningen, Texel, Harderwijk, Scheveningen en Maastricht, waarvoor slechts de eerste vier in overeenstemming kunnen worden geacht met resp. de gebieden I, IV en - bij benadering - de gebieden V en III van het nieuwe onderzoek. Tabel 8 geeft een vergelijkend overzicht van de \bar{x} , \bar{y} , a en r waarden.

Tabel 8

Gebieden	Appel				Peer		
	\bar{x}	\bar{y}	a	r	\bar{y}	a	r
I	18/4	11/5	0,86	0,80	1/5	1,15	0,91
Winssum	22/4	11/5	0,54	0,65	3/5	0,73	0,75
III	11/4	3/5	0,79	0,82	24/4	0,98	0,88
Harderwijk	10/4	3/5	0,76	0,81	25/4	0,86	0,79
IV	10/4	2/5	0,75	0,83	23/4	0,93	0,89
Wageningen	13/4	1/5	0,78	0,83	22/4	0,99	0,90
V	15/4	8/5	0,74	0,78	28/4	1,00	0,86
Texel	17/4	12/5	0,81	0,78	2/5	0,74	0,74

Uit het overzicht blijkt dat de nieuwe waarden van a en r wat betreft de appel slechts in het noorden van het land belangrijk van de oude afwijken; zij zijn nl. groter geworden. Ten aanzien van de peren geldt hetzelfde zowel in het noorden als in de kop van Noordholland. De gemiddelde datum van de bladontplooiing van de kastanje is door het nieuwe onderzoek in meerdere of mindere mate vervroegd behalve in de IJsselstreek. Tussen de nieuwe en de oude gemiddelden van de bloeidatum van de appel en de peer treden slechts in de kop van Noordholland belangrijke verschillen op.

Teneinde de bruikbaarheid van de nieuwe regressievergelijkingen voor de bloeivoorspelling te toetsen, zijn met behulp daarvan de bloeidata in 1964 voor dezelfde gebieden als vermeld in tabel 8 berekend en vergeleken met de werkelijke alsmede met de op de oude wijze berekende data. De uitkomsten zijn in tabel 9 weergegeven.

Tabel 9

Gebied	Bladontpl. kastanje	Appel			Peer		
		Berekende bl. data		Werkel. bloeid.	Berekende bl. datum		Werkelijke bloeidatum
		Nieuw	Oud		Nieuw	Oud	
I (Winssum)	18/4	13/5	9/5	12/5	3/5	2/5	6/5
III (Harderwijk)	11/4	6/5	8/5	6/5	28/4	30/4	26/4
IV (Wageningen)	10/4	6/5	3/5	5/5	28/4	25/4	27/4
V (Texel)	15/4	10/5	13/5	10/5	2/5	3/5	5/5

Peer

gebied I	$y = 1,15 x + 6$
II	$y = 0,97 x + 13$
III	$y = 0,98 x + 13$
IV	$y = 0,93 x + 15$
V	$y = x + 14$
VI	$y = 1,02 x + 12$

Deze regressievergelijkingen zijn in Fig. 2 grafisch voorgesteld.

Wanneer wij ons nu afvragen welke betekenis aan de regressielijnen kan worden gehecht, dan hebben wij daarbij te bedenken dat een regressielijn van y op x bij een gegeven x-waarde slechts de "beste schatting" van de y-waarde geeft. Dit houdt in dat het niet zeker is dat bij de gegeven waarde van x de werkelijke (waargenomen) waarde van y ook op de regressielijn ligt. De graad van onzekerheid van de schatting wordt bepaald door de standaardafwijking van de schatting S_y welke kan worden berekend volgens $S_y = \sigma_y \sqrt{1 - r^2}$, waarin σ_y de standaardafwijking der marginale y-waarden en r de correlatiecoëfficiënt voorstelt. Wij kunnen nu zeggen dat met rond 95% kans de werkelijke (waargenomen) waarde van y bij een gegeven waarde x ligt tussen de geschatte (berekende) waarde plus en min $2 S_y$.

De S_y -waarden behorende bij de in Fig. 2 weergegeven regressielijnen zijn in onderstaande tabel 7 samengevat.

Tabel 7

	Gebied					
	I	II	III	IV	V	VI
Appel	5,4	5,2	4,9	4,8	5,9	4,3
Peer	4,2	4,7	4,8	4,6	5,7	5,3

De gevonden S_y -waarden blijken niet gering te zijn, hetgeen samenhangt met de tamelijk grote σ_y -waarden, welke variëren van 8,5 in gebied IV tot 9,3 in gebied V bij de appel en van 9,8 tot 11,2 in dezelfde gebieden bij de peer.

Fig. 2 toont duidelijk het steilere verloop van de regressielijnen bij de peer, hetgeen overigens ook reeds blijkt uit de waarden van a in de desbetreffende regressievergelijkingen, welke bij de peer groter zijn dan bij de appel. In de praktijk betekent dit niet anders dan dat bij een vertraging of een vervroeging van de bladontplooiing van de wilde kastanje het tijdstip van de bloei bij de peer meer verlaat resp. vervroegd wordt dan bij de appel.

Wanneer wij ter weerszijden van de regressielijn de bijbehorende $2 S_y$ -waarden uitzetten, dan geven de daardoor ontstane lijnen, welke bij benadering evenwijdig aan de regressielijn lopen, een indruk van de marge, waarbinnen de werkelijke (waargenomen) waarden van y bij verschillende gegeven waarden van x liggen. Fig. 3 illustreert voor de appel en de peer afzonderlijk een tweetal regressielijnen met de grootste-resp. de kleinste $2 S_y$ -waarde, betrekking hebbende op de gebieden V resp. VI bij de appel en op de gebieden V en I bij de peer.

Uit de tabel zien wij dat de met behulp van de nieuwe regressievergelijkingen berekende bloeidata vrijwel zonder uitzondering de werkelijke meer benaderen dan die verkregen uit de oude vergelijkingen. Voor de voorspelling van de bloei in 1964 zouden de eerstgenoemde regressievergelijkingen derhalve beter hebben voldaan dan de laatstgenoemde. Of dit ook in de volgende jaren het geval zal zijn, zal nog moeten blijken. Volledigheidshalve zijn in tabel 10 voor alle zes gebieden de werkelijke bloeidata vergeleken met de volgens de nieuwe regressievergelijkingen berekende.

Tabel 10

Gebied	Bloeidatum appel		Bloeidatum peer		Afwijkingen in dagen	
	Berekend	werkelijk	Berekend	werkelijk	appel	peer
I	13/5	12/5	3/5	6/5	+1	-3
II	10/5	10/5	1/5	3/5	0	-2
III	6/5	6/5	28/4	26/4	0	+2
IV	6/5	5/5	28/4	27/4	+1	+1
V	10/5	10/5	2/5	5/5	0	-3
VI	6/5	5/5	28/4	27/4	+1	+1

Voor het jaar 1964 blijken de berekende en de werkelijke (waargenomen) bloeidata van de appel beter met elkaar overeen te stemmen dan die van de peer. De geconstateerde afwijkingen van 3 dagen bij de peer is overigens, de daarbij betrokken *Sy*-waarde in aanmerking genomen, niet van grote betekenis.

Fig.1 Kaart van de bij het onderzoek betrokken gebieden.

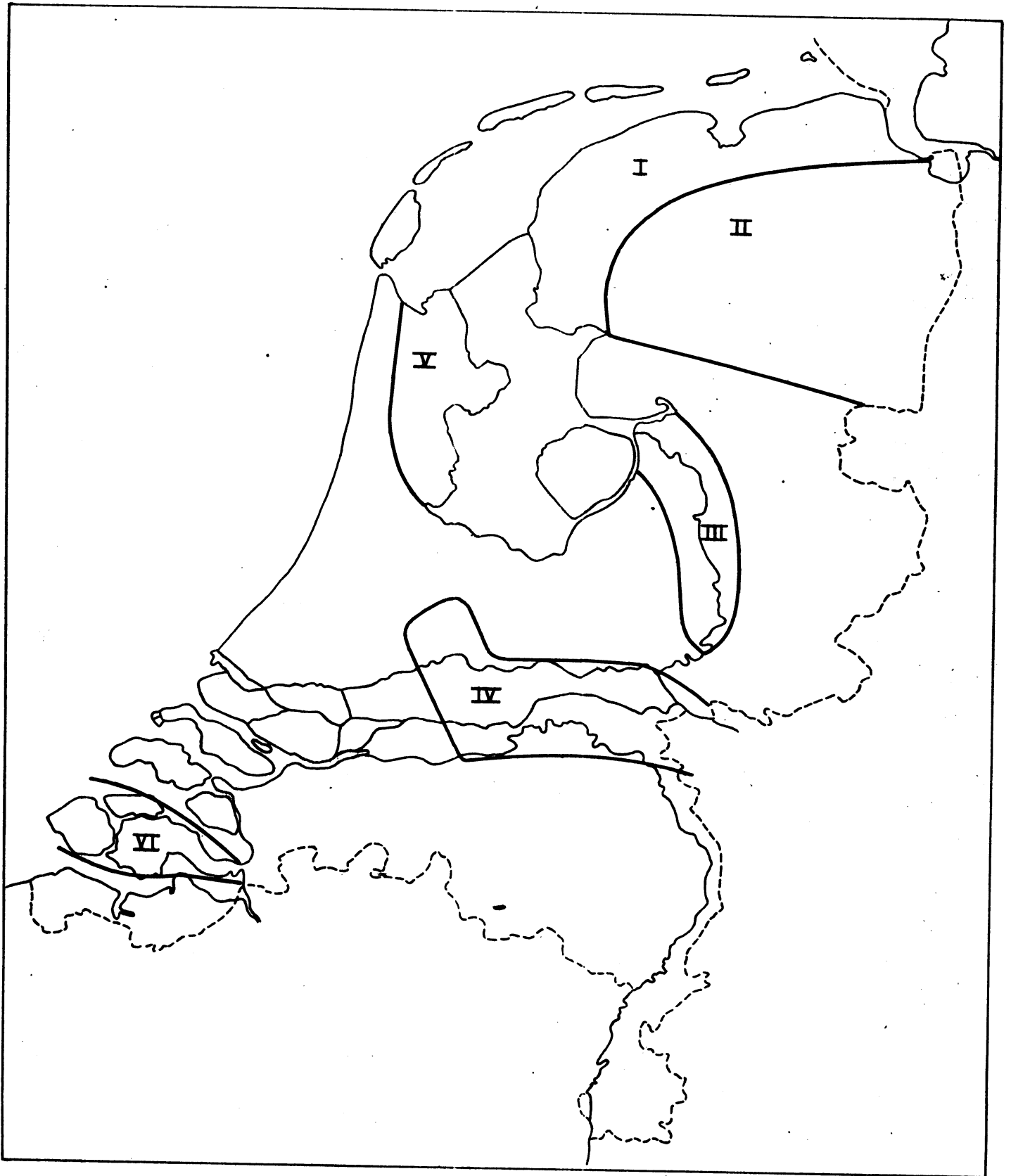


Fig.2 Regressie van y (bloëdatum van appel resp. peer) op x (datum bladontplooïing van de wilde kastanje)

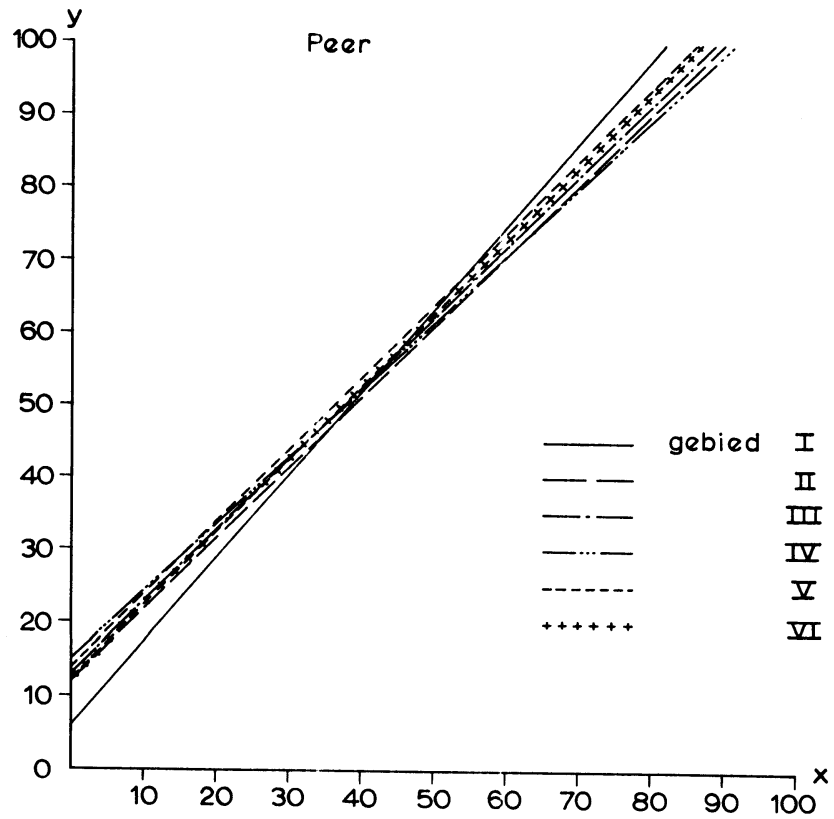
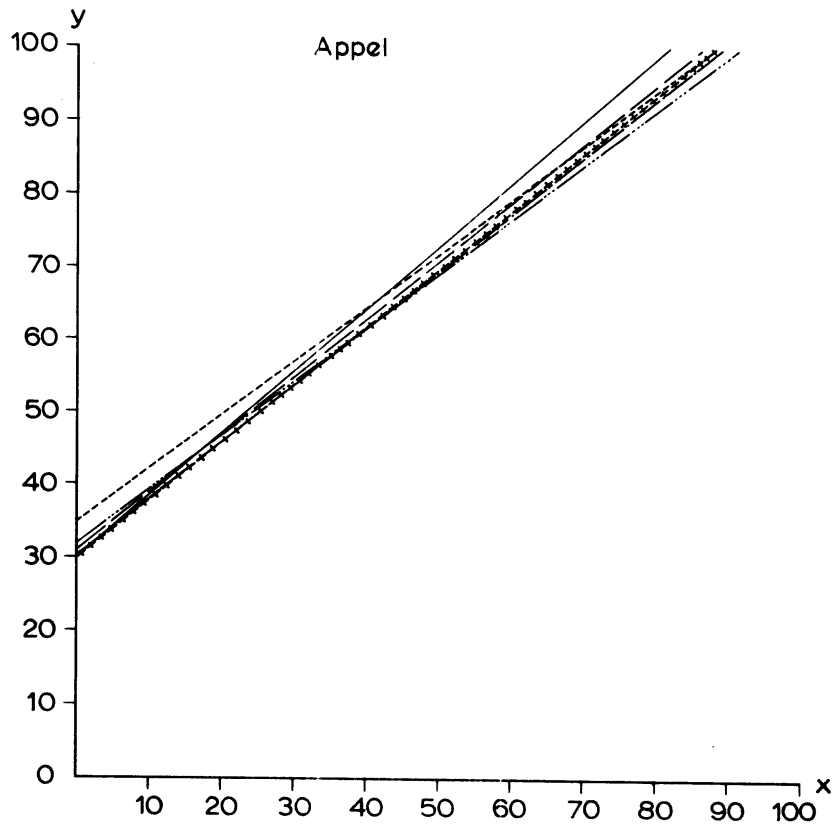


Fig 3

Regressielijnen met de grootste en de kleinste S_y -waarde

