

## Analyse des Einflusses der Westringkaskade auf das Niedrigwasser in der Apfelstädt

Autor: Prof. Dr. Michael Stützer; Professor für Volkswirtschaftslehre und quantitative Methoden an der DHBW Mannheim; Email-Adresse: [michael.stuetzer@dhw-mannheim.de](mailto:michael.stuetzer@dhw-mannheim.de)

Drei Gleichen, 17.01.2022

Zusammenfassung:

Seit 2020 werden erhebliche Mengen an Wasser über die Westringkaskade aus dem Stausee Tambach-Dietharz entnommen. Dies führt zu einer Senkung der Wildbettaabgabe an die Apfelstädt. Die Folge sind geringere Pegelstände bis zum Trockenfallen von Teilen der Apfelstädt. Nach Analyse der Daten von 2008 bis Ende 2021 ergibt sich, dass die Westringkaskade viel mehr für das Niedrigwasser in der Apfelstädt verantwortlich ist, als die durch den Klimawandel ausgelösten geringeren Regenmengen. Die Westringkaskade ist direkt verantwortlich für einen Rückgang der Wasserabgabe aus der Talsperre Tambach-Dietharz in Höhe von  $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$ , während die durch den Klimawandel ausgelösten geringeren Zuflüssen zu einem Rückgang der Wasserabgabe von  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$  führen. Die Westringkaskade hat also einen mehr als doppelt so großen Effekt wie der Klimawandel.

Analyse:

Ich verfüge über die Daten der Fernwasserversorgung zu Zuflüssen und Abflüssen der Talsperren Tambach-Dietharz und Schmalwasser seit 2008. Vorher sind ein Großteil der Daten elektronisch nicht verfügbar. Zudem verfüge ich über die Pegelstände für die Apfelstädt, wobei insbesondere der Pegel Georgenthal 1 von Bedeutung ist.

In der unteren Tabelle sind die durchschnittlichen Wildbettaabgaben aus den Talsperren sowie der Pegel Georgenthal 1 für zwei Perioden aufgeführt: von 2008 bis 2019 und von 2020 bis 2021.

Tabelle 1: Allgemeine Daten vor und nach Inbetriebnahme der Westringkaskade

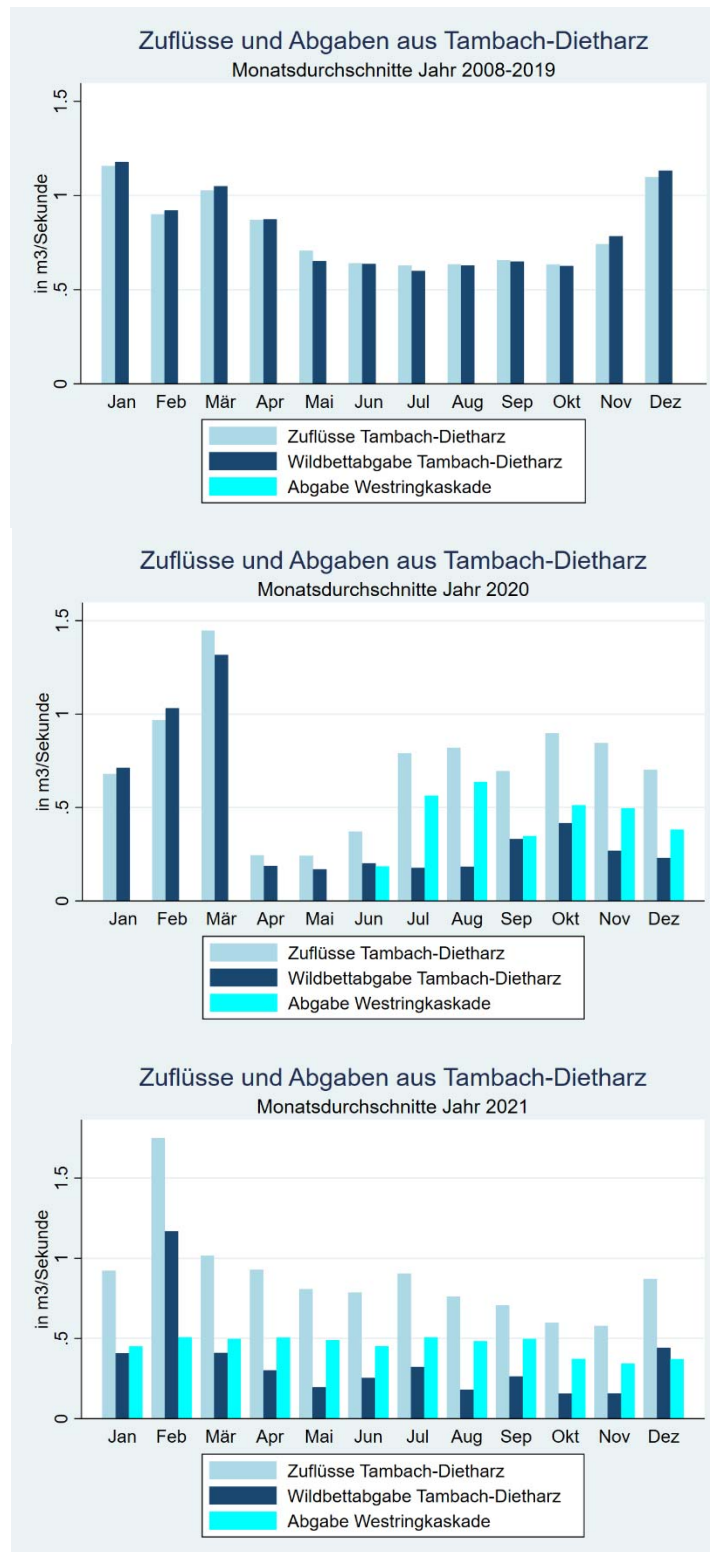
Periode	Wildbettaabgabe aus Talsperre Tambach-Dietharz in die Apfelstädt in $\text{m}^3$ pro Sekunde	Wildbettaabgabe aus Talsperre Schmalwasser in die Schmalwasser in $\text{m}^3$ pro Sekunde	Wildbettaabgabe insgesamt in das Apfelstädt-System in $\text{m}^3$ pro Sekunde	Abgabe an Westringkaskade in $\text{m}^3$ pro Sekunde	Pegel Apfelstädt Georgenthal 1 in $\text{m}^3$ pro Sekunde
2008-2019	0,81	0,13	0,94	0	1,35
2020-2021	0,40	0,10	0,50	0,45 ab Sommer 2020	0,95

Daten: Thüringer Fernwasserversorgung und Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass insbesondere aus der Talsperre Tambach-Dietharz erheblich weniger Wasser in die Apfelstädt abgegeben wird. Die gesamte Wildbettaabgabe fällt von  $0,94 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $0,50 \text{ m}^3/\text{s}$ , was einen Rückgang von 47% darstellt. Zugleich fällt auch der Pegel (gemessen mit der Durchflussmenge) in Georgenthal von  $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$  auf  $0,95$ . Dies ist ein Rückgang von 30% von der Periode 2008 bis 2019 zur Periode 2020 bis Ende 2021. Im Vergleich dazu beträgt die Abgabe an die Westringkaskade täglich ca. 39 Tsd.  $\text{m}^3$  oder umgerechnet  $0,45 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Eine graphische Darstellung zeigt dies auch deutlich. Ich vergleiche hierzu die Durchschnitte der Jahre 2008 bis 2019 mit den Jahren 2020 und 2021.

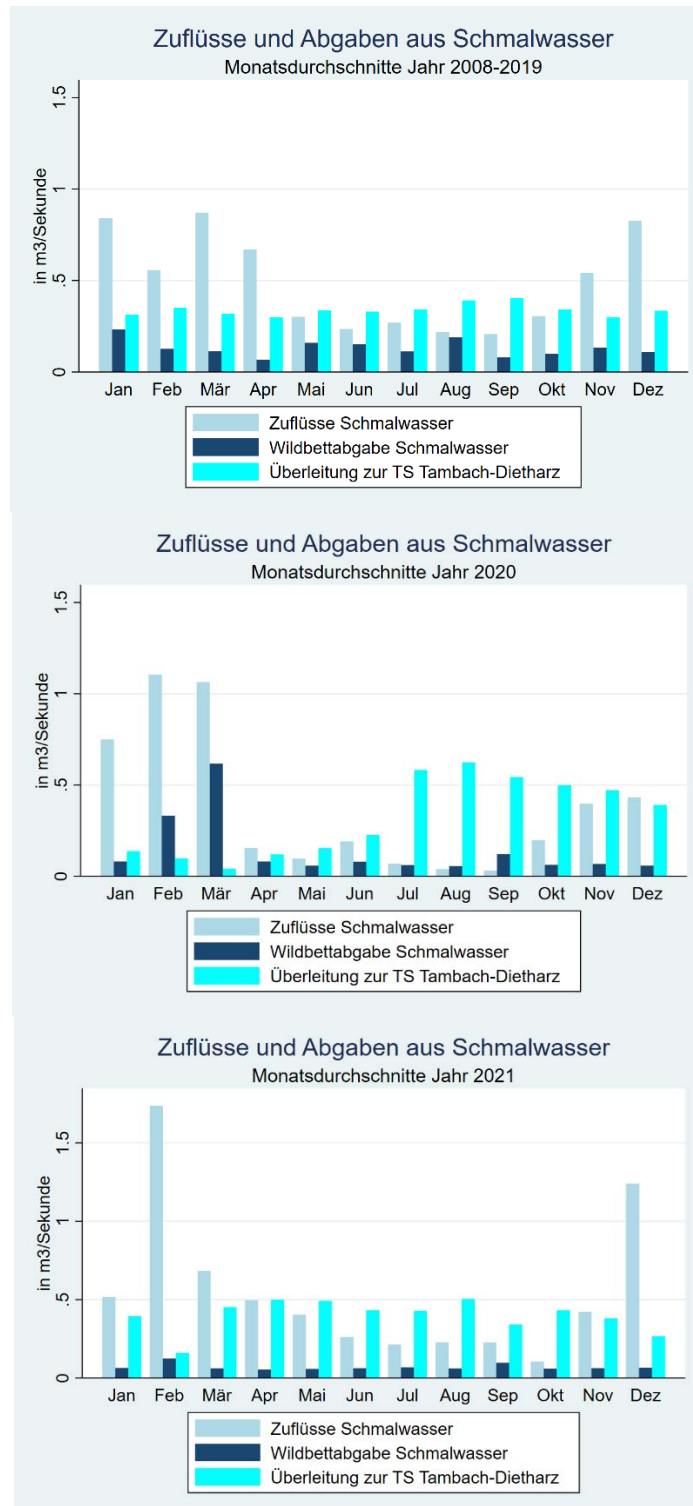
Abbildung 1: Zuflüsse und Abgaben aus Talsperre Tambach-Dietharz



Aus Abbildung 1 (oben) kann man gut erkennen, dass im Vergleichszeitraum 2008-2019 im Grunde zufließende Wassermengen 1:1 wieder an das Wildbett der Apfelstädt abgegeben werden. Dies ändert sich mit der Inbetriebnahme der Westringkaskade im Juni 2020 (Probetrieb ab Juni, regulärer Betrieb ab Herbst). Die aus der Talsperre ins Wildbett abgegebene Wassermenge sinkt ab

Mitte 2020 (Abb. 1 mitte) und im Jahr 2021 (Abb. 1 unten) dramatisch. Ein geringer Rückgang der Wildbettabgabe im Vergleich zu den Zuflüssen ist schon im Jahr 2019 zu beobachten, als der Vorstau für den Betrieb der Westringkaskade beginnt (Geschäftsbericht Thüringer Fernwasserversorgung Rückblick 2019, S. 18).

Abbildung 2 wiederholt diesen Vergleich für die Zuflüsse und Abgaben aus Talsperre Schmalwasser



Aus der Talsperre Schmalwasser wird ein Teil der Zuflüsse an das Wildbett abgegeben und ein anderer Teil über den Mittelwasserstollen zur Talsperre Tambach-Dietharz umgeleitet. Man erkennt in Abbildung 2 sehr gut den Westringkaskadeneffekt an gestiegenen Überleitungen zur Talsperre

Tambach-Dietharz in den Jahren 2020 (Abb. 2 mitte) und 2021 (Abb. 2 unten) im Vergleich zu den Jahren 2008-2019 (Abb. 2 oben). Diese Überleitung ist gestiegen, um die Wasserkraftwerke an der Westringkaskade mit möglichst hoher Leistung betreiben zu können. Die Wildbettabgabe sinkt auch im geringen Maße von 2008-2019 im Vergleich zu 2020 und 2021.

Das Umweltministerium argumentiert, dass die Hauptursache für die geringeren Pegelstände bis zum Trockenfallen der Apfelstädt im Klimawandel und der Versinkungszone bei Ohrdruf zu sehen sind. Der Einfluss der Westringkaskade wird öffentlich klein geredet bzw. dementiert. Nur in den Geschäftsberichten der Fernwasserversorgung (2019, S. 31) wird gelegentlich auf den Einfluss der Westringkaskade hingewiesen.

Diese Argumentation des Umweltministeriums ist irreführend. Beginnen wir beim ersten Punkt, den Versinkungszonen. Diese Versinkungszonen bei Ohrdruf betreffen die Ohra und die Apfelstädt (siehe Anhang 1). Wasser versickert dort und geht in den Grundwasserspiegel über. Die Daten zur Wildbettabgabe und dem Pegel Georgenthal 1 oben zeigen aber eindeutig, dass schon weniger Wasser in die Apfelstädt abgegeben wird. Dieser Messpunkt liegt viele Kilometer vor den Versinkungszonen. Die Westringkaskade führt also unabhängig von den Versinkungszonen schon dazu, dass weniger Wasser im Oberlauf der Apfelstädt vorhanden ist.

Zudem kann gezeigt werden, dass Niedrigwasser in jüngster Zeit häufiger vorkommen. Hierfür kann ich die langen Datenreihen des TLUBN für den Pegel Ingersleben analysieren. Dabei unterscheidet ich drei Zeitperioden: 1) von 1945 bis 1993; 2) von 1998 bis 2019; und 3) von 2020 bis 2021.<sup>1</sup> Diese drei Zeitperioden wurden so gewählt, um den Einfluss des Menschen auf den Fluss zu demonstrieren. In der Zeitperiode 1 existiert die Talsperre Schmalwasser noch nicht und der Fluss ist unregulierter. Nur die Talsperre Tambach-Dietharz ist durchgängig in Betrieb und von 1966 an auch die Ohratalsperre. In der Zeitperiode 2 (nach dem Ende des Probestaus der Talsperre Schmalwasser) ist der Fluss deutlich stärker durch die Talsperren reguliert. In der dritten Zeitperiode soll der Effekt der Westringkaskade erfasst werden.

Ich definiere Niedrigwasser als Tage mit einem Durchflusspegel von weniger als dem von der TLUBN angegebenen MNQ Wert von 0,216 m<sup>3</sup>/s. Man erkennt deutliche Unterschiede in der Häufigkeit von Niedrigwassern in Tabelle 2. In der frühen Zeitperiode 1 mit geringerer menschlicher Regulierung kommen Niedrigwasser an 8% aller Tage vor. In der stärker von Talsperren regulierten Zeitperiode 2 verringert sich das Auftreten von Niedrigwasser auf 5% der Tage. In der Zeitperiode 3 mit Westringkaskade ab 2020 erhöht sich das Auftreten von Niedrigwasser auf 25% aller Tage.

Tabelle 2: Häufigkeit von Niedrigwasser

	1) 1945 bis 1993	2) 1998-2019	3) 2020-2021
Anteil von Tagen mit Niedrigwasser: Durchflusspegel unterhalb vom MNQ (<0,216 m <sup>3</sup> /s)	8%	5%	25%

Dieses Ergebnis ist bemerkenswert, da das Umweltministerium oft argumentiert, dass Niedrigwasser ein alter Hut für die Apfelstädt sei. In der Vergangenheit gab es in der Tat Niedrigwasser bis zum Trockenfallen der Apfelstädt, aber die Häufigkeit der Niedrigwasser hat sich im Vergleich von Periode 1 (bis 1993) zu Periode 3 (ab 2020) mehr als verdreifacht. Das Ökosystem steht seit 2020 mit nie dagewesener Häufigkeit unter Trockenstress.

<sup>1</sup> Ich lasse die Jahre 1993 bis 1998 außen vor, da während dieser Zeit der Probestau der Talsperre Schmalwasser durchgeführt wurde. Dies könnte die Ergebnisse verzerren.

Das zweite Argument des Umweltministeriums ist der Klimawandel. Wenn es zu wenig regnet, führt die Apfelstädt weniger Wasser. Natürlich trägt der Klimawandel und die trockenen Jahre zum Niedrigwasser bei. Ein Teil der gestiegenen Niedrigwasserhäufigkeit lässt sich klarerweise auf das trockene Jahr 2020 zurückführen. Es gibt aber statistische Methoden mit denen man den Einfluss von mehreren Faktoren auf zum Beispiel Pegelstände und Wasserabgaben ermitteln kann.

Faktoren, die die Wasserabgabe aus den Talsperren Tambach-Dietharz und Schmalwasser mutmaßlich beeinflussen sind:

- Die Westringkaskade: Wasser, was über die Westringkaskade umgeleitet wird, kann nicht mehr in die Apfelstädt abgegeben werden.
- Die natürlichen Zuflüsse zu den Stauseen: Je mehr es im Thüringer Wald regnet, desto stärker sind die Zuflüsse und desto mehr Wasser wird aus den Talsperren abgegeben.
- Die Füllmenge der Talsperren: Je voller die Talsperren sind, desto mehr Wasser wird abgegeben.
- Überleitungen zwischen den Stauseen: Der Mittelwasserstollen leitet Wasser aus der Talsperre Schmalwasser zur Talsperre Tambach-Dietharz. Er ist also ein künstlicher Zufluss für die Talsperre Tambach-Dietharz und ein künstlicher Abfluss für die Talsperre Schmalwasser.

Der Klimawandel zeigt sich kurzfristig im Faktor Zuflüsse. Trockene Sommer führen zu geringeren Regenmengen und damit geringeren Zuflüssen, was sich in geringeren Wasserabgaben an die Apfelstädt widerspiegeln sollte. Die Westringkaskade (ab 2020)<sup>2</sup> ist menschengemacht. Wenn man sich nun den Einfluss dieser Faktoren mittels einer multivariaten Regressionsanalyse anschaut, ergeben sich folgende Ergebnisse:

Tabelle 3: Einfluss der Westringkaskade und des Klimawandels auf die Wildbettaabgaben

Faktoren	Wildbettaabgabe aus TS Tambach-Dietharz		Wildbettaabgabe aus TS Schmalwasser	
	Effektstärke	Signifikanz	Effektstärke	Signifikanz
Westringkaskade	-0,42	Sehr hoch	-0,01	Nein
Natürliche Zuflüsse	1,03	Sehr hoch	0,03	Nein
Füllmenge	-0,11	Nein	0,02	Sehr hoch
Überleitung Mittelwasserstollen	0,83	Sehr hoch	-0,45	Sehr hoch

Analyse auf Basis der monatlichen Daten von 2008 bis 2021 der Fernwasserversorgung<sup>3</sup>

Die Tabelle ist wie folgt zu lesen. In der zweiten Spalte sind die Ergebnisse für die Talsperre Tambach-Dietharz und in der dritten Spalte für die Talsperre Schmalwasser angegeben. In jeder dieser Spalten wird die Stärke der Effekte und die Signifikanz gezeigt. Die Effektstärke zeigt die Stärke des Effektes

<sup>2</sup> Man kann darüber debattieren, ab wann man den Effekt der Westringkaskade misst. Ich wähle hier der Einfachheit halber Januar 2020. Der Vorstau der Westringkaskade begann schon im geringen Maße 2019, der Effekt wird aber erst Juni 2020 viel größer. Januar 2020 erscheint daher als akzeptabler Kompromiss. Das Verwenden alternativer Startpunkte verändert nur die Größe des Westringkaskadeneffekts; dieser bleibt aber immer stark negativ

<sup>3</sup> Diese Rechnung konzentriert sich auf wenige Variablen. Dennoch kann dieses Modell 97% der Unterschiede (Varianz) in der Wasserabgabe aus der TS Tambach-Dietharz und 24% der Unterschiede der Talsperre Schmalwasser erklären. Ein weiterer Faktor könnte die Regenmenge in der Region sein. Je mehr es regnet, desto mehr Wasser führen die Flüsse und desto mehr Wasser wird auch aus den Talsperren abgegeben. Praktisch ist die Regenmenge aber schon in den Zuflüssen mitberücksichtigt. Wenn man die Regenmenge (gemessen auf Basis der in der Umgebung liegenden Wetterstationen des DWD) mitberücksichtigt, verändert das die Ergebnisse überhaupt nicht. Die Effektstärke der Zuflüsse in die Talsperre Schmalwasser ist nicht signifikant. Es scheint, dass auf die kurze Frist eher die Füllmenge der TS Schmalwasser für die Wasserabgabe entscheidender ist als die Zuflüsse.

der einzelnen Faktoren. Je mehr diese Zahl nach oben oder unten von Null abweicht, desto stärker ist der Effekt des Faktors. Die Signifikanz des Faktors zeigt ob der gemessene Effekt real ist oder Zufall sein kann. Wenn die Signifikanz mittel bis hoch ist, kann man sicher sein, dass der Effekt real ist.

Das Hauptergebnis ist, dass die Westringkaskade einen großen Einfluss auf die Wasserabgabe hat. Die Westringkaskade führt direkt zu einer geringeren Wasserabgabe an die Apfelstädt aus der Talsperre Tambach-Dietharz, selbst wenn man den Effekt des Klimawandels berücksichtigt. Einfach gesagt, der Klimawandeleffekt ist hier schon herausgerechnet. Aus der Talsperre Schmalwasser wird durch die Westringkaskade nicht direkt weniger Wasser abgegeben. Der Westringkaskadeneffekt ist hier indirekt spürbar als indem Wasser nicht ins Wildbett, sondern über den Mittelwasserstollen zur Talsperre Tambach-Dietharz geleitet und dann an die Westringkaskade abgegeben wird. Da die Talsperre Tamach-Dietharz stärkere und signifikantere Ergebnisse zeigt, konzentriere ich mich bei der weiteren Analyse hauptsächlich auf diese Talsperre.

Konkret, und unter Herausrechnung des Klimawandels:

- Ohne die Westringkaskade würden im Schnitt  $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$  aus der Talsperre Tambach-Dietharz an die Apfelstädt abgegeben.
- Mit der Westringkaskade werden im Schnitt aber nur  $0,39 \text{ m}^3/\text{s}$  abgegeben.
- Das heißt, durch die Westringkaskade werden  $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$  weniger Wasser an die Apfelstädt abgegeben. Dies entspricht einem Rückgang von 52% (unter Herausrechnung des Klimawandels).

Der Einfluss des Klimawandels lässt sich aber auch nicht leugnen. Die Menge an Wasser über die Zuflüsse beeinflussen stark die Wasserabgabe aus der Talsperre Tambach-Dietharz an die Apfelstädt. Dies kann man daran erkennen, dass die Effektstärke größer als Null ist und Signifikanz dieses Faktors sehr hoch ist. Konkret bedeutet das:

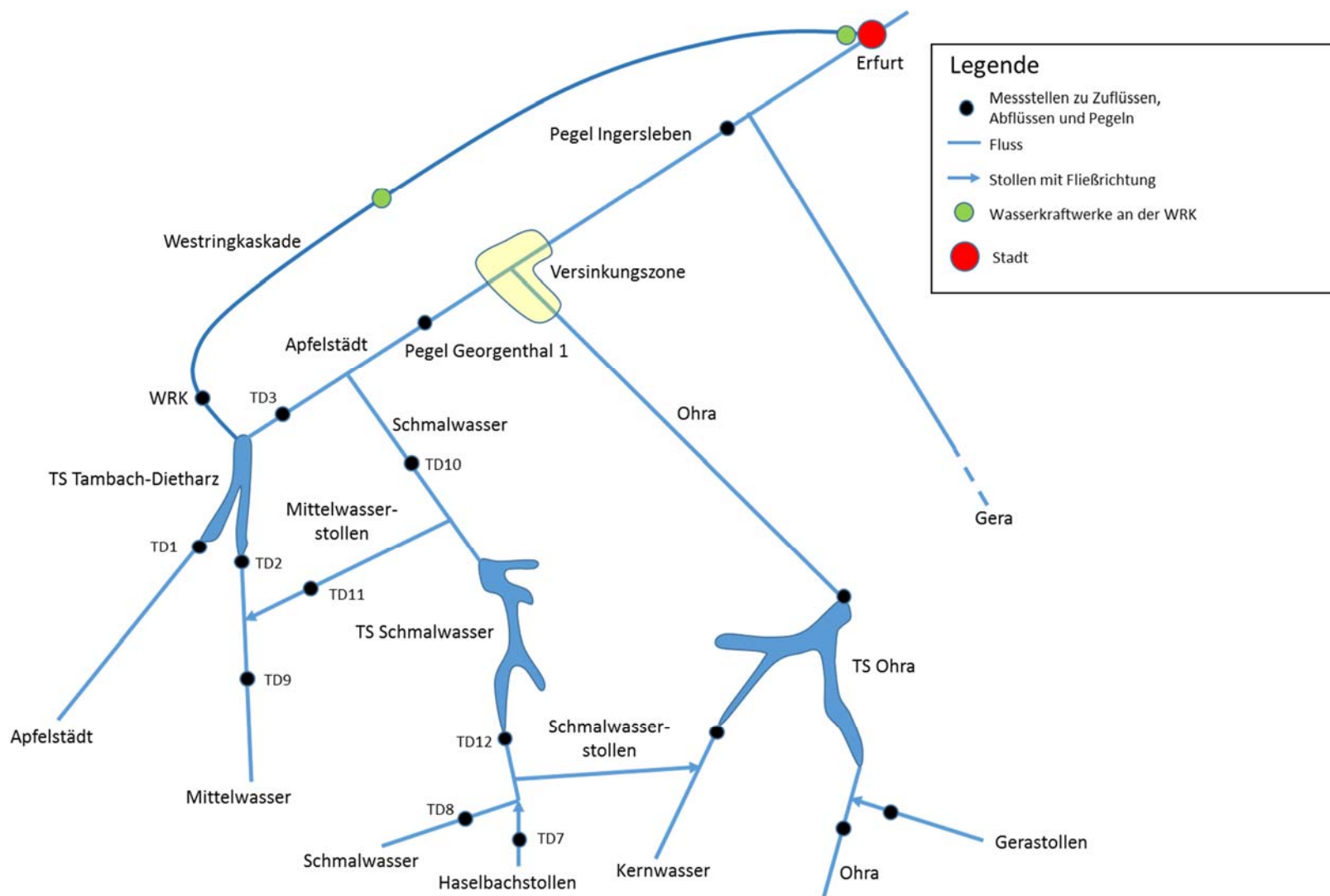
- Wenn wir die Zuflussmengen in den Stausee Tambach-Dietharz in den 5 Jahren mit den geringsten Zuflussmengen (2008, 2014, 2015, 2018, 2019) als Worst-case Indikator für den Klimawandel heranziehen, dann wird aufgrund des Klimawandels  $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$  weniger Wasser an die Apfelstädt abgegeben werden als in den regenreicheren anderen Jahren. Das entspricht einem Rückgang von 22% der Wasserabgabe an die Apfelstädt im Vergleich zu regenreicheren Jahren.<sup>4</sup>

Zusammengefasst ergibt sich, dass die Westringkaskade viel mehr für das Niedrigwasser in der Apfelstädt verantwortlich ist, als die durch den Klimawandel ausgelösten geringeren Regenmengen.

---

<sup>4</sup> Es ist dem Autor bewusst, dass der Klimawandel nicht alleine die Jahre 2008, 2014, 2015, 2018 und 2019 betrifft, sondern ein lang anhaltender Prozess ist. Diese Jahre wurden nur aus dem Zweck gewählt, da sie mit Abstand die geringsten Zuflüsse in die Talsperren aufwiesen. Sie stellen daher einen geeigneten Referenzpunkt für ein mögliches Worst-Case-Szenario von dauerhaft niedrigen Regenfällen dar.

## Anhang 1: Flusssystem Apfelstädt mit Talsperren



Schematische, nicht maßstabgerechte Darstellung auf Basis der Pegelkarte der Thüringer Fernwasserversorgung