

Umsetzung der Dynamisierung der Vegetationsperiode im Wasserhaushaltsmodell LARSIM

Annette Luce, Kai Gerlinger

HYDRON Ingenieurgesellschaft für
Umwelt und Wasserwirtschaft mbH, Karlsruhe

Motivation und Vorgehen

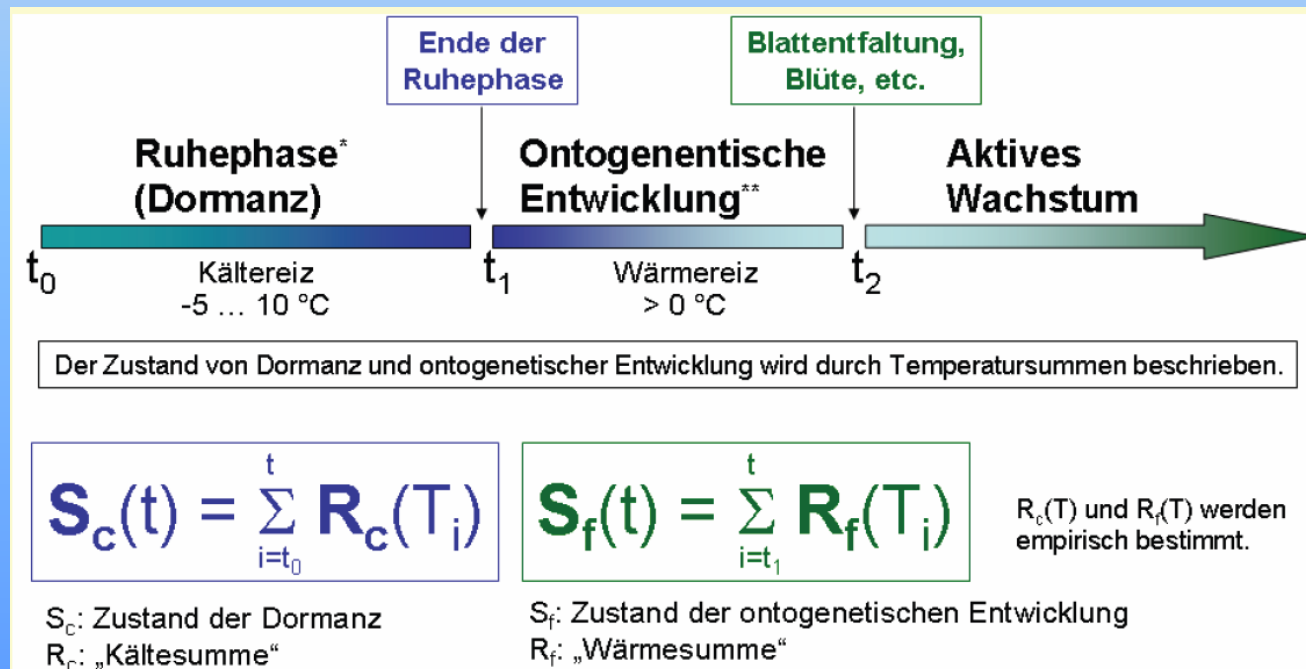
- **Ausgangslage:**
 - **Einsatz von LARSIM für landesweite Wasserhaushaltsmodellierung im Rahmen von KLIWA**
 - **Dauer der Vegetationsperiode wird als statisch betrachtet**
- **Motivation:**
 - **Beurteilung der Auswirkungen der Ausdehnung der Vegetationsperiode in Folge der Klimaänderung auf den Gebietswasserhaushalt**
- **Grundlagen:**
 - **Ergebnisse von UDATA zur Dynamisierung der Vegetationsperiode in Wasserhaushaltsmodellen und Auswahl von geeigneten Modellansätzen und Parametern zur Umsetzung in LARSIM**

Motivation und Vorgehen

- **Vorgehen:**
 - **Implementierung der Phänologiemodelle in LARSIM**
 - **Anpassung der Modellumgebung einschließlich Übertragung der monatspezifischen Parametrisierung der Landnutzungen auf die zeitlich variablen Vegetationsphasen**
 - **Durchführung von Testsimulationen mit dem WHM Neckar**

Modellansätze

- Vorgehen:
 - Zwei Modelle zur Unterscheidung von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen und Gehölzen auf Basis eines 'spring-warming-model'-Ansatzes
 - Verlauf der Tagesmitteltemperatur ist maßgeblicher Faktor für die ontogenetische Entwicklung



Quelle: Chmielewski et al. 2008

Modellansätze

- **Gemessene Eingangsgrößen:**
 - **T_i:** Tagesmitteltemperatur (gemessen)
- **Modellparameter:**
 - **t₁:** Tag, ab dem die Akkumulation der Temperatur beginnt
 - **TBF:** Basistemperatur
 - **F*:** Grenzwert für 'forcing units' = Wärmebedürfnis zum Eintritt in die Vegetationsphase
- **Ergebnis:**
 - **t₂:** Eintrittsdatum der phänologischen Phase

- **Parametrisierung der Phänologiemodelle:**
 - **Übernahme der für das Land Sachsen ermittelten Parametersätze für:**
 - **Winterweizen, Wintergerste, Silomais, Sommergerste, Winterraps, intensives Grünland, extensives Grünland, Weinbau, Obstbau, Laubwald und Nadelwald**
 - **Übertragung des Parametersatzes für extensives Grünland auf die Landnutzungsklassen:**
 - **Brachflächen, Feuchtflächen und Windwurfflächen**

- **Weitere Möglichkeiten zur Bestimmung der Eintrittstermine:**
 - **Feste Vorgabe eines Eintrittstermins für einzelne Vegetationsphasen (z.B. Aussaat Getreide)**
 - **Vorgabe einer Anzahl von Tagen, die zu dem Eintrittstermin der vorangegangenen Vegetationsphase hinzuaddiert werden**

Modellansätze

- **Beispiel (Ausschnitt aus <lanu-dyn.par>):**

```
Wintergerste: 8
1 Jahresbeginn:          NUM_TAG;      1;
2 Schossbeginn:         SPWA1;      110;  73; 147;   1; 5.0; 131.8;
3 Beginn Aehrenschieben: SPWA1;      135; 118; 152;   1; 5.0; 277.7;
4 Gelbreife:            SPWA1;      179; 142; 216;   1; 5.0; 733.9;
5 Vollreife (Ernte):    SPWA1;      196; 167; 225;   1; 5.0; 960.7;
6 Aussaat:              NUM_TAG;      261;
7 Aufgang:              SPWA1;      273; 251; 295; 261; 0.0; 138.7;
8 Jahresende:           NUM_TAG;      365;
```

Spalte 1: Frei wählbare Beschreibung der Vegetationsphase

Spalte 2: Modelltyp SPWA1, SPWA2, NUM_TAG oder PLUS_TAG

Spalte 3: Mittlerer Eintrittstag der Vegetationsphase (bzw. Anzahl der zu addierenden Tage beim Modelltyp PLUS_TAG)

Spalte 4: Minimal zulässiger Eintrittstag der Vegetationsphase

Spalte 5: Maximal zulässiger Eintrittstag der Vegetationsphase

Spalte 6: Starttag für die Akkumulation der 'forcing units' t1

Spalte 7: Basistemperatur für das 'forcing' in Grad Celsius TBF

Spalte 8: Grenzwert für die 'forcing units' F*

Modellansätze

- **Grenzwerte für Eintrittstermine:**
 - **Vierfache Standardabweichung des beobachteten mittleren Eintrittstermins in beide Richtungen**
- **Überprüfung der berechneten Eintrittstermine:**
 - **Einhaltung des minimal oder maximal zulässigen Eintrittstags (ggf. Übernahme des zulässigen Minimal- bzw. Maximalwerts)**
 - **Erzielung des Grenzwerts für die 'forcing units' bis Jahresende (ggf. Übernahme des zulässigen Maximalwerts)**
 - **Eintritt in die Vegetationsphase erfolgt nach dem Eintritt in die vorangegangene Phase (ggf. Verlegung des Eintrittstags auf den Tag nach dem Eintritt der vorangegangenen Vegetationsphase)**

Aufteilung der Landnutzungen in Unterklassen

- Landnutzung Acker:
 - Aufteilung in fünf Unterklassen zur präziseren Bestimmung der Eintrittstermine für die Vegetationsphasen der Feldfrüchte bzw. zur getrennten Betrachtung von Winter- und Sommergetreide
 - Wichtigste Feldfrüchte in Baden-Württemberg im Jahr 2007:

Feldfrucht	Fläche in ha	Realer Anteil in %	Anteil Unterklasse in %
Winterweizen	208 900	25.1	37.5
Wintergerste	105 700	12.7	18.9
Silomais	87 500	10.5	15.7
Sommergerste	84 400	10.1	15.1
Winterraps	71 700	8.6	12.8

Aufteilung der Landnutzungen in Unterklassen

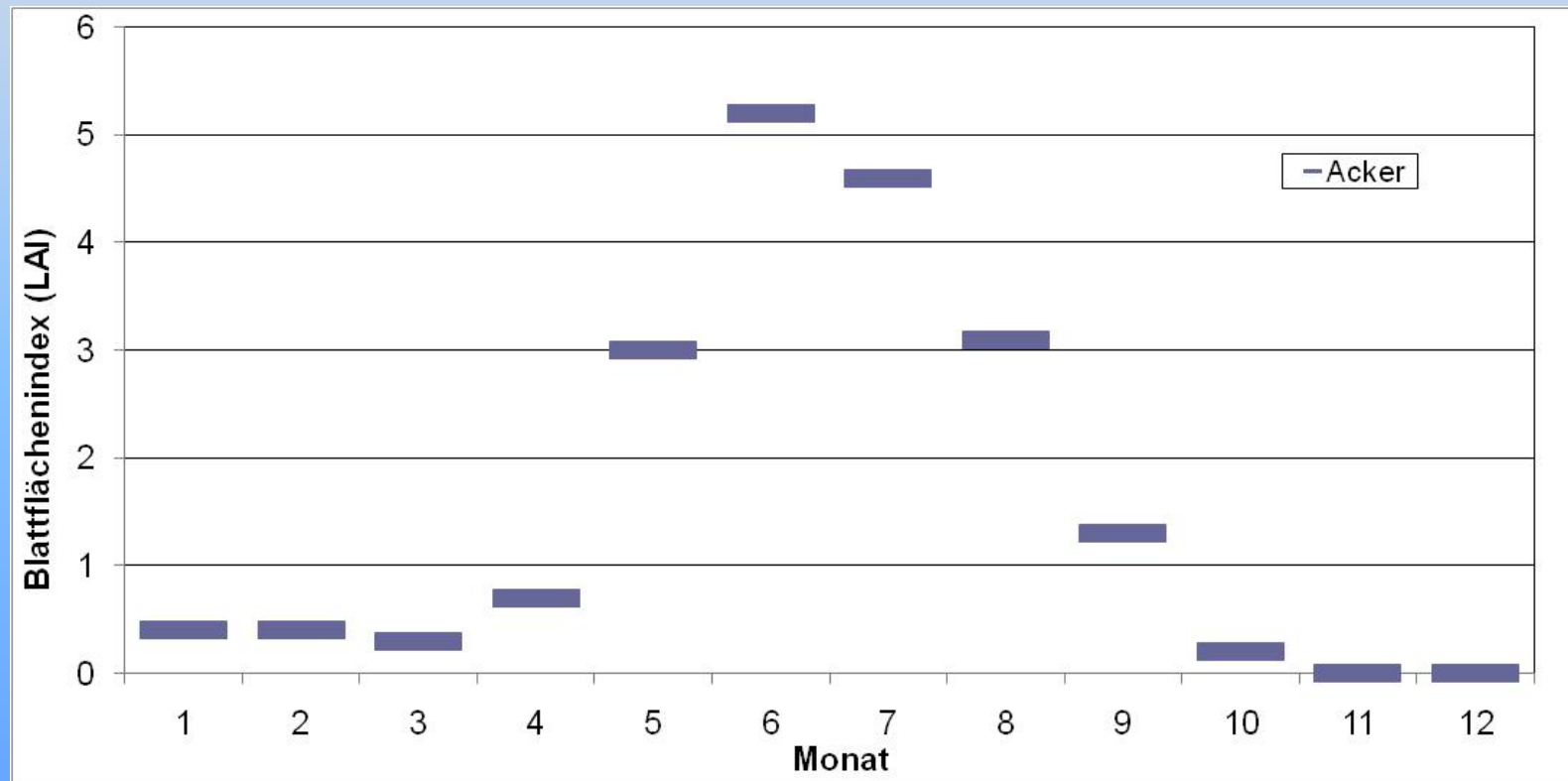
- **Landnutzung Mischwald:**
 - **Aufteilung in jeweils 50% Laub- und Nadelwald**
- **Landnutzung Siedlung:**
 - **Aufteilung in versiegelte Fläche und intensives Grünland wie bisher**
 - **Aufteilung des bisherigen Anteils an Mischwald zu jeweils 50% in Laub- und Nadelwald**

Parametrisierung der Landnutzungen

- **Bestimmung der monatspezifischen Parameter für Feldfrüchte:**
 - **Entnahme der Monatswerte für den Blattflächenindex für Winterweizen, Silomais und Sommergerste aus Literatur**
 - **Übertragung der Werte des Winterweizens auf Wintergerste und Winterraps**
 - **Anpassung der monatlichen effektiven Bestandshöhe der Landnutzungsklasse Acker an den Verlauf des Blattflächenindex der einzelnen Feldfrüchte**
 - **Unveränderte Übernahme der Albedo und des Oberflächenwiderstands der Landnutzungsklasse Acker**

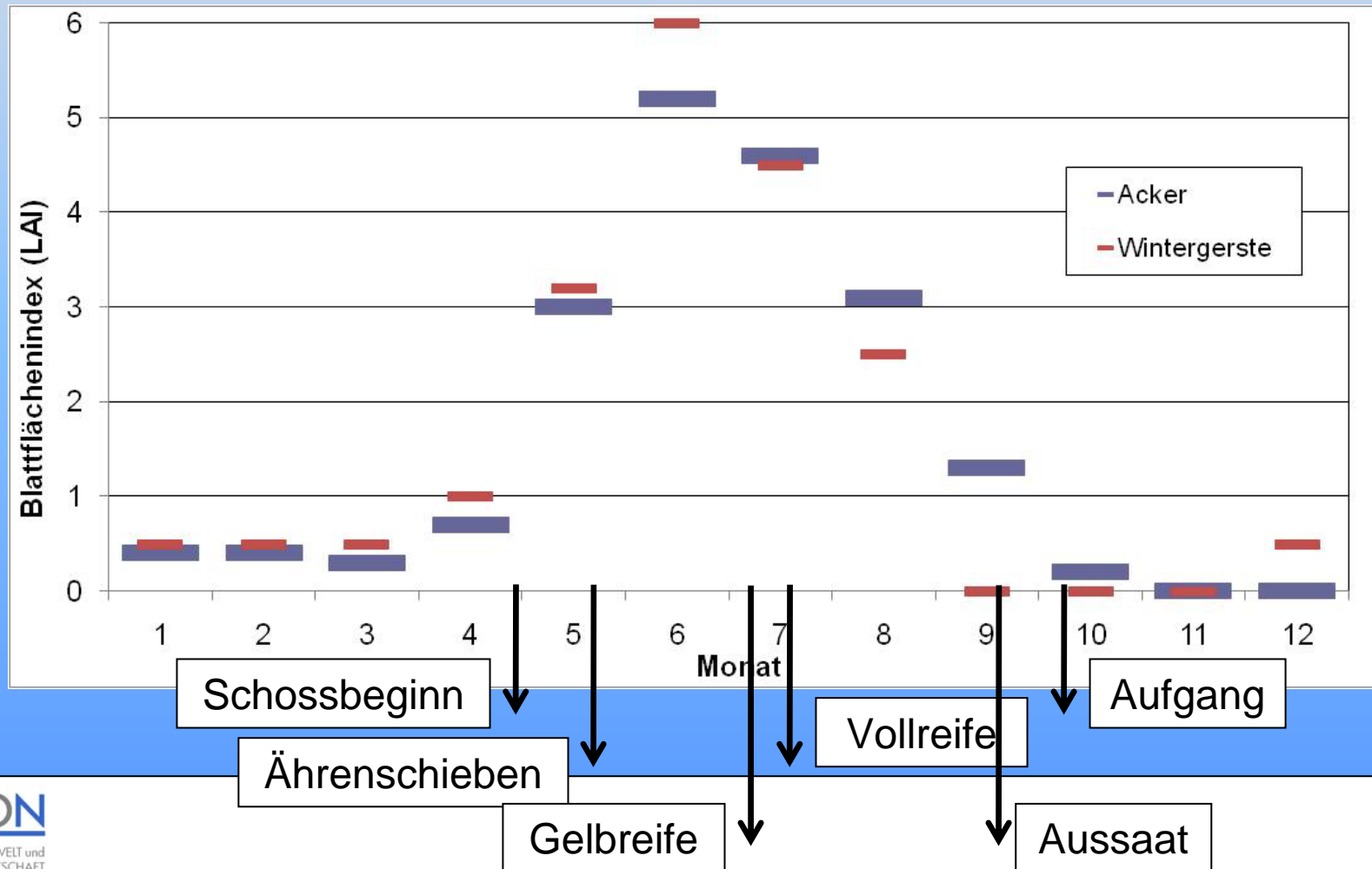
Parametrisierung der Landnutzungen

- Bisher: Vorgabe monatspezifischer Parameter (z.B. Blattflächenindex für Acker)



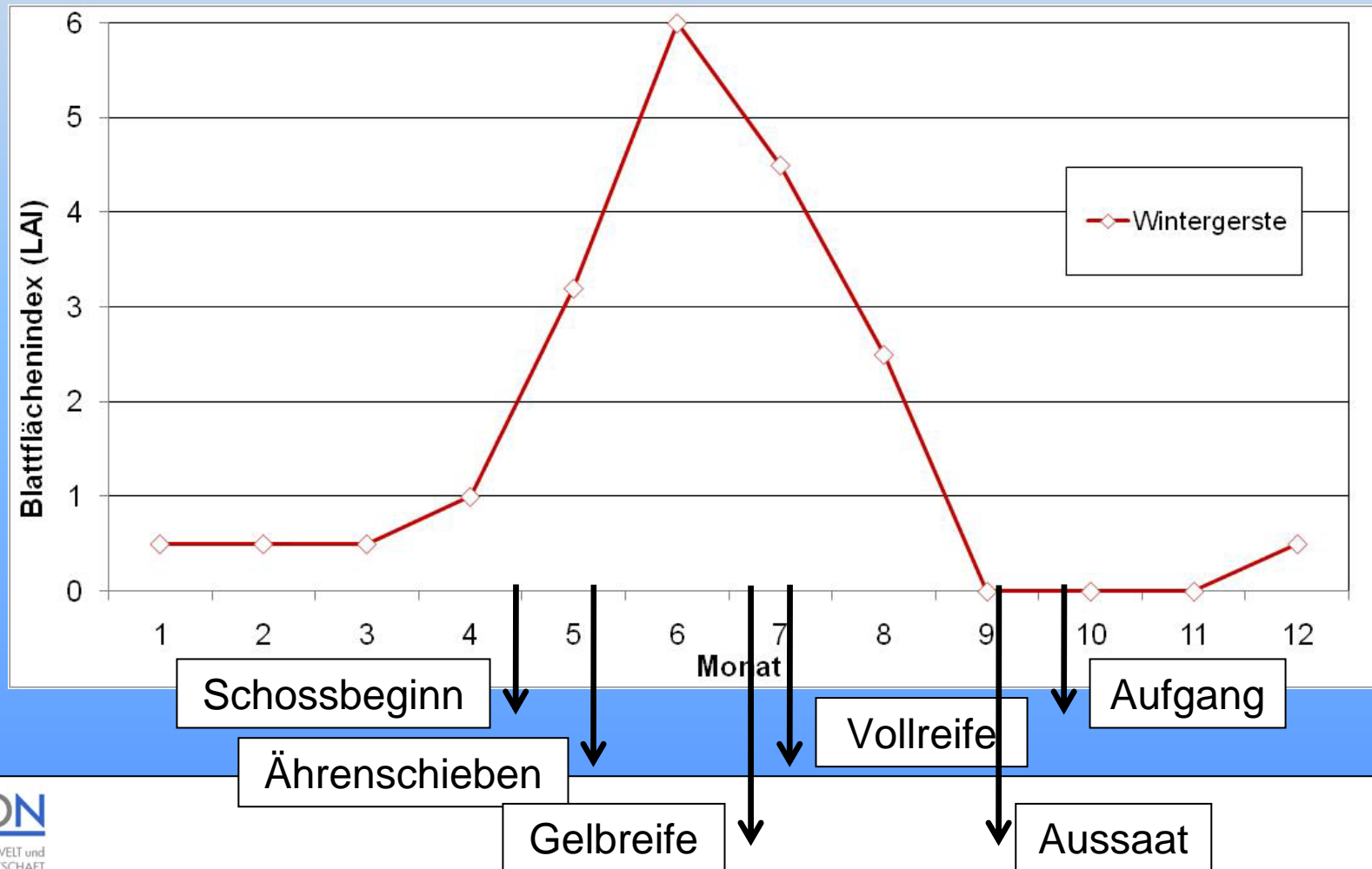
Parametrisierung der Landnutzungen

- Übertragung der Parametrisierung:
 - 1.: Vorgabe monatspezifischer Parameter (z.B. Blattflächenindex für Wintergerste)



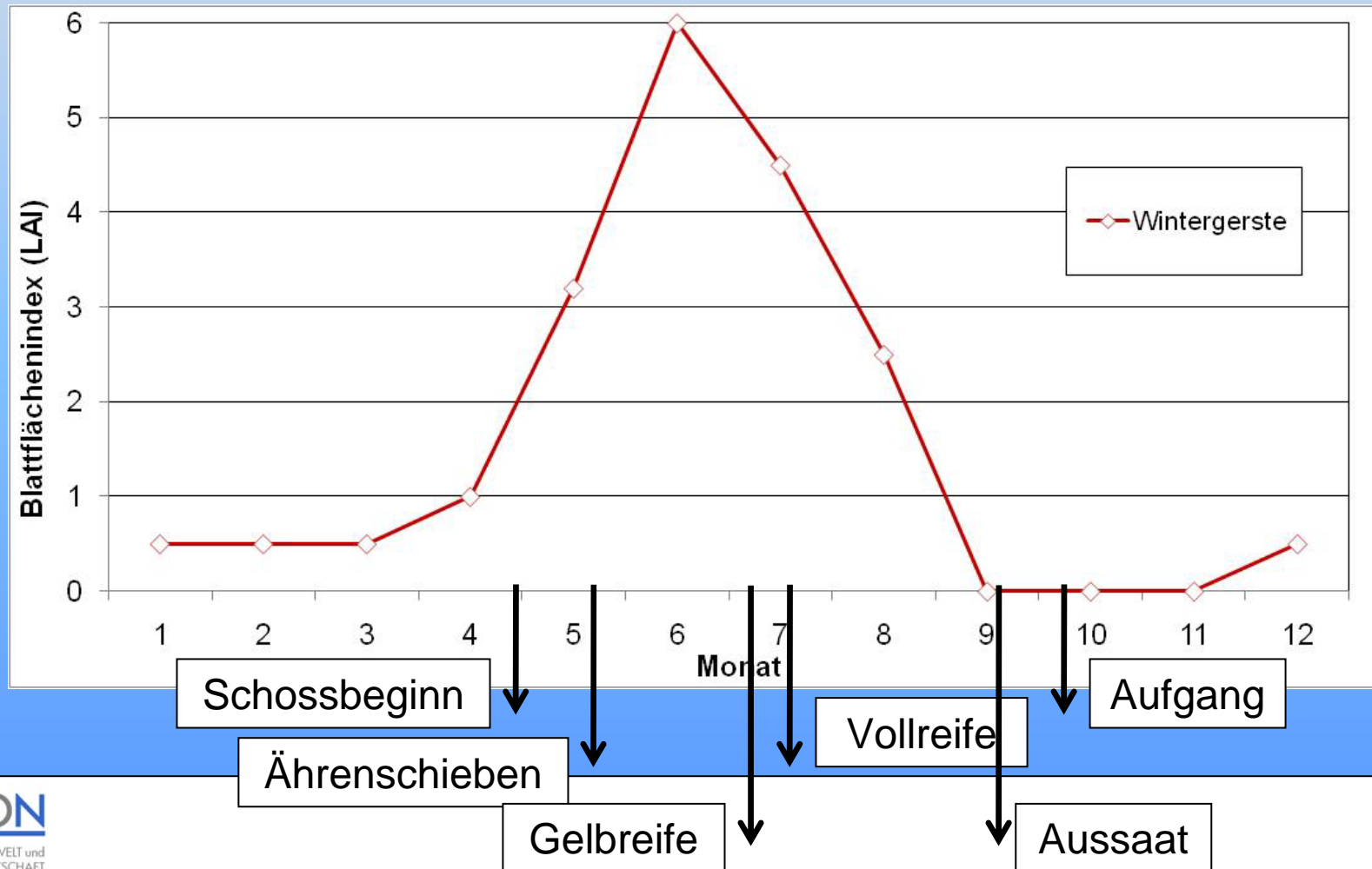
Parametrisierung der Landnutzungen

- Übertragung der Parametrisierung:
 - 2.: Zuordnung des Monatswerts eines Parameters zum Tag der Monatsmitte



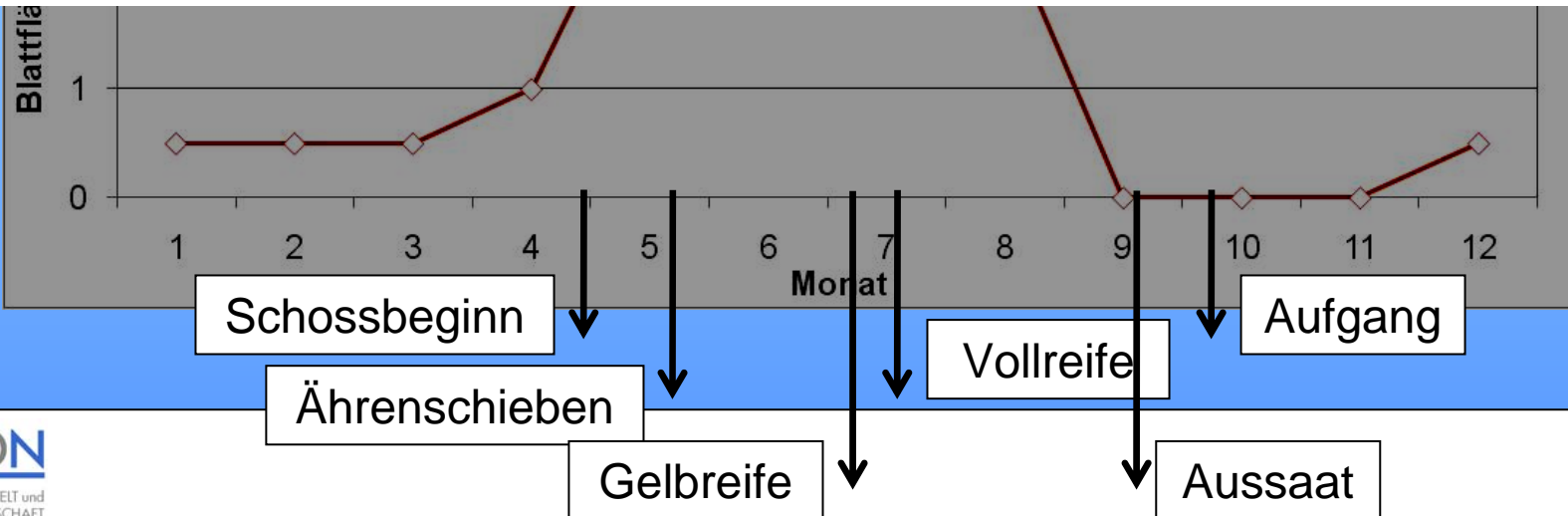
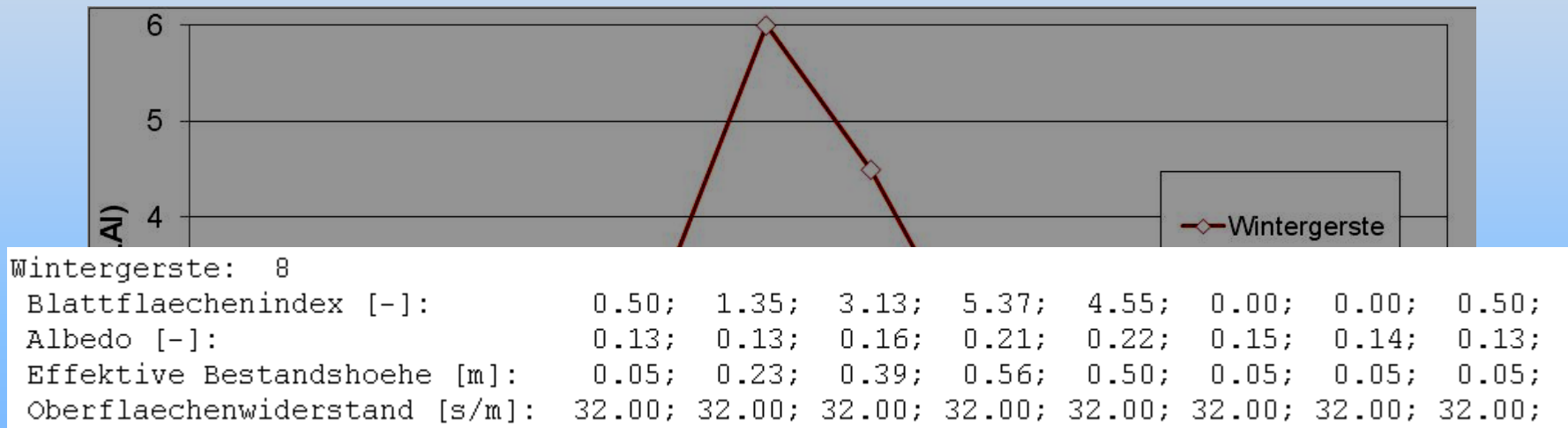
Parametrisierung der Landnutzungen

- Übertragung der Parametrisierung:
 - 3.: Berechnung des Parameterwerts für den mittleren Eintrittstermin einer Vegetationsphase durch lineare Interpolation



Parametrisierung der Landnutzungen

- Übertragung der Parametrisierung:
 - 4.: Festlegung des Parameterwerts für den mittleren Eintrittstermin einer Vegetationsphase in der lanu-dyn.par



Parametrisierung der Landnutzungen

- **Beibehaltung der ursprünglichen monatspezifischen Werte für die Landnutzungsklassen versiegelte Fläche, unbewachsener Boden und Wasser**

Testrechnungen

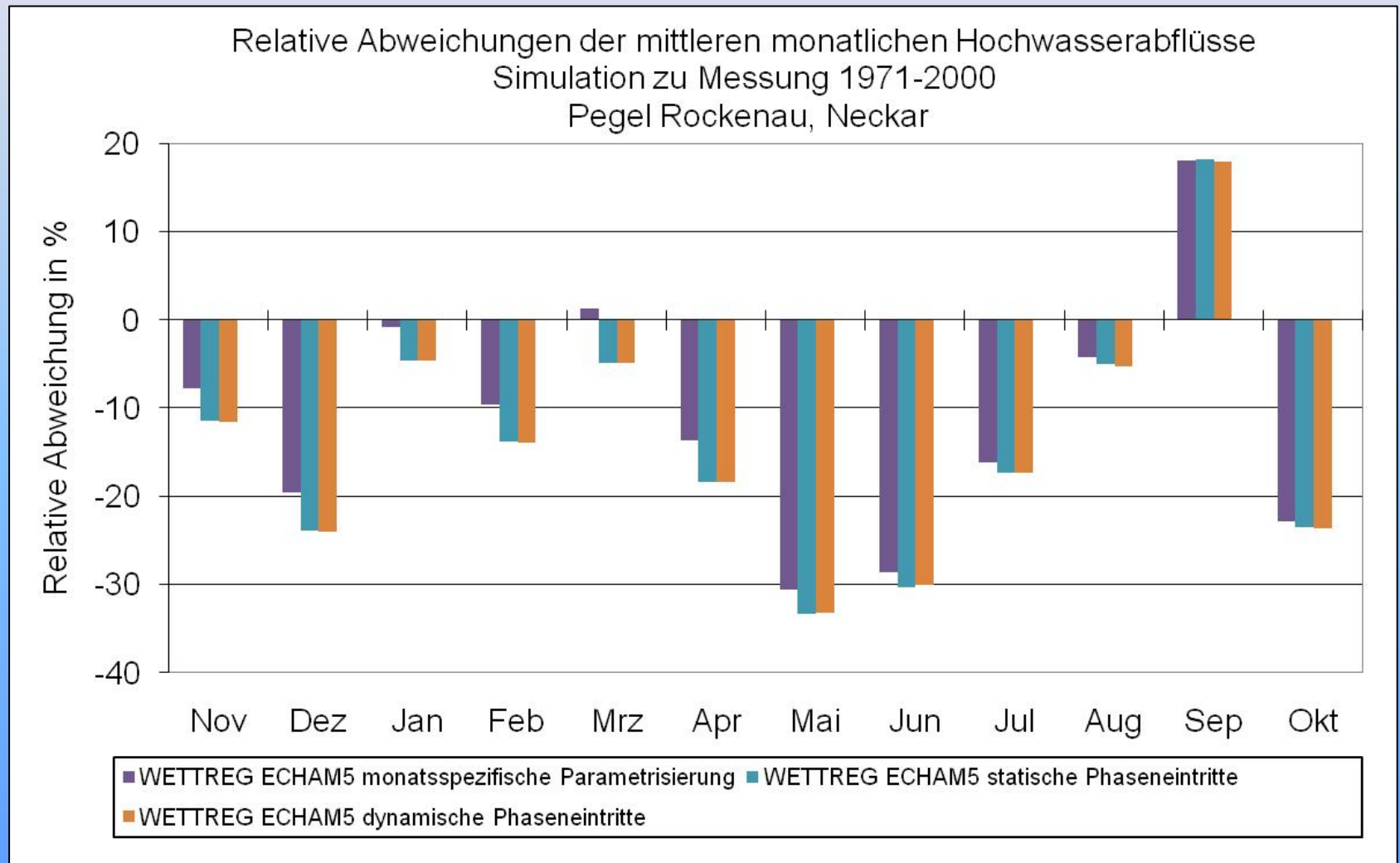
- **Drei Berechnungsläufe unter Verwendung der WETTREG-Daten:**
 - **Monatsspezifische Parametrisierung:** unter Verwendung der bisherigen <lanu.par> mit einer monatsspezifischen Parametrisierung
 - **Statische Phaseneintritte:** auf Basis der neuen <lanu-dyn.par> mit einer phasenspezifischen Parametrisierung für die mittleren beobachteten Eintrittstermine
 - **Dynamische Phaseneintritte:** auf Grundlage der neuen <lanu-dyn.par> mit einer phasenspezifischen Parametrisierung für die anhand der Phänologiemodelle berechneten Eintrittstermine

Testrechnungen

- **Berechnung des Istzustands:**
 - **Berechnungsläufe für den Zeitraum 1971 bis 2000**
- **Berechnung des Zukunftsszenarios:**
 - **Berechnungsläufe für den Zeitraum 2021 bis 2065 (Auswertung ab 2036), Emissionsszenario A1B**

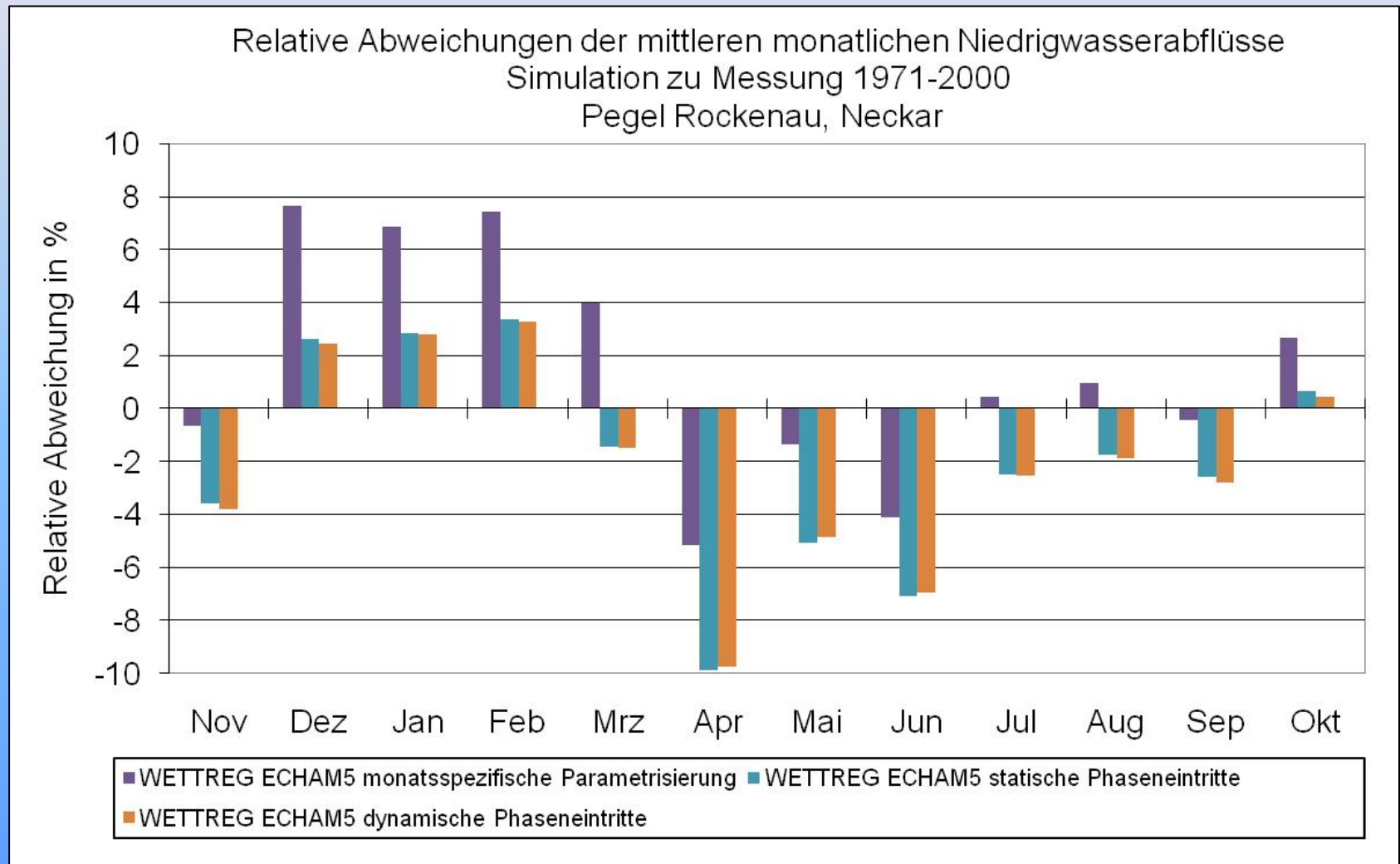
Testrechnungen

- **Berechnung des Istzustands:**



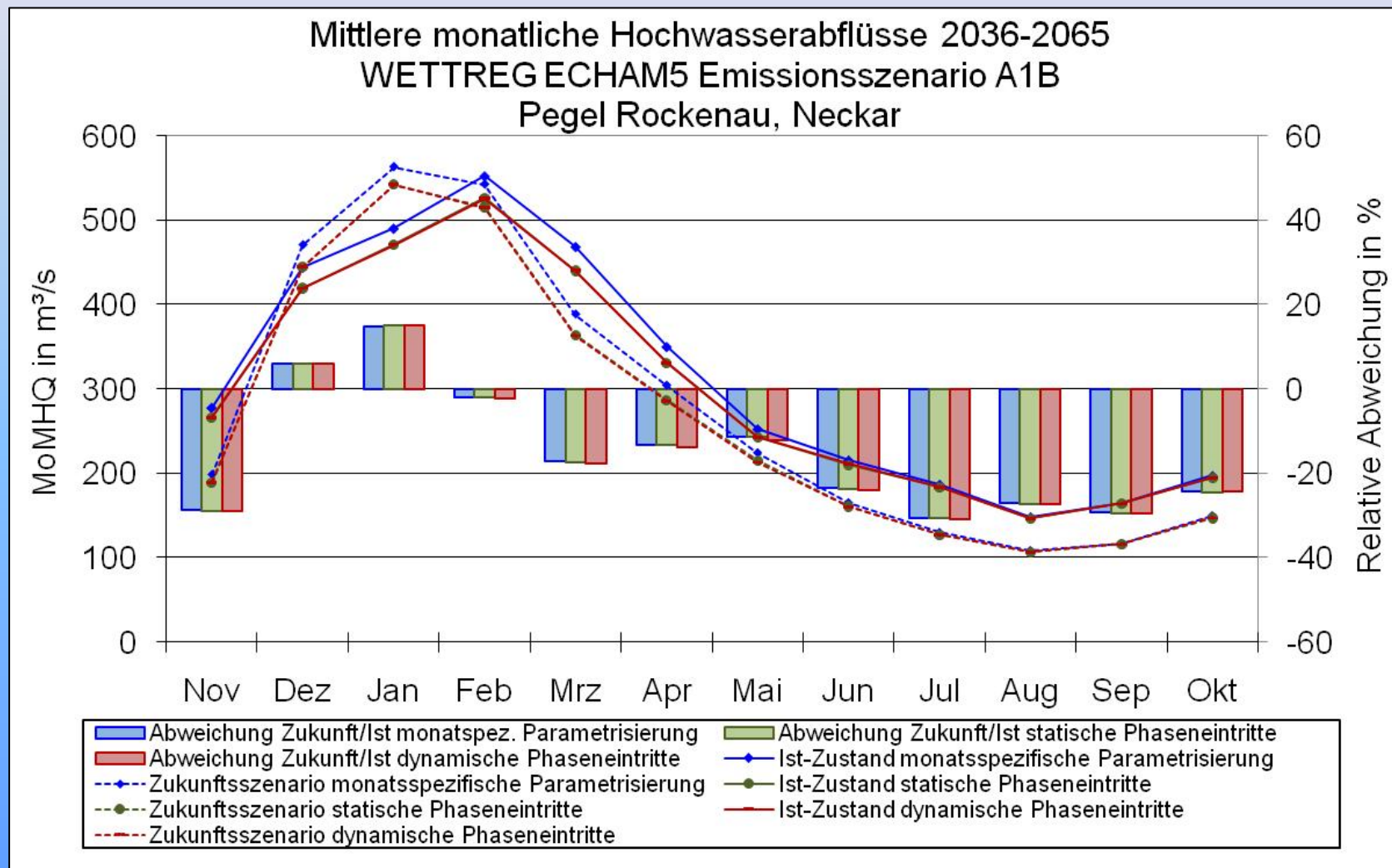
Testrechnungen

- **Berechnung des Istzustands:**



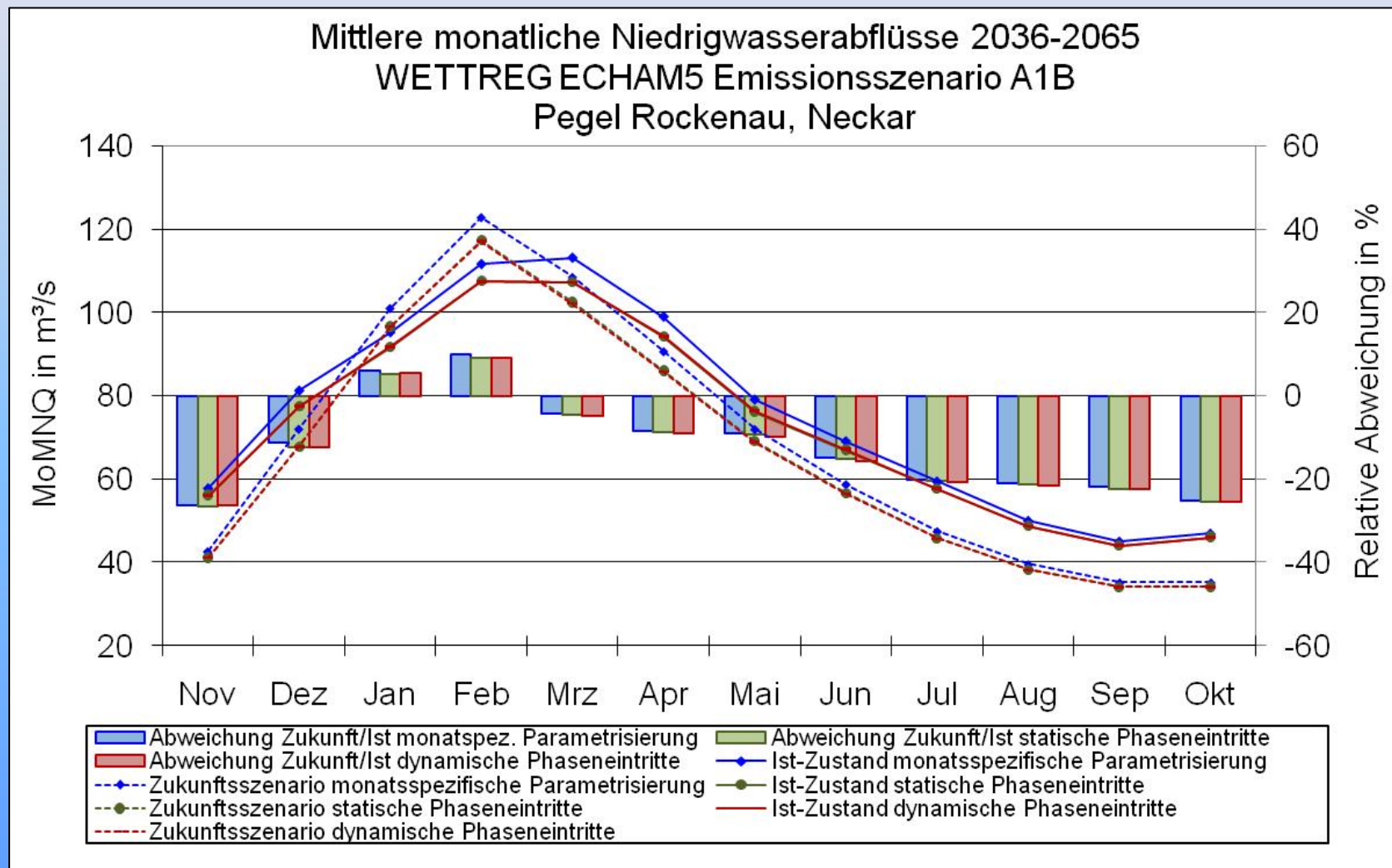
Testrechnungen

- Berechnung des Zukunftsszenarios:



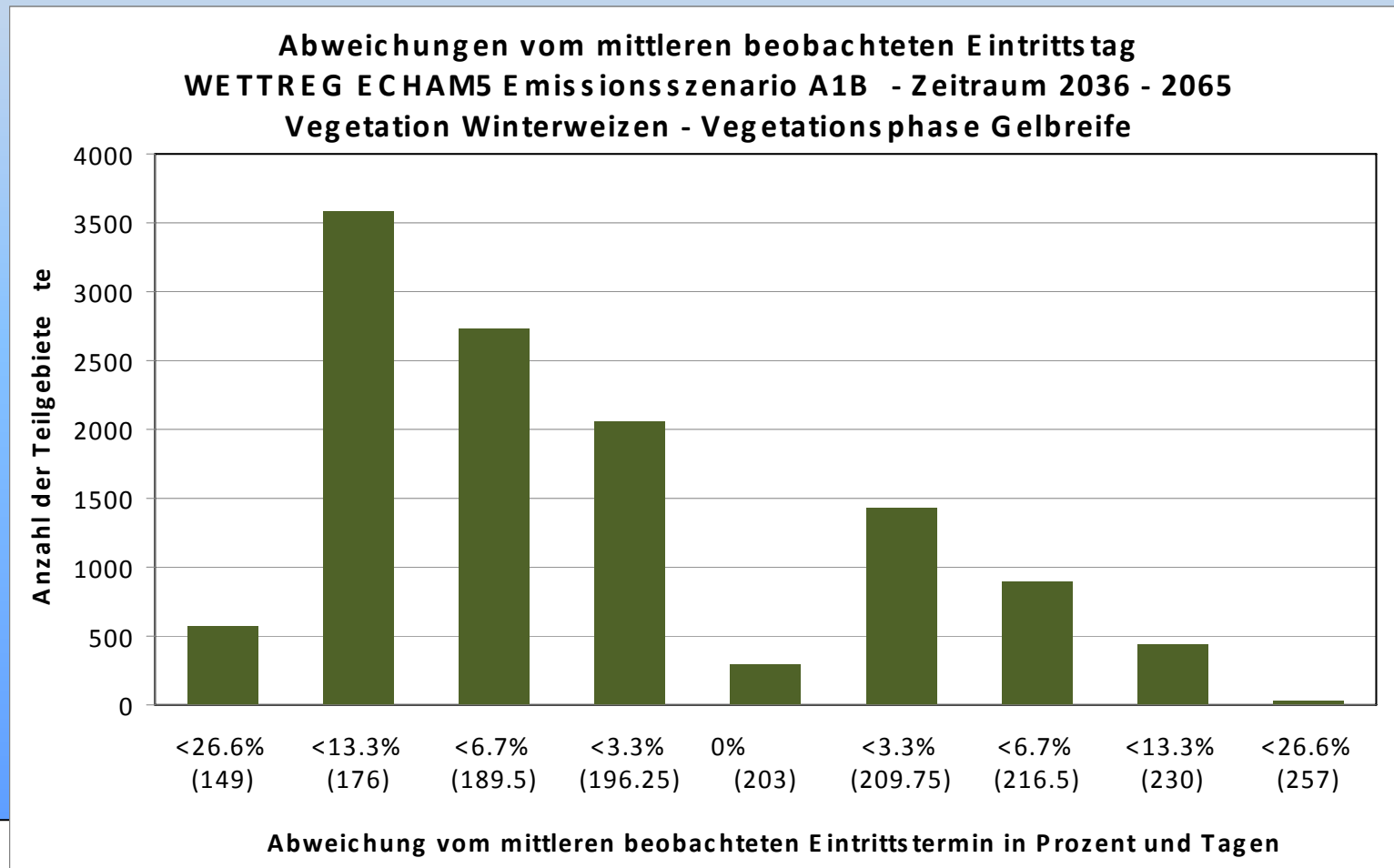
Testrechnungen

- **Berechnung des Zukunftsszenarios:**



Testrechnungen

- **Dynamisierung der Vegetationsperiode zeigt fast keine Auswirkung auf die zukünftigen Abflüsse trotz Vorverlegung der Eintrittstermine um durchschnittlich 8,5 Tage zwischen Ist-Zustand und Zukunftsszenario**



Testrechnungen

- Ebenfalls bleiben die Simulationen für den Niedrigwasserbereich, für die die Verdunstung von besonderer Relevanz ist, nahezu unbeeinflusst von der Dynamisierung der Vegetationsperiode
- Die Werte für die Parametrisierung der Landnutzungen in LARSIM sind nicht sensitiv genug, um bei Verwendung einer dynamischen Phänologie eine Veränderung der Ergebnisse für die simulierten Abflüsse einer 30-jährigen Zeitreihe herbeizuführen

Testrechnungen

- **Anpassungen bei Umstellung auf eine dynamische Phänologie:**
 - **Anpassung der Parametrisierung (insbesondere des Blattflächenindices) oder Nachkalibrierung erforderlich, da die aktuelle Modellkonfiguration eine Erhöhung der Verdunstung und damit eine Verringerung des Abflusses bewirkt**

Zusammenfassung

- Implementierung von zwei Phänologiemodellen (für landwirtschaftliche Nutzpflanzen und Gehölze) in LARSIM
- Unterteilung der Landnutzungsklassen in Unterklassen
- Anpassung der Modellumgebung (Datei <lanu-dyn.par>)
- Übertragung der monatspezifischen Parametrisierung der Landnutzungen auf die zeitlich variablen Vegetationsphasen
- Durchführung von KLIWA-Testsimulationen mit dem WHM Neckar :
 - Unterschiede zwischen der bisherigen monatspezifischen Parametrisierung und der neuen <lanu-dyn.par> bei statischen Eintrittsterminen
 - Kaum Unterschiede bei Dynamisierung der Vegetationsperiode
- Ausblick:
 - Zeitlich und räumlich höher aufgelöste Testrechnungen