

# **Biodiversität - Grundlagen -**

Zusammengestellt von:  
Dr. Roland Achtziger, Dr. Elke Richert, Dr. Barbara Köstner  
unter Mitarbeit von Dr. Ursula Nigmann

DAS-Projekt BIODIVina  
**Bildungsmodule zur Bedeutung der Biodiversität  
bei der Anpassung des Weinbaus an den Klimawandel**  
(67DAS149B)

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen von  
Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel  
(Zuwendung aus dem EKF - Energie- und Klimafonds)

## Geschichte

**1980:** Der **Begriff „Biologische Vielfalt“** (Biological Diversity, s. Lovejoy 1980) entstand, als diese auch außerhalb der Biologie, mit der ökologischen Bewegung in der Gesellschaft, zunehmend Bedeutung erlangte.

**1985:** Der **Begriff „Biodiversität“** (Biodiversity) als Kurzform für biologische Vielfalt wird geprägt (s. Wilson 1988).

**1992:** Die internationale **Konvention zur biologischen Vielfalt** (Convention on Biological Diversity, CBD) wurde 1992 in Nairobi vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) verabschiedet und auf der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro 1992 von 159 Staaten unterzeichnet.

**1995:** Der umfassende **UNEP-Bericht Global Biodiversity Assessment** entstand 1995 als fachliche Grundlage (Heywood 1995).

## Definition

Der Begriff der **Biodiversität** umfasst **die ganze Vielfalt Genen, Organismen und Ökosystemen mit ihren Strukturen und Funktionen** sowie die Diversität der durch den Menschen in Kultur genommenen Systeme.

**Biodiversität** kann also

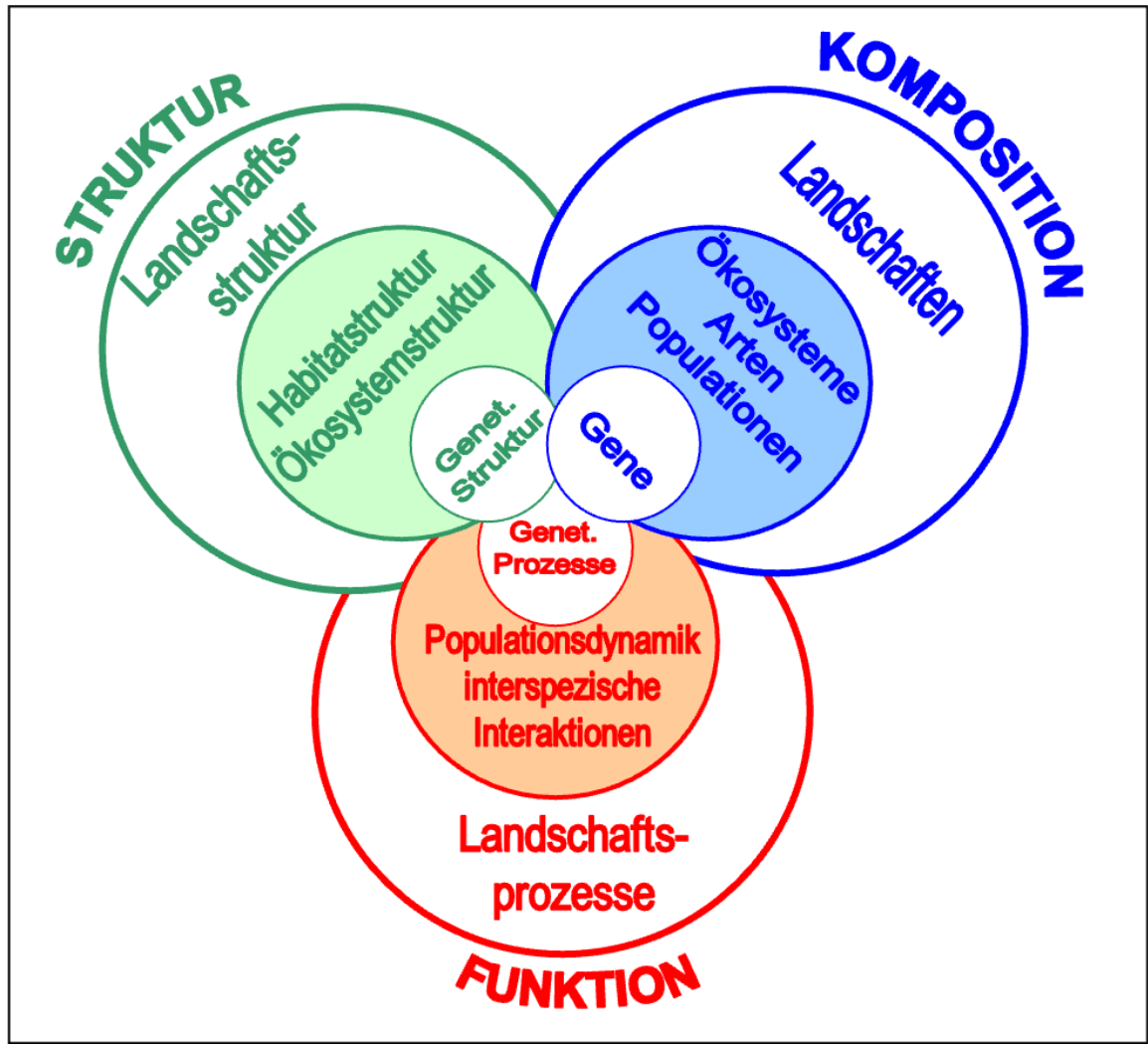
- auf verschiedenen **Ebenen** (Gene, Organismen/Arten/Ökosysteme, Landschaften) und
- bzgl. verschiedener **Komponenten** (Komposition, Struktur, Funktion) betrachtet werden (s. Noss 1990)

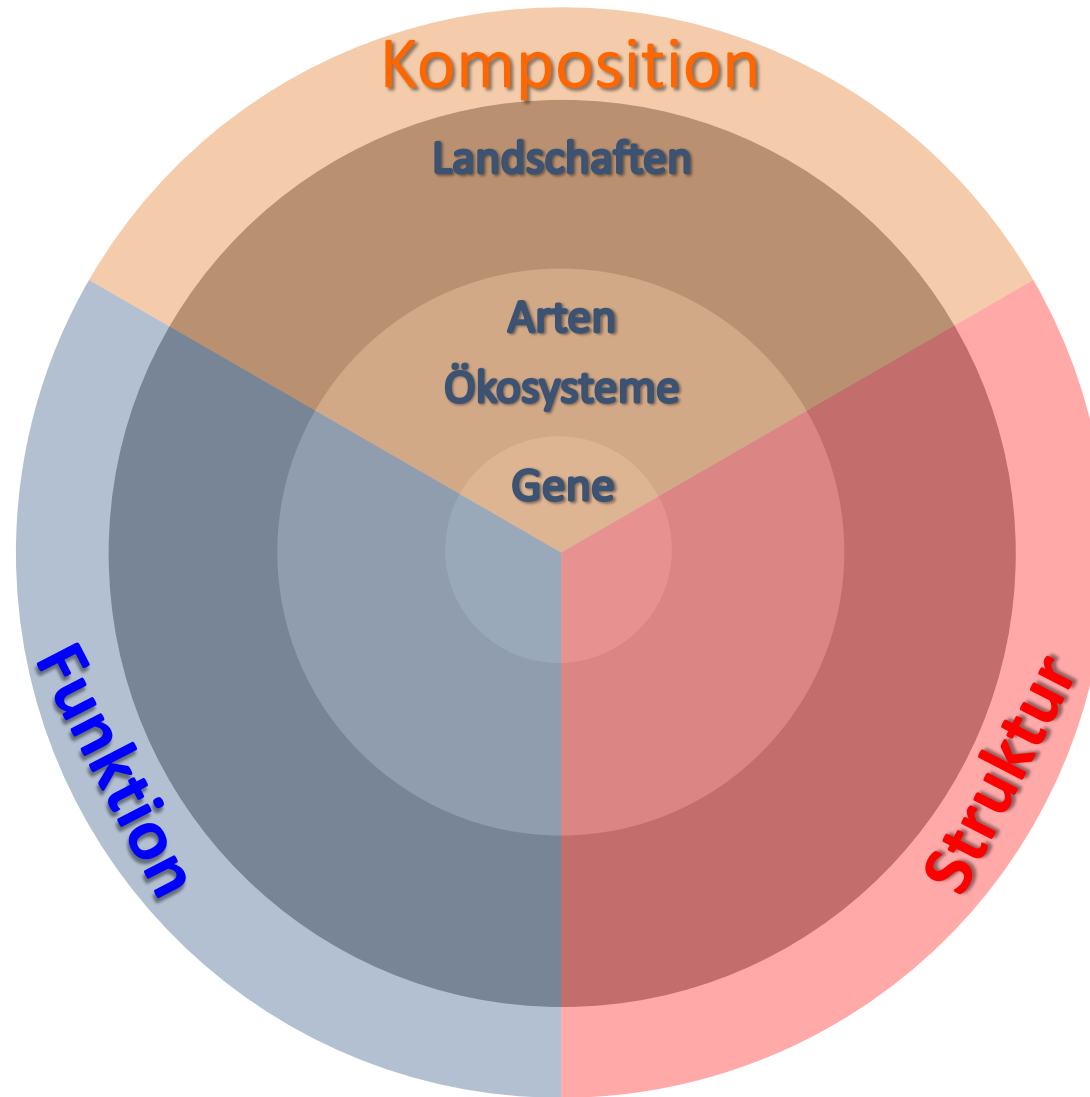
# Biodiversität – Definition, Ebenen und Komponenten

Konvention für die Biologische Vielfalt / Convention on Biological Diversity (CBD):

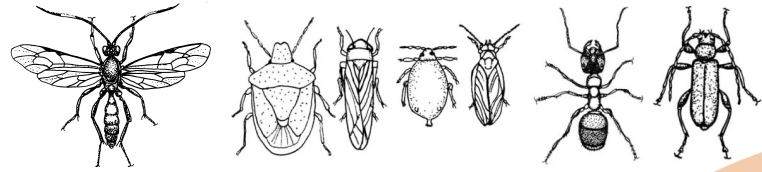
„**Biological diversity**“ means the **variability among living organisms** from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes **diversity**

- within species,
- between species
- and of ecosystems“.

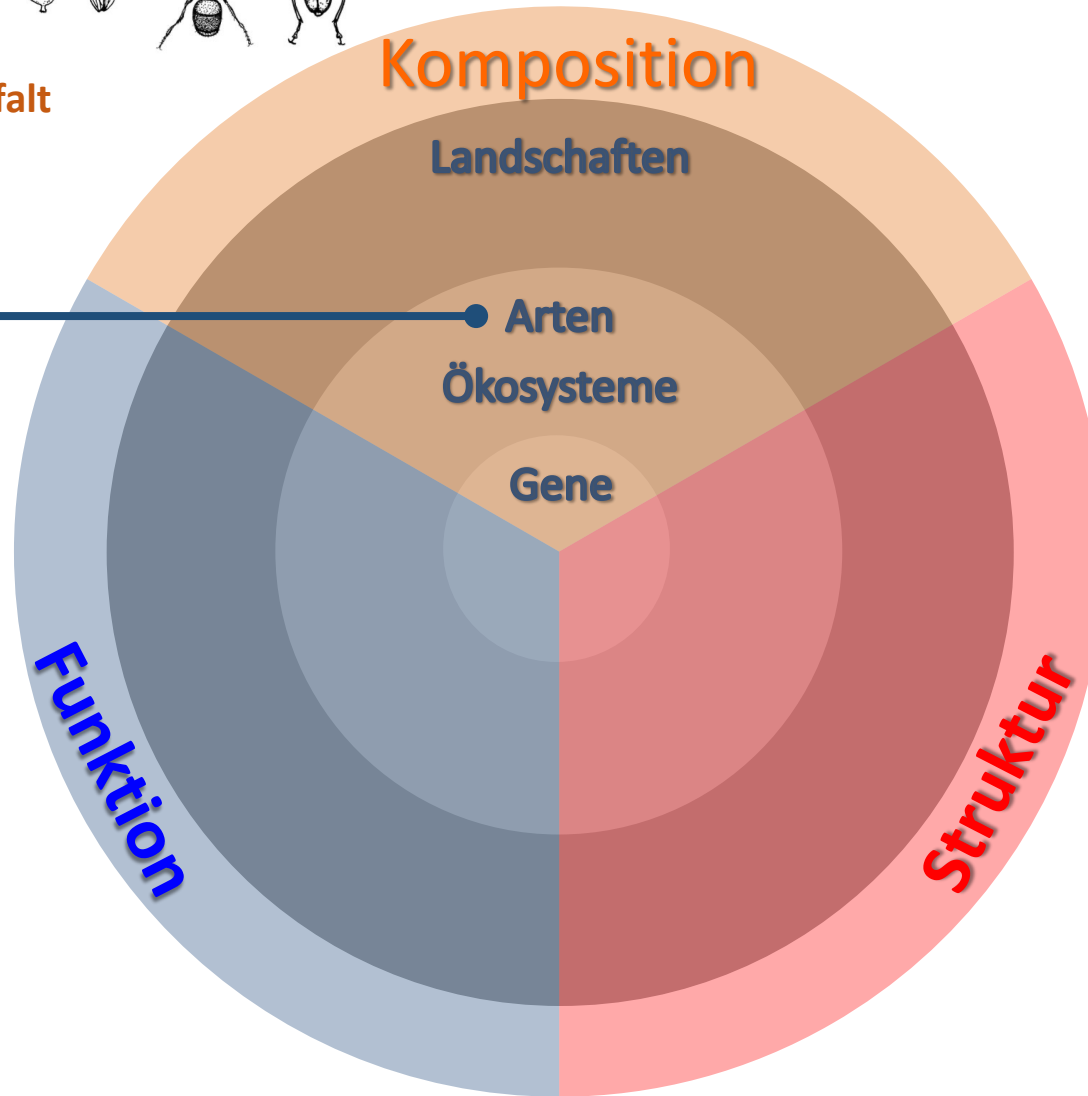




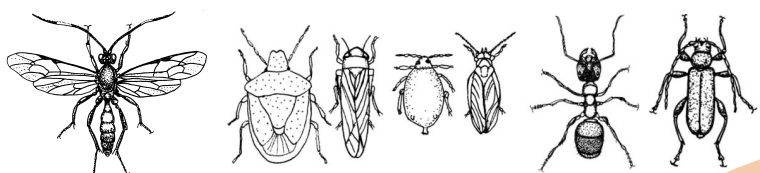
# Biodiversität – Ebenen und Komponenten



Artenvielfalt



# Biodiversität – Ebenen und Komponenten



Artenvielfalt

Komposition

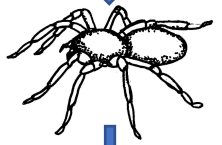
Landschaften

Arten  
Ökosysteme

Gene

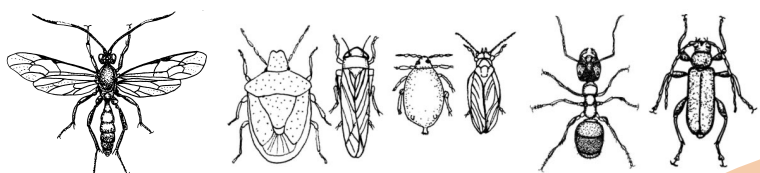
Funktion

Struktur



Funktionelle  
Vielfalt  
auf Artebene

# Biodiversität – Ebenen und Komponenten



Artenvielfalt

Komposition

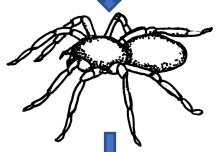
Landschaften

Arten  
Ökosysteme

Gene



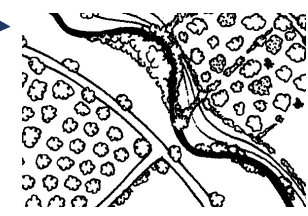
Strukturvielfalt  
auf Artebene



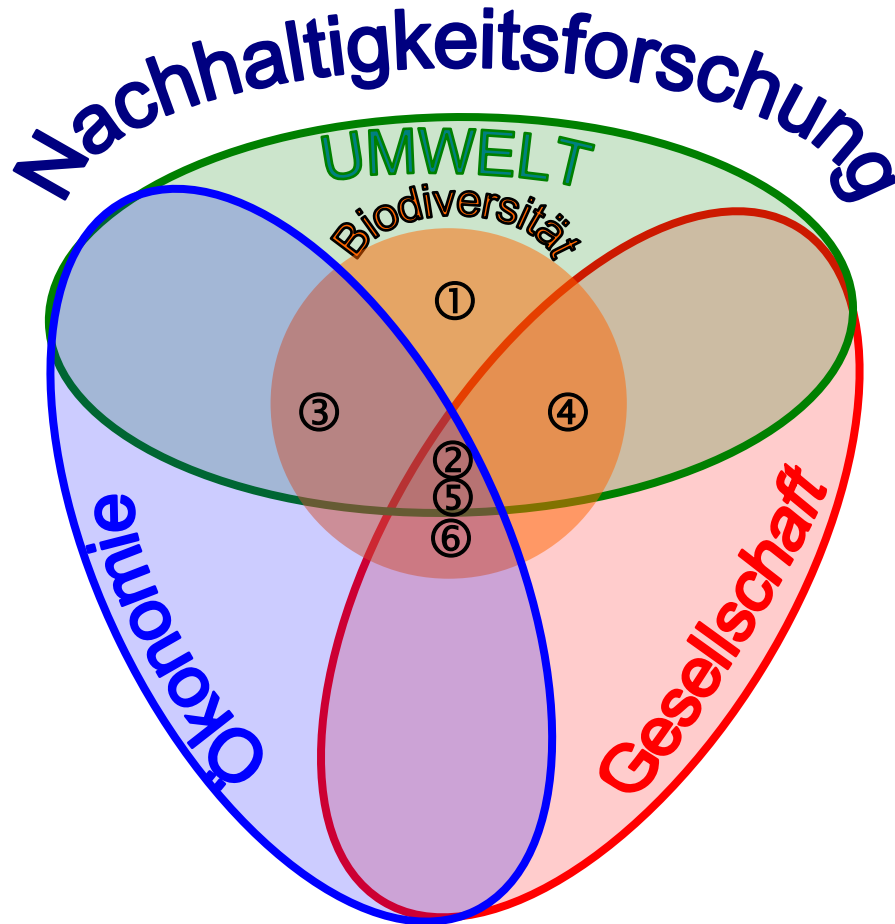
Funktionelle  
Vielfalt  
auf Artebene

Funktion

Struktur



Strukturvielfalt  
auf Landschaftsebene



Biodiversität spielt auch eine zentrale Rolle bei der Nachhaltigkeitsforschung, da es Schnittstellen zu den drei Säulen der Nachhaltigkeit (Umwelt / Ökonomie / Gesellschaft) gibt.

- ① Funktionelle Rolle der Biodiversität
- ② Gefährdung der Biodiversität
- ③ Nachhaltige Nutzung der Biodiversität
- ④ Bildung zu Biodiversität
- ⑤ Biodiversität als Indikator von Nachhaltigkeit
- ⑥ Entscheidungstools für Biodiversität

# Biodiversität – alpha-, beta- und gamma-Diversität

## Räumliche Ausprägung der Biodiversität:

### alpha-Diversität ( $\alpha$ -diversity):

Diversität einer Artengemeinschaft/in einem Ökosystem oder lokale Artenvielfalt

→ Beispiel: Anzahl an Pflanzenarten in einzelnen Weinbergen

### gamma-Diversität ( $\gamma$ -diversity):

Gesamtdiversität aller Artengemeinschaften/Ökosysteme einer Landschaft oder regionale Artenvielfalt

→ Beispiel: Gesamtzahl an Pflanzenarten der Weinberge einer Region/einer Weinberglage

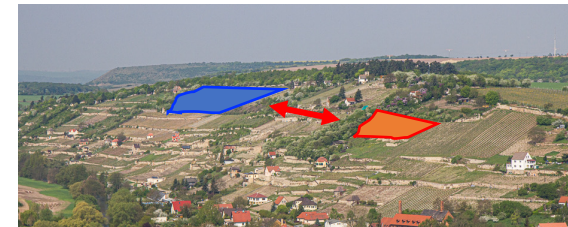
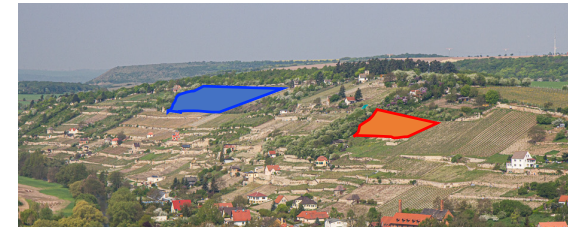
### beta-Diversität ( $\beta$ -diversity):

Diversität der Artenzusammensetzung der Lebensgemeinschaften/Ökosysteme in einer Landschaft/Region oder entlang eines Gradienten oder in der Zeit (Arten-Turnover)

→ Beispiel: Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Vogelmenschen von Weinbergen in einer Region

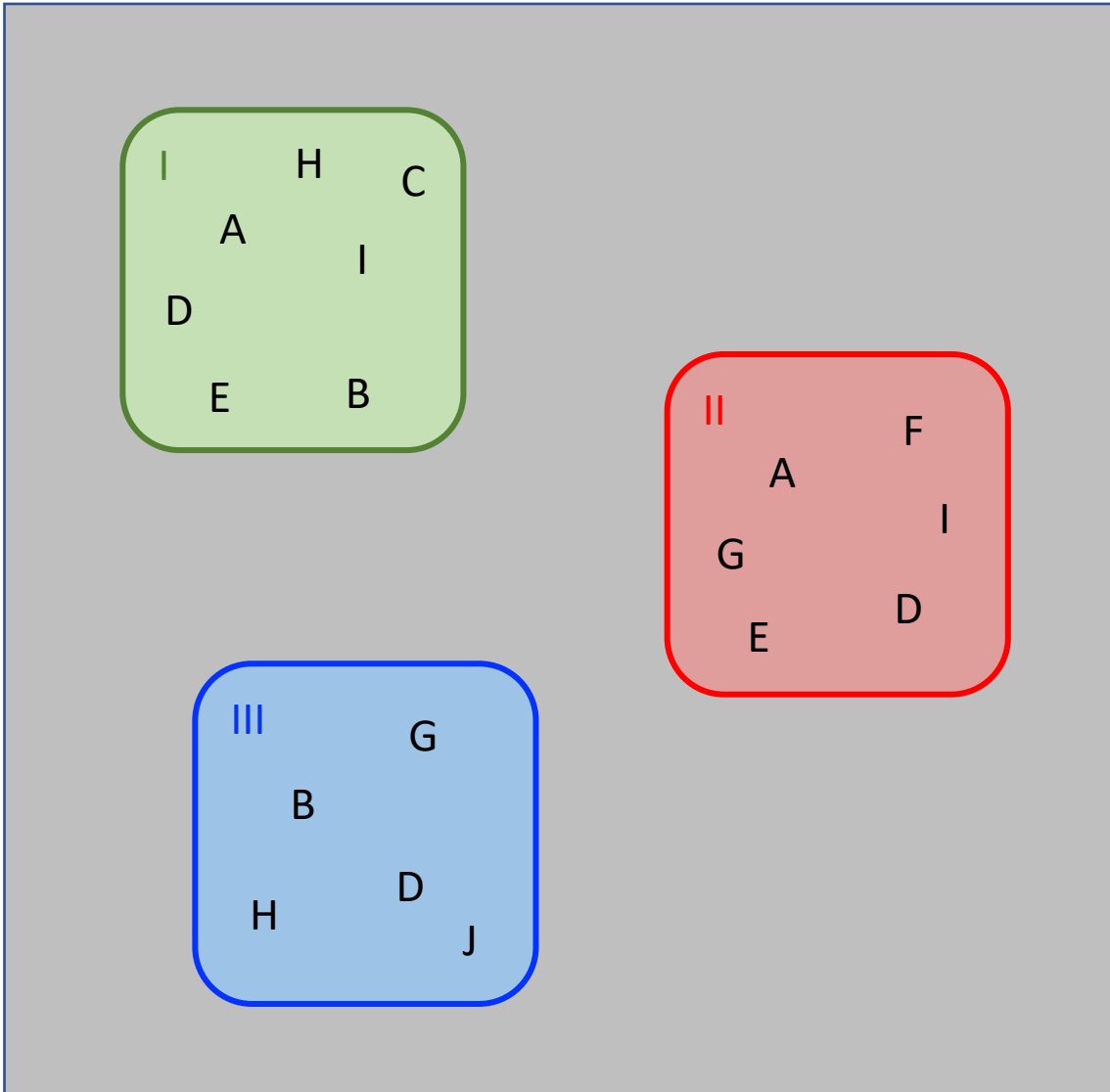
→ Berechnung z. B. aus  $\alpha$ - und  $\gamma$ -Diversität (MW = Mittelwert):

$$\beta = \frac{\gamma}{\text{MW}(\alpha)}$$



# Biodiversität – alpha-, beta- und gamma-Diversität

Beispiel: 3 Flächen (I, II, III) und 10 Arten (A – J) in einer Landschaft



## Wertetabelle

(Skum = kumulative Artenzahl, F = Frequenz)

Art	I	II	III	F
A	X	X		2
B	X		X	2
C	X			1
D	X	X	X	3
E	X	X		1
F		X		1
G		X	X	2
H	X		X	2
I	X	X		2
J			X	1
$\alpha =$	7	6	5	$\gamma = 10$
Skum	7	9	10	

$$\beta = \frac{\gamma}{MW(\alpha)} = \frac{10}{6} = 1,67$$

# Biodiversität – Shannon-Diversitätsindex und Evenness

## Shannon-Diversitätsindex $H_s$ oder $H'$ :

Neben der **Artenzahl** ist der Shannon-Index  $H_s$  eine häufig verwendete Maßzahl zur Beschreibung der lokalen Artenvielfalt oder  $\alpha$ -Diversität. Neben der reinen Artenzahl (= Artenreichtum) geht bei der **Berechnung von  $H_s$**  zusätzlich die **Abundanz** der einzelnen Arten ein (= Häufigkeit einer Art, z. B. ausgedrückt als Individuenzahlen bei Tieren oder Deckungswerten bei Pflanzen), genauer gesagt der Anteil der einzelnen Arten an der Gesamtabundanz:

$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$$

$H_s$  = Shannon-Index  
 $S$  = Artenzahl  
 $i$  = Art  $i$  mit  $i$  [1..S]  
 $p_i$  = Abundanzanteil der Art  $i$  an der Gesamtabundanz

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Bei **Individuen** (Bsp. Tiere)  
 $n_i$  = Individuenzahl der Art  $i$   
 $N$  = Gesamtindividuenzahl über alle Arten

$$p_i = \frac{CRW_i}{AbS}$$

Bei **Deckungswerten** (Bsp. Pflanzen)  
 $CRW_i$  = code replacement-Wert der Art  $i$  (z. B.)  
 $AbS$  = Abundanzsumme über alle Arten

$H_s$  ist somit ein **Maß für Diversität einer Artengemeinschaft** bzgl. ihrer Artenzahl  $S$  unter Einbeziehung der Individuenanteile der einzelnen Arten  $p_i$ .

$H_s$  beschreibt die **Unwahrscheinlichkeit**, dass **2** zufällig aus der Artengemeinschaft heraus-gegriffene **Individuen zur selben Art** gehören.

$H_s$  **steigt mit der Artenzahl  $S$**  und **mit der Gleichverteilung der Individuen** über die Arten (= Evenness) und liegt z. B. für Pflanzengemeinschaften in der Regel zwischen 0,5 und 3.

# Biodiversität – Shannon-Diversitätsindex und Evenness

## Evenness E:

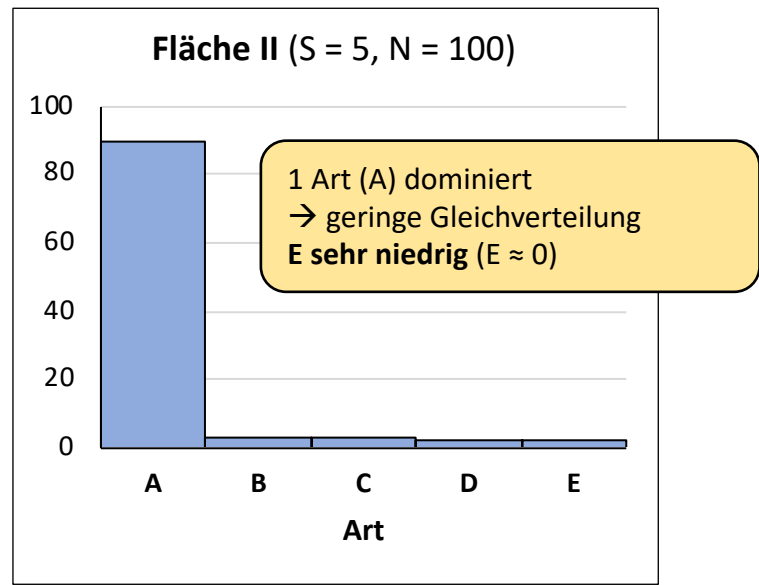
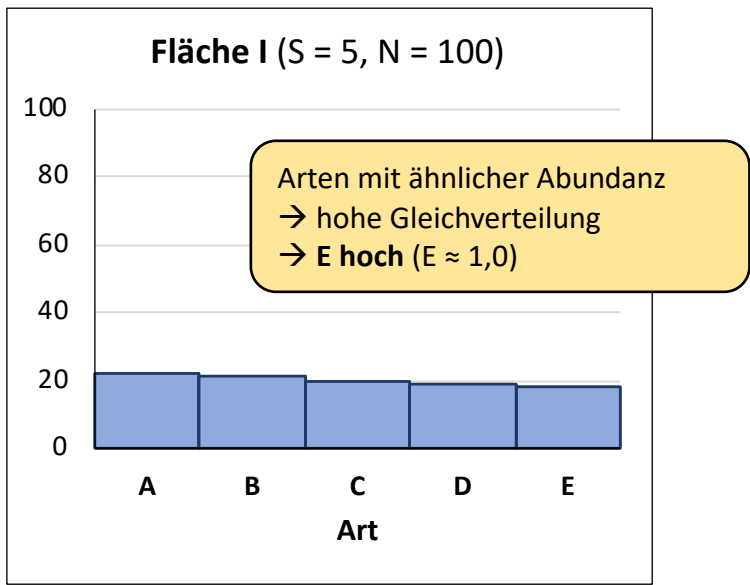
Die Evenness ist ein **Maß für die Gleichverteilung der Individuen** über die Arten und berechnet sich aus dem Verhältnis von  $H_s$  und dem maximalen Wert für  $H_s$  ( $H_s \text{max}$ ):

$$E = \frac{H_s}{H_s \text{max}} = \frac{H_s}{\ln(S)}$$

$H_s$  = Shannon-Index  
 $H_s \text{max}$  = maximaler Wert von  $H_s$   
 $S$  = Artenzahl

geringe Gleichverteilung → hohe Gleichverteilung  
Wertebereich E [0..1]

**Beispiel:** 2 Flächen mit je 5 Arten und 100 Ind., aber unterschiedl. Verteilung der Individuen über die Arten



# Biodiversität – Shannon-Diversitätsindex und Evenness

## Shannon-Diversitätsindex $H_s$ oder $H'$ :

$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$$

S = Artenzahl  
 i = Art i mit i [1..S]  
 $p_i$  = Abundanzanteil der Art i an der Gesamtabundanz

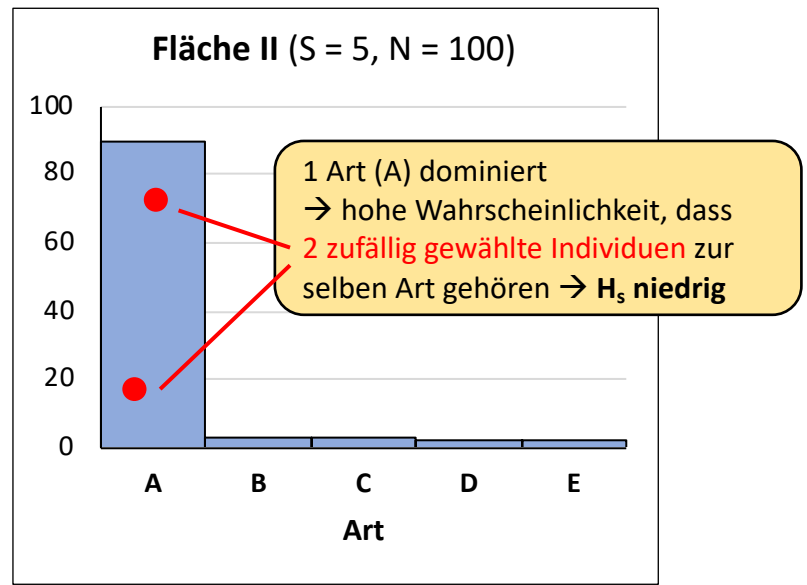
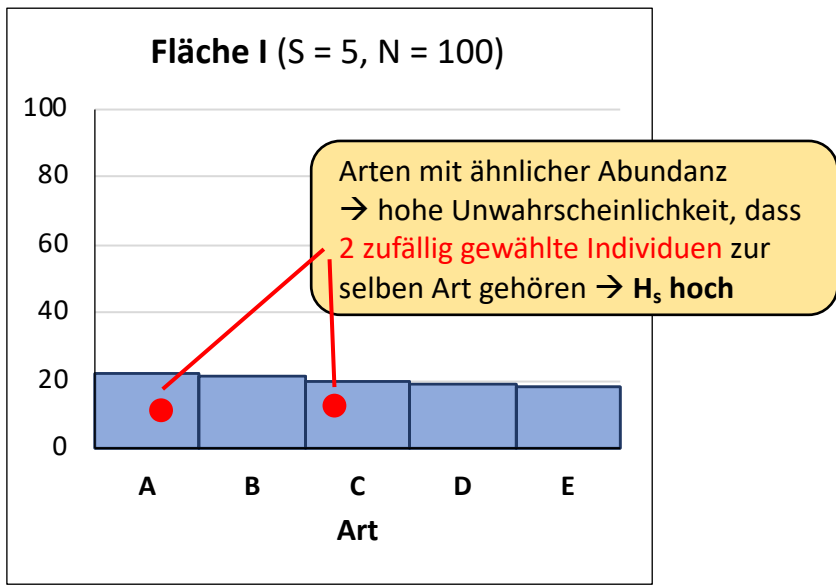
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Bei **Individuen** (Bsp. Tiere)  
 $n_i$  = Individuenzahl der Art i  
 N = Gesamtindividuenzahl über alle Arten

$$p_i = \frac{CRW_i}{AbS}$$

Bei **Deckungswerten** (Bsp. Pflanzen)  
 $CRW_i$  = code replacement-Wert der Art i  
 AbS = Abundanzsumme über alle Arten

**Beispiel:** 2 Flächen mit je 5 Arten und 100 Ind., aber unterschiedl. Verteilung der Individuen über die Arten



## Verwendete und weiterführende Literatur

- Achtziger, R., Nigmann, U. & Zwölfer, H. (1992): Rarefaction-Methoden und ihre Einsatzmöglichkeiten bei der zooökologischen Zustandsanalyse und Bewertung von Biotopen. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 1: 89-105.
- Begon, M., Townsend, C.R. & Harper, J.L. (2005): *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Wiley-Blackwell, 750 S.
- Biedermann, R., Nigmann, U., Achtziger, R., Holzinger, W.E. & Maurer, L. (2010): Relevance of Information and Communication Technology for Biodiversity Research. In: Maurer, L. & Tochtermann, K. (Hrsg.) (2010): *Information and Communication Technologies for Biodiversity Conservation and Agriculture*. Shaker-Verlag: 19-32.
- Lovejoy, T.E. (1980): Changes in biological diversity. In: Barney, G.O. (Hrsg.): *The Global 2000 Report to the President*. Technical Report Band 2: 327–332.
- Heywood, V.H. (Hrsg.) (1995): *Global biodiversity assessment*. Cambridge University Press, 1140 S.
- Magurran, A.E. (2004): *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford, 256 S.
- Mühlenberg, M. (1993): *Freilandökologie*. Quelle & Meyer, Heidelberg, 3. Auflage, 512 S.
- Nigmann, U. & Achtziger, R. (2012): Wein und Biologische Vielfalt. *Wechselspiel zwischen Technik und Natur*. Schriftenreihe der Georg-Agricola-Gesellschaft 35: 125–145.
- Noss, R.F. (1990): Indicators for Biodiversity: A hierarchical monitoring approach. *Conservation Biology* 4(4): 355-364.
- Smith, T.M. & Smith, R.L. (2009): *Ökologie. Vom Organismus bis zum Ökosystem*. Pearson Studium, 6. Auflage, 982 S.
- Wilson, E.O. (Hrsg.) (1988): *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, 504 S.

## Link CBD

CBD (The Convention on Biological Diversity). URL: <https://www.cbd.int/convention/>