

# Ermittlung der morphologischen Entwicklungsfähigkeit der Fließgewässer Hessens

---

## - Kurzdarstellung -

Juni 2012

**Auftraggeber:**

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

**Auftragnehmer:**

Roman Hugo eco-logis - Arbeitsgemeinschaft für ökologische Studien und GIS-gestützte Datenauswertung

**Bearbeitung:**

R. Hugo

unter Mitarbeit von  
C. Kinsinger und R. Assmann

## Einleitung

Flüsse und Bäche zählen zu den vielfältigsten und komplexesten Ökosystemen. Sie sind die Lebensadern einer Landschaft. Unzähligen Tier- und Pflanzenarten bieten sie ein zu Hause. Mehr als die Hälfte aller in Mitteleuropa vorkommenden, vom Aussterben bedrohten Tier- und Pflanzenarten ist direkt oder indirekt an die Gewässer oder die angrenzenden Feuchtgebiete gebunden. Nicht zuletzt aus diesem Grunde haben Flüsse und Bäche eine herausragende Bedeutung.

Nachdem über viele Jahrhunderte der Mensch in die Gewässerökosysteme eingegriffen hat, sind inzwischen natürliche oder naturnahe Flüsse und Bäche selten geworden. Allerdings besitzen Fließgewässer die Fähigkeit, sich unter bestimmten Randbedingungen in einen naturnahen Zustand zurück zu entwickeln – sie sind regenerierbar. Diese Eigenschaft bezeichnet man als „eigendynamische Entwicklungsfähigkeit“.

Die eigendynamische **Gewässerentwicklungsfähigkeit** ist ein noch relativ junger Forschungsgegenstand der Gewässerkunde, besitzt aber aufgrund der Dringlichkeit zur Wiederherstellung des „guten Zustandes“ von Bächen und Flüssen, die in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) aus dem Jahre 2000 vorgeschrieben ist, eine vorrangige und länderübergreifende Bedeutung.

In Hessen sieht man sich durch die Ermittlung der morphologischen Entwicklungsfähigkeit von Flüssen und Bächen den Grundsätzen der Effektivität und Effizienz verpflichtet, damit bei Maximierung der Verbesserung der Gewässerstruktur eine Optimierung des Einsatzes öffentlicher Gelder bewirkt werden kann.

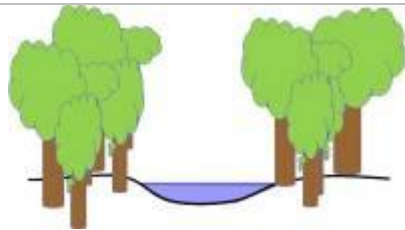
Diesem Prinzip folgend ließ das *Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie* eine Methode erarbeiten, mit der die Entwicklungsfähigkeit der Fließgewässer durch Geographische Informationssysteme computergestützt bewertet und kategorisiert werden kann. Hierbei konnte auf einen umfangreichen und komplexen Datenpool zurückgegriffen werden, der morphologische, hydrologische und biologische Aspekte hochdifferenziert umfasst. Die Methode wurde in einem interaktiven Dialog mit Experten für Gewässermorphologie und Gewässerbiologie verschiedener Verwaltungsebenen Hessens sowie Fachkollegen aus der universitären Forschung entwickelt. Pate standen dabei auch Bewertungsverfahren aus anderen Bundesländern wie Saarland und Rheinland-Pfalz, aber auch Konzeptionen der französischen Wasserbehörden (*Agence de l'Eau*).

Bei der Methodenentwicklung muss unter Beachtung der charakteristischen Besonderheiten der Naturräume Hessens auch der Hochwasserschutz nachhaltig und zukunftsweisend berücksichtigt werden. Die Gewässerentwicklungsfähigkeit analysiert dabei insbesondere das natürliche Entwicklungsvermögen der Gewässer, aber auch die Hemmnisse durch menschliche Aktivität und räumliche Nutzungsansprüche.

# Gewässerentwicklung beurteilen heißt Landschaftsentwicklung verstehen

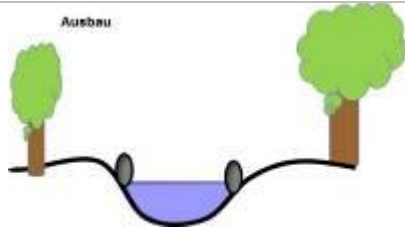
## Die historische Gewässerentwicklung

Die Bewertung der Eigendynamik von Gewässern ist ohne Kenntnis der Entwicklungsprozesse und Entwicklungsphasen nicht möglich. Es lassen sich historisch betrachtet drei Phasen unterscheiden, die in verschiedene Entwicklungsstadien unterteilt werden können.



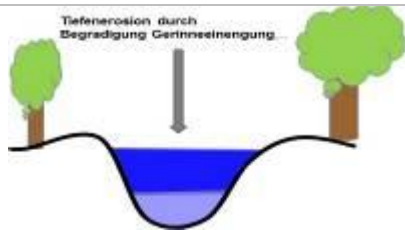
ES1

Stadium 1 weist natürliche oder naturnahe Gewässerstrukturen (Laufentwicklung, Profilentiefung, Uferneigung, Sohlensubstrate, etc.) auf.



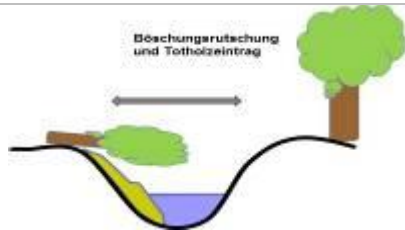
ES2

Stadium 2 ist durch Begradigung und vielfältige Formen von Gewässerverbau dokumentiert, die eine natürliche Gewässerentwicklungsfähigkeit verhindern.



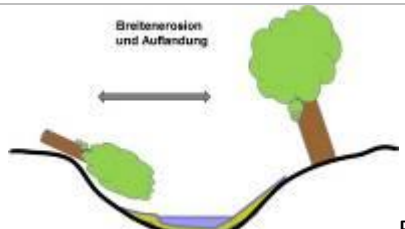
ES3

Stadium 3 kennzeichnet verstärkte Tiefenerosionsprozesse im Gewässer als Folge der Beschränkung der Beweglichkeit des Stadiums 2.



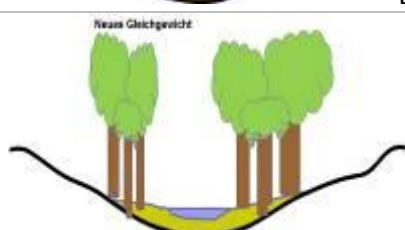
ES4

Stadium 4 zeigt bei fehlender Gewässerunterhaltung Böschungsrutschungen und nachfolgenden Abtransport als „Geschiebe“.



ES5

Stadium 5 charakterisiert infolge der Ufererosion Aufweitungen des Gewässerbettes und Ablagerung des Geschiebes durch die verringerte Strömungskraft.



ES6

Stadium 6 präsentiert einen neuen Gleichgewichtszustand des Gewässers zwischen Abtragung (Erosion) und Ablagerung (Akkumulation) eines „eingetieften“ Gewässerbettes („Sekundäraue“).

### **Gleichgewichtsphase (Entwicklungsstadium 1)**

Die erste, natürliche Phase war durch natürliche Fließgewässerstrukturen und Fließgewässerdynamik gekennzeichnet.



Entwicklungsstadium 1 (ES 1) natürliche Prozessdynamik an der Wisper; hohe Eigendynamik lassen Laufverzweigungen bei vielfältiger Strömungsdiversität und Substratvariabilität entstehen.

### **Restriktionsphase (Entwicklungsstadium 2)**

Nach und nach wurde sie durch das Wirken des Menschen überprägt. Die Landnahme erfolgte bevorzugt in den Talauen, die großflächig trocken gelegt wurden, um für die anwachsende Bevölkerung den Ackerbau zu ermöglichen. Insbesondere die mittelalterlichen Rodungsphasen führten zu einem massiven Bodenabtrag in den Hangbereichen und einem anschließenden Eintrag in die Bäche und Flüsse. Bei Überschwemmungen lagerten sich Sedimente in den Gewässerauen ab, die zum Teil meterhohen Auelehme dokumentierten umfassende Veränderungen unserer Landschaft. Verstärkt einsetzende Gewässerbegradigungen leiteten vom Hochmittelalter in die Neuzeit zum DIN-genormten Kulturwasserbau des 20. Jahrhunderts über.



Entwicklungsstadium 2 (ES 2): Gewässerausbau der Gersprenz unterbindet jegliche eigendynamische Entwicklung. Ufer- und Sohlbereiche sind sehr einheitlich strukturiert; im Verbund mit fehlender Strömungsvielfalt sind hier keine reichstrukturierten aquatische Lebensgemeinschaften zu erwarten.

### **Reaktionsphase - aktuelle Stadien der Gewässerentwicklung (Entwicklungsstadien 4 bis 6)**

Heutzutage befinden sich viele unserer Gewässer in einer sogenannten **Reaktionsphase**, die sich insbesondere bei Nutzungsextensivierung im Bereich des Gewässerumfeldes einstellt.



Entwicklungsstadium 4 (ES 4): Reaktionsphase nach der lauffixierenden Ausbauphase; erosive Prozesse bewirken Böschungsrutschungen, erste Entwicklungstendenzen mit leichten Laufkrümmungen sind in Kürze zu erwarten.



im Übergangsbereich zu Entwicklungsstadium 6 (ES 6) stellt sich künftig eine neue Gleichgewichtsphase ein.

Die Kenntnis und Zuordnung dieser Stadien ist unabdingbare Voraussetzung für die Initiierung der eigendynamischen Entwicklung.

## Die Methodik

### Die beiden Säulen der Gewässerentwicklungsfähigkeit

Die Methode zur Ermittlung der Gewässerentwicklungsfähigkeit basiert auf der zusammenführenden Bewertung zweier wichtiger Komponenten:

Die **Entwicklungsfreudigkeit (EF)** beurteilt die „natürliche Komponente“ der Eigendynamik. Folgende Einflussgrößen sind von entscheidender Bedeutung:

- die Abflussdynamik bezeichnet die Schwankungen in der Abflussmenge, insbesondere das Verhältnis von Hochwasserabfluss zu Niedrigwasserabfluss. Sie ist vornehmlich abhängig von der Niederschlagsmenge und der Durchlässigkeit des Bodens. Bei sandigen Böden wird der Niederschlag vergleichsweise schnell in tiefere Schichten abgeleitet, während lehmige Böden weitaus undurchlässiger sind. Die Beziehung zwischen Niederschlag, Bodenart und Abflusswirksamkeit (Höhe der Abflussmenge) ist dabei außerordentlich komplex.
- die (*breitenspezifische*) Strömungsleistung ist ein Maß für die „Erosionskraft“ des Wassers und wird in  $W/m^2$  berechnet. Je größer das *Gefälle*, je höher der *Abfluss* und je geringer die *Breite* des Bach- oder Flussbettes, desto höher ist das Entwicklungsvermögen.

- die Ufererodierbarkeit zeigt die Möglichkeit des Bodenabtrags durch die Kraft des Wassers im Uferbereich an. Sie hängt in erster Linie von der Bodenart ab (Sand, Schluff, Ton oder Lehm mit zahlreichen „Zwischenstufen“), wird darüber hinaus durch den *Grobbodenanteil*, den *Durchwurzelungsgrad* und die Erosionswirkung des *Geschiebes* bestimmt. Auf Basis der Kombinationswirkung dieser Einzelgrößen ist ein komplexes Verfahren zur Bestimmung der Abtragsleistung von Bodenpartikeln im Uferbereich entwickelt worden
- die Geschiebeführung bezeichnet den Transport oder die Umlagerung von Feststoffen wie Sand, Kies und Schotter durch die abfließende Welle. Die Wirkung der Geschiebeführung auf die Erosionskraft im Uferbereich wird durch ein gewichtetes Auswertungsverfahren abgeschätzt.

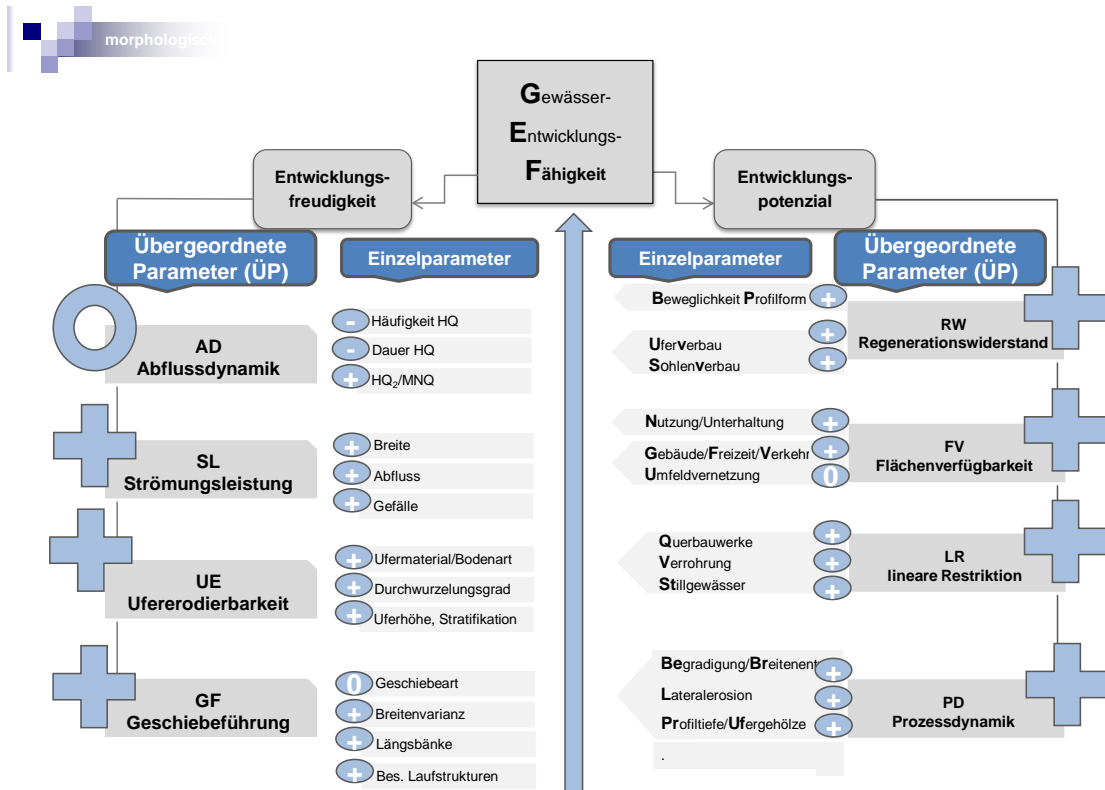
Das **Entwicklungspotenzial (EP)** beurteilt als „restriktive“ Komponente die Beschränkung von Entwicklungsprozessen der Fließgewässer durch menschliche Einwirkung.

Die Bewertung des Entwicklungspotenzials variiert in Abhängigkeit zu Größe des Fließgewässers und seiner Lage, d.h. es ist abhängig davon, ob das Gewässer in der freien Landschaft oder innerhalb einer Ortslage fließt. Während in der freien Landschaft die Gewässerentwicklung bei extensiv genutzter oder völlig während in der freien Landschaft die Gewässerentwicklung bei extensiv oder völlig ungenutzter Fläche weitestgehend möglich ist, schränken in Ortslagen Siedlungsbebauung und Erfordernisse des Objektschutzes die freie Dynamik ein. Ebenso können bei großen Fließgewässern Nutzungsansprüche im Bereich des Gewässerumfeldes und der Hochwasserschutz die Entwicklungsmöglichkeiten begrenzen. Um diesen verständlichen Erwartungen gerecht zu werden, wird das Entwicklungspotenzial fallbezogen differenziert berechnet.

Für das Entwicklungspotenzial sind folgende Einflussgrößen von Bedeutung:

- der Regenerationswiderstand bewertet die Beschränkung der *Beweglichkeit* eines Fließgewässers durch direkte Eingriffe. Neben dem *Sohlen-* und *Uferverbau* geht dabei auch die „*Lauffixierung*“ durch Gestaltung der Gehölzentwicklung in die Beurteilung des Parameters ein. Zudem wird die Auswirkung der *Tiefenerosion* in Bezug auf die eigendynamische Entwicklung untersucht.
- die Flächenverfügbarkeit betrachtet die Einwirkung verschiedenster Aktivitäten im gewässerangrenzenden *Randbereich*. Neben der Art der Flächennutzung wird die Distanz zu Umfeldrestriktionen (Gebäude, Straßen und dergleichen) ausgewertet.
- die lineare Restriktion untersucht die Wirkung von *Querverbauungen* (Wehre, etc.), *Verrohrungen* und *Stillgewässern* (Teiche, Seen) auf *Rückstaueffekte*. Negativ eingestuft werden die Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit und die Behinderung der Geschiebedurchgängigkeit.
- die Prozessdynamik wird über ein sehr komplexes Auswertungsschema beurteilt. Vor Ort festgestellte *Indikatoren der Entwicklungsprozesse* werden in Kombination und Abhängigkeit

zu restriktiven Eingriffen wie *Begradigung*, *Krümmungsverhalten*, *Breitenentwicklung*, *Profilüberformung*, *Lauffixierung durch Uferbewuchs* bewertet.



### Ermittlung der Gewässerentwicklungsfähigkeit - Ergebnisse

Die Bewertung der Gewässerentwicklungsfähigkeit erfolgt durch Mittelwertbildung zwischen Entwicklungsfreudigkeit und Entwicklungspotenzial in einem fünfstufigen Klassifikationsschema.

Bewertung der Gewässerentwicklungsfähigkeit				
sehr hoch	hoch	mäßig	gering	sehr gering

#### Entwicklungsfreudigkeit

Vor allem die Taunuszflüsse zum Rhein und zur Lahn sowie die Oberläufe im Vogelsberg und die Gewässer im Westerwald besitzen eine „hohe“ **Abflussdynamik**. Von entscheidender Bedeutung für das Abflussverhalten ist neben der Höhenlage die Niederschlagsverteilung. So sind beispielsweise die Osthänge (windabgewandte Seite) des Vogelsbergs im naturräumlichen Vergleich niederschlagsärmer und besitzen eine vergleichsweise „geringere“ Abflussdynamik.



Erwartungsgemäß ergeben sich für die **Strömungsleistung** „hohe“ Einstufungen in den gefällestarken Gebieten des Vogelsbergs, des Taunus, des Westerwaldes und im Bereich des Hessisch-Fränkischen Berglandes.

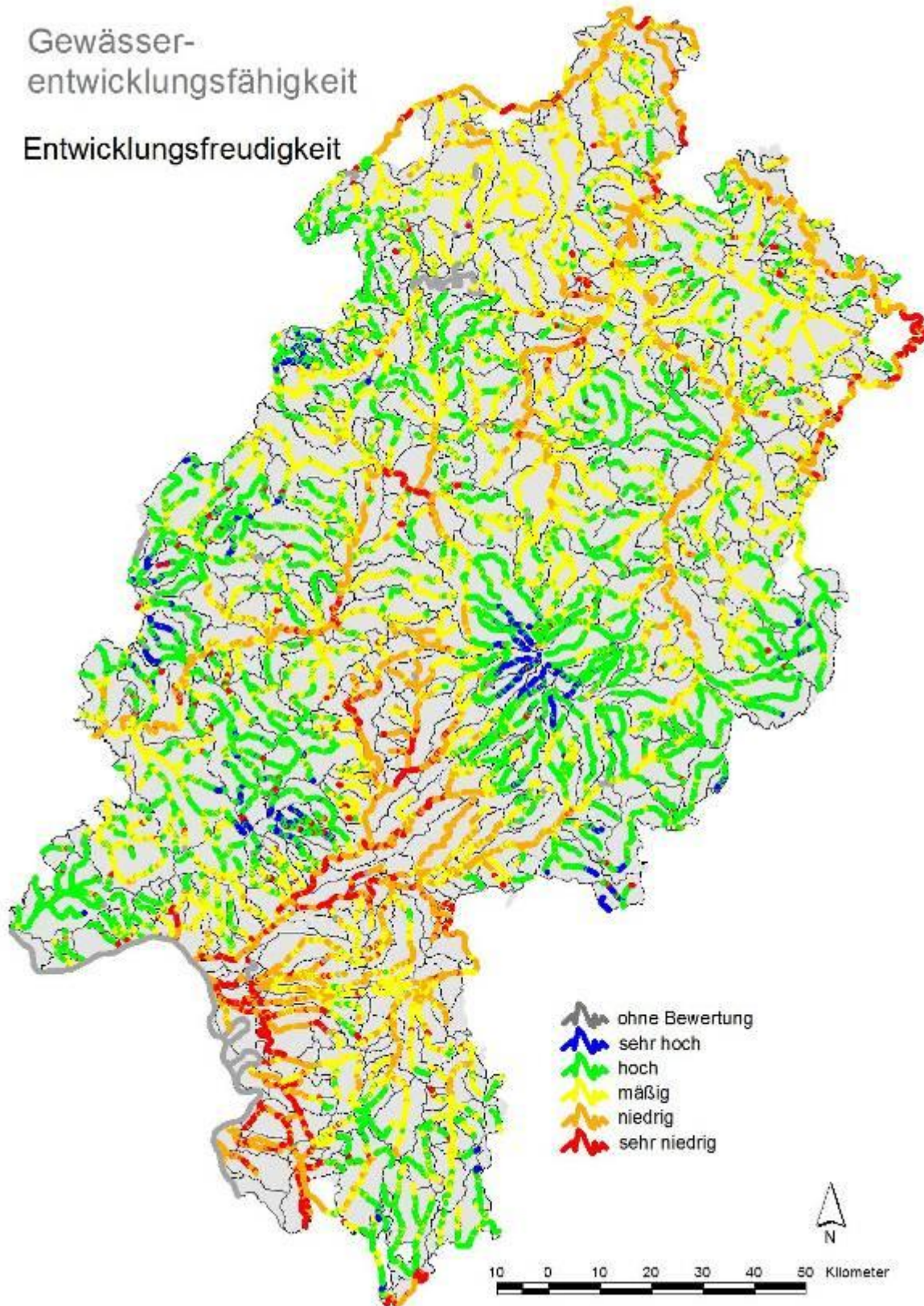
Hinsichtlich der **Ufererodierbarkeit** werden insbesondere die „sanddominierten“ Bereiche des Odenwaldes und des Spessarts sowie Bäche und Flüsse im Rhein-Main-Tiefland mit der Bewertung „sehr hoch“ eingestuft. Der Taunus, der Westerwald und das Westhessische Bergland erweisen sich als uneinheitlich, es wird jedoch in diesen Naturräumen ein Schwerpunkt bei „hohen“ und „mäßigen“ Wertstufen festgestellt.

Die Wirkung der **Geschiebeführung** auf die Gewässerdynamik wird insbesondere in Bereichen mit hohem Gefälle bei fehlender Restriktion bzw. ohne Nutzungsanspruch im Gewässerumfeld als „hoch“ bewertet. Über 50 % der Gewässerstrecken müssen jedoch den Wertstufen „gering“ bzw. „sehr gering“ zugeordnet werden.

Bei der zusammenfassenden Bewertung der **Entwicklungsfreudigkeit** dominieren „hohe“ (33%) und „mäßige“ (42%) Wertstufen.

Gewässer-  
entwicklungsfähigkeit

Entwicklungsfreudigkeit



## Entwicklungspotenzial

Der **Regenerationswiderstand** ist insbesondere in den naturfernen Bereichen „hoch“. Allerdings zeigt sich für Hessen ein vielfältiges räumliches Mosaik bezüglich der Einschränkung der Beweglichkeit von Bächen und Flüssen. Demzufolge können auch in stärker genutzten Talauen zum Teil positive Entwicklungstendenzen erwartet werden.

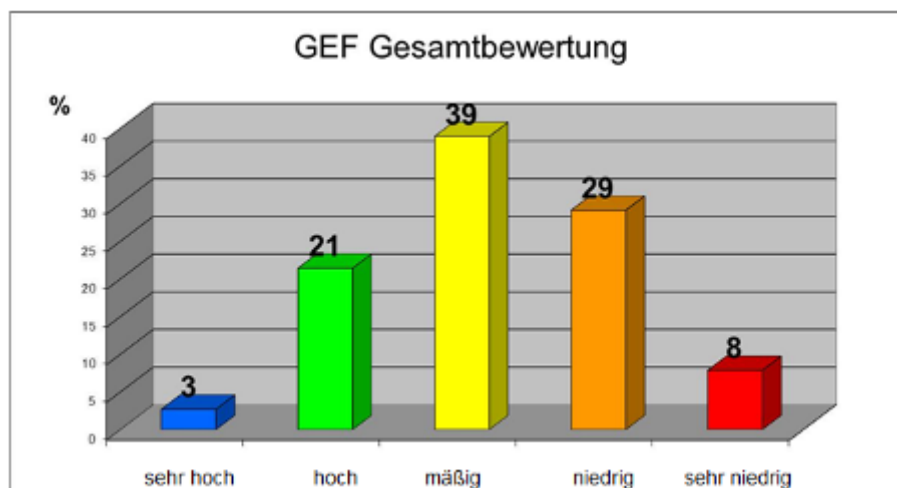
Das gravierendste Problem in Hinblick auf die eigendynamische Entwicklungsfähigkeit resultiert aus der geringen **Flächenverfügbarkeit**. 47% der Gewässerabschnitte werden in Hinblick auf Flächenverfügbarkeit mit der schlechtesten Wertstufe „sehr gering“ kategorisiert.

Das Potenzial der **Prozessdynamik** zeigt sich hingegen deutlich gleichmäßiger verteilt. Ca. 50% der Gewässerabschnitte fallen in die Kategorie „sehr hoch“ bis „mäßig“. Gerade für diesen Parameter eröffnen sich Möglichkeiten, insofern bereits vorhandene Entwicklungsansätze gezielt durch Unterhaltungsmaßnahmen weiter gefördert werden.

Infolge der eingeschränkt verfügbaren Fläche muss das **Entwicklungspotenzial** in der hessenweiten Übersicht zu annähernd 50 % in die Klasse „gering“ und „sehr gering“ eingestuft werden. Dennoch existieren vielerorts hinreichende Möglichkeiten, um die naturnähere Entwicklung der Bäche und Flüsse zu fördern. Oftmals sind lediglich einfache Verbesserungsmaßnahmen wie das punktuelle Entfernen von Uferverbauungen in Verbindung mit einer Verbreiterung des ungenutzten Gewässerrandes notwendig.

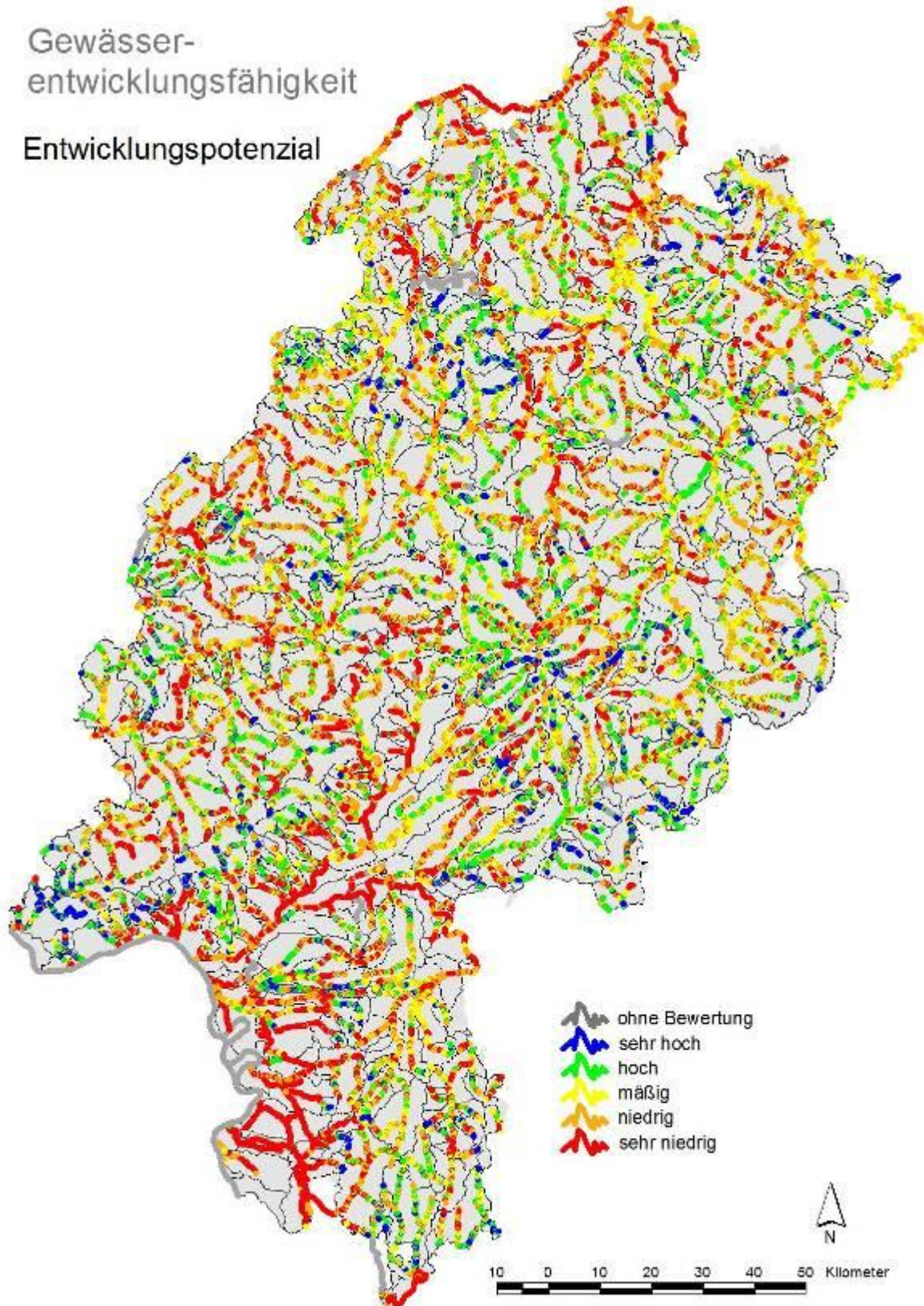
## Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Bewertung der **Gewässerentwicklungsfähigkeit** zeigt eine deutliche Dominanz der Wertstufe „mäßig“ (39%); Bereiche mit den Einstufungen „sehr hoch“ und „hoch“ treten in 24% der Fälle auf. Die Ergebnisse können als vielversprechend angesehen werden. Auch die Gewässerabschnitte mit der Bewertung „mäßig“ besitzen zweifelsohne noch ein weiteres Verbesserungspotenzial, das es durch entsprechende Maßnahmen zu aktivieren gilt.



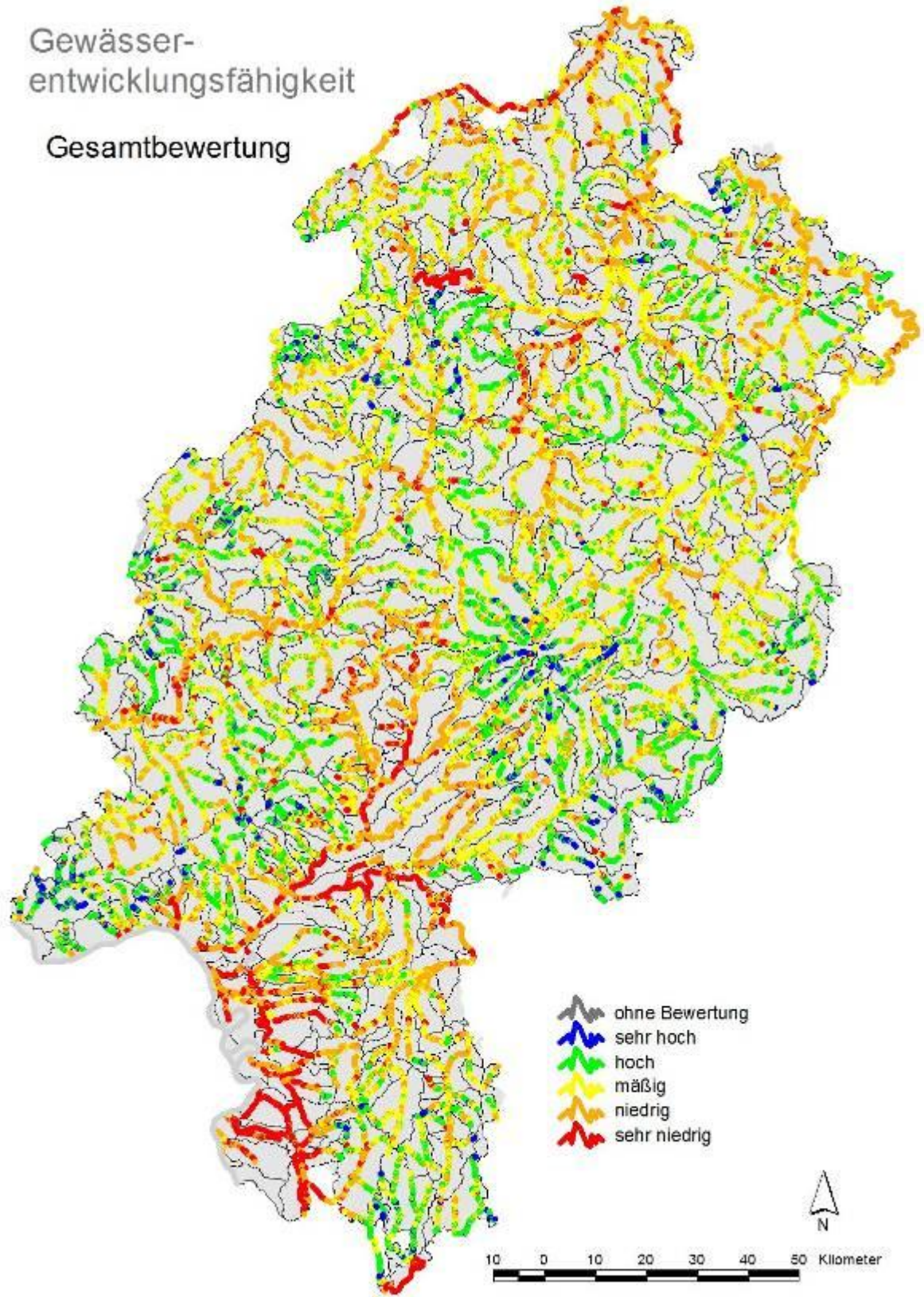
Gewässer-  
entwicklungsfähigkeit

Entwicklungspotenzial



# Gewässer- entwicklungsfähigkeit

## Gesamtbewertung



## Übergeordnete Handlungskonzepte - der Weg zum „guten Zustand“

Alle einzelnen Parameter der Gewässerentwicklungsfähigkeit lassen sich über digitale Karten im Intranet der hessischen Behörden abfragen. Basierend auf diesen Ergebnissen können nun gezielt Gewässerstrecken ermittelt werden, an denen in der Praxis effektive und vor allem kostengünstige Maßnahmen zur Förderung der Eigenentwicklung durchzuführen sind.

Auswahlkriterien für planungsrelevante Gewässerstrecken stellen zudem die in Hessen in einer fünfstufigen Werteskala festgestellten Abweichungen der Gewässerstruktur von den „morphologischen Umweltziele“ dar. Diese Umweltziele bezeichnen die Mindestausstattung von Gewässerstrukturen, die die Gewässerorganismen in ihrem Lebensraum benötigen.

Bewertung der Gewässerstruktur im Hinblick auf die morphologischen Umweltziele				
sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht

### Eigendynamische Entwicklung in der Praxis – Weniges kann viel bewirken

Bereits kleinere Eingriffe in die Gewässerstruktur können die Eigendynamik der Bäche und Flüsse fördern. Derartige Maßnahmen weisen oftmals eine hohe Kosteneffizienz auf, insofern der Ausbau der Gewässer ein gewisses Maß nicht übersteigt. So lassen sich bspw. begradigte Gewässer durch punktuelles Entfernen des Uferverbau entfesseln, so dass eine naturgemäße Laufentwicklung selbsttätig einsetzen kann.



Bild: LINKS – Die punktuelle Verlagerung der von Menschenhand eingebrachten Steinblöcke, die derzeit noch linienfixierend wirken, auf die Gewässersohle kann als einfache und kostengünstige Maßnahme zur Initiierung der Gewässerentwicklung angeführt werden. Das Bild RECHTS dokumentiert das zu erwartende Ergebnis „Gerinnebettauflösung“ und „Laufverzweigung“.



Punktueller Herauslösen von Steinsatz im Krümmungsbereich und Belassen im Gewässer stellt am Beispiel des Steinaubachs im Vogelsberg eine effiziente Maßnahme zur Förderung der Eigendynamik dar; Profilaufweitung und Laufkrümmung sind zu erwarten.

### **Eigenentwicklung benötigt Zeit und Raum**

Eine Maßnahme, die den gesamten Verbau entfernen und gleichzeitig zu einer wesentlichen Verbreiterung des Gerinnes führen würde, ist nicht in allen Fällen erforderlich. Insofern sich durch die Gerinneaufweitung die *Strömungsleistung* deutlich abschwächt, würde die Möglichkeit der selbsttätigen Entwicklung eines Gewässers schwinden.

Die Gewässerentwicklung muss bei einem derartigen Verfahren unter Umständen durch Einsatz von Strömungslenkern (Totholz) gestützt werden. Ein zeitlich gestaffeltes Vorgehen und Kontrollen durch Geländebegehungen sind hierbei notwendig. Die Maßnahmen erfordern aus diesem Grunde ständig die Begleitung durch Fachleute.



Beispiele für Totholzeinsatz: Totholz verengt das Gerinne und lenkt die Strömung zielgerichtet in Uferbereiche zur Förderung einer „positiven“ Erosion (unterer Bildreihe zeigt Kinzig mit hoher Eigendynamik, rechts).



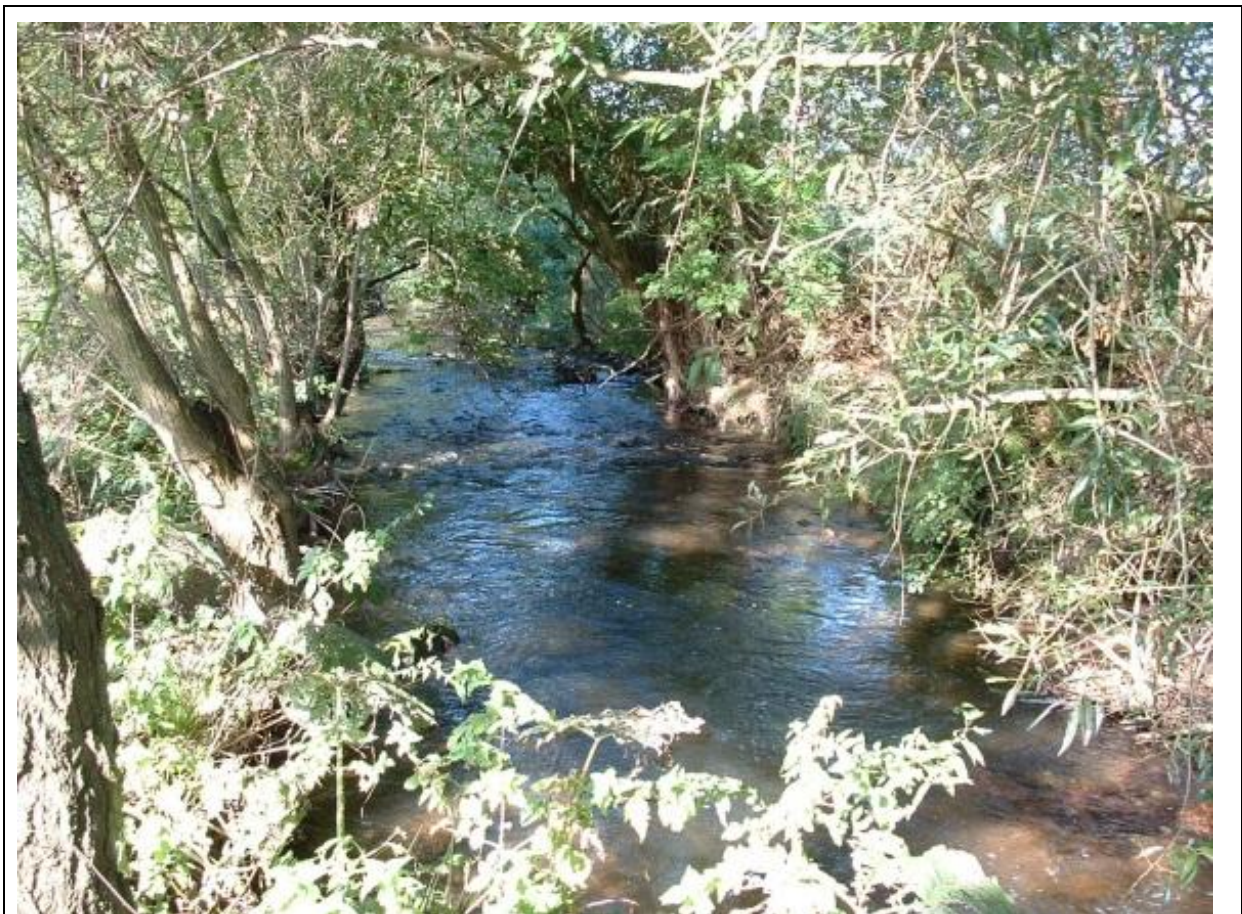
Diese müssen auch den „Entwicklungskorridor“ eines Fließgewässers festlegen. Hierbei ist die Abstimmung mit übergeordneten Nutzungs- und Sicherheitsanforderungen (geregelter Abfluss, Hochwasserschutz) unverzichtbar.

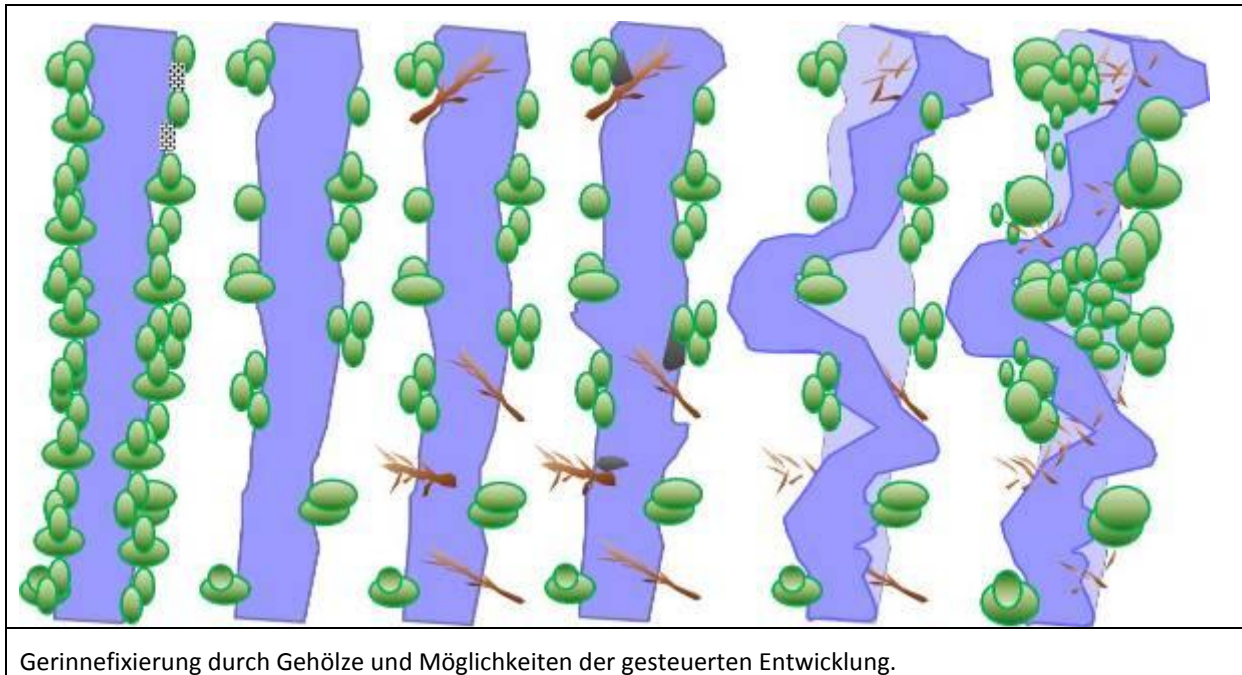
Die Größe des **Entwicklungskorridors** ist in Abhängigkeit vom gewässermorphologischen Taltyp verschieden.

**Auetalgewässer** entwickeln Laufsclingen mit gefälleabhängigen Schwingungsamplituden und benötigen vergleichsweise viel Raum. An die Ausprägungsform der Laufsclingen ist die Ausbildung von Kolk-Furt-Sequenzen sowie Prallhang-Gleithang-Strukturen gebunden; derartige Strukturen sind in einem hohen Maße für Fische und Wasserinsekten verbreitungswirksam.

**Sohlenkerbtalgewässer** entwickeln natürlicherweise in Abhängigkeit zum Gefälle neben geschwungenen auch verzweigte Linienführungen. Sie besitzen demzufolge vielerorts im Vergleich zu Auetalgewässern einen geringeren Flächenanspruch.

Dem Uferverbau vergleichbar wirkt die Linienfixierung durch Gehölze. Auch hier genügen in der Regel lokale Eingriffe. Die entnommenen Gehölze können dabei direkt in das Gewässer eingebracht werden und wirken als „Strömunglenker“.





## Entwicklung auf den Weg gebracht

Mit Abschluss der Projektstudie zur Ermittlung der Gewässerentwicklungsfähigkeit steht ein weiteres Instrument für die Maßnahmenplanung zur Verfügung, um den guten ökologischen Zustand der hessischen Bäche und Flüsse kosteneffizient zu erreichen. Die bevorstehenden Aufgaben verlangen das konsequente Handeln und Entscheiden zahlreicher Akteure. Der eingeschlagene Weg lohnt, da bereits in naher Zukunft vielfach Erfolge erwartet werden können.