



Berlin - Brandenburgische
Akademie der Wissenschaften

Materialien der Interdisziplinären Arbeitsgruppe

**Zukunftsorientierte Nutzung ländlicher Räume
- LandInnovation -**

**Stadt-Umland-Gradienten
phänologischer Phasen im Raum Berlin
2006**

Yvonne Henniges
Frank-Michael Chmielewski

September 2006

MATERIALIEN Nr. 11

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
Interdisziplinäre Arbeitsgruppe *Zukunftsorientierte Nutzung ländlicher Räume*
Jägerstr. 22/23
10117 Berlin
Tel. (030) 20370-538
Fax (030) 20370-214
<http://www.bbaw.de/bbaw/Forschung/Forschungsprojekte/Land/de/Startseite>

Materialien
Nr. 11

Yvonne Henniges, Frank-Michael Chmielewski
Stadt-Umland-Gradienten phänologischer Phasen im Raum Berlin 2006

© 2006 Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Berlin

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, sind vorbehalten.

Lektorat: Tobias Plieninger
Satzvorlage und Umschlaggestaltung: work:at:BOOK / Martin Eberhardt, Berlin
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	5
2 Zielsetzung	7
3 Vorarbeiten	9
3.1 Definition eines Beobachtungsprogramms	9
3.2 Ausarbeitung von Beobachtungsunterlagen	14
3.3 Einrichtung einer Internetschnittstelle zur Eingabe und Speicherung der Beobachtungsergebnisse	14
3.4 Öffentlichkeitsarbeit	14
4 Ergebnisse	17
4.1 Umfang der Beobachtungen	17
4.2 Mittlere Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg	18
4.3 Extreme Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg	19
4.4 Räumliche Unterschiede in der Pflanzenentwicklung	20
4.5 Ausgewählte phänologische Stadt-Umland-Gradienten	28
4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	29
5 Literatur	31
Danksagung	33

1 Einleitung

Der städtische Siedlungsraum verursacht im Vergleich zur nicht bebauten Umgebung klimatische Veränderungen, die unter dem Begriff Stadtklima zusammengefasst werden. Der bekannteste Effekt ist hierbei die städtische Wärmeinsel, die aus der anthropogenen Klimamodifikation in Ballungszentren resultiert. Städte weisen daher in Abhängigkeit von ihrer Größe und Bebauungsdichte eine Überwärmung im Vergleich zum Umland auf, die im Mittel zwischen 0.5 und 3 K liegen kann (u.a. Landsberg 1981, Schmalz 1984, Hupfer und Kuttler 2005). Im Verlauf eines Tages können weitaus größere Temperaturdifferenzen zwischen dem Stadtkern und dem Umland auftreten.

Dieses im Mittel höhere Temperaturniveau widerspiegelt sich in der pflanzlichen Entwicklung, so dass im Vergleich zum Umland die Bäume und Sträucher in Stadtgebieten einige Tage früher ergrünen bzw. zu blühen beginnen (u.a. Zacharias 1972, Hupfer und Chmielewski 1990, Bernhofer 1991, Sukopp und Wurzel 1999, Rötzer et al. 2000).

2 Zielsetzung

Zur Erfassung der regionalen Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen im Stadtzentrum und Umland von Berlin ist ein sehr dichtes phänologisches Beobachtungsnetz erforderlich, das nicht etabliert werden kann. Aus diesem Grund wird im Rahmen dieses Projektes ein anderer Weg vorgeschlagen, der die aktive Mitarbeit von Studierenden an den Berliner Universitäten, die breite Mithilfe von Schülern und allen Bürgerinnen und Bürgern in Berlin und Brandenburg erforderlich macht.

Das Ziel dieser Studie soll es sein, im Frühjahr 2006 regionale Differenzen in der Entwicklung von Pflanzen in Berlin und dessen Umgebung aufzuzeigen. Die geplanten stadtpflanzenologischen Untersuchungen sollen zeigen, welchen Einfluss die höheren Temperaturen im urbanen Bereich auf die Entwicklung ausgewählter Gehölze (s. Beobachtungsprogramm) haben. Es sollen Stadt-Umland Gradienten in der Pflanzenentwicklung quantifiziert und regionale Unterschiede in der Entwicklung von Gehölzen innerhalb Berlins aufgezeigt werden. Hierbei ist zu klären, welche maximalen Verfrühungen im städtischen Bereich möglich sind. Die Entwicklungsunterschiede können aus der variierenden Bebauungsdichte innerhalb der Stadt resultieren und sind somit auf thermische Unterschiede zurückzuführen. Dies bedeutet gleichfalls, dass die phänologischen Beobachtungen Rückschlüsse auf Temperaturdifferenzen im städtischen Bereich zulassen. Das Vorhaben liefert damit einen Beitrag zum Stadtklima, insbesondere zu deren Wirkungen auf die städtische Flora.

Durch die Einbeziehung von Kindern, Schülern und Studenten in die Beobachtungskampagne werden junge Menschen auf einfache Weise an Naturbeobachtungen und wissenschaftliche Fragestellungen herangeführt.

Die Untersuchungen werden im Rahmen des Clusters „Naturraumpotenziale und Landschaftsentwicklung“ der interdisziplinären Arbeitsgruppe LandINNOVATION der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt. Sie ergänzen die bereits vorgeschlagenen Untersuchungen im Rahmen des Antrages „Statistische Analyse vegetationsrelevanter Klimaparameter aus Daten der regionalen Klimaanalyse im Raum Berlin-Brandenburg“. Hierfür sind weitere Datenerhebungen erforderlich, die von Berlin aus zu koordinieren sind. Insgesamt tragen die Untersuchungen zur Bedeutung von Stadt-Umland-Gradienten im Rahmen der Aufgabenstellung des Clusters „Naturraumpotenziale und Landschaftsentwicklung“ bei.

3 Vorarbeiten

3.1 Definition eines Beobachtungsprogramms

Zur Durchführung des Projektes wurde ein Beobachtungsprogramm definiert:

(a)	Forsythie	Beginn der Blüte	etwa März
(b)	Rosskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	etwa März
(c)	Hänge-Birke	Beginn der Blättentfaltung	etwa April
(d)	Hänge-Birke	Beginn der Blüte	etwa April
(e)	Löwenzahn	Beginn der Blüte	etwa April
(f)	Rosskastanie	Beginn der Blättentfaltung	etwa April
(g)	Sommer-Linde	Beginn der Blättentfaltung	etwa April
(h)	Apfel	Beginn der Blüte	etwa April
(i)	Rosskastanie	Beginn der Blüte	etwa Mai
(j)	Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	etwa Mai
(k)	Götterbaum	Beginn der Blättentfaltung	etwa Mai

Ein besonderes Augenmerk wurde auf die so genannten phänologischen Zeigerpflanzen gelegt, die am häufigsten gepflanzten Straßenbäume in Berlin wurden berücksichtigt, sowie die leichte Beobachtbarkeit - jeder soll in der Lage sein mit zu beobachten - und der Beobachtungszeitraum sollte eine Dauer von 3 Monaten nicht überschreiten.

(a) Forsythie: Hängende Forsythie, Goldflieder (*Forsythia intermedia*)

Die Forsythie gehört zu Familie der Ölbaumgewächse. In Europa ist die Forsythie seit ca. 100 Jahren bekannt und in Deutschland weit verbreitet. Forsythien sind sommergrüne Sträucher die noch vor dem Laubaustrieb zu blühen beginnen. Sie sind wegen ihrer üppigen, leuchtend gelben Blüten ein beliebter Zierstrauch in deutschen Gärten. Die Blütezeit dieses anspruchslosen und reich blühenden Zierstrauchs, der gerade in den besiedelten Gegenden eine starke Verbreitung hat, ist ein beliebtes Kartierungskriterium für stadtphänologische und klimatologische Untersuchungen.

Ein gutes Erkennungsmerkmal sind die hohlen, hängenden Zweige, die nur an den Knoten mit Mark gefüllt sind. Sie hängen teilweise schon in der Jugend über, meist aber erst im Alter. Die Blüten sitzen einzeln oder zu wenigen an Knoten, und sind mit 1,5-2,5 cm Länge relativ groß und goldgelb. Neben der Hängenden Forsythie werden in geringerem Umfang andere Arten und Bastarde in Gärten angepflanzt. Sie alle unterscheiden sich durch die nicht hohlen, sondern mit Mark gefüllten Zweige (ein Zweigstück mit dem Messer längs aufschneiden!). Weitere Unterscheidungskriterien sind aufrechte Zweige und hellgelbe oder deutlich kleinere Blüten. Nicht selten ist die Grüne Forsythie (*Forsythia viridissima*) anzutreffen, sie blüht allerdings um 2-3 Wochen später.

Blühbeginn bei der Forsythie

Der Beginn der Blüte ist bei der Forsythie eingetreten, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen der Pflanze die ersten Blüten vollständig geöffnet haben und die Staubgefäße zwischen den entfaltenen Blütenblättern sichtbar sind.

Der Beginn der Blüte bei der Forsythie markiert in der Phänologie den Beginn des Erstfrühlings.

(b), (f), (i) Rosskastanie: Gewöhnliche Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum*)

Die Rosskastanie gehört zur Gattung der Rosskastaniengewächse und ist auf der Balkanhalbinsel zu Hause. In Deutschland und auch in Berlin ist die Rosskastanie sehr beliebt und weit verbreitet. Da sich die Rosskastanie gegenüber einheimischem Gehölz nicht durchsetzen kann, gelingt es ihr nur selten zu verwildern und sie wächst dann oft nur strauchförmig. Deshalb wächst sie in Mitteleuropa meist als Zierbaum und bevorzugt nährstoffreiche, frische Böden. Den Namen Rosskastanie bekam die Pflanze, weil die Früchte an Pferde verfüttert wurden. Auch heute noch werden sie zur Fütterung von Schalenwild genutzt.

Die Art Rosskastanie ist auch im unbelaubten Zustand gut an der reichen Verzweigung und den aufwärts gebogenen jungen Zweigen zu erkennen, an denen große, harzige Knospen sitzen. Der Baum wächst schnell, entsprechend weich ist das Holz, welches deshalb für Schnitzereien geeignet ist. Die 5-7 Fiederblättchen werden bis 25 cm lang und sind nicht gestielt. Die Blütenrispen erreichen eine Länge von 30 cm und tragen weit über 100 Blüten. Die Kronblätter sind etwa 1 cm lang und weiß, mit einem zuerst gelben Fleck, dem so genannten Saftmal, der nach der Befruchtung rot wird. Außer der europäischen Art werden auch nordamerikanische Arten angepflanzt, die leicht an den roten oder gelben Blüten zu erkennen sind (nicht selten ist der Bastard zwischen beiden, mit rosafarbenen Blüten). In den phänologischen Beobachtungen werden nur weiß blühende Rosskastanien erfasst.

Beginn des Knospenaustriebs bei der Rosskastanie

Der Beginn des Knospenaustriebs ist bei der Rosskastanie eingetreten, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen der Pflanze die klebrigen Knospenschuppen zu spreizen beginnen und das zarte Grün der Blattspitzen an der Spitze der dicken Knospen gerade sichtbar wird. Um den Termin nicht zu verpassen, muss das Schwellen der Knospen aufmerksam verfolgt werden.

Blattentfaltung bei der Rosskastanie

Bei der Rosskastanie ist der Zeitpunkt der Blattentfaltung eingetreten, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen der Pflanze die ersten Fiederblättchen zur fingerförmigen Hand aufgerichtet haben.

Der Beginn der Blattentfaltung bei der Rosskastanie ist in der Phänologie eine Zeigerphase für die Mitte des phänologischen Erstfrühlings.

Blühbeginn bei der Rosskastanie

Für den Beginn der Blüte bei der Rosskastanie ist der Tag aufzuschreiben, an dem an einigen Blütenrispen (an 3-4 Stellen) die ersten Blüten geöffnet sind.

Auch der Blühbeginn der Rosskastanie ist in der Phänologie eine Zeigerphase, sie steht im phänologischen Vollfrühling.

(c), (d) Hänge-Birke (*Betula pendula*)

Von den etwa 60 bekannten Arten der Gattung Birke, die nur auf der Nordhalbkugel verbreitet sind, kommen 5 auch in Deutschland vor. Die Birken (*Betula*) gehören zur Familie der Birkengewächse (*Betulaceae*). Birken spielen besonders in den kühleren Gebieten des Nordens und in Gebirgen eine größere Rolle, wo sie oft waldbildend auftreten und das Landschaftsbild prägen. In Deutschland und auch in Berlin ist der Baum häufig anzutreffen. Die Hänge-Birke ist anspruchslos und vermag daher arme Böden zu besiedeln, deshalb ist sie oft Pionierpflanze, d.h. die erste Baumart auf freien Flächen. Birken sind sommergrüne Bäume oder Sträucher und gehören zu den sehr schnell wachsenden Gehölzen.

Typisch ist der Bau der eingeschlechtlichen Blütenstände, die sich auf demselben Exemplar finden (einhäusig). Die Blüten sind sehr stark reduziert, ihnen fehlt eine auffällige Blütenhülle aus Kelch und Krone. Zahlreiche männliche Blüten sind in einem Kätzchen zusammengefasst. Während die männlichen Kätzchen hängen, stehen die weiblichen Kätzchen zunächst aufrecht. Der Stamm der Hänge-Birke ist oben weiß und glatt und unten dunkel und tief rissig, die Zweige sind meist hängend, kahl und mit vielen Harzdrüsen besetzt, die Blätter sind kahl und bei den Schuppen der weiblichen Kätzchen sind die Seitenlappen rückwärts gebogen.

Der Hänge-Birke ähnlich ist die Moor-Birke (*Betula pubescens*). Letztere wächst vorwiegend, jedoch nicht ausschließlich an nasserem bzw. moorigen Standorten. Außerdem ist mit dem Auftreten von Bastarden zwischen den beiden Arten zu rechnen. Der Stamm der Moor-Birke ist weiß bis hellbraun und glatt, die Zweige sind meist nicht hängend, junge Zweige sind fein behaart und ohne oder mit wenigen Harzdrüsen besetzt. Die Unterseiten der Blätter sind in der Jugend behaart und bei den Schuppen der weiblichen Kätzchen sind die Seitenlappen abstehend bis vorwärts gerichtet.

Blattentfaltung bei der Hänge-Birke

Beim Beginn der Blattentfaltung der Hänge-Birke ist der Zeitpunkt zu notieren, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen des Baumes die ersten Blätter vollständig aus der Knospe herausgeschoben und sich bis zum Stiel entfaltet haben, so dass der Blattstiel sichtbar ist oder durch Zurückbiegen des frischen Blättchens sichtbar gemacht werden kann. Das einzelne Blatt hat seine endgültige Form angenommen, aber noch nicht seine endgültige Größe erreicht.

Blühbeginn bei der Hänge-Birke

Während des Laubaufbruchs darf auch das Strecken der männlichen Blütenkätzchen nicht außer Acht gelassen werden. Sie wurden an den Enden der Langtriebe schon im Herbst angelegt und überwinterten hängend in dieser markanten Form. Die Phase ist eingetreten, wenn die ersten der voll ausgestreckten männlichen Kätzchen zu stäuben beginnen. Durch Schütteln der Zweige ist dies besonders bei trockenem Wetter leicht festzustellen.

(e) Löwenzahn: Wiesen-L., Kuhblume (*Taraxacum officinale*)

Die Gattung Löwenzahn, die mit dem charakteristischen Blütenstand zur Familie der Korbblütengewächse gezählt wird, ist mit etwa 60 Arten über die Nordhalbkugel verbreitet. Der Löwenzahn ist bevorzugt in Parks, Gärten, etc. und auf Wiesenstandorten zu beobachten, auf denen

die Pflanze oft massenhaft auftritt. In der deutschen Flora wachsen knapp 10 Arten, von denen aber nur der Wiesen-Löwenzahn häufig ist. Die meisten Löwenzahnarten können sich auch ungeschlechtlich fortpflanzen, wodurch alle Nachkommen untereinander gleich sind. So entstehen zahlreiche lokal verbreitete Kleinarten, die nur wenig voneinander abweichen. Allein für den Wiesen-Löwenzahn sind in Deutschland weit über 100 solcher Kleinarten bekannt, deren Unterscheidung für die Beobachtungen jedoch ohne Bedeutung ist. Wichtig für die Beobachtungen aber ist, dass die Art Wiesen-Löwenzahn beobachtet wird, da die anderen Arten abweichende Blütezeiten besitzen. Der Wiesen-Löwenzahn ist eine kräftige Pflanze die 20-40 cm hoch wird, während andere Löwenzahnarten eher niedrig wachsen (bis 20 cm). Die Blätter des Wiesen-Löwenzahns sind schrotsägeförmig mit breiten, dreieckigen Zipfeln, die Endzipfel sind oft auffallend groß, die Hüllblätter des Blütenkorbs sind zurückgeschlagen, die inneren Hüllblätter ohne Schwiele.

Blühbeginn beim Löwenzahn

Für den Beginn der Blüte beim Löwenzahn ist das Datum zu notieren, an dem sich die ersten Blüten vollständig entfaltet haben.

Der Beginn der Blüte beim Löwenzahn ist in der Phänologie eine Zeigerphase, sie ist ein Vorbote für den Beginn des Vollfrühlings.

(g) Sommer-Linde: Großblättrige Linde (*Tilia platyphyllos*, *Tilia grandifolia*)

Die Sommer-Linde gehört zur Familie der Lindengewächse. In Deutschland kommen zwei Arten wild vor, auf der Nordhalbkugel sind in etwa 50 Arten verbreitet. Die Sommer-Linde kann bis zu 1000 Jahre alt werden und einen Stammumfang von 15 m erreichen. Sie stellt höhere Ansprüche an Boden und Licht als andere Lindenarten. In Deutschland sind wild vorkommende Sommer-Linden eher selten und konzentrieren sich auf die mittleren Gebirgslagen. Angepflanzt wird die Sommer-Linde aber in allen Landesteilen und kommt oft als Dorflinde bzw. als Allee- oder Parkbaum vor. Die bis 40 m hohen Bäume zeichnen sich durch eine mächtige, fast kugelige Krone aus. Sie sind an der schwarzbraunen, längsrisrigen Borke und den tief ansetzenden, weit ausladenden, kräftigen Ästen auch unbelaubt gut zu erkennen. Die Sommer-Linde kann leicht mit der in Wuchs, Blatt, Blütenstand und Frucht kleineren Winter-Linde (*Tilia cordata*), oftmals auch Kleinblättrige Linde genannt, verwechselt werden. Auch einige fremdländische Zierarten, die in Parkanlagen oder an Alleen angepflanzt werden, sind der Sommer-Linde sehr ähnlich. Eine von ihnen ist die Krim-Linde (*Tilia xeuchlora*), die widerstandsfähiger ist und durch ihre glänzenden Blattoberseiten auffällt. Die Unterscheidung der Arten ist notwendig, da die Lindenarten zu verschiedenen Zeiten mit der Blattentfaltung beginnen. Die jungen Zweige der Sommer-Linde sind deutlich behaart, während die der anderen Lindenarten kahl und glänzend sind. Auch die Blattoberseite ist wenigstens auf den Nerven locker behaart.

Blattentfaltung bei der Sommer-Linde

Bei der Sommer-Linde ist der Termin zu notieren, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen des Baumes die ersten Blätter vollständig aus der Knospe heraus geschoben und sich bis zum Stiel entfaltet haben, so dass der Blattstiel oder Blattansatz sichtbar ist oder durch Zurückbiegen des frischen Blättchens sichtbar gemacht werden kann. Das einzelne Blatt hat seine endgültige Form angenommen, aber noch nicht seine endgültige Größe erreicht.

(h) Apfel (*Malus domestica*)

Der Apfel gehört wie Birne und Kirsche zur Familie der Rosengewächse (*Rosaceae*) und ist im gemäßigten Klima, die am weitesten verbreitete Obstart. Dank der Vielzahl von Sorten und Unterlagen gedeihen Apfelbäume an unterschiedlichsten Standorten. Beobachtet werden sollen möglichst nur früh blühende Apfelsorten wie z.B. „Weißer Klarapfel“.

Blühbeginn bei dem Apfel

Der Beginn der Blüte ist beim Apfel eingetreten, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen der Pflanze die ersten Blüten vollständig geöffnet haben und die Staubgefäße zwischen den entfalten Blütenblättern sichtbar sind.

Mit dem Beginn der Blüte des Apfels beginnt in der Phänologie der Vollfrühling.

Im Frühjahr 2006 startet die Aktion „Apfelblütenland“ der Sendung „Planet-Wissen“, bei der alle Bürgerinnen und Bürger in ganz Deutschland aufgerufen sind, den Blühbeginn des Apfels zu beobachten und zu melden. Ein Datenaustausch für Berlin und Brandenburg mit der Aktion „Apfelblütenland“ ist organisiert.

(j) Flieder : Gewöhnlicher F. (*Syringa vulgaris*)

Zur Gattung Flieder aus der Familie der Ölbaumgewächse (*Oleaceae*) gehören etwa 30 Arten, von denen die meisten in China wachsen. Nur 2 Arten kommen in Südeuropa vor. Eine von diesen ist der in Deutschland weit verbreitete Zierstrauch. Der Gewöhnliche Flieder kommt sowohl als Strauch, als auch als kleiner Baum vor und wird als Einzelstrauch gepflanzt, aber auch als Blütenhecke und Sichtschutz eingesetzt. Erst seit Mitte des vorigen Jahrhunderts wurde mit der intensiven Züchtung von Sorten begonnen. Neben Farbvarianten, die vom Lila der Wildform abweichen, gibt es auch Formvarianten. Für dieses Projekt soll nur lila bis hell-blau blühender Flieder beobachtet werden.

Blühbeginn beim Gemeinen Flieder

Wenn sich die untersten Blüten an mehreren Rispen (an 3-4 Stellen) zu öffnen beginnen ist beim Gemeinen Flieder die Phase des Blütenbeginns eingetreten.

(k) Götterbaum: Himmelsbaum (*Ailanthus altissima*)

In Berlin wurde er bereits 1780 als Zierpflanze kultiviert. Wild wachsende Götterbäume sind heute in der Berliner Innenstadt häufig; sie traten jedoch erst nach 1945 verstärkt auf Trümmerflächen auf. Er ist resistent gegen Salz, Trockenheit und Industrieabgase und toleriert den von urbanen Luftverunreinigungen ausgehenden Stress besser als andere Stadtbäume. Der Götterbaum (*Ailanthus altissima*), oder auch Himmelsbaum genannt (engl. *Tree of Heaven*), ist eine Laubbaumart der Gattung Götterbäume (*Ailanthus*) aus der Familie der Bittereschengewächse (*Simaroubaceae*). Heimisch ist die Art in der Volksrepublik China und im südlichen Korea. Heute ist der Götterbaum als Parkbaum anzutreffen und wild wachsend, auf allen Kontinenten mit warmgemäßtem Klima zu finden. Es handelt sich um einen Baum, der häufig als Busch oder buschiger Halbbaum vorkommt, und innerhalb von zwanzig bis fünfundzwanzig Jahren eine Wuchshöhe von bis zu 30 Metern erreichen kann. Sein Alter übersteigt selten 60 Jahre. Der Stamm ist glatt und die Rinde graubraun bis schwarzbraun gestreift. Die große Baumkrone ist gewölbt und etwas unregelmäßig aufgebaut. Die großen unpaarigen Fiederblätter sind vierzig bis neunzig Zentimeter lang und werden von dreizehn bis fünfundzwanzig schmal-elliptischen Blättchen gebildet. Diese erscheinen erst im Mai und sind zunächst dunkelrot.

Blattentfaltung bei dem Götterbaum

Bei dem Götterbaum ist für die Blattentfaltung der Zeitpunkt zu notieren, wenn sich an mindestens 3-4 Stellen des Baumes die ersten Blätter vollständig aus der Blattscheibe heraus geschoben und sich bis zum Stiel entfaltet haben, so dass der Blattstiel oder Blattansatz sichtbar ist oder durch Zurückbiegen des frischen Blättchens sichtbar gemacht werden kann. Das einzelne Blatt hat seine endgültige Form angenommen, aber noch nicht seine endgültige Größe erreicht.

3.2 Ausarbeitung von Beobachtungsunterlagen

Da die Qualität der Untersuchungsergebnisse maßgeblich von der Güte der Beobachtungen abhängt, wurde eine 2-seitige Anleitung für die Beobachter verfasst, die genaue Vereinbarungen über die Phasendefinitionen enthält, sowie Informationen über die Zielsetzung des Projektes, allgemeine Angaben zur Durchführung und Hinweise zu den verschiedenen Pflanzen (s. Anlage). Zur Eintragung der Beobachtungsergebnisse und Standortangaben wurde ein Beobachtungsformular erstellt.

3.3 Einrichtung einer Internetschnittstelle zur Eingabe und Speicherung der Beobachtungsergebnisse

Für weiterreichende Informationen und zur Eingabe und Speicherung der Beobachtungsergebnisse wurde unter www.stadtphaenologie.hu-berlin.de eine Internetschnittstelle eingerichtet auf der auch Beobachteranleitung und Beobachterformular abrufbar sind. Des Weiteren wurden aktuelle Meldungen auf dieser Internetseite veröffentlicht.

3.4 Öffentlichkeitsarbeit

Um das Vorhaben aktiv zu unterstützen und zu propagieren wurden verschiedene Hochschullehrer der Humboldt Universität, der Technischen Universität und der Freien Universität Berlin, sowie der Universität Potsdam gewonnen, für die zur Präsentation bei den Studierenden, Beobachteranleitung und -formular, sowie weitere Informationsmaterialien zur Verfügung gestellt wurden.

Zur Gewinnung von Schülern für das Projekt sind 510 Schulen in Berlin und 300 Schulen in Brandenburg per Email angeschrieben worden, die auch die Beobachtungsanleitung und das Beobachtungsformular enthielten. In Potsdam fand eine Projektvorstellung für interessierte Lehrer statt.

Um ebenfalls die Bevölkerung von Berlin und Brandenburg zu erreichen wurde eine Informationskarte mit dem Slogan „du bist baum“ entwickelt und in einer Auflage von 1000 Stück als Postkarte gedruckt. Diese Informationskarte wurde mit Beobachteranleitung und -formular an verschiedene Institutionen wie Kleingartenvereine, ausgewählte Gärtnereien, soziale Einrichtungen und Vereine etc. verschickt, sowie an Studierende, Schüler und Einwohner in Berlin weitergereicht. Auch wurde die Informationskarte in Geschäften und Gastronomien ausgehängt. Als weitere Werbemaßnahme wurden Altenheime in Berlin und Brandenburg per Email mit Informationsmaterial angeschrieben. Außerdem wurde ein Drehtermin mit dem rbb Fernsehen vorbereitet und

durchgeführt, welches im Rahmen des Umweltmagazins „Ozon“ am 12.04.2006 um 21:30Uhr das Projekt vorstellte.

Des Weiteren wurde Kontakt zu allen Berliner Bezirksämtern aufgebaut, für deren Mithilfe die Vorbereitungszeit leider zu kurzfristig war.

4 Ergebnisse

4.1 Umfang der Beobachtungen

Insgesamt wurden 754 phänologische Beobachtungen bis zum 21. Juni 2006 registriert. Für Berlin lagen 402 Beobachtungsdaten und für Brandenburg 352 Werte vor.

Tabelle 1: Anzahl von Daten für die beobachteten Phänophasen

Nr.	Pflanzenart	Phänophase	Anzahl von Beobachtungen
1	Forsythie	Beginn der Blüte	107
2	Rosskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	104
		Beginn der Blattentfaltung	59
		Beginn der Blüte	69
3	Hänge-Birke	Beginn der Blattentfaltung	56
		Beginn der Blüte	47
4	Löwenzahn	Beginn der Blüte	91
5	Sommer-Linde	Beginn der Blattentfaltung	51
6	Apfel	Beginn der Blüte	74
7	Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	78
8	Götterbaum	Beginn der Blattentfaltung	18
Summe			754

4.2 Mittlere Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg

Im Mittel beträgt die Verfrühung der phänologischen Phasen in Berlin gegenüber dem Umland drei Tage, wobei zwischen den Pflanzenarten (Phänophasen) Unterschiede erkennbar sind (Tab. 2). Die größten Differenzen wurden für die früheste Phase im Beobachtungsprogramm, den Austrieb der Rosskastanie beobachtet (7,1 Tage). Auch für die nachfolgenden Phasen der Kastanie wurden deutliche Unterschiede zwischen Stadt und Umland festgestellt. Ähnlich große Differenzen ergaben sich beim Flieder und in etwas abgeschwächter Form bei der Sommerlinde. Vernachlässigbar waren hingegen die Stadt-Umland-Gradienten beim Blühbeginn des Apfels und der Blattentfaltung der Hängebirke.

Tabelle 2: Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg (TnJb: Tage nach Jahresbeginn)

Pflanzenart	Phänophase	Mittel in Berlin (TnJb)	Mittel in Brandenburg (TnJb)	Differenz Berlin-Brandenburg (Tage)
Forsythie	Beginn der Blüte	104,4	106,4	2,0
Rosskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	96,8	103,9	7,1
	Beginn der Blattentfaltung	108,8	113,3	4,5
	Beginn der Blüte	121,6	125,6	4,0
Hänge-Birke	Beginn der Blattentfaltung	112,1	111,8	0,3
	Beginn der Blüte	111,6	114,2	2,6
Löwenzahn	Beginn der Blüte	115,3	116,8	1,5
Sommer-Linde	Beginn der Blattentfaltung	113,9	117,0	3,1
Apfel	Beginn der Blüte	124,6	124,5	0,1
Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	122,8	127,3	4,5
Götterbaum	Beginn der Blattentfaltung	123,5	126,0	2,5

4.3 Extreme Differenzen in der Pflanzenentwicklung zwischen Berlin und Brandenburg

Die maximalen Differenzen im Phaseneintritt innerhalb Berlins waren beachtlich und lagen teilweise über einem Monat (im Mittel über alle Phasen 26 Tage, Tab. 3). Hierbei ist zu beachten, dass neben den mikroklimatischen Unterschieden im Stadtgebiet, die zweifelsfrei nicht zu vernachlässigen sind, vor allem die genetische Vielfalt der Individuen hierfür verantwortlich sein kann.

Tabelle 3: Extreme Differenzen in der Pflanzenentwicklung in Berlin, TnJb: Tage nach Jahresbeginn

Pflanzenart	Phänophase	Frühster Eintrittstermin in Berlin (TnJb)	Spätester Eintrittstermin in Berlin (TnJb)	Differenzen im Eintrittstermin in Berlin (TnJb)
Forsythie	Beginn der Blüte	93	126	33
Rosskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	91	110	19
	Beginn der Blattentfaltung	101	120	19
	Beginn der Blüte	94	134	40
Hänge-Birke	Beginn der Blattentfaltung	102	123	21
	Beginn der Blüte	102	133	31
Löwenzahn	Beginn der Blüte	105	123	18
Sommer-Linde	Beginn der Blattentfaltung	108	118	10
Apfel	Beginn der Blüte	108	142	34
Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	93	129	36
Götterbaum	Beginn der Blattentfaltung	107	135	28

Für den Blühbeginn der Rosskastanie wurde immerhin eine maximale Differenz von 40 Tagen innerhalb Berlins ermittelt. Die regionalen Unterschiede des Phaseneintritts in Brandenburg waren im Vergleich zu Berlin etwas geringer (im Mittel über alle Phasen 18 Tage, Tab. 4). Die sich zwischen Berlin und dem Umland ergebene Differenz in der räumlichen Variabilität von 8 Tagen ist vermutlich auf die größeren mikroklimatischen Unterschiede im urbanen Bereich zurückzuführen.

Tabelle 4: Extreme Differenzen in der Pflanzenentwicklung in Brandenburg, TnJb: Tage nach Jahresbeginn

Pflanzenart	Phänophase	Frühster Eintittstermin in Brandenburg (TnJb)	Spätester Eintrittstermin in Brandenburg (TnJb)	Differenzen im Eintrittstermin in Brandenburg (TnJb)
Forsythie	Beginn der Blüte	98	111	13
Roskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	90	124	34
	Beginn der Blattentfaltung	102	122	20
	Beginn der Blüte	107	131	24
Hänge-Birke	Beginn der Blattentfaltung	97	118	21
	Beginn der Blüte	105	125	20
Löwenzahn	Beginn der Blüte	107	127	20
Sommer-Linde	Beginn der Blattentfaltung	110	124	14
Apfel	Beginn der Blüte	118	129	11
Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	122	131	9
Götterbaum	Beginn der Blattentfaltung	121	130	9

4.4 Räumliche Unterschiede in der Pflanzenentwicklung

Zur Darstellung der räumlichen Unterschiede in der pflanzlichen Entwicklung zwischen Berlin und Brandenburg wurden auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Beobachtungen phänologische Karten berechnet. Hierzu wurde eine gewichtete Interpolation der Daten im Untersuchungsgebiet vorgenommen.

Für den Blühbeginn der **Forsythie** (Abb. 1) zeigt sich eine klare Verfrüfung dieser Phase im Stadtgebiet von Berlin. Im Vergleich zum Umland beträgt die mittlere Verfrüfung der Phase zwei Tage. Zwischen dem Nordwesten und Nordosten Brandenburgs sind ebenfalls Unterschiede in der

Pflanzenentwicklung zu erkennen, die sich ebenfalls in den nachfolgenden Karten zeigen werden und mit großer Wahrscheinlichkeit auf die regionalen Temperaturdifferenzen in Brandenburg zurückzuführen sind. Die Gebiete zwischen der Barnim Platte und dem südlichen Landrücken, sind gegenüber dem nördlichen Landrücken zwischen Januar und Mai eindeutig thermisch begünstigt (DWD, 1999).

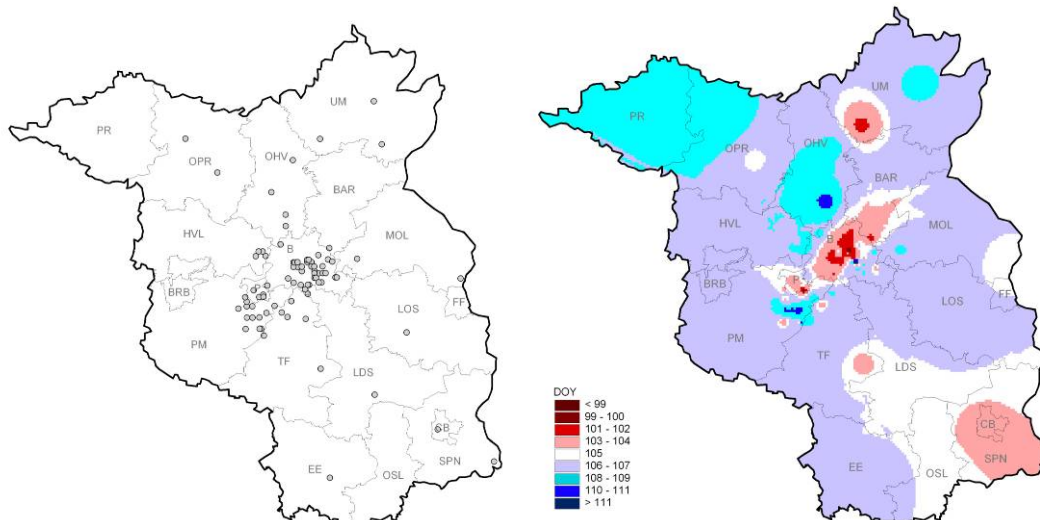


Abbildung 1: Blühbeginn der Forsythie, links: Lage der Beobachtungsstandorte ($n=107$), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

Für die phänologischen Phasen der Rosskastanie (Knospenaufbruch, Beginn der Blattformung, Beginn der Blüte, Abb. 2) ergeben sich ebenfalls deutliche Verfrühungen der Eintrittstermine in Berlin und in den mittleren Landesteilen Brandenburgs. Sehr deutlich ist dies für den Beginn der Blattformung und Blüte erkennbar.

Mittelt man über alle drei beobachteten Phänophasen der Rosskastanie, so tritt die Verfrühung der pflanzlichen Entwicklung im Berliner Stadtzentrum und in den westlichen Landesteilen noch deutlicher hervor (Abb. 3). Außer in Berlin wurden noch frühe Eintrittstermine im Landkreis Potsdam Mittelmark beobachtet.

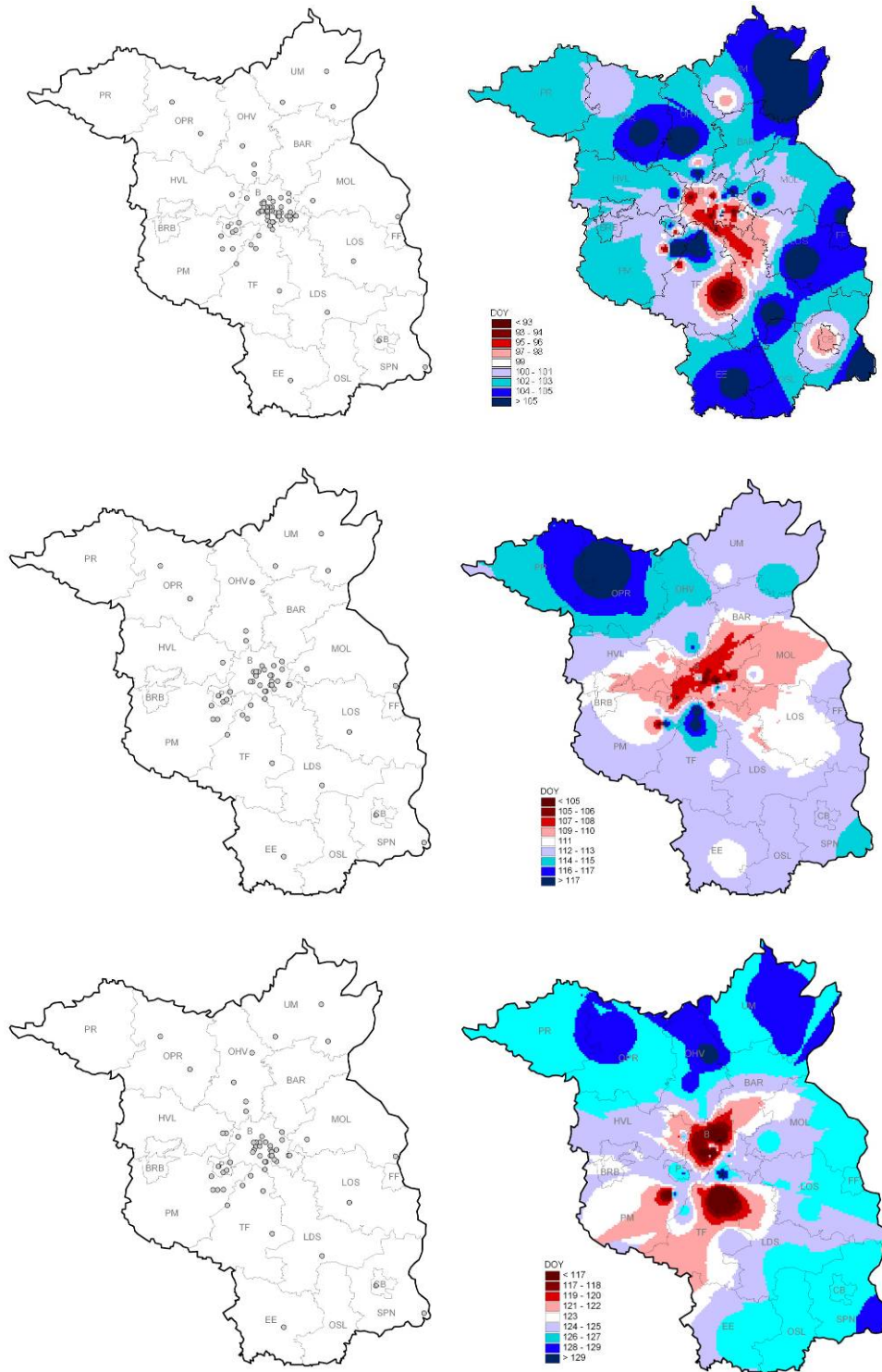


Abbildung 2: Phänophasen der Rosskastanie (von oben nach unten: Knospenaufbruch, Beginn der Blattentfaltung, Beginn der Blüte), links: Lage der Beobachtungsstandorte ($n_1=104$, $n_2=59$, $n_3=69$), rechts: Eintrittstermine der Phasen 2006

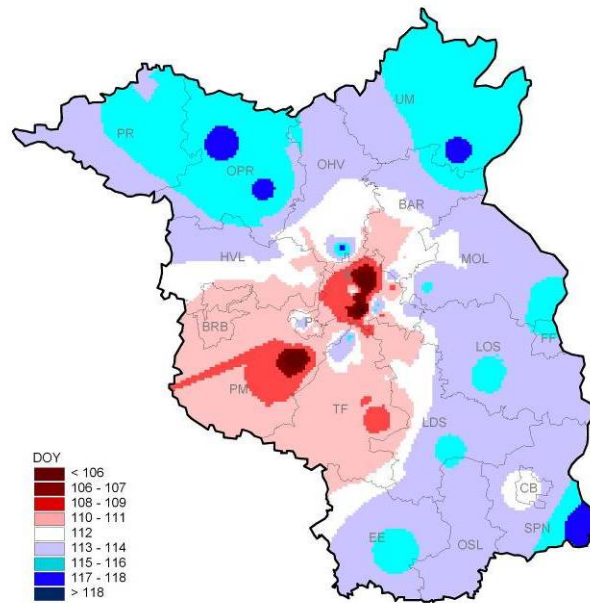


Abbildung 3: Mittlerer Beginn des Knospenaufbruchs, der Blattentfaltung und des Blühbeginns für die Rosskastanie im Jahr 2006 (n=69).

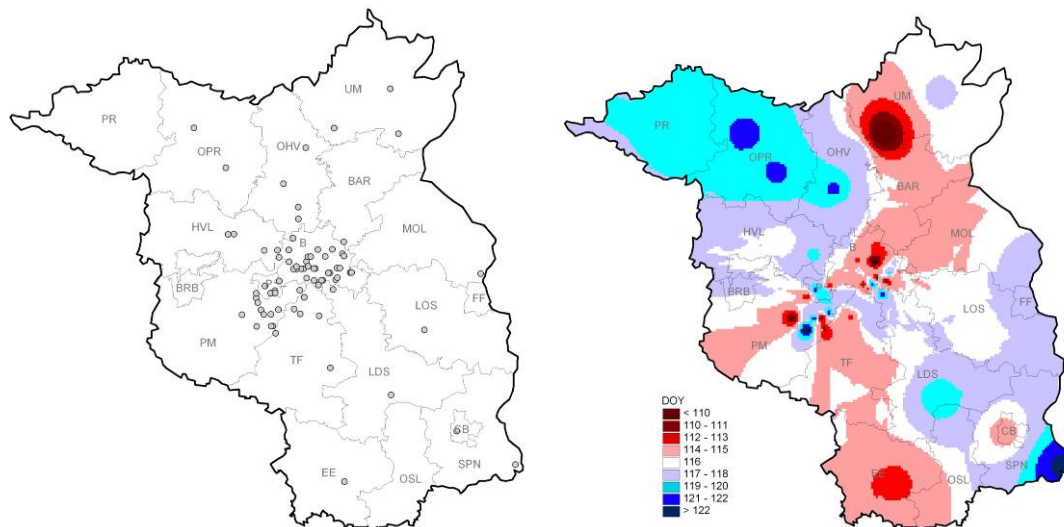


Abbildung 4: Blühbeginn des Löwenzahn, links: Lage der Beobachtungsstandorte (n=91), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

Der Blühbeginn des **Löwenzahns** differiert zwischen Stadtgebiet und Umland mit nur 1,5 Tagen im Mittel. Die frühesten Gebiete sind hier nicht nur unmittelbar auf den städtischen Bereich konzentrierbar (Abb. 4). Frühe Regionen finden sich ebenfalls im Südwesten der Uckermark sowie im Elbe-Elster Landkreis. Für den Blühbeginn des Löwenzahns sind die Temperaturen in unmittelbarer Nähe des Erdbodens von großem Einfluss, so dass hier das Mikroklima von außerordentlich hohem Einfluss ist.

Die Blattentfaltung der **Hängebirke** zeigt vor allem Tendenzen zur Verfrühung in der südlichen Hälfte Brandenburgs (Abb. 5). In den nördlichen Regionen sind die Phasen entsprechend verspätet.

Ähnlich sind die Verhältnisse für den Beginn der Apfelblüte (Abb. 6). Auch hier ist das Untersuchungsgebiet in eine spätere Nordhälfte und frühere Südhälfte geteilt. Im Berliner Raum und in den östlichen Regionen um Frankfurt/Oder sind ebenfalls frühere Eintrittszeiten der Apfelblüte erkennbar.

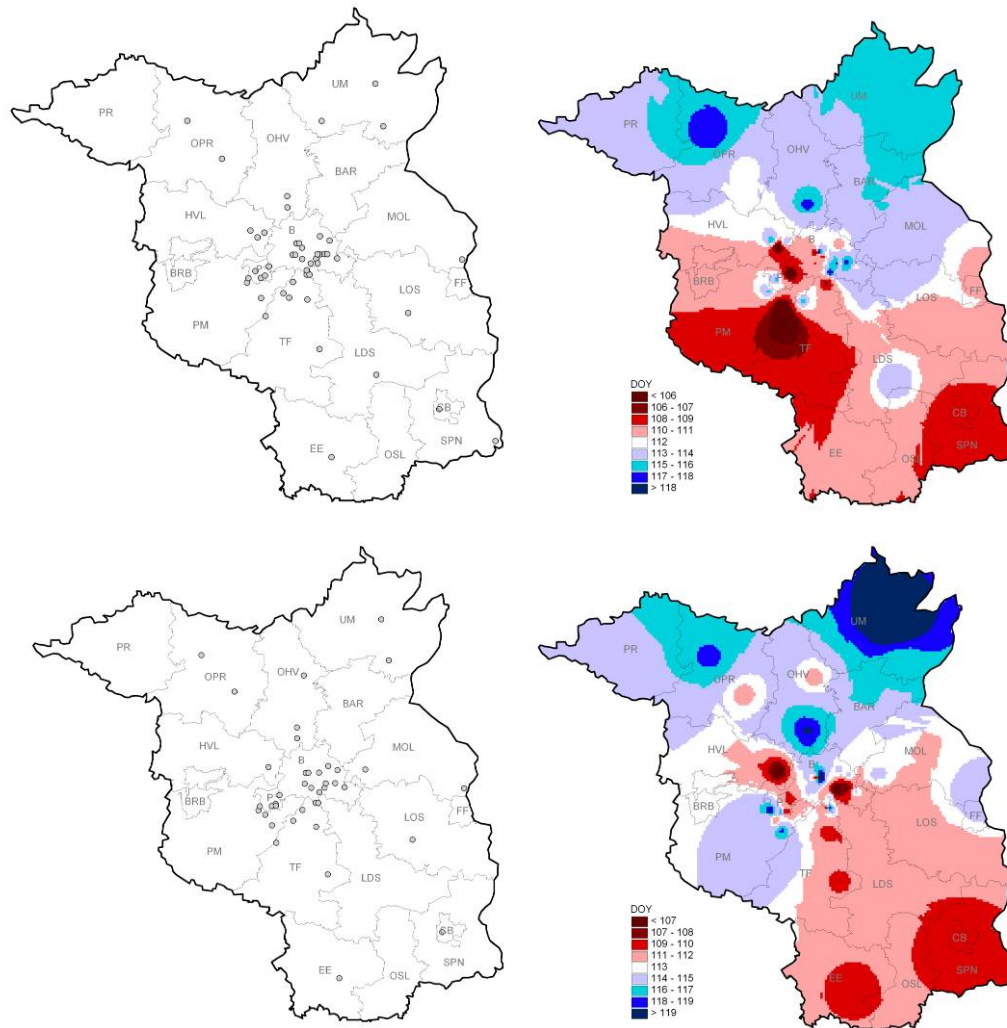


Abbildung 5: Phänophasen der Hängebirke (von oben nach unten: Beginn der Blattenfaltung, Beginn der Blüte), links: Lage der Beobachtungsstandorte ($n_1=56$, $n_2=47$), rechts: Eintrittstermine der Phasen 2006

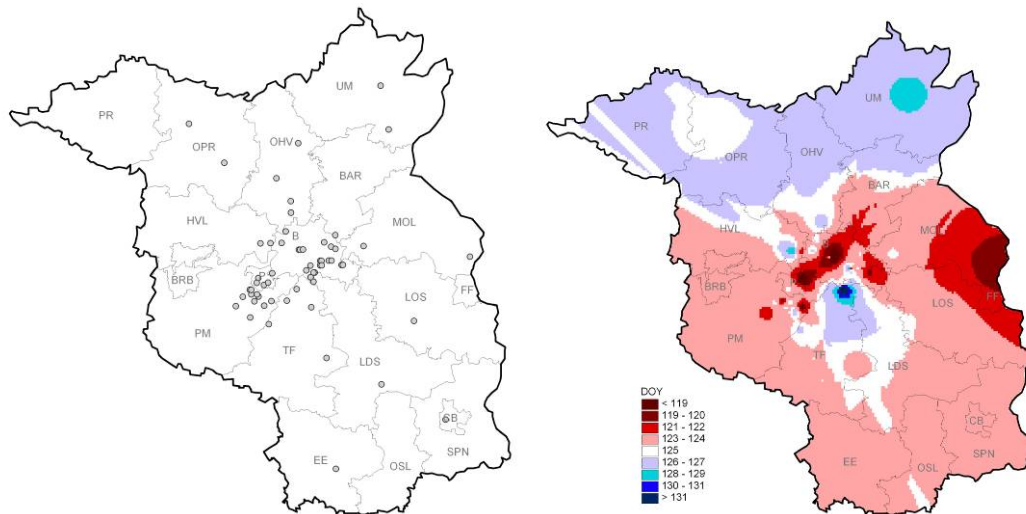


Abbildung 6: Beginn der Apfelblüte, links: Lage der Beobachtungsstandorte (n=74), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

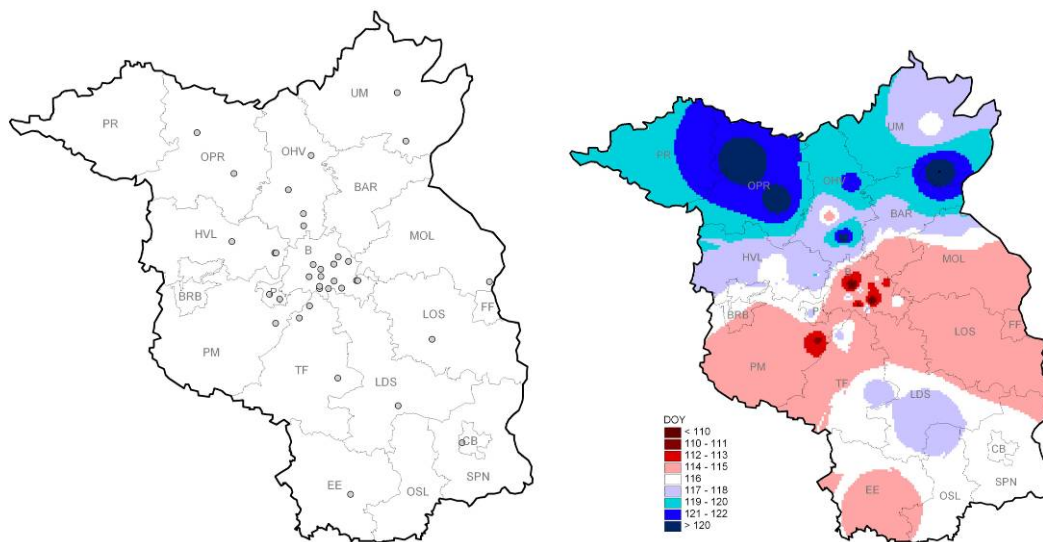


Abbildung 7: Blättentfaltung der Sommer-Linde, links: Lage der Beobachtungsstandorte (n=51), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

Für die Blättentfaltung der **Sommer-Linde** (Abb. 7) ist eine klare Verfrüfung der Phase für die Mitte Brandenburgs, einschließlich des Stadtzentrums von Berlin, erkennbar. Deutlich Verspätungen des Phaseintritts zeigen sich hier wiederum im Nordwesten Brandenburgs.

Der Beginn der Fliederblüte ist deutlich im Stadtgebiet um 4,5 Tage verfrüht. Die spätesten Regionen sind abermals in den nordwestlich gelegenen Landkreisen zu erkennen (Abb. 8).

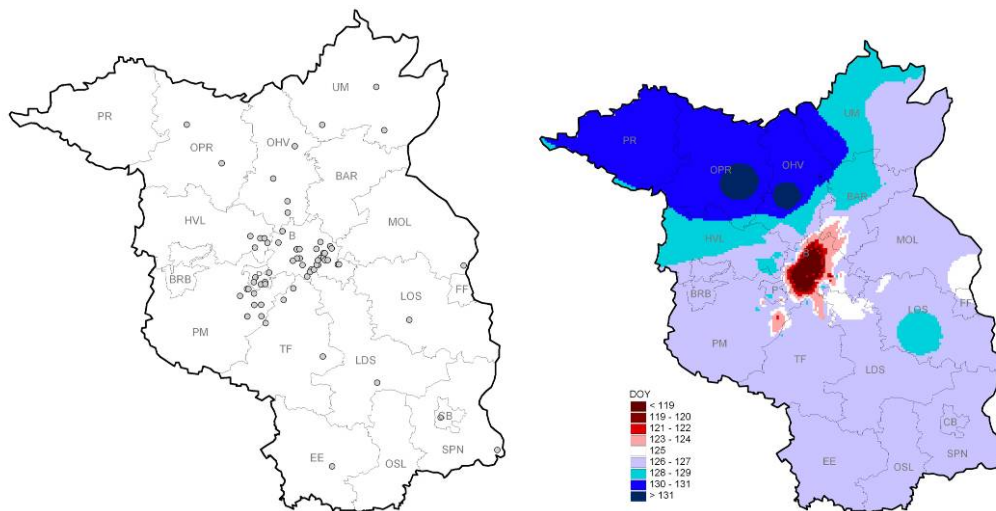


Abbildung 8: Beginn der Fliederblüte, links: Lage der Beobachtungsstandorte (n=78), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

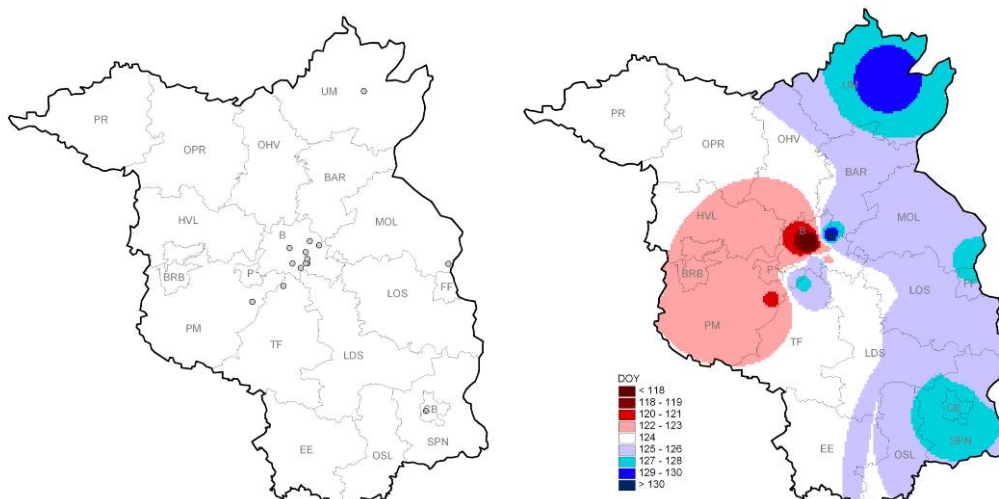


Abbildung 9: Beginn der Blattentfaltung des Götterbaums, links: Lage der Beobachtungsstandorte (n=18), rechts: Blühbeginn im Jahr 2006

Für den Götterbaum lagen nur sehr wenige Beobachtungsdaten vor, so dass sich für diese Phase kaum Aussagen treffen lassen. Eine gewisse Verfrühung der Blattentfaltung von im Mittel 2,5 Tagen lässt sich dennoch erkennen (Abb. 9).

Wie bereits eingangs erwähnt können genetische Unterschiede der Pflanzen die Temperaturabhängigkeit in der pflanzlichen Entwicklung überdecken. Aus diesem Grund wurde eine mittlere Karte des Blühbeginns über alle beobachteten Phasen berechnet, um zufällige genetische Unterschiede, aber auch eventuelle Ungenauigkeiten in den Beobachtung durch die Mittelbildung auszugleichen (Abb. 10). Die so berechnete Phänokarte zeigt deutlich die Verfrühung der Blühphasen im urbanen Bereich. Ebenfalls ist gut die Differenz zwischen dem nördlichen und südlichen Landesteilen Brandenburgs erkennbar. Im Norden des Landes ist der Blühbeginn im Mittel um drei Tage gegenüber dem südlichen Teil verspätet. Für Berlin ergibt sich eine mittlere Verfrühung der Blühphasen zum Land Brandenburg um sechs Tage.

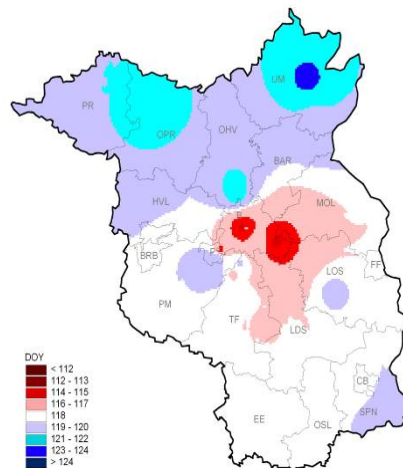


Abbildung 10: Mittlerer Blühbeginn von Forsythie, Rosskastanie, Löwenzahn, Hängebirke, Sommerlinde, Apfel und Flieder im Jahr 2006 (n=22).

Tabelle 5: Phänologische Stadt-Umlandgradienten Berlin-Nordbrandenburg (Kreise: PR, OPR, OHV, UM), Berlin-Südbrandenburg (Kreise: EE, OSL, SPN, CB), TnJb: Tage nach Jahresbeginn

Pflanzenart	Phänophase	Mittel in Berlin (TnJb)	Berlin minus Nord-Brandenburg (Tage)	Berlin minus Süd-Brandenburg (Tage)
Forsythie	Beginn der Blüte	104	- 3	-1
Rosskastanie	Beginn des Knospenaufbruch	97	- 7	- 7
	Beginn der Blattentfaltung	109	- 6	- 4
	Beginn der Blüte	122	- 5	- 6
Hänge-Birke	Beginn der Blattentfaltung	112	- 3	+ 3
	Beginn der Blüte	112	- 5	+ 2
Löwenzahn	Beginn der Blüte	115	- 2	- 2
Sommer-Linde	Beginn der Blattentfaltung	114	- 7	- 2
Apfel	Beginn der Blüte	125	- 2	+ 2
Gemeiner Flieder	Beginn der Blüte	123	- 7	- 4
Götterbaum	Beginn der Blattentfaltung	124	- 6	- 3

4.5 Ausgewählte phänologische Stadt-Umland-Gradienten

Das zeitigere Eintreten der phänologischen Phasen im Stadtgebiet Berlins von im Mittel drei Tagen ist auf Brandenburg bezogen, regional differenziert zu bewerten. Infolge des verspäteten Phaseneintritts in den nördlichen Landkreisen Brandenburgs ergeben sich hier zum Stadtgebiet größere phänologische Gradienten als in Bezug zu den südlich gelegenen Landkreisen. Die Phänophasen der Birke und der Blühbeginn des Apfels werden sogar im Süden wenige Tage früher beobachtet als in Berlin.

Während der mittlere phänologische Gradient zwischen Nordbrandenburg und Berlin fünf Tage beträgt sind es zu den südlichen Landkreisen im Mittel nur drei Tage Differenz.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das phänologische Projekt „Stadt-Umland-Gradienten phänologischer Phasen im Raum Berlin 2006“ ist durchaus auf eine breite Resonanz in der Öffentlichkeit gestoßen. Bis zum 21. Juni 2006 gingen 754 phänologische Beobachtungen an der Humboldt-Universität zu Berlin ein. Die Beteiligung der Bevölkerung an solchen Beobachtungskampagnen scheint daher eine geeignete Methode zu sein, flächendeckende Naturbeobachtungen durchzuführen.

Einschränkend ist gewiss anzumerken, dass der Großteil der Beobachter nicht mit phänologischen Beobachtungen vertraut ist. Eine genaue Beobachteranleitung war daher unerlässlich. Dies soll nicht darüber hinwegtäuschen, dass phänologische Beobachtungen von Natur aus bis zu einem gewissen Grad subjektiv sind.

Wenngleich 754 phänologische Beobachtungen in Berlin und Brandenburg ein großer Erfolg sind, so wären für eine flächendeckende Auswertung der Daten und eine Interpolation der Beobachtungsergebnisse weit mehr Aufzeichnungen wünschenswert. Dennoch war es möglich phänologische Gradienten zwischen dem städtischen Ballungsbereich und dem Umland von Berlin für die meisten Phänophasen auszumachen. Insgesamt wurde über alle Phänophasen gemittelt ein Stadt-Umland-Gradient von drei Tagen zwischen Berlin und Brandenburg festgestellt. Für einzelne Phänophasen, wie dem Knospenaufbruch der Rosskastanie sind die Unterschiede noch deutlicher (im Mittel 7 Tage Verfrüfung im Stadtgebiet). Innerhalb Brandenburgs konnten ebenfalls Differenzen in der Pflanzenentwicklung identifiziert werden, die vor allem auf die thermischen Unterschiede zwischen den nördlichen und südlichen Landesteilen zurückzuführen sind.

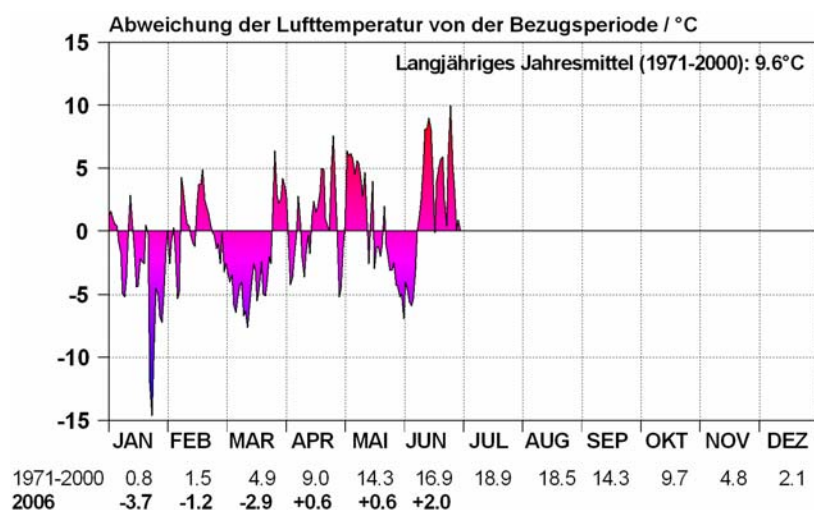


Abbildung 11: Tägliche Anomalien der Lufttemperatur in Berlin Dahlem (Albrecht-Thaer-Weg 5) von Januar-Juni 2006 im Vergleich zur Bezugsperiode 1971-2000.

Der relativ lang andauernde Winter 2005/06 führte zu einem späten Ergrünen der Natur Ende April. Die positiven Temperaturanomalien Ende April und Anfang Mai (Abb. 11) führten nachfolgend zu einer beschleunigten Pflanzenentwicklung, so dass die Differenzen zwischen den Phänophasen im Jahr 2006 sehr gering waren. Einige Phasen konnten nahezu parallel beobachtet werden. Daher ist dieses Beobachtungsjahr kein Jahr, das die mittleren Verhältnisse repräsentieren kann.

5 Literatur

- Bernhofer, C., 1991: Stadtphänologie am Beispiel der Forsythia. *Wetter und Leben* 43, 213-218.
- DWD, 1999: Klimaatlas der Bundesrepublik Deutschland, Teil 1, Offenbach, ISBN 3-881-148-355-1.
- Hupfer, P., F.-M. Chmielewski (Hrsg.) 1990: Das Klima von Berlin. Akademie Verlag Berlin.
- Hupfer, P., W. Kuttler (Hrsg.) 2005: Witterung und Klima. Teubner Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 11. Auflage Leipzig, 554 S.
- Landsberg, H. E., 1981: The urban climate. *Acad. Press New York, London*, 275 S.
- Rötzer, T., M. Wittenzeller, H. Häckel, J. Nekovar, 2000: Phenology in central Europe - differences and trends of spring phenophases in urban and rural areas. *Int. J. Biometeorol.* 44, 60-66.
- Schmalz, J., 1984: Das Stadtklima – Ein Faktor der Bauwerks- und Städteplanung. Verlag CF Müller, Karlsruhe, 137 S.
- Sukopp, H., A. Wurzel, 1999: Changing climate and the effects on flora and vegetation in Central European Cities. In: Klötzli, F., G.-R. Walther (Eds.): Recent shifts in vegetation boundaries of deciduous forests, especially due to general global warming. *Birk-häuser Verlag, Basel*, 91-114.
- Zacharias, F., 1972: Blühphaseneintritt an Straßenbäumen insbesondere Tilia x euchlora K. und Temperaturverteilung in Westberlin. Dissertation an der FU Berlin, 185 S.

Danksagung

Die Autoren dieser Studie danken der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften für die Unterstützung bei diesem Vorhaben. Besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Herbert Sukopp, der das Projekt von Anbeginn wohlwollend begleitet hat.

Für die finanzielle Unterstützung dieses Vorhabens sei vielmals der Lennart-Bernadotte-Stiftung gedankt. Ohne diese Hilfe hätte das Projekt nie realisiert werden können.