

*Herrn Dr. Schrenkholz
mit voll. Einsprache d. Regierung.*

DEUTSCHER WETTERDIENST

Seewetteramt

Einzelveröffentlichungen

Nr. 23

Hamburger Wetterdaten für das Bauwesen

Im Klimadezernat des Seewetteramtes
bearbeitet von Dr. R. Reidat

Hamburg
1959

EINZELVERÖFFENTLICHUNGEN des Seewetteramtes

	<i>DM</i>		<i>DM</i>
Nr. 1 (1953): Höhe, Länge und Steilheit der Meereswellen im Nordatlantik (H. U. Roll)	3,50	Nr. 12 (1957): Sturmweatherlagen bei Island 1950—1954 (H. O. Mertins)	3,50
Nr. 2 (1952, Nachdruck 1953): Die Nebelverhältnisse der Unterelbe im Jahrzehnt 1939—1948 (G. Hartenstein und H. Markgraf)	2,00	Nr. 13 (1957): Meteorologische Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee (Bundesrepublik) 1953	10,00
Nr. 3 (1954): Die Nebelverhältnisse im Küstengebiet der Weser- und Emsmündung (P. Bintig und H. Markgraf)	2,00	Nr. 14 (1957): Nebel in der Deutschen Bucht A: Das Nebelvorkommen bei den Feuerschiffen (P. Bintig) B: Synoptisch-aerologische Untersuchungen verbreiteter Dauernebel der südlichen Nordsee (H. Markgraf)	3,50
Nr. 4 (1954): Klimatologie der Nordwesteuropäischen Gewässer Teil 1: Temperatur des Oberflächenwassers und Temperatur-Differenz Luft—Wasser (H. J. Bullig und P. Bintig) Teil 2: Windverhältnisse (H. Markgraf und P. Bintig)	7,00	Nr. 15 (1957): Meteorologische Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee (Bundesrepublik) 1954	10,00
Nr. 5 (1954): Atlas der Monatswerte von Wassertemperatur, Wind und Bewölkung auf dem Seeweg Europa—Südamerika (H. J. Bullig)	12,00	Nr. 16 (1958): Zur Niederschlagsmessung auf See: Ergebnisse von Vergleichsmessungen auf Feuerschiffen und benachbarten Inseln (H. U. Roll)	1,30
Nr. 6 (1954): Die Größe der Meereswellen in Abhängigkeit von der Windstärke (H. U. Roll)	5,00	Nr. 17 (1958) Statistik der Meereswellen in der Nordsee (O. Petri)	2,50
Nr. 7 (1955): Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean im Januar und Juli nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925—1939 (H. Markgraf)	3,50	Nr. 18 (1958) Die winderzeugten Meereswellen. Teil I: Beobachtungen des Seeganges und Ermittlung der Windsee aus den Windverhältnissen (H. Walden). Heft 1: Text; Heft 2: Abbildungen	zusammen 12,50
Nr. 8 (1956): Die Meereswellen in der südlichen Nordsee (H. U. Roll)	5,00	Nr. 19 (1958): Meteorologische Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee (Bundesrepublik) 1955	10,00
Nr. 9 (1956): Laderaum-Meteorologie. Vorträge auf der Arbeitstagung am 20. Juni 1956 in Hamburg	3,00	Nr. 20 (1959): Statistisch-synoptische Untersuchung über das Verhalten von Tiefdruckgebieten im Bereich von Grönland (H. Walden)	3,60
Nr. 10 (1956): Klimatologie der Nordwesteuropäischen Gewässer Teil 3: Lufttemperatur, Bewölkung, Niederschlag, Nebel. Tabellen-Anhang zu den Teilen 1 bis 3 (H. Markgraf u. P. Bintig)	12,50	Nr. 21 (1959): Zur Theorie der Verdunstung der natürlichen Erdoberfläche (W. Brogmus)	3,00
Nr. 11 (1956): Beiträge zur Klimakunde Südwest-Arabiens. Das Klima von Sana. Das Klima von Jemen (C. Rathjens sen., C. Rathjens jun., E. Samlenski und G. Kerner)	2,50	Nr. 22 (1959): Meteorologische Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee (Bundesrepublik) 1956	10,00
		Nr. 23 (1959): Hamburger Wetterdaten für das Bauwesen (R. Reidat)	2,00

DEUTSCHER WETTERDIENST.

Seewetteramt

Einzelveröffentlichungen

Nr. 23

Hamburger Wetterdaten
für das Bauwesen

Im Klimadezernat des Seewetteramtes
bearbeitet von Dr. R. Reidat

Wetteramt München
Handbücherei Nr. 3215

Hamburg
1959

Hamburger Wetterdaten für das Bauwesen

Die ständig wechselnde Witterung zwingt uns, Aufenthaltsräume zu schaffen, in denen ein gleichmäßiges, behagliches und den gesundheitlichen Bedürfnissen des Menschen entsprechendes Raumklima gehalten werden kann. Wir bauen unsere Wohn- und Arbeitsräume gegen das Wetter. Zum richtigen Bauen und zur richtigen technischen Planung gehört deshalb, daß neben den Anforderungen, die der Mensch an das Raumklima stellt, auch die Witterung betrachtet wird, gegen die der Bau Schutz bieten soll. Die Wirtschaftlichkeit erfordert dabei, daß alle für das Raumklima positiven Wetterfaktoren genützt, alle das Raumklima aber schädigenden Witterungseinflüsse dagegen mit einem Minimum an Aufwendungen abgewehrt werden.

Wetterfaktoren sind eng miteinander verknüpft. Neben der Beachtung der Mittel- und Extremwerte von Sonnenschein, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Luftbewegung muß der Techniker auch auf die Beziehungen der Wetterelemente zueinander achten, wenn er ihre Wirkung auf seine Bauwerke richtig abschätzen will.

Im folgenden werden auf 4 Tafeln Zusammenstellungen der für die Zwecke des Bauwesens und der Klimatechnik wichtigsten Klimadaten gegeben. Sie sollen neben den Mittel- und Extremwerten auch die Häufigkeitsverteilung andeuten. Auf einer Tafel ist der Versuch gemacht worden, die Verknüpfung der Wetterelemente miteinander in ihrer Wirkung auf das Haus aufzuzeigen.

Den Darstellungen zugrunde gelegt sind die Beobachtungen der Deutschen Seewarte Hamburg aus den Jahren 1891—1930. Die Klimastation der Deutschen Seewarte lag auf dem rechten Elbufer zwischen Stadtkern und Hafen. Sie charakterisiert die klimatischen Verhältnisse der am Fluß gelegenen Großstadt.

Erläuterungen zu den Tafeln

Tafel: HAMBURG I

1. Sonnenschein

Der Darstellung zugrunde gelegt sind die Registrierungen des Sonnenscheins bei der Deutschen Seewarte von 1900—1940 (ohne 1938). In dem Horizontkreis ist der Sektor frei gelassen, aus dem im Laufe des Tages die Sonne scheinen kann. An den Kreis sind, nach Himmelsrichtungen orientiert, angetragen die stündlichen Sonnenscheindauern an völlig wolkenlosen Tagen (gestrichelt) und die mittlere stündliche Sonnenscheindauer der 40jährigen Beobachtungsreihe. Außerdem sind folgende Zahlenwerte angegeben:

Mittlere Sonnenscheindauer am Vormittag (rechte Seite),
mittlere Sonnenscheindauer am Nachmittag (linke Seite) und
mittlere tägliche Sonnenscheindauer (Mitte).

Die darunter stehenden Prozente der möglichen Dauer charakterisieren das Verhältnis der in den 40 Jahren beobachteten Sonnenscheindauer zur Sonnenscheindauer bei völlig wolkenlosem Wetter. Unter den Tageswerten ist die mittlere Zahl der Tage ohne Sonnenschein im Monat eingetragen.

Beispiel: Ende April geht die Sonne gegen 05 Uhr im Ostnordosten auf. Um 10 Uhr steht sie im Südosten, um 12 Uhr im Süden, gegen 14 Uhr im Südwesten und nach 19 Uhr versinkt sie im Westnordwesten. Im langjährigen Mittel weist der April-Vormittag 2,5 Stunden mit Sonnenschein auf. Das sind 36 % der bei wolkenlosem Wetter und ebenem Horizont theoretisch möglichen halbtäglichen Sonnenscheindauer von 7 Stunden. Für den April-Nachmittag beträgt die mittlere Sonnenscheindauer 2,7 Stunden oder 39 % der möglichen Dauer. Als mittlere Tagessumme ergibt sich 5,1 Stunden, das sind 37 % der Sonnenscheindauer an einem wolkenlosen Apriltage. — Im Mittel der 40 Jahre bleibt an 4 Apriltagen die Sonne während des ganzen Tages durch Wolken verdeckt.

2. Bewölkung

Der Grad der Bewölkung wird in der Klimatologie geschätzt in Zehnteln des Wolkenanteiles an der gesamten Himmelsfläche. Als ein heiterer Tag gilt ein Tag, an dem das aus den drei Beobachtungen vom Morgen, Mittag und Abend (für Hamburg 08, 14 und 20 Uhr) gebildete Tagesmittel unter 2/10 liegt. Trübe Tage haben dagegen ein Tagesmittel der Wolkenbedeckung von mehr als 8/10. Dargestellt ist die mittlere Anzahl der heiteren und trüben Tage. Besonders gekennzeichnet sind außerdem die Mittelwerte der wolkenlosen Tage (wolkenlos an allen 3 Beobachtungsterminen) sowie der Tage mit bedecktem Himmel (an allen 3 Terminen 10/10 Bedeckung). Außerdem sind angegeben die Extremwerte für heitere und trübe Tage.

Beispiel: Der Januar hat im Mittel 2,1 heitere Tage; 1 Tag ist im Mittel wolkenlos. In einzelnen Jahren kann bis zu 7 Tagen heiteres Wetter herrschen, der Januar braucht aber überhaupt keinen heiteren Tag aufzuweisen. — Im Mittel sind 18,7 Januartage trübe Tage; 13,0 Tage haben geschlossene Bewölkung. In den 40 Beobachtungsjahren sind im Januar bis zu 28, wenigstens aber 11 trübe Tage beobachtet worden.

3. Temperatur

a) Lufttemperatur

Die Angaben über die höchsten und tiefsten beobachteten Temperaturen beziehen sich auf Messungen während des 75jährigen Zeitraumes 1876—1950. Den Mittel- und Häufigkeitswerten liegt dagegen die Beobachtungsreihe 1891—1930 zugrunde. Alle klimatologischen Temperaturangaben beziehen sich auf Messungen mit besonders strahlungsgeschützten Thermometern in 2 m Höhe über dem Erdboden.

Die Streuung der einzelnen Tagesmittelwerte, aus denen die langjährigen Monatsmittel gebildet sind, veranschaulicht eine graphische Darstellung in Form von Quartilen.

Beispiel: Das Januarmonatsmittel von 0,3° C ist gebildet als arithmetisches Mittel aus den 1240 Tagesmitteln aller Januartage von 1891—1930. Diese Einzelwerte streuten über den Bereich zwischen -17,5° und +9,5°. An 25 % der Tage lag das Tagesmittel zwischen -17,5° und -2,1° (kalte Tage, unteres Dreieck). Die Hälfte aller Tage hatte Tagesmittel zwischen -2,1 und +3,9° (Rechteck). Ein Viertel aller Januartage hat Tagesmitteltemperaturen zwischen +3,9 und +9,5° gehabt (warme Tage, oberes Dreieck). Die Temperatur 1,2° ist der sogenannte Mittenwert, der die Gesamtzahl der Beobachtungen in 2 gleiche Teile teilt.

b) Tage mit besonderen Grenztemperaturen

Sommertage sind Tage, an denen die Temperatur in 2 m Höhe 25,0° C erreicht oder überschreitet;

Frosttage sind Tage, an denen die Temperatur in 2 m Höhe unter 0°C absinkt;
Eistage sind Tage, an denen eine Temperatur von 0°C in 2 m Höhe nicht erreicht wird. An diesen Tagen bleibt sowohl die Tiefst- als auch die Höchsttemperatur unter dem Gefrierpunkt.

Dargestellt sind neben den Mittelwerten auch die größten und kleinsten in den Monaten der Jahre 1891—1930 beobachteten Werte der Zahl der Tage mit bestimmten Grenztemperaturen.

Beispiel: Im Mittel der 40 Jahre weist der Januar in Hamburg 17,1 Frosttage auf. In kalten Wintern kann jeder Januartag ein Frosttag (Maximum 31 Frosttage) sein. Kein einziger Januar weist weniger als 6 Frosttage auf. Die mittlere Zahl der Eistage im Januar beträgt 7,6. Auch im kältesten Januar ist an einem Tag die Temperatur über den Gefrierpunkt angestiegen (Maximum 30 Tage). Der mildeste Januar weist keinen einzigen Eistag auf (Maximum 0 Tage).

c) Heiztage und Gradtage

Der Betrachtung der Heiz- und Gradtage liegt die Beobachtungsreihe 1851—1950 zugrunde.

Als **Heiztag** gilt ein Tag, an dem die Tagesmitteltemperatur unter 12°C absinkt. Die Summe der Differenzen der Tagesmittel der Heiztage der einzelnen Monate gegen 19° wird als **Heizgradtagzahl** bezeichnet.

Dargestellt sind sowohl die Mittelwerte als auch die Höchst- und Mindestwerte der Zahlen der Heiztage und der Gradtagzahlen.

Beispiel: Im hundertjährigen Mittel weist der Oktober 30 Heiztage mit 300 Heizgradtagen auf. Die kürzeste Heizzeit im Oktober beträgt 15 Heiztage, die längste Oktoberheizperiode 31 Tage. Der mildeste Oktober hat 171 Heizgradtage gehabt, während der kälteste Oktober 413 Heizgradtage aufgewiesen hat.

Tafel: HAMBURG II

4. Luftfeuchte

Die Bestimmung der Luftfeuchte erfolgt im Wetterdienst nach Messungen mit ventilierten trockenen und feuchten Thermometern oder nach den Angaben des Haarhygrometers.

a) Relative Luftfeuchte

Die Relative Luftfeuchte (R. F.) ist das Sättigungsverhältnis, d. h. das Verhältnis des in der Luft vorhandenen dampfförmigen Wassers zur Sättigungsmenge.

Die Tafel enthält in der linken oberen Ecke das Tagesmittel der R. F. für die einzelnen Monate. Darunter steht das Mittel der 14-Uhr-Beobachtung. In der rechten oberen Ecke ist das Tagesmittel des trockensten Tages der Beobachtungsreihe 1891—1930 eingetragen. Zur Charakterisierung der Häufigkeitsverteilung der einzelnen Tagesmittel sind alle Tage mit Tagesmitteln unter 60% (trockene Tage) sowie über 90% (feuchte Tage) in ihrer Häufigkeit dargestellt worden. In der Gruppe der feuchten Tage sind außerdem die Tage mit 95% R. F. und mehr noch besonders gekennzeichnet.

Beispiel: In Februar beträgt das langjährige Monatsmittel der R. F. 86%. Aus den 14-Uhr-Beobachtungen ergibt sich ein Mittel von 82%. Der trockenste Februartag der Reihe hat ein Tagesmittel von 49% gehabt. Im langjährigen Durchschnitt tritt im Februar alle 5 Jahre (Monatsmittel 0,2 Tage) ein Tag mit Feuchten unter 60% auf. 10 Februartage haben im Mittel Feuchten von mehr als 90%, an 2,6 Februartagen steigt das Tagesmittel der R. F. auf 95% und mehr an.

b) Dampfdruck und Taupunkt

Der **Dampfdruck** ist der Partialdruck des Wasserdampfes in der Atmosphäre. Er wird angegeben in Millimetern Quecksilbersäule. Bis zu 20°C Lufttemperatur entspricht er nahezu dem absoluten Feuchtegehalt der Luft in Gramm Wasser je Kubikmeter Luft unter Normaldruck. Der **Taupunkt** ist die Temperatur, bei der die in der Luft vorhandene Wasserdampfmenge zur Sättigungsmenge wird. Es ist also die Temperatur, unterhalb der bei der vorhandenen Feuchte Schwitzwasserbildung eintritt.

In die Tafel eingetragen sind die monatlichen Mittel- und Extremwerte des Dampfdruckes und des Taupunktes nach den Terminbeobachtungen der Jahre 1891—1930. Die Streuung der Einzelwerte des Tagesmittels ist in ähnlicher Weise dargestellt worden wie die Streuung der Tagesmittel der Lufttemperatur.

Beispiel: Im Januar beträgt das Monatsmittel des Dampfdruckes (in Klammern die entsprechenden Taupunktswerte) 4,4 mm Hg ($-0,6^{\circ}\text{C}$). Im Mittel der Jahre 1891—1930 sind im Januar als monatlicher Höchstwert 7,2 mm Hg ($+6,4^{\circ}$) und als monatlicher Tiefstwert 2,0 mm Hg ($-10,9^{\circ}$) aufgetreten. Als

höchster Wert der 40jährigen Reihe ist im Januar 9,0 mm Hg (+ 9,7°) und als tiefster Wert 0,9 mm Hg (− 20,5°) gemessen worden. Die einzelnen Tagesmittel streuen zwischen 1,5 mm Hg (− 14,5°) und 8,5 mm Hg (+ 8,8°). Zwischen 3,4 mm Hg (− 4,0°) und 5,4 mm Hg (+ 2,3°) liegt das Tagesmittel an der Hälfte aller Januartage. 4,5 mm Hg (− 0,2°) ist der Mittenwert.

5. Niederschlag

Die Messung des Niederschlages geschieht im Klimadienst mit Regenmessern, deren 200 cm² große Auffangfläche in 1 m über dem Boden liegt. Die Angaben über die Niederschlagsmenge erfolgen in Millimetern Regenhöhe. 1 Millimeter Regen entspricht einer Niederschlagsmenge von 1 Liter auf einen Quadratmeter.

a) Niederschlagshöhe

Dargestellt sind die Monatsmittel des Niederschlages für den Zeitraum 1891—1930 sowie die in diesem Zeitraum aufgetretenen extremen Monatsmengen. Außerdem sind noch verzeichnet die in den 40 Jahren gemessenen größten Tagesmengen.

Beispiel: Das Monatsmittel des Januar beträgt 54 mm (= 54 l/m²). Der trockenste Januar der Berichtszeit hat noch 3 mm Niederschlag gehabt, während im nassesten 197 mm gemessen worden sind. Die größte Niederschlagsmenge innerhalb von 24 Stunden ist im Januar 25 mm gewesen.

b) Zahl der Tage mit Niederschlag

Die Zahl der Tage mit meßbarem Niederschlag (mindestens 0,1 mm in 24 Std.) ist nach Niederschlagsmenge und Niederschlagsart geordnet dargestellt worden. Dabei wurden folgende Intensitätsgruppen unterschieden:

mindestens	0,1 mm	(0,1 l/m ²)
mindestens	1,0 mm	(1 l/m ²)
mindestens	5,0 mm	(5 l/m ²)
mindestens	10,0 mm	(10 l/m ²)

Bei der Niederschlagsart sind unterschieden Regen (R), Schnee (S) sowie Regen und Schnee (R+S).

Beispiel: Der Januar weist im Mittel 18,4 Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag auf. An 11,9 Tagen fällt 1 mm, an 4,2 Januartagen werden 5 mm und an 1,0 Tagen 10 mm oder mehr gemessen. Von den 18,4 Niederschlagstagen verzeichnen im Mittel 9,7 Tage nur Regenfälle, an 5,9 Tagen fällt nur Schnee und an 2,8 Tagen ist sowohl Regen als auch Schnee beobachtet worden.

6. Wind

Windrichtung und -stärke wurden in Hamburg den Registrierungen eines Windschreibers entnommen, dessen Schalenkreuz und Windfahne um 11 m das Dach der Seewarte überragte. Die einzelnen Windstärken sind in den Darstellungen zusammengefaßt zu folgenden Windstärkegruppen:

Schwachwindig: Windstill bis 2 Beaufort (mittlere Windgeschwindigkeit 0—3 m/sec).

Mäßiger Wind: 3—5 Beaufort (4—9 m/sec).

Starker Wind: 6—12 Beaufort (10 und mehr m/sec).

a) Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Dargestellt ist die Häufigkeit der Windstärkegruppen in den einzelnen Windrichtungen in Prozenten der Gesamtzahl der Beobachtungen.

Beispiel: Im Winter weisen 41 % aller Termine windschwaches Wetter auf (Stärke 0—2 Beaufort). Der Anteil der Beobachtungen mit Windstille beträgt 2,3 %. An 51 % der Termine herrscht mäßiger Wind (4—9 m/sec) und 8 % weisen starken Wind (10 m/sec und mehr) auf. Hauptwindrichtung ist im Winter Westsüdwest mit 15 % aller Beobachtungen. An 12 % aller Termine herrscht Westsüdwestwind mit mindestens Stärke 3 Beaufort, und an 2 % der Termine sind Westsüdwestwinde mit 6 Beaufort Stärke und mehr beobachtet worden.

b) Tagesgang der Windrichtung

Zur Veranschaulichung des Tagesganges der Windrichtungen sind die Häufigkeiten der einzelnen Windrichtungen unabhängig von der Windstärke für die 3 Beobachtungstermine 08, 14 und 20 Uhr getrennt dargestellt worden.

Beispiel: Im Sommer ist der Westsüdwest sowohl um 08 als auch um 14 Uhr mit einer Häufigkeit von 18 % Hauptwindrichtung. Um 20 Uhr geht der Anteil der Westsüdwestwinde auf 9 % zurück. Hauptwindrichtung wird zu dieser Zeit der Nordwest, dessen Anteil im Laufe des Tages von 7 % um 08 Uhr auf 17 % um 20 Uhr angestiegen ist.

Haus und Witterung

Tafel III der Darstellungen soll die unterschiedliche Einwirkung von Sonne, Wind, Niederschlag und Temperatur auf die nach verschiedenen Himmelsrichtungen orientierten Hauswände für den Winter (Mittel der Monate Dezember bis Februar) und für den Sommer (Mittel der Monate Juni bis August) charakterisieren.

1. Besonnung

Für die Berechnung der Besonnungszeiten senkrechter Wände sind die mittleren Sonnenscheindauern aller Stunden, in denen die Wand von der Sonne getroffen werden kann, zusammengefaßt. Für die Südwand war danach die gesamte mittlere Sonnenscheindauer vom Durchgang der Sonne durch den Ostpunkt bis zum Passieren des Westpunktes zu addieren.

Die den Wänden von der Sonne im Tagesmittel zugestrahlte Sonnenenergie in cal/cm^2 ist nach Potsdamer Meßergebnissen unter Berücksichtigung der Sonnenhöhe und des Sonnenazimutes berechnet worden. Mit zehn multipliziert ergeben die cal/cm^2 die mittlere Zahl der Kilokalorien je Quadratmeter und Tag.

In dem Diagramm für die Besonnung sind an einem Nullkreis für die einzelnen Himmelsrichtungen die mittleren Besonnungszeiten (ausgezogene Linie) und der mittlere Energiegewinn durch die Sonnenstrahlung (gestrichelte Linie) nach außen angetragen. Jede Himmelsrichtung bezieht sich auf die Wand, die senkrecht zu dieser Richtung verläuft, z. B. die Südrichtung gibt die Werte für die von Ost nach West verlaufende Südwand.

Beispiel: Im Winter wird die Südwand in Hamburg im Tagesmittel 1,2 Stunden von der Sonne beschienen und erhält durch die direkten Sonnenstrahlen eine Energie von $44 \text{ cal/cm}^2 = 440 \text{ Kal/m}^2$. Das entspricht einer mittleren Bestrahlung von 34 cal/cm^2 für eine Stunde Besonnung. Für die Nordost- bis Ost- und West- bis Nordwestwände beträgt der mittlere Energiegewinn für eine Stunde Besonnung dagegen weniger als 20 cal/cm^2 .

Im Sommer wird die Südwand im Tagesmittel 4,2 Stunden besonnt und nimmt durch die direkte Bestrahlung eine Energie von 86 cal/cm^2 auf. Das sind nur $20,5 \text{ cal/cm}^2$ je Sonnenscheinstunde. Die größte Besonnungsintensität weisen im Sommer die Ost- und Westwände auf mit 31 bzw. 29 cal/cm^2 je Stunde. Während die Besonnungsdauer im Sommer für die Südwand etwa den dreifachen Wert des Winters erreicht, geht die wärmende Kraft der Sonne ($\text{cal/Std. Sonnenschein}$) für diese Südwand nahezu auf $6/10$ des Winterwertes zurück.

2. Windeinfall

Von Bedeutung für die Belüftung unserer Bauwerke sind nicht allein die senkrecht auf die Wände treffenden, sondern auch die schräg einfallenden Winde, wenn sie die Stärke von 3 m/sec überschreiten. Zur Bestimmung dieses Windanfalls sind für mäßigen Wind (Stärke 3 Beaufort und mehr) sowie für starken Wind (Stärke 6 Beaufort und mehr) für alle Haupthimmelsrichtungen die Häufigkeiten der senkrecht auftreffenden und schräg einfallenden Winde summiert worden. Der Windanfall für die Südwand ergibt sich also aus der Summe der Windhäufigkeiten von 3 Beaufort und mehr innerhalb des Sektors Ost-südost bis West-südwest.

Beispiel: Im Winter werden die Süd- und Südwestwände mit 40 % Häufigkeit von Winden der Stärke 3 Beaufort und mehr getroffen, d. h. sie sind mehr als jede dritte Stunde dem Wind ausgesetzt. Den geringsten Windanfall weisen die Nordostwände mit 18 % auf. Im Sommer steigt der Windanfall für West- bis Nordwestwände auf über 40 % an. Ostwände werden im Sommer mit 14 % Windanfall am schlechtesten belüftet. Der Windanfall für starke Winde (6 Beaufort und mehr) beträgt im Winter für Süd- bis Westwände mehr als 6 %. Im Sommer geht er auf etwa 4 % zurück.

3. Lufttemperatur

Für den Stand der Lufttemperatur ist neben der Sonneneinstrahlung auch der Lufttransport von Bedeutung. Kaltlufteinbrüche aus Osten oder Norden und Warmluftvorstöße aus Südwesten bestimmen unsere Wintertemperaturen in starkem Maße. Die Zusammenhänge zwischen Luftbewegung (Wind) und Lufttemperatur werden durch die Temperaturwindrose veranschaulicht. Für jede Windrichtung wurde das Mittel der Lufttemperatur errechnet und dann die Differenz gegen das aus allen Messungen gebildete Gesamtmittel bestimmt. Diese Differenzen sind dann an einen Nullkreis in allen Richtungen so angetragen worden, daß alle gegenüber dem allgemeinen Mittel zu niedrigen (zu kalten) Werte innerhalb und alle zu hohen (zu warmen) Werte außerhalb des Nullkreises zu liegen kommen. Die Darstellung ermöglicht es abzuschätzen, in welchem Ausmaß der Windeinfluß sich bei der Temperaturgestaltung auf die verschiedenen Hauswände auswirkt.

Beispiel: Das allgemeine Mittel der Lufttemperatur der 3 Wintermonate Dezember bis Februar beträgt für Hamburg $1,0^\circ \text{C}$. Ostwinde sind um $2,8^\circ$ kälter, weisen also eine Mitteltemperatur von $-1,8^\circ$ auf. Für Westwinde mit einer positiven Abweichung von $2,2^\circ$ ergibt sich ein Mitteltemperatur von $3,2^\circ$.

Im Sommer, der eine Mitteltemperatur von $16,2^{\circ}\text{C}$ hat, bringen Nordwinde mit $-1,7^{\circ}$ Abweichung (Mitteltemperatur $14,5^{\circ}\text{C}$) die stärkste Kühlung, während bei Ostwinden ein Temperaturanstieg um $2,8^{\circ}$ auf $19,0^{\circ}$ zu erwarten ist.

4. Regen

Zur Bestimmung der Hauptniederschlagsrichtungen wurden die Niederschlagsbeobachtungen nach Windrichtungen getrennt ausgezählt. Dargestellt ist der Prozentanteil der einzelnen Hauptwindrichtungen an der Gesamtzahl der Termine mit Niederschlag. Bei Windstärke 5 und mehr weicht die Fallrichtung der Regentropfen um mehr als 45° von der senkrechten Richtung ab. Die senkrechte Wand erhält dann, wenn sie vom Regen getroffen wird, mehr Niederschlag als die gleich große ebene Fläche. Man könnte deshalb den Regen bei Windstärke 5 Beaufort und mehr als „Schlagregen“ definieren. Die Häufigkeit dieses „Schlagregens“ in den einzelnen Windrichtungen ist dargestellt worden durch einen gestrichelten Linienzug.

Beispiel: Im Winter fallen mehr als die Hälfte aller Regenfälle bei Südwest- bis Westwinden. 12 % des Regens fällt bei Südwestwind mit Stärken von 5 Beaufort und mehr. Im Sommer geht der Regenanteil bei Südwestwinden etwas zurück, während der Anteil des Regens bei West- und Nordwestwinden ansteigt. Der „Schlagregenanteil“ ist im Sommer wesentlich geringer als im Winter.

5. Haus und Witterung

Auf der rechten Seite von Tafel III sind in der Darstellung Haus und Witterung die Haupteinflussbereiche der einzelnen Wetterfaktoren auf das Gebäude skizziert.

Im Winter erhalten Südost- bis Südwestwände im Tagesmittel mehr als 1 Stunde Sonnenschein. Der mittlere Strahlungsgenuß beträgt für die Südsüdost bis Südsüdwestwände über 40 cal/cm^2 . Südost- bis Nordwestwände weisen einen Windanfall von mehr als 30 % auf, d. h. sie werden im Durchschnitt jede dritte Stunde von Winden der Stärke 3 Beaufort und mehr getroffen. Dem Regen sind die Südwest- bis Westwände am stärksten ausgesetzt. Winde aus nordwestlicher bis südöstlicher Richtung bringen Abkühlung von mehr als 1° .

Im Sommer werden die Ost- bis Westwände im Mittel an mehr als 3 Tagesstunden von der Sonne beschienen. Der Energiegewinn durch die Sonnenstrahlung beträgt für Südost- und Südwestwände dabei im Mittel mehr als 90 cal/cm^2 . Während diese Wärmemenge als Vormittagssonne auf die Südostwände meist das nachts ausgekühlte Gebäude trifft, kann sie bei den Südwestwänden zur Zeit der Tageshöchsttemperatur leicht zu Überhitzungserscheinungen führen. Regen wirkt sich im Sommer vor allem auf die Südwest- bis Westnordwestwände aus. Der Windeinfall erreicht nur für die Südsüdost- bis Nordnordwestwände Beträge von mehr als 30 %. Nordost- bis Südostwinde führen im Sommer Warmluft heran, die die Mitteltemperatur um mehr als 1° ansteigen läßt.

Tafel: HAMBURG IV

1. Häufigkeitswerte der Lufttemperatur

In Fig. 1 sind die Häufigkeiten bestimmter Tagesmitteltemperaturen, Tageshöchsttemperaturen (Tagesmaximum) und Tagestiefsttemperaturen (Tagesminimum) im mittleren Jahresverlauf in Form einer Häufigkeitssummenkurve dargestellt. Als Koordinaten der Darstellung sind gewählt die mittlere Zahl der Tage im Jahr und die Temperatur in $^{\circ}\text{C}$. Der Kurvendarstellung kann sofort entnommen werden, wie oft im Jahresmittel in Hamburg bestimmte Temperaturen als Tagesmittel oder auch als Tageshöchst- oder Tagestiefstwerte unter- oder überschritten werden.

Beispiele:

1. An den Schnittpunkten der 0° Koordinate mit den Summenkurven kann man ablesen: An 20 Tagen im Jahresdurchschnitt liegt die Tageshöchsttemperatur unter 0° (Eistage). 37 Tage verzeichnen eine Tagesmitteltemperatur von weniger als 0° , an 67 Tagen sinkt die nächtliche Temperatur unter 0° ab (Frosttage).
2. Eine Temperatur von -4° wird insgesamt an 28 Tagen im Mittel unterschritten. An 11 Tagen bleibt das Tagesmittel unter -4° . An 4 Tagen wird -4° auch als Tageshöchsttemperatur nicht erreicht.

2. Andauer von Kälteperioden

Häufigkeitswerte der Temperatur geben noch keine Auskunft darüber, wie oft und wie lange bestimmte Grenztemperaturen an aufeinanderfolgenden Tagen unterschritten werden können. Das Ergebnis der Auszählung der Andauer der winterlichen Kälteperioden der Jahre 1891—1930 enthält Fig. 2. Als Koordinaten für die Darstellung wurden die Andauer der Perioden in Tagen und die oberen Grenztemperaturen der Andauerzeit gewählt. Im Mittel bleibt einmal im Jahr das Tagesmittel der Lufttemperatur an 9 aufeinanderfolgenden Tagen unter 0° , an 6 aufeinanderfolgenden Tagen

unter -2° , an 4 aufeinanderfolgenden Tagen unter -4° und an 1 Tag unter -8° . Mit der Häufigkeit $1/10$, d. h. im Durchschnitt alle zehn Jahre einmal, treten Tagesmittel von weniger als 0° an 26, von weniger -4° an 12 und von weniger als -8° an 3 aufeinanderfolgenden Tagen auf.

Beispiele:

1. An wieviel aufeinanderfolgenden Tagen innerhalb von 10 Jahren muß damit gerechnet werden, daß das Tagesmittel unter -6° bleibt? Der Häufigkeit einmal in 10 Jahren entspricht in Fig. 2 die Kurve mit der Bezeichnung $1/10$. Sie schneidet die Ordinate -6° bei 8 Tagen. Es muß also damit gerechnet werden, daß innerhalb von 10 Jahren eine Kälteperiode mit weniger als -6° Tagesmittel von 8 Tagen Dauer auftritt.
2. Welche Temperatur kann innerhalb von 40 Jahren an 5 aufeinanderfolgenden Tagen unterschritten werden?: Die Andauerlinie $1/40$ schneidet die Abzisse für 5 Tage bei -11° . Es kann innerhalb von 40 Jahren einmal die Tagesmitteltemperatur an 5 aufeinanderfolgenden Tagen unter -11° absinken.

Schneedecken (Tab. 1)

Am Flugplatz in Hamburg-Fuhlsbüttel wurden im Zeitraum 1934—1958 im Jahresdurchschnitt um 07 Uhr an 29 Tagen Schneedecken beobachtet.

Schneehöhe							
cm	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Summe
0—1.9	0.3	1.5	2.5	1.4	2.0	0.1	7.8
2—3.9	0.1	0.8	2.1	1.9	0.6	0.0	5.5
4—5.9		0.8	1.0	1.5	0.4	0.1	3.8
6—7.9		0.8	1.5	0.6	0.6		3.5
8—9.9		0.2	0.6	0.3	0.4		1.5
10—14.9		0.3	1.2	1.8	0.4		3.7
15—19.9		0.1	0.3	1.2	0.4		2.0
über 20.0		0.0	0.1	0.9			1.0
Summe	0.4	4.6	9.3	9.6	4.8	0.2	28.9
max. Schneehöhe	4	21	22	26	19	6 cm	

Tab. 1: Mittlere Häufigkeit der Schneedecken Hamburg-Fuhlsbüttel 1934—1958 (Tage im Monat bzw. Jahr)

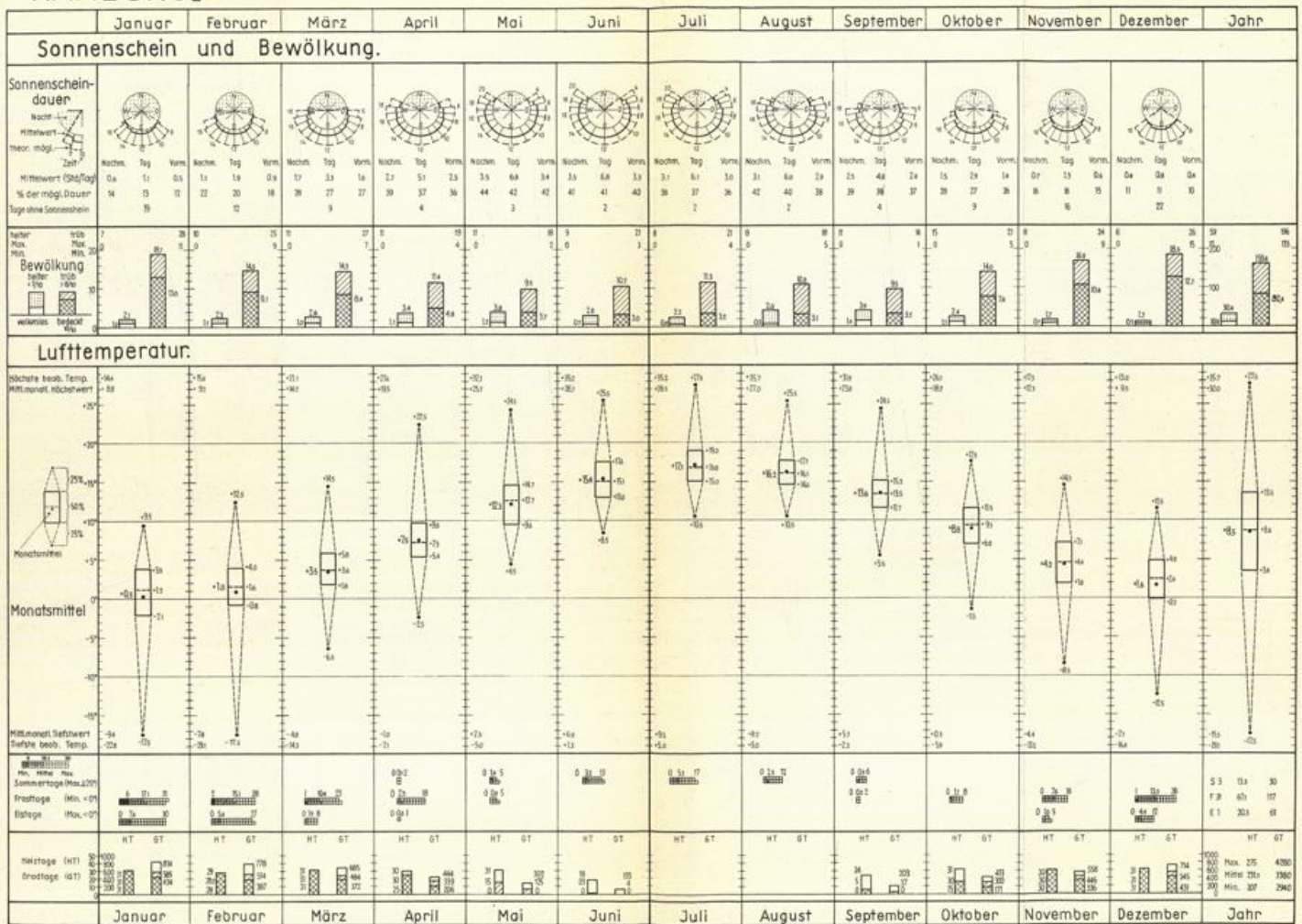
Tabelle 1 enthält die Häufigkeiten der Schneehöhen in Hamburg-Fuhlsbüttel. Nahezu die Hälfte aller Tage mit Schneedecke hat Schneehöhen von weniger als 4 cm gehabt. In nahezu 7 Tagen im Jahresmittel werden Schneehöhen von 10 cm erreicht; als größte Schneedecke wurde im Februar 1949 26 cm gemessen.

Eine Auszählung der Andauer der Schneedecken hat folgendes Ergebnis: Im Jahresmittel wird 5.9mal eine Schneedecke beobachtet. $7/10$ davon bleiben aber weniger als $1/2$ Woche erhalten. Schneedecken von 1 Woche Dauer sind im Jahresdurchschnitt einmal zu erwarten; Schneedecken von mehr als 3 Wochen Dauer treten im Durchschnitt alle 4 Jahre einmal auf. Im Dezember 1939 bildete sich eine Schneedecke, die 57 Tage erhalten blieb. Sie war die ausdauerndste Schneedecke in Hamburg in den letzten 25 Jahren.

Wir bauen gegen das ganze Wetter, nicht für oder gegen einen einzelnen Witterungsfaktor. Die Einflußsektoren der einzelnen Wetterelemente haben im Winter eine andere Lage als im Sommer. Sie überschneiden sich auch teilweise. Der für das Raumklima im Winter günstige Besonnungssektor überdeckt sich zum Teil mit den sich ungünstig auswirkenden Wind-, Niederschlags- und Temperatursektoren.

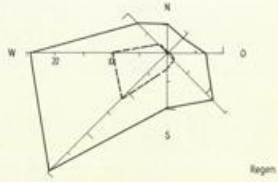
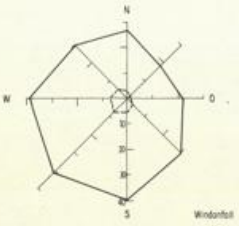
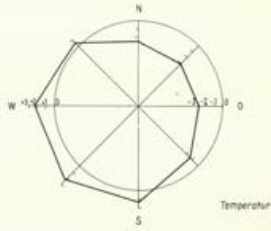
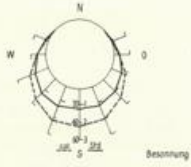
Die Kunst des Baumeisters ist es, die einzelnen Angriffssektoren des Wetters gegeneinander nach ihren positiven oder negativen Wirkungen so abzuwägen, daß mit einem Minimum an wirtschaftlichem Aufwand ein Maximum an Raumbehaglichkeit geschaffen wird. Auch mit großem technischen Aufwand können wir unser Klima kaum merklich ändern. Es ist deshalb wichtig, daß sich unsere Bauten dem gegebenen Klima so gut wie möglich anpassen.

HAMBURGI



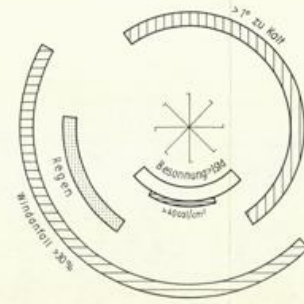
HAMBURG III

Winter



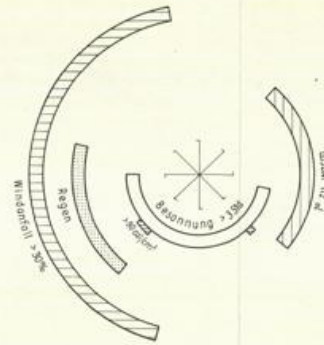
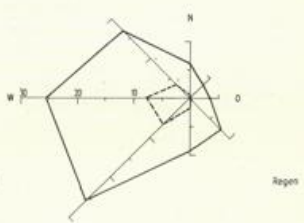
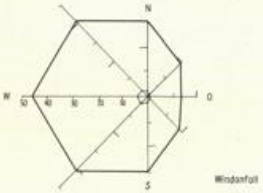
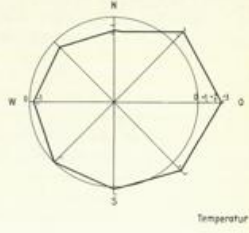
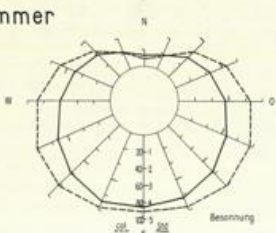
Haus und Witterung

Winter



Sommer

Sommer



HAMBURG IV

