Analyse der Interzeptionsverdunstung in LARSIM

bei Anwendung unterschiedlicher Berechnungsverfahren

Annette Luce, Ingo Haag
HYDRON GmbH, Karlsruhe

Internationaler LARSIM-Anwenderworkshop
04. Oktober 2022

Inhalt

- Hintergrund und Fragestellung
- LARSIM-Entwicklungen
- Analysen und Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Hintergrund und Fragestellung

Hintergrund:

- Durch Umstellung der Berechnung der Interzeptionsverdunstung von der Option INTERZEPT. [H] PENMAN auf die bereits 2010 eingeführte Option INTERZEPT. PENMAN-MONTEITH erhöht sich die Verdunstung (siehe LARSIM-Hilfe)
- Bei der Kalibrierung von LARSIM-WHM in Hessen durch AQUANTEC erfolgte unter anderem diese Umstellung der Interzeptions-Optionen → Erhöhung der Verdunstung
- In der Folge wurden Korrekturwerte für den Gebietsniederschlag KG über 1,1 verwendet, um eine ausgeglichene Wasserbilanz zu erzielen
- Daher kam die Frage auf, ob die Verdunstung durch Verwendung der Option INTERZEPT. PENMAN-MONTEITH überschätzt wird

→ **Aufgabenstellung im Auftrag des HLNUG**:

- LARSIM-Modellanpassung: Differenzierte Ausgabe der Verdunstungs-Anteile (Transpiration, Interzeptionsverdunstung)
- Exemplarische Analyse der Verdunstungs-Anteile und Bewertung der Plausibilität insb. der Interzeptionsverdunstung

LARSIM-Entwicklungen

Hintergrund:

- Bis 2009 Verdunstungsberechnung grundsätzlich auf Tageswertbasis → Interzeptionsverdunstung mit Penman
- Im Februar 2010 Umstellung der Verdunstungsberechnung auf Stundenwertbasis (stundengenaue Ausgabe der Zustandsdatei zum VZP → Reduktion der Rechenzeit bei Ensemble-Vorhersagen durch Abkopplung der Simulation von der Vorhersage)
- Interzeptionsverdunstung nun nach Penman-Monteith (ohne Stomatawiderstand), da durch Berücksichtigung der vegetationsspezifischen Turbulenz realistischer als Evaporation von ebener Wasserfläche
- Durch Umstellung Erhöhung der Verdunstung → 2010 entsprechender Hinweis in Online-Hilfe

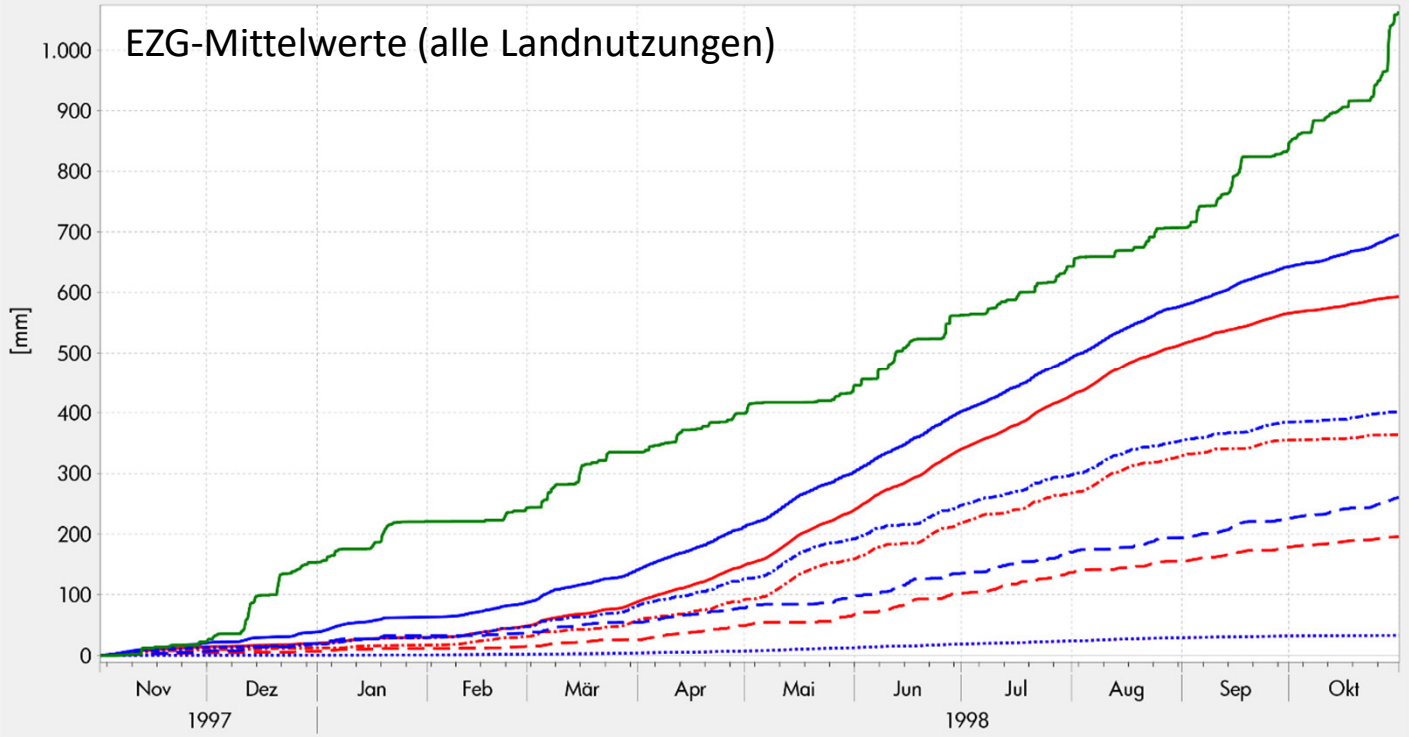
Aktuelle LARSIM-Weiterentwicklungen (Revision 1046.4): :

- Bisher nur Ausgabe von Gesamtverdunstung (EVSU) und potentieller Verdunstung von Wasserflächen (EVWA) möglich
- Erweiterung um Ausgabe von Zeitreihen für Interzeptionsverdunstung (EVIN) und Transpiration (EVTR) auf der Ebene
  - der Teilgebiete (AUSGABE VERDUNSTUNG)
  - der Landnutzungen eines Unterteilgebiets (AUSGABE DETAILLIERT)
  - der Landnutzungen eines Teilgebiets (AUSGABE LANU-MITTELWERTE)
  - der Pegelkontrollbereiche (PKB-MITTELWERTE)
  - der Einzugsgebiete (EZG-MITTELWERTE)
- Für PKB und EZG zusätzliche Ausgabe der pot. Verdunstung von Wasserflächen EVWA
- Erweiterung <mittelausgaben.str> um Datenarten EVTR, EVIN und EVWA

Analysen: Untersuchungsgebiet

- Exemplarische Berechnung
- Einzugsgebiet der Fils in Baden-Württemberg
- Kopf-EZG Salach/Fils (WHM Neckar)
- Charakteristisches EZG mit unterschiedlichen Landnutzungen
- Hydrologisches Jahr 1998
- Jahres-Niederschlag 1064 mm:
  Charakteristischer Wert für Mittelgebirgs-EZG in Süddeutschland

Analysen: EZG-Mittelwerte



Niederschlag

Penman-Monteith
Penman

Gesamt-Verdunstung

Penman-Monteith
Penman

Transpiration

Penman-Monteith
Penman

Interzeptions-Verdunstung

Evaporation von Wasserflächen

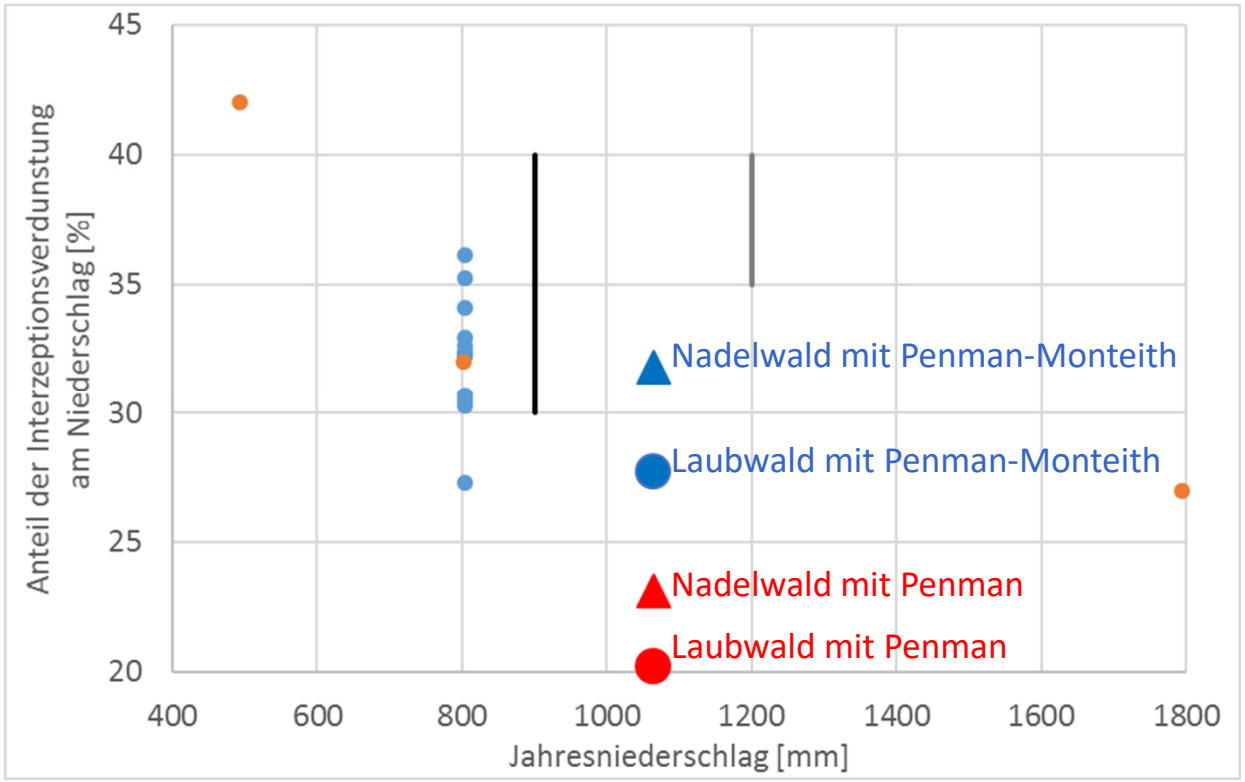
- Realistische Aufteilung der Verdunstungs-Anteile
- Durch Umstellung auf Stundenwerte + Penman-Monteith deutliche Erhöhung der Interzeptions-Verdunstung
- Mäßige Erhöhung der Transpiration
- In Summe deutliche Erhöhung der Gesamtverdunstung

Analysen: Landnutzungsspezifische Ergebnisse

		Anteil der Verdunstung am Niederschlag [%]		
		Interzeption	Transpiration	Gesamtverdunstung
EZG-Mittel	Penman	18.4	34.1	55.7 !
	Penman-Monteith	24.5	37.7	65.3
Laubwald	Penman	20.2	43.9	64.2
	Penman-Monteith	27.7 !	47.0	74.7
Nadelwald	Penman	23.1	37.6 ?	60.8
	Penman-Monteith	31.8	21.3	62.5

- Anteil der der Gesamtverdunstung am Niederschlag liegt bei beiden Ansätzen im plausiblen Bereich (ca. 2/3)
- Mit Penman-Monteith wird Anteil der der Interzeptions-Verdunstung für Wälder auf ca. 30% erhöht
  → Ist das plausibel?
- Transpiratin bei Nadelwäldern wird deutlich reduziert
  → Ursache, Plausibilität?

Analysen: Interzeption im Vergleich mit experimentellen Studien



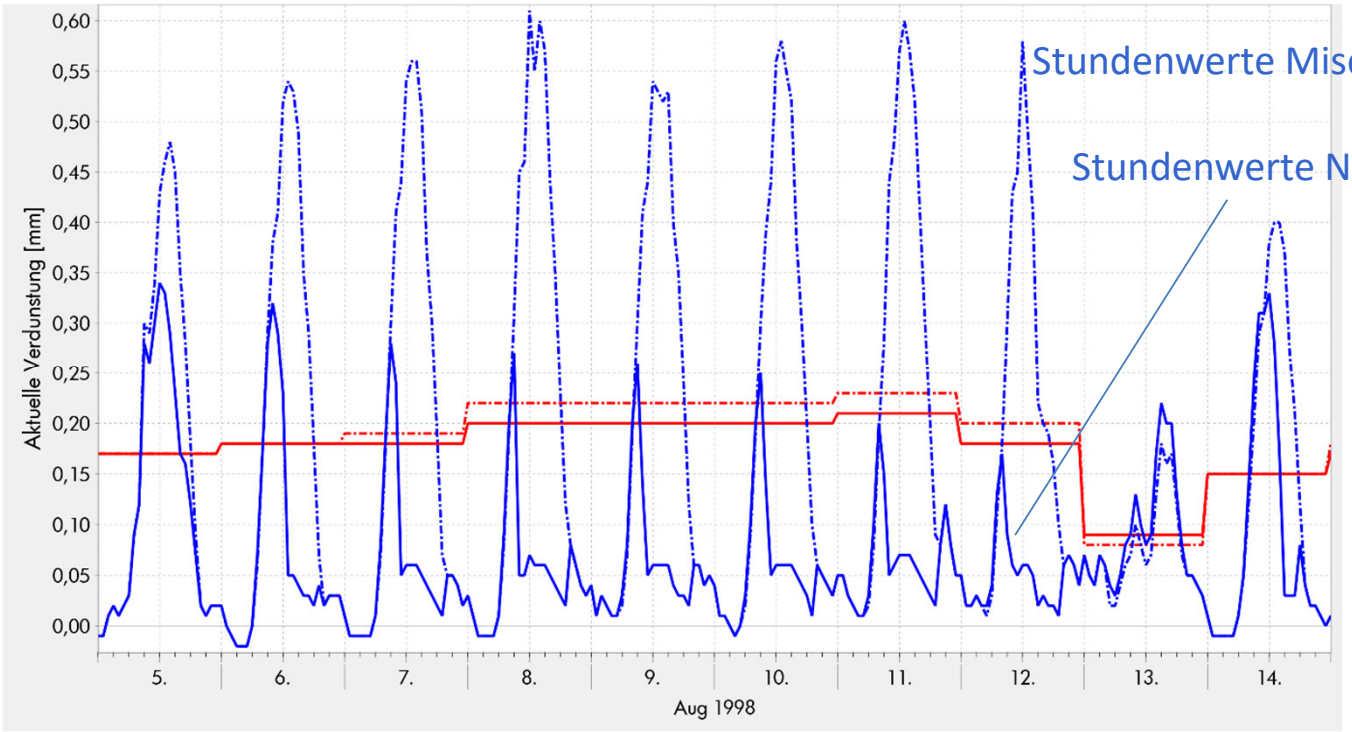
- Krämer & Hölscher 2009: Experimentell für Buchenmischbestände in Thüringen
- Gash et al. (1980): Experimentell für Nadelwälder in England
- Maidment 1993: Wertebereich anhand von Literaturdaten für Wälder in Großbritannien
- Baumgartner & Liebscher 1990: Wertebereich anhand von Literaturdaten für Nadelwälder in Deutschland

- Interzeptionsverdunstung mit Penman-Monteith im Wertebereich experimenteller Studien
- Mit Penman eher Unterschätzung der Interzeptionsverdunstung
- Aber große Streuung der Literaturdaten je nach Bestandsdichte usw.

→ Durch Umstellung auf INTERZEPT. PENMAN-MONTEITH keine unrealistisch hohe Interzeptionsverdunstung

→ Eher Erhöhung in zu erwartenden Wertebereich

Analysen: Reduktion der Transpiration bei Nadelwäldern?



Stundenwerte Mischwald

Stundenwerte Nadelwald: Häufige Reduktion der Transpiration am Mittag und Nachmittag

Tageswerte Nadel- und Mischwald

- Bei Nadelwald wird in LARSIM der Oberflächenwiderstand für Transpiration bei Sättigungsdefiziten > 20 hPA von 70 s/m auf 10.000 s/m erhöht (Thompson et al. 1981)
- Durch Berücksichtigung des Tagesgangs für die Klimaparameter kommt es im Sommer in den Mittags- und Nachmittagsstunden häufiger zum Überschreiten des Schwellenwerts als bei Anwendung von Tagesmittelwerten
- Schwellenwert für Berechnung auf Stundenwertbasis geeignet? / Für Mischwald zumindest teilweise Reduktion notwendig?

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung:

- Höhe der Interzeptionsverdunstung bei stundenwertbasierter Simulation mit INTERZEPT. PENMAN-MONTEITH realistischer als bei tageswertbasierter Simulation mit INTERZEPT. [H] PENMAN
- Gesamtverdunstung liegt mit beiden Ansätzen im plausiblen Bereich
- Häufige, starke Reduktion der Transpiration in Nadelwäldern bei stundenwertbasierter Simulation erscheint fraglich

Vorschlag zum weiteren Vorgehen:

- Auswertung aller aktuellen und zurückliegenden Modellkalibrierungen mit stundenwertbasierter Verdunstungsberechnung und INTERZEPT. PENMAN-MONTEITH
  - → Wird die Bilanz systematisch unterschätzt?
  - → Ist Überschätzung der Verdunstung (Transpiration) Ursache dafür?
- Falls ja, perspektivisch Analyse und Verbesserung der (stundenwertbasierten) Verdunstungsberechnung (Transpiration)
- In diesem Zusammenhang ggf. auch Überarbeitung der Transpirations-Reduktion von Nadelwäldern + Umgang mit Mischwäldern

Vielen Dank für euer Interesse