



LARSIM-NA für hydrologische Bemessungsaufgaben

Florian Köck, Dr.-Ing. Wolfgang Rieger, Dirk Aigner, Annette Luce



Ausgangslage

Hydrologische Bemessung ➔ verschiedene Werkzeuge je nach
Datenverfügbarkeit und Situation

Pegelstatistik, Hochwasserlängsschnitt, Spendendiagramme,
Statistische Regionalisierung, **N-A-Modelle**

Möglichkeiten der Zusammenführung von (N-A-)Modellen
zur Vorhersage und zur hydrologischen Bemessung?

➔ Einsatz in größeren EZG, Synergien



Kontext und Gliederung

- Bellinger (2017) ➔ Vorschläge zur flächendifferenzierten Parametrisierung der Abflussbildung (SCS) und der Abflusskonzentration (EGL)
- Rieger et al. (2018) ➔ Modellvergleich (WaSiM, EGL-X, LARSIM-NA) Fokus auf kleine Einzugsgebiete und Sturzfluten
- ➔ Verfahren zur Abflussbildung nach Lutz und SCS als (neue) Optionen in LARSIM-NA mit Möglichkeit zur LARSIM-eigenen Parametrisierung anhand Gebietsdaten
- ➔ Beispiel einer Anwendung in Verbindung mit Option *BEMESSUNG*

Abflussbildung in LARSIM-NA

- Abflussbeiwert-Verfahren
- Phi-Index-Verfahren
- Verfahren nach Koehler (Koehler 1971)
- Verfahren nach Horton (Horton 1937)
- SCS-Verfahren (Soil Conservation Service 1985)
- Verfahren nach Lutz (Lutz 1984)
- Abflussbeiwertfunktion



Gemeinsame Merkmale (neues) SCS- und Lutz-Verfahren

- Räumliche Differenzierung in LARSIM-NA mittels <utgb.dat>
LN-Nr siehe <lanu.par>, hydrologische Bodenklasse, Lutz-Parameter
- Parametrisierung vorgebbar <tape35>, Lutz auch: <utgb.dat>
 LARSIM-intern ableitbar <utgb.dat>, Einzelparameter
- Abflussbeiwert zeitlich konstant
 zeitlich variabel
- Jeweils Option zur Parameteroptimierung
- Gemeinsame Option zur Ausgabe flächengewichtet gemittelter
Parameter (z.B. <cn-tgb.csv> und <cn-pkb.csv>)

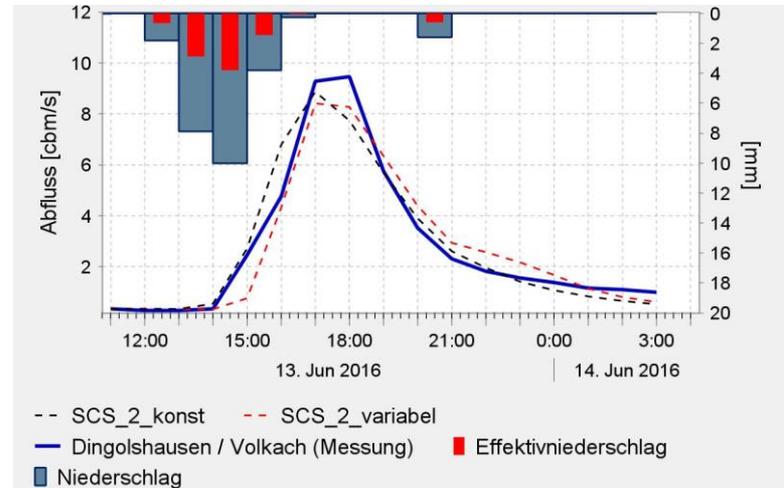
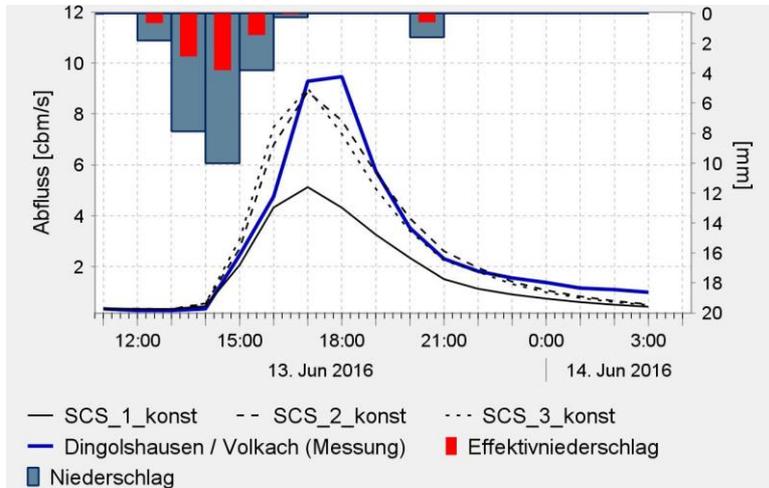
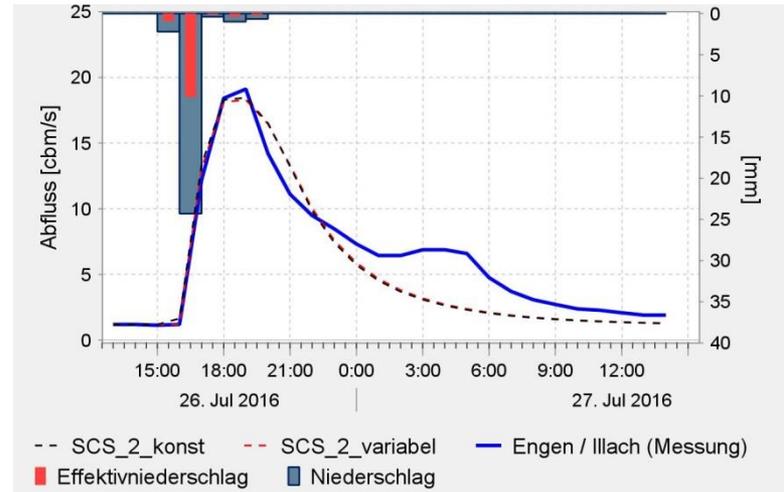
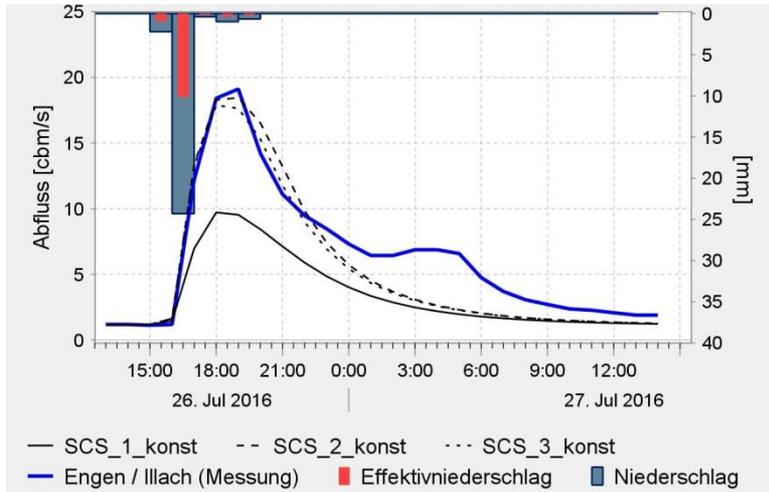


Testsimulationen und Auswertungen

- Modelle für Pegel an Illach, Kleiner Regen, Volkach ($A < 50\text{km}^2$)
- Aneichung an HW-Ereignis (A, EQI, EQD, EKM und EKR/EKL) mit bestehendem Abflussbeiwert-Verfahren
- Test der neuen Verfahren (SCS, Lutz) mit
 - zeitlich konstantem bzw. variablem Abflussbeiwert
 - Vorgegebener bzw. abgeleiteter Parametrisierung
 - Optionen zur Optimierung
 - Ausgabe der flächengewichtet gemittelten Parameter
- Einfache Sensitivitätsanalyse der neuen Parameter in <tape35>
- Vergleich abgeleiteter Parameter LARSIM-NA und EGL-X

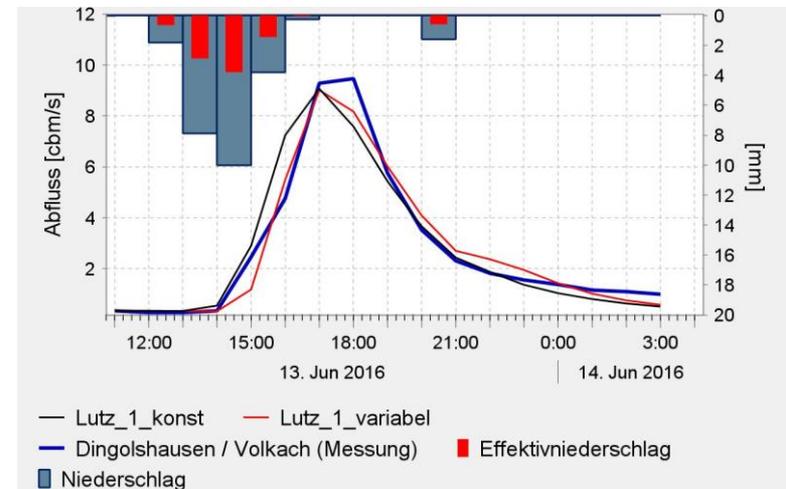
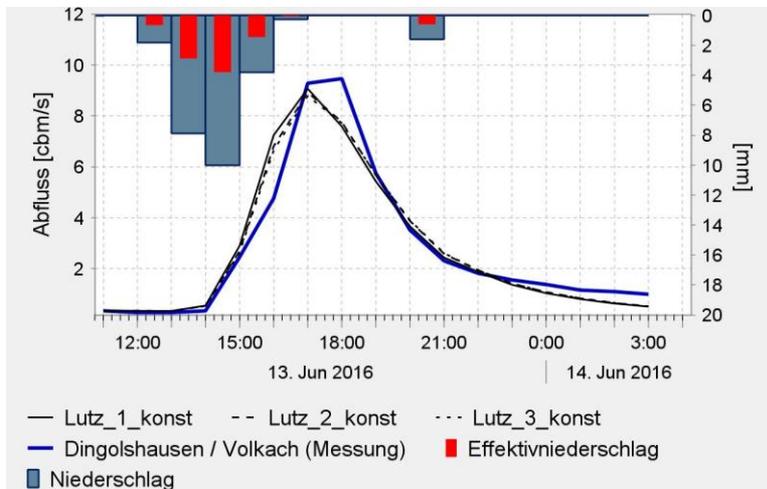
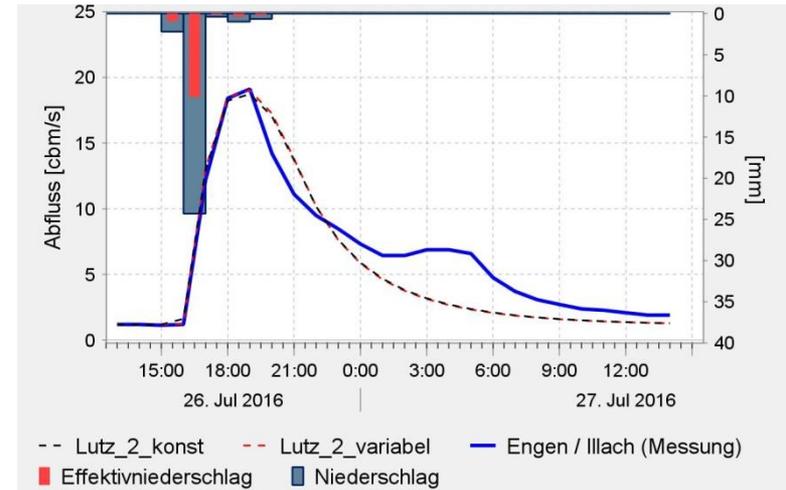
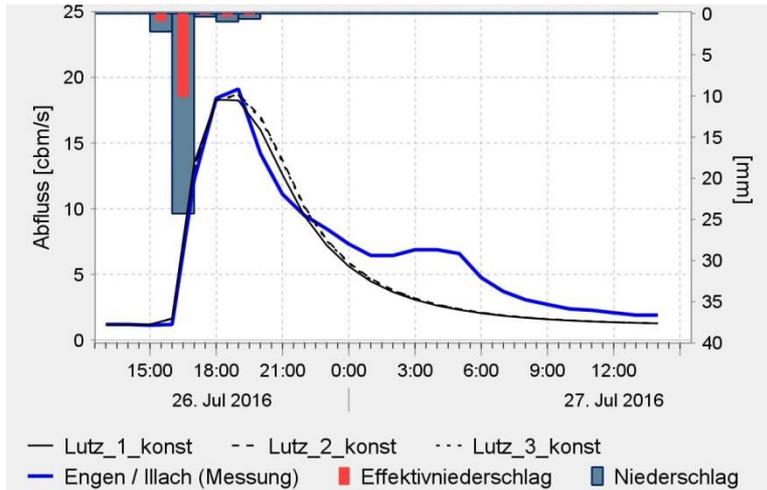
Ergebnisse SCS-Verfahren

- SCS_1: Ableitung CN-Wert mit BF=2
- SCS_2: Vorgabe CN-Wert
- SCS_3: Ableitung CN-Wert mit BF=3

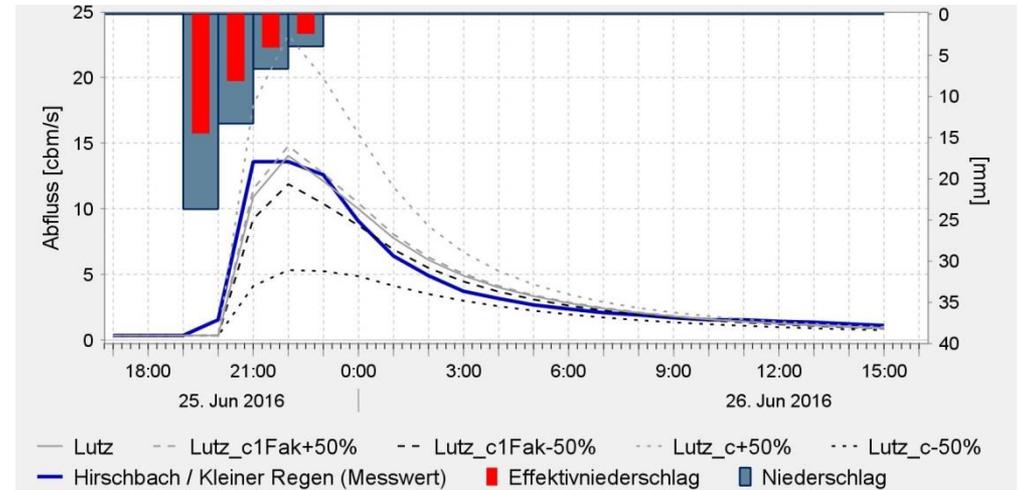
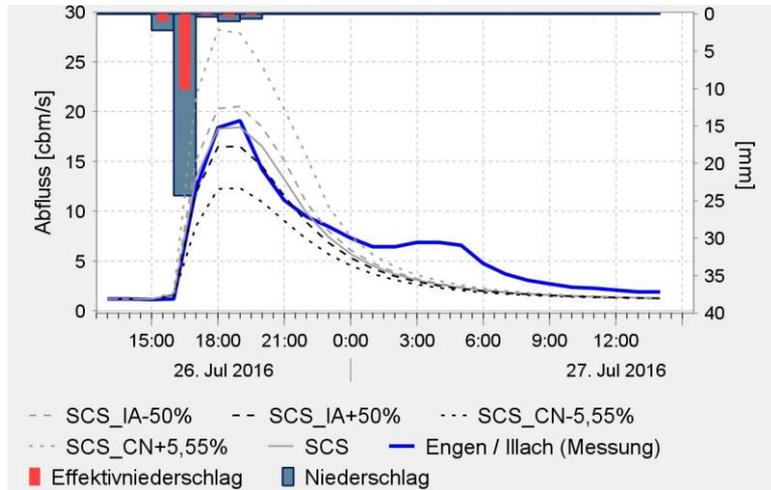


Ergebnisse Lutz-Verfahren

- Lutz_1: Ableitung Lutz-Parameter inkl. c
- Lutz_2: Ableitung Lutz-Parameter bei Vorgabe c
- Lutz_3: Verwendung Defaultwerte und Vorgabe c



Sensitivitätsanalyse und Parametervergleich

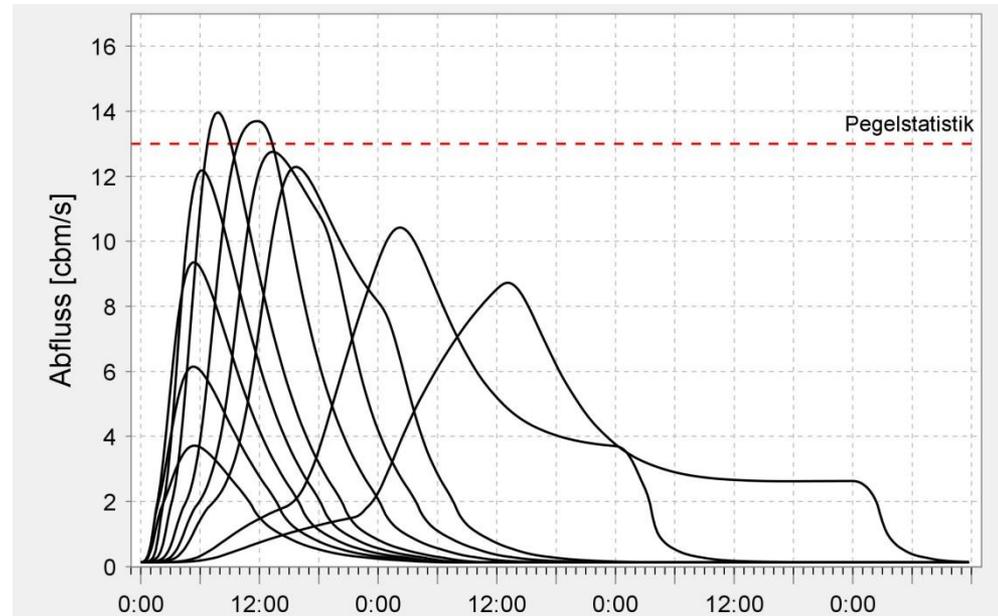


- Abgeleitete Parameter (LARSIM bzw. EGL-X) stimmig

Beispiel Bemessung

- *PSI NACH LUTZ*
- *PSI-VERLAUF NACH LUTZ*
- *LUTZ-PARAMETER ABLEITEN*

<tape35>: Lutz_c1, QBSP, PN, PK aus
angepasstem EGL-X Modell



- *BEMESSUNG*
- *N-VERTEILUNG MITTENBETONT*

KOSTRA2010R

(T = 100a, D = 0,25h; 0,5h; 1h; 3h; 6h; 12h; 18h; 24h; 48h; 72h)

Beispiel Bemessung

- *PSI NACH LUTZ*
- *PSI-VERLAUF NACH LUTZ*
- *LUTZ-PARAMETER ABLEITEN*

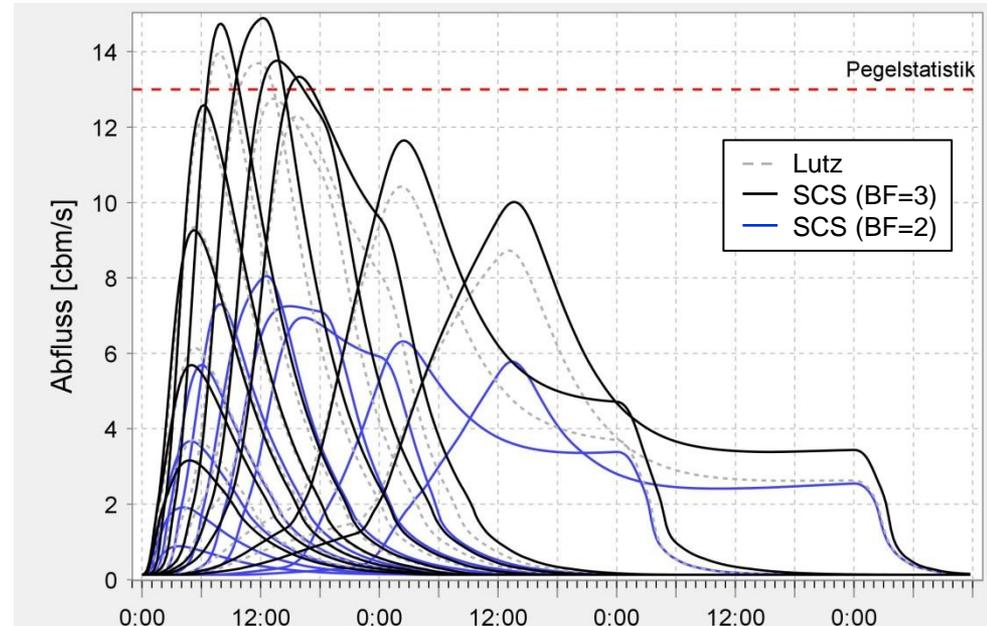
<tape35>: Lutz_c1, QBSP, PN, PK aus angepasstem EGL-X Modell

- *PSI GEGEBEN*
- *PSI AUS CN-WERT*
- *PSI-VERLAUF NACH SCS*
- *SCS_IA=0,2; BF=3 (bzw. 2)*

- *BEMESSUNG*
- *N-VERTEILUNG MITTENBETONT*

KOSTRA2010R

(T = 100a, D = 0,25h; 0,5h; 1h; 3h; 6h; 12h; 18h; 24h; 48h; 72h)





Zusammenfassung und Ausblick

- Verfahren zur Abflussbildung nach Lutz und SCS als (neue) Optionen in LARSIM-NA mit Möglichkeit zur LARSIM-eigenen Parametrisierung anhand Gebietsdaten
- Über LARSIM abgeleitete Parameter stimmig im Vergleich mit solchen aus bestehenden Bemessungsmodellen
- Komfortable Optionen für Bemessungs-Funktionalität in LARSIM-NA (wie WHM) und realistische Anwendung bei bestehenden Modellen
- Neues Projekt (nicht LARSIM-spezifisch) zur Regionalisierung von Parametern für Niederschlag-Abfluss-Modellen für die Bemessung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Definition der hydrologischen Bodenklassen

A (großes Versickerungsvermögen),

B (mittleres Versickerungsvermögen),

C (geringes Versickerungsvermögen) und

D (sehr geringes Versickerungsvermögen)

Tab. 5: Hydrologische Bodenklassen (MANIAK, 2005 und THÜRKOW, 2002)

Gruppe	Bodenart	Bodeneigenschaften	kf [cm/d]
A	<i>Tiefgründige Sand- und Kiesböden, tiefgründige Lehme und aggregierte Schluffböden.</i>	<i>Hohe Infiltrationsraten auch bei gründlicher Durchfeuchtung, hoher kf.</i>	<i>> 18</i>
B	<i>Flachgründige Lößböden und sandige Lehme.</i>	<i>Mäßige Infiltrationsraten, mäßiger kf.</i>	<i>≥ 18 bis > 9</i>
C	<i>Böden mit mäßig feiner bis feiner Textur (tL), flachgründige sL, hoher Gehalt an organischem Material, hoher Tongehalt. Böden mit Stauschichten.</i>	<i>Geringe Infiltrationsraten, geringer kf.</i>	<i>≥ 9 bis > 3</i>
D	<i>Böden die quellen, Tone, sowie einige Salzböden und Böden mit permanent hohem Grundwasserspiegel.</i>	<i>Sehr geringe Infiltrationsraten, sehr geringer kf.</i>	<i>≤ 3</i>



SCS-Verfahren: LARSIM-interne Ableitung der Parameter

Landnutzung	BF = 1				BF = 2				BF = 3			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Siedlung	44	59	66	72	54	72	79	84	66	83	89	92
Siedlung, dicht	74	81	84	87	79	87	90	93	84	92	95	96
Siedlung, locker	40	55	64	70	50	69	78	83	64	82	89	92
versiegelt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Acker	44	57	69	75	64	76	84	88	81	89	93	95
Weinbau	50	63	73	78	70	80	87	90	85	91	95	96
Obstbau	12	35	50	59	25	55	70	77	44	74	85	89
unbewachs. Boden	59	72	80	86	77	86	91	94	89	94	97	98
Gletscher	59	72	80	86	77	86	91	94	89	94	97	98
Gruenland, inten.	30	49	61	69	49	69	79	84	69	84	91	93
Feuchtfleachen	15	38	51	60	30	58	71	78	50	76	86	90
Gruenland, exten.	15	38	51	60	30	58	71	78	50	76	86	90
Brachfleachen	15	38	51	60	30	58	71	78	50	76	86	90
Feuchtfleachen	15	38	51	60	30	58	71	78	50	76	86	90
locker baumbest.	12	35	50	59	25	55	70	77	44	74	85	89
Nadelwald	12	32	42	49	26	52	62	69	45	71	79	84
Laubwald	12	32	42	49	26	52	62	69	45	71	79	84
Mischwald	12	32	42	49	26	52	62	69	45	71	79	84
Wasser	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Siedlungsflaechen	74	81	84	87	79	87	90	93	84	92	95	96
Siedlungsfreifl.	40	55	64	70	50	69	78	83	64	82	89	92
Industrie	74	81	84	87	79	87	90	93	84	92	95	96
Verkehr	74	81	84	87	79	87	90	93	84	92	95	96

BF in der obigen Tabelle steht für den Bodenfeuchtezustand laut Einzelparameter **BODENFEUCHTE BF**. Ist dieser nicht explizit als Einzelparameter in der Datei <tape10> definiert, gilt der Default-Wert BF = 2.

A, B, C und D in der obigen Tabelle stehen für den bodenhydrologischen Typen entsprechend <utgb.dat>.

Die Bezeichnungen für die Landnutzung beziehen sich auf die Angaben in der <lanu.par>. Für die programminterne Ableitung des CN-Werts werden nur die in der obigen Tabelle angegebenen Landnutzungen unterstützt.

Die CN-Werte für die Landnutzung "Feuchtfleachen" entsprechen hier denen der Landnutzung "Gruenland, exten." und sind mit Unsicherheiten behaftet, da sich Feuchtfleachen sowohl durch ein hohes als auch ein geringes Wasserspeichervermögen in Abhängigkeit, ob es sich um ein Hoch- oder Niedermoor bzw. um eine entwässerte oder natürliche Fläche handelt, auszeichnen kann.

Die UTGB-spezifischen CN-Werte werden für die Berechnung auf die TGB flächengewichtet gemittelt. Mithilfe der Option **AUSGABE UTGB-MITTELWERTE** können die flächengewichteten CN-Werte für die TGB in die Datei <cn-tgb.csv> und für die Pegelkontrollbereiche gemittelt in die Datei <cn-pkb.csv> ausgegeben werden.



Lutz-Verfahren: LARSIM-interne Ableitung der Parameter

Landnutzung	Endabflussbeiwert c				Parameter c2	Anfangsverlust Av			
	A	B	C	D	A/B/C/D	A	B	C	D
Siedlung	0.43	0.65	0.76	0.81	2.0	5.1	3.2	1.9	1.5
Siedlung, dicht	0.74	0.84	0.89	0.91	2.0	2.9	2.0	1.4	1.3
Siedlung, locker	0.38	0.63	0.74	0.80	2.0	5.4	3.3	1.9	1.6
versiegelt	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Acker	0.54	0.70	0.80	0.85	4.6	7.0	4.0	2.0	1.5
Weinbau	0.62	0.75	0.84	0.88	4.6	7.0	4.0	2.0	1.5
Obstbau	0.17	0.48	0.66	0.77	4.6	8.0	5.0	3.0	2.5
unbewachs. Boden	0.71	0.83	0.89	0.93	0.0	7.0	4.0	2.0	1.5
Gletscher	0.71	0.83	0.89	0.93	0.0	7.0	4.0	2.0	1.5
Gruenland, inten.	0.34	0.60	0.74	0.80	2.0	7.0	4.0	2.0	1.5
Feuchtfleachen	0.10	0.46	0.63	0.72	2.0	7.0	4.0	2.0	1.5
Gruenland, exten.	0.10	0.46	0.63	0.72	2.0	7.0	4.0	2.0	1.5
locker baumbest.	0.17	0.48	0.66	0.77	4.6	8.0	5.0	3.0	2.5
Nadelwald	0.17	0.48	0.62	0.70	2.0	8.0	5.0	3.0	2.5
Laubwald	0.17	0.48	0.62	0.70	4.6	8.0	5.0	3.0	2.5
Wasser	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mischwald	0.17	0.48	0.62	0.70	2.0	8.0	5.0	3.0	2.5
Siedlungsflaechen	0.74	0.84	0.89	0.91	2.0	2.9	2.0	1.4	1.3
Siedlungsfreifl.	0.38	0.63	0.74	0.80	2.0	5.4	3.3	1.9	1.6
Industrie	0.74	0.84	0.89	0.91	2.0	2.9	2.0	1.4	1.3
Verkehr	0.74	0.84	0.89	0.91	2.0	2.9	2.0	1.4	1.3

A, B, C und D in der obigen Tabelle stehen für den bodenhydrologischen Typen entsprechend [<utgb.dat>](#).

SCS-Verfahren

$$N_{\text{eff}} = f(N_{\text{sum}}, \text{CN}, I_a)$$

- *PSI AUS CN-WERT, PSI-VERLAUF NACH SCS*

Curve-Number <tape35> oder Ableitung aus <utgb.dat>, <tape10>
CN = f(LN, hydrol. Bodenklasse, Bodenfeuchte)

Anfangsverlust Default oder <tape35>

- Optimierung Anfangsverlust mit *SCS_IA-VARIATION*
- *AUSGABE UTGB-MITTELWERTE*



Lutz-Verfahren

$$N_{\text{eff}} = f(N_{\text{sum}}, A_{v,u}, V_A, c, c_1, c_2, q_B, WZ) \\ + \text{Defaultwerte}$$

- *PSI NACH LUTZ, PSI-VERLAUF NACH LUTZ*

Max. Endabflussbeiwert	<tape35> oder Ableitung aus <utgb.dat> $c = f(\text{LN}, \text{hydrol. Bodenklasse})$
Faktor Jahreszeiteinfluss, Anfangsverlust unv.	Default oder Ableitung aus <utgb.dat> $c_2, A_{v,u} = f(\text{LN}, \text{hydrol. Bodentyp})$
Versiegelungsgrad	<utgb.dat> oder Ableitung aus <utgb.dat> $V_A = f(\text{LN})$
Gebietsspez. Faktor	<tape35>, <utgb.dat> oder Default



Lutz-Verfahren

$$N_{\text{eff}} = f(N_{\text{sum}}, A_{V,u}, V_A, c, c1, c2, q_B, WZ) \\ + \text{Defaultwerte}$$

- *PSI NACH LUTZ, PSI-VERLAUF NACH LUTZ*

Wochenzahl <tape35> oder Default

Basisabflusspende <tape35> oder aus Messdaten mit
BASISABFLUSS GEMESSEN/MINIMAL

- Optimierung c_1 mit *LUTZ_C1-VARIATION*
- *AUSGABE UTGB-MITTELWERTE*