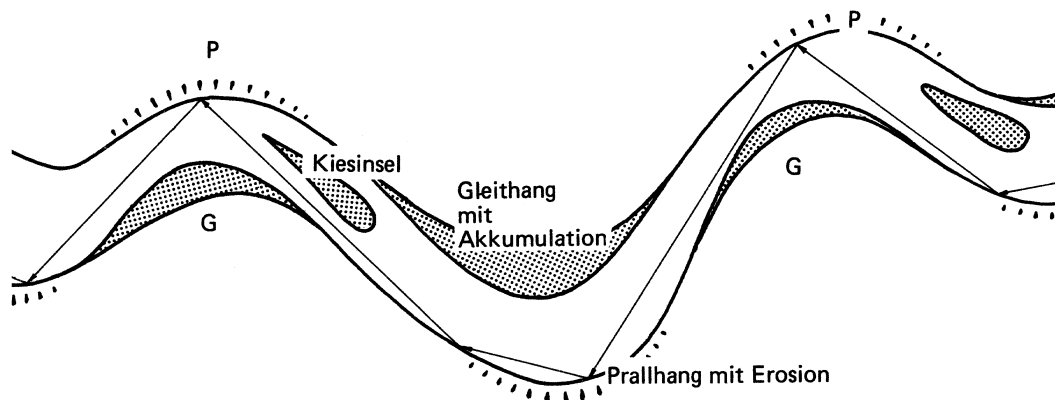


## Mäanderbildung

Wird einem Fliessgewässer genügend Freiraum toleriert, pendelt dieser Bachlauf in einer Schlangenlinie (Mäander) ästhetisch vollendet hin und her.

Physikalische Gesetze und die vorhandene Gesteinsart bestimmt den Gestaltungsverlauf: Das Wasser strömt geradlinig auf die Kurve zu, stösst am Ende der Kurve an den Hang, prallt ab und fliesst (mathematisch definierbar) zum nächsten gegenüberliegenden Hang etwas weiter Bach abwärts. Der Uferabschnitt, an dem das Wasser abprallt, bezeichnet man als Prallhang. Ihm gegenüber liegt der flache, mit Kies- oder Sandbank gestaltete Gleithang.

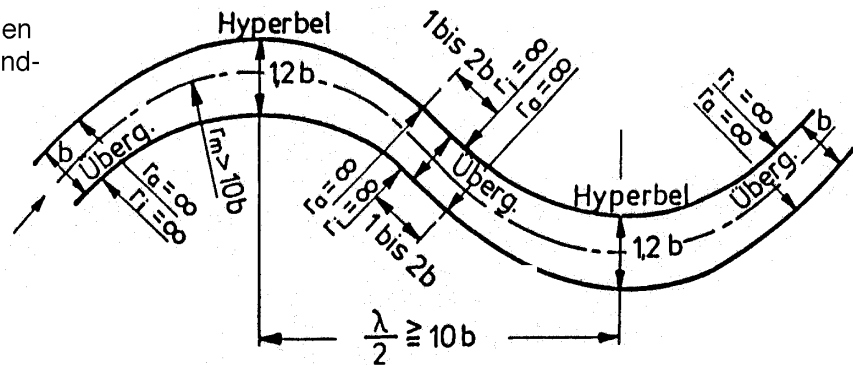


Der Prallhang, weil er je nach Bodenaufbau unterspült werden kann, rutscht irgendwann nach und die Mäanderschleife wird grösser bzw. wandert allmählich Bach abwärts. Dieser dynamische Vorgang ist meistens der Anlass für eine technische Verbauung oder sogar ein Begradigungskonzept für den gesamten Bachlauf.

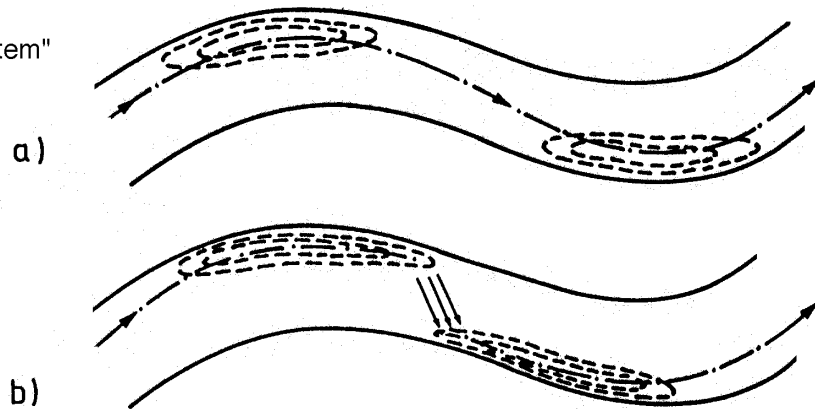
Wissen die Bauverantwortlichen von der grossartigen Trinkwasserbildungs-Leistung innerhalb dieser Mäandergeometrien, werden Hochwasser-Sicherungskonzepte realisiert, die eine Zerstörung des Naturflusses stets unterlassen. Leider gibt es in der Schweiz nur noch Resten dieser Naturbautechnik, von der zum Beispiel der Eisvogel, verschiedene Fischarten, Uferschwalben und spezialisierte Insektenarten seit jeher ihre natürlichen Behausungen vorfinden. Auch dieses Beispiel illustriert die positive Wechselwirkung zwischen verschiedenen Lebensräumen und die Bedeutung ihrer kleinräumigen Verzahnung.

### Mäandergestaltungs-Geometrie

für die Ausbildung von optimalen Flussbettstrukturen sowie Grund- und Trinkwasserqualitäten (Farguesche Regeln)



Wasserlinienführung mit a "gutem" und b "schlechtem Pass"



### Biologische Selbstreinigung der Still- und Fließgewässer

Werden die Gewässer nicht extrem belastet, so kann es nach Einleitung organischer Abwässer nach bestimmter Zeit wieder so rein und sauber sein wie vor der Einleitung. Die Selbstreinigungsprozesse sind an die Pflanzengemeinschaften (Bewuchs) gebunden sowie an die im Wasser frei schwebende Biomasse (Seston). Bei schematischer Betrachtung kann man die Fließgewässerstrecke in eine Reihe definierbarer Abschnitte aufteilen, deren jeder einen anderen Anteil am Selbstreinigungsprozess aufweist und sich entsprechend auch hinsichtlich seines Organismenbesatzes erstaunlich deutlich abgrenzen lässt.

Nachdem organisches Abwasser, Jauche, Strassenwasser eingeleitet worden ist, steigt infolge der Selbstreinigungsprozesse die Biomasse der substanzabbauenden Mikroorganismen (Scheidenbakterien und Abwasserpilze), während die Konzentration an gelöster organischer Substanz (biochemischer Sauerstoffbedarf) abnimmt. Die Mikrolebewesen sterben ab, werden von anderen Mikroorganismen, Würmern usw. gefressen oder auch abgeschwemmt. Bachabwärts sinkt also die Dichte der Mikroorganismen wieder, und hier ist (sofern die Selbstreinigungskraft nicht überschritten wurde) der grösste Teil der eingeleiteten Abwässer bzw. organischen Stoffe bereits abgebaut.

Man kennt vier Güteklassen, die nach dem Grad der organischen Belastung unterschieden und als Saprobienstufen bezeichnet werden. Sie können mit chemischen oder, besonders gut, auch mit biologischen Feldmethoden klassifikatorisch erfasst werden. Werden diese Proben regelmässig über Jahre hinweg an denselben Standorten wiederholt, ergeben sich Vergleichsdaten mit ganzheitlicher Aussagekraft für Gewässersanierungsmassnahmen. Diese Messreihen können von Oberstufenschülern erlebnisverbunden, erfasst werden. Zusammen mit zum Beispiel einem von der Gemeinde verwaltetem Gewässermonitoring, könnten in präventiver Art und Weise Bauschädenverhütung, Qualitätsübersicht bei allen Fliess- und Stillgewässer zu vorausgeplanten Unterhalts- und Optimierungsmassnahmen führen.

## Bestimmung der biologischen Gütequalität

Jede Tierart, bei der eine Indikatorfunktion zugeordnet werden kann, sind in international offiziellen Bestimmungstabellen aufgeführt und können mit einem Saprobienindex ( $S_L$ ) und ein Indikationsgewicht ( $g$ ) ermittelt werden.

Der Saprobienindex der einzelnen Arten ( $s$ ) gibt den Grad der Belastung eines Gewässers an, in der die Indikatorart bevorzugt bzw. notwendigerweise lebt.

Das Indikationsgewicht ( $g$ ) zeigt die Eignung einer Art als Indikator einer bestimmten Güteklasse an. Je stärker eine Art in ihrem Auftreten an nur eine Güteklasse gebunden ist, desto optimaler ist ihre Eignung als Indikatorart. Arten, die nur in einer der vier Güteklassen auftreten, erhalten das höchstmögliche Indikationsgewicht  $g=5$ . Arten, deren Vorkommen sich auf zwei oder mehr Güteklassen verteilt, erhalten die Bewertung  $g=4, 3, 2$  oder  $1$ .

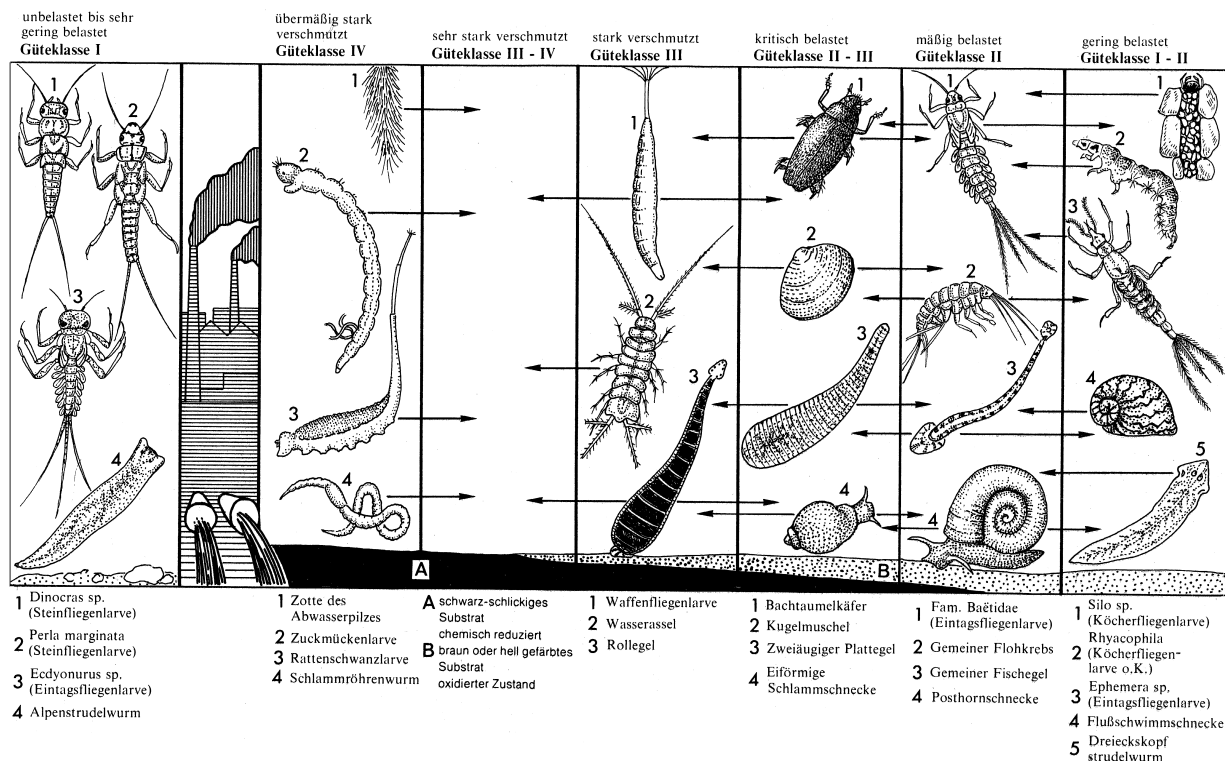
Um die Güteklasse zu ermitteln, wird zunächst der Saprobienindex der Lebensgemeinschaft ( $S_L$ ) berechnet. Er berücksichtigt neben den Individuenzahlen ( $h$ ) und dem Saprobienindex ( $s$ ) auch das Indikationsgewicht ( $g$ ) der einzelnen Indikatorarten.

Für die weitere Bestimmung führen die errechneten Produkte:  $P_1 = h \cdot s \cdot g$  und  $P_2 = h \cdot g$  für der folgenden Gleichung:  $S_L = \text{Summe aller } P_1 / \text{Summe aller } P_2$ .

Nach dieser Berechnung von  $S_L$  kann mit Hilfe der nachfolgenden Tabelle (gekürzte Zusammenstellung) die Güteklasse des Gewässers und der Grad der organischen Belastung zugeordnet werden.

Die Berechnung von  $S_L$  kann auch ohne Einbeziehung des Indikationsgewichtes ( $g$ ) vorgenommen werden, wenn der UntersucherIn die Betrachtung der Organismen aus der Sicht zu differenziert erscheint. In diesem Fall wird "g" bei der Produktbildung ersatzlos gestrichen.

Güteklasse	Grad der organischen Belastung	Saprobität (Saprobienstufe)	Saprobien-Index SL	Indikatororganismen (Auswahl)
I	unbelastet bis sehr gering belastet	<u>oligosaprobe Stufe</u> Vollendete Oxidation	1,0 - < 1,5	Bakterien: <100 pro ml Wasser Blau-, Grün-, Rot- und Kieselalgen; Rädertiere; Strudelwürmer; Wasserfloh; Flussperlmuschel;
I-II	gering belastet	tion und Mineralisation; O2-reich	1,5 - < 1,8	Insektenlarven; stark O2-bedürftige Fische: Groppe; Forellen
II	mässig belastet	<u>betamesosaprobe Stufe</u> O2-Zehrung gering	1,8 - < 2,3	Bakterien: <100 000 pro ml Wasser; Blau, Grün- und Kieselalgen; Protozoen; Schnecken;
II-III	kritisch belastet		2,3 - < 2,7	Wasserfloh; Flussperlmuschel; Insektenlarven; Fische in grosser Artenvielfalt
III	stark verschmutzt	<u>betamesosaprobe Stufe</u>	2,7 - < 3,2	Bakterien: <1 000 000 / ml Wasser; Blau, Grün- und Kieselalgen; Pilze; Protozoen; Hundeeigel;
III-IV	sehr stark verschmutzt		3,2 - < 3,5	Kugelmuschel; Waffenfliegenlarven; Insektenlarven; Schleie, Karpfen, Aal
IV	übermässig stark verschmutzt	<u>polysaprobe Stufe</u> O2-Zehrung stark; Bildung von H2S	3,5 - 4,0	Bakterien: >1 000 000 / ml H2O; Kokken; Schwefelbakterien; Abwasserpilz; Schlammröhrenwurm; keine Fische



## Chemische Gütebestimmung

Chemische Untersuchungen sind Momentaufnahmen. Eingeleitete Schadstoffe können nur zum Zeitpunkt der Belastung erfasst werden, nach Abfluss des Wassers jedoch nicht mehr. Die biologische Gütebestimmung ermittelt Durchschnittswerte über die Beschaffenheit des Wassers. Diese Durchschnitts- und Langzeitaussage wird durch die Lebensdauer und Entwicklungsstufen der Bioindikatoren bestimmt. Sind z.B. nur Jugendstadien einer Larve mit mehrjähriger Entwicklung vorhanden, muss auf eine schädigende Belastung in einem bestimmten, kürzeren Zeitraum geschlossen werden.

Chemische Analysen müssen regelmässig durchgeführt werden, gegebenenfalls müssen Monatsmischproben entnommen. Auch diese Messreihen werden von Schülern oder Studenten sehr gerne in Feld und Labor über längerfristige Lehrkonzepte in Erfahrung gebracht. Es handelt sich um die Bestimmungen von zum Beispiel: Sauerstoffgehalt, pH- Wert, Ammonium-, Nitrit, Nitrationenwerte und Orthophosphationen, Chloride und Säurebindungsvermögen (SBV-Wert).

Die biologische und die chemische Gewässeranalyse sind stark vom Probenahmeort abhängig. So bestimmen morphologische Faktoren des Gewässers das Ergebnis der biologischen Untersuchung. An Ruhigwasserstellen sedimentieren belastende Inhaltsstoffe und bieten Indikatororganismen anderer Güteklassen ihre ökologische Nische. Der Sauerstoffgehalt schwankt entscheidend mit kleinen Veränderungen des Probenahmeortes im Bereich Stillwasserzonen.

Die beiden Methoden stehen in keiner Konkurrenz zueinander, sondern ergänzen sich gegenseitig. Gemeinsam lassen sie eine genauere Aussage über die umfassende Güte und Lebensfreundlichkeit eines Fließgewässers zu.

*Thomas Winter Januar 1996*