

# Routinebetrieb der Online-Modellierung PHENIPS für den Nationalpark Gesäuse

---

**Bericht zu den Ergebnissen des Routinebetriebs 2013**

<http://ifff-riskanalyses.boku.ac.at>

**November, 2013**

**Univ.Prof. Dr. Axel Schopf**

**DI. Dr. Peter Baier**

**Josef Pennerstorfer, MSc (GIS)**

**Universität für Bodenkultur Wien**

**Department für Wald- und Bodenwissenschaften**

**Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF)**

**Hasenauerstraße 38, A-1190 Wien**

**Telefon: +43-1-3686352-0**

**Fax: +43-1-3686352-97**

## Inhaltsverzeichnis

---

|     |                                                                     |    |
|-----|---------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Einleitung.....                                                     | 3  |
| 2   | Wetterdaten der Stationen im Nationalpark Gesäuse 2013.....         | 5  |
| 3   | Online-Modellierung der Entwicklung des Buchdruckers.....           | 9  |
| 3.1 | Darstellung der Modellergebnisse im Internet .....                  | 10 |
| 3.2 | Phänologie und Entwicklung des Buchdruckers im NP Gesäuse 2013..... | 12 |
| 4   | Schlußfolgerungen.....                                              | 16 |
| 5   | Literaturverzeichnis.....                                           | 17 |
| 6   | Abbildungsverzeichnis.....                                          | 18 |
| 7   | Tabellenverzeichnis .....                                           | 19 |

**Anhang:** Online Modellierung Phenips Nationalpark Gesäuse <http://iff-risikanalyses.boku.ac.at>  
„Screenshots“ der Darstellungen der Homepage – Stand Oktober 2013

**Datenanhang:** Excel-Datei mit Daten der Klimastationen im Nationalpark Gesäuse und  
Modellierungsergebnissen (Daten Phenips NP Gesäuse 2013.xlsx)

# 1 Einleitung

Kalamitäten des Buchdruckers (*Ips typographus*) werden begünstigt, wenn Bestandes- und Standortseigenschaften, Witterungsverlauf, extreme abiotische (z.B. Windwurf, Schneebruch, Lawinen, Trockenstress) oder biotische Schadereignisse (z.B. Gradation der Nonne, *Lymantria monacha*) eine hochgradige Befallsdisposition der Fichtenbestände verursachen, und wenn klimatische Faktoren gleichzeitig eine rasche und verlustfreie Entwicklung der Käfer ermöglichen (Führer und Coeln, 1998). Die Befallsdisposition der Bestände gegenüber Buchdruckerbefall, die aktuelle Populationsdichte (Befallsdruck) und die weitgehend witterungsabhängige, zeitlich-räumliche Aktivitäts- und Entwicklungsdynamik des Buchdruckers sind grundlegende Parameter für die Einschätzung von Befallsrisiken und Befallsausbreitung. Die Herleitung der Notwendigkeit von Maßnahmen sowie deren Planung und Durchführung werden durch diese Parameter determiniert.

Die Phänologie, die Schwärmintensität und die variable Generationenzahl des Buchdruckers hängen in hohem Maße von den örtlichen Temperaturbedingungen ab. Der Buchdrucker kann bei günstiger Witterung mehrere Generationen pro Jahr anlegen. Je nach klimatischen Bedingungen werden in der Regel 1-2 Generationen pro Jahr ausgebildet. Bei sehr warmer Witterung kommt es in tieferen Lagen auch zur Entwicklung einer dritten Generation. Zusätzlich können die Parentalkäfer zumindest eine zweite Brut (Geschwisterbrut) anlegen. In den Hochlagen kann unter sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen keine überwinterungsfähige Generation absolviert werden, sodass in den Folgejahren eine Wiederansiedelung nur durch Dispersion von Buchdruckerpopulationen aus tieferen Lagen möglich ist.

Der zeitliche Verlauf der Phänologie und der Generationsabfolge des Buchdruckers kann sich je nach Witterungsverlauf und Höhenlage sehr stark unterscheiden. Die jährliche Schwankungsbreite kann dabei im Bereich von mehreren Wochen liegen. Daraus ergibt sich ein beachtlicher, jährlich variabler Spielraum für die terminliche Planung und fristgerechte Durchführung von Forstschutzmaßnahmen.

Zur Beschreibung der weitgehend temperaturabhängigen Entwicklung und Phänologie des Buchdruckers wurde das Modell PHENIPS entwickelt (Baier *et al.*, 2007, Tab. 1), mit dem sowohl der Schwärm- und Befallsbeginn im Frühjahr, die Entwicklung der Brut, der Beginn von Geschwisterbruten, die Anlage von Folgegenerationen und die Überwinterungsfähigkeit der Brut berechnet und dargestellt werden kann. Durch die Kenntnis der spezifischen Schwellenwerte für das Schwärmen und den Befallsbeginn im Frühjahr sowie der notwendigen Temperatursummen für die Brutentwicklung und die erfolgreiche Absolvierung einer Generation kann der Brutbeginn im Frühjahr, die Brutentwicklung und damit auch der Beginn weiterer Generationen des Buchdruckers berechnet werden.

Die Schwärmaktivität des Buchdruckers und der Schwärmbeginn bzw. der Befallsbeginn (=Entwicklungsbeginn der ersten Generation) im Frühjahr werden anhand spezifischer Schwellenwerte für das Schwärmen (Tagesmaximum der Lufttemperatur über 16,5°C) und für die Akklimatisierungsphase der überwinternden Käfer abgeschätzt.

Für die Entwicklungsgeschwindigkeit der Borkenkäferbrut sind insbesondere die kleinstandörtlichen Bedingungen in der Rinde des bebrüteten Fichtenstammes von Bedeutung, wobei die Rindentemperaturen je nach einwirkender Strahlungsenergie erheblich von den Lufttemperaturen abweichen können. Sonneneinstrahlung und Lufttemperatur sind damit die wesentlichen Eingangsgrößen für die Berechnung der temperaturabhängigen Entwicklungsgeschwindigkeit. Anhand der täglich gemessenen Lufttemperatur und der Sonneneinstrahlung werden das Tagesmaximum bzw. der Tagesmittelwert der Rindentemperatur berechnet. Diese Rindentemperaturen sind die Grundlage zur Berechnung der effektiven Rindentemperatur. Als effektive Rindentemperatur ist die entwicklungswirksame Rindentemperatur zu verstehen, die sich aus der positiven Differenz zwischen der aufgetretenen Temperatur und den art- bzw. stadienspezifischen Entwicklungsschwellenwerten ergibt. Durch laufende Aufsummierung dieser effektiven Temperaturen ab Befallsbeginn kann der Entwicklungsfortschritt der Brut relativ zur

notwendigen Wärmesumme für die Gesamtentwicklung vom Ei bis zum schlupfbereiten, reifen Jungkäfer abgeschätzt werden. Anhand dieser (relativen) effektiven Temperatursumme kann daher der Entwicklungsstand der Buchdruckerbruten, getrennt nach Stadien (Ei-, Larven-, Puppen- und Jungkäferstadium), abgeschätzt werden. Weiters kann damit auch der Beginn von Geschwisterbruten sowie der Schwärmbeginn der reifen Jungkäfer und somit der Beginn einer neuen Generation dargestellt werden. Für die Gesamtentwicklung vom Ei bis zum reifen Jungkäfer sind 557 Tagesgrade notwendig (relative Temperatursumme =1). Die Elternkäfer verlassen ihre Brutsysteme zur Anlage von sogenannten Geschwisterbruten in der Regel dann, wenn die Bruten bereits die Larvenentwicklung weitgehend abgeschlossen haben (relative Temperatursumme = 0,5).

Anhand der Temperatursumme kann auch die Überwinterungsfähigkeit spät begonnener Bruten abgeschätzt werden, da für eine erfolgreiche Überwinterung der Bruten das Jungkäferstadium erreicht werden muss (relative Temperatursumme  $\geq 0,6$ ). Wird das überlebensnotwendige Entwicklungsziel im Herbst nicht erreicht, führt die Larven- und Puppensterblichkeit im Winter zu entsprechend hohen Verlusten. Das Auftreten einer durch abnehmende Tageslängen induzierten Fortpflanzungsruhe beim Buchdrucker kann das Risiko hoher Wintersterblichkeit der Bruten weitestgehend minimieren. Daher sind ab Mitte August (Photoperiode kleiner als 14,5 Stunden) die Käfer in der Regel nicht mehr brutbereit und es werden ab Mitte August keine weiteren Generationen mehr angelegt.

Ab April 2013 wurde eine tagesaktuelle, automatisierte Modellierung der Entwicklung und Phänologie des Buchdruckers auf Basis der vom Nationalpark Gesäuse bereitgestellten Witterungsdaten etabliert. Ziel der online-Modellierung mittels des Modells PHENIPS ist die automatisierte, tagesaktuelle Berechnung der Phänologie und der thermalen Entwicklungsbedingungen des Buchdruckers in unterschiedlichen Höhenlagen im Nationalpark Gesäuse und die Bereitstellung der Modellergebnisse im Internet (Baier *et al.*, 2009).

**Tab. 1 : Zusammenstellung der für die Borkenkäferentwicklungsmodellierung mittels PHENIPS verwendeten Schwellenwerte der Lufttemperatur (LTmax: Tagesmaximum der Lufttemperatur), der (relativen) effektiven Temperatursummen (dd: Tagesgrade) sowie der Tageslänge (Schopf *et al.*, 2004; 2008; Baier *et al.*, 2007).**

|                                                            | Summe LTmax >8,3°C ab 1. April        | LTmax                       |                            |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Schwärmbeginn im Frühjahr                                  | 60 dd                                 |                             |                            |
| Befallsbeginn im Frühjahr                                  | 140 dd                                |                             |                            |
| <b>Schwärmtemperatur</b>                                   |                                       | $\geq 16,5^{\circ}\text{C}$ |                            |
| <b>Brutentwicklung</b>                                     |                                       |                             |                            |
| <b>Stadium</b>                                             | <b>Effektive Temperatursumme (dd)</b> | <b>lfd. Summe (dd)</b>      | <b>relative lfd. Summe</b> |
| Ei                                                         | 55,7                                  | 55,7                        | 0,1                        |
| Larven                                                     | 222,8                                 | 278,5                       | 0,5                        |
| Puppen                                                     | 55,7                                  | 334,2                       | 0,6                        |
| Reifungsfraß                                               | 222,8                                 | 557                         | 1                          |
| Entwicklung Ei bis Puppe                                   |                                       | 334,2                       |                            |
| <b>Gesamtentwicklung</b>                                   |                                       |                             |                            |
| Ei – reife Jungkäfer                                       | 557                                   |                             | 1                          |
| <b>Beginn von Geschwisterbrut</b>                          |                                       |                             | 0,5                        |
| <b>Induktion der Diapause</b>                              | Tageslänge <14,5 h                    |                             |                            |
| <b>Rel. Temperatursumme für erfolgreiche Überwinterung</b> |                                       |                             | 0,6                        |

## 2 Wetterdaten der Stationen im Nationalpark Gesäuse 2013

Für die online-Modellierung der Buchdruckerentwicklung wurden die Messdaten (Lufttemperatur, Globalstrahlung und Niederschlag) von insgesamt 6 Stationen (Weidendom, Tamischbachturm, Gscheidegg, Schröckalm, Waag und Scheuchegg) im Bereich des Nationalparks Gesäuse verwendet (siehe auch <http://www.nationalpark.co.at/de/wetterstationen-webcam>). Die Stationen umfassen einen Seehöhenbereich von 590 m (Weidendom) bis 1780 m (Gscheidegg). Die Stationen Weidendom, Schröckalm, Gscheidegg und Waag messen Lufttemperatur, Einstrahlung und Niederschlag. Die Station Tamischbachturm dagegen misst keinen Niederschlag. Die Station Scheuchegg misst nur die Lufttemperatur.

Die Messwerte (Stundenmittelwerte) wurden im Zeitraum von 1. April bis 31. Oktober stündlich über GPRS Modem automatisch an den FTP-Server des Instituts übertragen. Datenausfälle durch fehlende Übertragung bzw. Stationsausfall waren bis auf die Station Schröckalm im Wesentlichen gering (Tab. 2). Fehlende Wetterdaten (aggregierte Tagewerte) und unplausible Daten konnten während der laufenden Saison bzw. nach Ende der Messperiode durch Regression mit benachbarten Stationen ersetzt werden. Die Stationen Waag und Scheuchegg lieferten erst ab 12.7.2013 entsprechende Messdaten. Für die Zeit von 1.4. bis 11.7.2013 wurden die für die Modellierung notwendigen Wetterdaten (Tagesminimum, Tagesmaximum und Tagesmittelwert der Lufttemperatur sowie Tagessumme der Globalstrahlung) dieser beiden Stationen anhand von linearen Regressionen mit den Stationen Weidendom (für die Station Waag) bzw. Gscheidegg (für die Station Scheuchegg) errechnet. Für die fehlenden Einstrahlungsmessungen der Station Scheuchegg wurden die Messwerte der benachbarten Station Waag herangezogen.

Fehlende Niederschlagsmesswerte wurden auf Grund der geringen Korrelation mit Nachbarstationen nicht ersetzt. Die Niederschlagsmessungen ergaben für die Station Schröckalm zum Teil unrealistisch hohe Tagesniederschlagswerte. Für die Stationen Waag und Scheuchegg ergaben sich erheblich zu geringe Niederschlagsmengen im Vergleich zu den Messwerten der Stationen Weidendom bzw. Gscheidegg (Abb. 1).

**Tab. 2 : Fehlende Wetterdaten bei der Übertragung und fehlende Einzelmessdaten (Stundenmittelwerte) der einzelnen Wetterstationen im Gesäuse 2013.**

| Standort        | fehlende Tage | fehlende<br>einzelne | fehlende<br>Stundenmw. | %     |
|-----------------|---------------|----------------------|------------------------|-------|
|                 |               | Stundenmw.           | Gesamt                 |       |
| Gscheidegg      | 3             | 26                   | 98                     | 1,9%  |
| Scheuchegg *)   | 7             | 321                  | 489                    | 18,2% |
| Schröckalm      | 50            | 12                   | 1212                   | 23,6% |
| Tamischbachturm | 14            | 11                   | 347                    | 6,8%  |
| Waag *)         | 0             | 43                   | 43                     | 1,6%  |
| Weidendom       | 6             | 19                   | 163                    | 3,2%  |

\*) Datenübertragung erst ab 12.7.2013

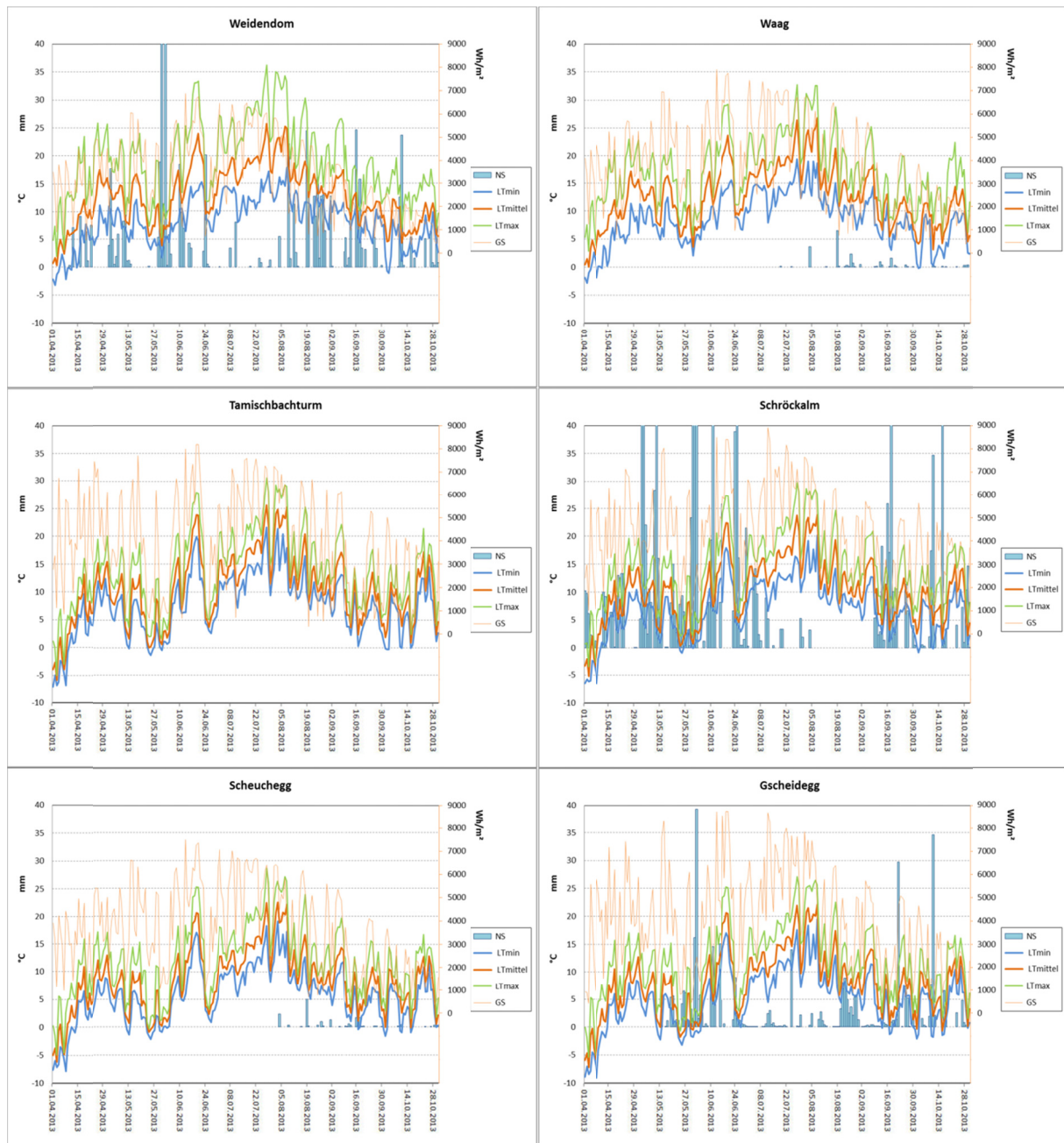
In Tab. 3 sind die Mittelwerte und Extrema der wesentlichen Eingangsparameter für das Modell PHENIPS (Lufttemperatur und Einstrahlung), getrennt für die einzelnen Stationen, aufgeführt. Dabei zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang mit dem Höhengradienten. Die höchsten Durchschnittswerte der Lufttemperatur wurden an den tiefer gelegenen Standorten Weidendom und Waag erreicht. Die höchsten Globalstrahlungswerte (Maxima) wurden dagegen bei den

höhergelegenen Standorten im südlichen Bereich des Nationalparks Gesäuse gemessen (Stationen Gscheidegg und Schröckalm). Vergleichsweise niedrige Einstrahlungswerte wurden bei der topographisch stärker abgeschirmten, tiefergelegenen Station Weidendom registriert (Tab. 3).

**Tab. 3 : Mittelwert, Minimum und Maximum der Lufttemperatur und der Tagessumme der Globalstrahlung für die Stationen im NP Gesäuse im Zeitraum 1.4. – 31.10.2013 (n=214 Tage).**

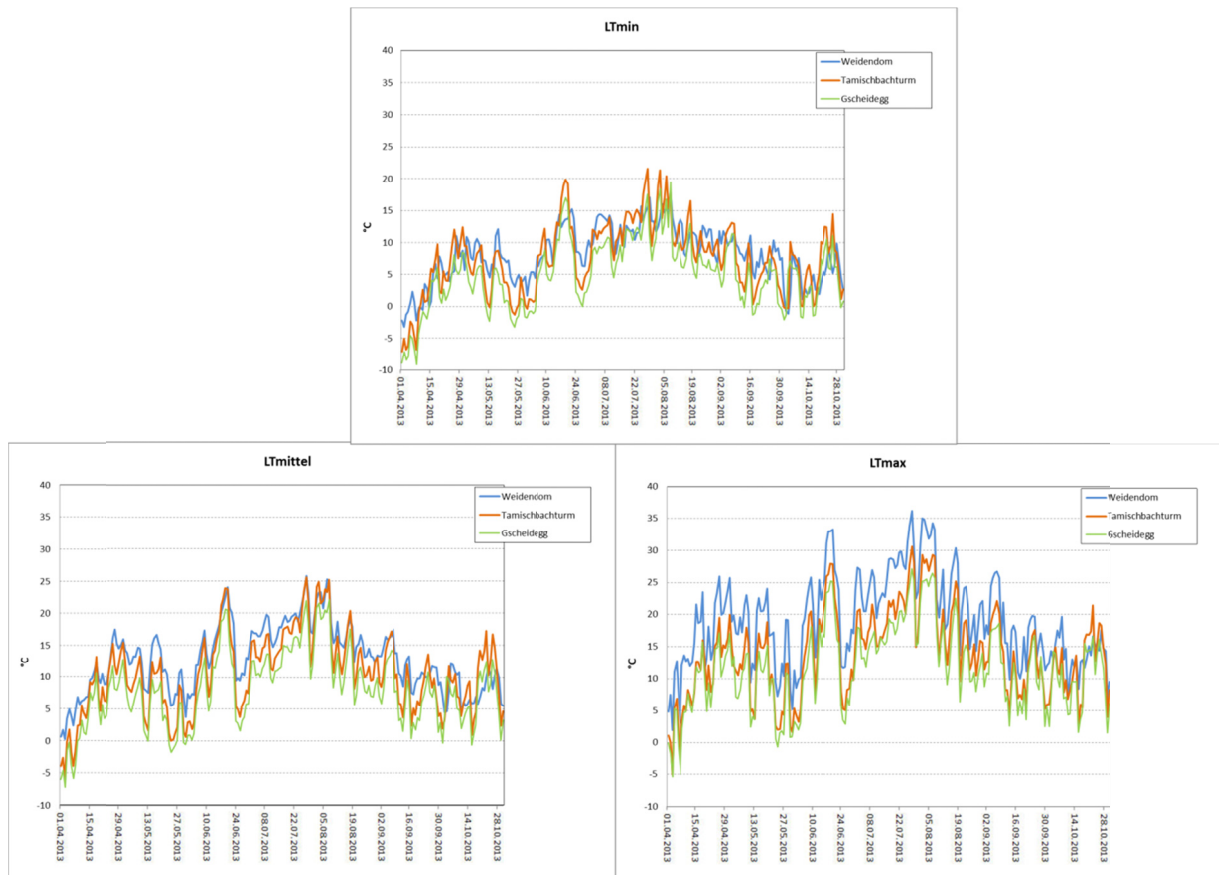
| Standort        | Lufttemperatur (°C) |         |         | Globalstrahlung (Wh/m²) |         |         | n   |
|-----------------|---------------------|---------|---------|-------------------------|---------|---------|-----|
|                 | Mittelwert          | Minimum | Maximum | Mittelwert              | Minimum | Maximum |     |
| Gscheidegg      | 8,0                 | -9,1    | 27,1    | 3913                    | 172     | 8736    | 214 |
| Scheuchegg      | 8,5                 | -7,9    | 28,6    | 3579                    | 357     | 7498    | 214 |
| Schröckalm      | 10,2                | -6,5    | 29,7    | 4097                    | 359     | 8917    | 214 |
| Tamischbachturm | 10,5                | -7,1    | 30,6    | 3810                    | 169     | 8194    | 214 |
| Waag            | 12,5                | -2,8    | 32,7    | 3767                    | 376     | 7893    | 214 |
| Weidendom       | 12,8                | -3,2    | 36,2    | 3206                    | 338     | 6875    | 214 |

Der Witterungsverlauf im Jahr 2013 war geprägt durch eine Abfolge von drei Warmwetterphasen im Frühjahr und Frühsommer (Abb. 1). Insbesondere in den höheren Lagen dominierten Anfang April noch winterliche Bedingungen. Eine erste wärmere Wetterphase ab Mitte April führte in den tieferen Lagen zu deutlich höheren Temperaturen mit Tagesmaxima über 20°C. Ab Mitte Mai bis Anfang Juni folgte eine kühle, sehr niederschlagsreiche Periode, die insbesondere in den höheren Lagen zu tiefen Temperaturen mit Tagesmittelwerten um 0°C führte. Danach folgte eine rapide Erwärmung bis Ende Juni mit Tageshöchstwerten >30°C in tiefen Lagen und >25°C in höheren Lagen. Ende Juni beendete ein Kaltlufteinbruch diese warme Wetterphase. Von Anfang Juli bis Mitte August dominierte dann eine niederschlagsärmere, warme Wetterperiode. Am 28.7.2013 wurde bei der Klimastation Weidendom ein Tagesmaximum der Lufttemperatur von 36,2°C erreicht. Ab Mitte August kühlte es sukzessive ab, teils traten intensive Niederschläge auf. Erste Fröste traten in den Hochlagen bereits Mitte September, in tiefen Lagen Anfang Oktober auf. Ende Oktober führten Inversionswetterlagen höheren Temperaturen in den höheren Lagen im Vergleich zur tiefergelegenen Station Weidendom (Abb. 2).



**Abb. 1:** Verlauf der Temperatur, der Einstrahlung und des Niederschlags bei den Stationen im NP Gesäuse im Zeitraum 1.April-31.Oktober 2013 (LTmin, LTmittel, LTmax: Tagesminimum, -mittelwert, -maximum der Lufttemperatur; GS: Tagessumme der Globalstrahlung; NS: Tagessumme des Niederschlags).





**Abb. 2: Vergleich der Lufttemperaturen für die Stationen Weidendom, Tamischbachturm und Gscheidegg im NP Gesäuse im Zeitraum 1.April-31.Oktober 2013 (LTmin, LTmittel, LTmax: Tagesminimum, -mittelwert, -maximum der Lufttemperatur).**



### 3 Online-Modellierung der Entwicklung des Buchdruckers

Für die tagesaktuelle online-Darstellung der Entwicklung des Buchdruckers wurden für den Zeitraum 1. April bis 31. Oktober 2013 die täglichen Messwerte (Stundenwerte und aggregierte Tageswerte) der Lufttemperatur, der Sonneneinstrahlung und des Niederschlags für die 6 Stationen im NP Gesäuse bereitgestellt. Mit Hilfe des Modells PHENIPS wurden in einer Datenbank die phänologischen Ereignisse und Temperatursummen berechnet und täglich aktualisiert.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden im Internet dargestellt (<http://iff-riskanalyses.boku.ac.at>) (Abb. 3). Diese Internetseite kann auch von der Homepage des Nationalparks Gesäuse abgerufen werden (<http://www.nationalpark.co.at/de/wetterstationen-webcam>).

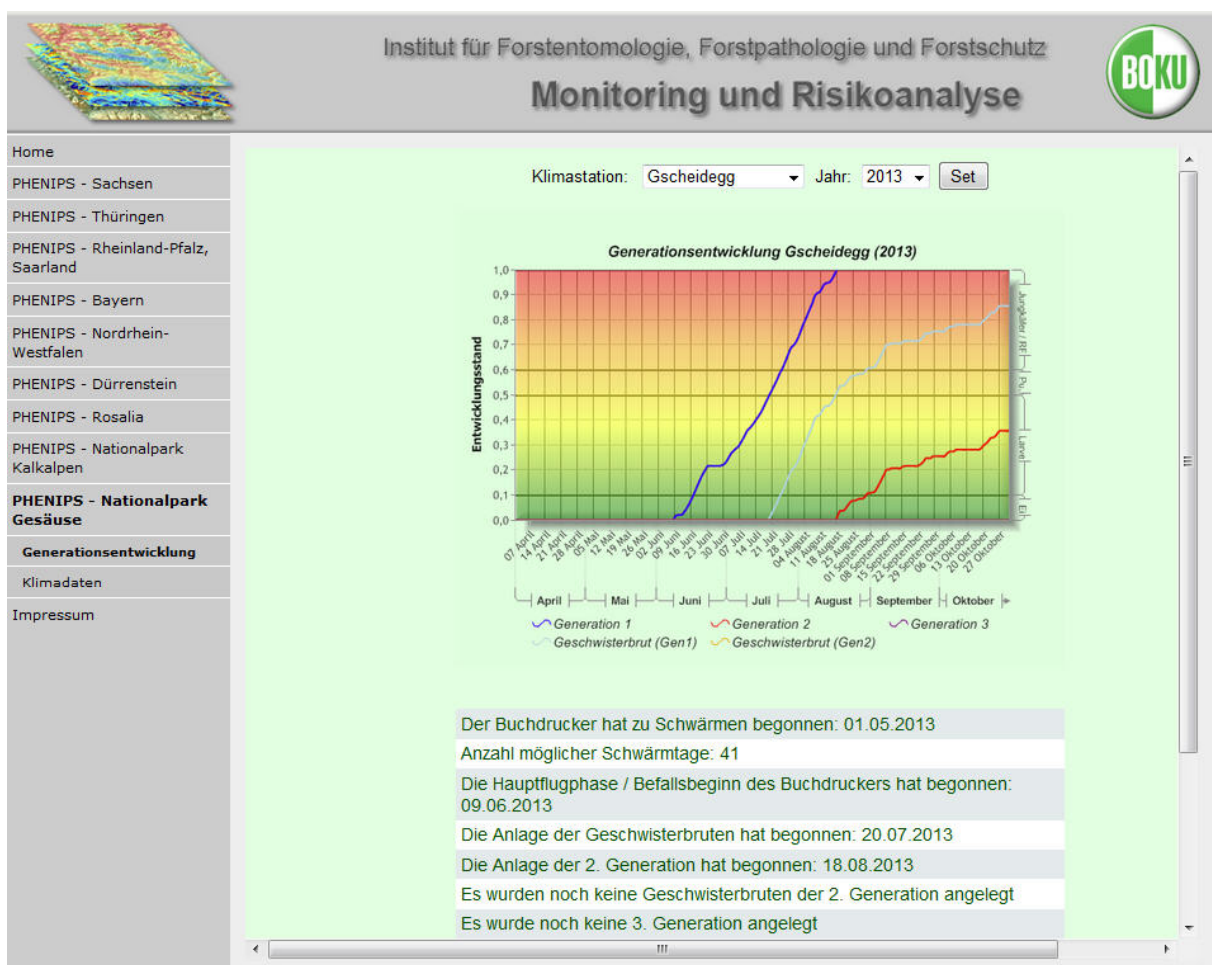
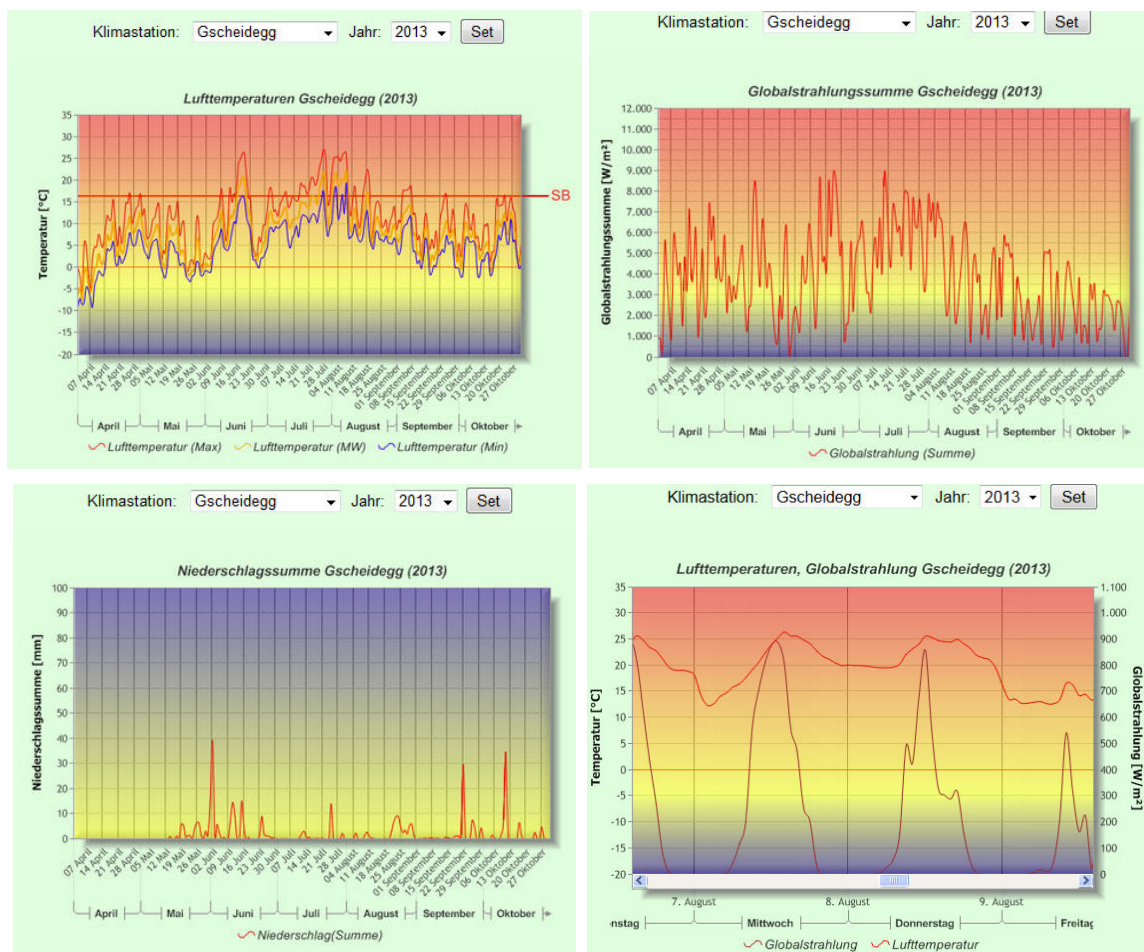


Abb. 3: Homepage zur Darstellung der modellierten Buchdruckerentwicklung (Stand 31.10.2013) (<http://iff-riskanalyses.boku.ac.at>).

### 3.1 Darstellung der Modellergebnisse im Internet

Auf der Internetseite werden die wesentlichen Eingangsdaten für das Modell PHENIPS (Stundenwerte und Tageswerte der Lufttemperatur und der Sonneneinstrahlung) und auch die tägliche Niederschlagssumme graphisch in Form von Liniendiagrammen dargestellt. Die jeweilige Station kann anhand eines Auswahlmenüs selektiert werden.

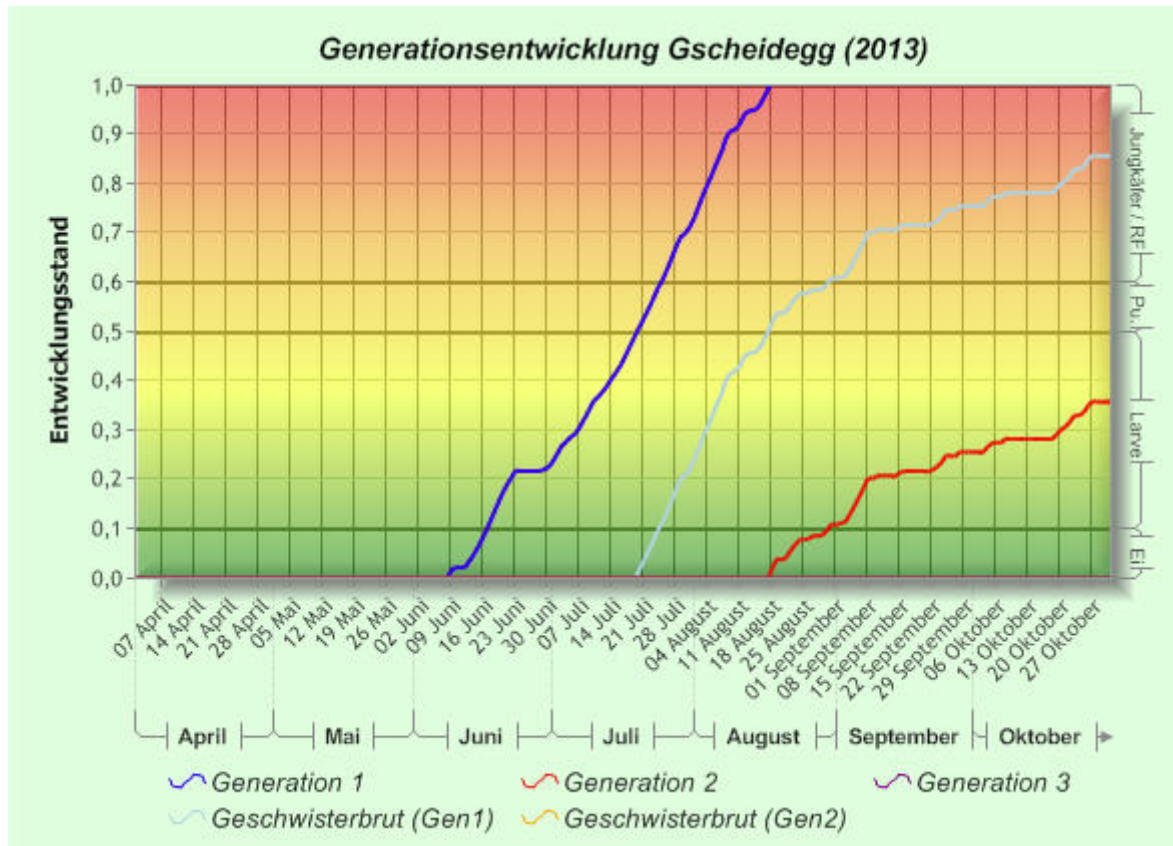
In der Graphik für die Lufttemperaturen ist auch der Schwellenwert für das Schwärmen des Buchdruckers als horizontale Line (SB) dargestellt. Damit kann man sehr leicht erkennen, an welchen Tagen die Schwärmbedingungen erfüllt sind (Abb. 4).



**Abb. 4: Darstellung der Lufttemperaturwerte (Tagesminimum,-mittel und -maximum), Tagessumme der Globalstrahlung und Niederschlagssumme sowie Stundenwerte der Lufttemperatur und Globalstrahlung für die Station Gscheidegg (Stand 31.10.2013).**

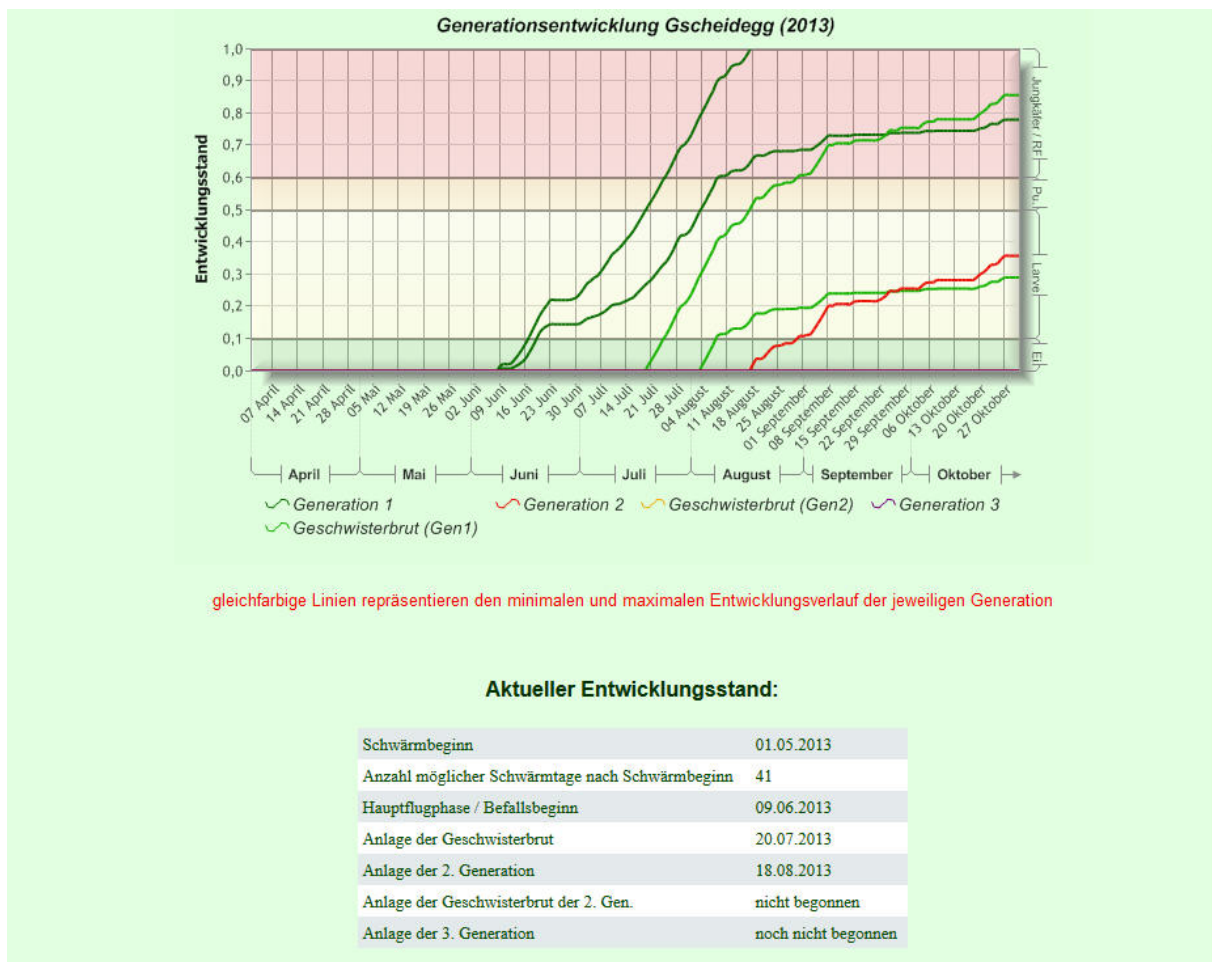
Neben den Klimadaten kann über das Submenü „Generationsentwicklung“ für jede Station der jeweils aktuelle Stand der Entwicklung des Buchdruckers abgerufen werden (Abb. 5). Die berechnete potentielle Entwicklung des Buchdruckers wird anhand von Temperatursummenkurven der effektiven Rindentemperaturen (relative Werte zwischen 0 und 1) getrennt für jede Generation dargestellt.

Die Aufsummierung der effektiven Rindentemperaturen der ersten Generation beginnt mit dem berechneten Zeitpunkt der ersten Hauptschwärmphase des Buchdruckers im Frühjahr (Befallsbeginn im Frühjahr). Anhand der relativen Temperatursumme der jeweiligen Generation kann auch der Entwicklungsstand der Bruten im Diagramm abgelesen werden. Die horizontalen Linien im Diagramm kennzeichnen die für die erfolgreiche Absolvierung der einzelnen Stadien notwendigen Temperatursummen (Abb. 5).



**Abb. 5: Darstellung der potentiellen maximalen Entwicklung des Buchdruckers anhand von Temperatursummenkurven der effektiven Rindentemperaturen (Station Gscheidegg; Stand: 31.10.2013).**

Zum Ende der Messperiode wurde die graphische und tabellarische Darstellung der potentiell möglichen Entwicklung des Buchdruckers geändert und mit der Darstellung des potentiell minimalen Entwicklungsverlaufs ergänzt (Abb. 6). Durch die geänderte farbliche Darstellung der Entwicklungsstadien soll eine bessere Lesbarkeit der Temperatursummen erreicht werden. Der potentiell minimale Entwicklungsverlauf errechnet sich aus der Temperatursumme der täglichen Lufttemperaturmittelwerte über dem unteren Entwicklungsnullpunkt ( $T_u = 8,3^\circ\text{C}$ ). Der minimale Entwicklungsverlauf charakterisiert die potentielle Entwicklung bei starker Überschirmung (Bestandesinneren). Die Temperatursumme für die maximale Entwicklung (berechnet anhand der errechneten Rindentemperaturen in Abhängigkeit von Lufttemperatur und Einstrahlung) repräsentiert die potentielle Entwicklung und Generationsabfolge bei ungehinderter Sonneneinstrahlung (Freifläche, exponierter Bestandesrand). In der Graphik werden nunmehr für jede Generation zwei Temperatursummenkurven mit der gleichen Farbe dargestellt, wobei erstere die maximale Entwicklung und die nachfolgende die minimale Entwicklung der jeweiligen Generation kennzeichnet. Der früheste Schwärmbeginn und der Befallsbeginn (= Entwicklungsbeginn der ersten Tochtergeneration F1) im Frühjahr, der jeweilige Zeitpunkt des Beginns der Folgegenerationen und die Anzahl der möglichen Schwärmtage ( $LT_{\text{max}} \geq 16,5^\circ\text{C}$ ) vom Schwärmbeginn bis Mitte August (Julianischer Tag JD= 231) wird auch textlich in Form einer Tabelle veranschaulicht (Abb. 6).



**Abb. 6: Neues Layout der Graphik „Generationsentwicklung“ mit Darstellung der potentiellen maximalen und minimalen Entwicklung des Buchdruckers (Station Gscheidegg; Stand: November 2013).**

### 3.2 Phänologie und Entwicklung des Buchdruckers im NP Gesäuse 2013

Die Modellierung der Phänologie und der Entwicklung des Buchdruckers ergab für alle Stationen einen frühen Schwärmbeginn ab Mitte April (Weidendom) bis Anfang Mai (Tab. 4). Der Entwicklungsbeginn trat jedoch witterungsbedingt in den höheren Lagen erheblich später ein als in den tieferen Lagen. Für die Standorte Weidendom und Waag wurde der Entwicklungsbeginn für Ende April errechnet. In den mittleren Lagen (Tamischbachturm, Schröckalm) ergab sich ein Entwicklungsbeginn für Mitte Mai. Bei den hochgelegenen Stationen Gscheidegg und Scheuchegg startete die Entwicklung erst am 9. Juni 2013.

Der Entwicklungsverlauf der ersten Generation und teilweise auch der Geschwisterbruten war gekennzeichnet durch teils stagnierende Brutentwicklung auf Grund der kühl-feuchten Witterungsverhältnisse im Mai und Juni. Diese Stagnation der Brutentwicklung und die ungünstigen Schwärmbedingungen deuten auf erhebliche Populationsverluste infolge erhöhter Mortalität der Brut und erhöhter Dispersionsverluste und Verluste durch unvollständige Brutbaumbesiedelung hin. Geschwisterbruten traten in den tieferen Lagen erst ab Anfang Juni, in den höheren Lagen erst ab Juli auf. Die Entwicklungsverläufe der Geschwistergeneration bzw. der zweiten Tochtergeneration (F2) waren auf Grund der hohen Temperaturen im Juli und Anfang August in allen Höhenlagen sehr rasant (Abb. 7). Der früheste Beginn einer potentiellen zweiten Generation ergab sich für die Standorte Waag und Weidendom ab Anfang Juli, für die Standorte Schröckalm und Tamischbachturm ab Ende



Juli. Bei den hochgelegenen Stationen Gscheidegg und Scheuchegg ergab sich der Beginn der zweiten Generation erst Mitte August (maximal mögliche Entwicklung). Auf Grund der bereits geringen Tageslänge besteht beim Buchdrucker ab August nur mehr eine geringe Bereitschaft zum Anlegen einer weiteren Generation. Daher dürfte in den mittleren und höheren Lagen nur partiell eine zweite Generation entstanden sein. Durch den sehr späten Beginn einer zweiten Generation bei den hochgelegenen Standorten erreichten diese potentiell maximal mögliche F2-Generation bis Ende Oktober nicht das für die erfolgreiche Überwinterung notwendige Adultstadium (rel.TS >0,6). Diese späten Bruten erreichten bis Ende Oktober maximal das Larvenstadium (rel.TS <0,4) (Abb. 7).

**Tab. 4: Modellierter Schwärmbeginn und Beginn der jeweiligen Generation des Buchdruckers, getrennt für potentiell maximale und minimale Entwicklung (F1: 1.Generation; F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation).**

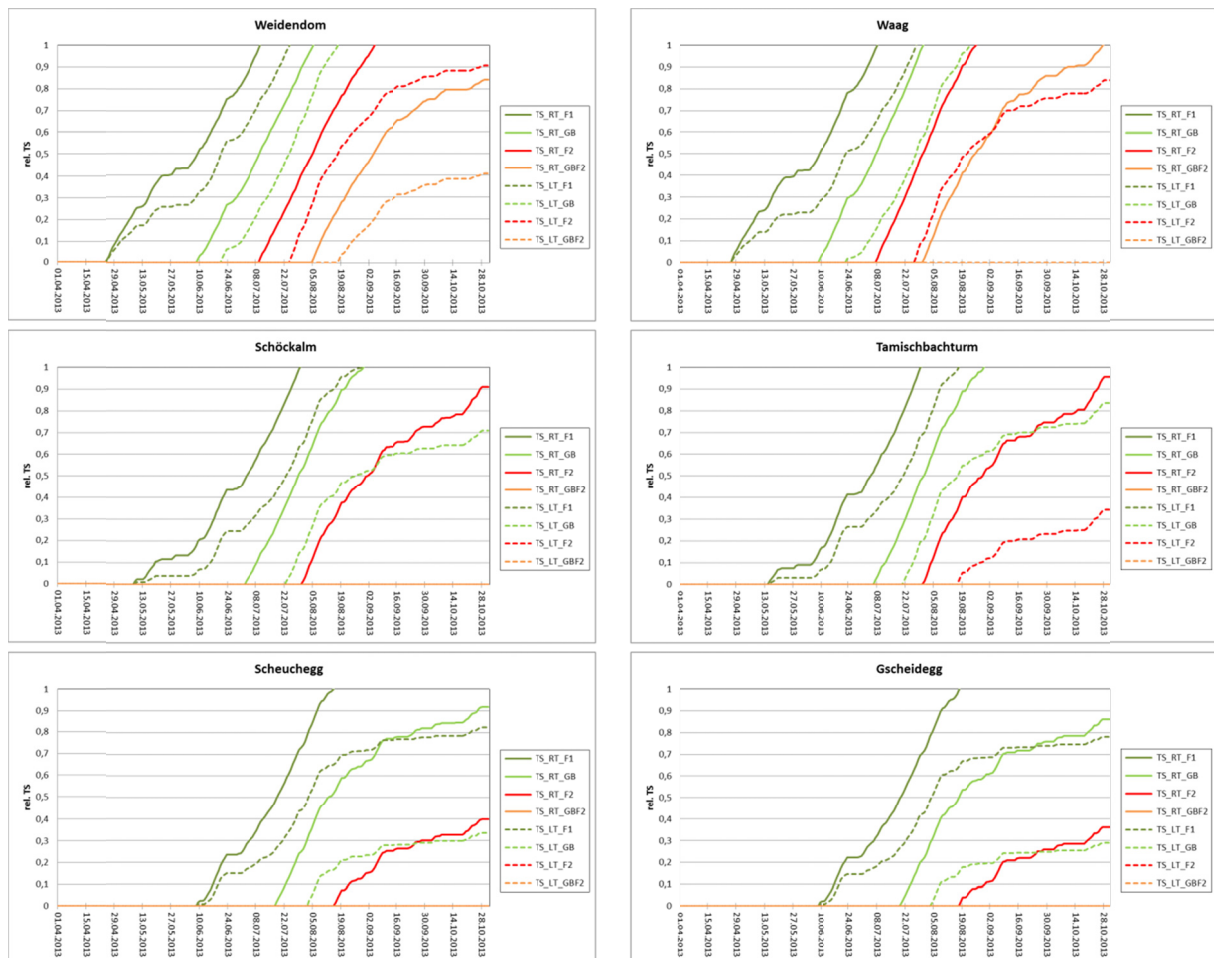
| maximale Generationsentwicklung |               | Befallsbeginn |            |            |            |
|---------------------------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|
| Standort                        | Schwärmbeginn | F1            | F1GB       | F2         | F2GB       |
| Gscheidegg                      | 01.05.2013    | 09.06.2013    | 20.07.2013 | 18.08.2013 |            |
| Scheuchegg                      | 01.05.2013    | 09.06.2013    | 18.07.2013 | 16.08.2013 |            |
| Schröckalm                      | 26.04.2013    | 09.05.2013    | 04.07.2013 | 31.07.2013 |            |
| Tamischbachturm                 | 01.05.2013    | 15.05.2013    | 07.07.2013 | 31.07.2013 |            |
| Waag                            | 17.04.2013    | 27.04.2013    | 09.06.2013 | 08.07.2013 | 31.07.2013 |
| Weidendom                       | 16.04.2013    | 25.04.2013    | 09.06.2013 | 10.07.2013 | 05.08.2013 |

| minimale Generationsentwicklung |               | Befallsbeginn |            |            |            |
|---------------------------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|
| Standort                        | Schwärmbeginn | F1            | F1GB       | F2         | F2GB       |
| Gscheidegg                      | 01.05.2013    | 09.06.2013    | 04.08.2013 |            |            |
| Scheuchegg                      | 01.05.2013    | 09.06.2013    | 03.08.2013 |            |            |
| Schröckalm                      | 26.04.2013    | 09.05.2013    | 23.07.2013 |            |            |
| Tamischbachturm                 | 01.05.2013    | 15.05.2013    | 21.07.2013 | 17.08.2013 |            |
| Waag                            | 17.04.2013    | 27.04.2013    | 23.06.2013 | 27.07.2013 |            |
| Weidendom                       | 16.04.2013    | 25.04.2013    | 21.06.2013 | 25.07.2013 | 18.08.2013 |

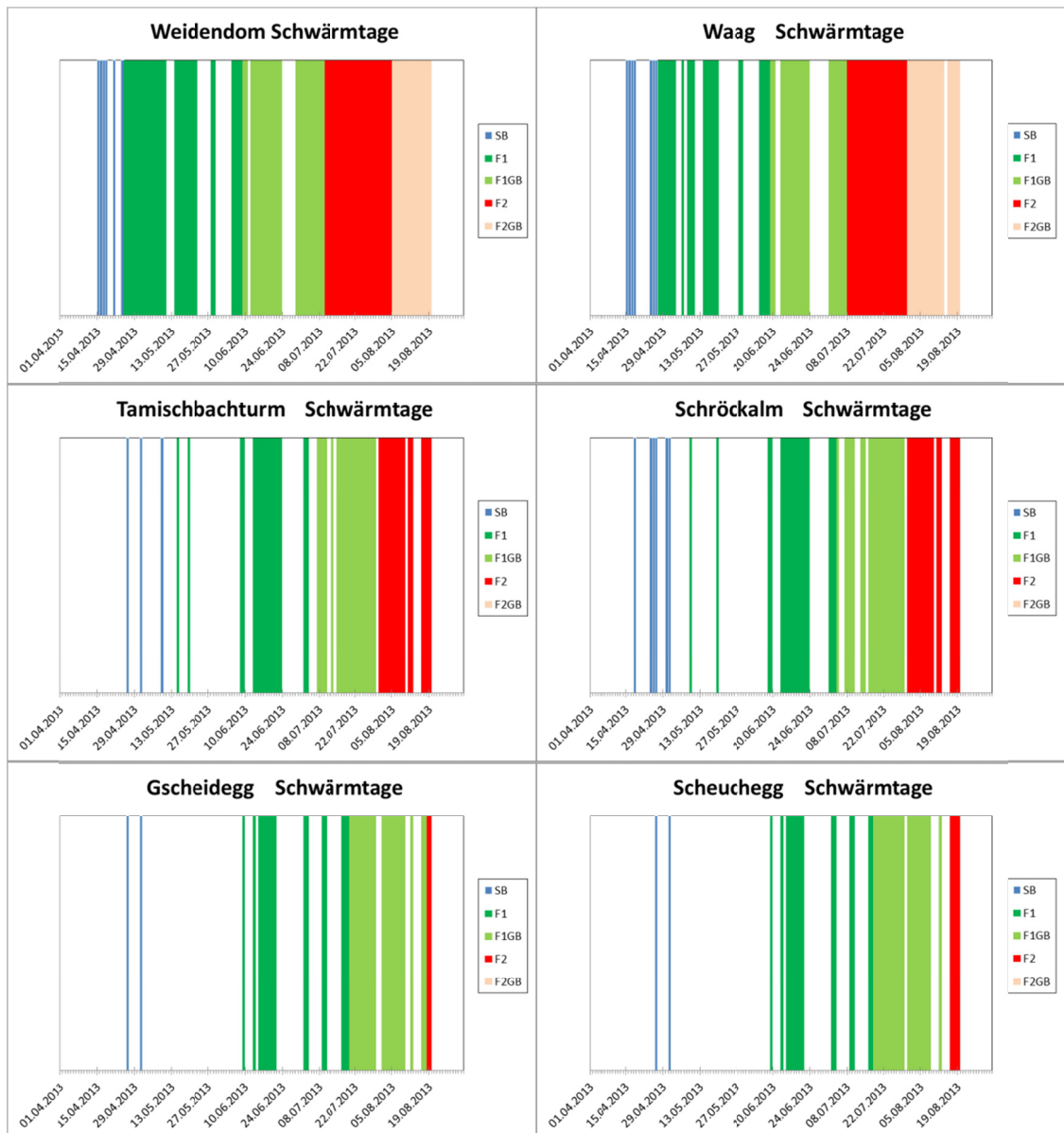
**Tab. 5: Differenz des modellierten Beginns zwischen potentiell maximaler und minimaler Entwicklung (F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation).**

| Differenz min. - max. Entwicklungsbeginn (Tage) |      |    |      |
|-------------------------------------------------|------|----|------|
| Standort                                        | F1GB | F2 | F2GB |
| Gscheidegg                                      | 15   |    |      |
| Scheuchegg                                      | 16   |    |      |
| Schröckalm                                      | 19   |    |      |
| Tamischbachturm                                 | 14   | 17 |      |
| Waag                                            | 14   | 19 |      |
| Weidendom                                       | 12   | 15 | 13   |

Im Vergleich zur maximal möglichen Entwicklung zeigte die minimale Entwicklung von Geschwisterbruten und zweiter Generation einen zeitlichen Versatz von etwa zwei bis drei Wochen (Tab. 5). Bei ungünstigen Einstrahlungsbedingungen konnte sich nur bei den wärmeren Standorten, Waag und Weidendom, eine zweite Generation erfolgreich entwickeln. Bei den Standorten in mittlerer Höhe (Schröckalm, Tamischbachturm) reichte die Temperatursumme bei starker Überschirmung nicht für die erfolgreiche Etablierung einer zweiten Generation. In den höchsten Lagen (Stationen Gscheidegg und Scheuchegg) konnten die begonnenen Geschwisterbruten der ersten Generation bei starker Überschirmung im Bestand sich nicht erfolgreich entwickeln (Abb. 7). Bis Ende Oktober erreichten die Temperatursummen für die minimale Entwicklung der Geschwisterbrut ähnlich niedrige Werte (rel. TS < 0,4) wie die spät begonnene, maximal mögliche zweite Generation bei diesen Standorten.



**Abb. 7: Verlauf der relativen Temperatursummen (rel.TS) für die Entwicklung der jeweiligen Generationen des Buchdruckers (TS\_RT: maximale Entwicklung; TS\_LT: minimale Entwicklung [strichlierte Linien]; F1: 1.Generation; GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation)**



**Abb. 8: Zeitliche Verteilung der Schwärmstage von April bis August 2013 und deren Zuordnung zur potentiell maximal möglichen Generationsentwicklung (SB: Schwärmbeginn bis Befallsbeginn; F1: 1. Generation; F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2. Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation ).**

Die in Abb. 8 dargestellte zeitliche Verteilung der Schwärmstage von April bis August 2013 und deren Zuordnung zur potentiell maximal möglichen Generationsabfolge verdeutlicht die sehr stark höhenabhängige Schwärmaktivität und Entwicklung des Buchdruckers im Nationalpark Gesäuse. Insgesamt wurden in tiefen Lagen 90-102 Schwärmstage erreicht, wogegen in den höchsten Lagen nur 41 Schwärmstage des Buchdruckers auftraten (Tab. 6). Frühjahr und Frühsommer waren durch häufige Unterbrechungen der Flugaktivität geprägt. Erst ab Juli traten längere, zusammenhängende Schwärmphasen auch in den höheren Lagen auf.



**Tab. 6 : Anzahl der möglichen Schwärmtage des Buchdruckers (LTmax>=16.5°C) ab Schwärmbeginn und getrennt nach potentiell möglichen Generationen (SB: Schwärmtage ab Schwärmbeginn bis zum Beginn der ersten Generation im Frühjahr; Gesamt: Gesamtanzahl der Schwärmtage).**

| Schwärmtage     | maximale Generationsentwicklung |    |      |    |      |        |
|-----------------|---------------------------------|----|------|----|------|--------|
| Standort        | SB                              | F1 | F1GB | F2 | F2GB | Gesamt |
| Gscheidegg      | 1                               | 16 | 22   | 2  |      | 41     |
| Scheuchegg      | 1                               | 15 | 22   | 4  |      | 42     |
| Schröckalm      | 3                               | 17 | 22   | 16 |      | 58     |
| Tamischbachturm | 2                               | 17 | 20   | 16 |      | 55     |
| Waag            | 5                               | 23 | 20   | 23 | 19   | 90     |
| Weidendom       | 5                               | 31 | 25   | 26 | 15   | 102    |

| Schwärmtage     | minimale Generationsentwicklung |    |      |    |      |        |
|-----------------|---------------------------------|----|------|----|------|--------|
| Standort        | SB                              | F1 | F1GB | F2 | F2GB | Gesamt |
| Gscheidegg      | 1                               | 29 | 11   |    |      | 41     |
| Scheuchegg      | 1                               | 30 | 11   |    |      | 42     |
| Schröckalm      | 3                               | 32 | 23   |    |      | 58     |
| Tamischbachturm | 2                               | 28 | 22   | 3  |      | 55     |
| Waag            | 5                               | 35 | 27   | 23 |      | 90     |
| Weidendom       | 5                               | 42 | 29   | 24 | 2    | 102    |

## 4 Schlußfolgerungen

Die online-Modellierung der Buchdruckerentwicklung anhand der Wetterstationen im Gesäuse beinhaltet eine Reihe von Informationen, die für auf Borkenkäfer gerichtete Forstschutzroutinen essentiell sind:

- Schwärm- und Befalls-(Entwicklungs-)beginn im Frühjahr
- Anzahl der Schwärmtage ab Schwärmbeginn
- Darstellung des aktuellen, maximal und minimal möglichen Entwicklungsstandes der Bruten
- Abschätzung des Beginns von Geschwisterbruten und des Beginns von weiteren Tochtergenerationen bzw. Beginn des Schwärmflugs von Jungkäfern
- Abschätzung der Überwinterungsfähigkeit spät begonnener Bruten am Ende der Vegetationsperiode.

Das tagesaktuelle online-Monitoring der Entwicklung des Buchdruckers bildet eine wesentliche Entscheidungsgrundlage für die zeitliche Planung und räumliche Organisation von Forstschutzmaßnahmen. Die Fristen für die zeitige Aufstellung von Pheromonfallen zur Überwachung der lokalen Anflugdynamik, die rechtzeitige Bereitstellung von Fangbäumen/Fangschlägen, die zeitgerechte Aufarbeitung von Schadhölzern nach Schadereignissen, das Aufsuchen von Stehendbefall durch Geschwisterbruten und Tochtergenerationen (Bohrmehlsuche), die fachgerechte, rechtzeitige Behandlung (Abfuhr, Entrindung etc.) bereits befallenen Holzes können anhand der dargestellten Modellergebnisse ermittelt werden.

Die mittels PHENIPS modellierten Entwicklungsverläufe stellen einerseits den potentiellen, maximal möglichen Entwicklungsverlauf dar. Die Berechnung des maximalen Entwicklungsverlaufs berücksichtigt explizit Rindentemperaturen und deren Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung. Sie bezieht sich auf die potentielle Entwicklung im liegenden Holz auf Freiflächen (z.B. nach Windwurf) und besonnten Bestandesrändern. Für die Gefährdungsabschätzung sowie für die terminliche Planung von Forstschutzmaßnahmen ist die Entwicklung der frühesten und schnellsten Bruten von besonderem Belang.

Aufgrund der sukzessiven Brutbaumbesiedelung, der mitunter mehrere Wochen dauernden Eiablage der Weibchen sowie der expositions- und überschirmungsbedingten hohen Variabilität der Rindentemperaturen an einem Stamm ergibt sich naturgemäß eine beträchtliche Schwankungsbreite der Entwicklung am selben Standort. Die Betrachtung der minimalen Entwicklung bei fehlender Einstrahlung durch Überschirmung im Bestand trägt zur Veranschaulichung der möglichen Entwicklungsbandbreite bei und erlaubt eine differenziertere, situationsabhängige Beurteilung der Entwicklung des Buchdruckers.

Die Modellierungsergebnisse für die abgelaufene Vegetationsperiode 2013 verdeutlichen die witterungs- und standortsbedingte Differenziertheit der Entwicklung und Phänologie des Buchdruckers im alpinen Terrain. In tiefen Lagen des Nationalparks Gesäuse trat bereits Ende April/Anfang Mai Schwärmbeginn und Entwicklungsbeginn des Buchdruckers auf, wogegen in hochmontan/subalpinen Lagen die Bedingungen für den Start der Befallsaktivitäten erst Mitte Juni gegeben waren. In den Tallagen konnten sich an entsprechend besonnten Standorten maximal 2 Generationen erfolgreich entwickeln, wobei der Ausflug der Jungkäfer der ersten Tochtergeneration bereits ab Anfang Juli möglich war. In den Hochlagen entwickelte sich nur eine Generation mit Geschwisterbrut erfolgreich. Bei entsprechend starker Beschattung reichten die Temperatursummen für Geschwisterbruten in den Hochlagen nicht aus, um das überwinterrungsfähige Jungkäferstadium zu erreichen. Die teils verzettelte und verzögerte Schwärmphase im Frühjahr sowie die teils stagnierende Brutentwicklung im Frühjahr/Frühsummer in unteren und mittleren Lagen deuten auf erhebliche Populationsverluste hin. Die rasante Entwicklung der Geschwisterbrut und der 2. Generation ab Juli sowie die konzentrierte Schwärmphase in den Hochlagen ab Mitte Juni weisen dagegen auf eine erhöhte Befallsgefährdung und eine mögliche Zunahme der Buchdruckerpopulation hin. Die Darstellung der Entwicklungsdynamik kann in Verbindung mit detaillierten Analysen des aktuellen Befalls und mit quantitativen Daten der Flugaktivität (Fallenmonitoring) für eine exakte Einschätzung der Populationsdynamik und Befallsrisiken herangezogen werden und bildet damit ein wesentliches Werkzeug zur Herleitung, Planung und Organisation von Kontroll- und Präventivmaßnahmen.

## 5 Literaturverzeichnis

- Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A., 2007. PHENIPS-A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *For.Ecol.Manage.* 249, 171-186.
- Baier, P., Pennerstorfer, J., Schopf, A., 2009. Online-monitoring of the phenology and the development of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytinae). *Mitteilungen der deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 17, 155-158.
- Führer, E., Coeln, M., 1998. Thermoenergetisches Modell zur Fernüberwachung der Borkenkäferentwicklung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 2 59-62.
- Schopf, A., Baier, P., Netherer, S., Pennerstorfer, J., 2004. Risikoabschätzung von Borkenkäfer-Massenvermehrungen im Nationalpark Kalkalpen. Projektendbericht. BOKU Wien, pp.106.
- Schopf, A., Baier, P., Pennerstorfer, J., 2008. Risikoabschätzung von Borkenkäfer-Massenvermehrungen im Nationalpark Gesäuse. Projektendbericht. BOKU Wien, pp.116.

## 6 Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abb. 1: Verlauf der Temperatur, der Einstrahlung und des Niederschlags bei den Stationen im NP Gesäuse im Zeitraum 1.April-31.Oktober 2013 (LTmin, LTmittel, LTmax: Tagesminimum, -mittelwert, -maximum der Lufttemperatur; GS: Tagessumme der Globalstrahlung; NS: Tagessumme des Niederschlags). .....                  | 7  |
| Abb. 2: Vergleich der Lufttemperaturen für die Stationen Weidendom, Tamischbachturm und Gscheidegg im NP Gesäuse im Zeitraum 1.April-31.Oktober 2013 (LTmin, LTmittel, LTmax: Tagesminimum, -mittelwert, -maximum der Lufttemperatur). .....                                                                              | 8  |
| Abb. 3: Homepage zur Darstellung der modellierten Buchdruckerentwicklung (Stand 31.10.2013) ( <a href="http://iff-risikanalyses.boku.ac.at">http://iff-risikanalyses.boku.ac.at</a> ). .....                                                                                                                              | 9  |
| Abb. 4: Darstellung der Lufttemperaturwerte (Tagesminimum,-mittel und -maximum), Tagessumme der Globalstrahlung und Niederschlagssumme sowie Stundenwerte der Lufttemperatur und Globalstrahlung für die Station Gscheidegg (Stand 31.10.2013). .....                                                                     | 10 |
| Abb. 5: Darstellung der potentiellen maximalen Entwicklung des Buchdruckers anhand von Temperatursummenkurven der effektiven Rindentemperaturen (Station Gscheidegg; Stand: 31.10.2013). .....                                                                                                                            | 11 |
| Abb. 6: Neues Layout der Graphik „Generationsentwicklung“ mit Darstellung der potentiellen maximalen und minimalen Entwicklung des Buchdruckers (Station Gscheidegg; Stand: November 2013). .....                                                                                                                         | 12 |
| Abb. 7: Verlauf der relativen Temperatursummen (rel.TS) für die Entwicklung der jeweiligen Generationen des Buchdruckers (TS_RT: maximale Entwicklung; TS_LT: minimale Entwicklung [strichlierte Linien]; F1: 1.Generation; GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation ) ..... | 14 |
| Abb. 8: Zeitliche Verteilung der Schwärmtage von April bis August 2013 und deren Zuordnung zur potentiell maximal möglichen Generationsentwicklung (SB: Schwärmbeginn bis Befallsbeginn; F1: 1.Generation; F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation ). .....               | 15 |

## 7 Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 : Zusammenstellung der für die Borkenkäferentwicklungsmodellierung mittels PHENIPS verwendeten Schwellenwerte der Lufttemperatur (LT <sub>max</sub> : Tagesmaximum der Lufttemperatur), der (relativen) effektiven Temperatursummen (dd: Tagesgrade) sowie der Tageslänge (Schopf <i>et al.</i> , 2004; 2008; Baier <i>et al.</i> , 2007). ..... | 4  |
| Tab. 2 : Fehlende Wetterdaten bei der Übertragung und fehlende Einzelmessdaten (Stundenmittelwerte) der einzelnen Wetterstationen im Gesäuse 2013. ....                                                                                                                                                                                                 | 5  |
| Tab. 3 : Mittelwert, Minimum und Maximum der Lufttemperatur und der Tagessumme der Globalstrahlung für die Stationen im NP Gesäuse im Zeitraum 1.4. – 31.10.2013 (n=214 Tage). ....                                                                                                                                                                     | 6  |
| Tab. 4: Modellierter Schwärmbeginn und Beginn der jeweiligen Generation des Buchdruckers, getrennt für potentiell maximale und minimale Entwicklung (F1: 1.Generation; F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation). ....                                                                                   | 13 |
| Tab. 5: Differenz des modellierten Beginns zwischen potentiell maximaler und minimaler Entwicklung (F1GB: Geschwisterbrut der F1; F2: 2.Generation; F2GB: Geschwisterbrut der 2. Generation). ....                                                                                                                                                      | 13 |
| Tab. 6 : Anzahl der möglichen Schwärmtage des Buchdruckers (LT <sub>max</sub> ≥16.5°C) ab Schwärmbeginn und getrennt nach potentiell möglichen Generationen (SB: Schwärmtage ab Schwärmbeginn bis zum Beginn der ersten Generation im Frühjahr; Gesamt: Gesamtanzahl der Schwärmtage). ....                                                             | 16 |

# Anhang

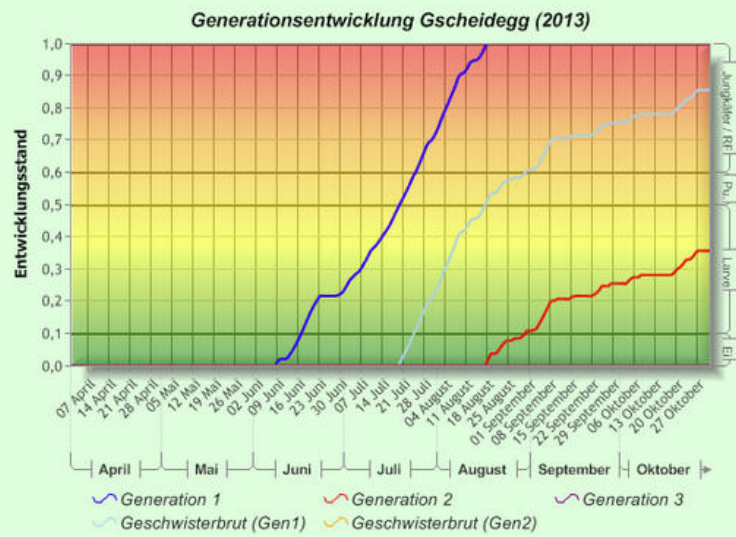
---

**Online Modellierung Phenips Nationalpark Gesäuse** <http://iff-risikanalyses.boku.ac.at>

**„Screenshots“ der Darstellungen der Homepage – Stand Ende Oktober 2013**

- Generationsentwicklung für die einzelnen Stationen
- Verlauf der Klimaparameter (Tageswerte) für die einzelnen Stationen
  - Lufttemperatur
  - Globalstrahlung
  - Niederschlag

Klimastation: Gscheidegg Jahr: 2013 Set



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 01.05.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 41

Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen: 09.06.2013

Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 20.07.2013

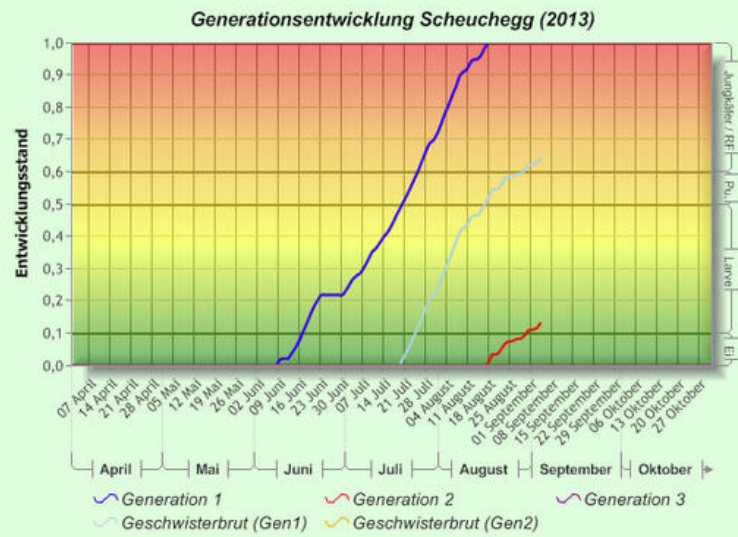
Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 18.08.2013

Es wurden noch keine Geschwisterbruten der 2. Generation angelegt

Es wurde noch keine 3. Generation angelegt



Klimastation:  Jahr:



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 01.05.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 40

Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen:  
09.06.2013

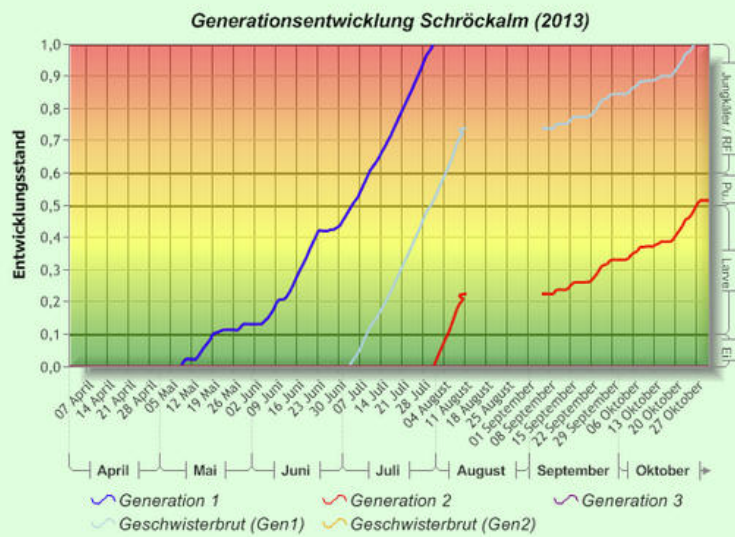
Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 20.07.2013

Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 18.08.2013

Es wurden noch keine Geschwisterbruten der 2. Generation angelegt

Es wurde noch keine 3. Generation angelegt

Klimastation:  Jahr:



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 26.04.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 53

Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen:  
09.05.2013

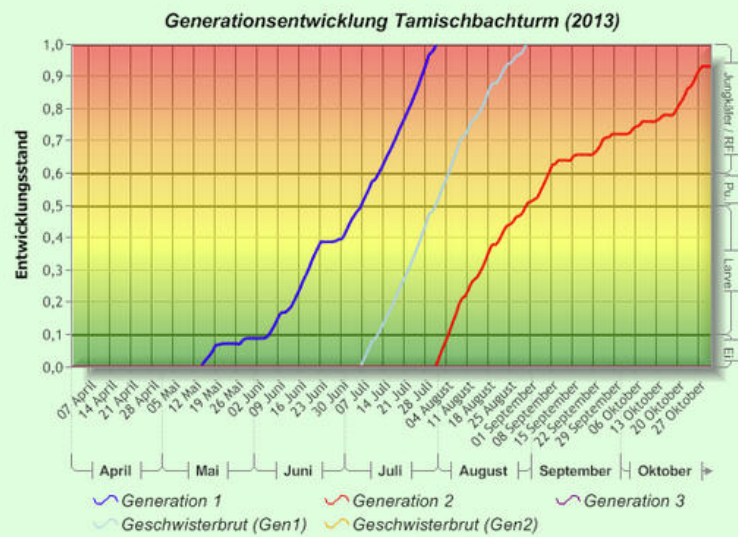
Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 04.07.2013

Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 01.08.2013

Es wurden noch keine Geschwisterbruten der 2. Generation angelegt

Es wurde noch keine 3. Generation angelegt

Klimastation: Tamischbachturm Jahr: 2013 Set



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 01.05.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 55

Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen:  
15.05.2013

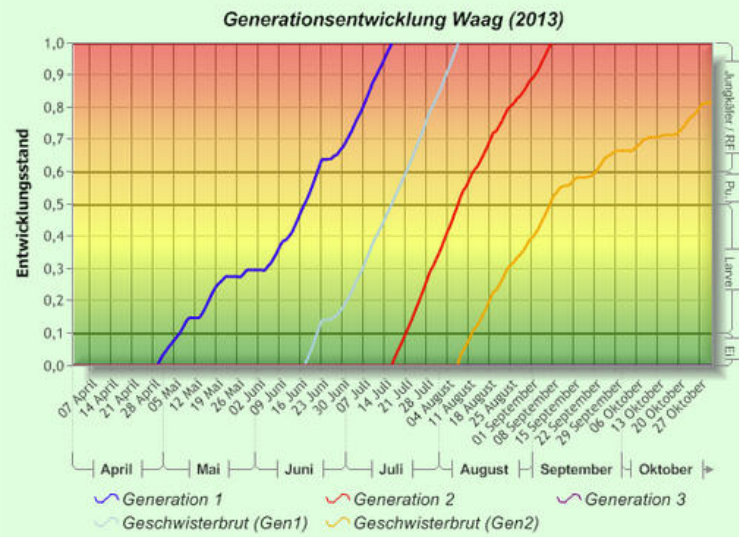
Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 07.07.2013

Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 01.08.2013

Es wurden noch keine Geschwisterbruten der 2. Generation angelegt

Es wurde noch keine 3. Generation angelegt

Klimastation:  Jahr:



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 24.04.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 82

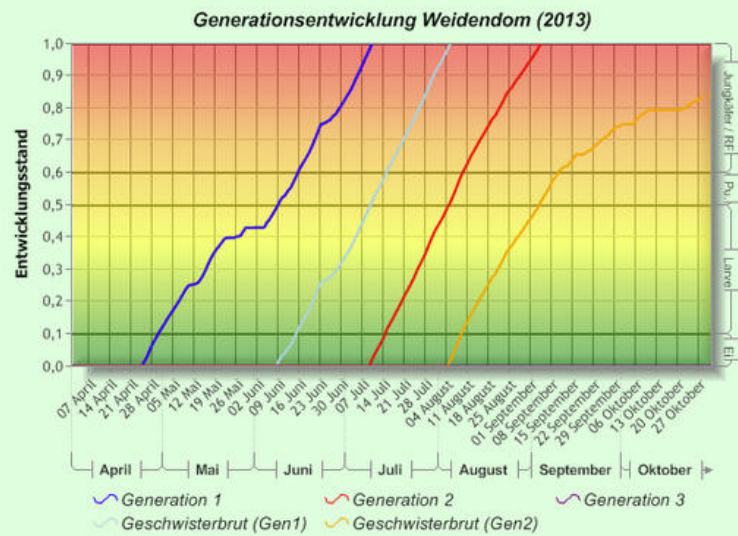
Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen:  
30.04.2013

Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 18.06.2013

Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 17.07.2013

Die Anlage der Geschwisterbruten der 2. Generation hat begonnen:  
08.08.2013

Klimastation: Weidendom Jahr: 2013 Set



Der Buchdrucker hat zu Schwärmen begonnen: 16.04.2013

Anzahl möglicher Schwärmtage: 102

Die Hauptflugphase / Befallsbeginn des Buchdruckers hat begonnen:  
25.04.2013

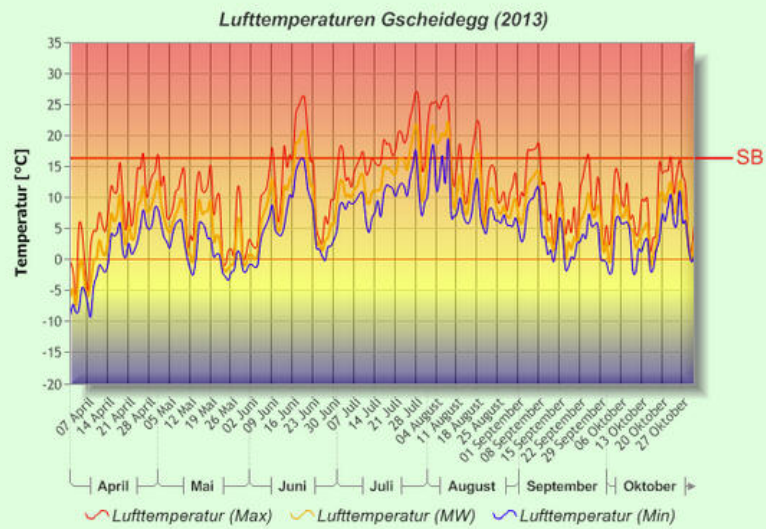
Die Anlage der Geschwisterbruten hat begonnen: 09.06.2013

Die Anlage der 2. Generation hat begonnen: 10.07.2013

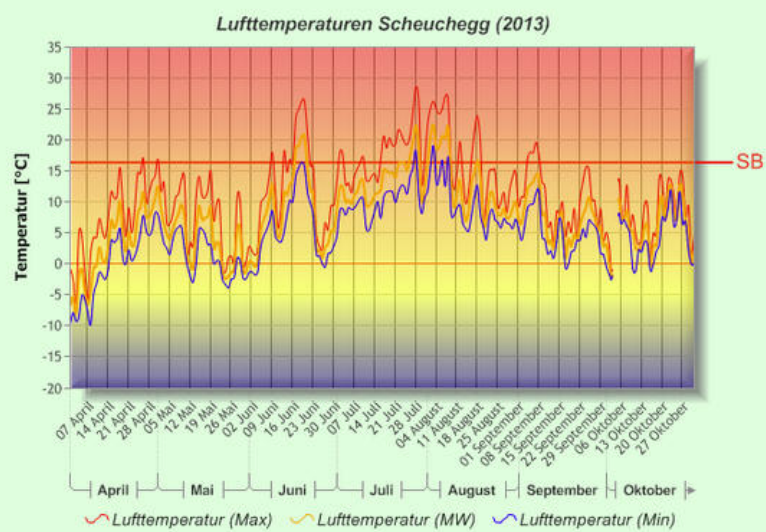
Die Anlage der Geschwisterbruten der 2. Generation hat begonnen:  
05.08.2013



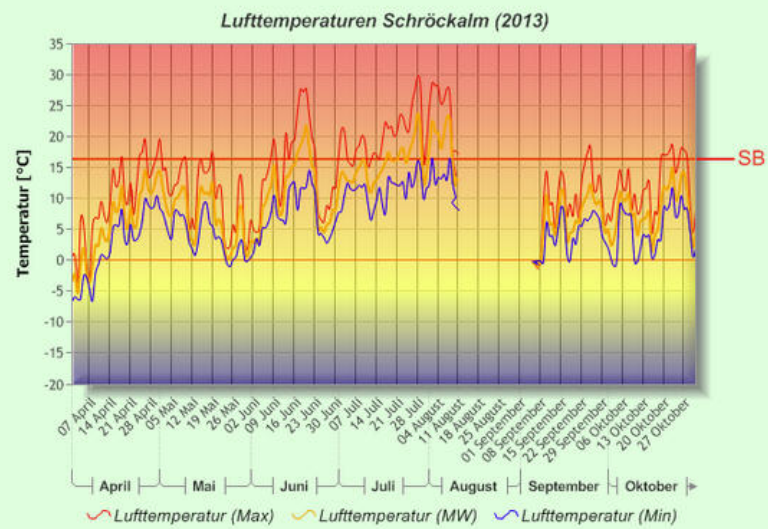
Klimastation:  Jahr:



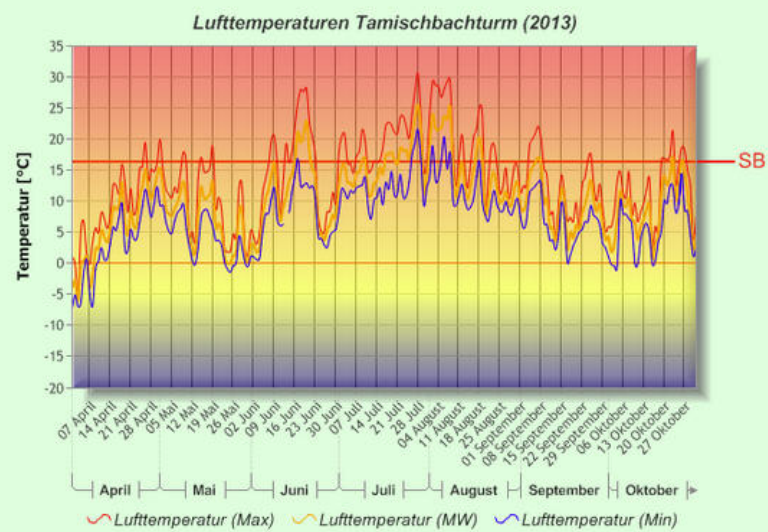
Klimastation:  Jahr:



Klimastation:  Jahr:

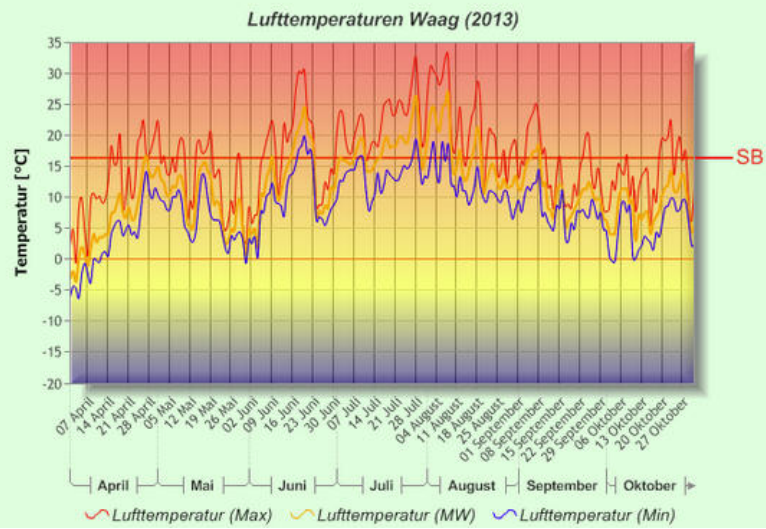


Klimastation:  Jahr:

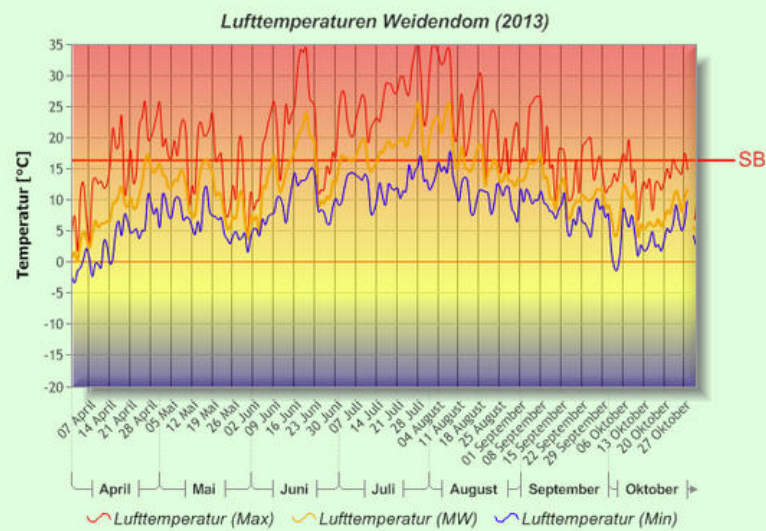




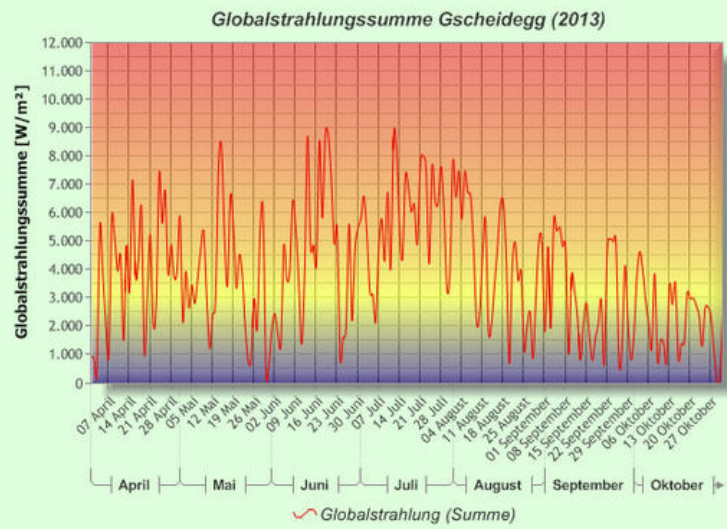
Klimastation:  Jahr:



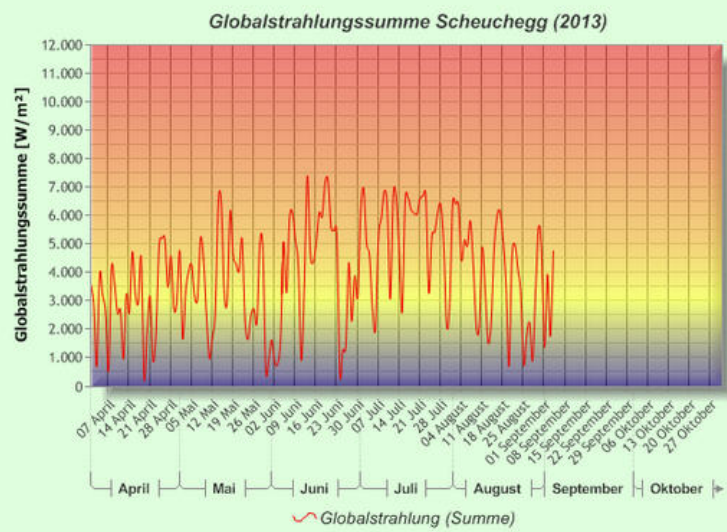
Klimastation:  Jahr:



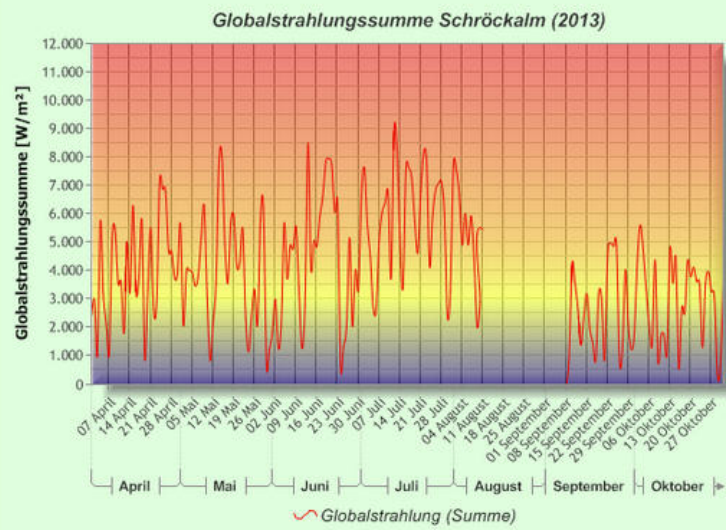
Klimastation: Gscheidegg ▼ Jahr: 2013 ▼ Set



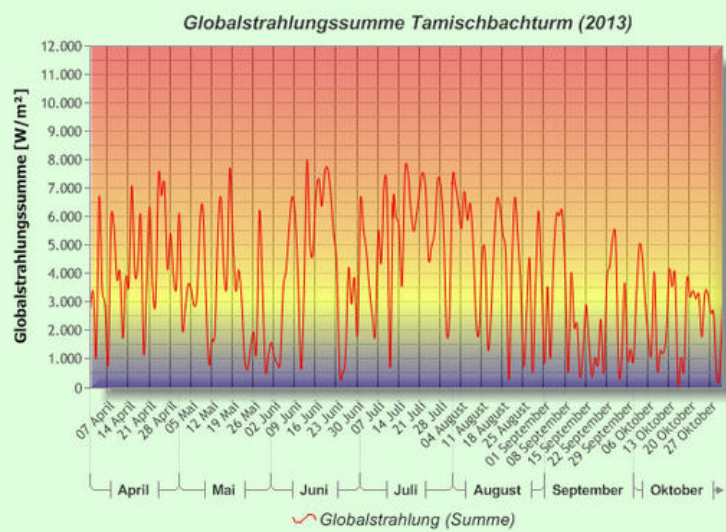
Klimastation: Scheuehegg ▼ Jahr: 2013 ▼ Set



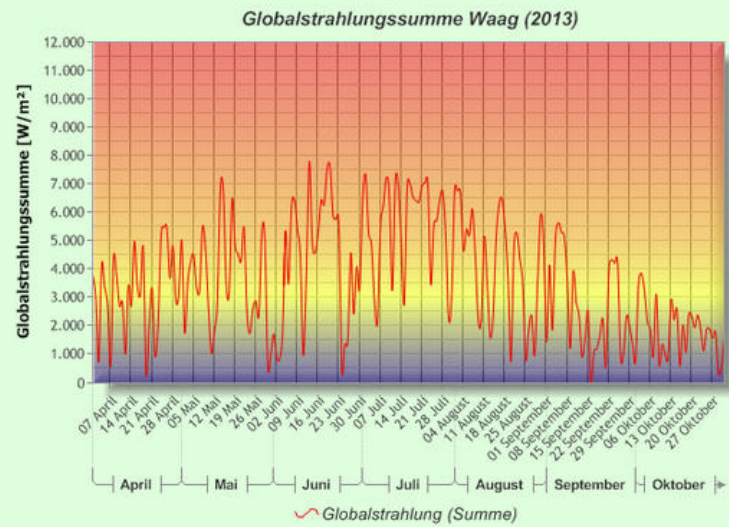
Klimastation:  Jahr:



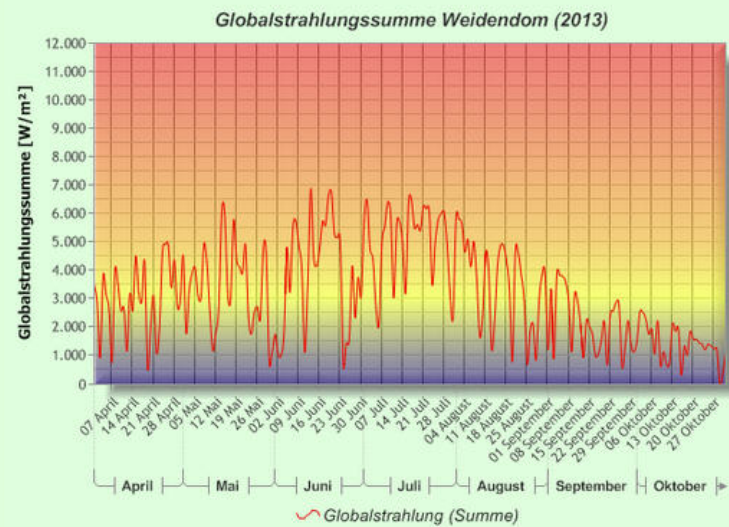
Klimastation:  Jahr:



Klimastation:  Jahr:

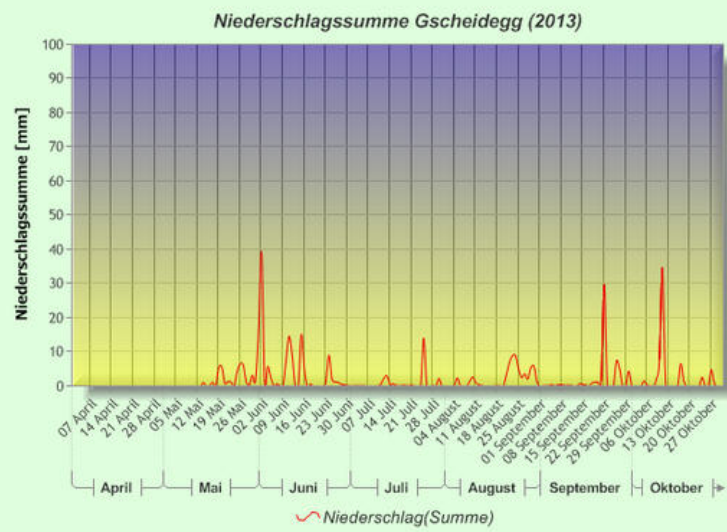


Klimastation:  Jahr:

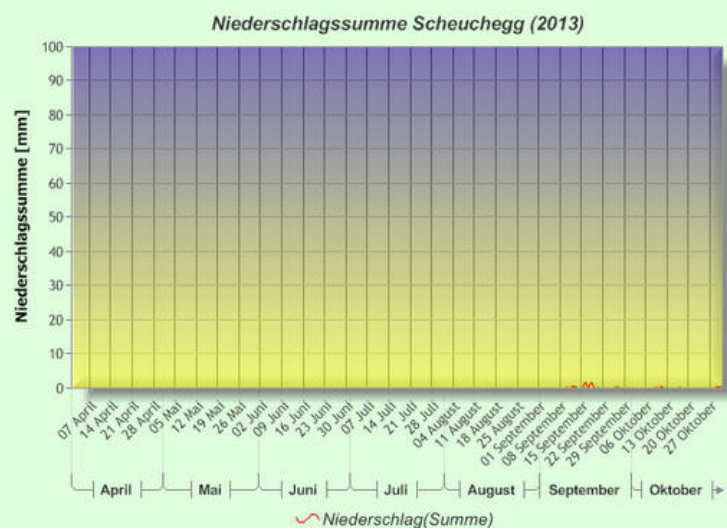




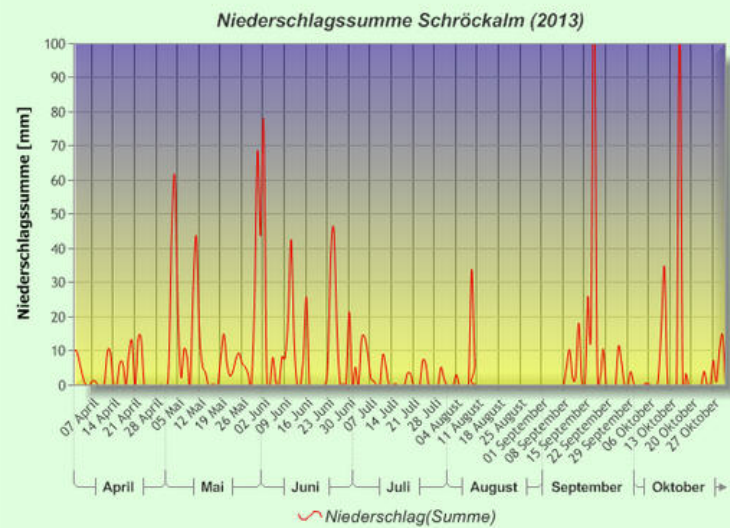
Klimastation: Gscheidegg ▼ Jahr: 2013 ▼ Set



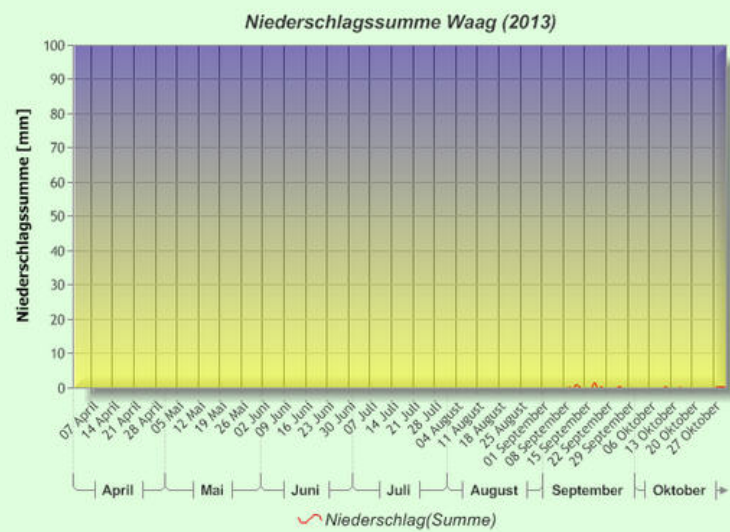
Klimastation: Scheuchegg ▼ Jahr: 2013 ▼ Set



Klimastation:  Jahr:



Klimastation:  Jahr:





Klimastation: Weidendom Jahr: 2013 Set

