

## Confronto fra due postazioni lungo due corsi d'acqua di dimensioni simili

Questo progetto esemplare segue il [processo di ricerca scientifica](#) proposto da GLOBE.

### Toccare il tema ambientale / osservare la natura

Per introdurre gli allievi al tema, possono essere d'aiuto le proposte didattiche di GLOBE (vedi [„Per l'insegnante”](#)).

### Porre domande

In questo progetto esemplare si confrontano due punti di misurazione lungo due corsi d'acqua di dimensioni simili. Esempi di possibili domande: quanto si differenziano le caratteristiche ecomorfologiche dei due corsi d'acqua? Quale dei due corsi d'acqua ha una migliore qualità dell'acqua e perché? Si possono trovare e spiegare differenze nelle caratteristiche chimico-fisiche dei due corsi d'acqua?

In questo progetto esemplare si confrontano due postazioni lungo due fiumi di simili dimensioni, il Reno a Basilea e l'Aare a Berna. Per questo vengono confrontate le caratteristiche chimico-fisiche e viene descritto il loro influsso sui macroinvertebrati che vivono nelle acque di questi fiumi.

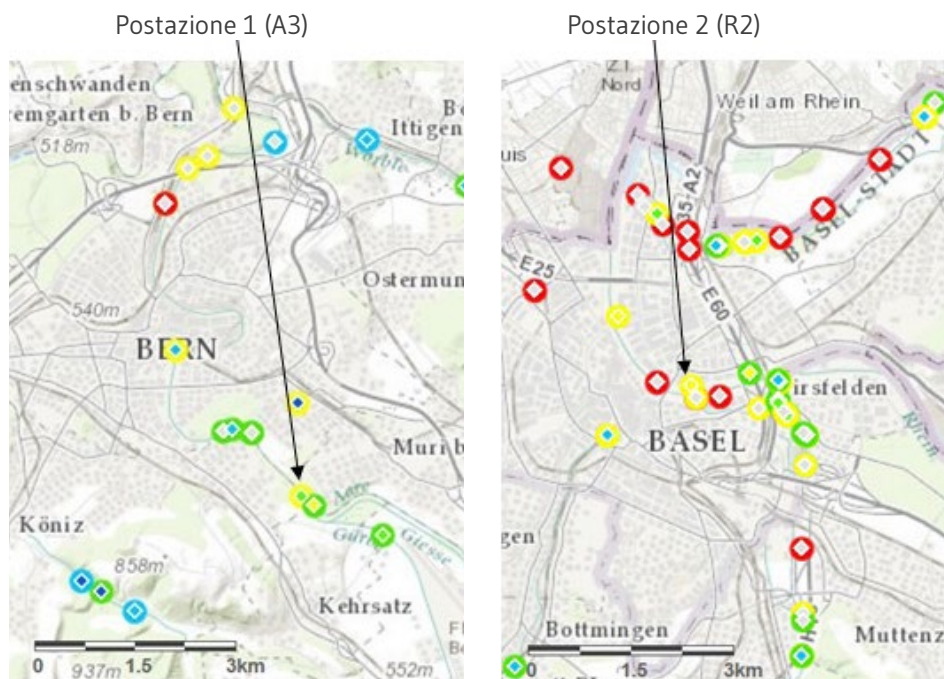


Figura 2: le postazioni oggetto d'indagine lungo l'Aare a Berna (a sinistra) e lungo il Reno a Basilea (a destra).



Figura 1: misurazione della conducibilità elettrica. © Daria Lehmann / GLOBE Svizzera

## Sviluppare ipotesi

In base alle domande si formulano ipotesi (in verde sono date le motivazioni delle ipotesi):

- I1: contenuto di nitrati (CN) nel Reno più elevato rispetto all'Aare: **più inquinanti nel Reno a causa delle industrie lungo il corso del fiume e del maggiore bacino idrografico (→ maggior pericolo di inquinamento)**
- I2: conducibilità elettrica (CE) maggiore nel Reno rispetto all'Aare: **idem come in I1**
- I3: maggior contenuto di ossigeno (CO) nell'Aare rispetto al Reno: **Aare meno incanalata → fondo variato → scorrimento irregolare → maggior arricchimento di ossigeno nell'acqua**
- I4: qualità biologica dell'acqua (QBA) migliore nell'Aare rispetto al Reno: **maggior carico di inquinanti nel Reno → condizioni peggiori per i macroinvertebrati**

Con l'analisi dei dati queste ipotesi verranno in seguito verificate o falsificate. Alle ipotesi (di lavoro) appartengono anche ipotesi nulle. In tal modo si evita un atteggiamento di aspettativa nei confronti dei risultati.

Esempio di ipotesi nulla per I2: le CE di entrambe le postazioni non sono diverse.

## Pianificare le indagini

Prima d'iniziare con le misurazioni, occorre procurarsi i [materiali necessari](#) per misurare e scegliere le postazioni. Si pianifica anche l'uscita per la raccolta dei dati. E' auspicabile che i metodi di misurazione vengano esercitati insieme con gli allievi.

## Raccolta dei dati

### Rilevamento dei dati

Nel rilevamento dei dati devono essere necessariamente seguite le istruzioni di GLOBE (vedi „Misure sul campo” sotto „[Per la classe](#)”) per avere risultati significativi e confrontabili. Sulla base delle domande poste si decide quali parametri misurare.

Per avere una base di dati più grande possibile, rileveremo in questo esempio tutti i parametri delle offerte GLOBE „[Idrologia](#)” e „[Bioindicazione corsi d'acqua](#)”.



Figura 5: la postazione 1 (A3) lungo l'Aare a Berna. © Daria Lehmann / GLOBE Svizzera



Figura 6: la postazione 2 (R2) lungo il Reno a Basilea. © Daria Lehmann / GLOBE Svizzera

## Registrazione dei dati

I dati misurati possono essere raccolti e registrati nello smartphone oppure nel computer nell'[App Corsi d'acqua](#) (iscrizione necessaria, vedi anche „[Immissione e confronto dei dati](#)” sotto „[Per la classe](#)”).

In questo esempio si confronta una postazione lungo l'Aare a Berna con una postazione lungo il Reno a Basilea (vedi figure 5 e 6). Le misurazioni furono eseguite da GLOBE Svizzera il 14 novembre 2017 (Postazione 1 risp. A3, Aare) e il 21 novembre

(1 of 2)	
<b>Aare of GLOBE</b>	
<b>Biological water quality</b> seriously polluted - II-III	
<b>Landscape ecology</b> obstructed (1.5 - 1.9) Value: 1.70	
<b>Physical-chemical properties</b> Water temperature: 9.00 °C Dissolved oxygen: 11.24 mg/l O2 Nitrates: 0.88 mg/l NOx-N Conductivity: 370.00 µS/cm pH: 8.40 Alcalinity: 120.00 mg/l CaCO3 Turbidity: 120.00 cm	
Comments: A3	

Figura 3: screenshot dei dati inseriti nello strumento di analisi per la postazione 1 (risp. A3) lungo l'Aare a Berna.

(1 of 2)	
<b>Rhein of GLOBE</b>	
<b>Biological water quality</b> seriously polluted - II-III	
<b>Landscape ecology</b> strongly obstructed (2.0 - 2.4) Value: 2.30	
<b>Physical-chemical properties</b> Water temperature: 9.00 °C Dissolved oxygen: 10.60 mg/l O2 Nitrates: 1.21 mg/l NOx-N Conductivity: 410.00 µS/cm pH: 8.30 Alcalinity: 145.00 mg/l CaCO3 Turbidity: 120.00 cm	
Comments: R2	

Figura 4: screenshot dei dati inseriti nello strumento di analisi per la postazione 2 (risp. R2) lungo il Reno a Basilea.

2017 (postazione 2 risp. R2, Reno). La figura 2 mostra la situazione delle postazioni. I dati raccolti dalle nostre misurazioni si trovano nelle figure 3 e 4.

## Analisi dei dati

La valutazione dei dati può essere eseguita con l'aiuto dello [strumento di analisi corsi d'acqua](#). Per questo sono a disposizione anche istruzioni su video (vedi „Immissione e confronto dei dati” sotto „[Per la classe](#)” - in tedesco).

### Verifica delle ipotesi

Con i valori misurati si mettono ora alla prova le ipotesi: **I1** è verificata: con 1.21 mg/l il CN del Reno è più del doppio di quello dell'Aare. Pure **I2** può essere verificata: La CE nel Reno è di 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$  maggiore di quella nell'Aare. **I3** è falsificata: il CO nel Reno è leggermente superiore a quello dell'Aare. La QBA è uguale nelle due postazioni ("seriously polluted – II-III"). In tal modo, **I4** viene falsificata.

### Interpretazione dei risultati

Il CN (vedi I1) e la CE (vedi I2) indicano un maggior inquinamento del Reno. Anche l'ecomorfologia (EM) del Reno è meno naturale rispetto a quella dell'Aare.

Inaspettato è per contro l'identico valore dalla QBA nelle due postazioni (vedi I4). Osserviamo con maggior attenzione e analizziamo i PDF nello strumento di analisi con i macroinvertebrati rinvenuti. In effetti, la varietà nell'Aare è minore di quella del Reno. Può darsi che il CN e la CE si situino in intervalli non rilevanti per la QBA.

Il CO (vedi I3) nel Reno è leggermente maggiore rispetto a quello dell'Aare. Poiché il CO dipende direttamente dalla temperatura dell'acqua (T), anche questa deve essere presa in considerazione. In generale: più bassa è la temperatura e più elevato è il CO. Con 9°C la T del Reno è un poco inferiore a quella dell'Aare (10.5 °C). In tal modo, se si esclude l'effetto della T, il CO leggermente più elevato del Reno si avvicina a quello dell'Aare. Dunque, il CO dei due corsi d'acqua è molto simile. Ciò potrebbe anche spiegare in parte l'identica QBA, poiché il CO è decisivo per la presenza dei macroinvertebrati.

### Verificare la plausibilità

*Gli allievi devono imparare a discutere criticamente i loro risultati e le loro interpretazioni:*

- I risultati hanno senso, sono spiegabili?
- Ci sono forse errori di misurazione? Come potrebbero essersi originati?
- Cosa si può affermare sulla base delle misurazioni e cosa no?
- Ci sono dati da altre fonti che possono convalidare o invalidare le interpretazioni?
- Quale tipo di misurazioni si dovrebbe eseguire per rispondere a domande rimaste aperte?

*Per il confronto con i dati cantonali, GLOBE Svizzera mette a disposizione una scheda informativa con i link, scaricabile da „[Per la classe](#)”.*

Finora abbiamo considerato nelle nostre analisi solamente due singole postazioni lungo i due corsi d'acqua. Ciò riduce la validità dei nostri risultati, perché entrambe le misurazioni sono limitate nel tempo e nello spazio. Vogliamo ora considerare ulteriori misurazioni negli stessi corsi d'acqua per mettere alla prova le nostre congetture e accrescere la validità delle analisi.

GLOBE Svizzera ha monitorato due ulteriori postazioni sia lungo l'Aare che lungo il Reno (autunno 2017, vedi strumento di analisi). Dal confronto con le due postazioni precedentemente analizzate si evince che:

- CN Reno in media 1.43 mg/l (range: 0.88 – 2.2 mg/l); Aare: 0.66 mg/l (0.55 – 0.88 mg/l)



Figura 7: misurazione del contenuto di ossigeno. © Daria Lehmann / GLOBE Svizzera



- CE Reno 395 – 410 µS/cm; Aare 310 – 342 µS/cm
- CO in entrambi i corsi d'acqua mai chiaramente minore o maggiore di 10 mg/l (min.: 9.8 mg/l; max. 11.2mg/l)
- QBA in tutte e tre le postazioni lungo il Reno „seriously polluted-II-III“; lungo l'Aare: 2x „slightly polluted I-II“ e 1x „seriously polluted-II-III“

Le nostre supposizioni si sono dunque confermate per quanto riguarda CN, CE e CO. CN e CE indicano un maggior inquinamento nel Reno rispetto all'Aare, il CO è praticamente lo stesso nei due fiumi. Interessante è da notare che la QBA nelle due altre postazioni dell'Aare ha avuto una valutazione migliore. In una delle due sono state perfino rinvenute larve di plecoteri (il gruppo di forme guida più esigente, vedi figura 8) – nel Reno la QBA non è mai migliore rispetto a quella della nostra postazione. Si può così affermare che l'inquinamento leggermente superiore del Reno si riflette nella QBA – ma in un modo che dipende dalla posizione. Ma per analizzare più precisamente questa dipendenza dalla posizione occorrerebbero ulteriori misurazioni.

Osservando i PDF dei macroinvertebrati rinvenuti in tutte le 6 postazioni (3 lungo l'Aare, 3 lungo il Reno) emergono alcuni fatti: in tutte le postazioni lungo il Reno è stato ritrovato il Tubifex – nell'Aare questo invertebrato è assente. Tubifex si nutre fra l'altro di alghe che possono essere presenti in corsi d'acqua leggermente eutrofici. Sarebbe in grado di sopravvivere anche in acque perfettamente pulite ma solitamente migra in corsi d'acqua più inquinati. Ciò si può interpretare come ulteriore indizio di un generale maggior inquinamento del Reno rispetto all'Aare.

Confrontiamo ora le nostre misurazioni per la verifica della plausibilità anche con i dati cantonali e nazionali: il punto di misurazione „Rhein Weil“ del sistema di misurazione NADUF e la postazione „Aare Bern, Dalmazbrücke“ del Laboratorio di protezione delle acque e del suolo del Canton Berna ci forniscono i dati più adatti (vedi figure 9 e 10). CN, CE e CO possono essere direttamente confrontati e mostrano che i nostri valori si situano in un intervallo paragonabile. In tal modo, le nostre misurazioni si rivelano nell'insieme molto plausibili. La plausibilità della QBA non può però essere ulteriormente verificata per mancanza di dati.



Figura 8: larva di plecoterio catturata nella postazione A1 (ulteriore punto di misurazione di GLOBE lungo l'Aare presso Berna).  
© Daria Lehmann / GLOBE Svizzera

Chemisch bakteriologische Resultate Fließgewässer Résultats bactério-chimiques cours d'eau		Aare Bern, Dalmazbrücke										AB59 Stichprobe	
		Koordinaten E = 2 600 562 N = 1 199 268										Höhe 505 m.ü.M.	
2016	05.01.16	03.02.16	03.03.16	05.04.16	02.05.16	01.06.16	27.06.16	03.08.16	30.08.16	29.09.16	02.11.16	06.12.16	
Zeit	08:15	08:05	15:25	14:20	07:50	07:55	14:45	15:40	07:50	07:50	15:30	14:05	
Temperatur	7.0	6.7	5.9	9.5	8.0	11.6	18.0	20.6	17.4	15.7	12.0	8.0	
pH	8.08	8.20	8.40	8.40	8.10	8.19	8.26	8.40	8.16	8.24	8.47	8.40	
Leitfähigkeit µS/cm	300	299	332	299	327	296	276	249	266	255	284	302	
Sauerstoffgehalt mg O2/l	11.7	11.4	12.6	11.6	11.4	10.6	9.7	9.4	9.3	9.3	11.2	12.7	
Sauerstoffsättigung %	104	99	108	107	101	102	108	110	102	97	111	112	
DOC mg C/l	0.99	0.76	1.23	0.76	1.78	0.99	0.72	0.71	0.68	0.70	0.72	0.66	
Ammonium mg NH4-N/l	<0.010	0.022	0.022	<0.010	0.023	<0.010	<0.010	0.024	0.011	0.013	<0.010	<0.010	
Nitrit mg NO2-N/l	0.005	0.007	0.010	<0.005	0.010	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	
Nitrat mg NO3-N/l	0.72	0.65	0.98	0.65	0.85	0.63	0.54	0.48	0.51	0.53	0.65	0.75	
Gesamt-Stickstoff mg N/l	0.9	0.8	1.2	0.8	1.1	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	

Figura 9: misurazioni chimico-batteriologiche lungo l'Aare presso Berna (in tedesco). Fonte: Bodenschutzlabor des Kantons Bern, raggiungibile online sotto [Geoportal des Kantons Bern](#), posizione AB 59 (situazione: 2018) (consultazione 11.01.2018)

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Kürzel	Jahr	Datum	Uhrzeit	Dauer	Mittl. Abfluss	Abflussumme	Temp. (BAFU)	pH(BAFU)	Leitf. 25°C(BAFU)	Sauerstoff	Sauerstoffsätt.%	Gesamthärte	Alkalinität	Calcium	Magnesium	Nitrat	Gesamt-Stickstoff
2			Ende	Ende	h	m3/s	l/s	°C		µmhos/cm	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg N/l
562	WJ	2016	13.06.2016	08:20	336	2107	2549	15.6	8.2	341	11.2	117	3.38	2.94	56.2	7.0	1.05	1.10
563	WJ	2016	27.06.2016	08:30	336	2531	3063	16.6	8.2	337	11.1	117	3.42	2.92	57.0	7.0	1.05	1.30
564	WJ	2016	11.07.2016	08:25	336	1835	2219	19.6	8.1	335	9.8	111	3.25	2.84	53.1	7.3	1.04	1.10
565	WJ	2016	25.07.2016	08:20	336	1719	2078	20.1	8.1	328	9.6	109	3.18	2.74	51.7	7.3	1.03	1.10
566	WJ	2016	08.08.2016	08:25	336	1403	1698	21.7	8.1	321	8.7	102	3.13	2.67	50.8	7.3	0.98	1.10
567	WJ	2016	22.08.2016	08:15	336	1231	1488	20.9	8.1	319	8.9	102	3.03	2.72	48.6	7.4	0.99	1.00
568	WJ	2016	05.09.2016	08:15	336	952	1152	22.1	8.1	322	8.5	101	2.98	2.55	47.5	7.4	1.12	1.12
569	WJ	2016	19.09.2016	08:20	336	938	1135	21.3	8.0	316	8.2	96	2.92	2.50	47.0	7.0	0.94	1.00
570	WJ	2016	03.10.2016	08:20	336	700	846	19.1	8.0	329	8.7	97	2.97	2.57	47.1	7.6	1.02	1.10
571	WJ	2016	17.10.2016	08:25	336	522	631	15.7	8.0	349	9.5	98	3.14	2.68	49.8	8.0	1.09	1.20
572	WJ	2016	31.10.2016	08:15	336	599	724	13.7	7.9	358	9.9	98	3.20	2.75	51.5	7.6	1.37	1.40
573	WJ	2016	14.11.2016	08:25	336	769	930	11.4	7.9	363	10.5	99	3.34	2.92	54.2	7.7	1.50	1.60
574	WJ	2016	28.11.2016	08:15	336	893	1080	9.8	7.9	370	11.0	100	3.42	2.98	55.8	7.7	1.45	1.60
575	WJ	2016	12.12.2016	08:25	336	602	728	7.6	8.0	379	11.6	100	3.45	2.97	55.6	8.2	1.49	1.49
576	WJ	2016	27.12.2016	08:20	360	486	629	6.7	8.0	388	12.2	102	3.46	2.91	55.6	8.3	1.47	1.60
577																		

Figura 10: misurazioni chimiche lungo il Reno presso Weil am Rhein (in tedesco). Fonte: NADUF Gruppe (BAFU EAWAG, WSL), raggiungibile online sotto [ewag.ch](#) (Situazione: 2018) (consultazione: 11.01.2018)

## Conclusioni

Il Reno, sulla base dei parametri „CN” e „CE” risulta leggermente più inquinato rispetto all’Aare. Ciò si riflette a seconda della posizione in una QBA dell’Aare più elevata (in confronto al Reno). Ciononostante, le differenze nella QBA non sono dappertutto chiaramente visibili, ciò che potrebbe essere riconducibile fra l’altro a un elevato CO del Reno. La dipendenza della QBA dal luogo non può però essere determinata più precisamente in questa indagine. Per questo, sarebbero necessarie ulteriori misurazioni.

## Presentare i risultati

*I risultati dell’interpretazione possono essere presentati dagli allievi in forma scritta / in un poster oppure oralmente. Documenti elaborati possono essere caricati nell’App Corsi d’acqua (vedi „Immissione e confronto dei dati” sotto „[Per la classe](#)”) e inviati a [GLOBE Svizzera](#) per la pubblicazione nel sito.*

*Per la discussione dei risultati con gli allievi si può far intervenire uno specialista. [GLOBE Svizzera](#) vi aiuta volentieri nella ricerca dei contatti.*

## Porre nuove domande

*Sulla base delle analisi presentate, gli allievi possono riflettere intorno a nuove domande. Inoltre, possono riflettere su come e con quali metodi trovare le risposte.*

GLOBE Svizzera mette a disposizione diversi materiali per il tema „Corsi d’acqua”, utilizzabili come aiuto all’interpretazione. Sono scaricabili dal sito di GLOBE, sotto „[Per la classe](#)”.

Se avete ulteriori domande, potete rivolgervi in ogni tempo a [GLOBE](#). Raccomandiamo pure i nostri corsi di formazione con specialisti, regolarmente annunciati sulla [homepage di GLOBE](#).