

Rolle der Landschaftsstruktur bei der Regulierung von Wasser- und Nährstoffkreisläufen



Kinga Krauze
European Regional Centre for Ecohydrology
PAS

Die drei Herausforderungen der Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft steht nur vor drei, aber entscheidenden Herausforderungen: saisonal zu wenig oder zu viel Wasser, was die Natur beeinflusst, die Anzahl der Sektoren und die vielfältigen menschlichen Aktivitäten. Bei der Lösung eines dieser Probleme ist es entscheidend um Ansätze zu vermeiden, die die anderen beschleunigen können. Der gleichzeitige positive Effekt kann bei der Anwendung erzielt werden Ökosystemeigenschaften als Managementinstrument, wie vom UNESCO IHP Ecohydrology Programme vorgeschlagen*



Quelle | Pniewski 2016

* Zalewski M., Janauer GA., Jolánkai G. (1997). Ecohydrology. A new paradigm for the sustainable use of aquatic resources. Technical Document in Hydrology, IHP. Paris: UNESCO, 58 p.

Lücken im Wasserkreislauf – zwei Arten von Herausforderungen

Wasserknappheit

langfristiges Wasserungleichgewicht = geringe Wasserverfügbarkeit vs. Wasserbedarf, der die Versorgungskapazität übersteigt

der natürlichen Systemgründe: geringe Niederschläge, hohe Bevölkerungsdichte, intensive Bewässerung, industrielle Aktivitäten; Problem mit der Wasserqualität;

Bewertung: Water Exploitation Index (WEI) verwendet auf unterschiedlichen Ebenen (d. h. national, Flusseinzugsgebiet.)

$$WEI = \frac{\text{average water demand}}{\text{long-term average resources}}$$

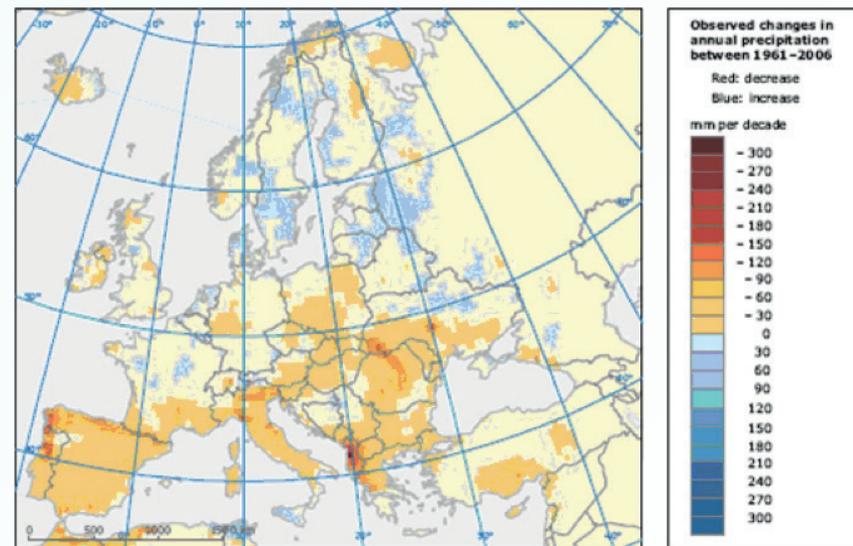
WEI identifiziert Gebiete mit hoher Nachfrage für Wasser im Vergleich zu ihren Ressourcen

Dürre

vorübergehende Abnahme der durchschnittlichen Wasserverfügbarkeit die Auswirkungen von Dürren können sich verschärfen, wenn sie auftreten in einer Region mit geringen Wasserressourcen oder bei der Bewirtschaftung führt zu einem Ungleichgewicht zwischen Wasserbedarf und Zufuhr

Kapazität des natürlichen Systems;

Änderungen des Jahresniederschlags zwischen 1961 und 2006

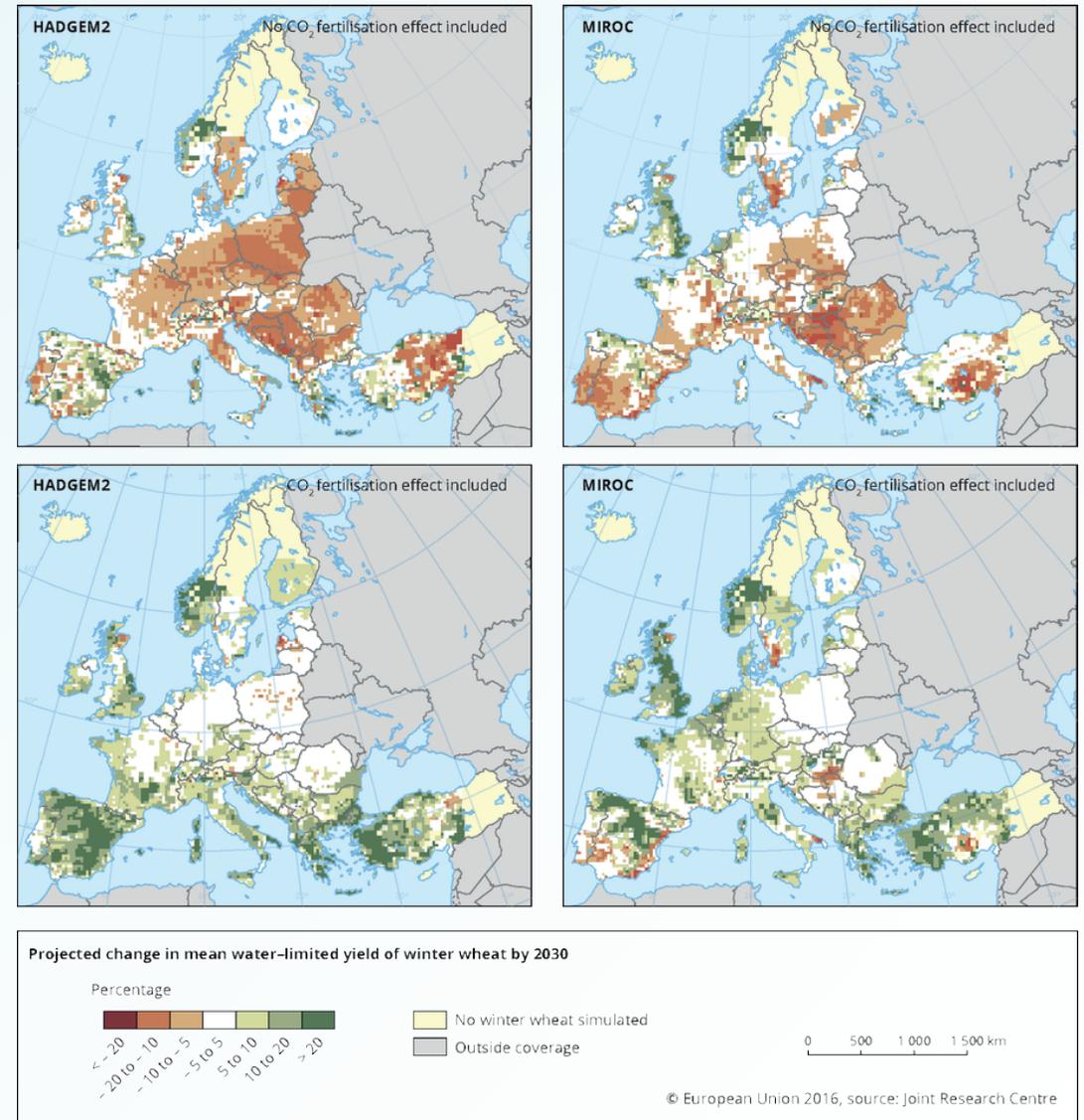


Source: The data come from two projects: ENSEMBLES (<http://www.ensembles-eu.org>) and ECA&D (<http://eca.knmi.nl>).

**WASSERQUALITÄT UND -MENGE WERDEN DURCH KLIMA UND LANDNUTZUNG GETRIEBEN
(AUSWIRKUNGEN AUF DIE LANDSCHAFTSSTRUKTUR)**

Auswirkung von Lücken im Wasserkreislauf: Prognose für Änderungen bei Ernteerträgen

Erwartete Veränderung (%) des durchschnittlichen Winterweizenertrags aufgrund begrenzter Wasserressourcen; Prognose bis 2030 durch 4 Szenarien. Zwei Modelle sagen einen signifikanten Rückgang voraus im Ertrag, wenn man den CO₂-Düngeeffekt mit einbezieht, Für Südeuropa ist die Situation optimistischer und wird für die Zentrale neutral.



Prognostizierte Änderungen des mittleren wasserbegrenzten Winterweizenertrags bis 2030, in Prozent. Kein CO₂-Düngeeffekt enthalten (A. HADGEM12 Modell, B. MIROC-Modell), CO₂-Düngeeffekt enthalten (C. HADGEM12-Modell, D. MIROC-Modell)

Durch Landnutzung überlagerte Klimaänderungen

Fragen der Wassermenge/-qualität werden nicht nur durch Klimaveränderungen beeinflusst, sondern auch durch die Art und Weise, wie Menschen das Land bewirtschaften. In ländlichen Gebieten werden Zuschüsse angeboten durch die GAP für die Landwirtschaft scheinen Agrarumweltmaßnahmen wettbewerbsfähig zu besiegen Schemata. Organische Böden (Torf, Moore, Sümpfe, Sümpfe) mineralisieren leicht wenn sie intensiv als Ackerland genutzt werden, verlieren sie an Produktivität, sondern auch die Fähigkeit, Wasser zurückzuhalten, Chemikalien einzufangen und Lebensräume bereitzustellen.



Fotos | Andrzejewski



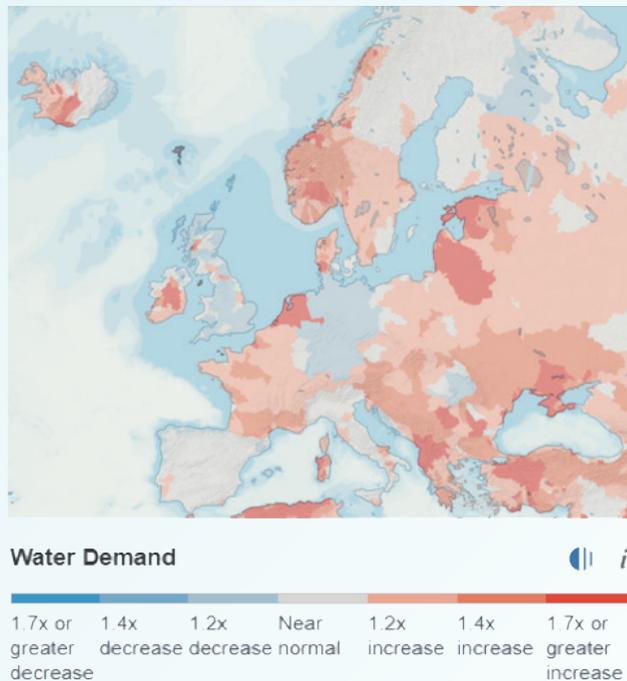
Die Zeichen des Verfalls des organischen Bodens – schnelle Mineralisierung führt zur Umwandlung von fruchtbarem Boden in sandige Brache



Bilder zeigen gut (oben) – umfangreich und naturnah und schlecht (unten) – Land wird bis zum Flussufer intensiv kultiviert, Landnutzungspraktiken in Überschwemmungsgebieten und Feuchtgebieten.

Durch Landnutzung überlagerte Klimaänderungen

Prognosen für den Wasserbedarf und den damit verbundenen Wasserstress bis 2030 als Änderung gegenüber dem Basisszenario gemäß Szenario "wie gewohnt". Mit unveränderten Wassernutzungsplänen soll fast ganz Europa den Wasserbedarf erhöhen um das 1,2- bis 1,4-fache, was schließlich zu verstärktem Wasserstress führen und Klein-/Landschaften gefährden kann Retention: Teiche, Feuchtgebiete und Bäche.



Wasserbedarf (A) und Wasserstress (B) bis 2030: Bereich zwischen stärkerer Abnahme – nahezu normal – stärkerer Anstieg



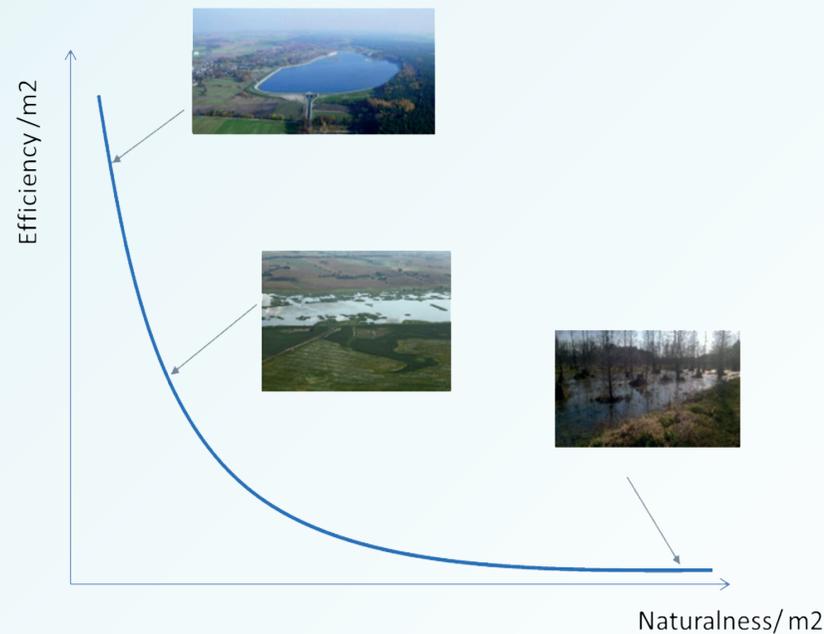
Fotos | Andrzejewski

Das Bild zeigt das trocknende Marschland in Zentralpolen

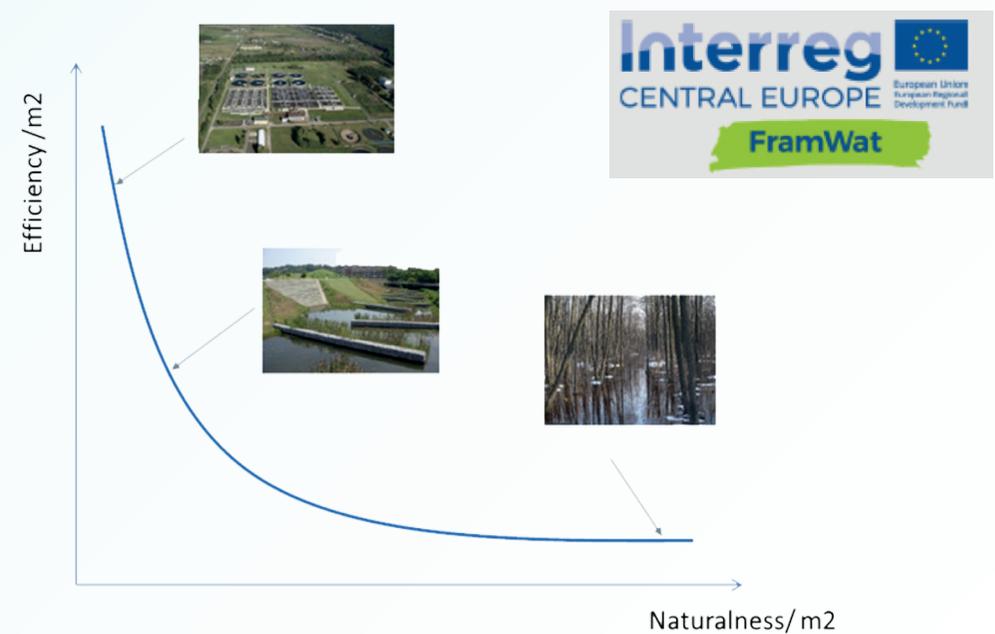
QUELLE | © World Resources Institute – Aqueduct

Rolle von Ökosystemen im Wasser- und Nährstoffkreislauf

Sowohl Wasserrückhalte- als auch Reinigungsfunktionen werden von Ökosystemen auf Landschaftsebene ausgeführt, wie auch immer sie es tun durch technische Lösungen ersetzt. Die Wasserspeichereffizienz ist schätzbar und hoch für das Reservoir, jedoch ist dies der Fall ein künstlicher Wasserrückhalt und Stauseen erfüllen im Vergleich zu natürlichen Wasserläufen nur eingeschränkte Funktionen und Feuchtgebiete und verursachen Wartungskosten. Ebenso ist die Wasserreinigungseffizienz in Wasseraufbereitungsanlagen hoch, aber die gleiche Funktion kann kostenlos von Uferzonen und Feuchtgebieten erfüllt werden..



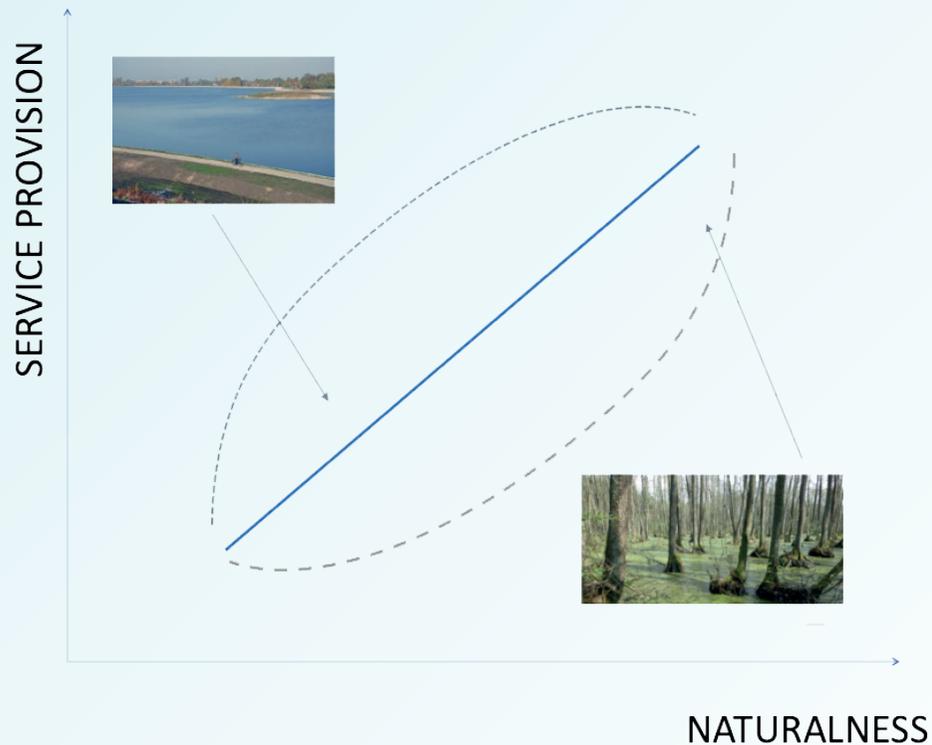
Wasserspeicherung: Natürlichkeit/m² vs. Effizienz/m²



Wasseraufbereitung: Natürlichkeit/m² vs. Effizienz/m²

QUELLE | Okruszko, 2019

Rolle von Ökosystemen im Wasser- und Nährstoffkreislauf



Natürliche Systeme können in der Regel nicht mit künstlichen konkurrieren in Bezug auf die Effizienz der Ausführung einer bestimmten Funktion (z. B. Wasserspeicherung in Stauseen), jedoch unschlagbar in Bezug auf die Anzahl der gleichzeitig erbrachten Dienste, mit besonderem Schwerpunkt auf regulatorischen und unterstützenden.

Beispielsweise speichern Feuchtgebiete Wasser nicht nur, sondern auch effizient akkumulieren es während der Regenzeit, tragen zum Einfangen von CO₂ bei, Biomasseproduktion, Bereitstellung von Lebensräumen, Biodiversitätsschutz, Bildung und Wasserreinigung.

Stauseen speichern Wasser sehr effizient, tun es aber nicht liefern so viele Dienstleistungen wie Feuchtgebiete und sie generieren Probleme, z. Rückgang der Biodiversität von Flüssen, Akkumulation Verschmutzung und Sedimente, Wartungskosten.



Quelle | Okruszko, 2019

Landschaftspflege

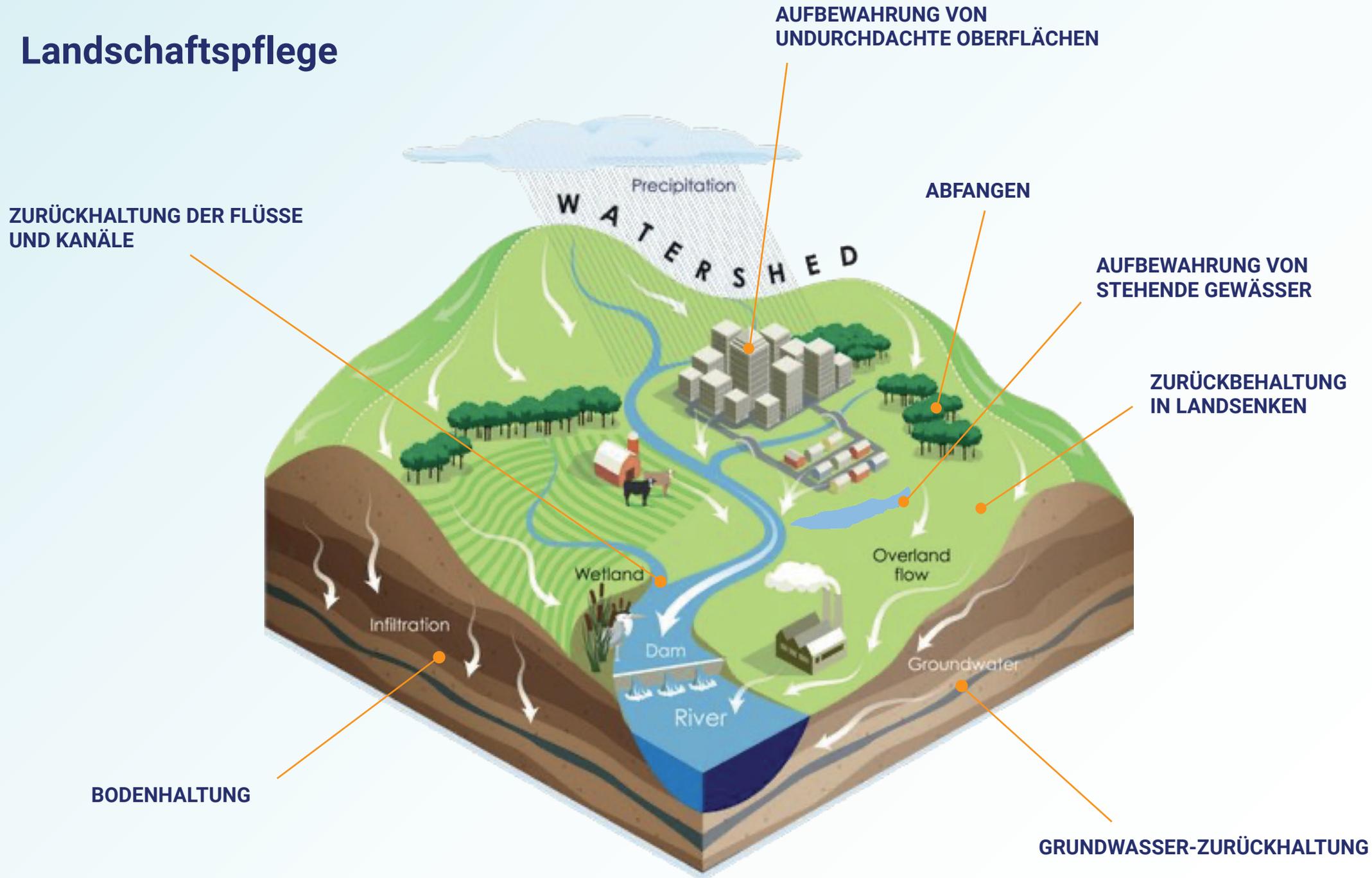
Die Komponenten des Landschaftswasserrückhalts zeigen die Richtung des Einsatzes von Landschaftsplanungsinstrumenten an. Jedes der Gleichungselemente kann einzeln oder gemeinsam in Wassermanagementpraktiken integriert werden, z.B. Durch den Schutz oder die Umlenkung der Flüsse können wir die Kanalretention erhöhen, indem wir die Bodenbeschaffenheit verbessern und Erhöhung des organischen Gehalts können wir die Bodenretention erhöhen usw.

LANDSCHAFTSBEHALT R_c

$$R_c = R_i + R_{pn} + R_w + R_{rz} + R_d + R_{gl} + R_{gr} + R_{bo}$$

- Ri **ABFANGEN** (Speicherung von Wasser auf der Oberfläche von Pflanzen)
- Rpn **HALT VON UN DURCHD ACHTEN OBERFLÄCHEN** (Wasser, das auf Oberflächen gespeichert ist, die ein Eindringen verhindern)
- Rw **Zurückhaltung von stehenden Gewässern** (Seen, Teiche, Stauseen, Sümpfe, Feuchtgebiete, Torfmoore)
- Rrz **BEHALTUNG VON FLÜSSEN UND KANÄLEN**
- Rd **RETENTION IN LAND SENKEN**
- Rgl **BODENHALTUNG**
- Rgr **GRUNDWASSER-ZURÜCKHALTUNG**
- Rbo **WASSERAUFBEWAHRUNG IN INTERNEN ENTWÄSSERUNGSSYSTEMEN** (nicht in hydraulischem Kontakt mit dem Einzugsgebietsnetz)

Landschaftspflege



Rolle von Landschaftselementen

Das Verständnis der Rolle von Landschaftselementen hilft, eine nachhaltige Landschaftsplanung zu etablieren: Planung die Landschaftselemente mit ihren kritischen Funktionen zur Unterstützung der Wasserwirtschaft erhält.

Ökologische Funktion von Shelterbelts (Mize et al. 2008)



Habitat

Lebensraum:

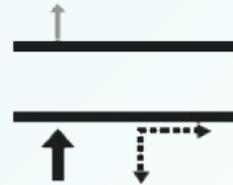
Stellt Ressourcen bereit (z.B. Nahrung, Unterkunft, reproduktive Abdeckung) um die Bedürfnisse eines Organismus zu unterstützen



Conduit

Leitung:

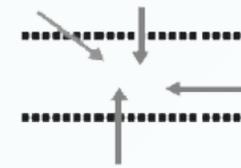
Energie, Wasser, Nährstoffe, Samen, Organismen und andere Elemente durch die linearen Elemente



Filter/Barrier

Filter/Barriere:

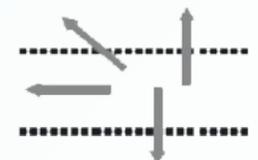
Fängt Wind ab, vom Wind verwehte Partikel, Oberfläche und Untergrund Wasser, wassergetragene Materialien (z. B. Nährstoffe, Pestizide, Sedimente), Gene und Tiere



Sink

Waschbecken:

Empfängt und behält Gegenstände und Substanzen die stammen aus dem angrenzenden Matrix des Landes



Source

Quelle:

Gibt Objekte frei und Substanzen ins angrenzende Matrix des Landes

QUELLE | <https://digitalcommons.unl.edu/usdafsfacpub/40>

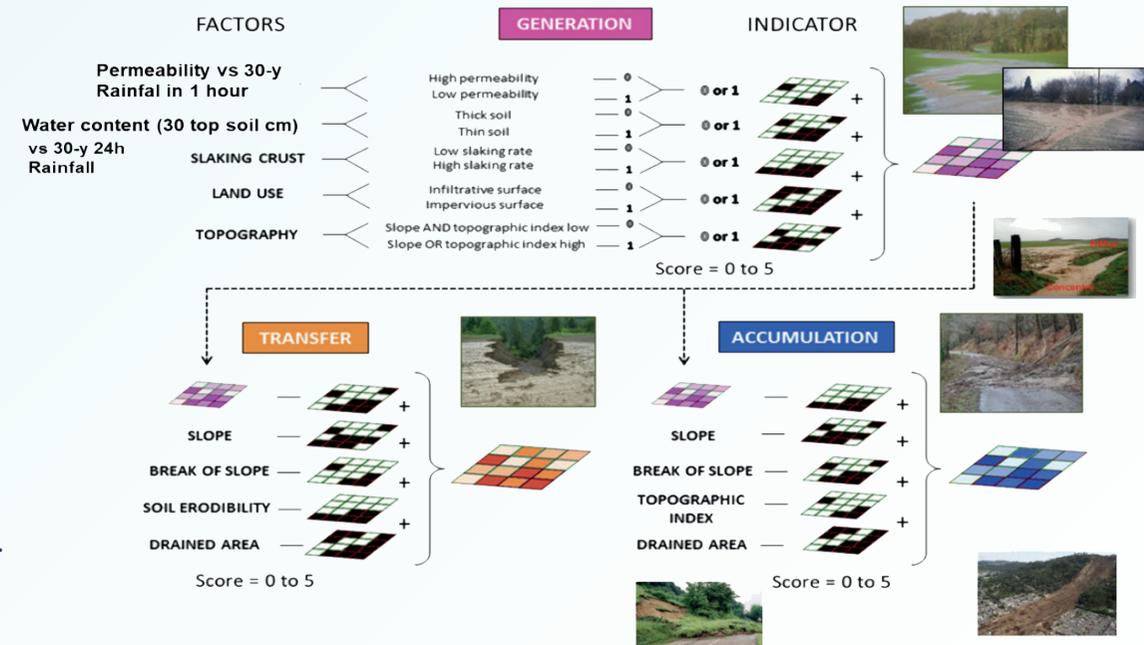
Die richtige Größe der Bodenaggregate reduziert die Verdunstung

MODELLIERUNG ZUR IDENTIFIZIERUNG VON WASSERSENKEN, QUELLEN, ÜBERTRAGUNGSZONEN UND BARRIEREN, Z.B. IRIP-MODELL VON INRAE

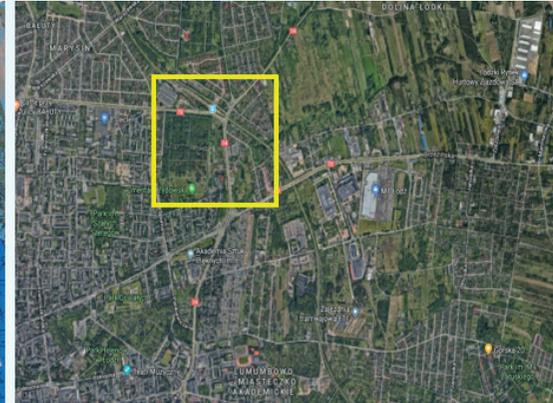
Um zu verstehen, welche Landschaftselemente erhalten oder wiederhergestellt werden müssen, Es ist entscheidend, Bereiche zu identifizieren, die zur Abflusserzeugung beitragen, Transfer und Akkumulation.

IRIP-Modell – Der Indikator des intensiven Pluvial Runoff ist eines der Modelle helfen, diese Prozesse basierend auf der Geländeform zu verstehen, Bodenarten und Landnutzung.

Es ist wichtig, Wasser und chemische Verbindungen in den Bereichen einzufangen der Abflussbildung zur Vermeidung von Wasserverlusten und z.B. Nährstoff austritt. Bereiche mit Wasseransammlungen sollten mit Systemen ausgestattet werden Unterstützung der Nährstoffbindung und Wasserspeicherung, oft Feuchtgebiete befinden sich an solchen Stellen und weisen auf Bereiche hin, die ausgeschlossen werden sollten aus der Entwicklung.



MODELLIERUNG, Z.B. IRIP-MODELL FÜR VORSTADTGEBIETE DER STADT ŁÓDŹ



Produktionsbereiche mit intensivem Abfluss

Fokusbereich

Abschließende Karte mit allen Ebenen



Ansammlungsgebiete

Transferbereiche

QUELLE | Breil 2020

Maßnahmen auf Landschaftsebene

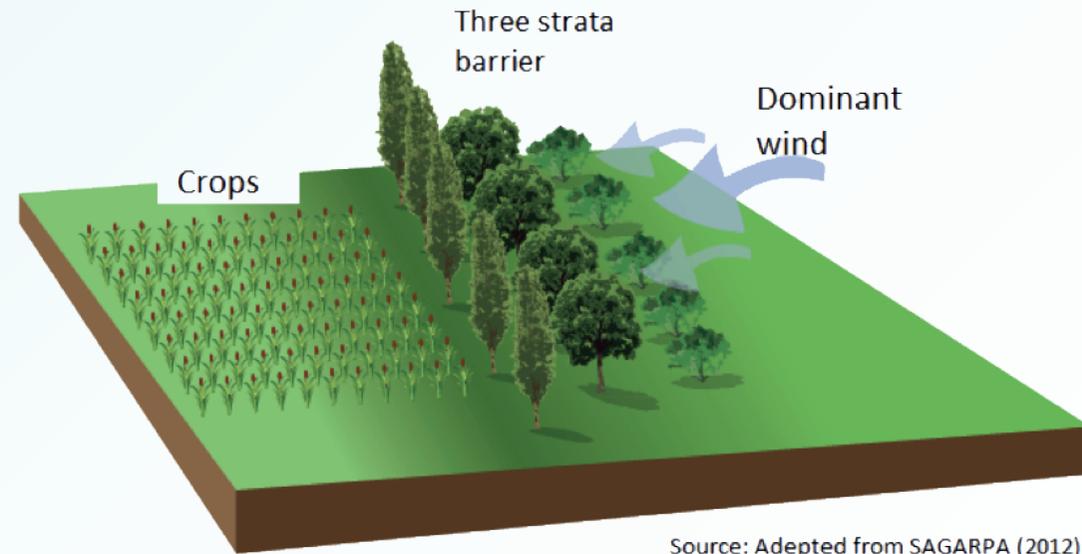
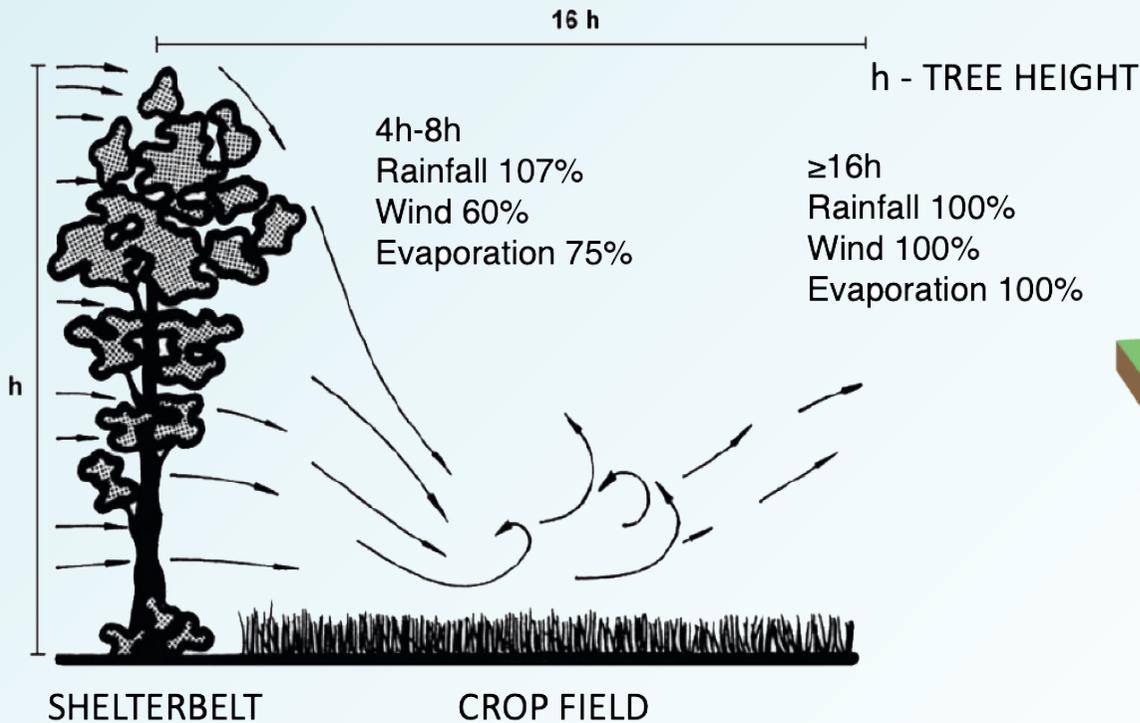
Es gibt eine Reihe von Maßnahmen, die auf die Landschaft anwendbar sind Ebene, die den Wasser- und Nährstoffkreislauf im Abfluss prägen Erzeugungs- und Akkumulationsorte. Die effizientesten diejenigen sind die unten ausgewählten.

- Aufforstung landwirtschaftlicher Flächen (schwach durchlässig Böden, Hügelland, Vorhandensein von Schneeschmelzen)
- Mittelfeldaufforstung (intensive Landwirtschaft, Waldmangel, Probleme durch Äolische Erosion)
- Pufferzonen entlang von Wasserläufen und Stauseen (schlecht durchlässige Böden, Buckelgebiet)
- Bau von Mikroreservoirs auf Gräben
- Gewässersanierung (Mäander)
- Wiederherstellung von Sümpfen (Torfgebiete)
- Kleine Teiche (Restaurierung)
- Alte Mäander/Nebenspeicher an Flüssen (Wasserspeicher bei hohem Frühlingsfluss)

Name of the indicator	Impact on water resources			Impact on			Threats
	Surface water	Soil retention	Groundwater	Landscap e	Biodiversity	Water quality	
Afforestation of agricultural lands (poorly permeable soils, hummocky area, presence of snow melting floods)	++	+/-	+/-	+++	+++	++	Disappearance of certain plants (weeds)
Afforestation of agricultural lands (permeable soils – sands, presence of snow melting floods)	+	+/-	+/-	++	+++	++	Decrease of alimentation of groundwater aquifers
Mid-field afforestation (intensive agriculture, lack of forests, problems resulting from eolian erosion)	+	++	+	+++	+++	+	Implementation of foreign species
Agrotechnics (soil structure improvement) – poorly permeable soils	++	+++	++	+	+	++	Excessive intensification of agriculture
Agrotechnics (soil structure improvement) – permeable soils	+++	+++	++	+	+	++	Decrease of alimentation of groundwater
Agrotechnics-field water harvesting (small dikes around field edges)	+++	+++	+++	+/-	++	+++	Large impact on the loss of deposits on the floodplain valley
Buffer zones along water courses and reservoirs lands (poorly permeable soils, hummocky area)	+	+	+	++	++	+++	Decrease of the area of grasslands and arable lands
Regulated outflow from drainage systems	+	++	+++	+	+	+++	Excessive humidity of arable lands, soil degradation (reduction processes)
Active water management on a drainage system (river valleys)	+++	+++	+	+	+	+	Intensification of agriculture
Construction of micro reservoirs on ditches	+++	++	++	++	+++	++	Excessive humidity of arable lands
Infiltration reservoirs and ditches	+	+	+++	+	+	++	Pollution of groundwater
Dry reservoirs/flood polders (river valleys used for agricultural purposes)	+++	++	+	+	++	+	Periodic destruction of crops yields, excessive humidity/drying
Construction of reservoirs on outflows from drainage systems	++	+	+	++	++	+++	Loss of the area for agricultural production
Old meanders/side reservoirs on rivers (retaining water during high spring flow)	++	+	++	++	++	+	--
Construction of small reservoirs on rivers (dammed reservoirs)	+++	++	++	+	++	++	Destruction of valuable ecosystem, problems with fish migration
Dug ponds in local terrain denivelations	+	++	+	+	++	+	Destruction of valuable ecosystems
Small ponds (restoration)	++	++	+	++	+++	+++	Conversion of the ecosystem into less valuable
Water course restoration (meandering)	+++	++	+	+++	+++	++	Flooding of agricultural lands
Swamps restoration (peatlands)	+++	+++	++	+++	+++	++	Excessive limitation of water courses alimentation
Anti-erosion measures (various)	++	+	++	++	++	++	Changes in ecosystems

Skala: +++ bedeutende Auswirkung, ++ mittlere Auswirkung, + geringe Auswirkung, +/- negative oder keine Auswirkung

Landschaftliche Maßnahmen: Mittelfeldaufforstung



Source: Adepted from SAGARPA (2012).

Die Art und Weise, wie die Mittelfeldaufforstung das Klima der nahen Gebiete verändert: Vergleich zwischen der weiter oben liegenden Zone bis 8x Baumhöhe und außerhalb der Aufprallzone. Im Allgemeinen verringern Bäume den Wasserverlust durch Verringerung der Windgeschwindigkeit und Verdunstung, sie erhöhen auch die Feuchtigkeit, was den Niederschlag beeinflusst und die Schneedecke länger bleiben lässt.

QUELLE | Kędziora 2004

Landschaftliche Maßnahmen

Diversifizierung der Landschaft (z. B. durch Implementierung einer Reihe von Maßnahmen) besonders positiv Auswirkungen auf Wasser- und Stoffkreisläufe. Unten Daten zeigen beispielhafte ländliche Einzugsgebiete in Westpolen. Unabhängig von der Jahreszeit Mosaiklandschaft verhindern Wasserverlust und Nährstoffaustritt, daher niedriger Gefahr von Dürren und Wasserverschmutzung. Zusätzlich sie halten die Biodiversität auf gleichem Niveau als Nationalparks, die die natürliche Regulierung sichern von Schädlingen, Krankheiten und invasiven Arten.

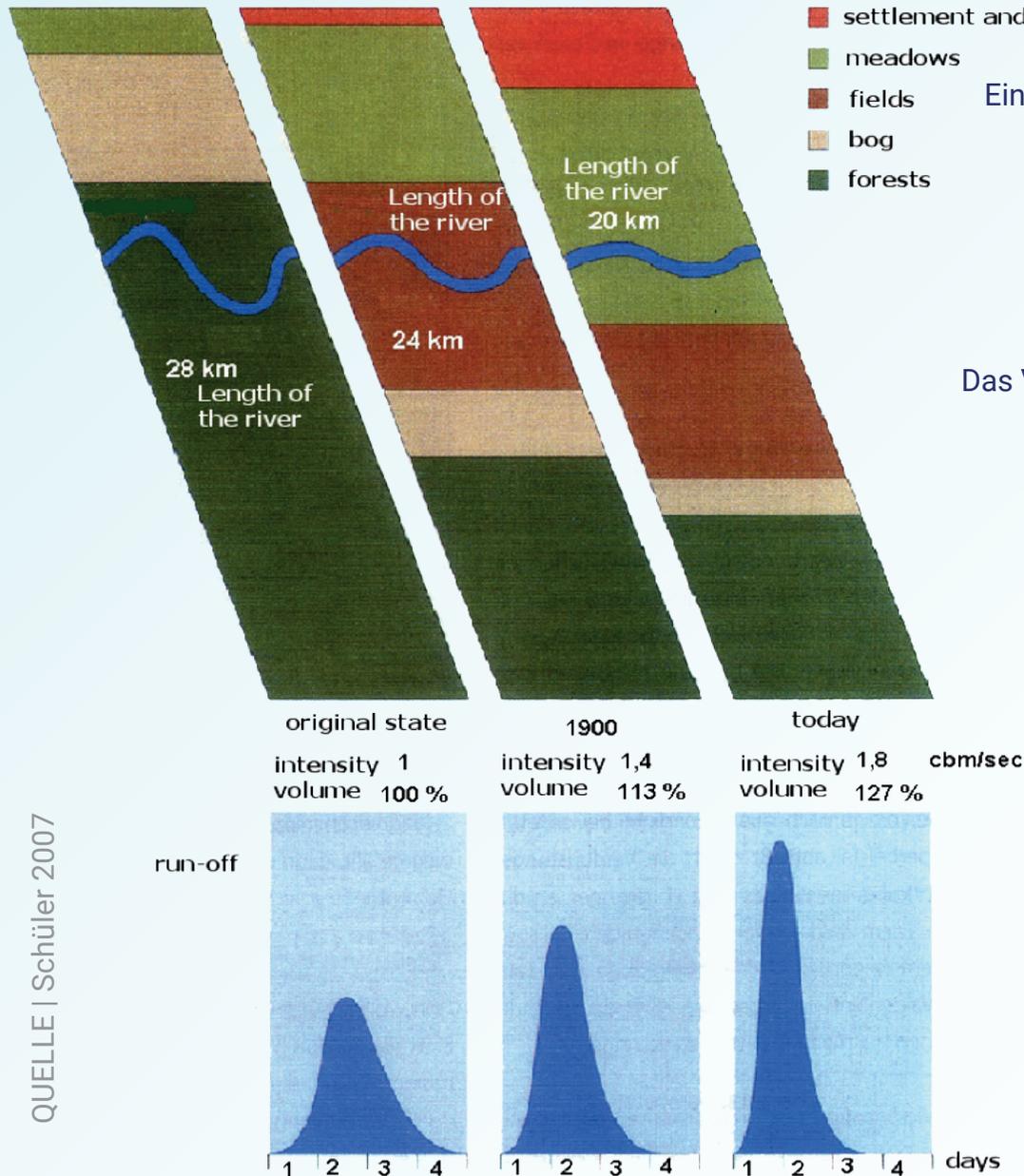


Season	Rainfall (mm)	Unified landscape			Mosaic landscape		
		Water outflow	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺	Water outflow	N-NO ₃ ⁻	N-NH ₄ ⁺
Winter (Nov.-April)	220.7	60.8	12.3	3.0	56.8	0.90	0.95
Summer (May – Oct.)	292.9	41.2	4.0	1.1	13.4	0.05	0.25
Year	513.6	102.0	16.3	4.1	70.2	0.95	1.20

Abfluss [mm], Nährstoffretention [g/m² a]

QUELLE | Bartoszewicz, 1994

Raumplanung spielt eine Rolle – Naheinzugsgebiet, Deutschland



Ein weiteres Beispiel für den Einfluss der Landschaftsstruktur auf den Abfluss.

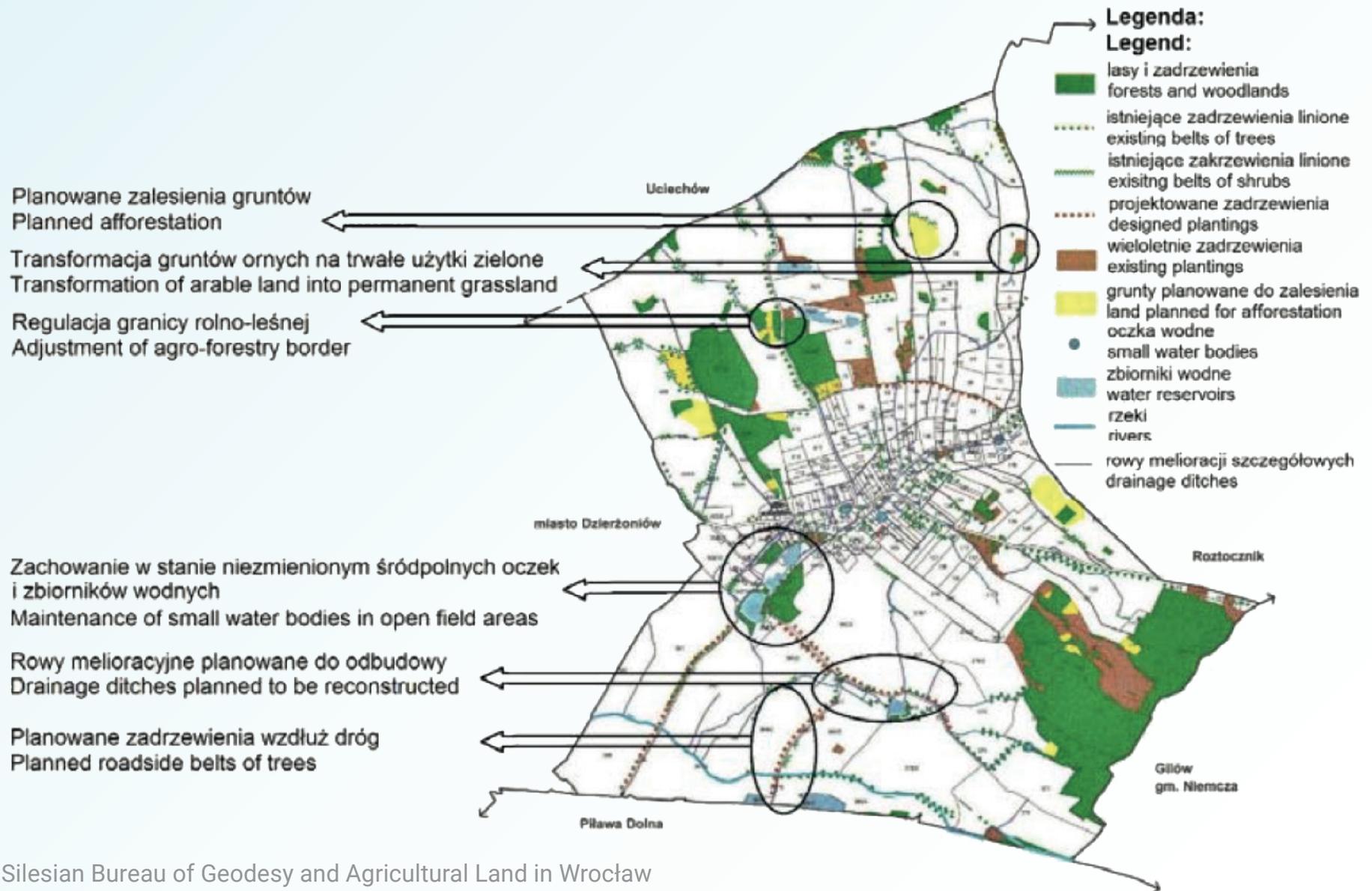
Je mehr sich das Flusstal verändert, desto mehr Wasser geht verloren zum erhöhten Abfluss. Dies führt zu Spitzenabflüssen nach Regenfällen und erzeugt ein Hochwasserrisiko für flussabwärts gelegene Gebiete.

Das Verlassen der natürlichen Vegetation stimuliert die Wasserretention vor Ort.



Beispiel einer wasserorientierten Raumplanung aus einer polnischen Kommune

Ausgewählte Lösungen, die bei der Planung der Flurbereinigung im Dorf Dobrocin in Polen angewendet wurden.



QUELLE | Lower Silesian Bureau of Geodesy and Agricultural Land in Wrocław

Rolle der Landschaftsstruktur bei der Regulierung von Wasser- und Nährstoffkreisläufen



Kinga Krauze

European Regional Centre for Ecohydrology
PAS