

## Warum die chinesischen Buchenarten subtropisch und nicht temperat verbreitet sind

– Ke Guo, Beijing & Marinus J. A. Werger, Utrecht –

### Abstract

In the Chinese mainland the species of *Fagus* occur in the subtropical zone and are absent from the cooler temperate zone. This surprisingly contrasts with the occurrence of *Fagus* species in the temperate zones of Europe, North America and also in Japan. Beeches typically are deciduous trees that are common in the temperate deciduous forests in Europe, the eastern part of North America and Japan. On the Chinese mainland, however, they are restricted to the forests of mountains in the moist subtropical area, south of 34° Northern Latitude. In these Chinese mountains the lower limit of occurrence of the *Fagus* species lies at higher elevations as geographical latitude increases. This pattern sharply contrasts with the usual distribution pattern of plants and vegetation elsewhere. We analyse the characteristics of the monsoon climate over continental China and compare this with the phenological calendar of these deciduous trees. We show that a peculiar feature in the rainfall pattern of the prevailing monsoon determines the deviating distribution pattern of Chinese beech species.

**Keywords:** Blattaustrieb, Buche, China, Fagus, Monsun, Regenfallmuster

### 1. Einleitung

Es gibt weltweit ungefähr 12 (10 bis 14) *Fagus*-Arten, abhängig vom taxonomischen Klassifikationseifer der Autoren (Fig. 1). Eine Art, *Fagus grandifolia* (inkl. subsp. *mexicana*), in den östlichen Vereinigten Staaten und einem kleinen Reliktareal in den Bergen von Mexiko; eine Art, *Fagus sylvatica* (inkl. subsp. *orientalis*), in Europa bis in die Ukraine und in das Schwarze Meer-Kaukasus-Gebiet; zwei Arten, *Fagus japonica* und *F. crenata*, in Japan; und etwa 8 Arten in China: *Fagus longipetiolata*, *F. lucida*, *F. engleriana* (auch in Korea), *F. hayata* (inkl. subsp. *pashanica*) (auch in Taiwan), *F. brevipetiolata*, *F. bijiensis*, *F. tientaiensis* und *F. chienii* (wahrscheinlich ausgestorben). Nur die erstgenannten drei Arten sind häufig in China, die anderen Arten haben ein mehr sporadisches oder sogar sehr beschränktes Areal (CHANG & HUANG 1988, PETERS 1997, NAKAMURA 2008, GUO & WERGER 2009). Die Gattung ist also rein holarktisch. Alle Arten wachsen in den humideren Teilen der Kontinenten und sind in Nord-Amerika, Europa und Japan typisch für die kühlen Klimazonen.

In China sind jedoch alle *Fagus*-Arten typisch für die humiden subtropischen Berglagen und fehlen völlig in dem humiden gemäßigten Gebiet nördlich von 34° nördlicher Breite. Es ist eine umstrittene Frage, warum die chinesischen Buchenarten auf das subtropische Bergland von Süd- bis Mittel-China beschränkt sind und weiter nördlich in der humiden gemäßigten Zone, die ja die typische Verbreitungszone der anderen *Fagus*-Arten ist, vollständig fehlen. Mehrere Autoren haben sich mit dieser Frage befasst, vertreten aber unterschiedliche Ansichten (HUANG & AN 1993, CAO et al. 1995, CAO & PETERS 1997, GUO 1999, FANG & LECHOWICZ 2006). Häufig wird versucht, die Verbreitungsgrenzen der *Fagus*-Arten mit Indizes für jährlichen Regenfall und Temperatursummen- oder -durchschnittswerte zu

erklären. Eine Analyse zeigt aber ganz klar, dass die chinesischen humiden gemäßigten Gebiete, wo man normalerweise *Fagus*-Arten erwarten würde, wo sie aber völlig fehlen, im bezug auf Regenfall- und Temperatur-Werte innerhalb der für diese Gattung typischen Klimabedingungen liegen. Es muss also eine andere Erklärung geben, und die präsentieren wir hier.

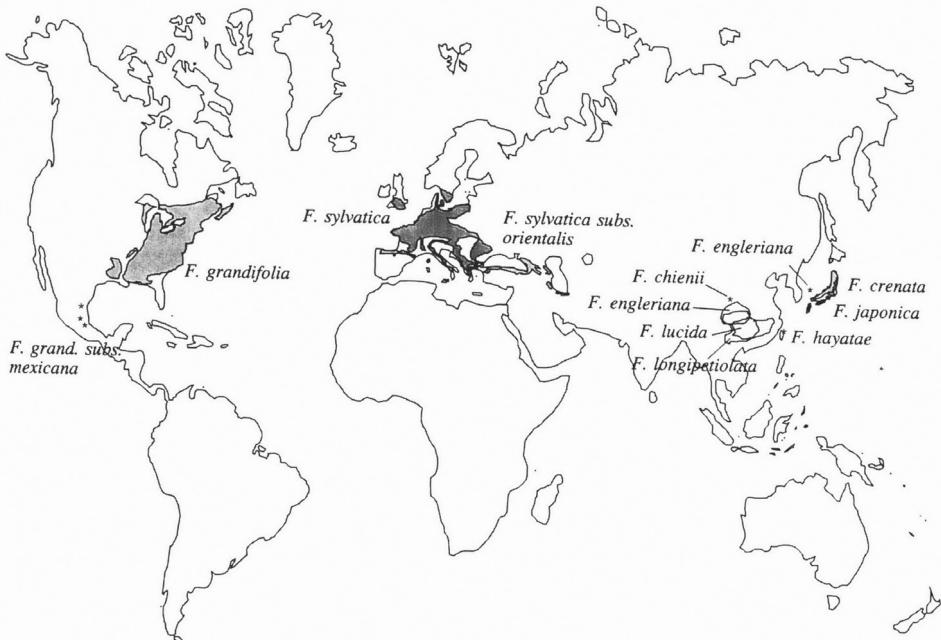


Fig. 1. Weltweite Verbreitung der *Fagus*-Arten (nach PETERS 1997).

## 2. Die Verbreitung der Buchenarten in China

Alle der etwa 8 chinesischen Buchenarten kommen in China zwischen 22° und 34° nördlicher Breite vor, fehlen jedoch völlig in der typisch-gemäßigten Zone weiter nördlich, wo die zonale Vegetation von einem laubwechselnden Wald gebildet wird (CAO et al. 1995, PETERS 1997, FANG 1988, FANG & LECHOWISZ 2006, GUO & WERGER 2009). Die Arten sind also im wesentlichen südlich des Yangtze verbreitet und überschreiten den Fluss nur geringfügig (Fig. 2). *Fagus longipetiolata*, *F. lucida* und *F. engleriana* sind innerhalb dieses Gebietes weit verbreitet und oft bestandsbildend in den laubwerfenden Wäldern der Höhenlagen der Berge. *Fagus hayata* inklusive der subsp. *pashanica* kommt an einigen weit auseinander liegenden Orten vor, von Sichuan bis Hubei und Zhejiang (und auch auf Taiwan). *Fagus brevipetiolata*, *F. bijiensis* und *F. tientaiensis* haben sehr kleine Verbreitungsgebiete und kommen sporadisch vor; *Fagus chienii* wurde nur an einer Stelle in Sichuan gesammelt und ist jetzt wahrscheinlich ausgestorben.

In den südlichen Teilen ihrer Verbreitungsgebiete findet man die chinesischen Buchenarten hauptsächlich als frequente Bestandteile immergrüner und gemischt immergrün-laubwerfender Wälder, während sie in den zentralen und nördlichen Teilen ihrer Areale sowie im Süden in den größeren Höhenlagen in den laubwerfenden und gemischt laubwerfenden Nadelwäldern dominant werden und dann in noch größeren Höhenlagen langsam ausklingen (GUO 1999).

Wegen der unterschiedlich großen Verbreitungsgebiete der Buchenarten ist es für unsere Analysen also nur wichtig, die Vorkommen der drei weit verbreiteten und häufigen Arten zu betrachten.

Bezüglich der Höhenlage zeigen diese Buchenarten ein durchaus überraschendes Verhalten: Entlang eines Süd-Nord-Gradienten steigt die Untergrenze ihrer Verbreitung, je weiter sie nördlich oder nordwestlich vorkommen; im Inneren des chinesischen Kontinents ist dieser Gradient steiler als in küstennahen Lagen. Fig. 3 demonstriert das für *Fagus longipetiolata*; auch *Fagus lucida* und *Fagus engleriana* zeigen ein ganz ähnliches Muster (GUO & WER-

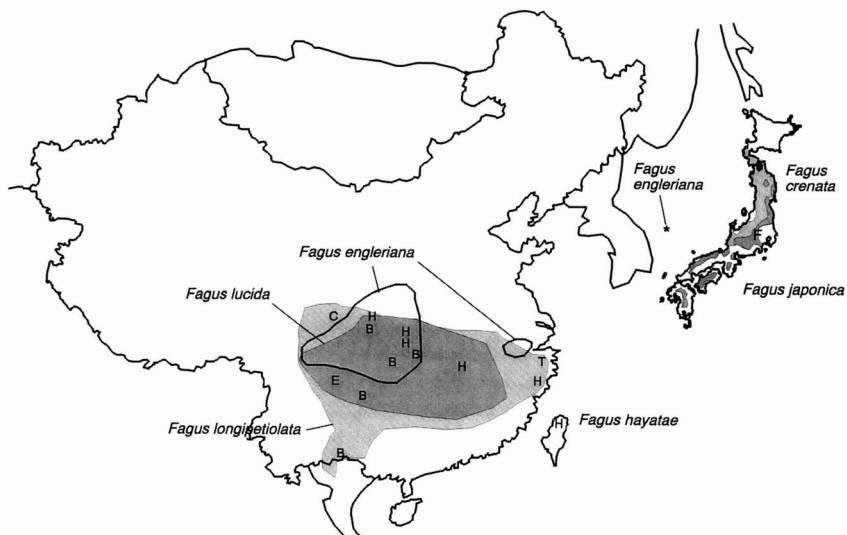


Fig. 2. Verbreitung der chinesischen und japanischen *Fagus*-Arten (nach PETERS 1997). B = *F. brevipetiolata*, C = *F. chienii*; E = *F. bijiensis*; F = die japanische Kleinart *F. okamotoi*; H = *F. hayatae*; T = *F. tientaiensis*.

GER 2009). Dies steht in komplettem Kontrast zur Verbreitung von z.B. *Fagus sylvatica* in Europa (HUNTLEY et al. 1989, PETERS 1997). Betrachtet man die Untergrenzen des Vorkommens der genannten Arten in einem Ost-West-Gradienten entlang eines Breitengrades, so liegen sie im Landesinnern höher als an der Küste des Kontinents und der Effekt ist im Norden ihres Verbreitungsgebietes steiler ausgeprägt als im Süden (Fig. 3) (GUO & WERGER 2009).

### 3. Das Klimamuster Ost-Asiens

Im Winter wehen über Ost-Asien die Nord- und Nordost-Winde des Ost-Sibirischen Antizyklons über den sehr kalten Kontinent hin zum verhältnismäßig warmen Pazifik, wo ein Tiefdruckgebiet liegt. Diese Winde bringen kalte und trockene Luft nach China. Die Kaltwindeepisoden kommen in Phasen vom späten Herbst bis ins Frühjahr vor und bringen plötzliche und tiefe Temperaturstürze mit sich. Ihre Intensität ist allerdings im Norden größer als im Süden Chinas (Fig. 4).

Im Frühjahr erwärmt sich die chinesische Landmasse schnell und im Sommer ist die Temperatur über Land daher bedeutend höher als über dem Ozean. Es dominieren südliche bis südöstliche Winde, die vom Ozean her über den Kontinent wehen. Sie bringen warme und

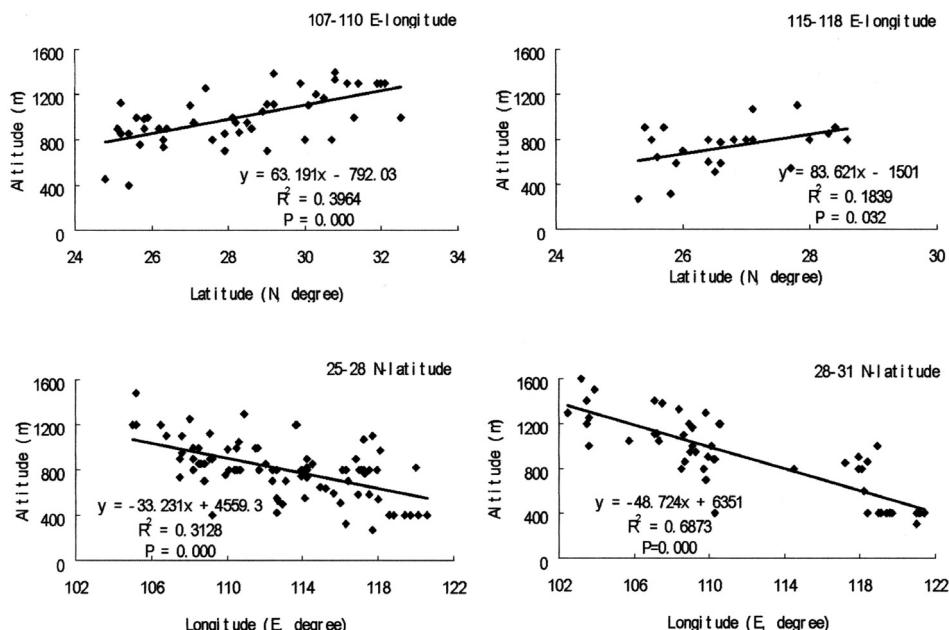


Fig. 3. Die Untergrenzen der Verbreitung von *Fagus longipetiolata* entlang eines Süd – Nord-Gradienten durch den westlichen Teil (zwischen 107° und 110° ÖL) ihres Areals in China (oben links) und durch den östlichen Teil (zwischen 115° und 118° ÖL) (oben rechts) sowie entlang eines West – Ost-Gradienten durch den südlichen Teil (zwischen 25° und 28° NB) ihres Areals in China (unten links) und durch den nördlichen Teil (zwischen 28° und 31° NB) (unten rechts).

feuchte Luftmassen vom Ozean und verursachen Regenfälle. Das sind die sogenannten Pazi-fischen Monsune. Die saisonale Richtungsänderung dieser beiden wichtigsten Windsysteme über dem ostasiatischen Kontinent bestimmt die Klimabedingungen. Die genauen Wetterbe-dingungen an Ort und Stelle werden aber weitgehend von der geographischen Lage der Orte beeinflusst. Dies gilt besonders für die Periode und die Quantität der Niederschläge. Zeitig im Frühjahr wärmt sich der chinesische Kontinent relativ schnell auf: das beginnt schon in Februar an der Südost-Küste und die Aufwärmung breitet sich dann ziemlich schnell weiter in nord- und nordwestliche Richtung aus. In 1 bis 1½ Monaten, also ab dem frühen April, erreicht der temperierte Teil Chinas schon eine Tagesdurchschnittstemperatur von 11 °C.

Die Monsunregenfront folgt dem gleichen geographischen Muster, bewegt sich aber bedeutend langsamer über den Kontinent. Im Südosten beginnt der Regen gewöhnlich Anfang April und es dauert volle 2½ Monate, bis die Regenfront etwa im späten Juni die südliche Grenze des gemäßigten Gebietes erreicht hat, und nochmals mindestens einen Monat, also bis Ende Juli, bis es auch an der Nordseite des gemäßigten Gebietes regnet. Der Rückzug der Monsunregen geschieht in umgekehrte Richtung: Das ozeanische Monsunwetter dauert im Süden also viel länger als im Norden und der Regen setzt im Norden viel später ein und währt kürzer als im Süden. Außerdem steht der Norden viel stärker und öfter unter Einfluss der kalten, trockenen Nordwinde als der Süden (Fig. 4).

## seasonal north and south movements of monsoons

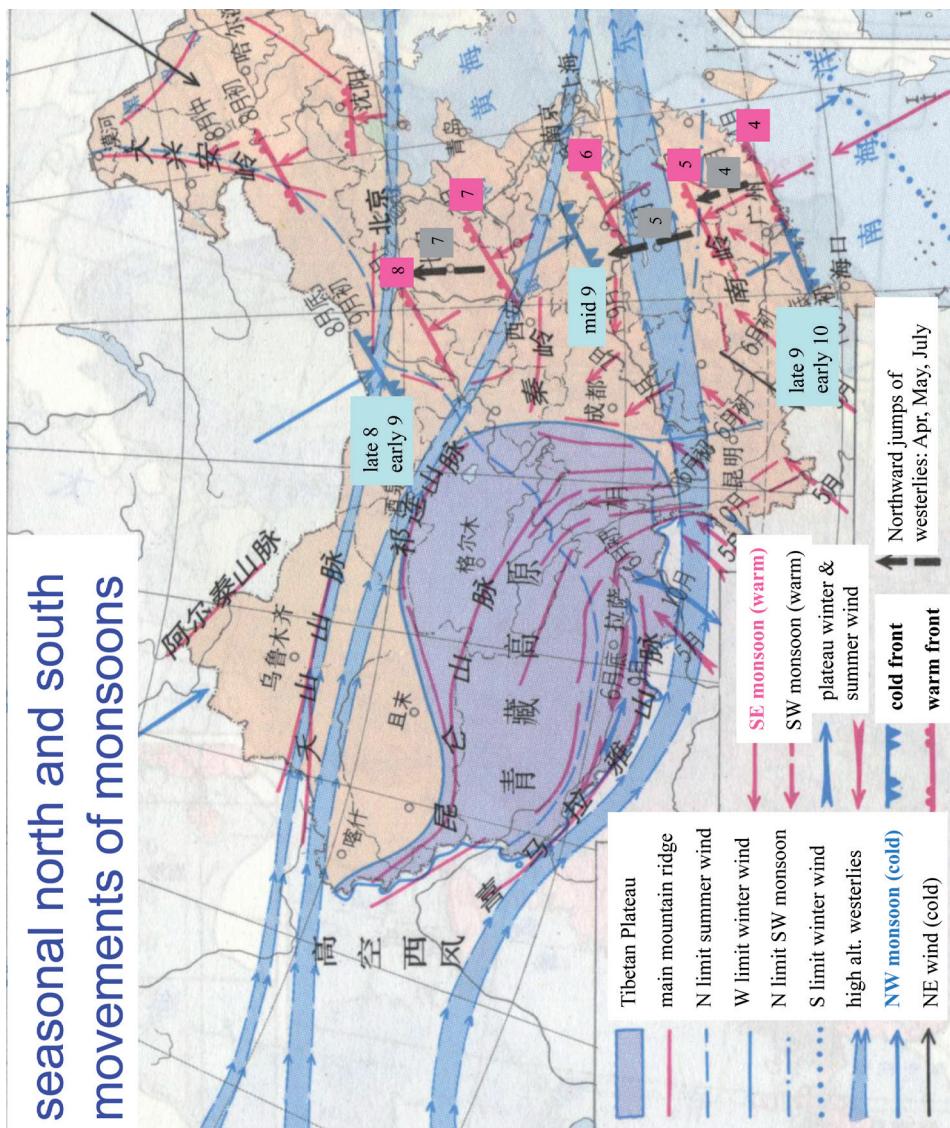


Fig. 4. Die saisonale Nord-Süd-Bewegung des Monsuns über China. Die blauen Strömungen entsprechen Westwinden in größeren Höhen, die nördlich und südlich des tibetanischen Hochs wehen. Wenn der Südost-Monsun im Mai schon etwa bis in das Yangtze-Gebiet vorgedrungen ist, blockiert er die südliche Strömung völlig. Die Zahlen in den grauen Feldern zeigen die sprungartigen Änderungen in den Positionen der Westwinde. Die Zahlen in den roten Feldern zeigen das monatliche Vordringen des Südost-Monsuns bis nach Nord-China (Wärmefronten). Die Zahlen in den blauen Feldern zeigen das Vordringen der Kaltfronten aus Sibirien über der östlichen Hälfte Chinas. Die Nummern 1 bis 12 bezeichnen die Monate Januar bis Dezember.

## 4. Austreiben der Blätter der chinesischen Buchenarten

Das Austreiben der Blätter von laubwerfenden Bäumen ist temperaturbedingt. In einem Vergleich phenologischer Daten zum Blattaustrieb der drei *Fagus*-Arten in den verschiedene Teilen ihrer Verbreitungsgebiete mit Temperaturdaten zahlreicher Wetterstationen innerhalb dieser Verbreitungsgebiete haben wir (GUO, pers. Dataset) festgestellt, dass die Blattknospen dieser Arten austreiben, wenn die mittlere Tagestemperatur (berechnet über eine Periode von 30 Jahren) 11 °C erreicht. Damit können wir das Datum des Austreibens der Blätter für alle Lokalitäten auf dem chinesischen Kontinent errechnen. Für *Fagus longipetiolata* ergab sich beispielsweise im Durchschnitt der 1. März im Julianshan in 600 m Höhe, der 25. März im Yandangshan in 400 m Höhe und der 15. April in Dabashan in 1300 m Höhe (GUO & WERGER 2009). Am selben Breitengrad liegt die Umgebungstemperatur niedriger je höher die Ortslage ist. Wir haben berechnet, dass im Verbreitungsgebiet der Buchenarten in China das Datum des Blattaustriebs mit zunehmender Höhenlage um 800 m jeweils um 1 Monat später liegt.

## 5. Was limitiert das Vorkommen der chinesischen Buchenarten?

Mehrere Autoren haben die Verbreitungsgrenzen der chinesischen Buchenarten verglichen mit den Mustern zahlreicher Klima-Indizes wie mittlere Jahrestemperatur, mittlere Temperatur des wärmsten Monats und des kältesten Monats, Wärme-Index, Kontinentalitäts-Index, mittlerer jährlicher Regenfall usw. (FANG 1988, HUANG & AN 1993, CAO et al. 1995, CAO & PETERS 1997, FANG & LECHOWICZ 2006). Diese Autoren haben die Verbreitungsgrenzen der chinesischen Buchenarten mit diesen Indizes korreliert und sind zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen gekommen. Ihre Analysen zeigen zwar eine gewisse Korrelation mit den Verbreitungsgrenzen, aber die Korrelationen sind beschränkt und es gibt große Gebiete in China, die nach diesen Klima-Indizes deutlich innerhalb des potentiellen Verbreitungsgebietes dieser Buchenarten liegen, wo die *Fagus*-Arten aber völlig fehlen (GUO & WERGER 2009). Diese Indizes erklären daher die Grenzen der Verbreitungsgebiete der chinesischen *Fagus*-Arten nicht ausreichend.

Wir haben für 272 Lokalitäten, an denen *Fagus longipetiolata*, *F. lucida* oder *F. engleriana* vorkommen, das durchschnittliche Datum des Blattaustriebs errechnet und um den Wert für die Höhenlage der Lokalität korrigiert (Temperaturgradient: 0,6 °C pro 100 m). Auf der Grundlage von Daten der Chinese Central Meteorological Agency haben wir für diese Lokalitäten außerdem errechnet, an welchem Datum die Regenfront des südöstlichen Monsuns im Durchschnitt eintrifft. Aus unserem Vergleich dieser Daten ergibt sich, dass die *Fagus*-Arten nur vorkommen, wenn die Zeitspanne zwischen dem Datum des Blattaustriebs und dem Datum des Eintreffens der Regenfront nicht länger ist als 60 Tage (GUO & WERGER 2009). Wenn die Blätter austreiben, fängt der Baum an zu wachsen. Für das Wachstum benötigt der Baum Wasser. Alle Arten der Gattung *Fagus* sind feuchtebedürftig. Wenn also die Zeitspanne zwischen Blattaustrieb und Beginn der Regenzeit länger dauert als 60 Tage, wird der Trocken-Stress für diese Arten zu groß um zu überleben. Es ist also die Länge dieser Trockenzeitspanne, die die Verbreitungsgrenzen der chinesischen *Fagus*-Arten bestimmt und die erklärt, warum die Arten auf das subtropische Gebiet beschränkt sind und im typisch-gemäßigten Gebiet, wo weltweit alle anderen *Fagus*-Arten gedeihen, völlig fehlen, da hier in China die Trockenzeitspanne 65 Tage oder länger andauert.

Diese Trockenzeitspanne erklärt auch das überraschende Muster, welches zeigt, dass die untere Verbreitungsgrenze der *Fagus*-Arten in den Bergen höher steigt je weiter nördlich die Lokalität liegt: Das Datum des Eintreffens der monsunalen Regenfront wird pro Lokalität gleich sein, unabhängig von ihrer Höhenlage. Aber die örtliche Temperatur hängt wohl stark von der Höhenlage ab, und somit hängt auch das Austriebsdatum der Buchenblätter von der

Höhenlage ab. Weil sich die *Fagus*-Arten im Norden auf größere Höhenlagen beschränken, treiben ihre Blätter dort später aus; auf diese Weise bleibt die Trockenlücke zwischen den Daten von Blattaustrieb und Eintreffen der Regenfront kürzer. Auch hier liegt die Grenze bei 60 Tagen.

## 6. Ausblick

Obwohl die früheren Analysen von Klima-Daten und Vorkommen der chinesischen *Fagus*-Arten gewisse Korrelationen zwischen den Verbreitungsgrenzen und einer Anzahl von Klima-Indizes zeigen, gibt es doch zu viele Ausnahme-Lokalitäten, wo nach den Klima-Indizes die chinesischen *Fagus*-Arten vorkommen sollten, sie aber in Wirklichkeit völlig fehlen. Die Klima-Indizes gestatten nur eine ungenügend präzise Charakterisierung der Verbreitungsmuster. Unsere Analyse von der Länge der Trockenspanne zwischen dem Blattaustrieb der *Fagus*-Arten bei einem gewissen Temperaturlimit und dem Eintreffen der monsunalen Regenfront gibt eine gute Erklärung für die Verbreitungsgrenzen dieser Arten. Es ist wichtig, dies zu erkennen, denn die genannten Klima-Indizes werden häufig benutzt, um die potentielle Verbreitung der bestandsbildenden Arten unter den Bedingungen von Palaeoklimaten oder von zukünftigen Veränderungen des Klima zu berechnen. Nicht ausreichende Korrelationen können dann zu falschen Annahmen von Verbreitungsmustern führen.

## Literatur

- CAO, K.F. & PETERS, R. (1997): Species diversity of Chinese beech forests in relation to warmth and climatic Disturbances. – Ecological Research **12**: 175-189.
- CAO, K.F., PETERS, R. & OLDEMAN, R.A.A. (1995): Climatic Range And Distribution Of Chinese Fagus Species. – Journal Of Vegetation Science **6**: 317-324.
- CHANG, Y.T. & HUANG, C.J. (1988) : Notes on Fagaceae (II). – Acta Phytotaxonomica Sinica **26** :111-119. (in Chinese)
- FANG, J.Y. (1988): Climate and distribution of vegetation in China. – Ph.D. Thesis, Osaka City University, Osaka, Japan.
- FANG, J.Y. & LECHOWICZ, M. (2006): Climatic limits for the present distribution of beech (*Fagus* L.) species in the world. – Journal of Biogeography **33**: 1804-1819.
- GUO, K. (1999): Seedling performance of dominant tree species in Chinese beech forests. – Ph.D. Thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- GUO, K. & WERGER, M.J.A. (2009): Effect of prevailing monsoons on the distribution of beeches in continental East Asia. – Forest Ecology & Management: in press.
- HUANG, B.G. & AN, S.Q. (1993): Preliminary studies on the geographic distribution of *Fagus* in China. – Acta Botanica Sinica **35** :229-233. (in Chinese)
- HUNTLEY, B., BARTLEIN, P.J. & PRENTICE, I.C. (1989): Climatic control of the distribution and abundance of beech (*Fagus* L.) in Europe and North America. – Journal of Biogeography **16**: 551-560.
- NAKAMURA, Y. (2008): Biogeographical study of Japanese beech forests under different climatic conditions. – Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft **20**: 179-194.
- PETERS, R. (1997): Beech Forests. – Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Ke Guo, Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China  
guoke@ibcas.ac.cn

Prof. Dr. Marinus J.A. Werger, Dept. of Plant Ecology and Biodiversity, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands  
m.j.a.werger@uu.nl

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2009

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Guo Ke, Werger Marinus J. A.

Artikel/Article: [Warum die chinesischen Buchenarten subtropisch und nicht temperat verbreitet sind 104-110](#)