

## Die Flufswindung innerhalb der Aue im Mittleren Saalthal.

Von P. Kahle (Aachen).

Hierzu eine Kartenskizze.

Der Mittellauf der Saale beginnt mit dem Austritt derselben aus der Region des Kulm oberhalb Saalfeld und endet in der Kösemer Gegend mit dem Zurücktreten des Muschelkalkes von den Gehängen. Orographisch kennzeichnen sich beide Endpunkte durch bedeutende Verbreiterung der Thalsohle. Finden wir auf der letzten Strecke des Oberlaufes, von Ziegenrück bis Eichicht hin, kaum irgend welche und erst von Eichicht ab eine mäßige Auenbildung, so erweitert sich die Thalsohle von der Frankwaldpforte ab zu einer kilometerbreiten Fläche; gegen Ende des Mittellaufes, von Kamburg ab tritt wieder eine Verengerung ein, welche an der Kösemer Pforte, unter Rückwirkung der Einmündung der gleich mächtigen Unstrut in eine Auen-erweiterung übergeht, die zwischen Naumburg und Weissenfels den höchsten Wert der Auenentwicklung im ganzen Saalthal überhaupt erreicht. Fassen wir die hierdurch hervorgerufenen Umformungen im Thalquerschnitt ins Auge, so zeigt jene Endstrecke des Oberlaufes ein Dreieck oder Parabelsegment; der Mittellauf ein ausgeprägtes Trapez von gleicher Gehängehöhe wie bisher, die erste Strecke des Unterlaufes hingegen ein flaches Trapez von der Hälfte der bisherigen Gehängehöhe.

Das Trapez des Mittellaufes verdankt seine breite Basis jedenfalls der im Vergleich zum Oberlauf weniger gestörten Lagerung der Gesteinschichten, ihrer geringeren Härte, vielleicht auch dem höheren Alter dieses Abschnittes, da der Oberlauf der durch rückschneidende Erosion gebildeten Wasserläufe naturgemäß jünger ist als die unteren Abschnitte. Zeitweilige beträchtliche Breitenverminderung finden wir an den Hauptstörungen, welche den Mittellauf oberhalb Rudolstadt, bei Kahla und Kamburg kreuzen. Die Durchsägung der gestörten Schichtenkomplexe beanspruchte längere Zeit als die Aushöhlung des Thales in den wenig gestörten Zwischengebieten, gab vielleicht sogar Anlaß zu Seenbildungen oberhalb der Durchschnitte, mindestens war dem Fluß und der Abwitterung an den Gehängen Zeit gegeben, in den Zwischengebieten breite Auen zu schaffen, innerhalb deren er sich jetzt in vielfach gewundenem Lauf von einem Auenrand zum

anderen bewegt, ständig bemüht, sein Bett zu verlegen und durch Annagen der Gehänge im Verein mit der Abwitterung sein Ueberschwemmungsgebiet breiter zu gestalten. Naturgemäß vermindert sich die Flußwindung in den Verengerungen der Aue. Es entsteht nun die Frage, ob bestimmte Beziehungen zwischen Intensität dieser Flußwindung innerhalb eines Auenabschnittes und der mittleren Breite desselben bestehen. Die Flußwindung innerhalb eines bestimmten Auenabschnittes läßt sich darstellen durch das Verhältnis von Flußlänge zur Auenlänge, wobei letztere als Länge einer Linie aufzufassen ist, welche die Mitte der Aue einhält; die mittlere Breite eines Auenabschnittes durch das Mittel aus einer Reihe rechtwinklig zur jeweiligen Auenrichtung gemessenen Abstände beider Auenränder. Mit abnehmender Auenbreite muß sich der Wert des Bruches, durch welchen wir die Flußwindung ausdrücken, der Einheit nähern; es handelt sich nun zunächst um Ableitung von Daten, welche diese Annäherung veranschaulichen und die Grundlage einer späteren Untersuchung über die Abhängigkeit der Flußwindung von Auenbreite und anderen Faktoren bilden sollen.

Zum Zweck dieser Untersuchung wurde die Auenfläche im Mittleren Saalthal nach Maßgabe der Breitenverhältnisse in eine Reihe von Abschnitten zerlegt, die angrenzenden Abschnitte des Ober- und Unterlaufes hinzugezogen, und in jedem Flußlänge, Auenlänge und Auenbreite ermittelt. Die große Bestimmtheit des Begriffes der Flußlänge jedoch ließ es wünschenswert erscheinen, auch für Auenlänge und -breite Werte zu besitzen, welche dem der Flußlänge an Bestimmtheit möglichst nahe kommen. Es sind daher elementare Grundsätze vorausgeschickt worden, nach welchen Länge und Breite der Aue ermittelt wurden. Ob die so erhaltenen Werte wirklich als Länge und Breite eines Auenabschnittes angesehen werden dürfen oder nicht, ist zunächst gleichgiltig; erforderlich ist, daß die Linien, welche wir als Trägerinnen obiger Begriffe in vorliegender Untersuchung ansehen, nach Gesichtspunkten eingezeichnet werden, welche der Willkür möglichst enge Grenzen ziehen.

## I. Die Länge eines Auenabschnittes und seine mittlere Breite.

### A. Die Aue.

Die zur Seite eines Flusses verlaufende alluviale Fläche, welche quer zur jeweiligen Thalrichtung streicht, in der Richtung des Thales ein dem Oberflächengefälle des Wasserlaufes ähnliches Gefälle aufweist, wird im Folgenden als „Aue“ bezeichnet<sup>1)</sup>. Die Aue ist sonach eine bestimmte Form der „Thalsole“ im allgemeinen. Da an ihrem

1) Über andere Bedeutungen von Aue vgl. Zaffauck, Die Erdrinde und ihre Formen.

Rande die Höhenlinien unvermittelt nach der Aue umbiegen, so ergibt sich theoretisch ihre Abgrenzung gegen Gehänge und Terrassen durch successive Verbindung der Umbiegungsstellen; für die praktische Durchführung einer solchen Abgrenzungsmethode sind jedoch die Schichthöhen der eingetragenen Höhenlinien gewöhnlich zu groß.

Die Betrachtung der Flußaue auf der Karte zeigt, daß ihre Ränder nur selten geradlinig, meist auch nicht parallel verlaufen, und es ist die vielfach gekrümmte Kurve eines jeden Auenrandes eine Funktion von Richtung, Gefäll und Wassermenge des Wasserlaufes, Angreifbarkeit (d. i. Lagerung und Härte) der Gehängeformation, der Gehängehöhe, dem Volumen und Gefäll einmündender Täler und Schluchten u. a. Faktoren. Die Aus- und Einbiegung des Auenrandes lassen sich nach Maßgabe ihrer Bedeutung für die Aue in mehrere Ordnungen teilen: Die niederste Ordnung umfaßt jene kleinen Kurven von kaum  $\frac{1}{10}$  km Sehnenlänge, deren Zahl mit dem Maßstab der Karte wächst; sie sind für die Richtung des Auenrandes und weiterhin der Aue ohne jeden Einfluß und demgemäß, wie das beim Abpausen der Aue schon unwillkürlich geschieht, durch Linien, welche die ungefähre Mitte zwischen den Scheiteln der aus- und einspringenden Bögen einhalten, zu möglichst einfachen Rundungen zusammenzufassen. Die höchste Ordnung der Randbogen stellen die großen Kurven von mehreren Kilometern Sehnenlänge dar, welche die Richtung des Auenrandes und damit die Gestaltung und Richtung der Aue selbst bedingen. Diese setzen sich nun meist zusammen aus einer Reihe untergeordneter Aus- und Einbiegungen des Auenrandes, welche zwar ohne Einfluß auf die allgemeine Richtung von Aue und Rand bleiben, jedoch wegen der Länge ihrer Sehnen (bis zu 1 km und mehr) und Pfeilhöhen, die sie auch noch auf Karten kleineren Maßstabes hervortreten lassen, nicht wie die Kurven niederster Ordnung durch Zusammenfassung zu einer einzigen Rundung vernachlässigt werden können. Für unsere Untersuchung kommt zunächst nur die oberste Ordnung unter Hinzuziehung der größeren Kurven mittlerer Ordnung in Betracht, beide zumeist entstanden durch Ausrundung der Kurven niederster Ordnung. Wir können dann jeden Auenrand auffassen als eine Aufeinanderfolge unmittelbar oder meist mittels tangentialer Verlängerungen ineinander übergehender Kreisbögen. Die erwähnten Kurven stellen sich dar entweder als einfache Kreisbögen, oft nach beiden Seiten hin in gerade Strecken auslaufend, oder als zusammengesetzte Kurven, entstanden aus mehreren Kreisbögen (mit oder ohne tangentialen Übergänge), deren Zentren alle auf der gleichen Seite des betreffenden Auenrandes; so z. B. zwei Bögen mit zwischenliegender geraden Strecke. Die Lage der Zentren gestattet eine weitere Unterscheidung der Kurven im Konvexe (Mittelp. diesseits des Auenrandes) und Konkave (Mittelp. innerhalb und jenseits der Aue). Die Radien bewegen sich zwischen 0 (konkave Ecke oder konvexer Vorsprung der Aue) und  $\infty$  (gerade Linie);

geradlinige Strecken lassen sich mithin sowohl als Konvexe wie als Konkave auffassen.

Der gemeinhin nicht parallele — gerade oder konzentrisch gekrümmte — Verlauf beider Auenränder erzeugt Engen und Weiten der Auenfläche. Entsprechend der Einteilung der Randkurven unterscheiden wir zunächst zwischen Haupt- und sekundären Engen und Weiten; weiterhin nach Maßgabe ihrer Entstehung

Engen, gebildet aus	Weiten, gebildet aus
zwei Konvexen (Bikonvexen)	zwei Konkaven (Bikonkaven)
Konvexe und gerade Strecke	Konkave und gerade Strecke
Konvexe und Konkave.	Konkave und Konvexe.

Stehen sich wie im dritten Fall (oder auch im zweiten, wenn man die gerade Strecke als Konkave oder Konvexe mit  $r = \infty$  auffaßt) Konvexe und Konkave gegenüber, so tritt Verengung oder Erweiterung der Auenfläche ein je nachdem der Radius der Konvexen kleiner oder größer als der der Konkaven. Ungleiche Radien gegenüberstehender Bögen deuten allgemein auf eine Richtungsänderung der Aue.

#### B. Breite, Richtung und Länge der Aue.

Als Breite der Aue an einer bestimmten Stelle denken wir uns den Abstand der beiden Auenränder gemessen rechtwinklig zur Auenrichtung daselbst, als Trägerin der Auenrichtung eine meist gekrümmte Linie, welche die ungefähre Mitte der Aue einhält; nachdem sie roh eingezeichnet, giebt ihre Länge jedenfalls einen angenäherten Wert für die Länge eines bestimmten Auenabschnittes; die mittlere Breite eines solchen erhalten wir sodann aus dem Mittelwert einer Reihe in möglichst gleichen Abständen und thunlichst rechtwinklig zur Auenrichtung gemessenen Breitenlinien. Von beiden Werten wird die Auenlänge der unbestimmtere sein; eine festere Form für Trägerin und Wert werden wir erhalten, wenn wir die Mittenlinie einzeichnen nach Gesetzen, welche sich aus Betrachtung der gegenseitigen Beziehungen zwischen ihr und den Breitenlinien in Auenabschnitten ergeben, die die Form regelmäßiger geometrischer Gebilde besitzen.

In einem Abschnitt mit geradlinig und parallel verlaufenden Rändern stellt jede beide Ränder rechtwinklig treffende Gerade eine Breitenlinie dar; dasselbe gilt, wenn beide Ränder konzentrisch gekrümmt sind. Als Längen beider Abschnitte gelten die Linien, welche die Mitten der Breitenlinien verbinden; im ersten Fall eine den Rändern parallele Gerade, im zweiten wieder ein konzentrischer Kreisbogen. Die Längelinie und Breiten stehen rechtwinklig zu einander.

In einer Bikonkave mit gleichen Radien, begrenzt durch zwei ebensolche Bikonvexen, sind zunächst zwei Minimalbreiten (in den Engen) durch das zwischen den Rändern gelegene Stück der Ver-

bindungslinie der beiderseitigen Mittelpunkte gegeben; diese trifft die Ränder gleichfalls unter rechtem Winkel. Die gleiche Eigenschaft finden wir in der Mitte der Weite an der Geraden durch die Konkavenzentren, welche die Maximalbreite der Weite liefert. Trägerin von Auenrichtung und -länge ist die die Mitten obiger drei Hauptbreiten verbindende Linie, welche sie rechtwinklig durchschneidet. Jede sonstige zwischen ihnen gezogene Breite bildet an den Rändern zwar nicht mehr rechte, so doch gleiche Winkel.

Denken wir uns ferner eine Bikonkave mit ungleichen Radien, begrenzt durch ebensolche Bikonvexen, so sind zunächst nur obige drei Hauptbreiten gegeben. Wir suchen, von der einen Minimalbreite ausgehend und auf einem Rand fortschreitend, successive für jeden Punkt unseres Randes denjenigen des anderen, welcher, mit ihm durch eine Gerade verbunden, den gleichen Winkel zwischen Verbindungslinie und Randrichtung (-Tangente) zeigt; die Verbindungslinie der Mitten der so erhaltenen Geraden kreuzt letztere mehr oder weniger rechtwinklig, mithin entsprechen diese Geraden den im vorher behandelten Auenabschnitt gezogenen Zwischenbreiten. Ausnahmen finden wir auf kurze Strecken hin z. B. an Stellen, wo der eine Auenrand aus der Konkaven in die Konkave übergeht, indes der gegenüberstehende Rand noch konkav bleibt.

Die gleichen Ergebnisse liefert die Betrachtung einer konvexkonkaven Weite.

Naturgemäß liegen in den beiden letzten Abschnitten die Schnittpunkte zweier benachbarter Breitenlinien mit dem Rande auf dem kürzeren Rand näher aneinander als auf dem längeren, also in der Bikonkave auf der schwächer gekrümmten Konkave, in der Konvexkonkave auf der Konvexen.

Die Zusammenfassung des Vorstehenden ergibt allgemein als Breite der Aue an einer bestimmten Stelle die Länge einer Geraden durch diese Stelle, welche, die genäherte Auenrichtung daselbst mehr oder weniger rechtwinklig schneidend, mit der Randrichtung beiderseits gleiche Winkel bildet; als Trägerin von Richtung und Länge der Aue diejenige Linie, welche die Mitten der gezogenen Breiten verbindet.

Die Aue zeigt nun selten so regelmäßige Formen, wie sie im Vorhergehenden zu Grunde gelegt; es ist daher von vornherein von einer konstruktiven Einzeichnung der Breitenlinien abzusehen, vielmehr letztere nach dem Augenmaß auszuführen und zwar, wie schon angedeutet, in der Weise, daß vorerst die mutmaßliche Auenrichtung, wie sie der Anblick der Karte ohne weiteres lehrt, roh vorgezeichnet, dann die Hauptbreiten und im Anschluß an diese charakteristische Zwischenbreiten eingetragen werden; die Mitten dieser Breiten liefern endlich die Anhaltepunkte für die Eintragung der definitiven Mittenlinie. Bei Eintragung von Zwischenbreiten wird man sehr oft von der Annahme Gebrauch machen dürfen, daß, wenn man auf dem einen Rand zwischen zwei Hauptbreiten  $n$  Punkte gleichen Abstandes abteilt, die diesen entsprechenden Punkte auf

dem anderen Rande ebenfalls gleiche Abstände besitzen. Zur Ableitung der mittleren Breite eines Auenabschnittes endlich sind auf der Mittellinie in gleichem Abstände (im vorliegenden Fall  $\frac{1}{2}$  km) Teilpunkte einzutragen und die durch sie laufenden Breiten durch Auflegung des Maßstabes zu messen.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, ist der zur Ermittlung von Länge und Breite eingeschlagene Weg ein Näherungsverfahren. Läßt sich nun nicht leugnen, daß bei Einzeichnung von Auenrändern, Breiten- und Mittellinien dem Gutdünken immer noch hier und da Spielraum gegeben, daher wiederholte Eintragungen kleine Abweichungen in Lage und Längenwert jener Linien voraussehen lassen, so können solche Abweichungen auf die Bestimmtheit der gesuchten Werte für Mittlere Auenbreite und Länge der Auenabschnitte kaum einwirken. Nimmt man an, im selben Thalabschnitt von 20 km Länge seien von zwei Bearbeitern Breiten und Mittellinie eingetragen und auf je 0,5 km Länge eine Breite gemessen worden, so ist zunächst hinsichtlich der Breiten zu erwarten, daß zwischen den beiden Reihen von je 40 Breiten eine Ausgleichung stattfindet, mithin die beiden Mittelwerte so geringe Abweichungen zeigen werden, daß sie für den Zweck der Untersuchung gänzlich außer Betracht fallen; endlich dürfte die Abweichung der beiden Werte für die Auenlänge die Unsicherheit, mit welcher man beim Abfahren einer gekrümmten Linie mit dem Kurvenrad zu rechnen hat, nicht übersteigen.

Die mittlere Auenbreite  $B$  läßt sich auf mehrfache Weise ableiten: 1) aus dem einfachen arithmetischen Mittel einer großen Anzahl  $n$  in nahezu gleichen Abständen gemessenen Breiten  $b$ , nach der Formel  $B = \Sigma b : n$ ; 2) aus dem spezifischen Mittel der Haupt- und einiger charakteristischer Zwischenbreiten unter Berücksichtigung ihrer Abstände  $l$ , nach der Formel  $B = \Sigma lb : \Sigma l$ , wobei  $\Sigma l$  nahe = der Länge der Mittellinie sein wird. Endlich ist darauf hinzuweisen, daß durch Division des Flächeninhaltes  $A$  der Aue durch die Auenlänge  $L$  ein Wert erhalten wurde, welcher bei größeren Thalabschnitten nahezu gleich dem nach 1 oder 2 erhaltenen. Die unten aufgeführten Werte sind nach 1 abgeleitet worden; die aus  $A:L$  abgeleiteten waren meist um einige Hundertelkilometer größer. — Die durch die Mittellinie getrennten Flächenstücke zwischen zwei gezeichneten oder gemessenen Breiten sind nur bei geradlinigem Auenverlauf einander gleich; im übrigen nicht. Es scheint auf die Länge größerer Abschnitte hin ein Ausgleich infolge der Gegenkrümmungen der Aue stattzufinden, was durch getrennte Ermittlung der Breite beider Auenhälften in den unten angegebenen Thalabschnitten sich feststellen ließ; die hierbei erhaltenen halben Breiten weichen nur um wenige Meter voneinander ab.

Durch Division des Höhenunterschiedes zweier Punkte der Mittellinie mit ihrem auf dieser gemessenem Abstand erhält man das Gefäll dieser Mittellinie, welches wir als Auengefäll ansehen dürfen. Da die Auenlänge  $L$  eines Abschnittes kleiner als die zugehörige Flußlänge  $F$ , so besitzt die Auenfläche ein größeres Gefäll als der Wasserspiegel. Im all-

gemeinen wird man die Breitenlinien zugleich als Horizontalen ansehen können und zwar mit um so größerem Recht, je geringer die Auenbreite; hinsichtlich der Auenweiten wäre dann allerdings am kürzeren Rand ein größeres Gefäll der Auenfläche anzunehmen als am längeren, die Aue also theoretisch als eine windschiefe Fläche anzusehen; in Wirklichkeit ist jedoch die Auenfläche bekanntlich nicht so gleichmäßig eben, wie hier vorausgesetzt worden und sie sich auf der Karte darstellt. — In Thälern ohne Auenbildung würde die Mittenlinie über der Mitte des Strombettes verlaufen, während die Flußlänge im Stromstrich zu messen sein.

Anmerkung. Für Anwendung auf andere Thalgebiete dürften einige Andeutungen über die Technik der Einzeichnung erwünscht sein. Zunächst ist eine Karte größeren Maßstabes erforderlich; im vorliegenden Fall standen die Sektionen der „Geologischen Karte von Preußen und den Thüringischen Staaten“ zur Verfügung, die hinsichtlich Maßstab (1:25 000) und Darstellung der Oberflächengestaltung identisch mit den Meßtischblättern der Kgl. Preussischen Landesaufnahme. Die Aue ist auf den Geologischen Blättern weiß gelassen, so daß ihre Ränder bei der Überdeckung der Blätter mit Ölpapier zum Zweck des Abpausens sich hinreichend hervorheben. Bei Einmündung größerer Thäler, wo die Auenrandhöhenlinie mitunter in das Nebenthal hineinschweift, wird man die Aue des Hauptthales nach Maßgabe des allgemeinen Verlaufs des Auenrandes ober- und unterhalb der Einmündung ausrunden. Die Einzeichnung der Breiten erfolgt dann auf der Pause; über die erforderliche Anzahl derselben, welche natürlich um so geringer, je gerader der Verlauf der Aue und je regelmäßiger die Rundungen der Ränder, erhält man erst beim Eintragen der Mittenlinie Aufschluß; bei der vorliegenden Untersuchung betrug ihr durchschnittlicher Abstand etwa  $\frac{1}{2}$  km. Die Länge der Mittellinie, ebenso die des Wasserlaufes, erhält man durch Abfahren mit einem Kurvenrad; die Flächenermittlung der Aue geschieht entweder mit einem Planimeter oder mittels aufgelegter Quadrattafel auf Ölpapier; für die letztere und den Maßstab 1:25 000 ist als Abstand der Geraden 4 mm zu wählen, da dann jedes Quadrat einem Ar entspricht.

## II. Anwendung auf das mittlere Saalthal.

### A. Einteilung und orographische Skizzierung des Mittleren Saalthals.

Der Mittellauf der Saale beginnt südlich Saalfeld am Bohlen zwischen den Dörfern Obernitz und Köditz und endet bei Bad Kösen. Die Meereshöhen der Aue an den Endpunkten betragen ungefähr 220 und 110 m<sup>1)</sup>, die geradlinige Entfernung letzterer 61 km, die Flußlänge des Mittellaufs 101 km<sup>2)</sup>. Derselbe ist in vier Abschnitte nach Maßgabe der mittleren Auenbreite und unter Anstrengung möglichst gleicher Länge zerlegt worden, zur Vergleichung wurden die angrenzenden Gebiete des Ober- und Unterlaufs hinzugenommen. Die fünf inneren Endpunkte zeigen zugleich einen Wechsel der geologischen Formation am Auenrand an. Die sechs Abschnitte, von durchschnittlich 21 km Länge, sind:

1) Die Auenfläche liegt im Mittellauf 0,5—1,5 m über dem Wasserspiegel.

2) Dieser Wert ist kleiner als der in der „Phys. Geographie von Thüringen“ von Spieß angegebene, da in vorliegender Bearbeitung der untere Endpunkt mit Rücksicht auf die Auenbreitenänderung einige Kilometer flußaufwärts gerückt wurde.

Mittel, der Geogr. Gesellsch. (Jena). XI.

- A. Vom Saalalter (zwischen Ziegenrück und Eichicht, unterhalb Neidenberge), von wo ab erst eine nennenswerte Auenbildung eintritt, bis zum Bohlen; Randformation Kulm.
- I. Vom Bohlen bis Zeutsch (4 km oberhalb der Orlamündung); Zechstein und unterer Buntsandstein.
- II. Von Zeutsch bis Göschwitz (Einmündung der Roda); mittlerer Buntsandstein.
- III. Von Göschwitz bis Steudnitz unterhalb Dornburg; ob. Buntsandstein, Röt.
- IV. Von Steudnitz bis Kösen; Muschelkalk.
- B. Von Kösen bis Weißenfels; Buntsandstein.

Zur orographischen Skizzierung obiger Abschnitte sind in den Spalten 3—5 unten folgender Tabelle orometrische Werte beigefügt, welche einiger erläuternder Bemerkungen bedürfen. Es lassen sich in einzelnen Teilen des Mittellaufs sehr deutlich drei Gehängeabschnitte unterscheiden: ein Obergehänge mit flachem (nach oben) konkavem Abfall; das Hauptgehänge mit Steilabfall; und ein Untergehänge mit konkavem oder konvexem Abfall und meist flacher Neigung. Diese Abschnitte zeigen sich besonders in der Jenaer Gegend scharf ausgeprägt, wo Obergehänge dem oberen und mittleren Muschelkalk, Hauptgehänge dem unteren Muschelkalk, Untergehänge dem Röt angehören. Das Hauptgehänge mit Neigungen zwischen 30 und 50 Grad verleiht dem Saalthal den steilwandigen Charakter; das Obergehänge, obwohl stellenweise dem Hauptgehänge an Höhe gleich, ist vom Thal aus meist nicht sichtbar, während das Untergehänge nur bei Saalfeld am linken und bei Jena am rechten Ufer durch Höhe und Neigung landschaftlich hervortritt. Auf lange Strecken hin (bis zu 5 km), insbesondere in den Buntsandsteinabschnitten, fußt das Hauptgehänge auf Terrassen, welche bis über 30 m hoch über die Aue ansteigen und diese mitunter an Breite übertreffen. Mit Rücksicht darauf, daß das Obergehänge in ganzen Abschnitten fehlt, auf dem rechten Ufer überhaupt kaum zur Entwicklung gelangt, ist als Krone des Thaltroges die Fläche zwischen den oberen Rändern der beiderseitigen Hauptgehänge aufgefaßt und die mittlere Breite der Projektion dieser Fläche als Kronenbreite eingeführt worden. Die mittlere Gehängehöhe, zugleich die mittlere Höhe der Thalkrone über der Aue, ist in den Abschnitten A, II und B beiderseits gleich, während in I und IV das linke, in III das rechte Gehänge durch Höhe überwiegt. Die für Kronenbreite und Gehängehöhe gefundenen Zahlen sind der Übersichtlichkeit halber abgerundet worden<sup>1)</sup>.

1) Über die Ermittlung der Kronenränder und der Gehängehöhe sowie die Beziehungen zwischen Thalkrone und Aue mögen einige kurze Bemerkungen gestattet sein. Der Aufriß der Gehänge (Haupt- und Untergehänge) stellt sich im mittleren Saalthal dar als eine Aufeinanderfolge von Trapezoiden und Dreiecken, deren obere Seite bzw. Spitzen von den Bergstirnen, dem oberen Rand des Hauptgehänges gebildet werden. In der Horizontalprojektion stellen die Kronenränder gebrochene Linien dar, entstanden durch die Verbindung der Stirnen. Das spezifische Mittel

B. Flußlänge, Auenlänge, Auenbreite und ihre gegenseitigen Beziehungen im Mittleren Saalthal und dessen Grenzgebieten.

1 Nr.	2 Abschnitte	3 Gestaltung			6 Flußlänge $F'$	7 Auenlänge $L$	8 $\frac{F'}{L} = v_1$	9 Auenbreite $B$
		Auenbreite	Kronenbreite	Gehängehöhe				
		m	m	m	km	km		km
A	Saallater-Bohlen . . .	300	1200	165	17,52	16,31	1,07	0,28
I	Bohlen-Zeutsch . . .	900	2400	155 <sup>1)</sup>	31,04	25,38	1,22	0,91
II	Zeutsch-Göschwitz . . .	550	1600	105	21,83	18,41	1,19	0,54
III	Göschwitz-Stendnitz . . .	850	2100	170 <sup>2)</sup>	23,57	19,24	1,22	0,84
IV	Stendnitz-Kösen . . .	300	1700	90	24,30	20,88	1,16	0,30
B	Kösen-Weißenfels . . .	1000	2400	80	30,97	23,66	1,31	1,00

Gesamtwerte für den Mittellauf:

I-IV	Bohlen-Kösen . . . .	650	1950	130	100,74	83,91	1,20	0,66
------	----------------------	-----	------	-----	--------	-------	------	------

	Auenbreite	Kronenbreite	Gehängehöhe
1) Vom Bohlen bis zur Schwarzamündung (Saalfelder Gegend)	850	4000	230
Von der Schwarzamündung bis Zeutsch (Rudolstädter Gegend)	950	2100	125
2) Von Göschwitz bis Golmsdorf (Jenaer Gegend)	950	2400	185
Von Golmsdorf bis Stendnitz (Dornburger Gegend)	550	1200	120

Die Unterabteilungen der übrigen Abschnitte zeigen größere Übereinstimmung mit den Gesamtwerten.

Aus der Länge der Sehne Bohlen-Kösen  $S = 61$  km und den Gesamtwerten für  $L$  und  $F$  auf dieser Strecke erhält man

$$L : S = v_2 = 1,38$$

$$F : S = v_3 = v_1 \cdot v_2 = 1,65.$$

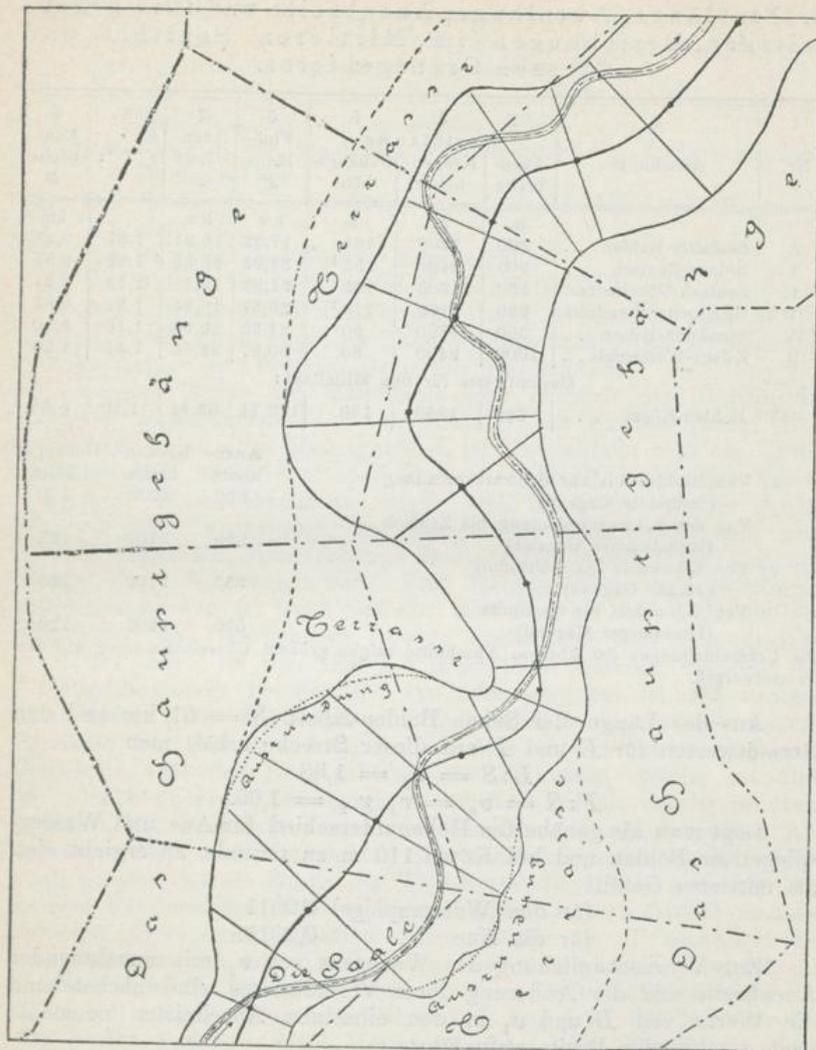
Legt man als genäherten Höhenunterschied für Aue und Wasserspiegel am Bohlen und bei Kösen 110 m zu Grunde, so ergibt sich als mittleres Gefäll

für den Wasserspiegel 0,0011

für die Aue 0,0013.

Zur Veranschaulichung des Wachsens von  $v_1$  mit zunehmender Auenbreite und der Änderung ihres Verhältnisses sind nachstehend die Werte von  $B$  und  $v_1$  in den einzelnen Abschnitten nochmals nach wachsender Breite aufgeführt.

ihrer Höhen über der Aue oder auch die Differenz: mittlere Meereshöhe der Stirnen minus m. M. der Aue liefert die Gehängehöhe. Man kann auch von einer Mittellinie der Krone (genauer: ihrer Projektion) sprechen. Diese Kronenmittellinie ist kürzer als diejenige der Aue; im Verlauf des mittleren Saalthals stellt sich beider Verhältnis auf 1,08; die Werte der einzelnen Abschnitte schwanken zwischen 1,22 (IV) und 1,01 (III). Es entsteht weiterhin die Frage, in welchem Maße die Thal-krone an den Änderungen der Aue in Bezug auf Breite und Richtung teilnimmt. Zunächst läßt sich wohl annehmen, daß beide in Bezug auf Breitenzu- und ab-nahme korrespondieren; hinsichtlich der Richtung dagegen gilt dies nur in be-schränktem Maße.



- Außenwand
- Breitenlinie der Aue
- ⋯ Mittellinie der Aue mit Eckpunkten f. d. Best. d. mittl. Breite
- - - Stütze des Gehänge
- ⋯ Breiten- und Mittellinie in der Thalkrone

0 500 1000 2 km

Skizze des Thalabschnittes zwischen Göschwitz und Jena.

Anmerkung. Statt „Hauptgehänge“ ist „Haupt- und Untergehänge“ zu setzen.

Abschnitt	$B$	$v_1$	$v_1 : B$
A	0,28	1,07	3,82
IV	0,30	1,16	3,87
II	0,54	1,19	2,20
III	0,84	1,22	1,45
I	0,91	1,22	1,34
C	1,00	1,31	1,31

Nach dieser Zusammenstellung scheint das Verhältnis: Flußlänge durch Auenlänge proportional einer gebrochenen Potenz der mittleren Breite des Auenabschnittes zu wachsen; auf eine rechnerische Verwertung der gewonnenen Daten kann jedoch erst eingegangen werden, wenn sichere Werte über zwei gleichfalls auf  $B$  und  $v_1$  einwirkende Faktoren, die bisher unberücksichtigt gelassen sind, vorliegen. Das Verhältnis  $v_1$  ändert sich bei gleichbleibender Breite mit dem Gefäll: mit abnehmendem Gefäll steigert sich die Flußwindung; dies scheint sich nach den Höhenangaben der Meßtischbl. zu schließen, besonders deutlich in den beiden Unterabteilungen des Abschnittes I: Bohlen-Rudolstadt und Rudolstadt-Zentsch auszusprechen, wo auf der ersten Strecke vermutlich infolge größeren Gefälls ein erheblich geringerer Wert für  $v_1$  als auf der zweiten Strecke mit geringerem Gefäll sich vorfindet. Weiterhin sind  $B$  und  $v_1$  abhängig von der Wassermenge, da bei homogenem Gestein einem Fluß mit größerer Wassermenge eine größere Auenbreite zukommt.

Eine allgemeine Verminderung des Auengefälls nach den tieferen Abschnitten hin läßt sich bei der bekannten Gestalt des Längenprofils ausgebildeter Erosionsthäler von vornherein annehmen; bestimmte Angaben über das mittlere Gefäll der einzelnen Abschnitte konnten jedoch mangels sicherer Werte über die Auenhöhen an den Endpunkten nicht beigelegt werden<sup>1)</sup>. Indes läßt sich aus den Höhenangaben der Karten doch ableiten, daß das Auengefäll in den beiden ersten Abschnitten etwa 0,0019, in den vier übrigen nahezu übereinstimmend 0,0011 beträgt. — Hinsichtlich der Wasserzunahme im Mittellauf standen gleichfalls bestimmte Angaben noch nicht zur Verfügung. Eine beträchtliche Vermehrung findet zu Anfang des I. (Schwarza), gegen Ende des IV. (Ilm) und zu Anfang des Abschnittes C (Unstrut) statt. Setzt man die Wassermenge beim Austritt aus dem Oberlauf = 1, so mögen sich nach Maßgabe der zugehörigen Entwässerungsgebiete die Mengen an den Enden der Abschnitte etwa in folgender Weise verhalten: 1,0; 1,4; 1,4; 1,8; 2,4; 5,4.

Endlich ist darauf hinzuweisen, daß die Verhältnisse: Flußlänge durch Auenlänge =  $v_1$  und Flußlänge durch Sehne =  $v_2$  auch mit der Zeit Änderungen unterworfen sind. Lassen Auenbreite und Auenlänge nach Jahrtausenden noch kaum eine nennenswerte

1) Messungen an Ort und Stelle wurden durch Übersiedelung des Verf. nach einem andern Landesteil vorläufig unterbrochen.

Änderung ihrer Werte erwarten, so ist die Flußlänge stetigen, zunächst nur kleinen, im Lauf eines Jahrhunderts jedoch hervortretenden Wandelungen ausgesetzt. Die Flußwindungen innerhalb der Aue behalten ihre Gestalt nicht bei, sondern zeigen zunächst ein Bestreben, ihre Bögen zu vergrößern, sodaß die Glockenform ein sehr häufiger Typus der Flußwindung; die hierdurch bewirkte Annäherung der Ufer an den Gegenläufen begünstigt jähe Abkürzungen des Strombettes in Gestalt von Durchbrüchen, und es bleiben diese wiederum nicht ohne Einfluß auf die Windungen ober- und unterhalb der Durchbruchsstelle, da infolge der nunmehr sich entwickelnden Gefällzunahme die das Ufer daselbst angreifenden Kräfte an Energie gewinnen werden. Es gelten daher streng genommen  $v_1$  und  $v_3$  nur für den Zeitabschnitt ihrer Ermittlung, während frühere oder spätere Abschnitte andere Werte aufweisen; in gewissem Sinne konstant ist nur das Verhältnis  $v_2$ , Auenlänge durch Sehne. Das Verhältnis  $v_3$  wird bekanntlich als „Stromentwicklung“ bezeichnet; dementsprechend ließe sich  $v_1$  als „Stromentwicklung in der Aue“,  $v_2$  dagegen, wenn man die Auenlänge zugleich als Thallänge ansieht, als „Thalentwicklung“ auffassen.

Aachen, im Nov. 1891.

P. Kahle.

#### Nachträge.

Zu S. 175 u. 176. Seit Niederschrift vorstehender Abhandlung hat die Veröffentlichung der Messungsergebnisse und Karten (S. Civilingenieur 1892, Heft 2) der Herzogl. Sächsischen Saalevermessung im Altenburgischen Gebietsteil zwischen Rudolstadt und Göschwitz, ausgeführt 1884—86 für die Regulierung des Wasserlaufes, begonnen und damit wertvolle Beiträge für Höhenverhältnisse des Flußes und der Aue und die gegenwärtige Lage des Wasserlaufes, wenigstens für das genannte Gebiet, geliefert. Verfasser gedenkt hierauf später zurückzukommen.

Zu S. 171 Anm. Zur Untersuchung der einschlägigen Verhältnisse reichen die Angaben der Karten nicht immer aus, sodaß Besichtigungen bzw. Messungen an Ort und Stelle erforderlich sind; dies gilt insbesondere hinsichtlich enger Thalabschnitte, wie hier Strecke: Ziegenrück-Eichicht, wo der Maßstab der Karte die spärliche Auenbildung verschwinden läßt.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft für Thüringen zu Jena](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Kahle P.

Artikel/Article: [Die Flußwindung innerhalb der Aue im Mittleren Saalthal 165-176](#)