

## Statistische Schlüsselindikatoren

Die Schlüsselindikatoren sind einfach zu berechnen und werden direkt aus den Erhebungsergebnissen entnommen. Sie sind für die Identifizierung von Akkumulationszonen im Wassereinzugsgebiet unerlässlich. Wenn sie im Rahmen eines Abfallüberwachungsprogramms verwendet und mit spezifischen Kenntnissen über die Umgebung kombiniert werden, helfen die Schlüsselindikatoren, potenzielle Abfallquellen zu identifizieren. (Han13)

Auswertungen von Untersuchungen des Strand-Abfallaufkommens beschreiben den Ort, die Häufigkeit und die Zusammensetzung der gefundenen Objekte (HG19). Die Schlüsselindikatoren beantworten die folgenden Fragen:

- Welche Objekte werden gefunden?
- Wie viel wird gefunden? (Gesamtgewichte und Anzahl der Artikel)
- Wie oft werden diese Objekte gefunden?
- Wo sind diese Objekte in den grössten Konzentrationen zu finden?

Ähnlich wie bei der Zählung von Vögeln oder Wildblumen muss eine Person die Erhebung durchführen, um die Zielobjekte zu finden und dann zu identifizieren. Dieser Prozess ist gut dokumentiert und wurde unter vielen Bedingungen getestet. (Rya15)(RMCP+15)

## Indikatoren für die am häufigsten gestellten Fragen

Die Schlüsselindikatoren geben Antworten auf die am häufigsten gestellten Fragen zum Zustand der Abfälle in der natürlichen Umwelt. Die Schlüsselindikatoren sind:

- Anzahl der Erhebungen
- Bestehens- und Misserfolgsquote (Häufigkeitsrate)
- Anzahl der Objekte pro Meter (p/m oder p/m<sup>2</sup>)
- Zusammensetzung (prozentualer Anteil an der Gesamtmenge)

## Annahmen zu den Schlüsselindikatoren:

Die Zuverlässigkeit dieser Indikatoren beruht auf den folgenden Annahmen:

- Je mehr Abfallobjekte auf dem Boden liegen, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Person sie findet.
- Die gefundenen Objekte stellen die Mindestmenge an Abfallobjekten an diesem Erhebungsort dar.
- Die Erhebenden befolgen das Protokoll und zeichnen die Ergebnisse genau auf.
- Für jede Datenerhebung: Das Auffinden eines Artikels hat keinen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit, einen anderen zu finden. (Sta21a)

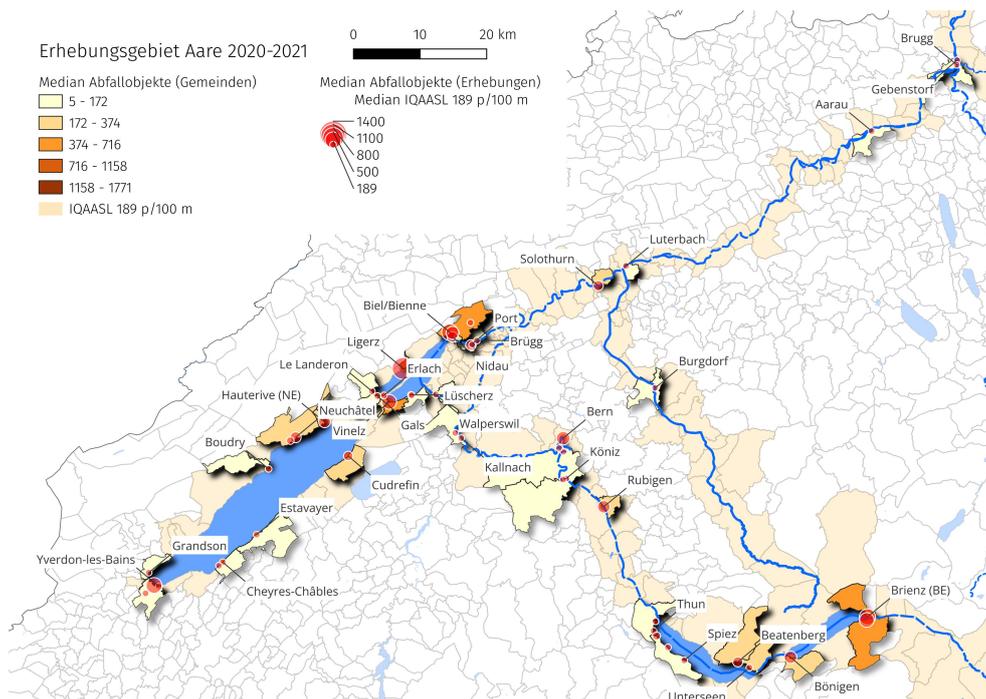
## Verwendung der Schlüsselindikatoren

Die Schlüsselindikatoren der häufigsten Objekte werden mit jeder Datenzusammenfassung auf jeder Aggregationsebene angegeben. Wenn die vorherigen Annahmen beibehalten werden, sollte die Anzahl der Proben in der Region von Interesse immer als Mass für die Unsicherheit betrachtet werden. Je mehr Proben innerhalb definierter geografischer und zeitlicher Grenzen liegen, desto grösser ist das Vertrauen in die numerischen Ergebnisse, die aus Ergebnissen innerhalb dieser Grenzen gewonnen werden.

## Definition: Die am häufigsten gefundenen Objekte

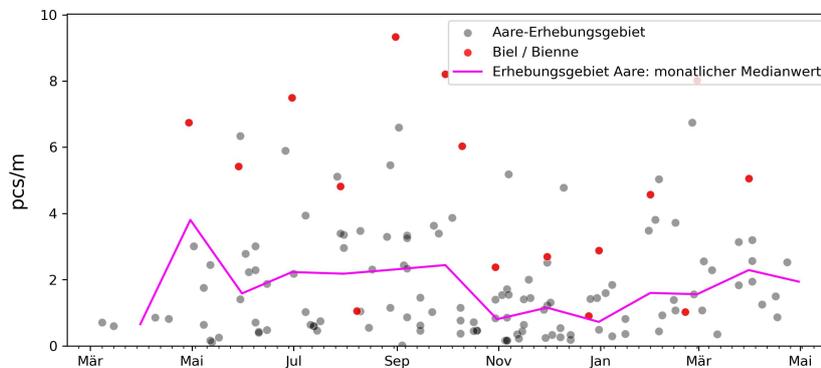
Die am häufigsten vorkommenden Objekte haben eine Häufigkeitsrate von mindestens 50% und/oder befinden sich in einem bestimmten geografischen Gebiet unter den Top Ten nach Menge oder Stückzahl/m.

## Die wichtigsten Indikatoren



Im Zeitraum von März 2020 und bis Mai 2021 wurden bei 140 Erhebungen im Aare-Erhebungsgebiet 13 847 Objekte gesammelt.

Erhebungsgebiet Aare, 03.2020 bis 05.2021, n=140  
Werte grösser als das 99. Perzentil (10.03) werden nicht angezeigt.



Aare-Erhebungsgebiet	total	Biel / Bienne	total
Erhebungen	140,0	Erhebungen	16,0
Durchschnitt pcs_m	2,25	Durchschnitt pcs_m	4,79
Standardabweichung	2,34	Standardabweichung	2,75
min pcs_m	0,02	min pcs_m	0,91
25%	0,64	25%	2,61
50%	1,44	50%	4,94
75%	3,16	75%	6,94
max pcs_m	14,8	max pcs_m	9,33
Abfallobjekte	13 847	Abfallobjekte	3 067
Anzahl der Standorte	51	Anzahl der Standorte	3

Im Zeitraum von März 2020 und bis Mai 2021 wurden bei 140 Erhebungen im Aare-Erhebungsgebiet 13 847 Objekte gesammelt.

## Die Anzahl der Proben

Die Anzahl der Proben bezieht sich auf die Anzahl der Proben innerhalb eines geografischen und zeitlichen Bereichs. Wie bereits erwähnt, kann den Ergebnissen der Analyse umso mehr Vertrauen geschenkt werden, je mehr Proben innerhalb eines bestimmten Gebiets und Zeitraums vorhanden sind.

## Die Häufigkeitsrate

Die Häufigkeitsrate ist die Anzahl der Fälle, in denen ein Objekt mindestens einmal gefunden wurde, geteilt durch die Anzahl der Datenerhebungen.

**Was bedeutet das?** Die Häufigkeitsrate beschreibt den Prozentsatz der Fälle, in denen eine Kategorie im Verhältnis zur Anzahl der durchgeführten Datenerhebungen identifiziert wurde. **Hinweis:** Die Häufigkeitsrate gibt keinen Hinweis auf die Menge

Die Häufigkeitsrate ist zu verwenden, um festzustellen, wie häufig ein Objekt innerhalb eines geografischen Bereichs gefunden wurde. Objekte können nach Häufigkeitsrate unterschieden werden. Die Häufigkeitsrate und p/m ist zu verwenden, um Objekte zu identifizieren, die nur selten, aber in grossen Mengen gefunden werden.

Die Häufigkeitsrate wird auf jeder Aggregationsebene berechnet. Daher ändert sich die Häufigkeitsrate für ein bestimmtes Objekt je nach den geografischen Grenzen, die die Aggregationsebene definieren. Für das Erhebungsgebiet Aare sind alle Objekte mit einer Häufigkeitsrate von mindestens 50 % zu betrachten.

Fragmentierte Kunststoffe	100%	97%	89%	86%
Industriefolie (Kunststoff)	93%	89%	74%	70%
Snack-Verpackungen	93%	87%	82%	85%
Zigarettenfilter	100%	79%	84%	88%
Getränkeflaschen aus Glas, Glasfragmente	71%	68%	68%	65%
Verpackungsfolien, nicht für Lebensmittel	64%	63%	50%	39%
Expandiertes Polystyrol	100%	63%	65%	69%
Industriepellets (Nurdles)	79%	61%	33%	31%
Verpackungen aus Aluminiumfolie	100%	61%	51%	47%
Schaumstoffverpackungen/Isolierung	93%	50%	49%	53%
Styropor < 5mm	71%	34%	28%	26%
	Biel/Bienne	Bielersee	Erhebungsgebiet Aare	Alle Erhebungsgebiete

*Die Häufigkeitsraten der am meisten gefundenen Objekte aus dem Erhebungsgebiet Aare bei verschiedenen Aggregationsstufen.*

Mit Ausnahme von Industriefolien und Kunststofffragmenten war die Häufigkeitsrate in Biel/Bienne höher als in allen anderen Untersuchungsgebieten. Das bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, diese Objekte zu finden, in Biel pro Untersuchung grösser war als an den meisten anderen Orten.

Die Häufigkeitsrate ist die wahrscheinlichste Schätzung (MLE) der Wahrscheinlichkeit, mindestens ein Objekt zu finden (CP17). Wenn das Objekt in allen vorherigen Stichproben identifiziert wurde und sich Präventionsmassnahmen nicht geändert haben, kann man davon ausgehen, dass auch in den folgenden Stichproben mindestens ein Objekt zu finden sein wird.

## Objekte pro Meter

Objekte pro Meter (p/m) ist die Anzahl der bei jeder Untersuchung gefundenen Objekte geteilt durch die Länge der untersuchten Uferlinie.

**Was bedeutet das?** p/m beschreibt die Menge eines Objekts, das pro Meter gefunden wurde. Es handelt sich um eine Methode zur Normalisierung der Daten aus allen Vermessungen, damit sie verglichen werden können.

P/m ist zu verwenden um die Objekte zu finden, die in den grössten Mengen gefunden wurden. Mit p/m können Zonen der Anhäufung identifiziert werden.

Warum nicht die Fläche verwenden? Der EU-Standard empfiehlt, die Ergebnisse als Anzahl der Objekte pro Länge der untersuchten Küstenlinie anzugeben, normalerweise 100 Meter (HG19). Die Fläche wurde für 99 % aller Erhebungen in IQAASL berechnet. Die Ergebnisse für diese Analyse werden in p/m angegeben.

Industriepellets (Nurdles)	4.5	2.5	0.0	0.0
Styropor < 5mm	8.0	0.0	0.0	0.0
Verpackungen aus Aluminiumfolie	6.5	2.5	1.0	0.0
Getränkeflaschen aus Glas, Glasfragmente	2.5	5.5	3.0	3.0
Zigarettenfilter	118.5	9.0	11.0	20.0
Snack-Verpackungen	41.5	21.0	8.0	9.0
Industriefolie (Kunststoff)	20.5	18.0	5.0	5.0
Schaumstoffverpackungen/Isolierung	7.5	1.0	0.0	1.0
Verpackungsfolien, nicht für Lebensmittel	10.5	9.5	0.5	0.0
Expandiertes Polystyrol	19.0	5.5	4.0	5.0
Fragmentierte Kunststoffe	50.5	53.0	18.5	18.0
	Biel/Bienne	Bielensee	Erhebungsgebiet Aare	Alle Erhebungsgebiete

*Der Median (p/m) der häufigsten Objekte im Erhebungsgebiet Aare.*

Der angegebene Wert ist der Median der Erhebungsergebnisse für diese Aggregationsebene und dieses Objekt. Ein Medianwert von Null bedeutet, dass das Objekt in weniger als 1/2 der Erhebungen für diese Aggregationsebene identifiziert wurde. Betrachten wir zum Beispiel die Ergebnisse für Dämmstoffe, einschliesslich Spritzschäumen: Der Medianwert für das Erhebungsgebiet Aare ist gleich Null. Betrachtet man jedoch nur die Ergebnisse vom Bielersee oder jene aus Biel/Bienne, ist der Medianwert grösser als Null. Dies deutet darauf hin, dass am Bielersee und speziell in Biel/Bienne mehr Dämmstoffe gefunden wurden als im übrigen Aaregebiet.

## Prozentsatz der Gesamtmenge

Der prozentuale Anteil an der Gesamtzahl ist die Menge eines gefundenen Objekts geteilt durch die Gesamtzahl aller gefundenen Objekte für eine(n) bestimmte(n) Ort/Region und einen bestimmten Datumsbereich.

**Was bedeutet das?** Der prozentuale Anteil an der Gesamtmenge beschreibt die Zusammensetzung der gefundenen Abfallobjekte

Der prozentuale Anteil an der Gesamtmenge ist zu verwenden, um die wichtigsten Abfallobjekten zu definieren. Mit dem prozentualen Anteil können Prioritäten auf regionaler Ebene ermittelt werden.

Ähnlich wie bei den Objekten pro Meter ist ein Objekt mit einer niedrigen Häufigkeitsrate und einem hohen Prozentsatz an der Gesamtzahl ein Signal dafür, dass Objekte möglicherweise in unregelmässigen Abständen in grossen Mengen deponiert werden: Verklappung oder Unfälle.

Industriepellets (Nurdles)	1%	2%	2%	4%
Styropor < 5mm	2%	2%	2%	2%
Verpackungen aus Aluminiumfolie	2%	1%	1%	1%
Getränkeflaschen aus Glas, Glasfragmente	3%	4%	5%	4%
Zigarettenfilter	22%	17%	18%	15%
Snack-Verpackungen	7%	7%	6%	6%
Industriefolie (Kunststoff)	5%	7%	6%	5%
Schaumstoffverpackungen/Isolierung	2%	2%	2%	3%
Verpackungsfolien, nicht für Lebensmittel	3%	4%	3%	2%
Expandiertes Polystyrol	5%	4%	6%	10%
Fragmentierte Kunststoffe	12%	17%	14%	14%
	Biel/Bienne	Bielersee	Erhebungsgebiet Aare	Alle Erhebungsgebiete

*Die häufigsten Objekte im Erhebungsgebiet Aare machen rund 66 % (2022) der Gesamtzahl der erfassten Objekte (3067) an den drei Erhebungsorten in Biel/Bienne aus.*

## Diskussion

Zwischen April 2020 und Mai 2021 wurden 16 Datenerhebungen an 3 verschiedenen Orten in Biel/Bienne durchgeführt, bei denen 3067 Objekte identifiziert werden konnten. Die häufigsten Objekte aus dem Erhebungsgebiet Aare machen 66 % aller in Biel identifizierten Objekte aus. Objekte, die in direktem Zusammenhang mit dem Konsum stehen (Lebensmittel, Getränke, Tabak), werden in einer Häufigkeit gefunden, die über dem Median des Erhebungsgebiets liegt, den diese Objekte stellen rund 34 % der gesammelten Abfallobjekte in Biel/Bienne dar, im Vergleich zu 25 % für alle Untersuchungsgebiete.

Objekte, die nicht direkt mit Konsumverhalten in Verbindung stehen, wie zerbrochene Kunststoffe, Industriefolien, expandiertes Polystyrol oder Industriepellets, werden in grösseren Mengen gefunden als im übrigen Erhebungsgebiet Aare. Expandiertes Polystyrol wird als äussere Isolierhülle für Gebäude (Neubauten und Renovierungen) und zum Schutz von Bauteilen beim Transport verwendet. Biel hat eine starke industrielle Basis und eine aktive Bau- und Produktionsbasis. Zusammengenommen machen diese Objekte 30 % der insgesamt gesammelten Objekte aus.

## Anwendung

Bei den Schlüsselindikatoren handelt es sich um einfache Kennzahlen, die direkt aus den Erhebungsergebnissen übernommen wurden. Änderungen in der Grössenordnung dieser Verhältnisse signalisieren Änderungen in der relativen Menge bestimmter Objekte. Wenn die Schlüsselindikatoren im Rahmen eines Überwachungsprogramms verwendet werden, ermöglichen sie die Identifizierung wahrscheinlicher Anreicherungszone.

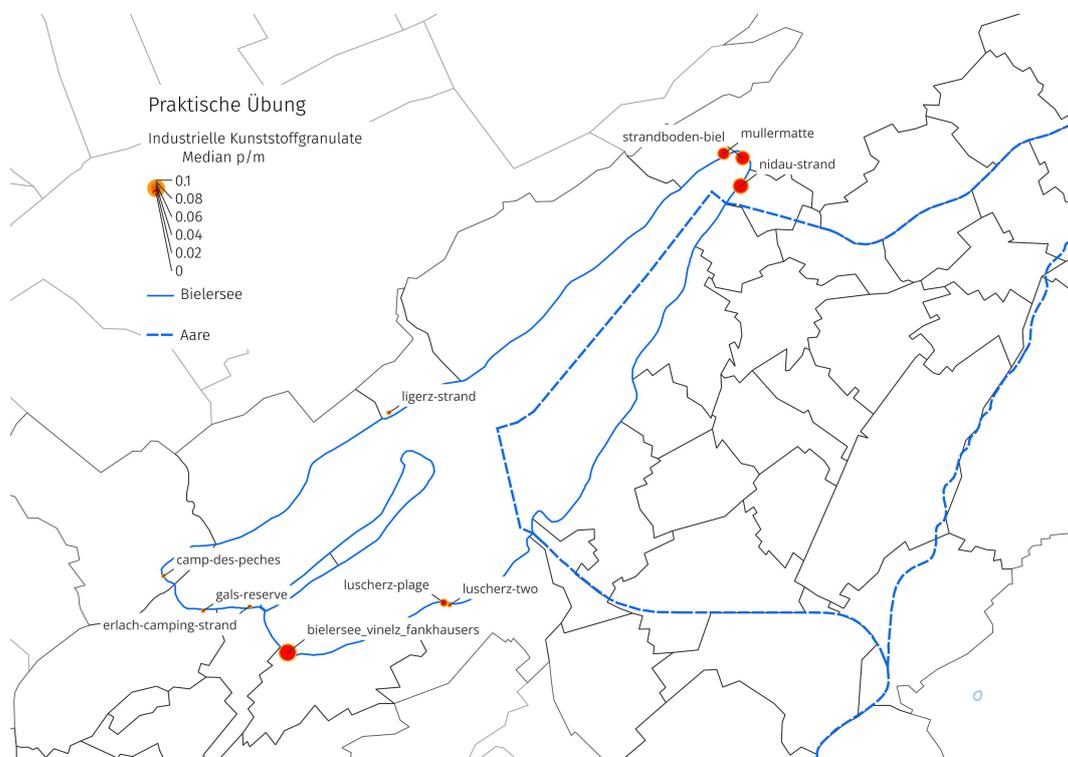
## Praktische Übung

Industrielle Kunststoffgranulate (GPI) sind das wichtigste Material zur Herstellung von Kunststoffgegenständen, die in der Schweiz in grossem Umfang verwendet werden. Sie sind scheiben- oder pelletförmig und haben einen Durchmesser von ungefähr 5 mm.

Beantworten Sie anhand der folgenden Erhebungsergebnisse, der Karte mit den Erhebungsorten und unter Beibehaltung der zu Beginn dieses Artikels dargestellten Annahmen die folgenden Fragen:

- Wo besteht die grösste Wahrscheinlichkeit, mindestens ein Vorkommen des Abfallobjekts zu finden?
- Wie gross ist die wahrscheinliche Mindestmenge an Pellets, die Sie bei einer Untersuchung von 50 Metern finden würden?
- Warum haben Sie sich für diesen Ort oder diese Orte entschieden? Wie sicher sind Sie sich bei Ihrer Wahl?

	Anzahl Proben	Anzahl der Fälle	Median p/m	Gefunden
bielersee_vinelz_fankhausers	12	9	0,128	22
camp-des-peches	1	0	0,0	0
erlach-camping-strand	1	0	0,0	0
gals-reserve	2	0	0,0	0
ligerz-strand	2	0	0,0	0
luscherz-plage	4	2	0,015	3
luscherz-two	1	0	0,0	0
mullermatte	12	9	0,073	37
nidau-strand	1	1	0,08	2
strandboden-biel	2	2	0,065	7



## Bibliographie

Han13: *George Hanke*. Guidance on monitoring of marine litter in european seas. Joint Research Centre of the European Commission, 2013.

HG19: *Van Loon W. Hanke G., Walvoort D.* Eu marine beach litter baselines. Publications Office of the European Union, 2019. doi:10.2760/16903.

Sta21a: *StackExchange*. What does independent observations mean? URL: <https://stats.stackexchange.com/questions/116355/what-does-independent-observations-mean>.

Rya15: *Peter G. Ryan*. A Brief History of Marine Litter Research. Springer International Publishing, 2015. : URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_1), doi:10.1007/978-3-319-16510-3\_1.

RMCP+15: *Sabine Rech, Vivian Macaya-Caquilpán, Jose Pantoja, Marcelo Rivadeneira, C Campodónico, and Martin Thiel*. Sampling of riverine litter with citizen scientists—findings and recommendations. *Environmental monitoring and assessment*, 187:4473, 06 2015. doi:10.1007/s10661-015-4473-y.

CP17: *Mehran Sahami Chris Piech* Parameter estimation. 2017. URL: <https://web.stanford.edu/class/archive/cs/cs109/cs109.1192/reader/11%20Parameter%20Estimation.pdf>