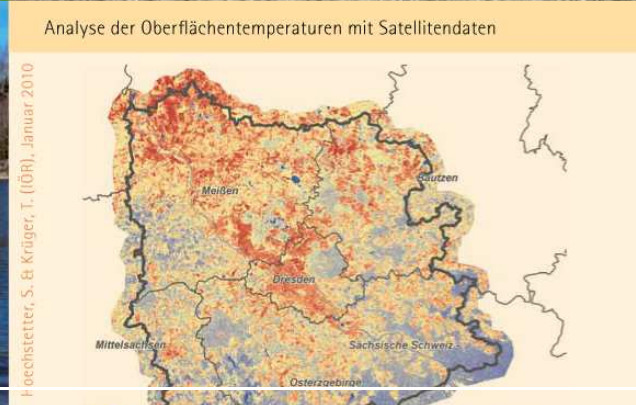


# Indikatoren für das Klimafolgenmonitoring - Möglichkeiten und Grenzen -



## Warum Klimafolgen-Monitoring?

- Veränderungen durch den Klimawandel frühzeitig erkennen
- Veränderungen durch den Klimawandel langfristig beobachten und dokumentieren
- Ergebnisse für Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen nutzen
- rechtzeitiges Erkennen von Risiken, frühzeitiges Erkennen von Chancen

# Klimafolgen-Monitoring

## D-P-S-I-R-Modell zur Strukturierung von Indikatorensystemen

### Drivers

= Treibende Kräfte:  
(Gesellschaft)

Akteure und Prozesse, die **Druck auf die Umwelt** ausüben [Wirtschaftssektoren, private und öffentliche Haushalte]

### Pressures

= Belastungen  
(THG-Emissionen)

die aus Aktionen und Prozessen **resultierenden Umweltbelastungen** [z. B. Emissionen, Abfälle]

### State

= Zustand  
(Klimaentwicklung)

**Beobachtete Zustandsänderung** der Umweltschutzgüter [z.B. Veränderung im Grundwasserhaushalt, Klimaveränderung]

### Impacts

= Auswirkung  
(Klimafolgen)

**Spezifische Auswirkung** durch eine Zustandsänderung [z.B. auf die Wasserwirtschaft, Gesundheit]

### Responses

= Reaktion  
(Klimaanpassung)

**gesellschaftliche Reaktion** auf Umweltbelastungen (F&E, Schutz- und Wiederherstellungsmaßnahmen, Recht)

## Bestehende Messnetze und Beobachtungssysteme – geeignet für ein Klimafolgen-Monitoring ?

- I Welche Messnetze und **Beobachtungssysteme** zur Ermittlung Klima induzierter Wirkungen auf Mensch, Natur und Umwelt bestehen bereits und sind für ein Klimafolgen-Monitoring geeignet?
- I Welche neuen **Indikatoren** werden für ein systematisches Klimafolgen-Monitoring benötigt?

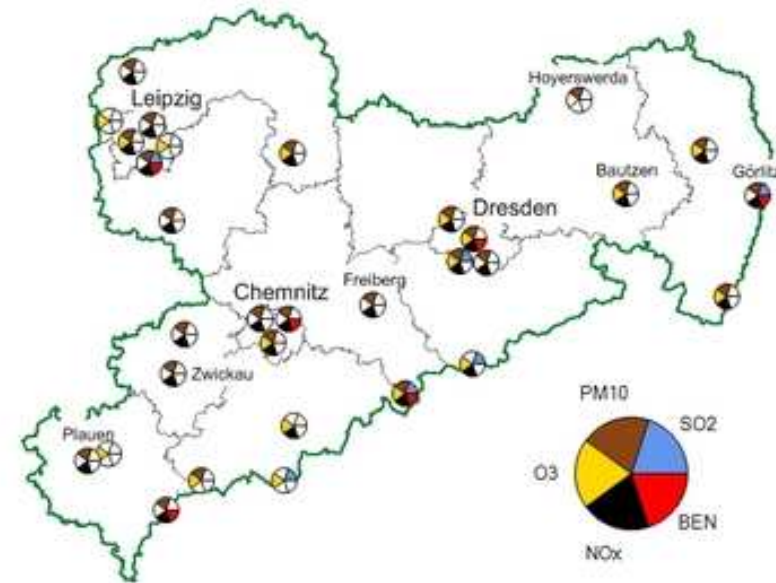
**Ziel:** Bestehende Messnetze und Beobachtungssysteme erfassen, gezielt ergänzen und zu einem System des Klimafolgen-Monitoring vernetzen

# Messnetze in Sachsen

## Agrarmeteorologisches Messnetz



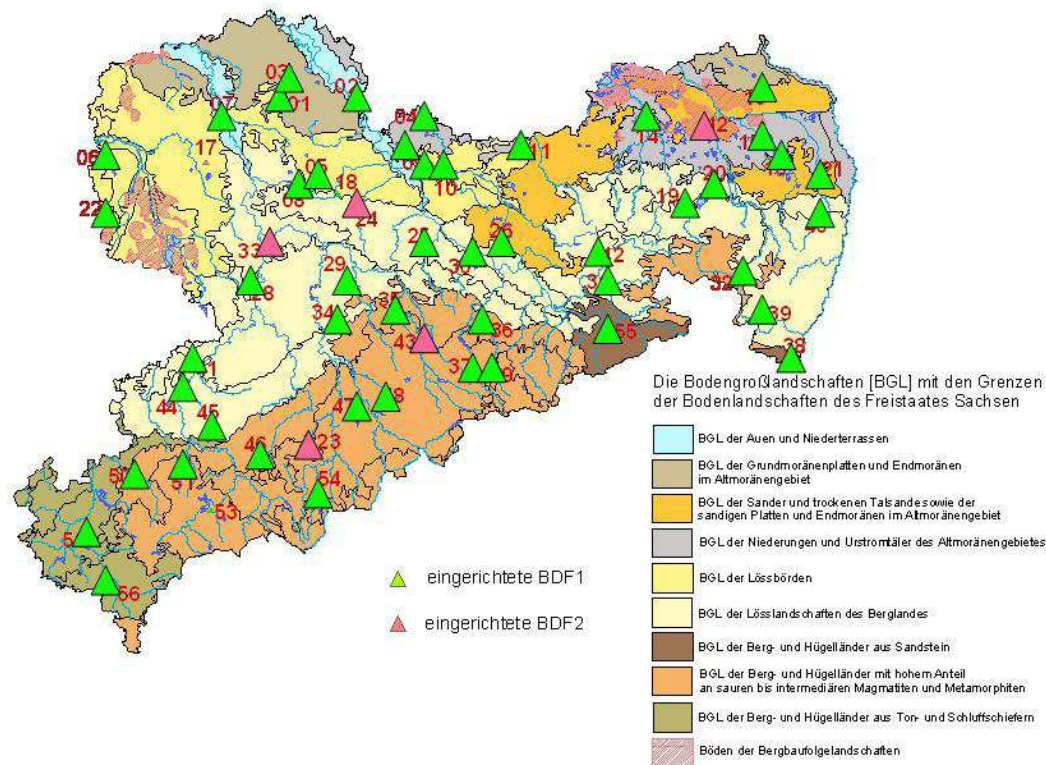
## Luftmessnetz



Kartenansicht: Standorte der automatischen Luftmessstationen 2010  
(Quelle: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie)

# Messnetze in Sachsen

## Bodendauerbeobachtungsflächen



## Lysimeterstation Brandis



# Ableitung von Rasterklimadaten aus gemessenen und projizierten Zeitreihen Baustein des künftigen Klima-Informationssystems

## Abfragemaske

für im 10 x 10 km Raster  
mit 0,5 x 0,5 km Auflösung  
interpolierte Klimaelemente

[www.klima.sachsen.de](http://www.klima.sachsen.de)

### Angaben zum Regionalisierungsauftrag

Datensatz:  Info gelesen

SRES Szenario:

Realisierung:

Datenverfügbarkeit  
von  bis

Berechnungszeitraum  
von  bis

Zeitliche Auflösung  Mittelung  HGF

Tageswerte  
 Monatswerte  
 Jahreswerte  
 Lufttemperatur (Min)[°C]  
 relative Feuchte[%]  
 Sonnenscheindauer[h]  
 Luftdruck[hPa]

Stützstellen

Ergebnisformat

voraussichtliche gepackte Datenmenge:  MByte

3° Gauss-Krüger-Koordinatensystem, Bezug: 4. Meridianstreifen

linke untere Ecke - Rechtswert: 4560000	Hochwert: 5665500
rechte obere Ecke - Rechtswert: 4580000	Hochwert: 5685500

[Einstellungen](#)

Akzeptiert

Auftragsgeber:  
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Auftragnehmer:  
TU Dresden, Professur Meteorologie; graviss Ingenieure GmbH

# Klimafolgen-Monitoring

## Anforderungen an geeignete Indikatoren

- I Klimarelevanz:** Welchen Stellenwert hat der Einflussfaktor Klimawandel aktuell und zukünftig?
- I Datenverfügbarkeit:** Wie gut ist die Datenbasis für ein landesweite und/oder dauerhafte Darstellung des Indikators?
- I Messnetz:** Welche Datenbasis / welches Messnetz existiert für das Monitoring?
- I Datenakteure:** Existieren Zuständigkeiten für die Erhebung und Verarbeitung der Daten?
- I Praktikabilität:** Wie hoch ist der Erhebungsaufwand für den Indikator?
- I Kernindikator:** Ist der Indikator als Kernindikator geeignet?



# Klimafolgen-Monitoring in Sachsen

## Rahmenbedingungen

### I Grundlage:

Aktionsplan Klima und Energie (2008), ([www.klima.sachsen.de](http://www.klima.sachsen.de))

→ Erhebung der notwendigen Daten für ein Klimafolgenmonitoring

→ Erhaltung und integrative Ausrichtung der vorhandenen Messnetze

### I Akteure

AG Klimafolgen: zentrales Gremium im Geschäftsbereich des SMUL für  
Klimafolgen und Anpassung

u. a. zur Abstimmung und Diskussion der Klimafolgen-  
Indikatoren

Beteiligte Fachbehörden: LfULG, SBS, LTV, BfUL

# Klimafolgen-Monitoring

## „Der sächsische Weg“

### 1. Analyse der umweltrelevanten Messnetze in Sachsen (2009)

- nicht ausreichend für Klimafolgen-Monitoring
- Ergänzungen der Messnetze und Beobachtungssysteme notwendig

### 2. Abstimmung der Vorgehensweise in der AG Klimafolgen (Jan. 2010)

- zunächst Klimafolgen (IMPACT-Indikatoren) für Biodiversität, Land- und Forstwirtschaft, Wasserhaushalt/-wirtschaft, Boden
- Konkretisierung durch Erlass des SMUL (10.03.2010)

Stufe 1: **IMPACT-Indikatoren** vorschlagen

daraus Kernindikatoren auswählen

Aufwand für ggf. erforderliche **Erweiterungen** abschätzen

Stufe 2: mögliche **RESPONSE-Indikatoren** aufzeigen

# Klimafolgen-Monitoring

## „Der sächsische Weg“

### 3. Informations- und Erfahrungsaustausch in der Adhoc AG Klimafolgenmonitoring des Ständigen Ausschusses „Anpassung an die Folgen des Klimawandels (AFK)“ (1. Sitzung 13.04.2010)

- Indikatoren, Datengrundlagen und Erweiterungen (Impacts, Response);
- Sachstand UBA-Projekt „Erstellung eines Indikatorenkonzepts für die DAS“
- Heterogenität der Bundesländer bzgl. Intensität / Ausrichtung des Monitorings (v. a. IMPACT-Indikatoren)

### 4. Antwort der Fachbehörden auf SMUL-Erlass (Juni 2010)

- pragmatischer Ansatz (Kapazitäten, Vorarbeit)
- Ziele:
  1. Themen und Indikatoren
  2. Klimarelevanz von Indikatoren (heute, künftig)
  3. Daten (Verfügbarkeit, Akteure, Erhebungsaufwand)
  4. Hinweise
  5. Eignung als Kernindikator

### 5. Weitere Vorgehensweise (siehe Folgefolien)

# Klimafolgen-Monitoring

## Vorgehensweise - Recherche

Klimafolgenmonitoring																					
Bereich	Thema	Indikator I	Indikator II	Typ	Aussagekraft hinsichtlich Faktor Klimawandel	Quelle / Verwendung															
				D P S I R	Einschätzung 55	NRW	IPCC AR3	EEA	BOKLIM	Nachh. Entw. D	Nachh. Entw. EU	BY	Indikatoren UBA	Biomonitoring Gebhardt et al.	BAFU Schweiz	LULUC, Abt. 5	Thüringen				
<b>Wasser</b>																					
	Oberflächengewässer	Abflüsse	Jahressumme bzw. zeitl. Differenzierung	I	+ bis ++	x		x												x	
			Niedrigwasser/Trockenzeit	I	+ bis ++				x						x					x	
		Gewässere Erwärmung	Wassertemperatur	I	+ bis ++	x		x							x	x					
		Eisdecke	Anzahl Tage	I	+ bis ++		x	x													
		Gewässergüte	Sauerstoffgehalt	I	o bis ++										x						
			Schadstoffanreicherung	I	- bis +										x						
	Grundwasser	Stand	Neubildung	I	+ bis ++	x														x	
			Grundwasserstand	I	+ bis ++	x														x	
		Grundwassererwärmung	Temperatur	I	+ bis ++	x															
		Gewässergüte	Schadstoffanreicherung	I	- bis +																
	Wasserbilanz	klimat. Wasserbilanz		I	- bis ++				x												
	Extremereignisse	Überflutungen	Wiederkehr	I	o bis ++				x												
			Anzahl	I	o bis ++				x												
	Biologie	Arten	Artendominanz, Artenvielfalt	I	- bis ++										x						

# Klimafolgen-Monitoring

## „Der sächsische Weg“ – Beteiligung der Fachbehörden

- Prüfung der IMPACT-Indikatoren auf Klimarelevanz
- Erweiterung um Fragestellungen
  - a) Welchen Stellenwert hat der **Einflussfaktor Klimawandel** im Kontext mit allen beeinflussenden Faktoren (aktuell bzw. zukünftig)?
  - b) **Qualität der Datenbasis** für ein landesweite, dauerhafte Darstellung des Indikators (räumliche / fachliche Auflösung, zeitliche Auflösung)?
  - c) **Beschreibung der Datenbasis** (Übernahme „Abfrage Meßnetze in Sachsen“ und Zuordnung zu Indikatoren)
  - d) Wer ist für die Daten **zuständig** (Erhebung, Auswertung)?
  - e) Wie **aufwändig** ist die Datenaufbereitung (Erhebungsaufwand)?
- Ergänzung der vorläufigen Indikatoren-Übersicht durch die Fachbehörden

# Klimafolgen-Monitoring

## „Der sächsische Weg“ – Beteiligung der Fachbehörden

IMPACT-Indikatoren				Erläuterung		Wie gut ist die Datenbasis für ein landesweite, dauerhafte Darstellung des Indikators?		Welche Datenbasis existiert für das Monitoring?	Wer ist für die Daten zuständig?		Wie aufwändig ist die Datenaufbereitung?
				Welchen Stellenwert hat der Einflussfaktor Klimawandel im Kontext mit allen beeinflussenden Faktoren? a.) aktuell b.) zukünftig		a.) räumliche / fachliche Auflösung b.) zeitliche Auflösung			a.) Erhebung b.) Auswertung		
				Bewertung Relevanz 0 = nicht vorhanden bis sehr gering 1 = gering bis mäßig 2 = hoch bis sehr hoch (bei Spannbreiten bitte angeben: 0-1, 0-2 o. 1-2)		Datenerhebung erfolgt 0 = nicht repräsentativ 1 = ausgewählt, da sensitiv 2 = repräsentativ für Sachsen	Datenerhebung erfolgt 0 = nicht bzw. noch nicht 1 = unregelmäßig, Projektbezogen 2 = kontinuierlich / dauerhaft	Benennung des Messnetzes (soweit vorhanden), ansonsten "0" (= besteht nicht)	Benennung des Akteurs, Erhebung = Meßnetzverantwortlichkeit, Auswertung = Aufbereitung für das Monitoring		Schwierigkeitsgrad (begründet durch Verfügbarkeit, fehlende Akteure, Datenmenge u.a.) 0 = sehr aufwändig 1 = mäßig/aufwändig 2 = gering/sehr gering
Thema		Beschreibung Indikator		Klimarelevanz		Datenverfügbarkeit			Daten-Akteure		Praktikabilität
	Aspekt	Indikator allg.	Indikator spez.	aktuell	zukünftig	räumlich / fachlich	zeitlich	Meßnetz	Erhebung	Auswertung	Erhebungsaufwand
<b>Wasser</b>											
	Oberflächengewässer	Abflüsse	Jahressumme bzw. zeitl. Differenzierung	2	2	2	2	OW-Menge Basismessnetz OW-Menge Kontroll- u. Steuermessnetz OW-Menge Sondermessnetz	BfUL, LTV	LfULG, LTV	2
			Niedrigwasser/Trockenzeit	2	2	2	2	OW-Menge Basismessnetz OW-Menge Kontroll- u. Steuermessnetz OW-Menge Sondermessnetz	BfUL, LTV	LfULG, LTV	2
		Gewässerenwärmung	Wassertemperatur	+ bis ++							
		Eisdecke	Anzahl Tage	+ bis ++							
		Gewässergüte	Sauerstoffgehalt	1	1	2	2	OW-Beschaffenheit	BfUL	LfULG	1
			Schadstoffanreicherung	1 bis 2	1 bis 2	1 bis 2	2	- Depositionsmessnetz Sachsen - Lysimeterstationen - OW-Beschaffenheit	BfUL	LfULG	1

# Klimafolgen-Monitoring

## „Der sächsische Weg“ – Beteiligung der Fachbehörden

Klimafolgenmonitoring Sachsen			RELEVANZ		DATEN						HINWEISE			
IMPACT-Indikatoren			Erläuterung		Welchen Stellenwert hat der Einflussfaktor Klimawandel im Kontext mit allen beeinflussenden Faktoren? a.) aktuell b.) zukünftig		Wie gut ist die Datenbasis für ein landesweite, dauerhafte Darstellung des Indikators? a.) räumliche / fachliche Auflösung b.) zeitliche Auflösung		Welche Datenbasis existiert für das Monitoring?	Wer ist für die Daten zuständig? a.) Erhebung b.) Auswertung	Wie aufwändig ist die Datenaufbereitung?	Haben Sie Hinweise?	Ist der Indikator als Kernindikator geeignet?	
<p>A = Artenspektrum    B = Bodenzustand E = Extrema            H = Humusgehalt/Bodenabtrag K = Gesundheit/Krankheiten/Schaderegger M = Markt                N = Nutzung/Anbaustrukturen P = Phänologie        Q = Gewässer-Qualität R = Ernte- und Ertrags-Risiken/Entwicklung</p>			Bewertung		Relevanz		Datenverfügbarkeit		Daten-Akteure		Praktikabilität	Hinweise	Kernindikator	
			0 = nicht vorhanden bis sehr gering 1 = gering bis mäßig 2 = hoch bis sehr hoch (bei Spannweiten bitte angeben: 0-1, 0-2 o. 1-2)		0 = nicht repräsentativ 1 = ausgewählt, da sensitiv 2 = repräsentativ für Sachsen		Datenerhebung erfolgt 0 = nicht repräsentativ 1 = unregelmäßig, Projektbezogen 2 = kontinuierlich / dauerhaft		Benennung des Messnetzes (soweit vorhanden), ansonsten "0" (= besteht nicht)		Benennung des Akteurs, Erhebung = Maßnetzverantwortlichkeit, Auswertung = Aufbereitung für das Monitoring		Schwierigkeitsgrad (begründet durch Verfügbarkeit, fehlende Akteure, Datenmenge u.a.) 0 = sehr aufwändig 1 = mäßig/aufwändig 2 = gering/sehr gering	R21/jh2: Vorschlag für künftige Formulierung "Welchen Einfluss hat der Klimawandel auf die Entwicklung des Indikators?"; Streichen der Unterteilung in a) und b); Ich denke, wenn der Indikator ein Zeiger für den Klimawandel ist, dann ist er das gegenwärtig wie zukünftig.
Thema	Beschreibung Indikator		Klimarelevanz		Datenverfügbarkeit		Daten-Akteure		Praktikabilität	Hinweise		Kernindikator		
	Aspekt	Indikator allg.	Indikator spez.	aktuell	zukünftig	räumlich / fachlich	zeitlich	Messnetz	Erhebung	Auswertung	Erhebungsaufwand	Text	x	
W - Wasser														
Oberflächengewässer	Abflüsse	Jahreszeitliche Auflösung	langjährige Entwicklungen, jahreszeitliche Verschiebungen	2.0	2.0	gleichbleibend	2.0	2.0	OW-Menge Basismessnetz, Kontroll- u. Steuermessnetz, Sondermessnetz	BRUL, LTV	LRULG, LTV	1.0	kontinuierliche Messungen der Wasserstände und Abflüsse in den genannten Messnetzen ermöglichen es durch lange vorliegende Abflussreihen Klimasignale durch statistische Auswertungen zu ermitteln. Vorzugsweise werden Datenreihen verwendet, die anthropogen weitgehend unverändert sind.	x
Oberflächengewässer	Abflüsse	Niedrigwasser/Trockenzeit	langjährige Entwicklungen, jahreszeitliche Verschiebungen	2.0	2.0	gleichbleibend	2.0	2.0	OW-Menge Basismessnetz, Kontroll- u. Steuermessnetz, Sondermessnetz	BRUL, LTV	LRULG, LTV	1.0	kontinuierliche Messungen der Wasserstände und Abflüsse in den genannten Messnetzen ermöglichen es durch lange vorliegende Abflussreihen Klimasignale durch die Bewertung von Anzahl und Dauer von Niedrigwasserperioden zu ermitteln. Vorzugsweise werden Datenreihen verwendet, die anthropogen weitgehend unverändert sind.	
Standgewässer	Speicherinhalt	Jahreszeitliche Auflösung	langjährige Entwicklungen, jahreszeitliche Verschiebungen	2.0	2.0	gleichbleibend	2.0	2.0	Messnetz LTV	LTV	LTV	1.0	kontinuierliche Messungen der Wasserstand und Abflüsse in den Zuläufen von Talsperren, sowie die Messung des Füllstandes der Speicher in Verbindung mit deren Bewirtschaftung ermöglichen es durch lange vorliegende Datenreihen Klimasignale zu ermitteln.	x
Standgewässer	Gewässerenerwärmung	Wassertemperatur	Hinweis auf biologische Komponente	2.0	2.0	gleichbleibend	0.0	0.0	OW-Beschaffenheit	BRUL	LRULG	1.0	bisher liegen keine kontinuierlichen Datenreihen vor. Die Ermittlung dieser Daten wäre ein wichtiger Indikator für die Entwicklung biologischer Prozesse	
Standgewässer	Eisdecke	Anzahl Tage	Hinweis auf biologische Komponente	2.0	2.0	gleichbleibend	0.0	0.0	OW-Menge	BRUL	LRULG	1.0	bisher liegen keine kontinuierlichen Datenreihen vor. Die Ermittlung dieser Daten wäre ein wichtiger Indikator für die Entwicklung biologischer Prozesse	

## Vorschläge der sächsischen Fachbehörden für IMPACT-Indikatoren





Klimafolgenmonitoring Sachsen								
Thema	Beschreibung des Indikators		Langfristige Relevanz des Faktors Klima	Datenverfügbarkeit		Erhebungsaufwand	Benennung als Kernindikator (durch FA)	Übereinstimmung mit DAS-Indikatoren
				räumlich repräsentativ	zeitlich repräsentativ			
<b>Natur und Landschaft</b>								
Ökosysteme und Biotope	Artenvielfalt und -zusammensetzung	Änderung der Artenvielfalt und -zusammensetzung bis hin zur Entwicklung neuer Biotope	+	+ (?)	+	(?)	X	++
Phänologie	Flora	Verschiebung phänologischer Phasen bei Pflanzen	++	+ (?)	++	(?)	X	-
Sensitive Arten	Flora und Fauna	Arealver-änderungen klimasensitiver Arten	+	+ (?)	+	(?)	X	++
<b>Wasserhaushalt und Wasserversorgung</b>								
Oberflächengewässer	Abflüsse	Jahreszeitliche Auflösung	++	++	++	++	X	++
Talsperren und Speicher	Speicherinhalt	Jahreszeitliche Auflösung	++	++	++	++	X	++
Grundwasser	Grundwasserstand	Entwicklung des Grundwasserstands	++	++	++	++	X	++
Extremereignisse	Überflutungen	Wiederkehr	++	++	++	++	X	o
Extremereignisse	Überflutungen	Anzahl	++	++	++	++	X	o
<b>Bodenschutz</b>								
Humus	Humusentwicklung	Veränderung der Humusentwicklung über Corg-Gehalt	++	++	++	++	X	++
Humus	Wassergehalt / Bodenfeuchte	Veränderungen	++	o	++	++	X	++
Humus	Bodentemperatur	Veränderungen	+	o	++	++	X	++
Kohlenstoffgehalt	C-Fractionen	Veränderung bei C-Fractionen	++	-	-	-	X	-
Bodenerosion	Entwicklung Wassererosionsgefährdung	Veränderung Regenerosität (R-Faktor)	++	+	++	+	(X)	++
Bodenbiologie	Arten	Artendominanz, Artenvielfalt	++	-	-	-	X	o
<b>Landwirtschaft</b>								
Erträge	Ertragsvariabilität	Sensitivitäten	++	o	+	o	X	++
Erträge	Ertragsentwicklung		++	o	++	o	X	++
Agrarphänologie	Vegetationsperiode	Beginn und Ende / Frost-Freiheit (Apfel)	++	++	++	++	X	++
Agrarphänologie	Flora	Blühbeginn (Apfel)	++	o	++	++	X	++
Grünland / Feldfutterbau / Futter-konservierung	Ernterisiken	Niederschläge / Trockenperioden	++	o	++	o	X	o
Tierhaltung / Tiergesundheit	Tierseuchen	Blauzungenkrankheit	++	++	++	++	(X)	++



Klimafolgenmonitoring Sachsen								
Thema	Beschreibung des Indikators		Langfristige Relevanz des Faktors Klima	Datenverfügbarkeit		Erhebungsaufwand	Benennung als Kernindikator (durch FA)	Übereinstimmung mit DAS-Indikatoren
				räumlich repräsentativ	zeitlich repräsentativ			
<b>Wald und Forstwirtschaft</b>								
Extrema	extreme Witterungsverläufe	Häufigkeit / Ausprägung	++	++	++	o	(x)	-
Waldzustand	Kalamitäten	Insekten-kalamitäten (insbesondere Buchdrucker)	++	++	++	++	(x)	++
Biozönotische Stabilität von Wald- und Forstökosystemen	Fläche der Fichtenforste >80-Jahre	Ausfall der GFI als Hauptbaumart	++	++	++	o	(x)	o
Biozönotische Stabilität von Wald- und Forstökosystemen	Veränderung der Baumartenzusammensetzung / Struktur von	Vitalitätsverluste, Veränderungen der Intra- und Interspezifischen Konkurrenz	+	+	++	-	(x)	++
Biozönotische Stabilität von Wald- und Forstökosystemen	Wasserbilanz	klimatische Wasserbilanz	++	++	++	o	(x)	-
Biozönotische Stabilität von Wald- und Forstökosystemen	Stoffflüsse in Waldökosystemen	Wasserhaushalt von flächenrelevanten Waldökosystemtypen und ihrer Entwicklungsstadien	+	+	++	-	(x)	-
Biozönotische Stabilität von Wald- und Forstökosystemen	Dynamik des oberflächennahen Grundwassers / von	Veränderung von hydromorphen und semihydromorphen Waldböden	++	-	++	o	(x)	-
Klimasensitive Bioindikatoren	Flora	Phänologie	++	++	++	o	(x)	-
Klimasensitive Bioindikatoren	Pflanzenwachstum	Wuchsverhalten von einheimischen und eingeführten Baumarten incl. Herkünfte und	++	++	+	o	(x)	++
Klimasensitive Bioindikatoren	Fauna	Entwicklungszyklen von forstlich relevanten Insekten	++	++	++	o	(x)	o
Klimasensitive Bioindikatoren	Fauna	Ausweitung der Areale von (forstlichwirtschaftlich relevanten, wärmeliebender	++	++	++	o	(x)	o
Senkenfunktion	Wälder, Forsten und Waldböden als Treibhausgassenken	CO <sub>2</sub> -Senke und -produktauslagerung	++	-	o	o	(x)	-
Senkenfunktion	Wälder, Forsten und Waldböden als Treibhausgassenken	Methan-Senke	++	-	o	o	(x)	-
Forstwirtschaft	Zufällige Nutzungen	Anteil zufälliger Nutzungen an Gesamtnutzung	o	-	-	o	(x)	++

# Klimafolgen-Monitoring in Sachsen

## Wie geht's weiter?

### I Stufe 1

- a) Zahl der Kern-IMPACT-Indikatoren festlegen, die
  - einen geringen bis sehr geringen Erhebungsaufwand
  - eine zeitlich und räumlich repräsentative Datenverfügbarkeit und
  - eine ausreichende bis hohe fachliche Aussagekraft aufweisen
- b) Erstellung von Kennblättern (in Anlehnung Länderinitiative Kernindikatoren (LIKI))
  - Definition und Berechnungsvorschriften
  - Datenreihen (ggf. inkl. Grafiken) und Sachstand
  - Bewertung der Entwicklung
  - Hinweise (Ansprechpartner, Lücken), Klärungsbedarf und notwendige Weiterentwicklungen
  - Darstellung der Klimasensitivität (Klimaelemente, Treiber des Indikators, Signalverstärkungen / -abschwächungen, Reaktionen des Indikators, räumliche Differenzierung, ...)
- c) restliche Indikatoren sind zu prüfen hinsichtlich Erhebungsaufwand und Einbindung
  - Einbindung ergibt sich aus dem Anspruch, Klimafolgen in ihrer Breite darzustellen

### I Stufe 2

- Nach Etablierung der IMPACT-Indikatoren auch Prüfung möglicher RESPONSE-Indikatoren
- Anzahl offen, aber Anbindung an IMPACT-Indikatoren sinnvoll

<p>Länderinitiative für einen länderübergreifenden Kemindikator (LIKI) Stand: 2009-02-11</p>	<p><b>LIKI-Vertreterin</b> <b>Ansprechpartner</b></p> <p>.....geologie Rheingaustraße 186 65203 Wiesbaden Tel.: 06441 6936 350</p>
<p>Kennblatt zum UMK-Indikator Nr.: 25</p> <p><b>25 - Klimaentwicklung - Phänologische Veränderungen</b></p> <p><b>a) Veränderung des Beginns Indikator</b> <b>gen pro 10 Jahre [d/10a]</b> <b>b) Veränderung der Dauer d</b> <b>le in Tagen pro 10 Jahren</b> <b>[d/10a]</b></p> <p>(Machbarkeit: Stufe 1)</p>	
<p><b>Definition und Berechnungsverfahren:</b></p> <p>Als Indikator für die Veränderung der Apfelblüte als Anzeiger des <b>Definition und Berechnung</b> der Dauer der gesamten vegetationsperiode abgebildet, erfasst durch die Zeitspanne zwischen dem (relativ frühen) Blühbeginn der Salweide und der Blattverfärbung der Stieleiche als phänologischer Zeiger für den Eintritt des Spätherbstes. Damit ist eine Annäherung an die landwirtschaftliche Vegetationsperiode gegeben.</p> <p>a) Veränderung des Beginns der Apfelblüte in Tag des Jahres; lineare Trendbetrachtung für 30 Jahre, Neuberechnung jeweils zu Beginn eines Jahrzehnts (also 1961-1990, 1971-2000 usw.); Angabe des 30-jährigen Trends, dargestellt als Veränderung in Tagen pro 10 Jahre (negative Werte = Verfrühung; positive Werte = Verspätung des Vollfrühlings).</p> <p>b) Veränderung der Dauer der Vegetationsperiode (Kalendertag Blattverfärbung Stieleiche minus Kalendertag Blühbeginn Salweide) in Tagen; lineare Trendbetrachtung für 30 Jahre, Neuberechnung jeweils zu Beginn eines Jahrzehnts (also 1961-1990, 1971-2000 usw.); Angabe des 30-jährigen Trends, dargestellt als Veränderung in Tagen pro 10 Jahre (negative Werte = Verkürzung; positive Werte = Verlängerung der Vegetationsperiode).</p> <p>Die Daten aller Beobachtungsstationen der jeweiligen Bundesländer werden gemittelt, es werden alle im jeweiligen Jahr zur Verfügung stehenden Daten berücksichtigt.</p> <p>Datenquelle: Deutscher Wetterdienst DWD</p> <p>Die phänologischen Daten werden zentral für das ganze Bundesgebiet durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) erhoben. Der DWD unterhält in den alten Bundesländern seit 1951 ein phänologisches Beobachtungsprogramm. Für die neuen Bundesländer liegen seit 1961 entsprechende Daten vor. Das gesamte Beobachtungsnetz umfasst derzeit etwa 1.400 Stationen.</p>	
<p><b>Bedeutung:</b></p> <p>Die Phänologie zeigt den zeitlichen Ablauf periodischer Vorgänge wie Blüte und Blattfall, Zugverhalten und Paarungszeit von Vögeln. Phänologische Beobachtungen der Pflanzen erfassen die wiederkehrenden Wachstums- und Entwicklungserscheinungen, also die Eintrittszeiten charakteristischer Vegetationsstadien (Phasen) der Pflanzen. Verschiebungen der jeweiligen phänologischen Phasen in Abhängigkeit von Temperaturveränderungen sind wissenschaftlich belegt.</p> <p><b>Bewertung / Klimasensitivität</b></p>	

## Erstellung von Kennblättern

rungen sind wissenschaftlich belegt. Aus den Eintrittszeiten phänologischer Phasen kann somit der Einfluss veränderter Umweltbedingungen, v. a. Änderungen von Witterung und Klima, auf die Vegetationsentwicklung ermittelt werden. Langjährige Datenreihen haben dabei einen hohen Stellenwert.

Phänologische Beobachtungen an Pflanzen mit Aussagekraft für Temperaturveränderungen sind vor allem in gemäßigten Klimazonen möglich, da hier die Temperatur ausschlaggebend für den Eintritt der verschiedenen Entwicklungsphasen ist. Vor allem die Frühlingsphasen (Vor-, Erst-, Vollfrühling, d.h. das Aufbrechen der Knospen, der Blattentfaltung und der Blüte der Pflanzen) zeichnen sich durch eine starke Korrelation mit der Temperatur aus (maßgeblich ist die Temperatur der einer Entwicklungsphase vorausgehenden 2-3 Monate.); der Eintritt der Herbstphasen dagegen wird von zahlreichen anderen Faktoren (z.B. Niederschlagsmenge im Sommer, Einstrahlung etc.) mitbestimmt.

**Klärungsbedarf, Weiterentwicklung, weitere Schritte:**

In phänologischen Gärten werden Vegetationsphasen an genetisch identischen Pflanzen beobachtet, um den Einfluss von Klimaänderungen auf die Entwicklungsstadien auszuschließen. Zudem werden bei der Klärung des Klärungsbedarf d Exposition der Versuchsflächen gelegt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Beobachtungsergebnisse zu gewährleisten. Internationale Programme sind die "Internationalen Phänologischen Gärten" (IPG; gegründet 1959, Betreuung wurde 1996 übergeben an Humboldt-Universität Berlin; derzeit 57 Gärten, davon 29 in Deutschland (Stand 2004)) und das "Global Phenological Monitoring" (GPM; erster Garten 1998 gepflanzt in Deuselbach/Hunsrück; geplant: Gärten in gemäßigten Breiten der nördlichen und südlichen Hemisphäre; derzeit 16 Gärten in 7 Ländern (Stand 2004)).

Wenn eine repräsentative Anzahl phänologischer Gärten in allen Bundesländern eingerichtet ist und Daten erfasst werden, ist eine Nutzung dieser Beobachtungsergebnisse zu prüfen. Weitere statistische Auswertungen der Daten sollen geprüft und ggf. die Darstellung des Indikators angepasst werden.

**Hinweis:**

Der Arbeitskreis Bioindikation (Arbeitskreis im Auftrag der Landesämter und -anstalten für Umweltschutz), Unterarbeitskreis Monitoring von Klimaveränderungen durch Bioindikation (kurz UAK Klima-Biomonitoring), empfiehlt zur Bioindikation der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Flora u.a. phänologische Erhebungen, die Fortführung und Pflege von phänologischen Gärten und Beobachtungspunkten und die einheitliche Auswertung der phänologischen Daten der letzten 50 Jahre für alle Bundesländer (Temperatur- andere Klimaeffekte).

**"Verwandte" Indikatoren im Set:**

- 01 Kohlendioxidemissionen
- 05 Kohlendioxidemissionen des Verkehrs
- 23 Repräsentative Arten

Vielen Dank!

[www.klima.sachsen.de](http://www.klima.sachsen.de)