

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 98 (1988)

**Artikel:** Die sommergrünen Wälder Japans und Westeurasiens, ein floristisch-klimatographischer Vergleich = Deciduous broad-leaved forests in Japan and Western Eurasia, a floristic and climatographic comparison

**Autor:** Huebl, Erich

**Kapitel:** 2: Klimatischer Vergleich

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308902>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **2. KLIMATISCHER VERGLEICH**

### **2.1. ALLGEMEINER KLIMATISCHER VERGLEICH ZWISCHEN JAPAN UND WESTEURASIEN, EINSCHLIESSLICH DES KUESTENGEBIETES NORDAFRIKAS**

JAEGER (1968) hat die Aufmerksamkeit der Geobotaniker auf die gegensätzliche Klimazonierung an den Ostseiten und den Westseiten der Kontinente gelenkt. Wir wollen hier die uns betreffende aussertropische Zone der nördlichen Halbkugel (Holarktisches Florenreich) betrachten.

Am Ostrand der Kontinente dringen warme Meeresströmungen von den Tropen her bis in die südliche gemässigte Zone vor, während kalte Strömungen von Norden her die nördlicher gelegenen Küsten bespülen. Die in Ostasien besonders ausgeprägten Monsunwinde führen im Sommer feuchtwarme Luftmassen gegen das Festland und bewirken während der Hauptvegetationszeit hohe Niederschläge in den küstennahen Gebieten, so dass vom Äquator bis in die polnahen Breiten eine Feuchtzone entsteht, deren Differenzierung im wesentlichen durch die Temperatur bestimmt wird. Während beim amerikanischen Kontinent die östliche Feuchtzone nur über die Antillen-Inseln und Florida einigermaßen kontinuierlich verläuft, ist sie in Ostasien fast lückenlos ausgebildet. Die Winter sind dagegen durch kalte, vom Kontinent gegen das Meer gerichtete, in Ostasien meist trockene Luftströmungen gekennzeichnet. Ausnahmen bilden die dem Japanischen Meer zugewandten Westflanken von Honshu und Hokkaido, wo der über dem relativ warmen Meer mit Feuchtigkeit aufgeladene Wintermonsun in den Gebirgen sehr hohe Schneefälle bringt.

An den Westküsten bespülen nahe den Wendekreisen kalte Meeresströmungen die Küsten, werden aber weiter nördlich von warmen Strömungen abgelöst, die in Europa bis ins nördliche Skandinavien und im westlichen Nordamerika bis ins südliche Alaska wirksam werden. Den kalten Strömungen entsprechen auf dem Festland Trockengebiete, die gegen den Äquator zu in Zenitalregengebiete, gegen Norden in Winterregengebiete übergehen (Etesienklima). Von den Gebieten mit Etesienklima (Mediterraneis, Kalifornien) nach Norden nimmt die Niederschlagshöhe zu, der Niederschlagsrhythmus mit einer Sommerdepression der Niederschlagskurve bleibt jedoch in Europa bis ins nördliche Skandinavien, in Nordamerika bis in eine

Breite von etwa  $60^{\circ}$  N erkennbar. Durch Zunahme des Gesamtniederschlages und Abnahme der Temperatur verliert der Etesienrhythmus mit zunehmender Breite an physiologischer Wirksamkeit. Im westlichen Nordamerika ist durch die N-S verlaufenden Kordilleren eine klare Klimascheide gegen Osten gegeben, die in Europa fehlt. Hier geht binnenwärts in der kühl gemässigten Zone die zweigipfelige Jahres-Niederschlagskurve sehr bald in eine eingipfelige mit Sommermaximum über, so dass die Sommerdepression der Niederschläge ausserhalb des Mediterrangebietes auf schmale Küstensäume beschränkt bleibt. Dem sommerlichen Niederschlagsgipfel entspricht in Westeurasien das einzige Westseiten-Laubwaldgebiet der nördlichen Halbkugel, das im Küstenbereich an Baumarten stark verarmt. Im westlichen Nordamerika hat sich dagegen das einzige coniferen-dominierte Waldgebiet (von Gebirgslagen abgesehen) ausserhalb der borealen Zone entwickelt, das allerdings eine erhebliche Anzahl laubabwerfender Gehölze beherbergt.

In der Afro-Eurasiatischen Landmasse sind alle Zonen gegenüber dem westlichen Nordamerika stark Ost-West gedehnt. Der subtropische Trockengürtel reicht durch den gesamten afrikanischen Kontinent bis SW-Asien. Durch das weite Eindringen des Mittelmeeres in die Alte Welt erreicht die küstennahe Hartlaubzone eine besondere Ausdehnung. Die europäisch-westasiatisch Zone der sommergrünen Breitlaubwälder ist durch den Trockengürtel im Süden von jeglicher Verbindung zu den tropischen Feuchtwäldern abgeschnitten.

## **2.2. NIEDERSCHLAGSVERHÄLTNISSE**

Die Niederschläge sind im gesamten Japan so hoch, dass es zur gänze als potentiell Waldland bezeichnet werden muss. Die Niederschlagshöhe nimmt im Durchschnitt von SW gegen NO ab (Karte in Environment Agency: "The Natural Environment of Japan", 1982, S. 23). Besonders regenreich sind die südwestlich von Kyushu gelegene Insel Yaku und die im Südosten von Shikoku gelegenen Gebirge (beide über 3600 mm) und einige küstennahe Gebirge von Honshu (über 3200 mm). Relativ trockene Zonen liegen an der Japanischen Binnensee zwischen SW-Honshus und Shikoku (z.T. unter 1200 mm), in Beckenlagen Zentral-Honshus (z.T. unter 1000 mm) und beson-

ders in Hokkaido, wo in manchen Gebieten 800 mm knapp unterschritten werden und in einigen Stationen während kurzer Zeit des Jahres die potentielle Evapotranspiration die Niederschläge übersteigt (KOJIMA 1979). Erst auf dem ostasiatischen Festland gehen die sommergrünen Breitlaubwälder bei abnehmenden Niederschlägen gegen Westen in Waldsteppen und Steppen über, wobei wegen alten Kultureinflusses die exakten Grenzen ebenso schwer festzustellen sind wie im westlichen Eurasien (vgl. HILBIG 1987).

Wegen der wechselnden Rhythmik sind die Niederschlagsverhältnisse in Westeurasien komplizierter als in Ostasien. Der südliche und der an der Atlantikküste gelegene Teil des sommergrünen Laubwaldgebietes empfangen die höchsten Niederschläge nicht im Sommer, sondern im Winter, Frühjahr oder Herbst, wobei sich Sommertrockenheit nicht nur im mediterran-submediterranen, sondern auch im südlichen Teil des atlantischen küstennahen Bereichs bis über den 50. Grad nördlicher Breite hinaus geltend machen kann. Angedeutete Sommertrockenheit findet sich noch in Südost-England, Dänemark und im Bereich der Ostseeinseln. Charakteristisch für meernahe Trockenstationen ausserhalb der Mediterraneis ist Trockenheit im Frühsommer. Für die Stationen an der kontinentalen Trockengrenze des europäischen sommergrünen Laubwaldes sind dagegen Juligipfel der Niederschlagskurve und spätsommerliche Trockenheit charakteristisch.

Neben Tempertur und Niederschlagshöhe ist die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge von entscheidender Bedeutung für die Vegetation. "Aus der Niederschlagskarte von Europa allein lässt sich keine befriedigende waldvegetationskundliche Gliederung ableiten. Südostengland und Weissrussland sowie manche mediterrane Standorte empfangen gleichhohen Niederschlag" (MAYER 1984).

### 2.3. TEMPERATUR

Durch die für den Waldwuchs durchwegs mehr als genügenden Niederschläge in ganz Japan kommt hier der Temperatur die entscheidende Bedeutung für die Vegetationsgliederung zu. Im Vergleich zum westlichen Eurasien ist das gemässigte Ostasien thermisch stärker kontinental, was sich besonders in tieferen Wintertemperaturen auf gleicher Breite auswirkt, deren

Hauptursache wohl im kalten, vom Festland gegen das Meer wehenden Wintermonsun zu suchen ist. Daneben spielen kalte Meeresströmungen im nördlichen Abschnitt der gemäßigten Zone eine wichtige Rolle. Jedenfalls nimmt die Wintertemperatur in Japan gegen Norden viel rascher ab als in dem unter dem Einfluss des Golfstroms extrem wintermilden westlichen Europa. Im nördlichen Japan ist die Westküste infolge einer bis Sachalin nach Norden reichenden Meeresströmung gegenüber der Ostseite, die von kalten Strömungen gespült wird, begünstigt (Karte in "The Natural Environment of Japan 1982, S. 11). Näheres darüber S. 234. Verfolgt man das Temperaturgefälle von S nach N vergleichend an der Ost- und an der Westküste der Alten Welt, so sind die Mitteltemperaturen in der Nähe des Wendekreises auf den Ryukyu-Inseln und den Kanarischen Inseln etwa gleich. Die Station Nase auf Anami weist die selbe Jahresmitteltemperatur von  $20.9^{\circ}\text{C}$  auf wie die etwa auf der gleichen Breite ( $28^{\circ}\text{N}$ ) gelegene Station Santa Cruz auf Tenerife. Der Niederschlag beträgt dagegen in Nasse 3108 mm, in Santa Cruz 290 mm (nach WALTER und LIETH 1967 und WALTER 1984). Vergleicht man die ebenfalls auf nahezu gleicher Breite liegenden Stationen Tokyo und Tanger (zwischen  $35^{\circ}$  u.  $36^{\circ}\text{N}$ ) so ergibt sich ein Temperaturunterschied der Jahresmittel von  $2.4^{\circ}\text{C}$  (Tokyo  $15.0^{\circ}\text{C}$ , Tanger  $17.4^{\circ}\text{C}$ ). Die Niederschlagshöhe beträgt in Tokyo 1503 mm, in Tanger 887 mm. Noch krasser wird der Gegensatz beim Vergleich der beiden zwischen  $43^{\circ}$  und  $44^{\circ}\text{N}$  gelegenen Städte Sapporo und Florenz. Hier ist im Jahresmittel Florenz um  $6.6^{\circ}\text{C}$  wärmer als Sapporo (Sapporo  $7.8^{\circ}$ , Florenz  $14.4^{\circ}$ ). Die Niederschlagshöhe beträgt für Sapporo 1141 mm, für Florenz 795 mm. Angaben für Japan nach SHIDEI (1974), für Tanger und Florenz nach WALTER und LIETH (1967). Nimmt man die bei WALTER und LIETH für die japanischen Stationen angegebenen Werte, so würde der Unterschied zwischen Tokyo und Tanger sogar  $3.6^{\circ}\text{C}$ , der zwischen Sapporo und Florenz  $7.5^{\circ}\text{C}$  betragen. SHIDEI verwendet die Periode 1941-70. Für die japanischen Stationen (mit Ausnahme der Ryukyu-Inseln) ist der Temperaturgipfel im August, nicht im Juli wie in den meisten westeurasiatischen Stationen charakteristisch. Dass vor allem die verhältnismässig tiefen Wintertemperaturen zum tiefen Jahresmittel der japanischen Stationen beitragen, zeigen die Januar- und die Augustwerte für Tokyo ( $4.1^{\circ}\text{C}$  und  $26.7^{\circ}\text{C}$ ) und Sapporo ( $-5.1^{\circ}$  und  $21.7^{\circ}$ ). Aber auch der Frühling ist noch verhältnismässig kühl, wie die Mittelwerte des April für Tokyo ( $13.5^{\circ}$ ) und Sapporo ( $6.1^{\circ}$ ) zeigen. Nach REIN (1895) reifen die Früchte der Japanischen Mispel (Eryobotrya japonica) in Gibraltar schon Ende April, in

dem auf der gleichen Breite liegenden Tokyo erst Anfang Juni. Vor allem in Hokkaido tritt die Frühjahrserwärmung sehr spät ein, so hat Sapporo ein Märzmittel von  $-0.6^{\circ}\text{C}$ . Dagegen ist der Herbst noch relativ warm: Oktobermittel von Tokyo  $16.9^{\circ}\text{C}$ , von Sapporo  $10.4^{\circ}$ .

#### 2.4. KONSTANZ DER TEMPERATURVERHÄLTNISSE IM WINTER

Neben den Mittelwerten der Temperatur haben tiefe Extremwerte und deren Häufigkeit eine entscheidende Bedeutung für die Vegetation, wobei die Differenz zwischen den mittleren Tagesminima des kältesten Monats und den absoluten Minima gewisse Rückschlüsse auf die Konstanz der Temperaturverhältnisse erlaubt (Werte nach WALTER und LIETH 1967). Man kann annehmen, dass eine grosse Differenz zwischen beiden Werten für gelegentliche Einbrüche extremer Kälte, eine geringe Differenz für relativ stabile winterliche Temperaturverhältnisse spricht. Kälteeinbrüche schwächen zweifellos die Konkurrenzkraft frostempfindlicher Arten. Dieses feuchtwarme kolchische Klima hat die meiste Ähnlichkeit mit dem des wärmeren Japan (JAEGER 1968).

Im südlichen Japan, einschliesslich SW-Honshu liegt die Differenz zwischen mittlerem Tagesmimum und absolutem Minimum durchwegs unter  $10^{\circ}\text{C}$ . In Mittelhonshu haben einige an der Küste des Japanischen Meeres gelegene Stationen bereits Differenzwerte über  $10^{\circ}\text{C}$ . Auf der pazifischen Seite erreichen nur Binnenstationen Werte über  $10^{\circ}\text{C}$ . Grosse Differenzen zwischen mittlerem Tagesminimum des kältesten Monats und absolutem Minimum gibt es im zentralen Bergland von Honshu auf der dem Japanischen Meer zugewandten Flanke mit dem Höchstwert von  $17.6^{\circ}$  in Takayama. In N-Honshu ist die Westküste leicht begünstigt. Die absolut höchste Differenz wird an der Ostküste in der Station Miyako mit  $19.5^{\circ}$  erreicht, bei einem Jahresmittel von  $10.0^{\circ}\text{C}$ . Die auf gleicher Breite ( $39\frac{2}{3}^{\circ}\text{N}$ ) liegende Westküstenstation Akita hat bei  $10.4^{\circ}$  Jahresmittel eine Differenz von  $19.3^{\circ}$ . Alle Stationen in N-Honshu mit einer Messperiode von über 20 Jahren haben Differenzen von mehr als  $10^{\circ}$ . Auf Hokkaido liegen bei allen langfristigen Messdaten die Differenzen zwischen mittlerem Tagesminimum des kältesten Monats und absolutem Minimum, mit Ausnahme der im südlichen Teil an der Westküste gelegenen Station Suttsu mit  $9.7^{\circ}$  über  $10^{\circ}$ .

Die grösste Differenz ( $24^{\circ}$ ) und zugleich das tiefste absolute Minimum ( $-41^{\circ}$ ) weist die 113 m hoch gelegene Binnenstation Asahigawa auf.

Die Differenz zwischen mittlerem Tagesminimum des kältesten Monats und absolutem Minimum nimmt von Süden nach Norden und von der Küste gegen das Binnenland zu. Die Unterschiede zwischen der dem Pazifik zugewandten Ost- und der dem Japanischen Meer zugewandten Westseite des mittleren und nördlichen Honshu lassen sich aus den vorherrschenden Meeres- und Luftströmungen erklären. Der südliche Teil Japans wird auf beiden Seiten von warmen Meeresströmungen umflossen. Im Westen reichen sie bis über Hokkaido hinaus, während im Osten die Ostküste von Hokkaido und etwa die nördliche Hälfte der Ostküste von Honshu von kalten Strömungen bespült werden. In Mittelhonshu sorgen anscheinend auf der ihnen zugekehrten Westseite die kalten Wintermonsunwinde und Strahlungsfröste über der Schneedecke für stärkere Kälteeinbrüche, während das Klima an der windabgewandten und schneearmen pazifischen Flanke thermisch noch ausgeglichen bleibt. Die warmen Meeresströmungen an der Westküste wirken anscheinend nur in weit ins Meer vorgeschobener Lage stärker temperaturausgleichend. Differenzwerte unter  $10^{\circ}$ , allerdings bei nur 16 bzw. 15 Messjahren, haben die auf der Halbinsel Noto gelegene Station Wajima (etwa  $37\frac{1}{2}^{\circ}$  N) und die auf der Insel Sado gelegene Station Aikawa ( $38^{\circ}$  N). In Nordhonshu sind schon wegen der im Durchschnitt niedrigeren Gebirge und der geringeren Breite der Insel die durch den Wintermonsun bedingten Gegensätze der beiden Flanken geringer, und der Einfluss der an der Westküste warmen, an der Ostküste kalten Meeresströmungen nimmt zu. Am stärksten wirkt sich der Einfluss der Meeresströmungen in Hokkaido aus, wo der kalte Oyashio-Strom die Ostküste abkühlt, während die westliche Hälfte der Insel durch die warmen Strömungen deutlich mildere Temperaturen hat. Nach KOJIMA (1979) ist das Klima im östlichen Teil kühl und trocken, im westlichen vergleichsweise mild und feucht. Der Boden kann im Ostteil im Winter gefroren sein, während er im Westen wegen des relativ milden Klimas und des Schneeschlutzes ungefroren bleibt.

Im nordafrikanisch-westeurasiatischen Bereich ist der westliche Abschnitt der etwa zwischen  $32^{\circ}$  und  $37^{\circ}$  N gelegenen nordafrikanischen Küste sehr wintermild, mit absoluten Minima um  $0^{\circ}$  und darüber und Differenzwerten unter  $10^{\circ}$ . Etwas tiefere Minima und höhere Differenzwerte hat der östlich anschliessende Küstenabschnitt zwischen der tunesischen Ostküste und dem westlichen Libyen. Etwa zwischen Tripolis und Port Said liegen die absoluten Minima wieder über  $0^{\circ}$  und die Differenzwerte unter



10°. Port Said mit 0° absolutem Minimum und einen Differenzwert von 10.6° leitet über zu den etwa zwischen 33° und 37° gelegenen vorderasiatischen südmediterranen Stationen mit Minima unter -1° und Differenzwerten von meist mehr als 10°. Relativ winterkalt ist der nördliche Abschnitt der kleinasiatischen Mittelmeerküste und der anschliessende westliche Abschnitt der kleinasiatischen Schwarzmeerküste (etwa zwischen 39° und 42° N gelegen) mit absoluten Minima zwischen -8° und -10.6° und Differenzwerten zwischen 10 und 13°. Der östlichste Abschnitt der Südküste des Schwarzen Meeres ist wintermilder. Die nahe der sowjetischen Grenze gelegene türkische Hafenstadt Rize (41° N) hat ein absolutes Minimum von -6.6° und einen Differenzwert von 10.2°, bei einem Jahresniederschlag von 2510 mm. Dieses feuchtwarme kolchische Klima hat von allen westeurasiatischen Klimatypen die meiste Ähnlichkeit mit dem des wärmeren Japan. Die südlichsten europäischen Stationen zeigen z.T. ähnliche Werte wie die nordafrikanischen, wie das besonders winterwarme Messina auf Sizilien mit einem absoluten Minimum von +2.4° und einem Differenzwert von 5.2°. Nach Norden zu sinken die absoluten Minima unter 0° bei gleichzeitigem Anstieg der Differenzwerte über 10°. In Anbetracht der nördlichen Lage ausserordentlich warm ist die Côte d'Azur. Das absolute Minimum für Monaco (43 3/4° N) beträgt +0.2°, der Differenzwert 7.8°. Die langjährigen Messungen an der französischen Atlantikküste zeigen zwar eine kontinuierliche Abnahme der Jahresmitteltemperaturen von Süden nach Norden (Biarritz nahe dem 43. Breitengrad 14.1°, Cherbourg nahe dem 50. Breitengrad 11.3°), weisen aber bezüglich der absoluten Minima und der Differenzwerte keine breitenspezifischen Unterschiede auf. Biarritz und Cherbourg haben das selbe absolute Minimum von -10°. Die Differenzen liegen durchwegs über 10°. Das tiefste absolute Minimum und zugleich den höchsten Differenzwert hat Brest mit -14.0° und 18.7°. Besonders wintermild für die Breitenlage zwischen 50° und 54° N sind die Stationen an der irischen West- und Südküste und die Küstenstationen von Wales und Cornwall, deren absolute Minima (zwischen -6.1 und -9.4°) über denen der französischen Küstenorte und deren Differenzwerte (zwischen 11.1° und 12.8°) unter denen der französischen Küstenstationen liegen. Das wintermilde Klima bleibt an der skandinavischen Atlantikküste bis weit nach Norden erhalten. Das etwa am 60. Breitengrad gelegene Bergen hat ein absolutes Minimum von -13.7° (Differenzwert 12.9°), das nahe dem 70. Breitengrad gelegene Tromsø von -18.4° (D. 11.9°). Gegen Osten nimmt die Winterkälte kontinuierlich zu. Hiefür bieten die wie Bergen annähernd am



60. Breitengrad gelegenen Städte Oslo, Stockholm und Leningrad anschauliche Beispiele. Das am Atlantik gelegene, aber weitgehend von Landmassen umschlossene Oslo hat ein absolutes Minimum von  $-26.4^{\circ}$  (D.  $20.1^{\circ}$ ). Stockholm, an der Ostsee gelegen erreicht  $-28.2^{\circ}$  (D.  $21.7^{\circ}$ ), und das am Ostende des Finnischen Meerbusens gelegene Leningrad hat ein absolutes Minimum von  $-34.6^{\circ}$  (D.  $23.8^{\circ}$ ). Jedoch sind selbst weit im Landesinneren gelegene westeurasiatische Stationen noch wesentlich wintermilder als auf gleicher Breite gelegene ostasiatische Binnenstationen. So haben nach BERG (1958) die beiden auf etwa  $49.5^{\circ}$  N gelegenen Orte Pojarkowo am Amur und Poltawa in der Ukraine eine ungefähr gleiche Julitemperatur. "Aber der Januar ist in Pojarkowo um  $19^{\circ}$ , der April um  $5^{\circ}$  und der Oktober um  $6^{\circ}$  kälter als in Poltawa." Der Winter wird im Landesinneren von Ostasien so schneearm, dass in der Äusseren Mongolei trotz der tieferen Temperaturen das Vieh im Winter auf der Weide bleibt und Heuwirtschaft bis in die jüngste Zeit unbekannt war (HILBIG und KNAPP 1983).

In Mitteleuropa liegt der Differenzwert durchwegs hoch, meist über  $20^{\circ}$ . Das im Durchschnitt wintermilde Heidelberg ( $49.5^{\circ}$  N) hat ein absolutes Minimum von  $-21.7^{\circ}$  und einen Differenzwert von  $20.7^{\circ}$  bei einem Jahresmittel von  $10.2^{\circ}$ . Das knapp südlich des 48. Breitengrades gelegene Vác in Ungarn hat bei dem selben Jahresmittel ein absolutes Minimum von  $-27.8^{\circ}$  und einen Differenzwert von  $22.7^{\circ}$ .

Eine Zone hoher winterlicher Temperaturkonstanz ist das am Südrand der Alpen gelegene Insubrische Seengebiet. Das schweizerische Lugano ( $46^{\circ}$  N) hat bei einer Messdauer von 77 Jahren nur einen Differenzwert von  $10.2^{\circ}$  und ein absolutes Minimum von  $-12.0^{\circ}$ . Der durchschnittliche jährliche Niederschlag beträgt 1725 mm. Der mediterrane Rhythmus der Niederschlagsverteilung ist nur angedeutet (Frühjahrs- und Herbstgipfel). Das insubrische Klima kommt somit nach dem kolchischen dem wärmeren japanischen am nächsten.

## **2.5. KLIMABEDINGUNGEN DER SOMMERGRÜNEN BREITLAUBWÄLDER UND PFLANZEN- GEOGRAPHISCHE GRENZLINIEN**

Rein thermische Grenzen verschiedener Waldzonen bestehen bei ausreichender Niederschlagsmenge dort, wo die Niederschlagsgipfel in die Hauptve-

getationszeit fallen. Dies ist z.T. an der Südgrenze der sommergrünen Breitlaubwälder in Nordamerika, besonders aber in Ostasien der Fall, während im Westen der Alten Welt neben der Temperatur auch der Wechsel in der Klimarhythmik (Winterregen) eine entscheidende Rolle spielt. Nach SCHROEDER (1983) liegt die Nordgrenze der Lorbeerwälder (zugleich Südgrenze der sommergrünen Breitlaubwälder) dort wo regelmässig Fröste unter  $-10^{\circ}\text{C}$  auftreten. Dies ist der Fall bei  $31^{\circ}\text{N}$  in Florida,  $27^{\circ}$  in Südostchina,  $32^{\circ}$  in Südwestchina,  $35^{\circ}$  in Korea und  $37^{\circ}$  in Japan. Die Nordgrenze der sommergrünen Breitlaubwälder ist in allen drei Laubwaldgebieten der nördlichen Halbkugel thermisch bedingt und liegt nach WALTER (zitiert nach SCHROEDER 1983) dort, wo die Dauer der Zeit mit Tagesmitteln über  $10^{\circ}\text{C}$  unter 120 Tage sinkt und die kalte Jahreszeit über 6 Monate dauert. Diese Grenze verläuft nach SCHROEDER im östlichen Nordamerika bei etwa  $46-50^{\circ}\text{N}$ , in N-Europa bei  $57-60^{\circ}\text{N}$  und in Osteasien bei  $45-51^{\circ}\text{N}$ .

Eine klimatische Eingrenzung der sommergrünen Breitlaubwälder, die auch die Niederschlagsverhältnisse berücksichtigt, gibt JAEGER (1968) und Chorologie II, S. 38 (1978). Nach seiner Darstellung fallen die Breitlaubwaldgebiete in einen Bereich mit über 120 frostfreien Tagen im Jahr, über 500 mm Jahresniederschlag, über  $15^{\circ}\text{C}$  Julitemperatur und unter  $4^{\circ}\text{C}$  Januartemperatur.

Während im Westen der Alten Welt, wenn man die gesamte Breitlaubwaldzone betrachtet, die Verhältnisse dadurch kompliziert werden, dass neben den Wärme-, auch die Feuchtegradienten und der Wechsel der Klimarhythmik eine wichtige Rolle spielen, reicht im Bereich des ostasiatischen Inselbogens die Feuchtigkeit überall für üppigen Waldwuchs aus, so dass im wesentlichen die Vegetationsgrenzen temperaturbedingt sind. Eine Ausnahme bildet nur die zuerst von FUKUI (1933) erkannte Grenzlinie zwischen der schneereichen, dem Japanischen Meer zugewandten Westseite und der schneearmen, pazifischen Seite von Honshu (Karte bei HARA und KUNAI 1958, 1959). Die vorwiegend thermischen Grenzlinien sind u.a. bei SCHWIND (1967) und HAEMET-AHTI et al. (1974) dargestellt (vgl. Phytogeographische Karte von Japan, Abb. 1). Für unsere Betrachtung sind folgende Linien von Bedeutung: die Kudo-Linie, welche die südwestliche Halbinsel Oshima vom übrigen Hokkaido trennt, die durch Mittel-Honshu verlaufende Horikawa-Linie und die Tokara-Linie, die südlich von Yakushima verläuft (siehe Phytogeographische Karte von Japan, Abb. 1). Die Kudo-Linie ist die N-Grenze der Laub-Nadel-Mischwaldzone. Die Kuromatsunai-

Depression bildet die N-Grenze von Fagus crenata sowie einer Reihe anderer, relativ wintermildes Klima benötigender Laubwaldarten (Artenliste bei HARA und KUNAI 1959 und ITO 1980). Die Horikawa-Linie entspricht der Grenze zwischen immergrünem und sommergrünem Laubwald, die nach HORIKAWA (1958) mit der 2°C-Februarisotherme korrespondiert. Die Tokara-Linie trennt die mit ihren Gebirgen noch in die Stufe der sommergrünen Laubwälder reichenden Inseln von den niedrigen und praktisch frostfreien Ryukyu-Inseln, die an den Küstensäumen bereits tropisch-subtropische Vegetation tragen. Erst das am Wendekreis gelegene Taiwan (Formosa) ragt mit seinen Gebirgen wieder in die Stufe der laubabwerfenden Wälder, die in den weiter zum Äquator zu gelegenen Gebirgen nicht mehr ausgebildet und schon auf Taiwan im Ausklingen ist. Bezeichnend scheint die gegen Norden zu immer stärkere SW-NO-Ausrichtung der Grenzlinien, die auf den Einfluss der im Westen weiter nach Norden reichenden warmen, im Osten weiter nach Süden reichenden kalten Meeresströmungen hindeutet.

---

Abb. 1 (S. 239). Phytogeographische Karte von Japan

Fig. 1 (p. 239). Phytogeographical map of Japan

..... (HARA und KUNAI 1958, 1959)

—— (SCHWIND 1967)

Ziffern und Grossbuchstaben - numbers and capital letters (SCHWIND 1967)

----- und Kleinbuchstaben - and letters (HAEMET-AHTI et al. 1974)

Flächensignaturen - signatures of areas (MIYAWAKI 1979)

Die strichlierten Linien markieren jeweils die Nordgrenze der Zonen nach HAEMET-AHTI et al. (1974). Mit ausgezogenen Linien parallel laufende strichlierte Linien sind nur angedeutet. Das Gebiet der Alpenen Wiesen und der Pinus pumila-Gesellschaften der Originalkarte von MIYAWAKI (1979) ist weggelassen.

.... Fukui-Linie

1 Miyabe-Linie

2 Schmidt-Linie

2a Kudo-Linie

3 Kuromatsunai-Linie

4 Horikawa-Linie

5 Tokara-Linie

A Pinus pumila-Region

B Larix kamtschatica-Wald

C Picea-Abies-Wald

D Fagus crenata-Wald

E Castanopsis sieboldii-Wald

F Südostasiatisches (malesisches) Florenreich

str subtropical

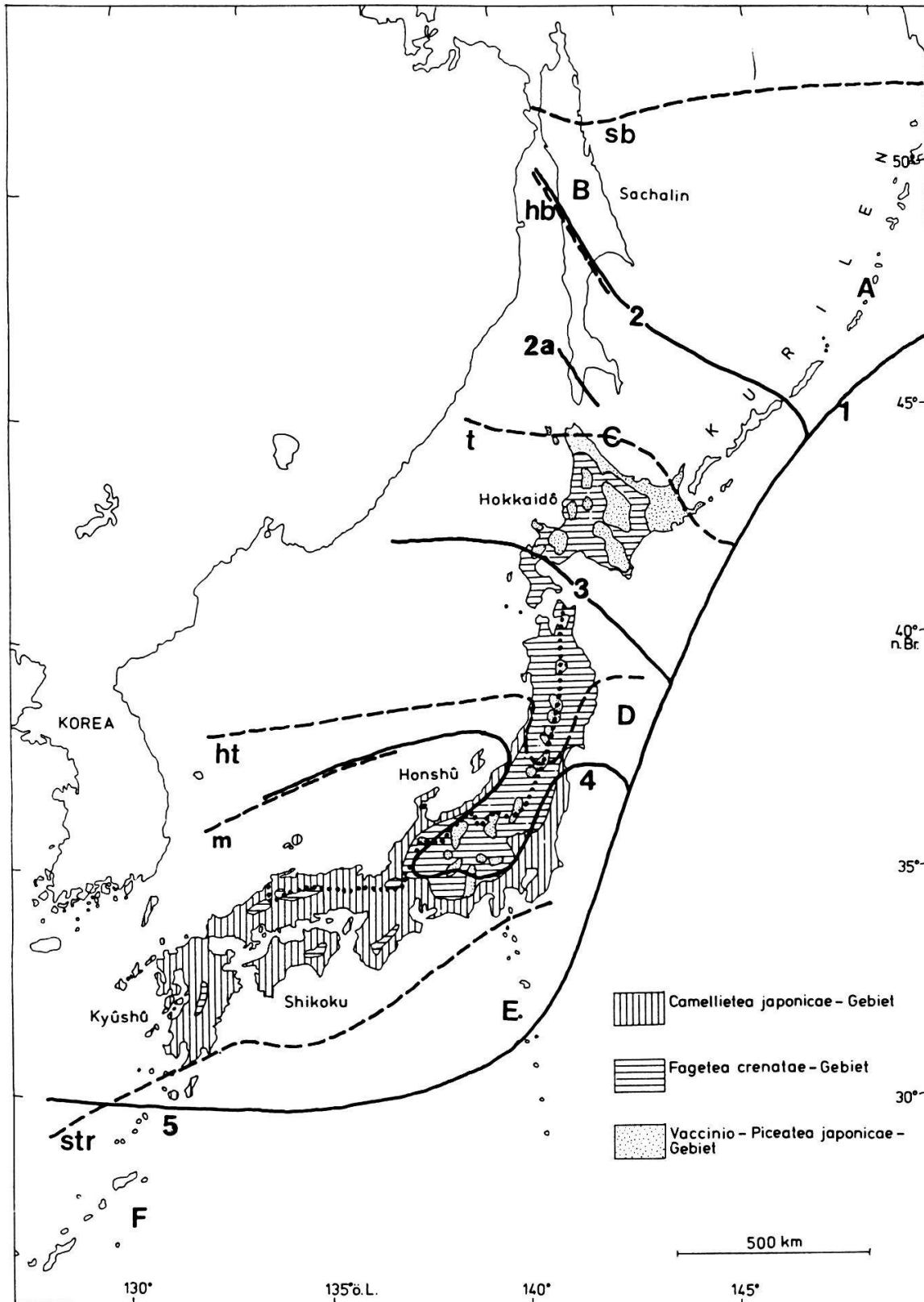
m southern, middle and northern meridional

ht hemitemperate

t southern, middle and northern temperate

hb hemiboreal

sb southern boreal



Gute Uebereinstimmungen der Verbreitung wichtiger Waldbäume ergeben sich mit dem von KIRA (1949) in japanischer Sprache veröffentlichten Wärme- bzw. Kälte-Index. Erläuterungen der beiden Indices in englischer Sprache bei SHIDEI (1974), HAEMET-AHTI et al. (1974) und MIYAWAKI (1985). Den Wärmeindex erhält man, indem man von allen monatlichen Mittelwerten, die  $+5^{\circ}\text{C}$  übersteigen 5 abzieht und die Restwerte addiert. Der Kälteindex ist die korrespondierende negative Summe für die Monatsmittel unter  $+5^{\circ}$ . Siehe Beispiel Tabelle 1 nach SHIDEI (1974).

Eine grossmasstäbige Karte von Wärmeindex-Isoplethen ist in "Forest Environment Map of Japan" (1972) veröffentlicht, kleinmasstäbige bei SHIDEI, HAEMET-AHTI et al., "The Natural Environment of Japan" (1982) und MIYAWAKI, der auch Anbaugrenzen von Kulturpflanzen mit Wärmeindex-Isoplethen vergleicht.

Nach HAEMET-AHTI et al. unterscheidet KIRA auf der Basis von Wärme- und Kälteindices fünf Waldvegetationszonen in Japan: die subtropische Zone, die Lorbeerwaldzone, die warm-temperierte sommergrüne Laubwaldzone, die temperate sommergrüne Laubwaldzone und die immergrüne Nadelwaldzone. Die

Tab. 1. Wärme- und Kälteindex für Sapporo (nach SHIDEI 1974)  
Table 1. Temperature indices for Sapporo (after SHIDEI 1974)

Monat	Monatsmittel $^{\circ}\text{C}$	Differenz zwischen Monatsmittel und $+5^{\circ}\text{C}$	Wärmeindex	Kälteindex
Januar	-5.5	-10.5		-10.5
Februar	-4.7	-9.7		-9.7
März	-1.0	-6.0		-6.0
April	5.7	+0.7	+0.7	
Mai	11.3	+6.3	+6.3	
Juni	15.5	+10.5	+10.5	
Juli	20.0	+15.0	+15.0	
August	21.7	+16.7	+16.7	
Sept.	16.8	+11.8	+11.8	
Okt.	10.4	+5.4	+5.4	
Nov.	3.6	-1.4		-1.4
Dez.	-2.6	-7.6		-7.6
Jahres- mittel	7.6			
Total			+66.4	-35.2

Lorbeerwaldzone entspricht der mediterranen Hartlaubzone der westlichen Alten Welt und liegt zwischen den Wärmeindex-Isoplethen 180 im Süden und 85 im Norden. Die Nordgrenze entspricht zugleich etwa der Isoplethe von -10 des Kälte-Index. Die warmtemperierte Waldzone ist dort entwickelt, wo der Wärmeindex 85 übersteigt, zugleich aber der Kälteindex mehr als -10 beträgt, was besonders in Mittelhonshu der Fall ist. Die temperate sommergrüne Laubwaldzone liegt zwischen den Wärmeindexisoplethen von 85 und 45, die immergrüne Nadelwaldzone zwischen 45 und 15.

Nach den Abbildungen bei MIYAWAKI (1985) hat es den Anschein, dass die Verbreitungs- bzw. Anbaugrenzen im Süden Japans gut, gegen Norden zu immer schlechter mit den Wärmedindices übereinstimmen. Dem würde auch die mündliche Mitteilung von Dr. M. Haruki (Sapporo) entsprechen, dass in Hokkaido viele Verbreitungsgrenzen keine deutliche Beziehung zum Wärmeindex zeigen. Nach HAEMET-AHTI et al. (1974) stimmen in Finnland die borealen Subzonen einigermaßen gut mit Wärmeindices überein, nicht aber im kühl-ozeanischen nördlichen Norwegen, wo die Indexwerte für die Subzonen zu niedrig liegen. "Kira's coldness index in N.W. Europe would seem to show the continentality and oceanity rather than the vegetation zone."

HAEMET-AHTI et al. (1974) haben die bisher am meisten detaillierte Vegetationsgliederung des küstennahen Ostasien durchgeführt (s. Phytogeographische Karte von Japan, Abb. 1). Hier soll nur ihre Temperate Zone kurz besprochen werden. Kritisch sind vor allem die Uebergangs-Bereiche: die an die meridionale Zone anschliessende hemitemperate Subzone und die den Uebergang zu den borealen Nadelwäldern bildende nordtemperate Subzone. Die hemitemperate Subzone liegt in Südwest-Japan nach den genannten Autoren etwa zwischen 500(700) und 800(1000) m und sinkt nach Nordosten zu bis zum Meeresniveau in Zentral-Honshu ab. Sie wird nur zum Teil von sommergrünen Laubbäumen wie Castanea crenata, Fagus japonica, Zelkova serrata und verschiedenen Quercus-Arten gebildet, zu einem erheblichen Teil auch von Coniferen (Tsuga sieboldii, Abies firma, Pseudotsuga japonica, Chamaecyparis obtusa und Sciadopitys verticillata). Dazu kommen noch immergrüne Angiospermen wie Illicium religiosum und Symplocos-Arten. Die Abgrenzung einer hemitemperaten Zone wird sicherlich dadurch erschwert, dass nach MIYAWAKI (1979) und MIYAWAKI und SUZUKI (1980) sommergrüne Laubwälder edaphisch bedingt an feuchten Stellen, wie Flussufern und Unterhängen, im Camellietea-Gebiet (entspricht der meridionalen Zone) wachsen (Zelkovion serratae, verschiedene Assoziationen der

Alnetea japonicae) oder infolge der menschlichen Wirtschaft (Niederwaldbetrieb) an die Stelle der potentiellen Lorbeerwälder getreten sind, wie die Assoziationen Quercetum acutissimo-serratae, Daphno pseudo-mezereum - Quercetum serratae und Castaneo-Quercetum serratae, worauf auch HAEMET-AHTI et al. hinweisen (dort auch ältere Literatur). Das noch artenreiche Laubwaldgebiet Hokkaidos nördlich der Kuromatsunai-Furche wird von den Autoren zur Nordtemperaten Subzone gerechnet. Die südlich der Kuromatsunai-Furche hauptsächlich von Fagus crenata gebildete Gebirgswaldstufe wird als Orotemperate Subzone bezeichnet. Fagus crenata kann ähnlich wie F. sylvatica in vielen europäischen Gebirgen auch die Waldgrenze bilden. Problematisch ist vor allem die Nordgrenze der temperaten Zone in Hokkaido. Während MIYAWAKI (1979, S. 53) in seiner Karte der natürlichen Vegetation der Japanischen Inseln den Küstenbereich des Ochotskischen Meeres zum Vaccinio-Piceetea japonica-Gebiet, also zur borealen Zone stellt, rechnen ihn HAEMET-AHTI et al. in ihrer Karte der bioklimatischen Vegetationszonen in Hokkaido noch zur nordtemperaten Subzone. Ähnlich stellt KOJIMA (1979) diesen Bereich zur "Nemoralen Acer monozone". ITO (1980, Abb. 1) rechnet ganz Hokkaido mit S-Sachalin (südlich der Schmidt-Linie), den südlichen Kurilen (südlich der Miyabe-Linie) und dem küstennahen gegenüberliegenden Festland zum "Northern Temperate Area in the Far East".

Im Westen der Alten Welt sind die Grenzen der Laubwaldzone wegen der komplizierten klimatischen Verhältnisse noch schwieriger zu fassen als auf den ostasiatischen Inseln. An der Nord- und der Nordostgrenze ist eine thermisch bedingte breite Übergangszone zu den borealen Nadelwäldern ausgebildet (Karte bei MAYER 1984, S. 81), die nach WALTER (1974) von Westen nach Osten an breitlaubigen Arten verarmt. Nach Osten und Südosten grenzt der Laubwald in der Übergangszone der Waldsteppe an die Formation der Steppe. Nach WALTER (1974) ist das Waldsteppengebiet gegenüber dem Waldgebiet durch das Fehlen einer Dürrezeit gekennzeichnet. Bei der Waldsteppe handelt es sich um ein Vegetationsmosaik in dem die edaphischen Verhältnisse den Ausschlag für die Entwicklung von Wald und Steppe geben.

An der Südgrenze keilt das europäische sommergrüne Breitlaubwaldgebiet in mannigfaltiger Weise in den mediterranen Gebirgen aus, wobei umgekehrt wie an der Nordgrenze eine Verarmung an Baumarten von Osten nach Westen eintritt (s. S. 270).

Um eine Feingliederung im Bereich der Nordgrenze des europäischen Laub-



waldgebietes bemühten sich u.a. HAEMET-AHTI und JALAS (1968). Mit der Problematik der südeuropäischen Laubwälder befassten sich u.a. ERN (1966), HOFMANN (1960), HORVAT et al. (1974). Zusammenfassende Darstellung und ausführliche Literaturhinweise bei MAYER (1984).