

Schweizer phänologischer Rundbrief Bulletin phénologique suisse

Winter 2009/2010 – No. 12 – Hiver 2009/2010

Editorial

Fotophänologie – Mensch und Maschine

Beim Schachspiel war „Mensch gegen Maschine“ lange die ultimative Herausforderung, bis der Supercomputer Deep Blue 1997 den damaligen Schachweltmeister Kasparov besiegte. In der Fotophänologie ist das etwas anders, hier ergänzen sich computerbasierte Methoden und herkömmliche Augenbeobachterdaten. Es ist nicht zu übersehen, dass die freiwilligen Beobachterinnen und Beobachter immer dünner gesät sind, nicht nur in der Schweiz, sondern weltweit. An etlichen Orten werden deshalb zwangsläufig irgendwann Maschinen den Menschen ersetzen. Bis anhin erhoben zuverlässige Beobachtende die für die Forschung wesentlichen Informationen über die phänologischen Eintrittstermine an vielen Standorten. In neusten Studien werden Augenbeobachtungen durch Kamerabeobachtungen ersetzt oder ergänzt und aus digitalen Bildern mit Bildverarbeitungsmethoden die wichtigsten phänologischen Stadien bestimmt. Im Idealfall stellt sich dies als Kombination aus „Mensch und Maschine“ dar, so dass die Vorzüge beider phänologischen Methoden in optimaler Weise kombiniert werden könnten.

Der nächste Schweizer Phänologie-Tag findet am 24. April 2010 an der ETH Zürich statt. Es werden die bisherigen Erfahrungen mit der Fotophänologie vorgestellt, basierend auf dem gemeinsamen Forschungsprojekt der Uni Bern und der ETH Zürich (PHENOPHOT). Dies soll auch dazu dienen, allfällige Vorurteile gegenüber dieser neuen Methode abzubauen. In einem zweiten Teil will die Tagung die Brücke zu den Phänologiebeobachtungen der Schulen schlagen. Denn im Bereich Umweltbeobachtung kann die Phänologie einen Beitrag zur Sensibilisierung der Schüler und Schülerinnen für Umweltfragen leisten. Abschliessend sollen neue Aktivitäten präsentiert werden, wie sich die Wissenschaftler aus allen Phänologie-Disziplinen in Zukunft austauschen und zusammenarbeiten können. Es ist zu hoffen, dass gerade auch mit dem Einsatz neuer technologischer Möglichkeiten der Gesellschaftsdialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit weiter gefördert wird.

Éditorial

Photo-phénologie – Homme et machine

Au jeu d'échec, les parties « homme contre machine » représentèrent le grand défi, jusqu'à ce que le superordinateur Deep Blue vainqua en 1997 le champion du monde de l'époque, Kasparov. En photo-phénologie, les choses sont un peu différentes, puisqu'il s'agit de compléter les observations visuelles traditionnelles par des méthodes informatisées. En effet, les observateurs et observatrices bénévoles se font de plus en plus rares, en Suisse comme ailleurs. Un jour, des machines devront donc forcément remplacer les hommes à différents endroits. Jusqu'à présent, des observateurs et observatrices fiables ont relevé à de nombreux emplacements les dates phénologiques pour la recherche. Dans le cadre d'études plus récentes, des observations par caméra remplacent ou complètent les observations à vue traditionnelles, permettant de déterminer les stades phénologiques les plus importants. Dans le cas idéal, une combinaison judicieuse « homme et machine » associe de manière optimale les avantages des deux méthodes phénologiques.

La prochaine Journée phénologique suisse aura lieu le 24 avril 2010 à l'EPF de Zurich. On y présentera les expériences actuelles avec la photo-phénologie, basée sur le projet de recherche commun de l'Uni de Berne et de l'EPF Zurich (PHENOPHOT). Cette démonstration servira à démonter d'éventuels préjugés face à cette nouvelle méthode. Dans un deuxième temps un pont sera jeté vers les observations phénologiques des écoles. Car dans le domaine de l'observation de l'environnement, la phénologie peut contribuer l'avenir à la sensibilisation des écoliers et élèves pour des questions de l'environnement. Pour terminer, de nouvelles activités seront présentées, par lesquelles les scientifiques de toutes les disciplines de phénologie procèdent à des échanges et des collaborations. Il reste à espérer que grâce en particulier à de nouvelles possibilités technologiques, le dialogue de société entre les sciences et le public sera encore favorisé.

Werner Eugster und Hella Ahrends, Institut für Pflanzen-, Nutztier- und Agroökosystem-Wissenschaften, ETH Zürich

13. Schweizer Phänologie-Tag in Zürich ZH

Samstag 24. April 2010

"Fotophänologie"

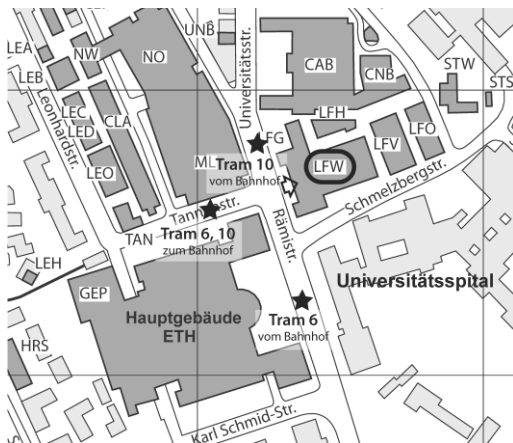
Treffpunkt: 13h15, ETH Zürich, Gebäude LFW, Universitätsstrasse 2, Zürich. Tram 10 (Flughafen) oder 6 (Zoo) bis "Universitätsspital/ETH". Das Gebäude (Land- und Forstwirtschaft) liegt neben dem Spital, schräg gegenüber dem ETH Hauptgebäude.

Programm:

- 13h15 Begrüssung
 13h25 „Funktionsweise der automatischen Digitalfotografie für die Fotophänologie“
Werner Eugster, ETH Zürich
 13h50 „Fotophänologische Untersuchungen an der Lägeren (Laubmischwald) und auf Fruebüel (Wiese)“
Hella Ahrends, ETH Zürich
 anschl. Pause und Erfrischung
 15h00 „Fotophänologie an Schulen“
Markus Eugster, Sekundarschule Uzwil und GLOBE Schweiz
 15h30 „Wie weiter mit Phänologie Schweiz? Zukunftsplanung“
This Rutishauser, Uni Bern
 16h00 Schluss

Fahrplan Anreise / Horaire aller

		Zürich an/ar
Bellinzona	pt 10:36	12:51
Bern	ab 12:02	12:58
Genève	dp 10:24	12:56
Lausanne	dp 10:45	12:56
Luzern	ab 12:10	12:56
Neuchâtel	dp 11:24	12:56
St. Gallen	ab 11:48	12:53



13^e Journée phénologique suisse à Zurich ZH

Samedi 24 avril 2010

"Photo-phénologie"

Rendez-vous: 13h15, EPF Zurich, Bâtiment LFW, Universitätstrasse 2, Zürich. Tram 10 (Flughafen) ou 6 (Zoo), arrêt „Universitätsspital/ETH“. Le bâtiment (Land- und Forstwirtschaft) se trouve à côté de l'hôpital, vis-à-vis du bâtiment principal de l'EPF

Programme:

- 13h15 Accueil
 13h25 „Fonctionnement de la photographie digitale automatique pour la photo-phénologie“
Werner Eugster, EPF Zurich (en allemand)
 13h25 „Recherches photophénologiques à la Lägeren (forêt mixte) et à Fruebüel (prairie)“
Hella Ahrends, EPF Zurich (en allemand)
 Ensuite pause et collation
 15h00 „Photo-phénologie à l'école“
Markus Eugster, école secondaire Uzwil et GLOBE Suisse (en allemand)
 15h30 „Quel avenir pour la phénologie en Suisse?“
This Rutishauser, Uni Berne (en allemand)
 16h00 Clôture

Fahrplan Rückreise / Horaire retour

	Zürich ab/dp	
Bellinzona	17:01	ar 19:21
Bern	16:32	an 17:29
Genève	16:32	ar 19:15
Lausanne	16:32	ar 18:40
Luzern	16:35	an 17:25
Neuchâtel	17:04	ar 18:32
St. Gallen	16:39	an 17:53

**Keine Anmeldung erforderlich,
 bei geschlossenem Eingang:
 Tel. 078 637 43 56**

**Aucune inscription requise,
 lorsque l'entrée est fermée:
 tél. 078 637 43 56**

Phänologie mit Digitalkameras

Werner Eugster und Hella Ahrends

Im September 2004 wurden die ersten fotophänologischen Messungen an der Lägeren bei Wettingen (AG) gestartet. Mit einer handelsüblichen Nikon-Digitalkamera wurde zunächst täglich, später stündlich während der hellen Tagesstunden automatisch ein Bild des artenreichen Mischwaldes aufgenommen und archiviert. Inzwischen sind bereits fünf Jahre Daten mit täglichen Bildern abgedeckt. Die Vegetationsperioden 2005 bis 2007 sind im Rahmen der Dissertation von Hella Ahrends analysiert und in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlicht worden (Ahrends et al. 2008, 2009).

Die Fotophänologie ist eine junge Entwicklung in der Phänologie, die sich zum Ziel gesetzt hat, die Augenbeobachtungen der Phänologen mit räumlich fein aufgelösten Bildern zu ergänzen. Die Fotophänologie soll eine objektivere Bestimmung von phänologischen Stadien ermöglichen und eine Schnittstelle zur Satelliten-Fernerkundung bilden. Satellitenbilder haben seit gut 30 Jahren die Umweltbeobachtung revolutioniert und werden auch in der Phänologie eingesetzt. Die Methoden der Fernerkundung können grundsätzlich auch in der lokalen Phänologie genutzt werden und beispielsweise auf Kamera-Bilder angewendet werden. Im phänologischen Rundbrief No. 2 (Winter 2005) stellte Robert Brügger das Forschungsprojekt PHENOPHOT erstmals vor, das im Rahmen der europäischen COST Action 725 von der Universität Bern und der ETH Zürich durchgeführt wurde. Nach kurzen Feldtests mit Robert Brügger entschieden wir uns für die

Installation einer Nikon-Digitalkamera, mit der wir den Wald an der Lägeren oberhalb von Wettingen mit deinem konstanten Blickfeld erfassten. Die Bilder wurden mit Bildanalyseverfahren interpretiert und ausgewertet.

Zunächst war noch unklar, ob in erster Linie eine sehr feine räumliche Auflösung der Kamera wichtig ist, damit man die Knospen der Buchenblätter, Blüten und Früchte genau sehen kann. Auch war nicht sicher, ob sich die Schwankungen des meteorologischen Messturmes, auf dem die Kamera montiert wurde, auf die Genauigkeit der phänologischen Datumsbestimmungen auswirken würden. Zusätzlich mussten wir die Eignung unserer handelsüblichen Kamera, bei der die genaue Kalibration der Farben nicht gewährleistet ist, für solche Untersuchungen testen. Doch können wir nach inzwischen rund fünf Jahren Erfahrung feststellen, dass die Fotophänologie zahlreiche, sehr wertvolle Informationen liefert. Auch wenn auch nicht alle phänologischen Stadien gleich gut auf den Digitalbildern zu erkennen sind, können die allgemeine Blatentfaltung und Blattverfärbung baumspezifisch abgeleitet werden. Die hohe zeitliche Auflösung und die Objektivität erlauben den phänologischen Vergleich verschiedener Jahre, die mit punktuellen Augenbeobachtungen in dieser Qualität nicht möglich wären. Es zeigte sich, dass von den drei Farbwerten rot, grün und blau letztlich nur der Grünanteil an

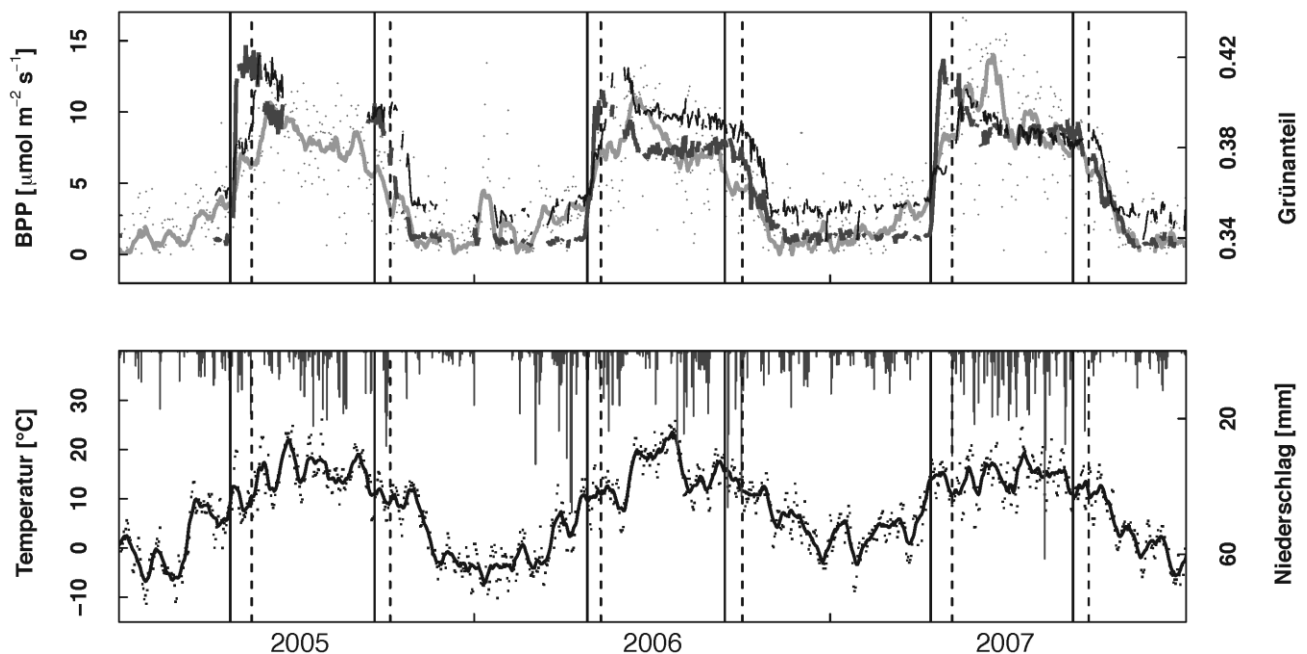


Abbildung 1: Fotophänologische Daten (obere Grafik) im Vergleich mit täglichen Temperatur- und Niederschlagsmessungen (untere Grafik) am Standort Lägeren ob Wettingen. Der Grünanteil der Kamerabilder (oben) wurde separat für die Buche (schwarze dicke Linie) und die Esche (schwarze dünne Linie) ermittelt. Jeweils im Frühjahr zeigt sich der rasche Anstieg des Grünanteils (von 0.34 auf 0.42) während die Brutto-Primärproduktion (BPP, dunkelgraue fette Linie) des Waldes deutlich langsamer ansteigt. Aus Ahrends et al. (2009).

Figure 1: Données photo-phénologiques (graphique du haut) en comparaison aux mesures des températures et précipitations (graphique du bas) à la Lägeren sur Wettingen. La proportion des tons verts des photos (haut) est représentée pour le hêtre (ligne noire grasse) et le frêne (ligne noire normale). Chaque printemps l'augmentation de la proportion des tons verts est rapide (de 0,34 à 0,42) tandis que la production primaire brute de la forêt (BPP, ligne grise grasse) n'augmente que plus lentement. Extrait de Ahrends et al. (2009).

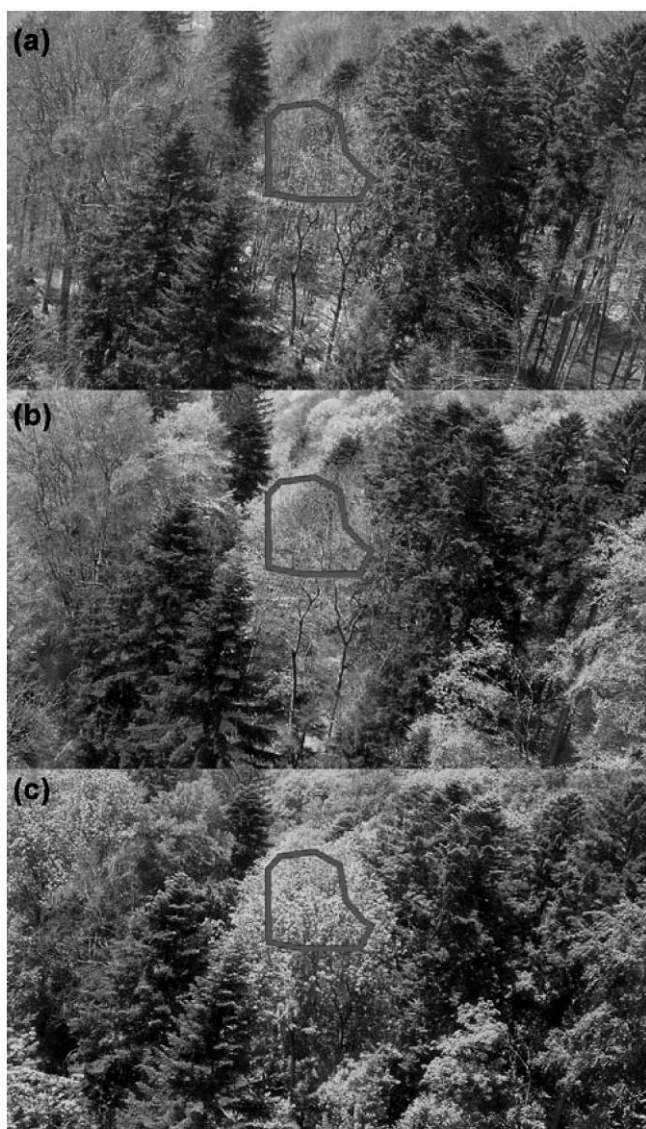


Abbildung 2: Beispiel der Bildanalyse einer Esche (umrandeter Ausschnitt) mit Buchen dahinter und Nadelhölzer daneben: (a) unbelaubt (14. April 2006); (b) Buche hinter Esche bereits belaubt (4. Mai 2006); und (c) Esche belaubt, verdeckt die dahinterstehende Buche (8. Juni 2006). Aus Ahrends et al. (2009)

Figure 2: Exemple de l'analyse d'une image d'un frêne (encadré) sur fonds de hêtres et à côté de résineux : (a) sans feuilles (14 avril 2006) ; (b) un hêtre derrière un frêne déjà en feuilles (4 mai 2006) ; et (c) un frêne en feuille qui cache le hêtre à l'arrière (8 juin 2006). Extrait de Ahrends et al. (2009)

Referenzen / références

Ahrends HE, Brügger R, Stöckli R, Schenk J, Michna P, Jeanneret F, Wanner H, Eugster W (2008) Quantitative phenological observations of a mixed beech forest in northern Switzerland with digital photography. *Journal of Geophysical Research* **113**: G04004, doi:10.1029/2007JG000650
 Ahrends HE, Etzold S, Kutsch WL, Stöckli R, Brügger R, Jeanneret F, Wanner H, Buchmann N, Eugster W (2009) Tree phenology and carbon dioxide fluxes: use of digital photography for process-based interpretation at the ecosystem scale. *Climate Research* **39**: 261–274, doi: 10.3354/cr00811

der Gesamthelligkeit eines Bildausschnitts aussagekräftig genug ist für phänologische Fragestellungen (Abb. 1). Anhand des prozentualen Grünanteils an der Gesamthelligkeit eines Bildausschnittes kann ein phänologischer Jahresgang der Vegetation im analysierten Bildausschnitt abgeleitet werden.

Weitere Quellen für Unsicherheiten sind die Helligkeitseinstellung und der automatische Weissabgleich der Kamera, die sich unter dem Einfluss der Sonneneinstrahlung verändern (bewölkter Himmel führt zu anderen Farbtönen und Helligkeiten als unbedeckter Himmel). Auch die Vermischung der Pixelinformationen verschiedener Baumarten im Mischwald durch den seitlichen Blickwinkel der Kamera musste genau untersucht werden. An der Lägeren ist dies anhand einer Bildabfolge einer ausgewählten Esche, die vor einer Buche im Bildausschnitt steht, und diese im Verlauf des Frühlings langsam verdeckt, gut erkennbar (Abb. 2). Trotz dieser Unsicherheiten ist es gelungen, die Daten für die allgemeine Blühterminierung für Buchen und Eschen mit einer Genauigkeit von ± 3 Tagen (verglichen mit Augenbeobachtungen) zu bestimmen. Bei den Herbstverfärbungsterminen ist die Situation schwieriger, und die Fotophänologiedaten wichen im Mittel 8.6 Tage von den Augenbeobachterdaten ab, wobei man sich der erhöhten Subjektivität und Ungenauigkeit von Augenbeobachtungen bei der Herbstphänologie bewusst sein muss. Das sind dennoch sehr gute Ergebnisse, die eine Weiterführung dieser Forschungsarbeiten nahelegen. Die Einbindung der bildbasierten, täglichen phänologischen Beobachtungen in die Auswertung und Modellierung anderer Messgrößen, beispielsweise der Brutto-Primärproduktion des Waldes (Abb. 1), eröffnet für die Ökosystemforschung ganz neue Möglichkeiten, die erst noch erschlossen werden müssen.

PD Dr. Werner Eugster und Dr. Hella Ahrends
 Institut für Pflanzen-, Nutztier- und
 Agroökosystem-Wissenschaften, ETH Zürich,
 werner.eugster@ipw.agrl.ethz.ch

Phénologie par caméra digitale

Depuis septembre 2004, des photos phénologiques sont prises dans la forêt mixte de la Lägeren (AG) avec une caméra photographique courante. Les périodes de végétation de 2005 à 2007 ont été analysées dans le cadre d'une thèse doctorale (Ahrends et al. 2008, 2009). La photophénologie est un développement récent qui a pour but de compléter les observations par des images à haute résolution, permettant une détermination plus objective des phases phénologiques et de constituer une interface avec les images satellitaires. Il s'avère que la part de la couleur verte révèle les informations pour la phénologie (figure 1), permettant de suivre l'évolution phénologique annuelle de la végétation du lieu. Malgré le recouvrement des arbres (figure 2), il est possible de déterminer le déploiement des feuilles à trois jours près. De nouvelles applications par modélisation sont pensables pour la recherche écosystémique, ainsi que pour déterminer la production primaire brute de la forêt.

Bilderphänologie im Internet

Werner Eugster

Digitale Fotografien und das digitale Auge der Phänologen-Webcams sind in unserer Gesellschaft inzwischen überall präsent. Im Internet gibt es daher zahlreiche Adressen für phänologisch Interessierte. Den Jahresablauf im Zeitraffer festzuhalten ist nur eine der spielerischen Arten der Fotophänologie (Beispiel Abb. 3). Die Bilder sind immer vom gleichen Standort aus aufgenommen worden und hier chronologisch im Jahresablauf von oben nach unten aneinander gestellt. Mit technischen Hilfsmitteln und passender Software lassen sich diese Bildersequenzen zu Animationen und Filmen verarbeiten. Beispiele von phänologischen Filmen findet man im Netz etwa unter youtube (Adresse unter 1) und auf der Seite von Eirik Solheim (2).

Eine steigende Zahl von wissenschaftlichen Forschungsgruppen hat Kameras speziell zur Erfassung des jahreszeitlichen Wandels der Vegetation installiert. Anschauliche Beispiele sind der Nationalpark Hainich in Deutschland (3), eine Savanne in Kalifornien (4) oder die herbstliche Verfärbung im Shenandoa Nationalpark des US-Staates Virginia (5). Tägliche Bilder der phänologischen Kameras der ETH Zürich werden an drei Standorten in einem Mischwald auf der Lägern, eine Wiese auf Frühlühl und ein Acker bei Oensingen (6 bis 8) erhoben.

Mit dem iPhone können inzwischen sogar Beobachtungen anhand der Applikation „Phenomapp“ direkt an die Universität Chicago weitergeleitet werden (9). In den USA ist mit Unterstützung des nationalen Phänologie-Netzwerkes (USA-NPN) eine Vielzahl von Standorten phänologischer Kameras bereits in ein Netzwerk („Northeast Phenology Webcam Network“) eingebunden (10). Die stetig wachsende Zahl digitaler Beobachtungen zusammenzuführen, auszuwerten und in die phänologische Forschung einzubinden ist aktuell eine Herausforderung für die bestehenden phänologischen Netzwerke weltweit.

Phénologie photographique sur Internet

L'Internet offre de nombreux sites phénologiques avec des vues ou même des séquences vidéo (adresses sous 1, 2) D'autres caméras démontrent l'évolution de zones de végétation (3 à 5) ou différentes utilisations du sol (6 à 8). Des observations peuvent être expédiées à l'aide d'un iPhone (9), et au Nord-Est des Etats-Unis, de nombreuses caméras constituent déjà un réseau (10).

Internet-Adressen / Adresses internet (http://)

- (1) Youtube phenology: www.youtube.com/group/phenology
- (2) Eirik Solheim: www.vimeo.com/2639782
- (3) Nationalpark Hainich: xweb.geos.ed.ac.uk/~lwingate/Hainich_forest_Flux_phenology.avi
- (4) Savanne in Kalifornien: nature.berkeley.edu/%7Eeyryu/movie_tonzi_2007.wmv
- (5) Shenandoa Nationalpark: egsc.usgs.gov/autumncolor08.html
- (6) Lägern: carboeurope.ethz.ch/sites/laegeren/camera.html
- (7) Frühlühl: carboeurope.ethz.ch/sites/fruebuell/camera.html
- (8) Oensingen: carboeurope.ethz.ch/sites/oensingen/camera.html
- (9) Phenomapp: www2.appzapp.de/App/PhenoMap339019580.html
- (10) „Northeast Network“: phenocam.unh.edu/gallery.html



Abbildung 3: Quelle Internet: Sechs Snapshots aus einem Phänologie-Video.

Figure 3: Trouvé sur Internet : six vues extraites d'une vidéo phénologique.

Phäno-Zitat:

"Erst die beiden letzten Februartage liessen erste Frühlingsgefühle aufkommen. Vogelgesang klang aus den Hecken, Bienen flogen aus, Schneeglöckli und Krokus öffneten ihre Blüten, und Venus strahlte über dem Sichelmond im Abendhimmel. [...] Vom 13. März an folgten endlich freundlichere Frühlingstage mit leichter Bise, und jeden Tag überraschten uns andere Blüten. [...] Es folgte ein wamer, trockener und freundlicher April. Ungefährdet von Spätfrösten entfaltete sich die Natur, und das trockene Wetter erleichterte den Bauern und Gartenfreunden ihre Arbeit. [...] Wer Blumen, Schmetterlinge und Vögel liebt, hatte allen Grund, sich an den Ostertagen zu freuen [...]. Am 16. April folgte eine Kaltfront mit Weststurm und etwas Regen. Dann erblühten die Bäume in vollter Pracht. [...] Zur Zeit der "Eisheiligen" behagte das feucht-warme Wetter den Vögeln mit ihrer Kinderschar und auch uns. Felder und Wälder glänzten saftig grün, und die Spätfrühlings-Blumen, Akelei und Pfingstrosen, leuchteten in satten Farben. Etwas später prangten in den Sumpfwiesen die Kuckucks-Lichtnelken in feinem Rosa. [...] Bei anhaltend trockenem Wetter färbten sich [am 30. August nach erstem Frost] an den Waldrändern die ersten Buchenblätter. [...]"
aus: Wetterchronik Grossaffoltern 2009, Chr. Röhliberger

Citation phénologique:

"Des sentiments printaniers n'apparurent qu'au cours des derniers jours de février. Des chants d'oiseaux retentirent des haies, les abeilles se mirent à voler, les perce-neiges et crocus ouvrirent leurs fleurs, et Vénus scintilla au-dessus de la lune. [...] Dès le 13 mars enfin des journées printanières plus clémentes suivirent et firent apparaître diverses fleurs. [...] Un mois d'avril chaud, sec et agréable suivit. Sans risque de gels tardifs, la nature se développa, et le temps sec facilita le travail des paysans et des jardiniers. [...] Les amateurs de fleurs, de papillons et d'oiseaux se réjouirent durant les fêtes de Pâques. [...] Le 16 avril suivit un front froid avec une tempête d'Ouest et un peu de pluie. Puis les arbres fleurirent en toute beauté [...]. Autour des saints de glace le temps humide et chaud profita aux oiseaux et leur progéniture ainsi qu'à l'homme. Les champs et les forêts resplendirent en vert, et les fleurs tardives de printemps, resplendirent de leurs couleurs intenses. Par un temps sec [le 30 août après le premier gel] les premières feuilles de hêtre changèrent de couleur le long du bord de la forêt. [...]"
Extrait du journal météorologique de Grossaffoltern 2009, de Chr. Röhliberger

Phänologisches-Frühlingserwachen live im Internet

Alt bekannte und neue Internetseiten von phänologischen Netzwerken in Europa und den USA zeigen den Einzug des Frühlings in Echtzeit. Verfolgen sie die Ereignisse live in Österreich (zacost.zamg.ac.at/phaeno_portal/home.html), in Schweden (www.blommar.nu), in Deutschland (www.dwd.de/phaenologie) und in der zweiten Saison auch in den USA (www.usanpn.org).

In der Schweiz veröffentlicht auch in diesem Jahre MeteoSchweiz regelmässig ein phänologisches Bulletin (auf deutsch www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/vegetationsentwicklung.html).

Melden Sie Ihre Beobachtung:
pheno@meteoswiss.ch

Le réveil phénologique du printemps sur Internet

Des sites internet bien connus ou nouveaux de réseaux phénologiques en Europe et aux Etats-Unis démontrent l'arrivée du printemps en temps réel. Suivez l'évolution en Autriche (zacost.zamg.ac.at/phaeno_portal/home.html), en Suède (www.blommar.nu), en Allemagne (www.dwd.de/phaenologie) et pour une deuxième saison aux USA (www.usanpn.org).

En Suisse, MétéoSuisse publie cette année aussi régulièrement un bulletin phénologique en français (www.meteoschweiz.admin.ch/web/fr/meteo/developpement_vegetation.html)

Veillez signaler votre observation :
pheno@meteoswiss.ch

Vorankündigung:**14. Schweizer Phänologie-Tag im Pfywald VS**

Samstag 30. Oktober 2010

«Alpine Phänologie»**Annonce:****14^e Journée phénologique suisse au Bois de Finges VS**

Samedi 30 octobre 2010

«Phénologie alpine»

Erscheint 2 mal jährlich

Redaktion

Universität Bern, Geographisches Institut (GIUB)

PHENOTOP, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern

MeteoSuisse, Zürich – www.meteoschweiz.ch

This Rutishauser

Université de Berne, Institut de géographie (IGUB)

www.unibe.ch/phaeno - Email: phenotop@giub.unibe.ch

MétéoSuisse Zurich – www.meteouissee.ch

Paraît 2 fois par an

Rédaction et mise en page

MétéoSuisse Zurich – www.meteouissee.ch