

De afneming van de frekventie van de stralingsmist in Schiphol
gedurende het tijdvak 1 januari 1949 t/m 31 december 1959

Suggesties voor een mogelijke oorzaak

door

J.F. den Tonkelaar

INHOUD

1. Verzameling van het materiaal.
2. Definitie van stralingsmist.
3. Mogelijke invloed van drainage-verbeteringen.
4. Eventuele samenhang met de frekwentieverdeling van voorgekomen Grosswetterlagen.
5. Statistische bewerking van de aantallen perioden met stralingsmist en advectionele mist.
6. Statistische bewerking van de aantallen uren met stralingsmist en advectionele mist.
7. Onderzoek naar de invloed van de opgetreden frekwentieverdeling van de verschillende Grosswetterlagen.
8. Conclusie en Samenvatting.

FREKWENTIE STRALINGSMIST SCHIPHOL

1. Verzameling van het materiaal

Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van de ponskaarten 0854, die zijn vervaardigd met het oog op een onderzoek betreffende zicht en lage wolkenbasis in Schiphol. Voor dit laatste onderzoek zijn perioden onderscheiden gedurende welke op achtereenvolgende waarnemingsuren is voldaan aan:

$$VV < 800 \text{ m} \quad \text{òf/en} \quad h_s h'_s < 60 \text{ m} \quad \text{en} \quad N_s > 4$$

De ponskaarten, die betrekking hebben op het begintijdstip h_0 van een dergelijke "mist"-periode alsmede die van één en twee uur daaraan voorafgaande tijdstippen (h_{-1} , h_{-2}) zijn van een bijzondere ponsing voorzien, die het mogelijk maakt machinaal in tabelvorm af te drukken de weersomstandigheden tijdens het begin en de twee uren daaraan voorafgaande.

Terwille van dit voordeel werd afgezien van de omstandigheid, dat gedurende de bedoelde perioden niet noodzakelijkerwijs steeds VV beneden een zekere limiet ligt en in die zin dus geen gesloten mistperiode zou vormen.

2. Definitie van stralingsmist

Het criterium voor de onderscheiding stralingsmist, advectionele mist is gebaseerd op het weer ten tijde t_{-1} en t_{-2} .

- 2.1 Is op beide tijdstippen voldaan aan: $ff \leq 5$ kts en $N \leq 4$ dan is de mist gedurende de gehele volgende periode gekwalificeerd als stralingsmist.
- 2.2 Is op beide tijdstippen echter $ff > 5$ kts en $N \geq 5$ okta's dan is de mist advectionele mist genoemd.
- 2.3 In de overige gevallen is op subjectieve wijze een onderscheiding gemaakt, waarbij gelet is op een eventuele toe- of afneming van de windsnelheid, de aard en de hoogte van de bewolking alsmede op de tijd van de dag.

3. Mogelijke invloed van drainage-verbeteringen

In de jaren 1949 t/m 1959, waarover het onderzoek zich uitstrekt, hebben op het vliegveld belangrijke drainage-verbeteringen plaatsgevonden.

Het laat zich aanzien, om redenen van fysische aard, dat een drainage-verbetering het grootste effect zal hebben in het winterhalfjaar (hier te definiëren als oktober t/m maart). Het lijkt immers waarschijnlijk, dat gedurende het zomerhalfjaar (april t/m september) de verdamping een veel sterker regulerende invloed zal uitoefenen dan in de wintermaanden.

Indien de drainage-verbeteringen van invloed zijn op de waterhuishouding nabij het aardoppervlak, mag worden verwacht dat de weerslag hiervan juist bij stralingsmist merkbaar zal worden. Dit geeft ons een argument om te veronderstellen, dat vooral in het winterhalfjaar in de loop der beschouwde periode een afneming van de stralingsmistfrequentie aan de dag zal treden.

4. Eventuele samenhang met frequentieverdeling van voorgekomen Grosswetterlagen

De mogelijkheid bestaat dat een merkbare verandering in de stralingsmistfrequentie niet alleen samenhangt met uitwendige factoren maar gekoppeld is aan het meer of minder vaak voorkomen van bepaalde circulatietypen. Voor het onderscheid in deze circulatietypen wordt verwezen naar de classificatie van HESS en BREZOWSKY [1] en naar het Wetenschappelijk Rapport van BLVOET en SCHMIDT, Deel I, waarin het weer in Nederland in afhankelijkheid van de circulatietypen wordt beschouwd [2].

5. Statistische bewerking van de aantallen perioden met stralingsmist en advectione mist

In de jaren 1949 t/m 1959 komen 785 mistperioden voor, waarvan 337, d.i. 43 %, met stralingsmist. In tabel 1 zijn per maand en per jaar opgegeven de aantallen perioden met stralingsmist (S) tegen het totaal aantal perioden met mist (T). Uit de tabel blijkt, dat er een tendens is voor afneming van de fractie stralingsmistperioden. Om te onderzoeken of dit verschijnsel significant is, is de rangorde-toets van KENDALL toegepast.

5.1. Rangorde-toets van Kendall toegepast op de afneming van de fracties stralingsmistperioden

Begonnen is met het materiaal van de gehele jaren.

Tabel 1 - aantallen perioden met stralingsmist (S) - totaal aantal perioden mist (T)

	J		F		M		A		M		A		J		J		S		O		N		D		totaal		fractie
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
1949	2	4	7	12	5	7	1	5	2	3	2	2	3	5	6	6	10	12	7	10	2	3	0	12	47	81	.58
1950	2	10	-	5	5	6	3	3	2	2	2	3	1	1	3	3	2	3	2	2	1	1	6	17	29	56	.52
1951	1	11	1	3	3	3	1	1	-	3	-	-	-	-	1	1	4	5	5	6	1	7	3	13	22	54	.41
1952	3	11	2	8	7	11	7	7	2	2	2	2	3	4	2	3	5	5	2	3	8	10	10	21	53	87	.61
1953	7	15	2	13	6	21	1	1	0	2	1	5	1	1	3	4	-	1	13	18	3	12	2	17	38	110	.34
1954	-	1	2	16	1	8	1	2	2	2	1	3	1	1	2	4	-	2	1	2	-	4	6	11	17	56	.30
1955	3	9	-	1	1	5	-	8	1	2	3	4	1	2	5	7	4	5	4	6	8	11	-	7	30	67	.45
1956	-	10	6	10	-	2	1	1	4	6	-	2	3	3	1	1	3	5	5	9	3	7	1	12	27	68	.40
1957	2	11	2	9	1	6	1	3	1	2	-	-	-	1	2	2	4	4	5	8	-	2	1	9	16	57	.28
1958	2	11	-	7	5	15	-	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	2	11	5	13	2	9	28	80	.35
1959	4	7	2	17	2	9	5	5	0	0	-	-	3	3	3	4	-	1	-	-	11	19	-	4	30	69	.43
totaal	26	100	24	101	36	94	21	38	18	26	12	22	18	24	30	38	33	46	46	75	42	89	31	132	337	785	.43
fractie	.26		.24		.38		.55		.69		.54		.75		.79		.72		.61		.47		.23		.43		

Onderstaande tabel geeft de frekwentiepercentages S/T (kolom 2), het
 (1) (2) (3) (4) (5) aan elk jaar toegekende rangnummer
 jaar F v_{yi} R R' v_{yi} volgens afnemende grootte (kolom 3),
 het aantal grotere en kleinere rang-
 nummers (kolom 4 en 5) dat nog volgt.
 1949 .58 2 9 1
 1950 .52 3 8 1
 1951 .41 6 5 3
 1952 .61 1 7 0
 1953 .34 9 2 4
 1954 .30 10 1 4
 1955 .45 4 4 0
 1956 .40 7 2 1
 1957 .28 11 0 2
 1958 .35 8 0 1
 1959 .43 5 0 0

38 17

De toetsingsgrootte is $S = R - R' = 21$
 voor 11 rangordegetallen. Uit de ver-
 delingsfunctie van S blijkt, dat de
 eenzijdige overschrijdingskans P, dat
 op grond van het toeval $S \geq 21$ zou zijn,
 gelijk of kleiner is dan $7\frac{1}{2}\%$.
 Hoewel de tendens tot afnemering van de
 stralingsmistfrekwentie groot is, kan
 op grond van dit resultaat het gesig-
 naleerde effect niet als significant
 worden beschouwd, indien geest wordt,
 dat de grens bij 5 % zal liggen. (Waar verder in dit verslag de signi-
 ficantie ter sprake komt, is steeds van deze eis uitgegaan).

Vervolgens wordt uit het beschikbare materiaal dat van de winter-
 halfjaren afzonderlijk beschouwd.

Hieruit is onderstaande tabel samengesteld, waarin aan de groot-
 heden dezelfde betekenis is toegekend als in de overeenkomstige kolom-
 men van de vorige tabel.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
winter	F	v_{yi}	R	R'	
49/50	.35	5	5	4	De toetsingsgrootte is weer $S = R - R' = 19$ bij 10 gevallen, hetgeen volgens de verdelingsfunctie van S een eenzijdige overschrijdingskans P oplevert van $\leq 7\frac{1}{2}\%$. Ook voor de winterseizoenen dus een sterke tendens tot afnemering maar ook hier mag het gesignaleerde effect niet als significant worden beschouwd.
50/51	.37	4	5	3	
51/52	.38	3	5	2	
52/53	.42	1	6	0	
53/54	.29	7	3	2	
54/55	.34	6	3	1	
55/56	.39	2	3	0	
56/57	.26	8	2	0	
57/58	.25	10	0	1	
58/59	.26	9	0	0	

32 13

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
zomer	F	v_{yi}	R	R'	
1949	.73	6	5	5	Voor de zomerhalfjaren komt een geheel ander beeld te voorschijn want daar is van een tendens tot afneming vrijwel niets te merken. De cijfers staan in de hierneven gegeven tabel. De toetsingsgrootheid $S = R - R' = 4$ hetgeen voor 11 gevallen een zeer grote overschrijdingskans oplevert.
1950	.87	2	8	1	
1951	.80	5	5	3	
1952	.91	1	7	0	
1953	.36	11	0	6	
1954	.50	$8\frac{1}{2}$	1	3	
1955	.50	$8\frac{1}{2}$	1	3	
1956	.66	7	1	2	
1957	.42	10	0	2	
1958	.86	3	1	0	
1959	.85	4	0	0	
			29	25	De veronderstelling, dat het effect van een afneming in de wintermaanden <u>duidelijker</u> aan de dag zal treden dan in de zomermaanden indien een mogelijke oorzaak in de drainage gezocht moet worden, blijkt aan de hand van de gevonden resultaten dus niet geheel onge-

grond te zijn. In een volgende fase van het onderzoek zijn daarom in plaats van de fracties de aantallen perioden stralingsmist beschouwd.

5.2 De χ^2 -toets toegepast op de afneming van de aantallen perioden

Het totale tijdvak is hiertoe, om te beginnen, in twee gelijkklange tijdvakken gesplitst.

5.2.1 jan.'49 t/m juni '54: 196 perioden met stralingsmist, 224 perioden met advectione mist, totaal 420 mistperioden (47 % is stralingsmist). Lengte van het tijdvak 2007 dagen. Hiervan kwam op ca. 180 dagen stralingsmist voor, d.i. 9 %.

juli '54 t/m dec. '59: 141 perioden met stralingsmist, 224 perioden met advectione mist, totaal 365 mistperioden (37 % is stralingsmist). Lengte van het tijdvak is 2007 dagen (eigenlijk 2010). Hiervan kwam op ca. 130 dagen stralingsmist voor, d.i. $6\frac{1}{2}$ %.

Met behulp van de χ^2 -toets kan worden nagegaan of de afneming van de kans op stralingsmist significant is (onder kans op stralingsmist te verstaan: de kans dat op een willekeurige dag een periode voorkomt waarin voldaan is aan de onder 2. gestelde voorwaarden)

Bij de χ^2 -toets plaatst men in iedere "klasse" het aantal waargenomen gevallen (W) en berekent op grond van de opgetreden totalen de verwachtingswaarde voor iedere klasse (T). Zijn er "m" klassen, dan is:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^m \frac{(W-T)^2}{T}$$

De waarde van T is, indien genoemd, tussen haken geplaatst.

	jan. '49 t/m juni '54	juli '54 t/m dec. '59	totaal aantal dagen
aantal dagen met stralingsmist	180 (155)	130 (155)	310
aantal dagen zonder stralingsmist	1827 (1852)	1877 (1852)	3704
totaal aantal dagen	2007	2007	4014

$$\chi^2 = 25^2 \left[\frac{2}{155} + \frac{2}{1852} \right] = 8,75 \quad P_{\text{eenz}} = 0,3 \%$$

De eenzijdige overschrijdingskans is 0,3 %, d.w.z. de waargenomen afneming is significant.

5.2.2 Vervolgens zijn de 10 winterhalfjaren afzonderlijk beschouwd. Daaruit zijn twee klassen samengesteld, ieder van 5 winterhalfjaren.

Klasse I bevat de winters 49/50 t/m 53/54 en klasse II die van 54/55 t/m 58/59. Hiervoor gelden de volgende getallen:

Klasse I : 107 perioden met stralingsmist, 188 perioden met advectieve mist, 295 mistperioden in totaal (36 % is stralingsmist).

Het aantal dagen waarop stralingsmist is waargenomen bedraagt 91, d.i. 16 minder dan het aantal perioden. Afgerond bevat klasse I 910 dagen, zodat de kans dat op een bepaalde dag stralingsmist zal voorkomen daarin 10 % bedraagt.

Klasse II: 73 perioden met stralingsmist, 177 perioden met advectieve mist, 250 mistperioden in totaal (29 % is stralingsmist).

Het aantal dagen waarop stralingsmist is waargenomen bedraagt 62, d.i. 11 minder dan het aantal perioden. Lengte van klasse II afgerond op eveneens 910 dagen, d.w.z. kans op stralingsmist: 7 %.

Met de χ^2 -toets is nagegaan of de afneming van het aantal perioden van klasse I op II significant is, m.a.w. of de kans op stralingsmist in de winterhalfjaren significant kleiner is geworden.

	winters uit klasse I	winters uit klasse II	totaal aantal dagen
aantal dagen met stralingsmist	91 (76)	62 (77)	153
aantal dagen zonder stralingsmist	819 (834)	848 (833)	1667
totaal aantal dagen	910	910	1820

$$\chi^2 = 15^2 \left[\frac{1}{76} + \frac{1}{77} + \frac{1}{834} + \frac{1}{833} \right] = 6,3 \quad P_{\text{eenz}} = 1,3 \%$$

De kans op stralingsmist blijkt dus significant kleiner te zijn geworden.

5.2.3 Tot slot zijn ook de zomermaanden afzonderlijk beschouwd. Deze vertonen evenwel geen significante afneming van de kans op stralingsmist. In klasse I zijn ondergebracht de zomers uit de jaren 49 t/m 53, in klasse II die van 55 t/m 59, met weglating van 1954. Tevens is verondersteld dat het aantal perioden gelijk is aan het aantal dagen waarop stralingsmist is waargenomen.

Klasse I : 71 dagen met stralingsmist. Aantal perioden met advectieve mist: 24, totaal 95 mistperioden.

Klasse II: 54 dagen met stralingsmist. Aantal perioden met advectieve mist: 31, totaal 85 mistperioden.

Ook hier is met de χ^2 -toets nagegaan of de afneming als significant mag worden beschouwd.

	zomers uit klasse I	zomers uit klasse II	totaal aantal dagen
aantal dagen met stralingsmist	71 (62)	54 (63)	125
aantal dagen zonder stralingsmist	844 (853)	861 (852)	1705
totaal aantal dagen	915	915	1830

$$\chi^2 = 9^2 \left[\frac{2}{62} + \frac{2}{852} \right] = 2,6 \quad P_{\text{eenz}} = 10 \%, \text{ derhalve is de}$$

gesignaleerde afneming niet significant.

6. Statistische bewerking van de aantallen uren stralingsmist en advectieve mist

Tot nu toe is aan elke mistperiode een zelfde gewicht toegekend, ongeacht de lengte van de periode.

In de volgende fase van het onderzoek zijn enkele beschouwingen gewijd aan de betekenis van de aantallen uren stralings- en advectieve mist. Evenals in hoofdstuk 5 zijn naast de gehele jaren de winters en zomers afzonderlijk beschouwd. De gegevens waarvan gebruik is gemaakt zijn vervat in tabel 2.

Tabel 2 - aantallen uren stralingsmist (S) - totaal aantal uren mist (T)

	J		F		M		A		M		J		J		A		S		O		N		D		totaal		frac- tie
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	
1949	8	24	70	77	39	51	5	7	6	6	4	4	12	13	29	29	46	48	45	65	19	22	0	41	283	387	.73
1950	22	31	0	16	46	46	7	7	15	15	2	5	1	1	4	4	5	6	5	5	25	25	40	66	172	227	.76
1951	1	23	2	7	6	7	1	1	2	3	0	0	0	0	6	6	28	28	38	39	1	16	10	67	93	197	.47
1952	11	14	12	23	24	30	22	22	13	13	3	3	3	6	7	8	9	9	15	18	22	24	94	126	235	296	.80
1953	54	128	9	41	59	113	1	1	0	2	2	6	0	1	4	5	0	11	51	84	20	62	7	118	207	572	.36
1954	0	1	5	72	7	26	3	5	9	9	1	3	4	4	9	11	0	3	1	1	0	6	51	70	90	211	.43
1955	33	72	0	9	3	14	0	16	1	1	7	7	5	6	13	17	10	11	24	37	34	50	0	25	130	265	.49
1956	0	31	23	37	0	11	2	2	9	10	0	2	14	14	2	2	8	8	36	42	10	28	18	47	122	234	.52
1957	10	34	4	22	6	17	4	27	1	3	0	0	0	0	1	6	4	9	34	36	0	42	2	41	66	264	.25
1958	26	59	0	54	27	51	0	2	2	2	10	10	13	13	7	7	8	8	4	43	54	80	14	36	165	365	.45
1959	74	81	28	279	4	32	20	20	0	0	0	0	5	5	9	10	0	1	0	0	46	79	0	12	186	519	.36
S	239	153	217	65	58	29	57	91	116	253	231	236	1749	.50													
T	498	637	398	110	64	40	63	105	142	397	434	592	3537														
frac- tie	.41	.24	.55	.59	.91	.72	.90	.87	.81	.63	.53	.40	.50														

1
1
1

6.1 Lengten van de stralingsmistperioden

6.1.1 jan. '49 t/m juni '54 : 1015 uren stralingsmist, 780 uren advectionele mist, 1795 misturen in totaal. Daarbij behoren 196 perioden stralingsmist, 224 perioden advectionele mist.

juli '54 t/m dec. '59 : 734 uren stralingsmist, 1008 uren advectionele mist, 1742 misturen in totaal. Hierbij behoren 141 perioden met stralingsmist en 224 perioden met advectionele mist.

Voor beide tijdvakken volgt hieruit een gemiddelde lengte van de stralingsmistperiode van 5,2 uur, terwijl de gemiddelde duur van een advectionele mistperiode toenam van 3,5 tot 4,5 uur.

6.1.2 Voor de wintertijdvakken geldt het volgende beeld:

Klasse I (49/50 t/m 53/54): 650 uren stralingsmist, 706 uren advectionele mist, 1356 misturen in totaal. Daarbij behoren 107 perioden met stralingsmist, 188 perioden met advectionele mist.

Klasse II (54/55 t/m 58/59): 533 uren stralingsmist, 881 uren advectionele mist, 1414 uren in totaal. Daarbij kwamen voor 73 perioden met stralingsmist, 177 perioden met advectionele mist.

In het eerste tijdvak blijkt de gemiddelde duur van een stralingsmistperiode 6 uur te bedragen, in het tweede tijdvak 7 uur, zodat de afnemng van het aantal perioden vergezeld gaat van een toeneming van de gemiddelde duur van een stralingsmistperiode.

Voor een belangrijk deel is deze toeneming te wijten aan een hoger gemiddelde bij de perioden van ≥ 15 uur. (klasse I 9 stuks, gemiddelde duur 18 uur, klasse II 10 stuks, gemiddelde duur 23 uur). Evenwel mag niet uit het oog verloren worden dat tegelijkertijd het aantal perioden van 1 en 2 uur terugliep van 38 in klasse I tot 25 in klasse II.

Dit laatste zou, ondanks de toeneming van de gemiddelde duur derhalve pleiten voor een drainage-effect als fysische oorzaak. Immers, een verbeterde drainage zal vooral van invloed zijn op het aantal korte mistperioden, die te beschouwen zijn als "grensgevallen" waarbij juist aan alle voorwaarden voldaan moet zijn om mistvorming te laten plaatsvinden. Verbeterd men de drainage dan zal dit aantal teruglopen. Op de lange perioden, waarbij de drainage een ondergeschikte rol speelt, omdat de mist toch ontstaat, zal dus van dit effect niets te merken zijn.

6.1.3 Voor de zomertijdvakken staan de volgende cijfers ter beschikking:

Klasse I (zomers '49 t/m '53): 71 perioden stralingsmist, 24 perioden advectionele mist; 237 uren stralingsmist, 33 uren advectionele mist.

Klasse II (zomers '55 t/m '59): 54 perioden stralingsmist, 31 perioden advectionele mist; 155 uren stralingsmist, 64 uren advectionele mist.

In het eerste tijdvak blijkt de gemiddelde duur van een stralingsmistperiode in de zomer 3,3 uur te bedragen, in het tweede tijdvak 2,9 uur. Een verschil van nauwelijks een half uur, tegengesteld aan de tendens die in de wintermaanden aan de dag trad. Dit vindt zijn oorzaak in een groter aantal mistperioden van vrij lange duur in klasse I dan in klasse II. Ook hier liep het aantal korte perioden (van 1 en 2 uur) terug van 39 in klasse I tot 28 in klasse II, een teruggang van gelijke grootteorde als opgetreden over de winterhalfjaren.

Het is onwaarschijnlijk, dat de drainageverbetering hiervoor verantwoordelijk is want zoals reeds eerder opgemerkt, zal de invloed hiervan in de zomermaanden ondergeschikt zijn aan het sterker regulerende effect van de verdamping. Geheel uitgesloten is het echter niet. Een kwalitatieve beschouwing hierover kan in het kader van dit onderzoek evenwel niet worden gegeven.

Passen we zowel voor de tijdvakken met zomerhalfjaren als die met winterhalfjaren de χ^2 -toets toe op deze afneming, dan blijkt deze niet significant te zijn. Voor de zomers en de winters blijkt de eenzijdige overschrijdingskans resp. 21 % en 14 % te zijn.

6.2 De afneming van het aantal uren stralingsmist

Reeds bleek (zie 5.2) dat het aantal perioden significant afnam van het eerste naar het tweede tijdvak. De lengte van de perioden in beide tijdvakken bleef gemiddeld gelijk (5,2 uur). Daarentegen bleek het aantal perioden van één en twee uur af te nemen. Beide omstandigheden dragen ertoe bij, dat het zonder meer niet geoorloofd is om met gebruik van de χ^2 -toets na te gaan of de geconstateerde afneming van het totaal aantal uren stralingsmist al dan niet significant is.

De aantallen uren zijn nl. sterk gecorreleerd aan de aantallen perioden. Daar deze reeds een significante afneming te zien gaven over de winterhalfjaren en van het gehele eerste tijdvak van 5½ jaar

naar het tweede, zullen ook de aantallen uren dit te zien geven, te meer daar de gemiddelde lengte van een stralingsmistperiode geen significante wijziging onderging.

6.3 Rangordetoets van Kendall toegepast op de afneming van de fracties stralingsmisturen

6.3.1 Uit de laatste kolom van tabel 2 blijkt, dat er een tendens bestaat voor de afneming van de fracties stralingsmisturen. Deze fracties zijn per jaar berekend. Hierop is de rangordetoets van Kendall toegepast, zoals beschreven in 5.1.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
jaar	F	v_{yi}	R	R'
1949	.73	3	8	2
1950	.76	2	8	1
1951	.47	6	5	3
1952	.80	1	7	0
1953	.36	$9\frac{1}{2}$	1	4
1954	.43	8	2	3
1955	.49	5	3	1
1956	.52	4	3	0
1957	.25	11	0	2
1958	.45	7	1	0
1959	.36	$9\frac{1}{2}$	0	0
			38	16

tabel 3

De toetsingsgrootte wordt weergegeven door $S = R - R' = 22$ voor 11 gevallen. Dit levert een eenzijdige overschrijdingskans op van $\leq 6\%$, zodat het gesignaleerde effect hier juist niet als significant mag worden beschouwd.

6.3.2 Vervolgens is de splitsing ook hier uitgevoerd naar de winterhalfjaren.

halfjaar			2	3	4	5		
1	S	A	T	F	v_{yi}	R	R'	
49/50	132	89	221	.60	$1\frac{1}{2}$	8	0	
50/51	79	54	133	.60	$1\frac{1}{2}$	8	0	
51/52	96	93	189	.51	5	5	2	
52/53	253	197	450	.56	4	5	1	
53/54	90	273	363	.25	10	0	5	
totaal	650	706	1356	.48				
54/55	101	71	172	.59	3	4	0	
55/56	81	110	191	.42	7	2	1	
56/57	84	106	190	.44	6	2	0	
57/58	89	221	310	.29	9	0	1	
58/59	178	373	551	.32	8	0	0	
totaal	533	881	1414	.38		34	10	

tabel 4

Ook hier is aan ieder winterhalfjaar voor de fractie $S/T = F$ (de getallen onder S en T geven de aantallen uren) weer een rangnummer toegekend volgens afnemende grootte. Wordt de toetsingsgrootte bepaald, dan blijkt deze te zijn $S = R - R' = 24$ bij 10 gevallen. Uit de verdelingsfunctie van S blijkt de eenzijdige overschrijdingskans, die op grond van het toeval $S \geq 24$, gelijk aan of kleiner dan 2 % te zijn, zodat het hier gesignaleerde effect van de afneming over de winterhalfjaren als significant mag worden beschouwd.

Vergelijkt men het aantal uren stralingsmist, dan blijkt dus weliswaar dat dit aantal afneemt van 650 uur als totaal over de eerste 5 winterhalfjaren tot 533 als totaal over het tweede tijdvak, maar van enige systematische afneming in de rangorde van het aantal uren over de tien achtereenvolgende seizoenen (zie in kolom S) blijkt niets.

Evenzo neemt het aantal uren advectieve mist toe van 706 in het eerste tijdvak tot 881 in het tweede (zie kolom A), maar van enige systematische toeneming gedurende de 10 achtereenvolgende jaren blijkt hier evenmin iets.

7. Onderzoek naar de invloed van de opgetreden frekwentieverdeling van de verschillende Grosswetterlagen

Indien er géén niet-meteorologische oorzaken zouden zijn aan te wijzen, die verband zouden kunnen houden met de waargenomen afneming van de kans op stralingsmist, dan zou gezocht moeten worden naar een oorzaak in het weergebeuren zelf.

Verondersteld kan worden, dat bepaalde circulatietypen, die de vorming van stralingsmist bevorderen, in het tweede tijdvak van $5\frac{1}{2}$ jaar (of 5 winterhalfjaren) minder frekwent zijn voorgekomen dan in het eerste tijdvak.

Een verdere uitbreiding van het onderzoek bestaat hierin, dat voor elk van de 10 maal 6 wintermaanden (in de zomer nam het aantal dagen met stralingsmist nl. niet significant af) is nagegaan hoe vaak ieder der 28 door HESS en BREZOWSKY gegeven Grosswetterlagen is voorgekomen. Naast het aantal dagen waarop een bepaalde GWL voorkwam is tevens genoteerd hoeveel dagen daarvan deze GWL van één of meer stralingsmistperiode(n) vergezeld ging.

De resultaten van dit onderzoek zijn vervat in tabel 5. De GWLn met de gemiddeld hoogste stralingsmistfrekwentie over de onderzochte jaren zijn: BM, HM, HNz, HB, TM, HNFz (volgens tabel 5 was de kans op stralingsmist toen $\geq 10\%$).

Vergeleken is het aantal malen dat de genoemde 6 GWLn heersten in de winterhalfjaren 1949-'54 (240 maal) en in die in het tijdvak 1954-'59 (298 maal).

Opvallend is nu, dat GWLn met een voorkeur voor stralingsmist vaker het weerbeeld bepaalden in het tweede tijdvak, waarin het aantal dagen met stralingsmist juist significant kleiner was dan in het eerste tijdvak.

Het beschikbare materiaal stelt ons in staat voor iedere GWL na te gaan hoe groot gemiddeld over het eerste en tweede 5-jarige tijdvak de frekwentie is geweest van de bij deze GWL opgetreden stralingsmist. De relatieve frekwenties (in %) zijn aangegeven in tabel 5 in de onderste en op twee na laatste rij. Steeds wanneer de relatieve frekwentie in het eerste 5-jarige tijdvak groter was dan die voor de overeenkomstige GWL in het tweede tijdvak, is bij deze relatieve frekwentie een + teken geplaatst. Was de relatieve frekwentie kleiner dan is dit met een - teken aangegeven.

Van de 28 GWLn was in 20 gevallen de relatieve frekwentie van de stralingsmist groter in het eerste tijdvak van 5 jaar; in 6 gevallen

Tabel 5. De winterhalfjaren van 49/50 t/m 58/59.
Aantal dagen waarop betreffende GWL is voorgekomen - aantal dagen dat daarbij één of meer stralingsmistperioden optrad(en).

6 mnd	Ws	Wa	Wz	BM	HM	SWa	SWz	NWa	NWz	HN _a	HN _z	HN	Na	Nz
49/50	0-0	8-1	34-0	25-3	24-4	12-2	10-0	1-1	6-0	0-0	0-0	6-0	0-0	4-0
50/51	6-0	11-0	29-0	1-0	9-2	0-0	14-2	0-0	6-0	0-0	0-0	5-1	0-0	0-0
51-52	3-0	5-0	37-2	8-2	8-1	9-0	7-0	5-0	13-2	0-0	6-0	7-1	4-1	6-0
52/53	7-3	5-0	20-1	19-6	19-6	0-0	8-0	7-0	13-1	0-0	6-2	13-1	0-0	10-0
53/54	0-0	3-0	13-0	17-4	9-2	6-0	8-2	4-0	7-0	4-0	0-0	4-1	0-0	3-0
54/55	11-1	6-1	18-0	21-3	7-1	11-0	10-0	0-0	11-1	3-0	9-0	11-0	0-0	5-0
55/56	7-0	11-1	21-0	16-2	5-1	0-0	4-0	2-0	23-0	0-0	4-0	13-3	3-0	4-0
56/57	14-1	14-0	17-0	13-3	15-2	4-1	22-1	0-0	11-0	4-1	0-0	4-2	0-0	3-0
57/58	10-0	5-0	18-0	37-5	27-2	0-0	10-0	3-0	4-0	0-0	1-1	4-1	0-0	12-0
58/59	12-0	0-0	11-0	13-2	38-5	4-0	6-1	0-0	6-0	0-0	9-1	17-1	2-0	5-0
totaal	70-5	68-3	218-3	170-30	161-26	46-3	99-6	22-1	100-4	11-1	35-4	84-11	9-1	52-0
49/54	16-3	32-1	133-3	70-15	69-15	27-2	47-4	17-1	45-3	4-0	12-2	35-4	4-1	23-0
%	19 +	3 -	2 +	21 +	22 +	7 +	8½ +	6 +	7 +	0 -	17 +	11 -	25 +	0 0
54/59	54-2	36-2	85-0	100-15	92-11	19-1	52-2	5-0	55-1	7-1	23-2	49-7	5-0	29-0
%	4	5½	0	15	12	5	4	0	2	14	9	14	0	0

6 mnd	TrM	TM	TB	TrW	Sa	Sz	SEa	SEz	HFa	HFz	HNFa	HNFz	NE	WW
49/50	6-0	5-0	4-0	3-0	0-0	4-0	0-0	0-0	14-0	5-2	0-0	0-0	3-0	9-0
50/51	24-3	5-1	13-0	8-0	0-0	0-0	0-0	5-0	2-0	9-0	0-0	15-2	13-1	6-0
51/52	11-2	3-0	0-0	7-2	0-0	7-0	6-0	1-0	20-3	0-0	0-0	0-0	3-0	7-2
52/53	5-0	22-7	1-0	6-1	0-0	0-0	0-0	0-0	4-0	2-0	0-0	3-0	3-0	9-1
53/54	2-0	1-0	3-1	7-0	14-1	2-0	11-1	8-0	19-2	0-0	5-0	0-0	17-2	15-2
54/55	4-0	5-0	3-0	4-0	4-0	9-0	0-0	2-0	7-0	0-0	5-0	4-1	4-0	8-1
55/56	3-0	0-0	6-0	4-1	6-0	7-2	10-0	0-0	14-1	0-0	7-0	8-4	2-0	1-0
56/57	6-0	3-1	0-0	2-0	10-0	0-0	0-0	3-0	6-0	7-0	0-0	0-0	11-0	10-0
57/58	5-0	4-2	0-0	3-0	4-0	7-0	7-0	0-0	1-0	0-0	12-1	3-0	4-0	1-0
58/59	1-0	7-1	3-0	1-0	5-1	6-1	7-0	3-0	5-0	0-0	0-0	0-0	5-0	16-1
totaal	67-5	55-12	33-1	45-4	43-2	42-3	41-1	22-0	92-6	23-2	29-1	33-7	65-3	82-7
49/54	48-5	36-8	21-1	31-3	14-1	13-0	17-1	14-0	59-5	16-2	5-0	18-2	39-3	46-5
%	10 +	22 +	5 +	10 +	7 +	0 -	6 +	0 o	8½ +	12 +	0 -	11 -	8 +	11 +
54/59	19-0	19-4	12-0	14-1	29-1	29-3	24-0	8-0	33-1	7-0	24-1	15-5	26-0	36-2
%	0	21	0	7	3½	10	0	0	3	0	4	33	0	5½

kleiner, in 2 gevallen gelijk. Deze 2 gevallen zijn verder bij de toetsing buiten beschouwing gelaten. Dit waren nl. Nz en SEz, die beide een kans van 0 % hebben op stralingsmist, en derhalve niet meedoen.

Voor toepassing van de tekentoets stellen we als nul-hypothese dat de beide series relatieve frekwenties van de stralingsmist bij een bepaalde GWL, uit éézelfde universum komen. In dat geval geldt voor het aantal plussen en minnen een bepaalde verdelingsfunctie. Deze functie geeft ons de kans dat er bij n waarnemingen x plussen zijn tegen (n-x) minnen.

In het onderhavige geval is n = 26, komt 20 maal een + tegen 6 maal een - teken voor. Deze kans is $\leq 1\%$.

De nul-hypothese dient dus verworpen te worden. De waargenomen afneming kan derhalve niet worden toegeschreven aan een toevallige ontwikkeling in het weergebeuren. Immers, in afhankelijkheid van het voorkomen van de GWLn blijkt dat de stralingsmistfrekwenties gemiddeld over alle GWLn significant zijn afgenomen in het tweede tijdvak t.o.v. het eerste tijdvak met 5 winterhalfjaren.

Mocht de verbeterde drainage toch een rol hebben gespeeld, dan zou een volgende veronderstelling, die men op fysische grond kan maken, zijn, dat juist bij het voorkomen van GWLn die een grote kans op stralingsmist opleveren de mistbevorderende atmosferische omstandigheden het vermeende drainage-effect verre overtreffen. Voor die 6 GWLn (BM, HM, HNz, HB, TM, HNFz) zal dan ook géén significante afneming van de stralingsmistfrekwentie aan de dag moeten treden, wanneer de 2 tijdvakken onderling worden vergeleken. Hiertoe is de volgende tabel samengesteld:

tabel 6	tijdvak I 5 winters	tijdvak II 5 winters	totaal
aantal dagen met stralingsmist	46 (40)	44 (50)	90
aantal dagen zonder stralingsmist	194 (200)	254 (248)	448
totaal aantal dagen dat de 6 GWLn BM, HM, enz. voorkwamen.	240	298	538

Tussen haakjes de verwachtingswaarden indien in beide tijdvakken de kans op stralingsmist bij die bepaalde GWLn gelijk groot was geweest.

Met de χ^2 -toets is nagegaan of de waargenomen frekwenties een significante afwijking vertonen:

$$\chi^2 = 6^2 \left[\frac{1}{40} + \frac{1}{50} + \frac{1}{200} + \frac{1}{248} \right] = 1,94 \quad P_{\text{eenz}} = 16\%$$

De waargenomen frekwenties verschillen dus niet significant van de theoretische.

Hoewel dit een bevestiging zou kunnen inhouden van het hierboven veronderstelde, mag deze uitkomst - dit volledigheidshalve vermeld - niet als bewijs daarvoor gehanteerd worden.

Op fysische gronden mag evenwel tegelijkertijd worden verwacht, dat de overige 20 GWLn, die geringere stralingsmistkansen bezitten, in het tweede tijdvak een sterkere afneming van de stralingsmistfrequentie zullen vertonen.

Immers, hierbij is de neiging voor het ontstaan van mist afhankelijk van een zo gunstig mogelijk samengaan van alle factoren die hiertoe bijdragen. Juist dan kan een droge ondergrond juist de ontbrekende schakel vormen, zodat mistvorming achterwege blijft.

tabel 7	tijdvak I 5 winters	tijdvak II 5 winters	totaal
aantal dagen met stralingsmist	44 (32)	18 (30)	62
aantal dagen zonder stralingsmist	627 (639)	590 (578)	1217
totaal aantal malen dat overige GWLn voorkwamen	671	608	1279

De χ^2 -toets op tabel 7 toegepast, levert:
 $\chi^2 = 9,65$
 waaruit volgt
 $P_{\text{eenz}} = 0,2 \%$

Inderdaad blijkt de kans op stralingsmist bij de overige 20 GWLn in het tweede tijdvak significant te zijn afgenomen, hetgeen dus wel frappeert.

8. Conclusies en Samenvatting

Worden over de jaren '49 t/m '59 van het totaal aantal mistperiodes per jaar de fracties stralingsmistperiodes bepaald, dan vertoont de reeks fracties over deze 11 jaar een tendens tot afneming, die juist niet significant is. Hetzelfde doet zich voor wanneer men zich beperkt tot de reeks van de 10 opeenvolgende winterhalfjaren. Worden echter de aantallen periodes stralingsmist per jaar of halfjarig tijdvak afzonderlijk beschouwd, dan vertonen deze wel een afneming die significant is. Zowel wanneer de 11 jaren in twee gelijk lange tijdvakken van $5\frac{1}{2}$ jaar worden verdeeld, als ook voor de twee tijdvakken met ieder alleen 5 winterhalfjaren. De afzonderlijk beschouwde zomerhalfjaren geven geen significante afneming van de aantallen periodes stralingsmist.

Het blijkt, dat ook de aantallen uren stralingsmist een afneming te zien geven. Daar blijkt, dat in de loop der jaren de gemiddelde lengte van de stralingsmistperiodes geen verandering te zien geeft, wekt dit

geen verwondering. Wel valt een, hoewel niet significante, afneming te constateren van het aantal korte stralingsmistperioden. Deze afneming is voor de zomers en winters gelijk. Ook de fracties stralingsmisturen (van het totaal aantal misturen) blijken over de 11 jaren wel een zeer sterke neiging tot afneming te vertonen, maar juist geen significante. Dit is wel het geval voor de winterhalfjaren.

Om te zien of de oorzaak van de waargenomen verschijnselen wellicht moet worden gezocht in het weergebeuren zelf, is nagegaan in hoeverre de kans op stralingsmist als functie van de 28 voorkomende circulatietypen (Grosswetterlagen) veranderingen heeft ondergaan.

Het belangrijkste resultaat van het onderzoek lijkt wel, dat de bij iedere GWL behorende "individuele" kans op stralingsmist gemiddeld over alle 28 GWLn significant is afgenomen (in 20 gevallen: 6 toenemingen en 2 gelijk gebleven). Waarbij komt, dat juist die 20 GWLn waarbij de kans op stralingsmist klein is - omdat dan voldaan moet zijn aan een zo gunstig mogelijk samengaan van alle factoren, die tot de mistvorming kunnen bijdragen - de sterkste afneming te zien geven.

De toch al mistbevorderende circulatietypen, die de andere factoren sterk overheersen, geven geen significante afneming te zien.

Deze feiten zouden als steekhoudend argument kunnen dienen voor de veronderstelling, dat de aangebrachte drainageverbeteringen wel degelijk van invloed zijn geweest op de frekwentie van het aantal perioden met stralingsmist.

Rest nog een woord van dank te richten aan de Dienst van Publieke Werken van de gemeente Amsterdam, afdeling Bestratingen, die zo welwillend was een plattegrond ter beschikking te stellen van het vliegveld Schiphol waarop is aangegeven wanneer in de verscheidene percelen de drainageverbetering is aangebracht.