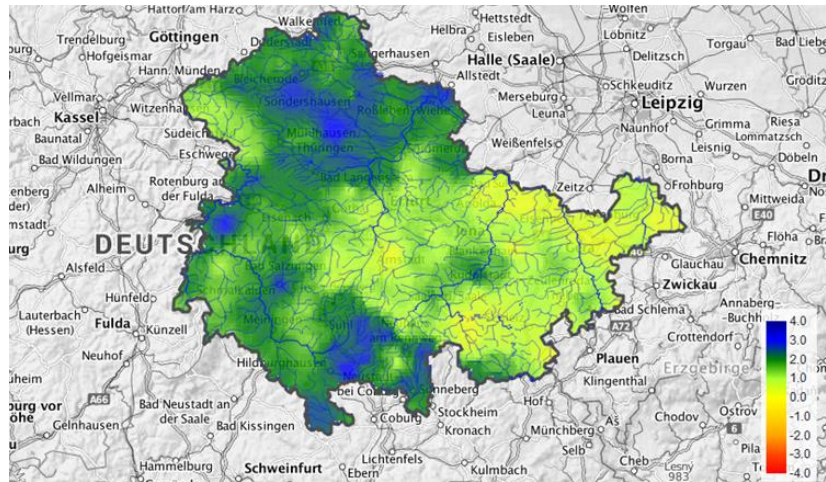


ZWISCHENBERICHT

Dürretrend Thüringen



Thüringer Fernwasserversorgung (TFW)

Projektnummer	WBW 001064-26
Projektname	Modellverifikation J2000g und Talsim
Dokumentversion	v1.1
Datum	09.06.2026

Inhalt

1	VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG	4
2	EINFÜHRUNG	5
2.1	Modelle	6
2.2	Dürre-Indizes.....	9
2.2.1	Standardized Precipitation Index (SPI)	9
2.2.2	Soil Moisture Anomaly (SMA)	9
2.2.3	Standardized Streamflow Index (SSI)	10
2.3	Vorhersagen.....	11
2.4	Datenaufbereitung.....	11
2.5	Dashboard.....	12
3	VERIFIKATION MODELLERGEBNISSE.....	13
3.1	Metriken	13
3.2	Vergleich J2000g – Talsim	15
3.3	Beispielganglinien	19
3.4	Modellverifikation J2000g.....	22
3.5	Modellverifikation Talsim	27
3.6	Pegelauswahl Dashboard.....	32
3.7	Zusammenfassung Modellverifikation.....	32
4	ANHANG	34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anthropogene Beeinflussung der Vergleichspegel.....	15
Tabelle 2: Vergleich Metriken J2000g und Talsim.....	16
Tabelle 3: Tabelle Modellverifikation und Pegelauswahl Dashboard.....	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der verwendeten hydrologischen Modelle J2000g (rot) und Talsim (grün) in Relation zur Landesgrenze von Thüringen (schwarz).....	6
Abbildung 2: Niederschlagsprodukt HYRAS-DE-PR im Bereich der Modellgebiete (dargestellt sind Monatswerte für Januar 2025; je dunkelblauer desto höher der Niederschlag).....	7
Abbildung 3: Lage der DWD-Klimastationen von denen gemessene Temperaturdaten als Antrieb für das J2000g-Modell verwendet werden	8
Abbildung 4: Lage der DWD-Klimastationen von denen gemessene Temperaturdaten als Antrieb für das Talsim-Modell verwendet werden	8
Abbildung 5: GCFS-EPISODES Vorhersagedaten für Niederschlag (Beispiel) in Relation zu den Modellgebieten (dargestellt sind Tageswerte eines Ensemble-Mitglieds der Januar-Vorhersage 2025 für 02.02.2025; je dunkelblauer desto höher der vorhergesagte Niederschlag).....	11
Abbildung 6: Screenshot des Dashboards (Stand Mai 2025)	13
Abbildung 7: Lage der Vergleichspegel im Talsim Modellgebiet.....	15
Abbildung 8: KGE 2012 – Vergleichspegel	16
Abbildung 9: Korrelation KGE 2012– Vergleichspegel	17
Abbildung 10: Beta KGE 2012– Vergleichspegel.....	17
Abbildung 11: Gamma KGE 2012– Vergleichspegel.....	18
Abbildung 12: NSE - Vergleichspegel	18
Abbildung 13: Logarithmischer NSE (log-NSE) - Vergleichspegel.....	19
Abbildung 14: Ganglinie Luisenthal 9 (ZP TS Ohra).....	19
Abbildung 15: Ganglinie Tambach-Dietharz 9 (ZP)	20
Abbildung 16: Ganglinie Buttstedt.....	20
Abbildung 17: Ganglinie Luisenthal 3 (ZP TS Ohra).....	21
Abbildung 18: KGE 2012 - alle Pegel.....	22
Abbildung 19: KGE 2012 J2000g - Karte Thüringen	22
Abbildung 20: Korrelation J2000g - Karte Thüringen.....	23
Abbildung 21: Beta J2000g - Karte Thüringen.....	24
Abbildung 22: Gamma J2000g - Karte Thüringen	25
Abbildung 23: NSE J2000g - Karte Thüringen.....	26
Abbildung 24: KGE 2012 Talsim - Karte Pilotgebiet	27
Abbildung 25: Korrelation Talsim - Karte Pilotgebiet.....	28
Abbildung 26: Beta KGE Talsim - Karte Pilotgebiet	29
Abbildung 27: Gamma KGE Talsim - Karte Pilotgebiet.....	30
Abbildung 28: NSE Talsim - Karte Pilotgebiet.....	31
Abbildung 29: Pegelauswahl Dashboard.....	32

Abkürzungsverzeichnis

DWD	Deutscher Wetterdienst
GCFS-EPIISODES	Saisonales Vorhersageprodukt des DWD
HYRAS-DE-PR	Niederschlagsprodukt des DWD
KGE	Kling-Gupta-Effizienz 2012
NSE	Nash-Sutcliffe-Effizienz
PBIAS	Prozentualer Bias
SMA	Soil Moisture Anomaly Index
SPI	Standardized Precipitation Index
SSI	Standardized Streamflow Index
TFW	Thüringer Fernwasserversorgung
TLUBN	Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

Dürretrend Thüringen

1 VERANLASSUNG UND AUFGABENSTELLUNG

Im Forschungsvorhaben TASK2 „Operativer Einsatz saisonaler hydro-meteorologischer Vorhersagen mit Wasserbilanz- und Bodenwasserhaushaltsmodellierung zur Anpassung an Trockenheit durch den Klimawandel“¹, gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, bearbeitet von SYDRO Consult GmbH in Zusammenarbeit mit der Thüringer Fernwasserversorgung (TFW) und der Stadt Erfurt im Zeitraum 2020 bis 2023, wurde ein webbasiertes, interaktives Dashboard zur Visualisierung verschiedener Dürre-Indizes für Thüringen entwickelt². Im Dashboard werden Dürre-Indizes für den historischen Zeitraum seit dem Jahr 2000 bis heute, sowie auf Basis von saisonalen Vorhersagen berechnete Indizes für die Zukunft dargestellt.

Während der Projektlaufzeit wurde das Dashboard monatlich mit aktuellen Daten und Vorhersagen aktualisiert. Gemeinsam mit dem Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) wurde das Dashboard im Jahr 2025 weitergeführt und weiterentwickelt, nun unter dem Namen „Dürretrend Thüringen“.

Die Thüringer Fernwasserversorgung (TFW) hat die Fortführung des Dashboards für das Jahr 2026 beauftragt.

¹ Projekthomepage: <https://task.sydro.de>

² Dashboardseite: <https://duerretrend.thueringen.de/>

2 EINFÜHRUNG

Die interaktive Webanwendung **Dürretrend Thüringen** (im Folgenden „Dashboard“ genannt) ermöglicht die Visualisierung von verschiedenen Dürre-Indizes für Thüringen. Das Dashboard ist unter der Adresse <https://duerretrend.thueringen.de> erreichbar.

Es ist ein Produkt entstanden aus dem vom Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU, aktuell BMUKN) geförderten Forschungsvorhaben "Operativer Einsatz saisonaler hydro-meteorologischer Vorhersagen mit Wasserbilanz- und Bodenwasserhaushaltsmodellierung zur Anpassung an Trockenheit durch den Klimawandel" (TASK2).

Mehr Informationen zum Forschungsvorhaben sind auf der Projektwebseite task.sydro.de verfügbar.

Seit Januar 2026 wird die fortlaufende Aktualisierung der Anwendung durch die freundliche Unterstützung der Thüringer Fernwasserversorgung (TFW) ermöglicht und vom Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz (TLUBN) begleitet.

In vorliegendem Bericht wird eine Verifikation und ein Vergleich der Modellergebnisse der beiden hydrologischen Modelle J2000g/Talsim beschrieben. Dazu wurden die auf Basis von Messdaten mit den beiden Modellen berechneten Abflüsse an ausgewählten Pegeln mit beobachteten Abflüssen verglichen und bewertet.

2.1 Modelle

Die Dürre-Indizes werden teilweise auf Basis von mit hydrologischen Modellen berechneten Simulationsergebnissen berechnet. Dabei kommen zwei Modelle bzw. Datensätze zum Einsatz:

- J2000g-Modell³: Dieser Datensatz deckt das gesamte Bundesland Thüringen sowie die stromauf gelegenen Einzugsgebiete in den Nachbarländern ab.
- Talsim-Modell⁴: Dieser Datensatz deckt nur die Einzugsgebiete von Gera und Scherkonde ab ("Pilotgebiet" im TASK2-Vorhaben), hat dafür aber einen höheren Detaillierungsgrad und bildet auch den wasserwirtschaftlichen Betrieb (z.B. Talsperren) im Gebiet ab.

Die räumliche Ausdehnung der beiden Modelle ist in folgender Abbildung 1 dargestellt:

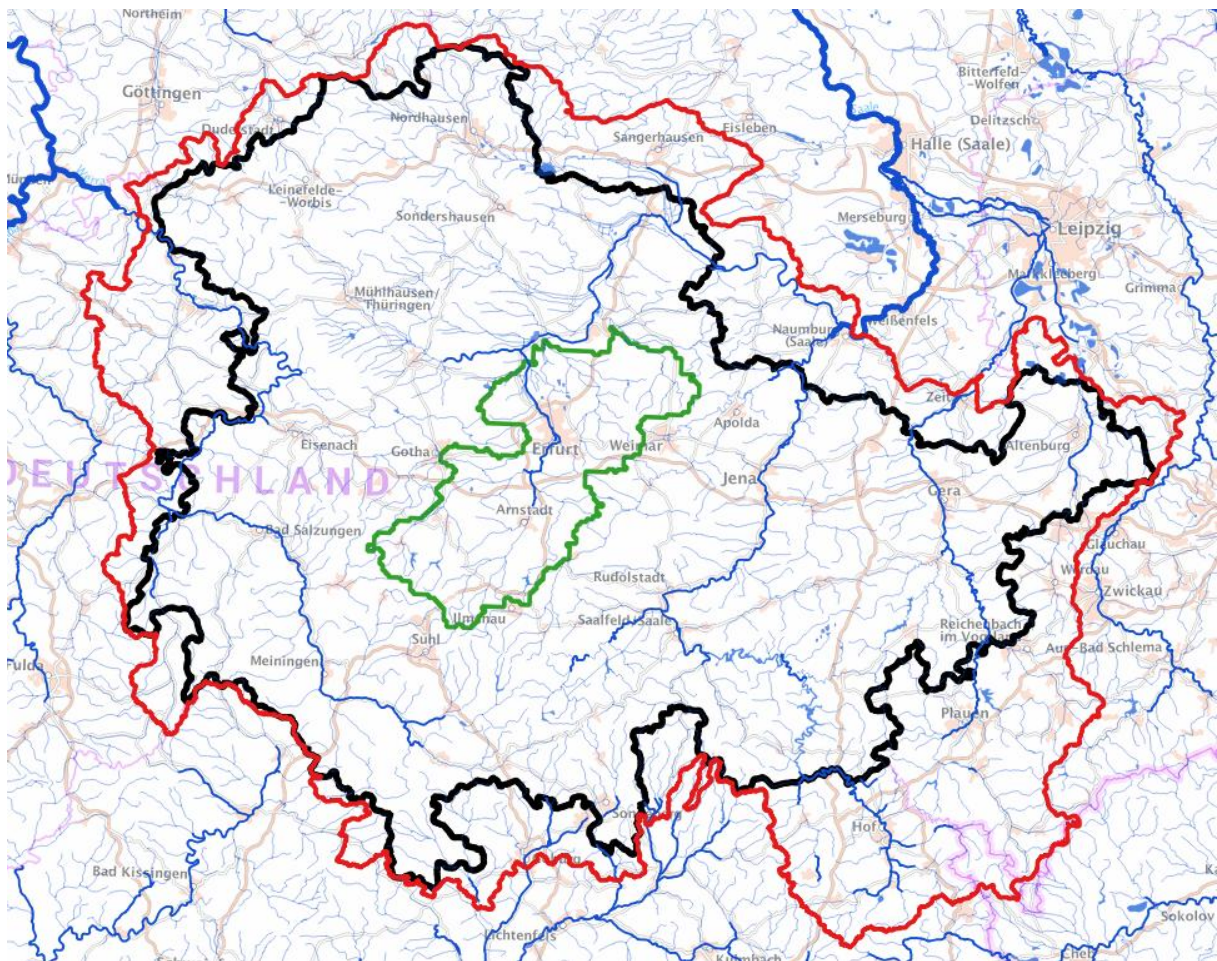


Abbildung 1: Räumliche Ausdehnung der verwendeten hydrologischen Modelle J2000g (rot) und Talsim (grün) in Relation zur Landesgrenze von Thüringen (schwarz)

³ https://jams.uni-jena.de/ilmswiki/index.php/Hydrological_Model_J2000g

⁴ <https://www.talsim.de>

Die beiden hydrologischen Modelle werden jeweils mit Niederschlags- und Temperaturdaten in täglicher Auflösung angetrieben und mit einem Simulationszeitschritt von einem Tag simuliert.

Die Datengrundlage für den gemessenen Niederschlag ist das DWD-Produkt HYRAS-DE-PR⁵ mit einer räumlichen Auflösung von 1x1km und einer zeitlichen Auflösung von 1 Tag.

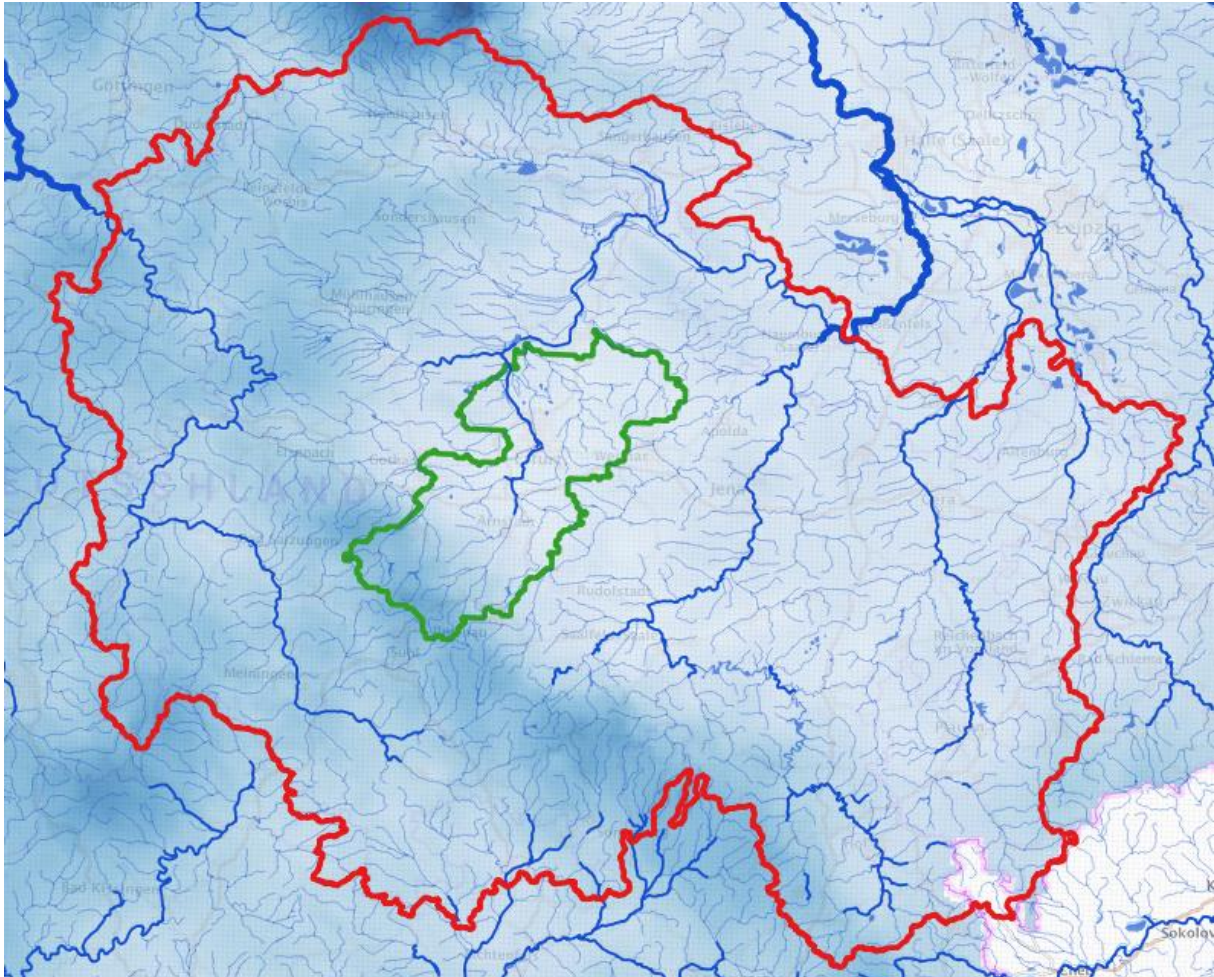


Abbildung 2: Niederschlagsprodukt HYRAS-DE-PR im Bereich der Modellgebiete (dargestellt sind Monatswerte für Januar 2025; je dunkelblauer desto höher der Niederschlag)

⁵ [Raster der Tagessumme des Niederschlags in mm für Deutschland - HYRAS-DE-PR, Version v6.1](#)

Die Datengrundlage für die gemessene Temperatur, welche modellintern u.a. dazu verwendet wird, die Verdunstung zu berechnen, bilden Temperaturdaten von DWD-Bodenstationen⁶ mit einer zeitlichen Auflösung von 1 Tag (Lage siehe folgende Abbildung 3 und Abbildung 4).

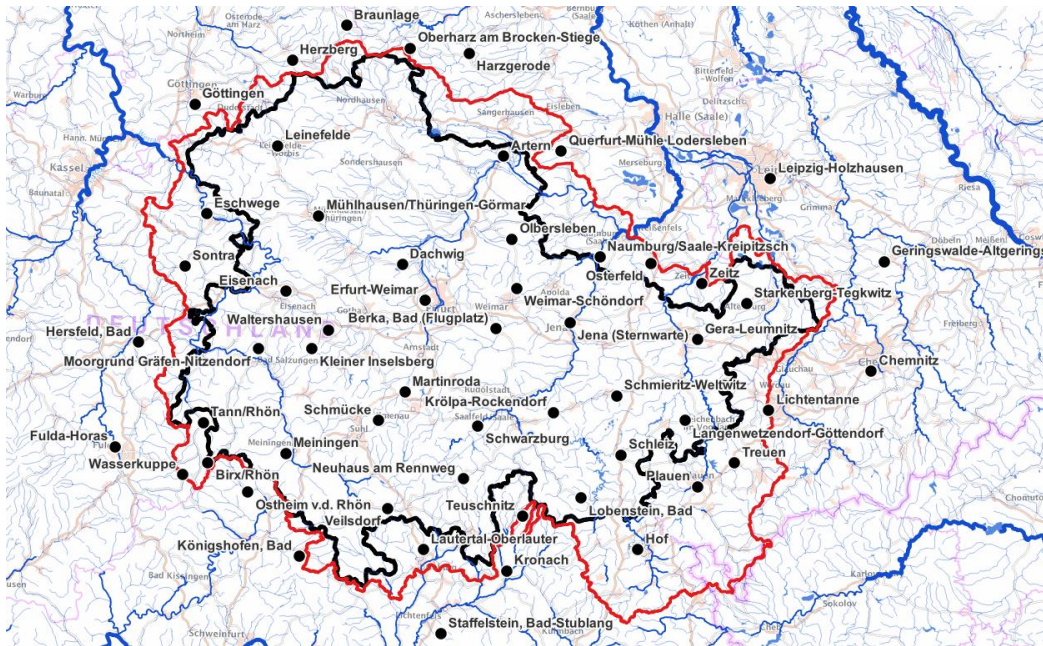


Abbildung 3: Lage der DWD-Klimastationen von denen gemessene Temperaturdaten als Antrieb für das J2000g-Modell verwendet werden

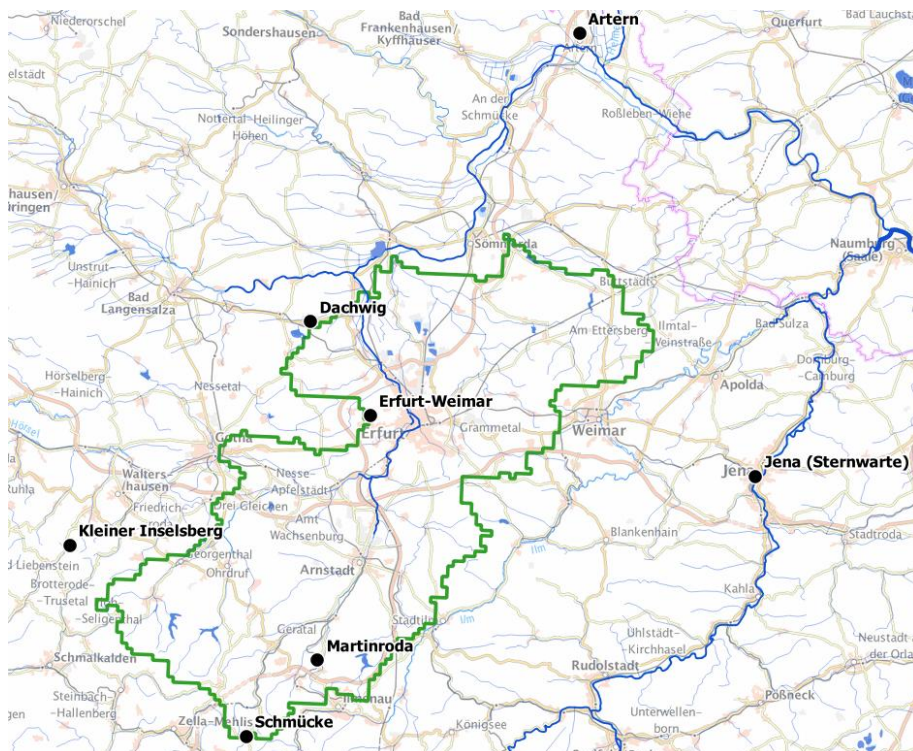


Abbildung 4: Lage der DWD-Klimastationen von denen gemessene Temperaturdaten als Antrieb für das Talsim-Modell verwendet werden

⁶ [Tägliche Stationsbeobachtungen \(Temperatur, Druck, Niederschlag, Sonnenscheindauer, etc.\) für Deutschland, Version v24.3](#)

Für die Berechnung von Index-Vorhersagen werden Niederschlags- und Temperaturdaten aus dem DWD-Produkt GCFS-EPISODES für den Antrieb der Modelle verwendet (siehe Abschnitt 2.3).

2.2 Dürre-Indizes

Im Dashboard werden verschiedene Dürre-Indizes angezeigt, die im Folgenden beschrieben werden. Die jeweils zur Verfügung gestellten Aggregationszeiträume (Skalen) wurden in Absprache mit den Projektbeteiligten und Anwendern des TASK2-Projekts festgelegt. Für die Berechnung aller Indizes wird als Referenzzeitraum der Zeitraum 1952-2011 verwendet.

2.2.1 Standardized Precipitation Index (SPI)

Der Standardized Precipitation Index (SPI) ist ein weit verbreiteter Niederschlagsindex zur Ermittlung von Niederschlagsüberschüssen und -defiziten. Die Berechnung erfolgt auf Basis der Niederschlagsdaten.

Der Wertebereich des Index reicht von etwa -4 bis 4, wobei negative Werte unterdurchschnittlichen und positive Werte überdurchschnittlichen Niederschlag anzeigen.

Es werden Aggregationszeiträume (Skalen) von 3, 6 und 12 Monaten berechnet und im Dashboard dargestellt.

Weitere Informationen zum Index SPI:

- [DWD: Erläuterungen zum Standardized Precipitation Index \(SPI\)](#)
- [WMO: Standardized Precipitation Index User Guide \(2012\)](#)

Die Datengrundlage für die Berechnung des SPI ist das DWD-Produkt HYRAS-DE-PR⁷ mit einer räumlichen Auflösung von 1x1km und zeitlicher Auflösung von Monatssummen.

2.2.2 Soil Moisture Anomaly (SMA)

Der Indikator für die Bodenfeuchteanomalie (SMA) ist ein weit verbreiteter Index. Er wird unter anderem auch von der Europäischen Dürrebeobachtungsstelle (EDO) verwendet. Der Index wird zur Bestimmung des Beginns und der Dauer von Dürreperioden in der Landwirtschaft verwendet, die auftreten, wenn die Verfügbarkeit von Bodenfeuchte für Pflanzen auf ein kritisches Niveau sinkt. Hierzu berücksichtigt der Index in seiner Berechnung neben der über die Zeit variablen Bodenfeuchte auch konstante Bodeneigenschaften wie Feldkapazität und Welkepunkt.

Der Wertebereich des Index reicht von etwa -4 bis 4, wobei negative Werte für Trockenheit stehen.

Die Berechnung des SMA erfolgt auf Basis der mit den beiden Modellen berechneten Bodenfeuchten.

Es werden Aggregationszeiträume (Skalen) von 10 und 30 Tagen berechnet und im Dashboard dargestellt.

Weitere Informationen zum Index SMA:

- [EDO - Soil Moisture Anomaly Indicator Factsheet \(archivierte Version\)](#)

⁷ [Raster der Tagessumme des Niederschlags in mm für Deutschland - HYRAS-DE-PR, Version v6.1](#)

2.2.3 Standardized Streamflow Index (SSI)

Der Standardized Streamflow Index (SSI) ist ein hydrologischer Index, der zur Bewertung von Abflussmengen genutzt wird. Der SSI ermöglicht eine standardisierte Analyse von Abweichungen des aktuellen Abflusses im Vergleich zu einem festgelegten Referenzzeitraum.

Der SSI-Index bietet einen Wertebereich von etwa -4 bis 4, wobei negative Werte auf niedrigen Abfluss und positive Werte auf hohe Abflussmengen im Vergleich zum Referenzzeitraum hinweisen.

Es werden Aggregationszeiträume (Skalen) von 1 und 3 Monaten berechnet und im Dashboard angezeigt.

Die Berechnung des SSI erfolgt auf Basis der mit den beiden Modellen berechneten Abflüsse in Gewässern (Talsim) bzw. an ausgewählten Pegelstationen (J2000g).

2.3 Vorhersagen

Datengrundlage für die Indexvorhersagen sind mit dem EPISODES Verfahren regionalisierte, saisonale Klimavorhersagen für Niederschlag und Temperatur des DWD aus dem German Climate Forecast System (GCFS), genannt GCFS-EPISODES.

Diese saisonalen Vorhersagen werden monatlich aktualisiert, reichen 7 Monate in die Zukunft und bestehen aus jeweils 50 Ensemble Mitgliedern. Sie besitzen eine räumliche Auflösung von 5x5 km und eine zeitliche Auflösung von 1 Tag. Abbildung 5 zeigt beispielhaft für einen Zeitschritt die räumliche Auflösung der Vorhersagedaten im Vergleich zu den Modellgebieten.

Weitere Informationen zum Vorhersageprodukt:

- [DWD - Deutsches Klimavorhersage System](#)
- Hoff, Amelie; Pasternack, Alexander; Wehring, Sabrina; Fröhlich, Kristina; Lorenz, Philip; Paxian, Andreas; Kreienkamp, Frank; Früh, Barbara: Seasonal Climate Predictions for Germany (EPISODES) version 2022.01 https://doi.org/10.5676/DWD/SEASONAL-EPI-DE_V2022.01

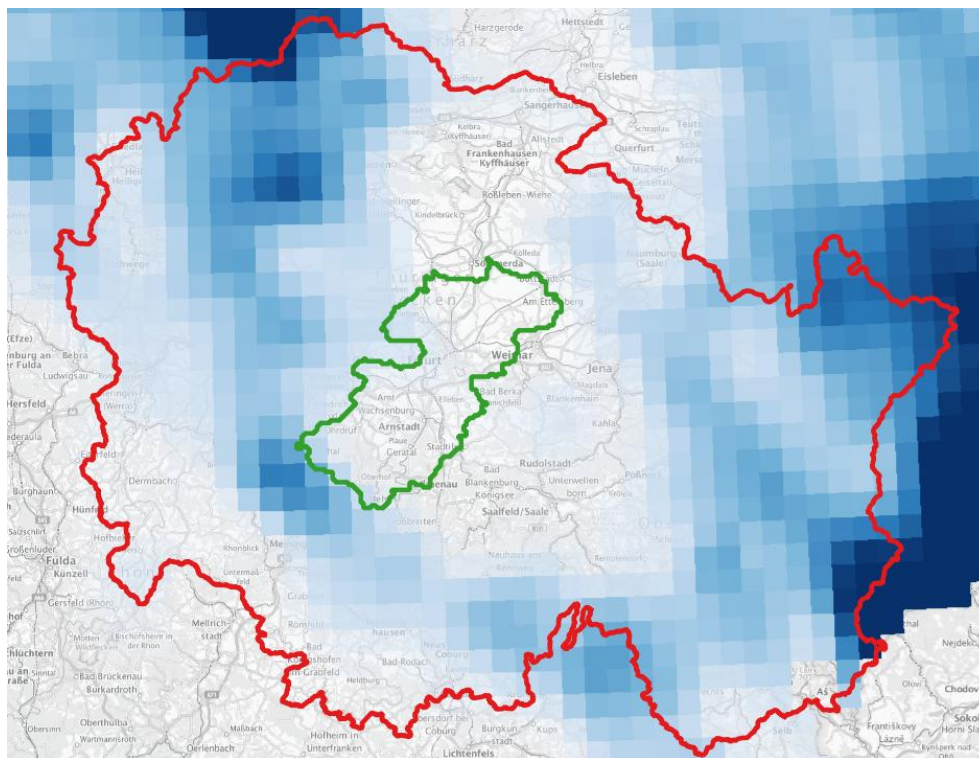


Abbildung 5: GCFS-EPISODES Vorhersagedaten für Niederschlag (Beispiel) in Relation zu den Modellgebieten (dargestellt Tageswerte eines Ensemble-Mitglieds der Januar-Vorhersage 2025 für 02.02.2025; je dunkelblauer desto höher der vorhergesagte Niederschlag)

2.4 Datenaufbereitung

Für die Datenaufbereitung und Berechnung der Indizes werden monatlich die folgenden Schritte ausgeführt:

- Aktualisierung der Messdaten von Niederschlag und Temperatur bis zum aktuellen Zeitpunkt
- Für ganz Thüringen:
 - Berechnung des meteorologischen Index SPI
 - Hydrologische Simulation mit dem thüringenweiten J2000g-Modell
 - Berechnung der Indizes SMA und SSI auf Basis der J2000g-Ergebnisse

- Aufbereitung der Ergebnisse für das Dashboard
- Für das Pilotgebiet:
 - Hydrologische Simulation mit dem Talsim-Modell des Pilotgebiets
 - Berechnung der Indizes SMA und SSI auf Basis der Talsim-Ergebnisse
 - Aufbereitung der Ergebnisse für das Dashboard

Die gleichen Bearbeitungsschritte werden dann nochmal in Kombination mit vorhergesagtem Niederschlag und Temperatur aus der saisonalen Vorhersage des aktuellen Monats durchgeführt. Das hierfür verwendete Vorhersageprodukt GCFS-EPISODES ist eine probabilistische Vorhersage bestehend aus 50 Ensemblemitgliedern. Die Simulationen und Index-Berechnungen werden zunächst für alle 50 Ensemblemitglieder einzeln durchgeführt und die Ergebnisse dann in Form von statistischen Kennwerten wie Quantilen des Ergebnis-Ensembles ausgewertet und für das Dashboard aufbereitet.

2.5 Dashboard

Das Dashboard ist eine interaktive Webanwendung aufrufbar unter <https://duerretrend.thueringen.de>, die im Wesentlichen aus drei Darstellungen besteht:

- Eine Karte zeigt die räumliche Verteilung eines Index für einen Zeitpunkt.
- Ein Radardiagramm zeigt mehrere Indizes für einen Ort und Zeitpunkt.
- Eine Zeitreihenanzeige zeigt den zeitlichen Verlauf der Indizes für einen Ort.

Mit einem Klick in die Karte wird für den ausgewählten Ort der zeitliche Verlauf der Indizes sowie das Radardiagramm angezeigt.

Durch Auswahl von Index und zugehöriger Skala wird die Kartenanzeige sowie die Zeitreihen- und Radardiagrammanzeige entsprechend aktualisiert.

Durch das Ändern des Anzeigedatums wird die Karte sowie das Radardiagramm aktualisiert.

Bei Auswahl eines Anzeigedatums, das in der Zukunft liegt, werden in der Karte sowie im Radardiagramm das 50%-Quantil (Median) der Vorhersage angezeigt. In der Zeitreihenanzeige wird die Spanne des Vorhersageensembles zwischen den 10% und 90%-Quantilen dargestellt.

Das Dashboard enthält zwei unterschiedliche Ansichten, eines für die Indizes für ganz Thüringen (auf Basis von J2000g) sowie eines für die Indizes im Pilotgebiet (auf Basis von Talsim). Weiterhin ist eine Info-Seite hinterlegt mit Beschreibungen und Nutzungshinweisen.

Die technische Umsetzung des Dashboards basiert auf dem Framework Dash⁸ und es wird derzeit auf der Plattform Heroku⁹ gehostet.

Folgende Abbildung 6 zeigt einen Screenshot des Dashboards.

⁸ <https://dash.plotly.com/>

⁹ <https://www.heroku.com/>

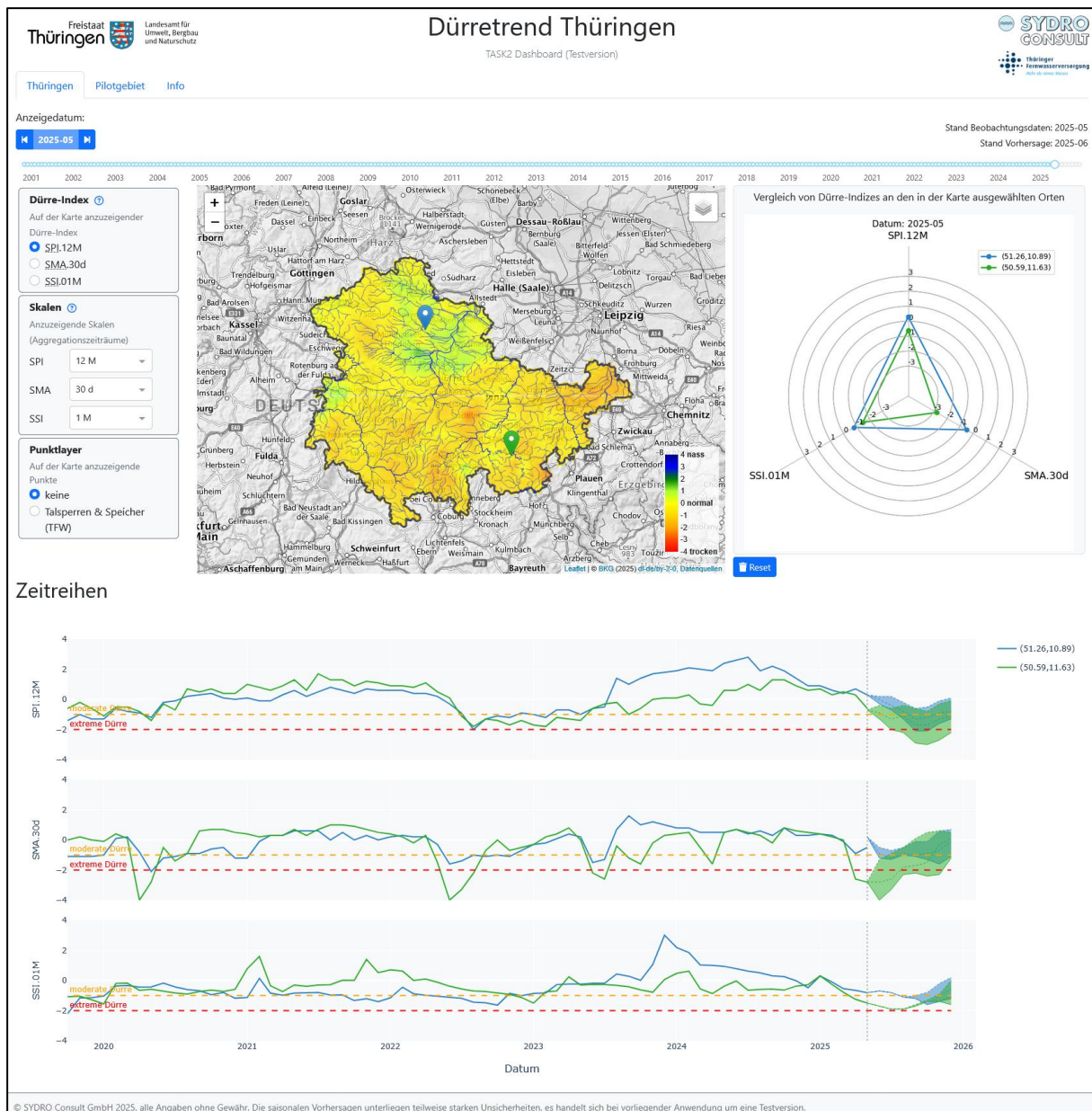


Abbildung 6: Screenshot des Dashboards (Stand Mai 2025)

3 VERIFIKATION MODELLERGESBISSE

Es wurde eine Analyse der Modellergebnisse der beiden verwendeten hydrologischen Modellen J2000g und Talsim durchgeführt. Zunächst wird ein Vergleich der Modellergebnisse für ausgewählte Pegel beschrieben und anschließend werden die Analyseergebnisse der beiden Modelle genauer betrachtet.

Für die Analyse wurde der mit Tageszeitschritt modellierte Abfluss mit dem beobachteten Abfluss verglichen und mit verschiedenen Metriken bewertet. Der Untersuchungszeitraum war dabei 01.11.2000 – 31.01.2026, sofern Beobachtungsdaten für den Zeitraum verfügbar waren.

3.1 Metriken

Zum quantitativen Vergleich der Modellergebnisse bzw. der Ergebnisse einzelner Pegel wurden verschiedene Metriken verwendet, die im Folgenden beschrieben werden.

- **Kling-Gupta-Effizienz (KGE) 2012¹⁰**: Der KGE wurde 2009 eingeführt und 2012 geringfügig adaptiert. In dieser Analyse wurde der KGE 2012 herangezogen. Der KGE ist eine Metrik, um die Leistungsfähigkeit hydrologischer Modelle beurteilen zu können. Er kann Werte von $-\infty$ bis 1 annehmen, wobei 1 eine perfekte Übereinstimmung zwischen Modell und Realität darstellt. Der KGE setzt sich aus drei Komponenten zusammen:
 - **Korrelation r** : Perfekter Wert = 1. Maß für die zeitliche Übereinstimmung von Ereignissen aus Simulation und Beobachtung
 - **Bias β** : Perfekter Wert = 1. $\beta > 1$ bedeutet eine Überschätzung, $\beta < 1$ eine Unterschätzung des simulierten Abflussmittelwertes im Vergleich zu dem beobachteten
 - **Variabilität γ** : Perfekter Wert = 1. $\gamma > 1$ bedeutet eine zu hohe Variabilität/Schwankung $\gamma < 1$ eine zu geringe Variabilität (geglättete Zeitreihe) der modellierten im Vergleich zur beobachteten Ganglinie
- **Nash-Sutcliffe-Effizienz (NSE)¹¹**: Der NSE ist ein über Niedrigwasser, mittlerem Abfluss und Abflussspitzen integrierendes Gütemaß zur Bewertung von Modellergebnissen. Der NSE kann Werte von $-\infty$ bis 1 annehmen, wobei 1 eine perfekte Übereinstimmung darstellt. Werte kleiner als 0 zeigen an, dass das Modell schlechter ist als die Verwendung des Mittelwerts der Beobachtungen.
- **NSE-log**: Der logarithmierte NSE ist eine Variante des klassischen NSE, bei der die Werte vor der Berechnung logarithmiert werden. Dadurch werden niedrige Abflüsse stärker gewichtet, sodass sich dieses Maß insbesondere zur Bewertung der Modellgüte im Niedrigwasserbereich eignet. Die Interpretation entspricht der des NSE.
- **Prozentualer Bias (PBIAS) (%)¹²**: Der PBIAS beschreibt die mittlere prozentuale Abweichung zwischen simulierten und beobachteten Abflüssen. Ein Wert von 0 entspricht einer perfekten Übereinstimmung. Negative Werte zeigen eine Unterschätzung, positive Werte eine Überschätzung der Beobachtungen durch das Modell an.

¹⁰ Kling, H.; Fuchs, M.; Paulin, M. (2012). Runoff conditions in the upper Danube basin under an ensemble of climate change scenarios. *Journal of Hydrology*, 424, 264-277, doi:10.1016/j.jhydrol.2012.01.011.

¹¹ Nash, J. E., & Sutcliffe, J. V. (1970): *River flow forecasting through conceptual models. Part I: A discussion of principles*. *Journal of Hydrology*, 10(3), 282–290.

¹² Gupta, H. V., S. Sorooshian, and P. O. Yapo. 1999. Status of automatic calibration for hydrologic models: Comparison with multilevel expert calibration. *J. Hydrologic Eng.* 4(2): 135-143

3.2 Vergleich J2000g – Talsim

Abbildung 7 zeigt eine Karte mit der Lage der Pegel, die im Rahmen der Analyse für J2000g und Talsim ausgewertet und miteinander verglichen wurden. Tabelle 1 gibt einen Überblick darüber, welche dieser Pegel anthropogen beeinflusst sind.

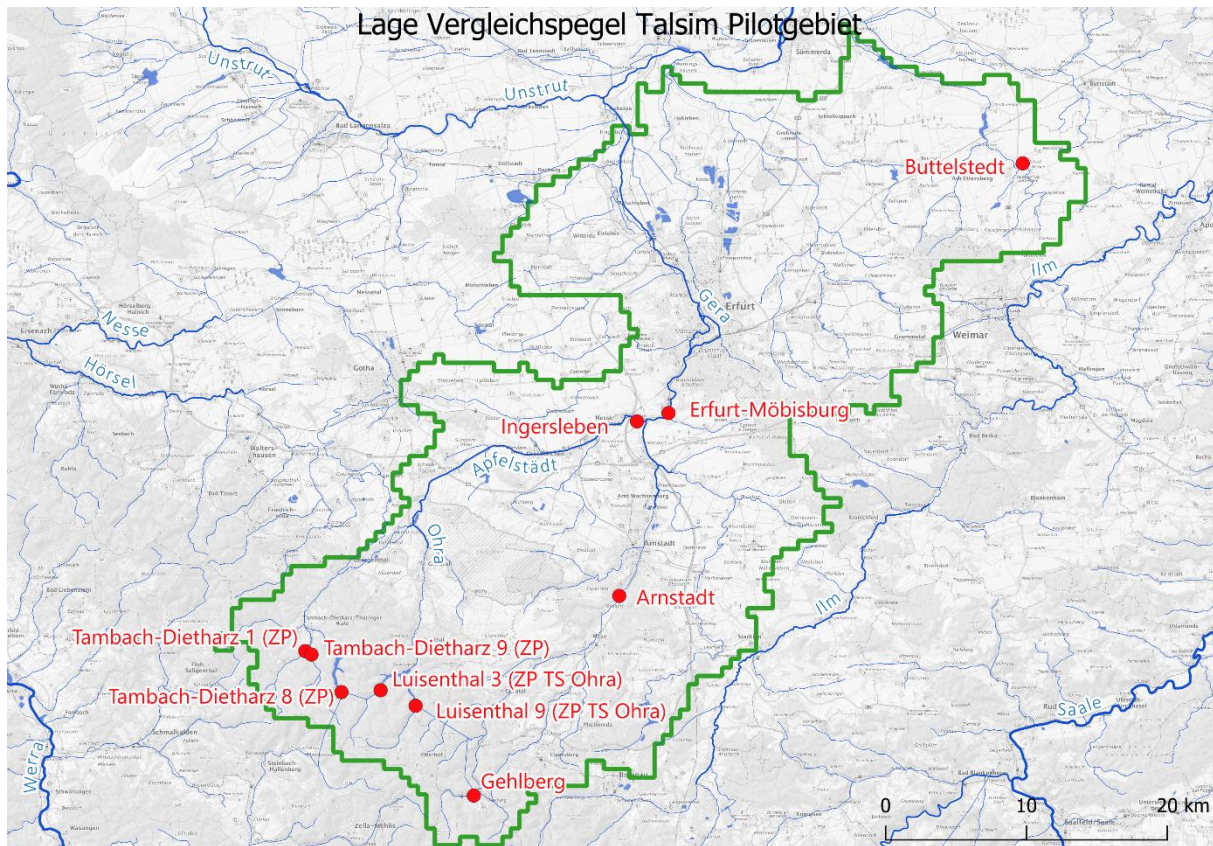


Abbildung 7: Lage der Vergleichspegel im Talsim Modellgebiet

Tabelle 1: Anthropogene Beeinflussung der Vergleichspegel

Pegel	Beeinflusst	Bemerkung
Arnstadt	ja	TS Lütische, Stollen
Buttelstedt	nein	
Erfurt-Möbisburg	ja	Talsperren, Stollen
Gehlberg	nein	
Ingersleben	ja	TS Ohra, TS Schmalwasser, TS Tambach-Dietharz, Stollen
Luisenthal 3 (ZP TS Ohra)	ja	oberhalb einleitender Schmalwasserstollen
Luisenthal 9 (ZP TS Ohra)	nein	
Tambach-Dietharz 1 (ZP)	nein	
Tambach-Dietharz 8 (ZP)	nein	
Tambach-Dietharz 9 (ZP)	nein	

Tabelle 2 zeigt einen Vergleich der Modellergebnisse von J2000g und Talsim für die zehn in Abbildung 7 dargestellten Vergleichspegel. In der Tabelle werden jeweils die Medianwerte der verwendeten Metriken betrachtet.

Talsim weist für nahezu alle Metriken bessere Ergebnisse auf als J2000g; eine Ausnahme bildet lediglich die γ -Komponente des KGE. Der KGE liegt im Median bei 0,64 für Talsim und bei 0,52 für J2000g.

Ähnlich verhält es sich beim NSE, der für Talsim einen Medianwert von 0,66 erreicht, während J2000g ebenfalls bei 0,52 liegt.

Beide Modelle zeigen im Median eine geglättete Abflussdynamik, was sich in γ -Werten kleiner als 1 widerspiegelt. Während J2000g im Mittel den tatsächlichen Abfluss unterschätzt, überschätzt Talsim diesen leicht, wie sowohl der PBIAS als auch die β -Komponente des KGE zeigen. Hierbei gibt es allerdings sehr große Unterschiede zwischen den verschiedenen Pegeln, wie weiter unten klar wird.

Beide Modelle weisen gute Korrelationswerte von 0,79 bei J2000g bzw. 0,84 bei Talsim auf, was auf eine insgesamt gute Abbildung der zeitlichen Dynamik hinweist.

Tabelle 2: Vergleich Metriken J2000g und Talsim

Model	KGE	Gamma	Beta	Median			
				r	NSE	Log-NSE	PBias (%)
J2000g	0,52	0,73	0,92	0,79	0,52	0,25	-7,70
Talsim	0,64	0,68	1,02	0,84	0,66	0,59	1,78

Auch wenn Talsim im Median über alle Vergleichspegel hinweg bessere Ergebnisse erzielt, zeigt Abbildung 8 deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Pegeln. So erreicht J2000g an den Pegeln Buttstedt und Luisenthal 3 (ZP TS Ohra) höhere KGE-Werte als Talsim. Der Pegel Luisenthal 3 (ZP TS Ohra) ist dabei durch den Schmalwasserstollen beeinflusst.

Beide Modelle weisen an den Pegeln Buttstedt, Ingersleben und Tambach-Dietharz 9 vergleichsweise geringe KGE-Werte von 0,53 oder kleiner auf und zeigen dort somit die schwächste Modellgüte. Der Pegel Ingersleben ist durch die Talsperren Ohra, Schmalwasser und Tambach-Dietharz, sowie durch Stollen beeinflusst.

Demgegenüber liefern die Modelle an mehreren Pegeln gute Ergebnisse: Für Talsim sind insbesondere die Pegel Luisenthal 9, Gehlberg und Arnstadt hervorzuheben, während J2000g vor allem an den Pegeln Luisenthal 3, Luisenthal 9 und Arnstadt gute Übereinstimmungen mit den Beobachtungen erzielt.

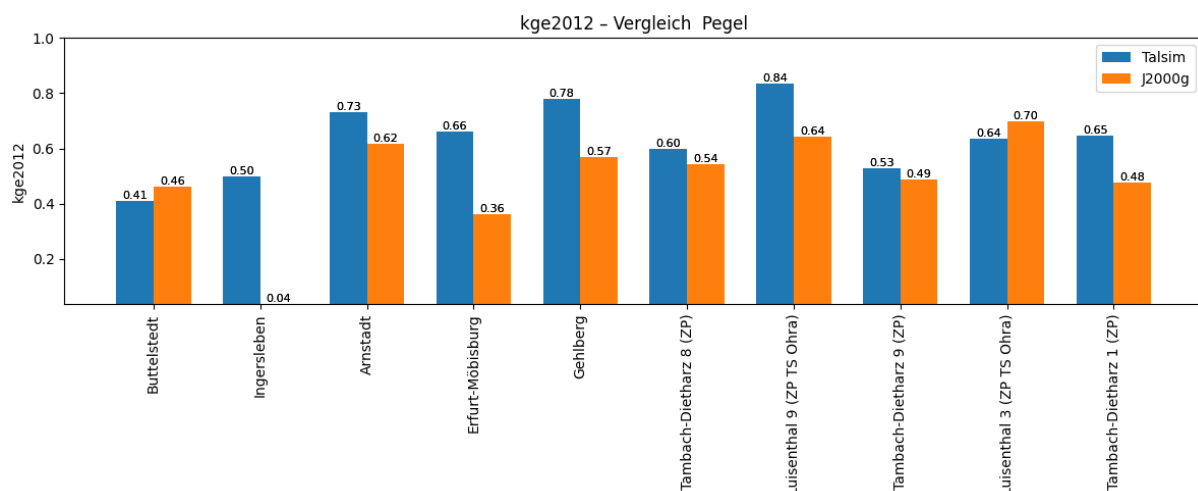


Abbildung 8: KGE 2012 – Vergleichspegel

Abbildung 9 bis Abbildung 11 zeigen die einzelnen Komponenten des KGE 2012. Abbildung 9 zeigt die Korrelationswerte, wobei ein Wert von 1 einer perfekten Korrelation entspricht. Wie ersichtlich ist, weisen beide Modelle gute und stabile Ergebnisse auf. So reichen die Ergebnisse von J2000g von 0,73 bis 0,87. Für Talsim ergeben sich Werte zwischen 0,67 und 0,92. Beide Modelle erzielen somit an den Vergleichspegeln durchweg hohe Korrelationswerte und bilden die zeitliche Dynamik des Abflussgeschehens gut ab. Der einzige Pegel, bei welchem J2000g einen besseren Korrelationskoeffizient aufweist ist der Pegel Buttstedt.

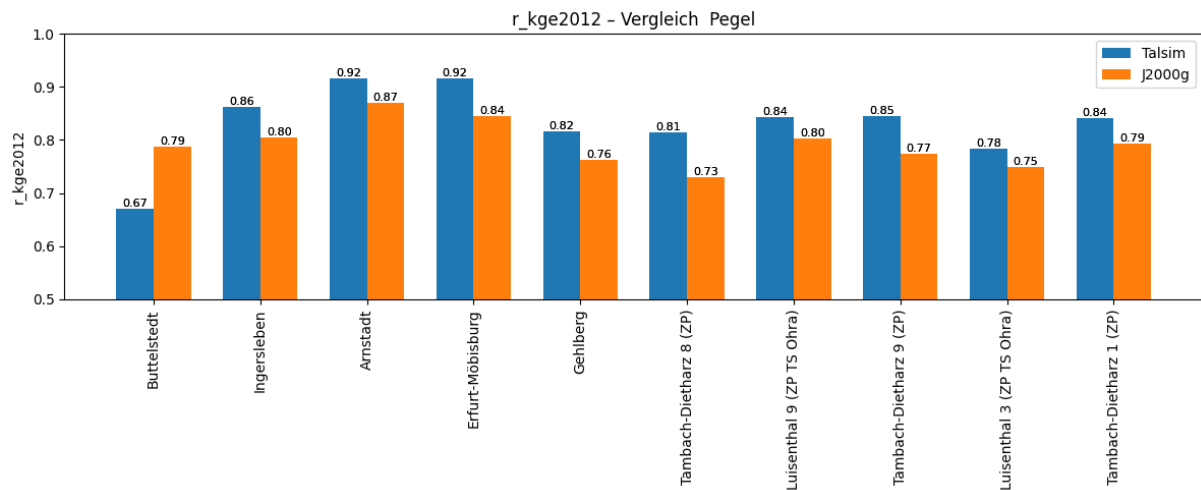


Abbildung 9: Korrelation KGE 2012– Vergleichspegel

In Abbildung 10 wird der β -Wert, der den Bias repräsentiert, dargestellt. Hier zeigt sich eine große Variation zwischen den einzelnen Pegeln. Die niedrigsten Werte – und damit eine deutliche Unterschätzung des mittleren Abflusses – treten am Pegel Buttstedt (bei beiden Modellen) sowie am Pegel Tambach-Dietharz 1 (ZP) für J2000g auf ($\beta = 0,64$).

J2000g überschätzt den Abfluss an den Pegeln Ingersleben, Erfurt-Möbisburg und Arnstadt deutlich, während Talsim insbesondere am Pegel Arnstadt eine Überschätzung zeigt. Neben den erwähnten Pegeln Buttstedt und Tambach-Dietharz 1, zeigt J2000g bei den Pegeln Gehlborg und Luisenthal 9 ebenfalls eine Unterschätzung. Neben Buttstedt wird der Pegel Luisenthal 3 von Talsim ebenfalls deutlich unterschätzt, was unter anderem auf die Beeinflussung durch den Schmalwasserstollen zurückzuführen ist.

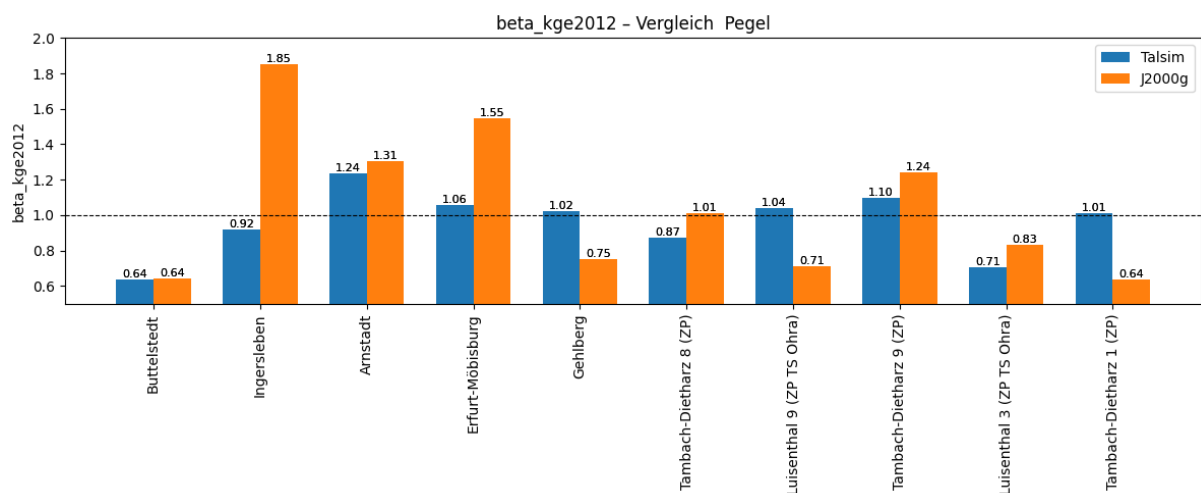


Abbildung 10: Beta KGE 2012– Vergleichspegel

Der γ -Wert, der in Abbildung 11 dargestellt wird, zeigt wie gut die Variabilität/Schwankung durch das jeweilige Modell getroffen wird. Für die Zulaufpegel zur Talsperre Ohra (Luisenthal 3 und Luisenthal 9) erzielen beide Modelle sehr gute Ergebnisse. Am Pegel Buttelsestedt zeigt sich hingegen ein unterschiedliches Verhalten: J2000g weist eine zu hohe Variabilität auf, während Talsim den Abfluss zu stark glättet. Insgesamt tendieren beide Modelle dazu, die Variabilität des beobachteten Abflusses zu unterschätzen, was sich sowohl im Median als auch bei den meisten Pegeln in γ -Werten kleiner als 1 äußert.

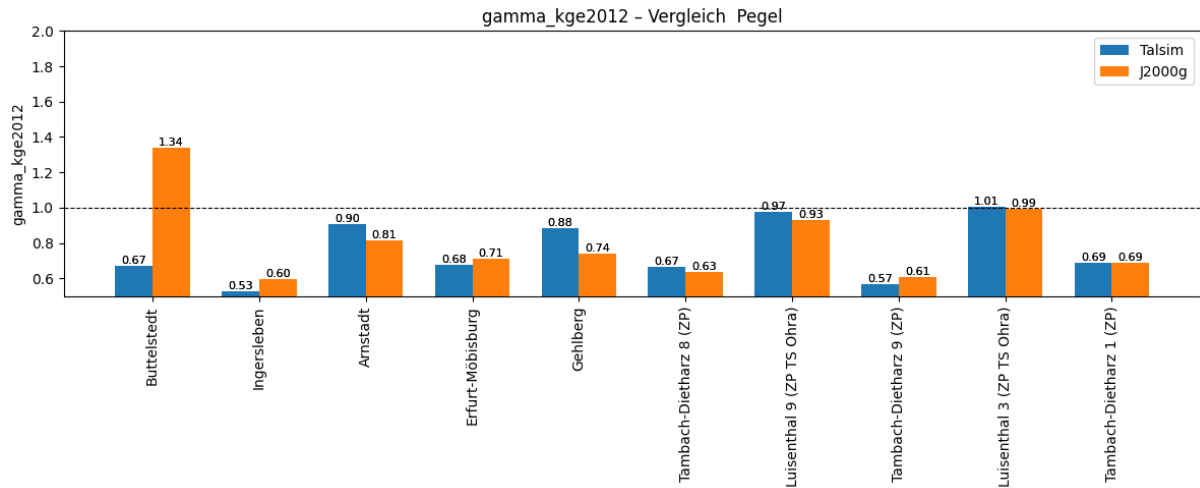


Abbildung 11: Gamma KGE 2012– Vergleichspegel

Abbildung 12 zeigt die Nash-Sutcliffe-Effizienz für die Vergleichspegel. Die Pegel Tambach-Dietharz 8 und Luisenthal 3 (ZP) weisen für beide Modelle eine ähnliche NSE auf. Für Buttelsestedt konnte J2000g einen besseren Wert erzielen, für alle weiteren Pegel Talsim.

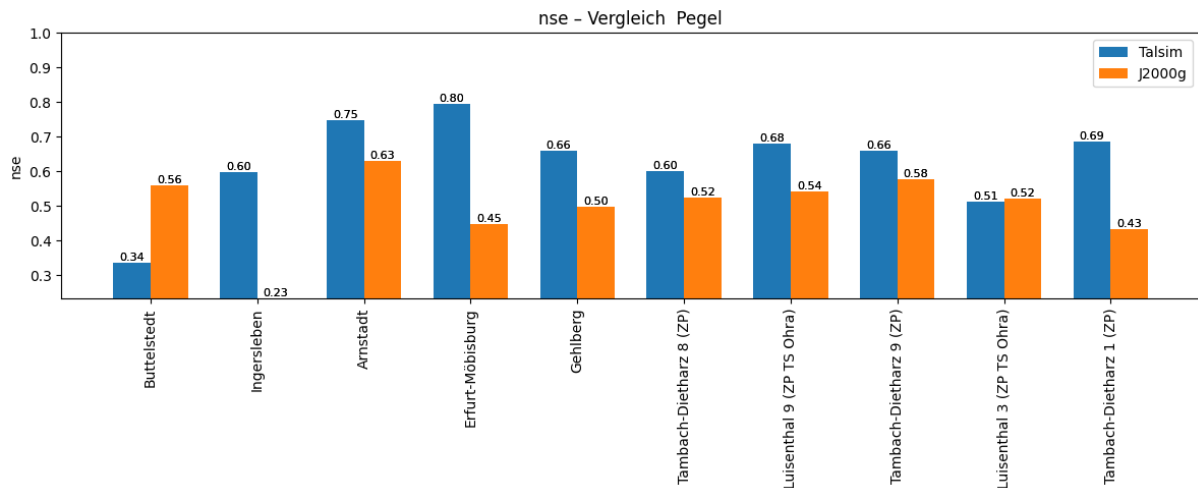


Abbildung 12: NSE - Vergleichspegel

Der logarithmierte NSE (\log -NSE), der insbesondere Niedrigwasserperioden stärker gewichtet, wird für die Vergleichspegel in Abbildung 13 dargestellt. Hier zeigen vor allem die Pegel Buttstedt und Ingersleben für J2000g schwächere Ergebnisse. Für die übrigen Pegel liegen die Werte über 0 und sind damit besser als die Verwendung des Mittelwerts der Beobachtungen.

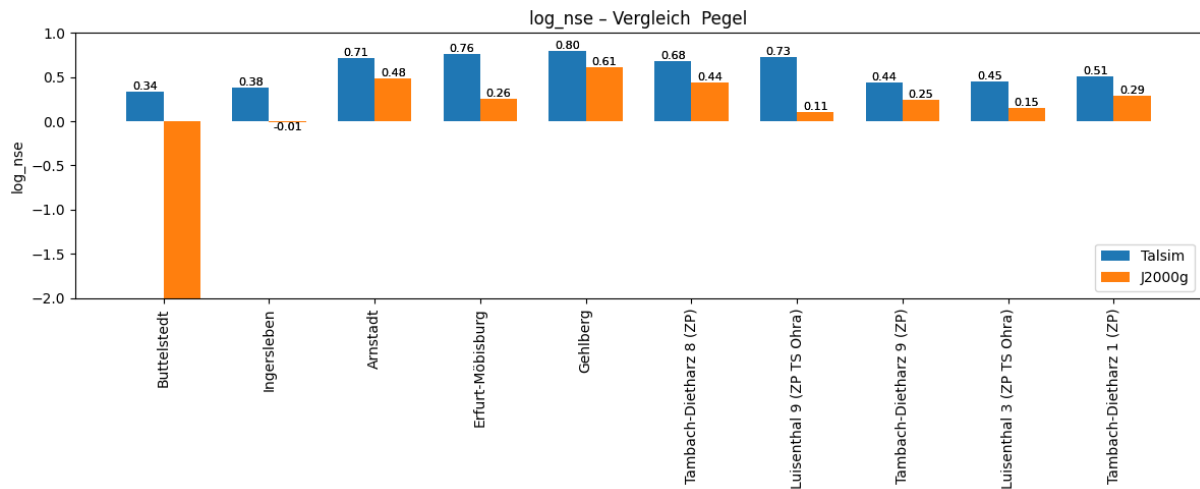


Abbildung 13: Logarithmischer NSE (\log -NSE) - Vergleichspegel

3.3 Beispielganglinien

In den Abbildungen Abbildung 14 bis Abbildung 17 sind Beispielganglinien ausgewählter Pegel ab November 2024 dargestellt.

Abbildung 14 zeigt die Ganglinie des – anthropogen nicht beeinflussten – Pegels Luisenthal 9. Hier erzielte Talsim ($KGE = 0,84$) für den gesamten Untersuchungszeitraum (ab November 2000) deutlich bessere Ergebnisse als J2000g ($KGE = 0,64$). Beide Modelle bilden die Schwankungen sowohl hinsichtlich der Magnitude als auch zeitlich sehr gut ab. J2000g unterschätzt den beobachteten Abfluss im Mittel, was auch in der Darstellung erkennbar ist, während Talsim diesen leicht überschätzt.

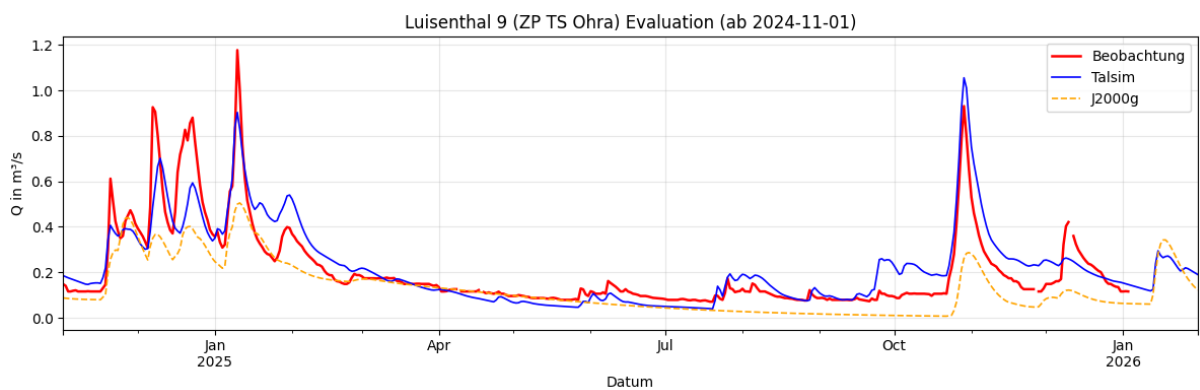


Abbildung 14: Ganglinie Luisenthal 9 (ZP TS Ohra)

Die Ganglinie des Pegels Tambach-Dietharz 9 in Abbildung 15 ist ein Beispiel für einen Pegel mit insgesamt geringerer Modellgüte. Zwar weisen beide Modelle vergleichsweise gute Korrelationswerte auf, jedoch überschätzen sie den Abfluss im Mittel über den gesamten Simulationszeitraum ab November 2000 und unterschätzen gleichzeitig die Schwankungsbreite, wie in den Abbildung 10 und Abbildung 11 ersichtlich ist. Gleichzeitig zeigt die Gangliniengrafik, dass dies im betrachteten Zeitraum nicht durchgehend der Fall ist. Dies weist darauf hin, dass die Überschätzung des Abflusses nicht über den gesamten Zeitraum konstant war.

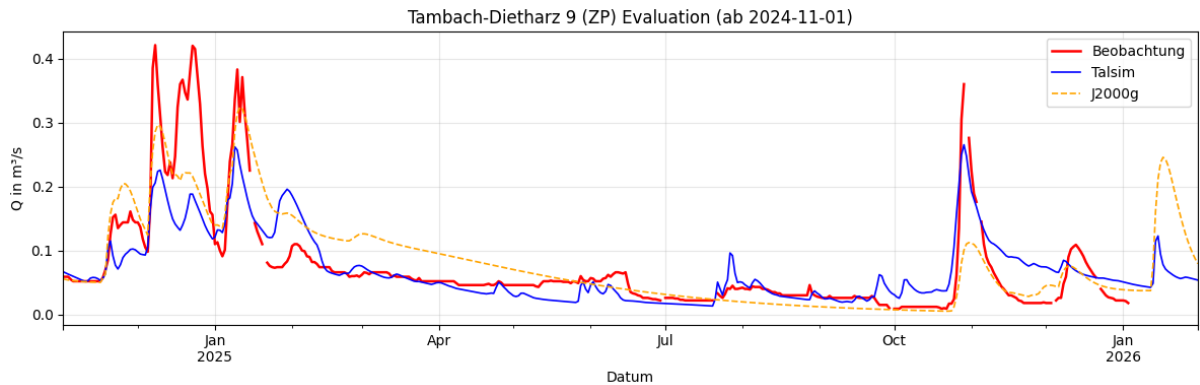


Abbildung 15: Ganglinie Tambach-Dietharz 9 (ZP)

Abbildung 16 zeigt die Ganglinie des Pegels Buttstedt, der für Talsim den niedrigsten KGE-Wert aufweist, im Zeitraum von November 2023 bis Januar 2025. Beide Modelle bilden dabei lediglich den Trend der beobachteten Ganglinie ab; Abflussspitzen, wie im Dezember 2023 oder Februar 2024, werden jedoch nicht gut erfasst.

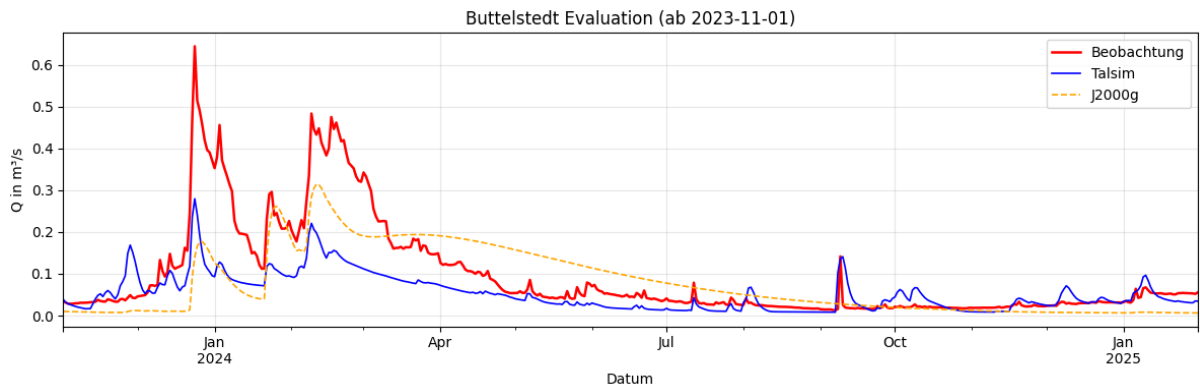


Abbildung 16: Ganglinie Buttstedt

Die Ganglinie von Luisenthal 3, die in Abbildung 17 ersichtlich ist, zeigt eine Unterschätzung durch beide Modelle, was sich auch in den entsprechenden β -Werten widerspiegelt. Dieser Pegel ist durch den Schmalwasserstollen anthropogen beeinflusst, was eine mögliche Ursache für die systematische Unterschätzung darstellt. Beide Modelle liefern hier sehr ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Bewertungsmetriken: Die zeitliche Dynamik wird gut erfasst, jedoch wird der Abfluss im Mittel unterschätzt.

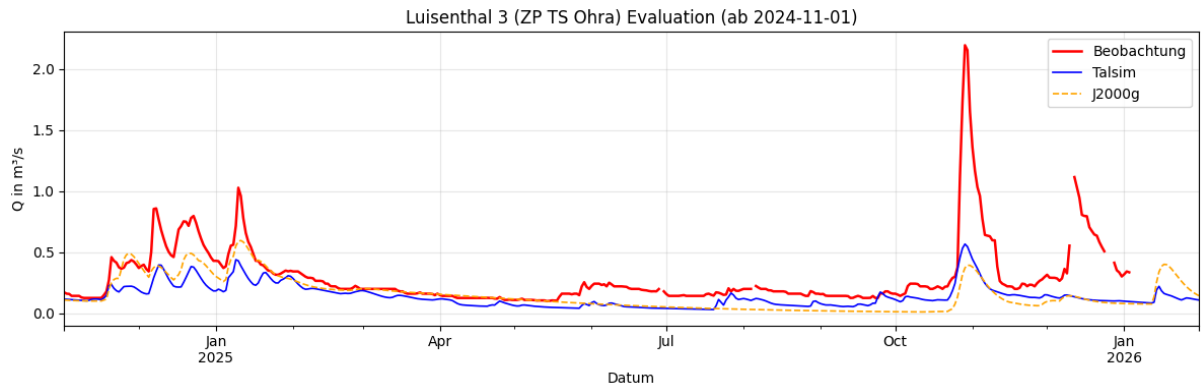


Abbildung 17: Ganglinie Luisenthal 3 (ZP TS Ohra)

3.4 Modellverifikation J2000g

Abbildung 18 zeigt den KGE für alle Pegel, die im Rahmen der Analyse mit J2000g simuliert wurden. Die J2000g-Pegel weisen grundsätzlich stabile Ergebnisse auf. Lediglich an den Pegeln Wasserthaleben, Hohenölsen und Flarchheim (ZP TS Seebach) treten negative KGE-Werte auf. Dies wird auch durch Abbildung 19, in der die KGE-Werte aller J2000g-Pegel in einer Karte dargestellt sind, bestätigt. Ein Großteil der Pegel liegt in der Kategorie von KGE 0,50 bis 0,75.

Regionale Unterschiede sind dennoch erkennbar: Im Südosten Thüringens (insbesondere am Pegel Hohenölsen), im Talsim-Modellgebiet (u. a. Ingersleben, Erfurt-Möbisburg, Frohndorf 1 und Buttelstedt) sowie nördlich davon (Eisenach-Nessemühle, Flarchheim, Wasserthaleben) treten einzelne Pegel mit geringerer Modellgüte auf. Gleichzeitig sind auch positive Ausreißer zu beobachten, beispielsweise an den Pegeln Arenshausen, Geisleden, Ruhla, Suhl und Ellingshausen.

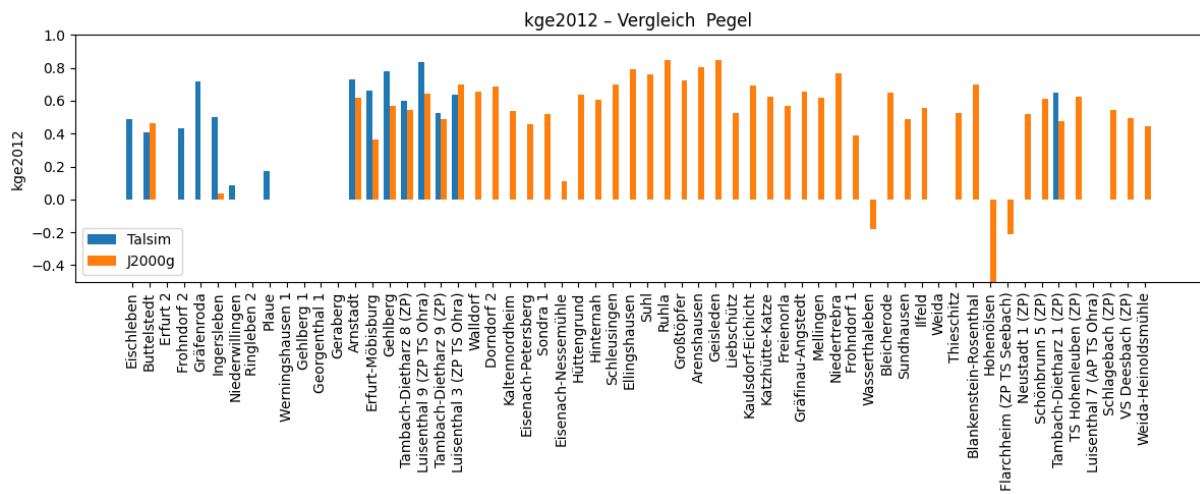


Abbildung 18: KGE 2012 - alle Pegel

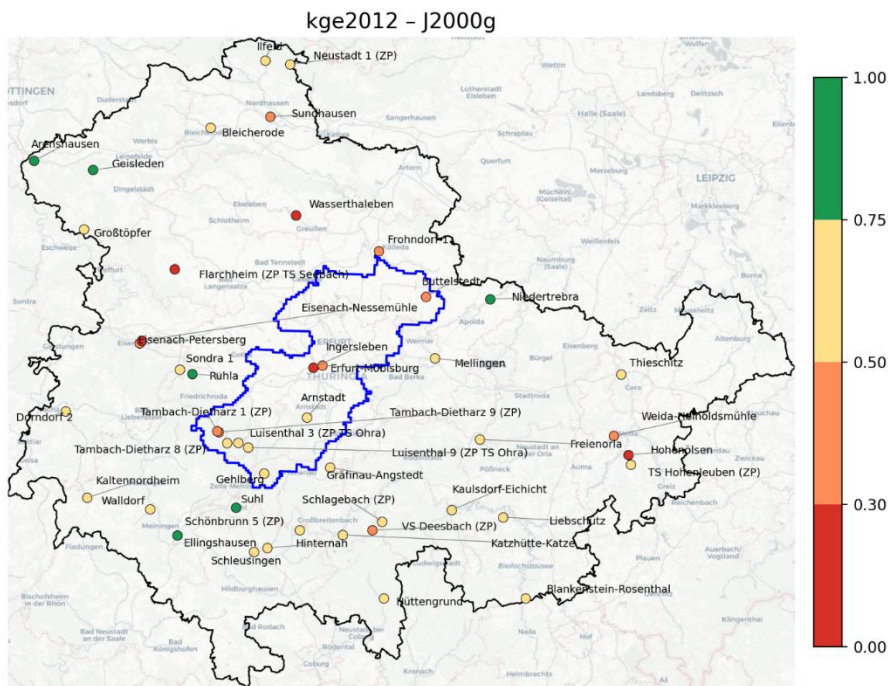


Abbildung 19: KGE 2012 J2000g - Karte Thüringen

Abbildung 20 zeigt die Korrelations-Komponente des KGE für alle J2000g-Pegel. Hier zeigt sich ein insgesamt sehr homogenes Bild: Die meisten Pegel weisen stabile und hohe Korrelationswerte im Bereich von 0,7 bis 0,9 auf. Pegel in den Extremkategorien (größer als 0,9 bzw. kleiner als 0,5) treten nicht auf.

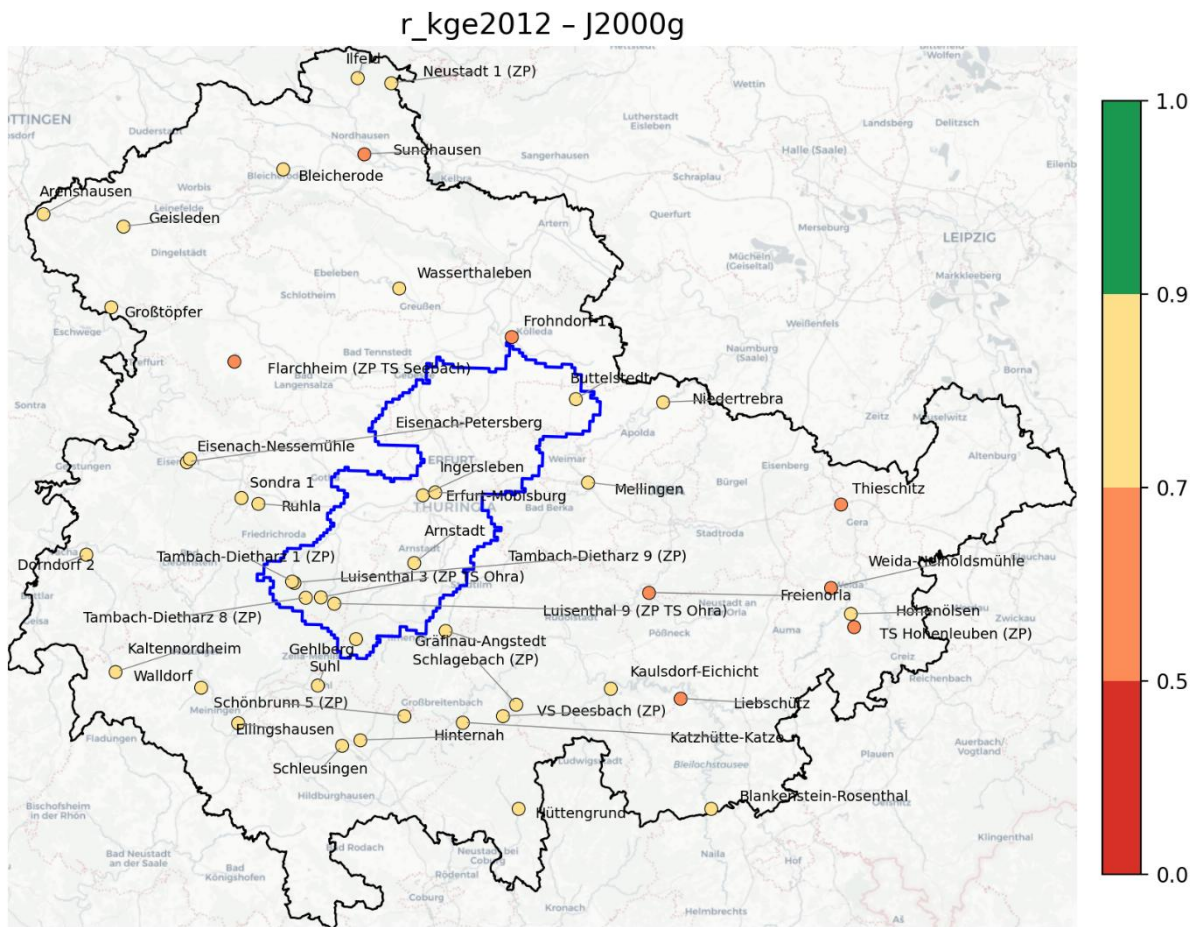


Abbildung 20: Korrelation J2000g - Karte Thüringen

Abbildung 21 zeigt den Beta-Wert und somit den Bias für alle analysierten J2000g-Pegel. Rote Werte zeigen Pegel mit einer Überschätzung, blaue Werte Pegel mit einer Unterschätzung des Abflusses durch das Modell. Viele Pegel westlich, südlich und östlich des Pilotgebiets sowie im Norden Thüringens weisen im Untersuchungszeitraum insgesamt geringe Beta-Werte auf. Jene Pegel, die einen hohen KGE-Wert aufwiesen, weisen auch einen hohen Beta-Wert auf. Beispiele hierfür sind Pegel im Tal-sim-Pilotgebiet wie Ingersleben, Erfurt-Möbisburg und Arnstadt, an denen J2000g den Abfluss deutlich überschätzt, während an Pegeln wie Buttelsstedt oder Frohndorf 1 eine deutliche Unterschätzung vorliegt.

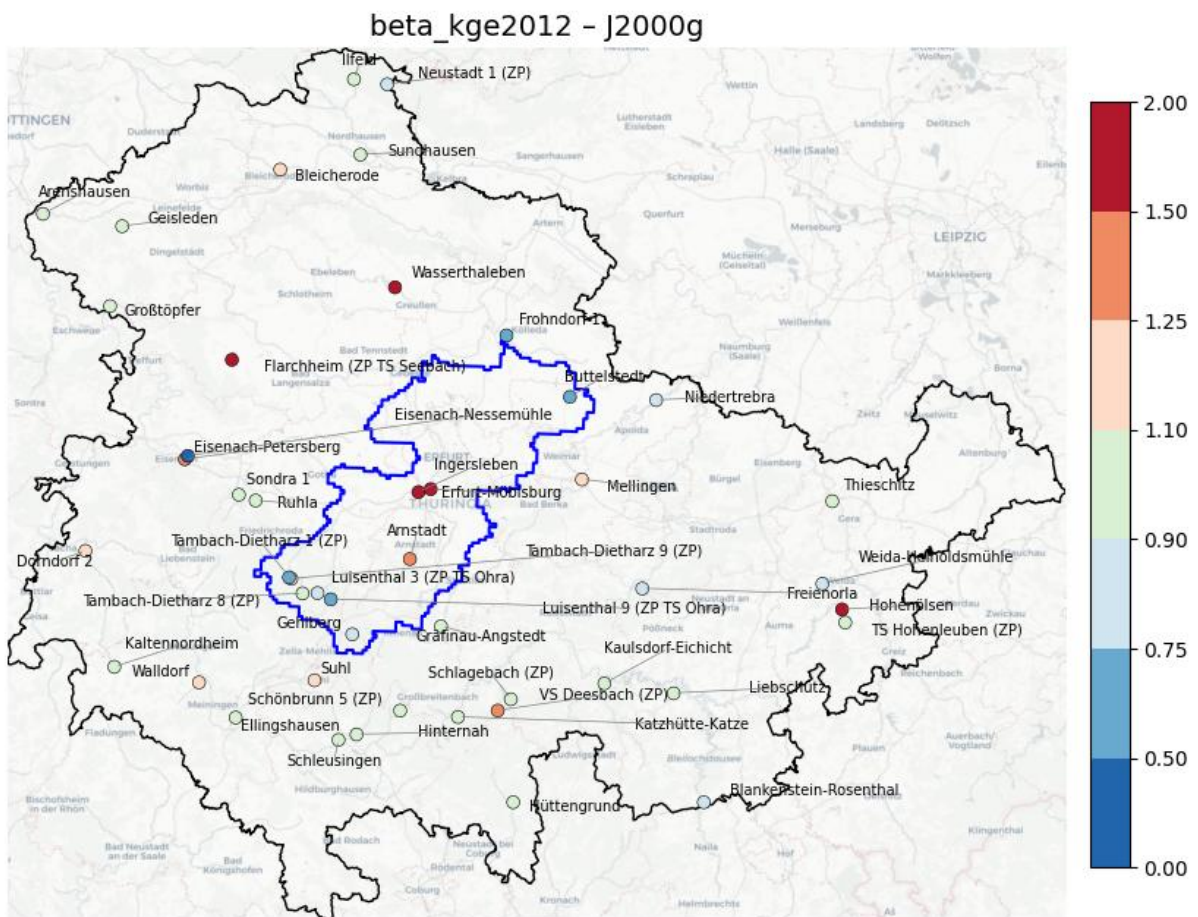


Abbildung 21: Beta J2000g - Karte Thüringen

Abbildung 22 zeigt die γ -Komponente des KGE für alle betrachtenden J2000g-Pegel. Auch hier ist ersichtlich, dass die meisten Pegel ähnliche Ergebnisse aufweisen. Wie bereits bei den Vergleichspegeln erkennbar, tendiert J2000g dazu, die Abflussdynamik zu glätten. Dies spiegelt sich in überwiegend γ -Werten kleiner als 1 wider. Fünf Pegel fallen in die beste Kategorie, lediglich einer – Eisenach-Nessemühle – in die schlechteste.

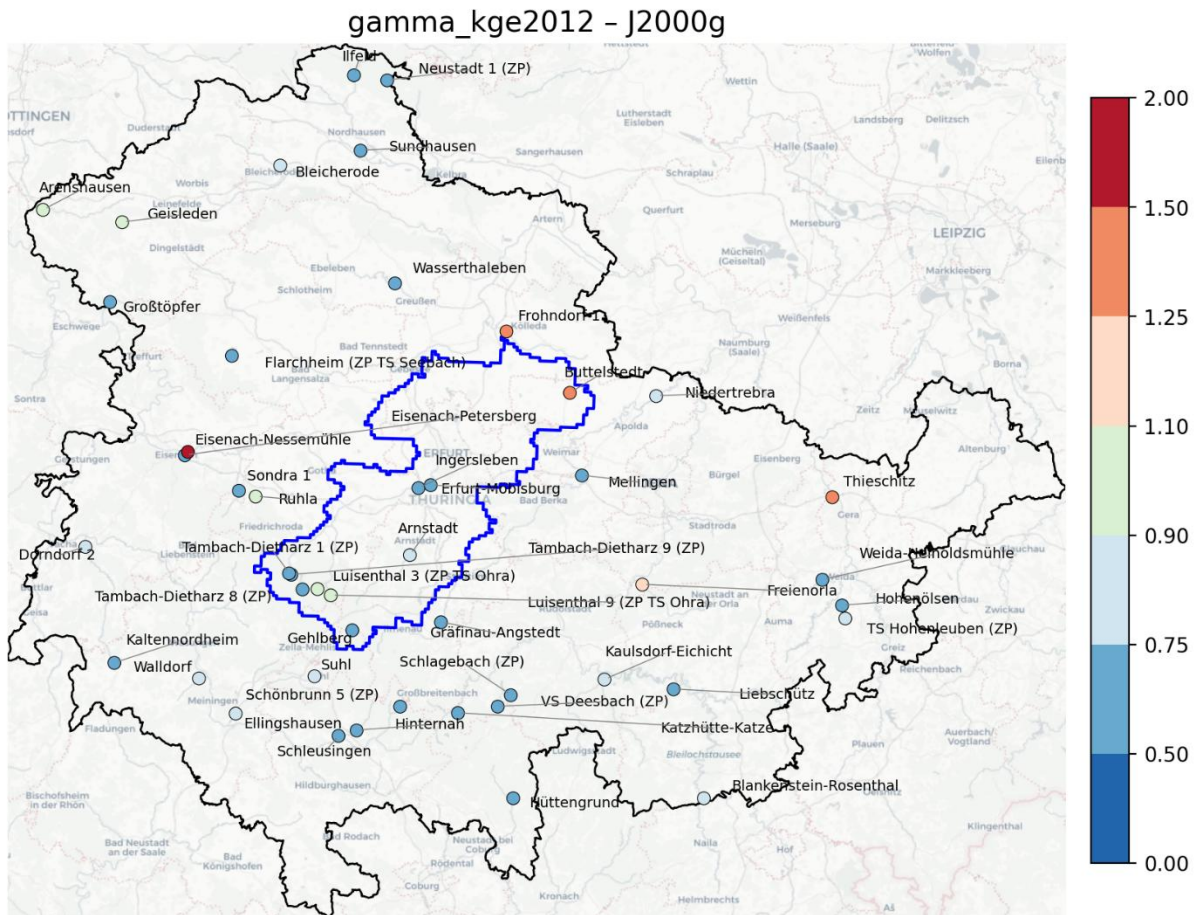


Abbildung 22: Gamma J2000g - Karte Thüringen

In Abbildung 23 sind die NSE-Werte für die J2000g-Pegel dargestellt. Mit Wasserthaleben, Flarchheim und Hohenölsen gibt es drei Pegel mit negativen Werten. Alle übrigen Pegel weisen positive NSE-Werte auf, wobei die meisten im Bereich von 0,5 bis 0,8 liegen.

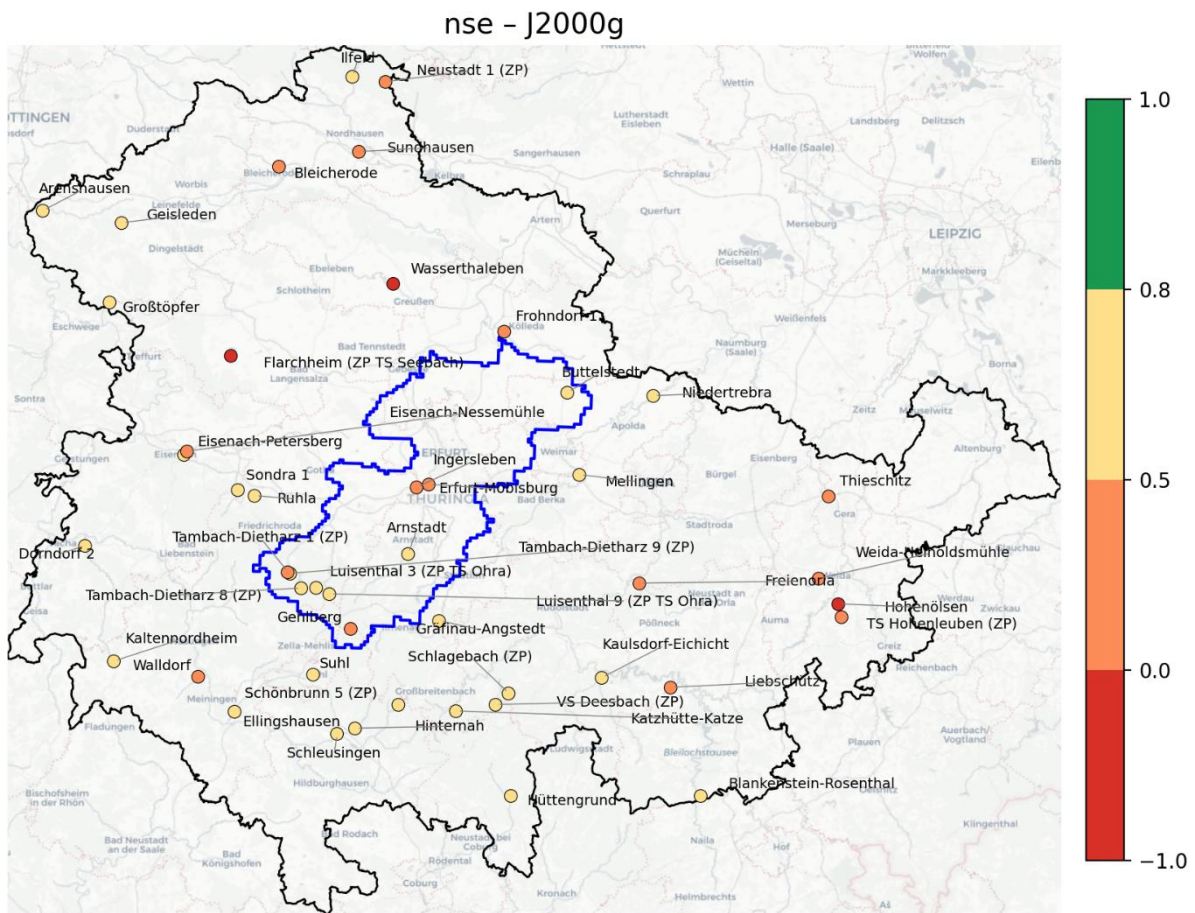


Abbildung 23: NSE J2000g - Karte Thüringen

3.5 Modellverifikation Talsim

Abbildung 24 zeigt die KGE-Werte für jene Pegel, die mit Talsim simuliert wurden. Die Pegel Niederwillingen und Plaue weisen dabei die schlechtesten Ergebnisse auf. Der Pegel Niederwillingen ist durch die Talsperre Heyda und durch den Oberwillinger Spring (an Störungszone unterirdischer Zufluss von Wasser aus der östlich verlaufenden Ilm) beeinflusst. Auch der Pegel Plaue ist durch Stollen und einen Spring beeinflusst, was als Ursache für die geringere Modellgüte angesehen werden kann.

Darüber hinaus zeigen auch der durch Talsperren beeinflusste Pegel Frohndorf 2 sowie die Pegel Buttelstedt, Ingersleben und Eischleben vergleichsweise schwächere Ergebnisse. Im Gegensatz dazu konnten insbesondere im südlichen Teil des Einzugsgebiets sehr gute Modellgüten erzielt werden.

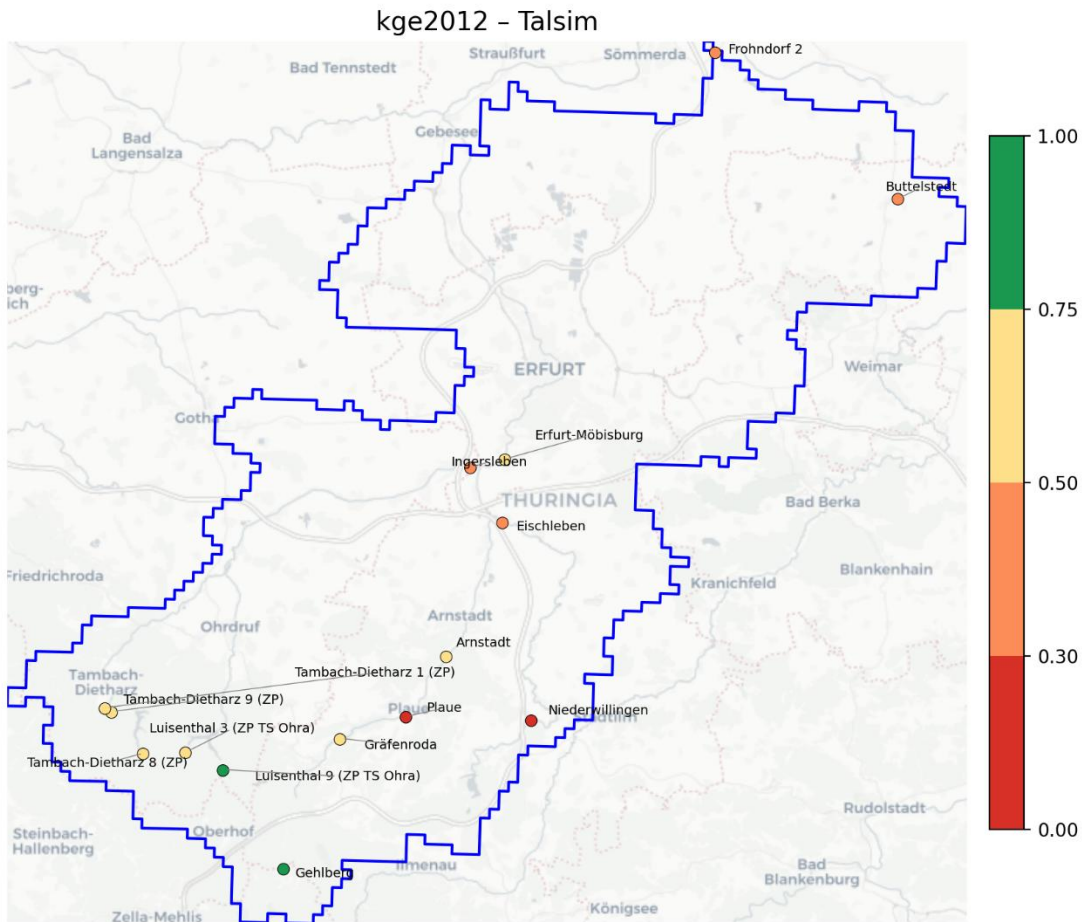


Abbildung 24: KGE 2012 Talsim - Karte Pilotgebiet

In Abbildung 25 sind die Korrelationswerte für Talsim dargestellt. Kein Pegel liegt in der schlechtesten Kategorie ($r < 0,5$). Lediglich die Pegel Niederwillingen, Frohndorf 2 und Buttelstedt – die insgesamt schwächere Ergebnisse zeigen – befinden sich im Bereich von 0,5 bis 0,7. Die Pegel Arnstadt und Erfurt-Möbisburg erreichen hingegen sehr hohe Werte von über 0,9. Auch alle übrigen Pegel weisen hohe Korrelationskoeffizienten von über 0,7 auf, was auf eine gute Abbildung der zeitlichen Dynamik hinweist.

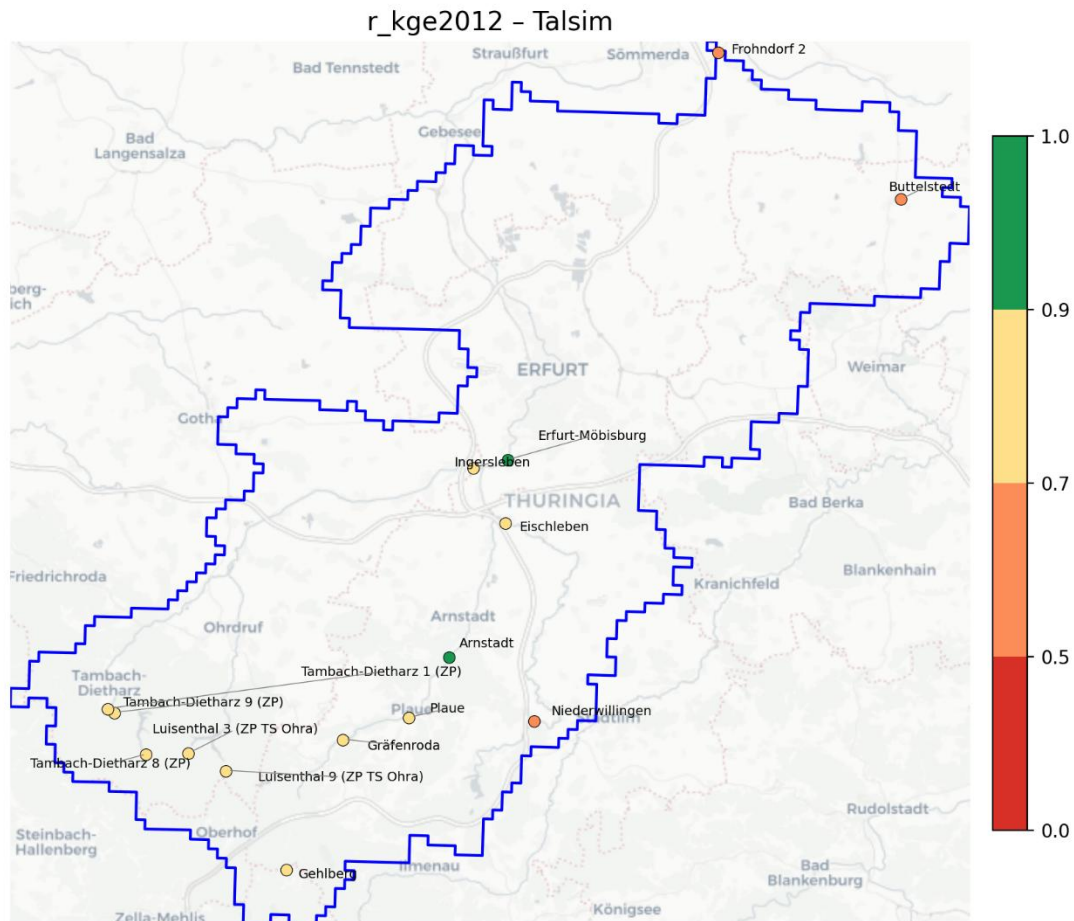


Abbildung 25: Korrelation Talsim - Karte Pilotgebiet

Abbildung 26 stellt die Beta-Werte für alle analysierten Talsim-Pegel dar. Rote Pegel zeigen Überschätzungen, blaue Pegel Unterschätzungen des Abflusses im Mittel dar. Es zeigt sich ein ähnliches räumliches Muster wie beim KGE: Die Zulaufpegel zu den Talsperren Ohra, Schmalwasser und Tambach-Dietzharz weisen insgesamt geringe Bias-Werte und damit eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen auf. An den Pegeln Plau und Niederwillingen wird der Abfluss im Mittel deutlich überschätzt, während an den Pegeln Frohndorf 2 und Buttelsstedt eine deutliche Unterschätzung vorliegt.

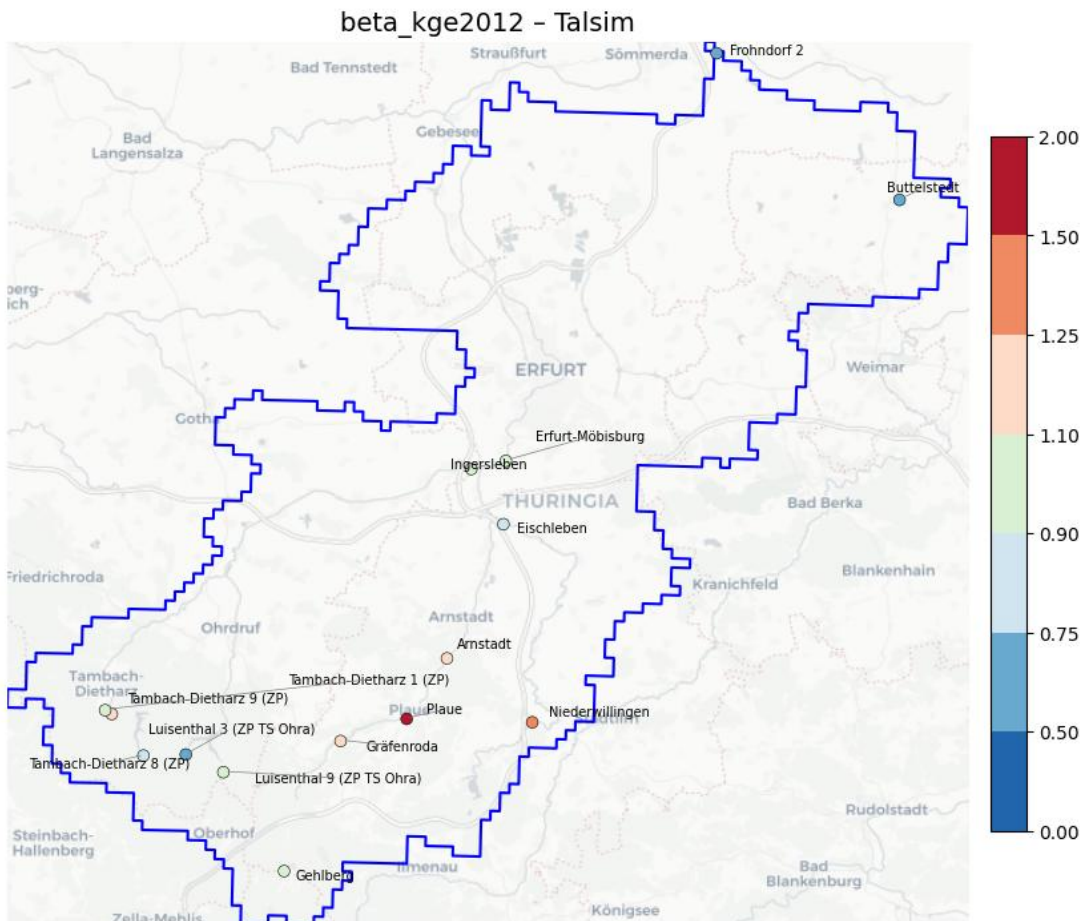


Abbildung 26: Beta KGE Talsim - Karte Pilotgebiet

Abbildung 27 zeigt die γ -Komponente des KGE und damit die Abbildung der Variabilität der Abflüsse. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die simulierten Abflüsse überwiegend geglättet sind; kein Pegel weist eine zu hohe Variabilität auf. Für die Pegel Arnstadt, Gräfenroda sowie die beiden Zulaufpegel zur Talsperre Ohra wird die Variabilität jedoch sehr gut getroffen.

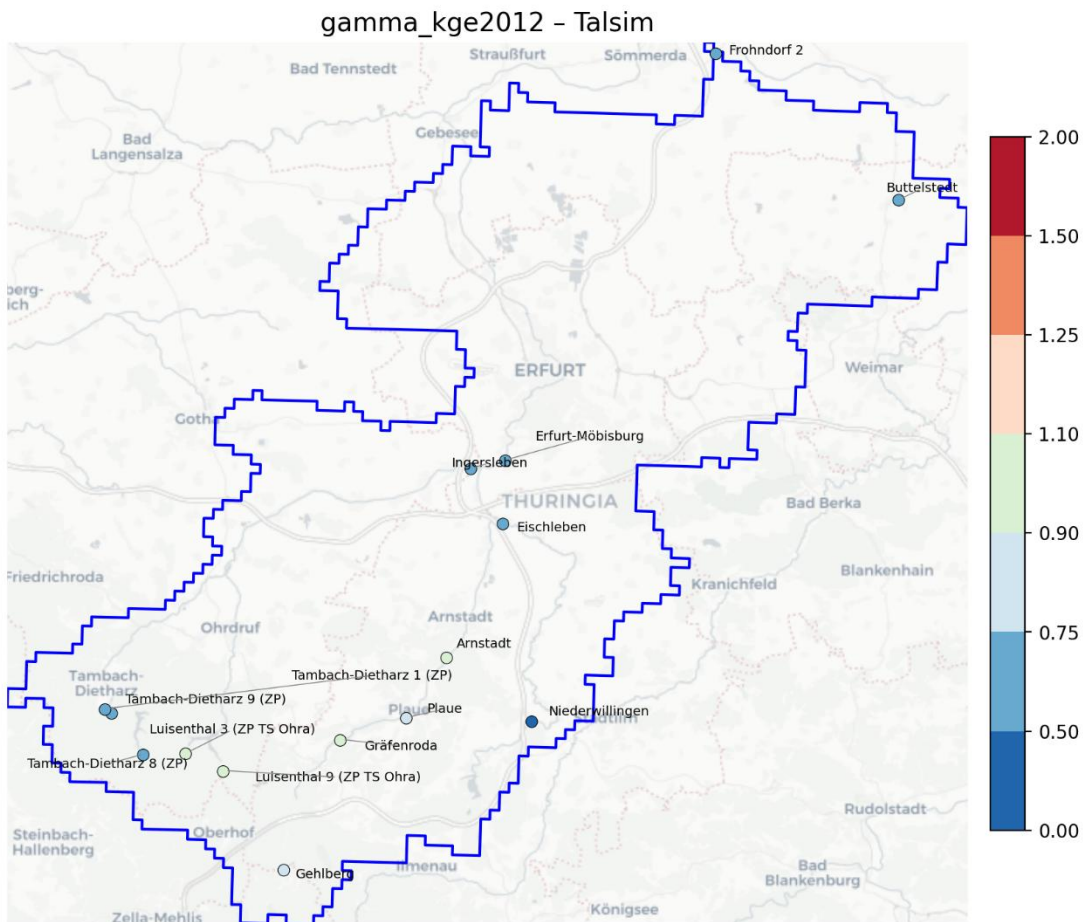


Abbildung 27: Gamma KGE Talsim - Karte Pilotgebiet

Abbildung 28 zeigt die NSE-Werte für die Talsim-Pegel. Kein Pegel weist einen negativen NSE-Wert oder einen Wert über 0,8 auf. Die meisten Pegel liegen ebenfalls im Bereich von 0,5 bis 0,8. Die Pegel Frohndorf 2, Buttstedt, Plaue und Niederwillingen weisen hingegen positive Werte unterhalb von 0,5 auf.

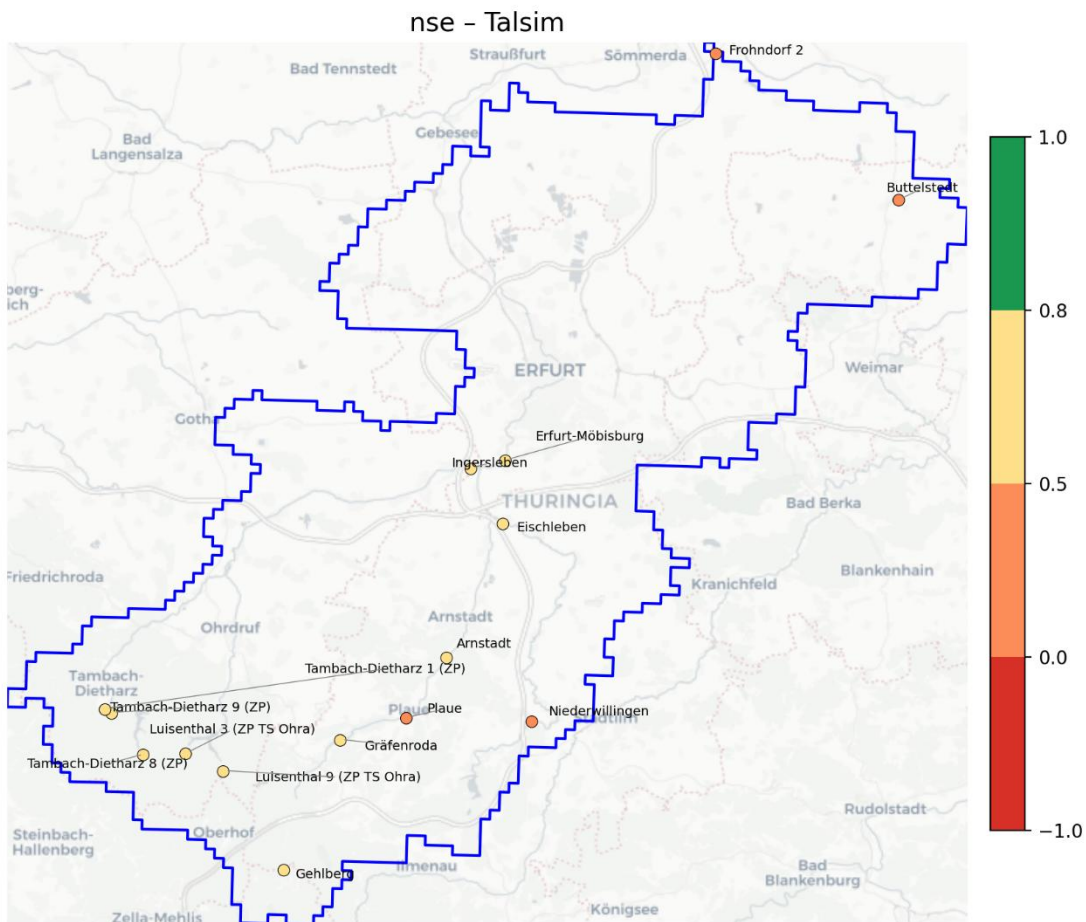


Abbildung 28: NSE Talsim - Karte Pilotgebiet

3.6 Pegelwahl Dashboard

Für J2000g wurden mehr Pegel analysiert, als zum Zeitpunkt der Analyse im Dashboard dargestellt waren. Auf Grundlage der Analyseergebnisse wurde die Auswahl der im Dashboard dargestellten Pegel angepasst. Die detaillierten Ergebnisse der Analyse und damit die Grundlage für die Pegelwahl sind im Anhang dargestellt.

Abbildung 29 gibt einen Überblick über die neue Pegelwahl: Rot markierte Pegel werden aus dem Dashboard entfernt, ockerfarbene Pegel bleiben bestehen und blau markierte Pegel wurden bislang nicht im Dashboard angezeigt, werden künftig jedoch ergänzt. Insgesamt werden auf Basis der Verifikationsergebnisse elf Pegel aus dem Dashboard entfernt und fünf neue Pegel hinzugefügt.

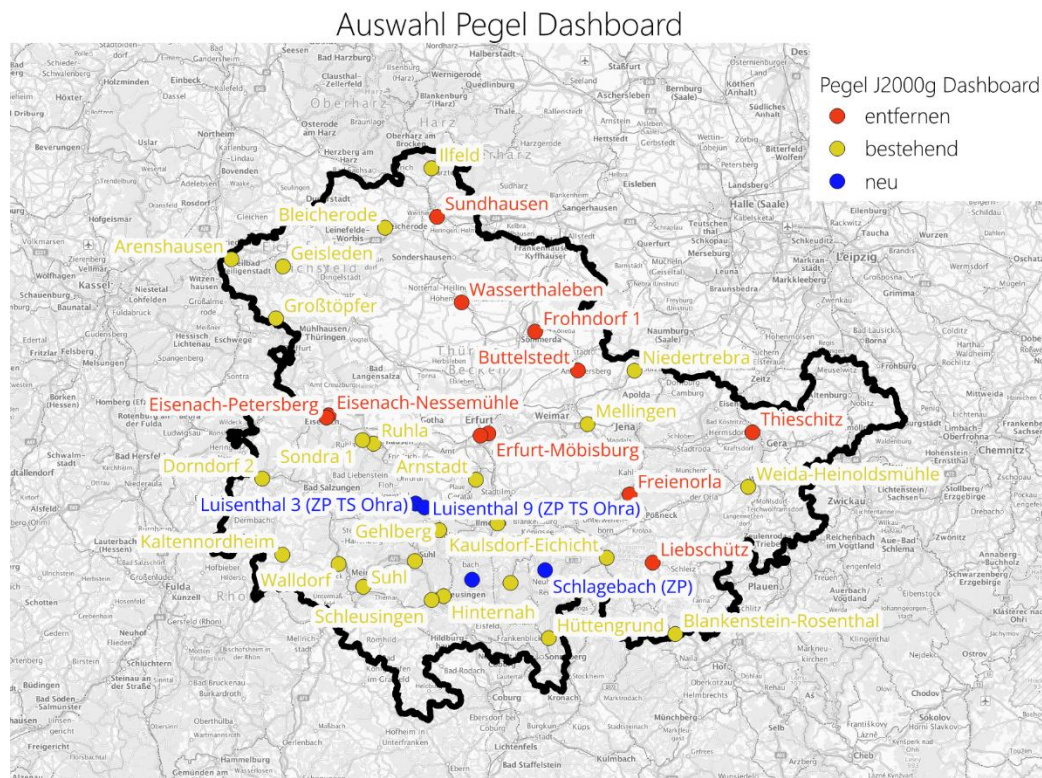


Abbildung 29: Pegelwahl Dashboard

3.7 Zusammenfassung Modellverifikation

Beide Modelle liefern für den Großteil der Pegel insgesamt annehmbare Ergebnisse, wobei jedoch deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Pegeln bestehen. Die schwächeren Modellgüten sind überwiegend auf anthropogene bzw. wasserwirtschaftliche Beeinflussungen, beispielsweise durch Tal-sperren oder Stollen, zurückzuführen. Insgesamt zeigen beide Modelle – mit wenigen Ausnahmen – stabile Ergebnisse. Insbesondere hinsichtlich der Korrelation wird die zeitliche Dynamik des Abflussgeschehens gut abgebildet. Sowohl J2000g als auch Talsim tendieren jedoch dazu, die Abflussganglinien zu stark zu glätten. Der Bias hingegen variiert deutlich zwischen den einzelnen Pegeln.

Für das Modell J2000g wurden mehr Pegel analysiert, als zum Zeitpunkt der Analyse (März 2026) im Dashboard dargestellt waren. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde daher eine angepasste Auswahl an Pegeln für das Dashboard getroffen.

Auf Grundlage der Ergebnisse kann festgestellt werden, dass beide Modelle sowie die Modellkette grundsätzlich geeignet sind, die Hydrologie abzubilden. Sie eignen sich somit für die Berechnung des abflussbasierten Standardized Streamflow Index (SSI), der im Dashboard dargestellt wird. Auch die Ergebnisse der zukünftig im Dashboard berücksichtigten Pegel halten dieser Analyse stand.

Im Gegensatz zu J2000g werden in Talsim auch Betriebsregeln von Talsperren sowie weitere anthropogene Einflüsse, wie beispielsweise Stollen, weitgehend berücksichtigt. Ein direkter Vergleich von Talsperren-Ablaufpegeln wurde daher nicht durchgeführt. Dennoch wurden einige anthropogen beeinflusste Pegel, wie beispielsweise Ingersleben oder Erfurt-Möbisburg, in den Vergleich einbezogen. Für beide Pegel konnte – wie erwartet – Talsim einen deutlich höheren KGE-Wert erzielen.

Beim Pegel Luisenthal 3, der durch den oberhalb einleitenden Schmalwasserstollen beeinflusst ist, zeigte sich jedoch ein leicht höherer KGE-Wert für J2000g (0,70) im Vergleich zu Talsim (0,64). Allerdings ist die mit Talsim modellierte Einleitung des Schmalwasserstollens oberhalb des Pegels sehr gering (90 %-Quantil: 0,001 m³/s). Der Einfluss des Schmalwasserstollens auf den Pegel Luisenthal 3 ist somit als sehr niedrig einzustufen. Die Unterschiede in den Modellergebnissen sind daher vermutlich auf andere Ursachen zurückzuführen, beispielsweise auf eine genauere Abgrenzung des Einzugsgebiets in J2000g.

4 ANHANG

Tabelle 3: Tabelle Modellverifikation und Pegelauswahl Dashboard

PEGELNAME	in Dashboard bisher	kge2	gamma_kge2	beta_kge2	nse	in Dashboard neu	Änderung Dashboard
Ruhla	1	0,85	0,96	0,98	0,72	1	0
Geisleden	1	0,85	0,94	1,02	0,73	1	0
Arenshausen	1	0,81	0,91	1,03	0,68	1	0
Ellingshausen	1	0,79	0,87	1,09	0,73	1	0
Niedertrebra	1	0,77	0,86	0,89	0,7	1	0
Suhl	1	0,76	0,87	1,12	0,67	1	0
Grosstoepfer	1	0,72	0,75	0,99	0,76	1	0
Kaulsdorf-Eichicht	1	0,7	0,79	1,07	0,62	1	0
Schleusingen	1	0,7	0,74	1,07	0,73	1	0
Blankenstein-Rosenthal	1	0,7	0,86	0,86	0,58	1	0
Luisenthal 3 (ZP TS Ohra)	0	0,7	0,99	0,83	0,52	1	1
Dorndorf 2	1	0,69	0,79	1,12	0,61	1	0
Graefinau-Angstedt	1	0,66	0,71	1,02	0,65	1	0
Walldorf	1	0,65	0,87	1,14	0,40	1	0
Bleicherode	1	0,65	0,8	1,11	0,5	1	0
Luisenthal 9 (ZP TS Ohra)	0	0,64	0,93	0,71	0,54	1	1
Katzhütte-Katze	1	0,63	0,7	1,09	0,63	1	0
Huettengrund	1	0,63	0,69	0,98	0,64	1	0
Mellingen	1	0,62	0,73	1,2	0,64	1	0
Arnstadt	1	0,62	0,81	1,31	0,63	1	0
TS Hohenleuben (ZP)	0	0,62	0,83	0,96	0,43	0	0
Hinternah	1	0,61	0,66	0,94	0,61	1	0
Schönbrunn 5 (ZP)	0	0,61	0,72	0,97	0,54	1	1
Gehlberg	1	0,57	0,74	0,75	0,5	1	0

PEGELNAME	in Dashboard bisher	kge2	gamma_kge2	beta_kge2	nse	in Dashboard neu	Änderung Dashboard
Freienorla	1	0,57	1,21	0,81	0,33	0	-1
Ilfeld	1	0,55	0,63	0,91	0,54	1	0
Kaltennordheim	1	0,54	0,64	0,99	0,5	1	0
Schlagebach (ZP)	0	0,54	0,65	1,07	0,51	1	1
Tambach-Dietharz 8 (ZP)	0	0,54	0,63	1,01	0,52	1	1
Liebschuetz	1	0,53	0,7	0,98	0,39	0	-1
Sondra 1	1	0,52	0,6	1	0,52	1	0
Thieschitz	1	0,52	1,26	0,9	0,09	0	-1
Neustadt 1 (ZP)	0	0,52	0,64	0,8	0,49	0	0
VS Deesbach (ZP)	0	0,5	0,61	1,26	0,62	0	0
Sundhausen	1	0,49	0,66	1,01	0,38	0	-1
Tambach-Dietharz 9 (ZP)	0	0,49	0,61	1,24	0,58	0	0
Tambach-Dietharz 1 (ZP)	0	0,48	0,69	0,64	0,43	0	0
Eisenach-Petersberg	1	0,46	0,64	1,34	0,52	0	-1
Buttelstedt	1	0,46	1,34	0,64	0,56	0	-1
Weida-Heinoldsmühle	1	0,45	0,65	0,86	0,35	1	0
Frohndorf 1	1	0,39	1,37	0,7	0,21	0	-1
Erfurt-Moebisburg	1	0,36	0,71	1,55	0,45	0	-1
Eisenach-Nessemuehle	1	0,11	1,68	0,5	0,01	0	-1
Ingersleben	1	0,04	0,6	1,85	0,23	0	-1
Wasserthaleben	1	-0,18	0,69	2,12	-0,25	0	-1
Flarchheim (ZP TS Seebach)	0	-0,21	0,52	2,02	-0,24	0	0
Hohenölsen	0	-10,77	0,73	12,76	-108,53	0	0