



# Klimawandel und Bodenerosion

**Stefanie Groh, Raimund Kohl**

**Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz**

**Baden-Württemberg**



## ***Inhalt***

- *Ziel und Projektstruktur des KliWa-Projekts „Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen“*
- *Konzept- und Machbarkeitsstudie*
  - *Bewertung Klimamodelle*
  - *Bewertung Erosionsmodelle*
  - *Bewertung Modellstandorte*
  - *Zusammenfassung*
- *Ausblick*



## ■ ■ ■ Klimawandel und Bodenerosion

### KLIWA - Forschungsvorhaben

Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen

## ZIEL

Abschätzung des gegenwärtigen und zukünftigen  
Erosionsrisikos an sensiblen Modellstandorten in  
Baden-Württemberg,  
Bayern und  
Rheinland-Pfalz



Foto: W. Vogl

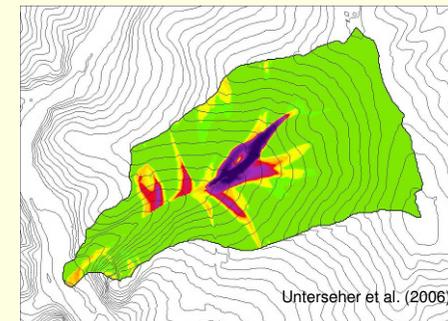
## KLIWA - Forschungsvorhaben

Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen

### Projektstruktur

#### *Stufe I: Konzept- und Machbarkeitsstudie*

- Bewertung Erosionsmodelle
- Bewertung vorhandener regionaler Klimamodelle
- Ermittlung geeigneter Standorte in Erosionsrisikogebieten



#### *Stufe II: Exemplarische Erosionsmodellierung*

- Retrospektive (1971 - 2000)
- Projektionen (2011 - 2040)



# Klimawandel und Bodenerosion

## KONZEPTSTUDIE

### *Ansprechpartner Auftraggeber*



Dr. P. Dreher, UVM  
R. Kohl, LUBW

Dr. André Assmann  
Dipl.-Geogr. Jessica Kempf

### *Auftragnehmer Stufe I*



Dr. T. Suttner StMUG  
Dr. B. Schilling, LfU  
Dr. Norbert Billen



Dr. J. Backes, MUFV  
Dr. T. Sauer, LfU  
Dr. Hans Schipper  
Dipl.-Met. Markus Engelhardt



Dr. E. Unterseher,  
fachliche Begleitung



S.Groh, Koordination

## ■■■■ Erosionsmodelle - Bewertung

Welches Erosionsmodell ist für die Abbildung des Erosionsgeschehens (Einzelereignisse) in kleinen bis mittleren Einzugsgebieten geeignet?

	Empirische Modelle	Physikalische Modelle
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativ wenige Modellparameter notwendig</li> <li>- Einfache Anwendbarkeit</li> <li>- Abschätzung von on-site-Schäden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Höhere räumliche und zeitliche Auflösung</li> <li>- Einzelereignis</li> <li>- Berechnung von Erosion, Transport und Deposition</li> <li>- Abschätzung von on- und off-site-Schäden</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Langjähriger Mittelwert</li> <li>- Keine Berechnung von Transport und Deposition</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hohe Anzahl an Eingabeparametern</li> <li>- Meist sehr hoher rechentechnischer Aufwand</li> </ul>
<b>Beispiele</b>	RUSLE, ABAGflux, AGNPS	CATFLOW-SED, EROSION-3D, LISEM, EUROSEM, KINEROS, WEPP



# Erosionsmodelle - Bewertungsmatrix Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Modelleigenschaft	Bewertungsstufen		
	0	1	2
Modellansatz	empirisch	-	physikalisch
Zeitspanne	Langfristmodell	Einzelereignis	Einzelereignis- und Langfristmodell
Maßstab	Parzelle	Einzelhang	Einzugsgebiet
Bearbeitbare Gebietsgröße	< 1 km <sup>2</sup>	1 – 10 km <sup>2</sup>	> 10 km <sup>2</sup>
Räumliche Auflösung	ungegliedert	Teilgebiete	Raster
Zeitliche Auflösung	>1 h	< 15 min	<= 1min
Erosionsminderungsmaßnahmen	nein	-	ja
Punktuelle Retentionsmaßnahmen	nein	-	ja
Anzahl der Niederschlagsstationen	1	1 - 10	> 10
Vertikale Differenzierung	nein	-	ja
Prozesse USLE unabhängig	nein	-	ja
Aufwand der Parameterbestimmung	hoch	mittel	gering
Betriebssystem	DOS	WINDOWS/UNIX 32Bit	WINDOWS/UNIX 64Bit
Open source	nein	geplant	ja
GIS-Schnittstelle	nein	-	ja
Handbuch / Dokumentation	nein	ja, aber unübersichtlich und/oder nicht aktuell	ja
Benutzerfreundlichkeit	manuelle Texteingabe	benutzerfreundliche Bedienung, aber hoher Aufwand	grafische Benutzeroberfläche
Weiterentwicklung	nein	-	ja
Support durch Modellbetreiber	nein	mittel	hoch
Kosten	hoch	mittel	frei

# Erosionsmodelle - Bewertungsmatrix

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

	Gewichtung	ABAFflux	AGNPS	ANSWERS	CATFLOW-SED	CREAMS	EPIC	EROSION 2D	EROSION 3D	EUROSEM	KINEROS	LISEM	OPUS	RUSLE	SWAT	USLE	WATEM/SDEM	WEPP/GeoWEPP	Wunschmodell
Modelleigenschaften																			
Modellansatz	3	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	0	0	2	2
Zeitspanne	2	0	1	1	2	2	0	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	2	2
Maßstab	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2
Bearbeitbare Gebietsgröße	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	0	2	2	2	1	1	2
Räumliche Auflösung	2	2	2	2	1	2	0	2	2	2	1	2	1	0	1	1	2	2	2
Zeitliche Auflösung	2	0	0	2	2	1	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2
Erosionsminderungsmaßnahmen	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Punktuellen Retentionsmaßnahmen	2	2	2	2	0	2		2	2	2	2	2	2	0	2	0	2	2	2
Anzahl der Niederschlagsstationen	2	2		2	2	0			2	2	2	2			2				2
Vertikale Differenzierung	2	0	2	2	2		2		2	2	2	2	2		2			2	2
Prozesse USLE unabhängig	2	0	0	0	2	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	2
Aufwand der Parameterbestimmung	3	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	2	1	1	2
Betriebssystem	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2
Open source	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2
GIS-Schnittstelle	3	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	2	2	2
Handbuch/Dokumentation	2	0	2	1	0	0	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2
Benutzerfreundlichkeit	2	2	1	2	0			2	2	0		2			2		1	2	2
Weiterentwicklung	3	2	2	0	2	0	2	2	2	0	2	2	0	2	2	0	2	2	2
Support	2	2		1	1			1	2	0		1							2
Kosten	2	1	2	2	1		2	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Summenwert Modelleigenschaften		53	51	62	57	30	43	63	76	60	62	72	35	31	59	27	44	70	88
Übertrag Summenwert verfügbarer Output		1	16	7	15	9	8	8	12	14	7	20	5	3	9	1	7	11	25
Gesamtsumme (absolut)		54	67	69	72	39	51	71	88	74	69	93	40	34	68	28	51	81	113
Gesamtbewertung (relativ zu Wunschmodell)		48%	60%	62%	64%	35%	46%	63%	79%	65%	62%	82%	36%	30%	60%	25%	46%	72%	100%

## ■■■■ Erosionsmodelle - Auswahl

Ausgabeparameter	Einheit
Erosion, Deposition (Sedimentbilanz)	t/ha oder kg/m <sup>2</sup>
Abflussvolumen	l/s
Sedimentkonzentration	g/l
Transportkapazität	g/l
Erosion	kg
Deposition	kg
Infiltration	mm
Interzeption	mm
Nitrat (NO <sub>3</sub> ) (gelöst, partikulär)	kg
Ammonium (NH <sub>4</sub> ) (gelöst, partikulär)	kg
Phosphor (gelöst, partikulär)	kg

Limburg Soil Erosion Model LISEM

-Größe Einzugsgebiet: unbegrenzt

-Rasterzellenanzahl: unbegrenzt

-Rasterauflösung 5 x 5 m

-Zeitschritt: 1 sec – unbegrenzt

-Einsatz: z.B. AMEWAM



## ■■■■ Klimamodelle - Bewertung

Welches Klimamodell ist für eine Kopplung mit einem Erosionsmodell geeignet?

Verfahren	Eingangsgrößen	Ausgabewerte
Physikalisch-dynamisches Downscaling (regionale Klimamodelle wie z.B. REMO oder COSMO-CLM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Land-/ Wasserverteilung</li> <li>- ozeanische Parameter (z.B. Temperatur, Salzgehalt, usw.)</li> <li>- Schnee- und Eisbedeckung</li> <li>- Bodennutzung / Bodenparameter</li> <li>- atmosphärische Zustände</li> <li>- Treibhausgasemissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalisch konsistente Zeitreihen meteorologischer Parameter</li> <li>- flächenhafte Verteilung der Größen</li> <li>- Ausgabe der Ergebnisse in dreidimensionalen Gitterboxen (Rastern)</li> </ul>
Statistisches Downscaling (z.B. WETTREG, NiedSim-Klima oder STAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stationsdaten meteorologischer Größen</li> <li>- Wetterlagen und statistische Beziehungen aus Beobachtungen</li> <li>- Ergebnisse atmosphärischer Zustände aus globalen Klimamodellen (einschließlich der daraus resultierenden Wetterlagen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zeitreihen meteorologischer Größen (z.T. nur Niederschlag) für bestimmte Zukunftszeiträume</li> <li>- Ausgabe der Daten nur an Messstationen (Ausnahme: bei NiedSim auf ein 1 x 1 km Raster)</li> </ul>



# Klimamodelle - Bewertungsmatrix

Modelleigenschaft		Bewertungsstufen		
		0	1	2
<b>Modell- eigenschaften</b>	Parametrisierungen <sup>1)</sup>	nicht vorhanden	-	vorhanden
	Integriertes Bodenmodell	nicht vorhanden	-	vorhanden
	Nicht hydrostatisch	hydrostatisch	-	nichthydrostatisch
	Rechnerkapazität	hoch	mittel	niedrig
<b>Allgemeines</b>	Verfügbarkeit	nicht verfügbar	teils verfügbar	verfügbar
	Zugänglichkeit von Expertise	schlecht	mittel	gut
	Läufe im KLIWA-Gebiet	schlecht	mittel	gut
	Einsatz KLIWA-Projekten	nein	nur bewertet	angewendet
<b>Eingabedaten</b>	Zusammenstellung	nur Niederschlag	+ z.B. Wetterlage	+ Gesamt- Atmosphäre
	Umfang der Daten	groß	mittel	gering
<b>Ausgabedaten</b>	Niederschlag	nicht vorhanden	-	vorhanden
	Bodenfeuchte	nicht vorhanden	-	vorhanden
	Art der Daten	punktuell	-	flächig
	Räumliche Auflösung	niedrig ( $\pm 50$ km)	mittel ( $\pm 10$ km)	hoch ( $\pm 1$ km)
	Zeitliche Auflösung	$\geq 1$ Tag	< 1 Tag $\geq 1$ Stunde	< 1 Stunde
	Umfang der Daten	groß	mittel	gering

<sup>1)</sup> gemeint ist nur die Parametrisierung von konvektiven Ereignissen



# Klimamodelle - Bewertungsmatrix

		Aladin	COSMO-CLM	CRCM	HadRM3	HIRHAM	PROMES	RACMO	RegCM3	REMO	WRF	Wunschmodell	NiedSim-Klima	STAR2	WETREG	Wunschmodell	
	Land	FR	DE	CA	UK	DK	ES	NL	IT	DE	US	Wunschmodell	DE	DE	DE	Wunschmodell	
<b>Modell-eigenschaften</b>	Parametrisierungen	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	
	Integriertes Bodenmodell	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	
	Nicht hydrostatisch	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	x	x	x	x
	Rechnerkapazität	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2	2	2
<b>Allgemeines</b>	Verfügbarkeit	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2
	Zugänglichkeit von Expertise	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
	Läufe im KLIWA-Gebiet	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	1	2	2	2	2
	Einsatz KLIWA-Projekten	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	2	2
<b>Eingabedaten</b>	Zusammenstellung	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
	Umfang der Daten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
<b>Ausgabedaten</b>	Niederschlag	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Bodenfeuchte	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	x	x	x	x	x
	Art der Daten	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
	Räumliche Auflösung	1	2	1	1	0	1	0	1	2	2	2	2	x	x	x	x
	Zeitliche Auflösung	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2
	Umfang der Daten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2
<b>Gesamtsumme (absolut)</b>		19	25	19	17	16	17	16	17	22	21	30	17	16	18	22	
<b>Gesamtbewertung (relativ zu Wunschmodell)</b>		63%	83%	63%	57%	53%	57%	53%	57%	70%	63%	100%	77%	72%	81%	100%	

# Klimamodelle - Auswahl

Kenndaten	COSMO-CLM 4.8	REMO 5.7	NiedSim-Klima	WETTREG 3.0.2.2	STAR 2.1
Möglicher Simulationszeitraum	1971-2000 2021-2050	1971-2000 2021-2050	1961-1990 2011-2030*	1961-2100	1961-2055
Emissions-szenario	A1B	A1B, A2, B1	A1B, A2, B1	A1B, A2, B1	A1B, A2, B1
Räumliche Auflösung	7 km (in Episoden bis 1 km)	10 km	1 km	Stationsdichte	Stationsdichte
Zeitliche Auflösung	1 h (in Episoden bis 15 min)	1 h	1 h / 5 min**	1 d***	1 d
Simulations-gebiet	Mitteleuropa	Mitteleuropa	Baden-Württemberg	Deutschland	Deutschland

\* im Evaluierungsprozess  
 \*\* kann auf 5 min herunterkaliert werden  
 \*\*\* für ein Projekt und eine Station wurden Daten in 5 min-Auflösung erzeugt (MICHAEL 2008)

notwendiges Kriterium	COSMO-CLM	REMO	NiedSim-Klima	WETTREG	STAR
Verfügbarkeit des Modells für das gesamte Projektgebiet	ja	ja	nein	ja	ja
Explizite Berechnung/Berücksichtigung konvektiver Ereignisse	ja*	nein	ja	ja	ja
Horizontale Auflösung < 10 km	ja	nein	ja	ja**	ja**
Zeitliche Auflösung < 24 h	ja	ja	ja	ja***	ja***

\*Nur, wenn anstatt einer Auflösung von 7 km oder 18 km (UBA CLM-Läufe), eine Auflösung von 1 km verwendet wird.  
 \*\* bei ausreichend hoher Stationsdichte  
 \*\*\* bei ausreichend hoher Anzahl von Stationen mit Messwerten < 1 h

■■■■ **Modellstandorte - Bewertung**

Welche **Modellstandorte** sind am besten für eine Evaluierung exemplarischer Klima- und Erosionsmodellierungen geeignet?



# Modellstandorte - Bewertungsmatrix

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Auswahlkriterium	Wertungsstufe		
	0	1	2
Bodenbedingtes Erosionsrisiko <sup>1)</sup>	kaum: Sand, Ton, Moor, Auen	Lehm	Schluff (Löss)
Größe	<2, >10 km <sup>2</sup> , unbekannt (1 km <sup>2</sup> =100 ha)	2-5 km <sup>2</sup>	5-10 km <sup>2</sup>
Anteil Acker	<50 %	50-75 %	>75 %
Dokumentierte Bewirtschaftung	nein	unvollständig, phasenweise	umfangreich-vollständig
Landschaftsausschnitt	Parzelle	Hang, unvollständiges EZG	vollständiges Einzugsgebiet
Parzellenabtrag, Messung	nein	Einzel Jahre 1970-2000	Alle Jahre 1970-2000
Parzellenabfluss, Messung	nein	Einzel Jahre 1970-2000	Alle Jahre 1970-2000
Gebietsabfluss, Messung	nein	Einzel Jahre 1970-2000	Alle Jahre 1970-2000
Gebietsaustrag, Messung	nein	Einzel Jahre 1970-2000	Alle Jahre 1970-2000
Bodenkarte <sup>3)</sup>	nein, <1:25000	1:25000 bis <1:5000, BSK	>= 1:5000
Leitbodenbeschriebe	nein, teils nicht gesichert	-	ja
Niederschlagstationen, Entfernung	>20 km	0,2-20 km	<0,2 km und innerhalb
Niederschlagstationen, Anzahl	keine	1-2	>2
Niederschlagsmessungen 1970-2000	nein	teilweise	vollständig
Dokumentierte Extremereignisse <sup>2)</sup>	nein, keine Info	Ereignisse ja, Doku unpräzise	ja
Makroporenanalysen	nein, unbekannt		ja
Infiltrationsanalysen	nein	-	ja
Bodenfeuchteanalysen	nein	vereinzelt, exemplarisch	Messreihen
Beregnungsversuche	nein	-	ja
Publikationen, Berichte	nein	Kurzberichte, Diplomarbeiten	Projektberichte, Dissertationen, Bücher, Fachartikel
durchgeführte Erosionsmodellierung??	nein	Teilflächen	Gesamtfläche
Datenzugang	keiner-schwierig: kaum Kenntnisträger, keine Datenpflege	wahrscheinlich: dezentrale Kenntnisträger u. Datenhaltung	gut: Zentraler Kontakt, teils m. Datenpflege, teils zugesichert

1) ohne Relief, nach Expertenbefragung und BÜK1000 2) Niederschlag, Abfluss 3) im Weinbau nur bedingt aussagekräftig

# Modellstandorte - Bewertungsmatrix

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Auswahlkriterium	Untersuchungs-Standort																																	Ideal-Standort
	Bayern							Baden-Württemberg						Rheinland-Pfalz																				
	111	112	113	120	131	132	141	142	210	220	230	241	242	250	311	320	330	340	350	360	371	372	381	382	383									
	BY- Vergleichsfläche MA	BY- Vergleichsfläche FP	BY- Vergleichsfläche GR	BY-Versuchsgut Scheyern	Eixendorfer Stausee	BY- Drachensee	BY- Vils	BY- Rott	BW- Gondelsheim	BW- Schwaigern	BW- Weiherbach	BW- Efringen-Kirchen	BW- Friesehnheim	BW- Eisenz	RP-Niersteiner Horst	RP-Gailsbach	HE-Kloster Eberbach bei RP	RP-Mertesdorf	RP-südl. Trier	RP-Rodenbach	RP-Gerhardsbrunn	RP-Mittelbrunn	RP-Föhren	RP-Sehlem	RP-Dörsbach									
Bodenbedingtes Erosionsrisiko <sup>1)</sup>	0	2	0	1	0	0	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2								
Größe des Einzugsgebietes	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Anteil Acker	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2								
Dokumentierte Bewirtschaftung	2	2	2	2	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	2	0	1	1	1	1	1	1	2								
Landschaftsausschnitt	0	0	0	1	0	0	2	2	0	2	2	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Parzellenabtrag, Messung	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2								
Parzellenabfluss, Messung	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	1	2	0	2	0	0	0	0	0	2								
Gebietsabfluss, Messung	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	2	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Gebietsaustrag, Messung	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Bodenkarte <sup>3)</sup>	1	2	1	2	2	1	1	1		2	2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2									
Leitbodenbeschriebe	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2								
Niederschlagstationen, Entfernung	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2								
Niederschlagstationen, Anzahl	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2								
Niederschlagsmessungen 1970-2000	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2								
Dokumentierte Extremereignisse <sup>2)</sup>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	1	1	1	1	2								
Makroporenanalysen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Infiltrationsanalysen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Bodenfeuchteanalysen	0	0	0	2	1	1	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	2								
Beregnungsversuche	0	0	0	2	2	2	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	2	2	2	2								
Publikationen, Berichte	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2								
durchgeführte Erosionsmodellierung??	0	0	0	2	0	0	2	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2								
Datenzugang	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1	2								
Summe	12	15	12	33	15	14	18	17	17	31	37	18	19	26	13	13	20	19	14	16	14	14	15	15	15	44								

## ■ ■ ■ Zusammenfassung

### Bewertung von:

#### 13 Klimamodellen

- Ergebnis: Modellierung mit **COSMO-CLM** aufgrund
- hoher Raum- und Zeitauflösung (1 km, 15 min)
  - Berechnung konvektiver Ereignisse

#### 17 Erosionsmodellen

Ergebnis: Modellierung mit **LISEM** zwecks Abbildung von Erosion und Abfluss auf den Modellstandorten / Kleineinzugsgebieten

#### 25 Modellstandorten

Ergebnis: Abschätzung des Erosionsrisikos und Modellvalidierung auf den Standorten **Scheyern (BY)**, **Weierbach (BW)** und **Mertesdorf (RP)**



Scheyern (Foto: N. Billen)



## Stufe II Exemplarische Erosionsmodellierung

### *Klimamodellierung*

#### *Statistisch-dynamisches Downscaling mit CCLM Version 4.8*

- *Simulation mit CCLM in einer Auflösung von 7 km, 1h für eine Klimaperiode (30 Jahre, 1970-2000 und 2011-2040) für das ganze KliWa-Gebiet*
- *kürzere Perioden mit erosionsrelevanten Ereignissen ermitteln (nur Modellgebiete, je drei Ereignisse für die Retrospektive und Zukunft)*
- *diese kürzeren Ereignisse mit einer höheren Auflösung (1 km, 15 min) simulieren und die Ergebnisse als Inputdaten für die Erosionsmodellierung verwenden (nur Modellgebiete)*



## **Stufe II Exemplarische Erosionsmodellierung**

### *Datenaufbereitung Modellstandorte / Erosionsmodellierung*

- *Managementinformationen sammeln, systematisieren*
- *weitere Standort-, Boden-, und Gebietsinformationen sammeln*
- *Datenlücken schließen*
- *Parametrisierung der Eingabedaten*
- *Datenvorprozessierung*
- *Modellläufe*
- *Auswertung und Hochrechnung des Bodenabtrags*





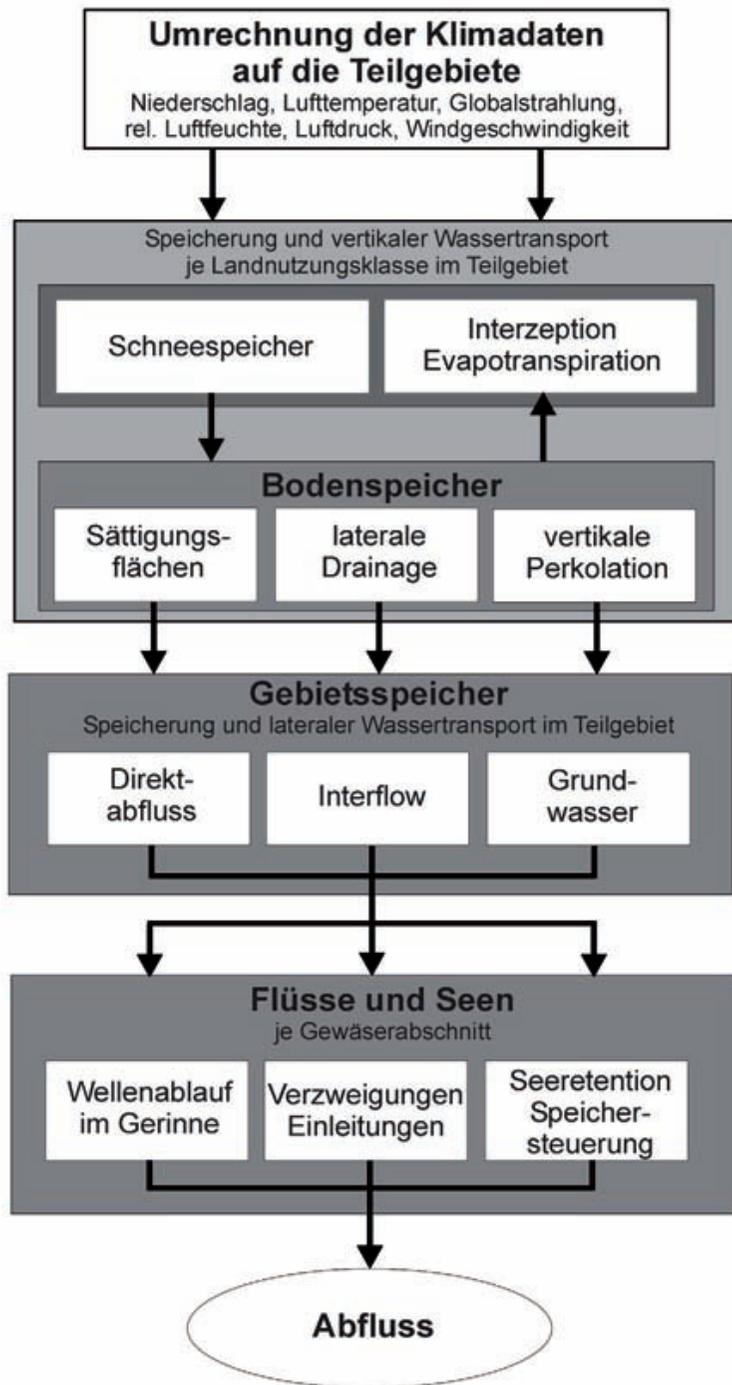
**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

## Modelstandorte - Auswahl

Nr. / Bundesland Standort	Projekt	Dauer	Größe	Klimastationen	Gebietsaustrag	Parzellen-abtrag	Modellierung (Modell)
120 / BY Scheyern	FAM	1990-2003	80 ha + 70 ha	2 eigene + 1 ext.<10 km	ja	in situ + Versuch	TOPSIM
230 / BW Kraichgau (Neuenbürg)	Weierbach	1992-2000	680 ha	Eigene	ja	in situ + Versuch	TOPSIM, CATFLOW
340 / RP Mertesdorf bei Trier	Daueruntersuchungen	1975-1995	Parzellen <1ha (EZG ~225 km <sup>2</sup> )	eigene + 3 ext.<10 km	ja, LUWG-Pegel	in situ + Versuch	nein

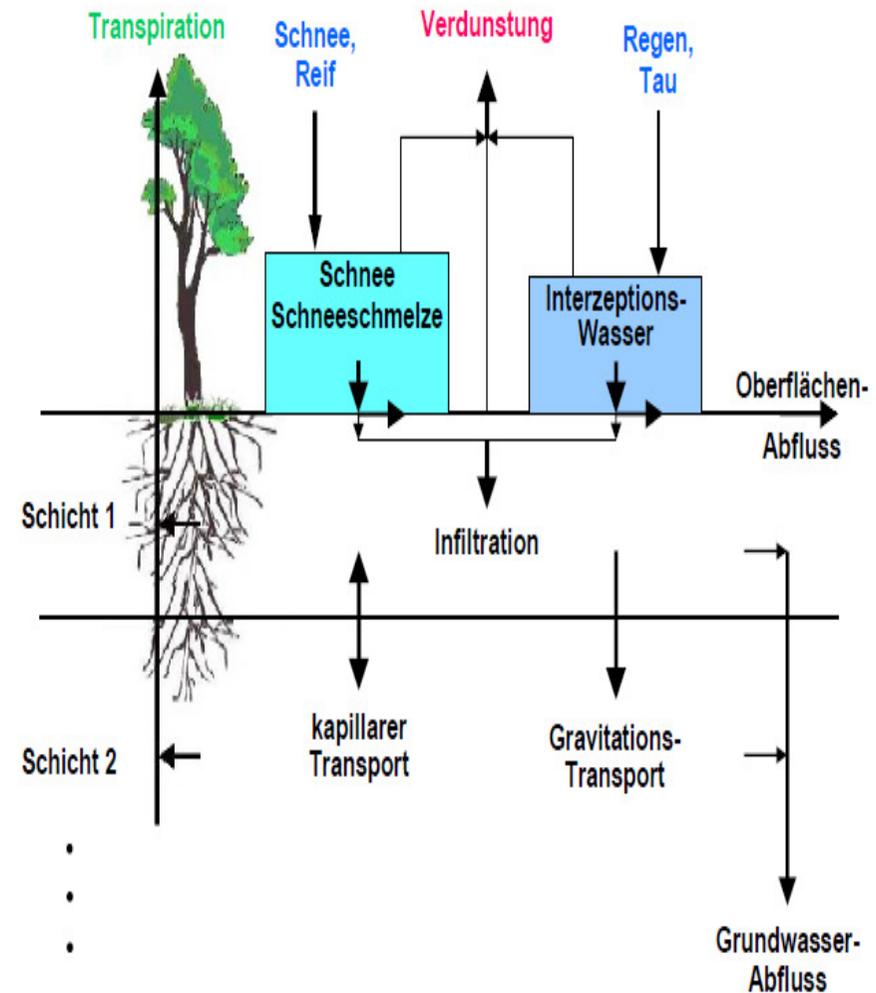


Baden-Württemberg



## Mehrschicht-Bodenmodell im COSMO-Modell

### Wasserbilanz



# Mehrschicht-Bodenmodell im COSMO-Modell

## Schichtstruktur

