

Verlustarme Stoffkreisläufe = Cycles des substances à faibles pertes = Low-loss material cycles

Autor(en): **Ripl, Wilhelm / Hildmann, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Anthos : Zeitschrift für Landschaftsarchitektur = Une revue pour le paysage**

Band (Jahr): **33 (1994)**

Heft 4: **Landschaftsgestaltung = L'aménagement du paysage = Landscape design**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-137398>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Verlustarme Stoffkreisläufe

Basis für eine Landschaft der Zukunft

Prof. Dr. Wilhelm Ripl, Technische Universität Berlin
Christian Hildmann, Landschaftsplaner, Technische Universität Berlin

Cycles des substances à faibles pertes

La base du paysage de l'avenir?

Prof. Dr. Wilhelm Ripl, Université technique de Berlin,
Christian Hildmann, aménageur-conseil, Université technique de Berlin

Low-loss material cycles

Basis for a landscape of the future

Prof. Dr. Wilhelm Ripl,
Technical University of Berlin
Christian Hildmann, Landscape planner,
Technical University of Berlin

Für die «Landschaft der Zukunft» sind verschiedene Entwicklungen denkbar. Wollen wir jedoch nicht fortfahren, die Erdoberfläche zu verwüsten, müssen wir umschwenken – und mit der Bewirtschaftung der Landschaft die Stoffkreisläufe schliessen. Diese Landschaft sähe dann anders aus, als wir sie heute in Mitteleuropa kennen.

S'agissant du «paysage de l'avenir», divers développements sont imaginables. Toutefois, si nous ne voulons pas continuer de dévaster la surface de la terre, nous devons changer notre fusil d'épaule et gérer le paysage de manière à fermer les cycles des substances. L'aspect de ce paysage serait alors très différent de celui que nous connaissons aujourd'hui.

There are various conceivable developments for the "Landscape of the Future". However, if we do not want to continue devastating the Earth's surface, we must do an about-turn and close the material cycles by cultivating the landscape. This landscape would then look somewhat different from the one we know in Central Europe today.

Landschafts- und Vegetationsentwicklung

Aus einem Landschaftsausschnitt, wie z. B. einem Wassereinzugsgebiet, gehen, transportiert vom Wasser, immer aus den oberen Bodenschichten lösliche Stoffe verloren. Sind dies pflanzenverwertbare Stoffe, so resultiert daraus eine kontinuierliche Veränderung der Standorte für die Vegetation – die Standorte verarmen an Basen und Nährstoffen. Diese Entwicklung kann anhand von Seesedimenten, in denen ein Teil der ausgewaschenen Stoffe abgelagert wurde, in einigen Fällen bis zur letzten Eiszeit nachvollzogen werden (Abb. 1; Digerfeld 1972). Unmittelbar nach der Eiszeit sind die Stoffverluste relativ hoch gewesen, um mit fortschreitender Landschafts- und Vegetationsentwicklung bis auf ein Minimum zurückzugehen. Durch die Verlagerung feinerer Bodenpartikel (wie Ton oder Schluff) und löslicher Stoffe (wie Eisen und Mangan) mit dem abfließenden Regenwasser bildeten sich im Boden Stauschichten aus; es entwickelten sich hydromorphe Böden wie Pseudogleye oder Auenlehme. In Folge der Tätigkeit des «Landschaftsgestalters Wasser» floss relativ mehr Wasser hangparallel (lateral) ab, als durch das ganze Bodenprofil hindurchsickern und damit Stoffe auswaschen konnte.

Die sich ausbreitende Vegetation «versiegelt» den Boden weiter. Durch die Verdunstung versickert weniger Wasser in den Untergrund. Mit dem Aufbau eines Detrituspuffers (Streuschicht, humusreicher Oberboden) wird zugleich mehr Wasser gespeichert, das dann wieder der Verdunstung zur Verfügung steht. Fällt weiteres Wasser auf die Streuschicht, die den Boden wie ein feuchtes Häutchen («Hinna») überdeckt, so wird dieses Wasser eher oberflächlich abfließen oder verdunsten als durch den Boden zu versickern. Die vorhandenen Basen und

Développement du paysage et de la végétation

Dans un secteur du paysage, comme par exemple un bassin versant, les couches supérieures du sol subissent toujours des pertes en substances solubles, transportées par l'eau. S'il s'agit de substances utilisables pour les plantes, il en résulte une constante modification des habitats pour la végétation – les habitats s'appauvrissent en bases et en substances nutritives. Dans certains cas on peut, à l'appui de sédiments lacustres, où une partie de ces substances se sont déposées, suivre cette évolution depuis la dernière époque glaciaire (fig. 1; Digerfeld 1972). Juste après la période glaciaire, les pertes en substances étaient relativement élevées, pour reculer ensuite à un minimum avec le développement progressif du paysage et de la végétation. Les particules fines (argile ou limon) et les substances solubles (fer ou manganèse) transportées avec l'écoulement des eaux pluviales ont provoqué la formation de couches imperméables et donné naissance à des sols hydromorphes: pseudogleys ou limons argileux sableux. Cette action de «l'eau en tant qu'élément créateur du paysage» a eu pour conséquence que l'eau s'écoulait davantage parallèlement à la pente (latéralement) et moins par infiltration sur tout le profil du sol, partant moins de substances lessivées.

La végétation qui se propage «scelle» encore mieux le sol. A cause de l'évaporation, il s'infiltré moins d'eau dans le sous-sol profond. La zone tampon de détrit (litière, couche supérieure humifère) qui se constitue retient aussi mieux l'eau et la met à disposition pour être évaporée. Si la litière, qui recouvre le sol comme une fine membrane humide, reçoit une plus grande quantité d'eau, celle-ci va s'écouler en surface ou s'évaporer plutôt que de s'infil-

Landscape and vegetation development

Soluble materials are constantly being lost from the upper soil layers of a section of landscape, such as, for example, a water catchment area. If these are materials which can be processed by plants, then the result is a continuous change in location for the vegetation – the locations become impoverished in bases and nutrients. This development can be reconstructed, in some cases back to the last ice age, on the basis of lake sediments in which a part of the eroded materials were deposited. (Fig. 1; Digerfeld 1972). Directly after the ice age, the losses of material were relatively high, then dropping back to a minimum with the progressive development of the landscape and vegetation. Through the shifting of purer soil particles (such as clay or coarse clay) and soluble materials (such as iron and manganese) when the rainwater flowed away, impermeable layers formed in the ground; hydromorphous soils, such as pseudo-slate or alluvial loams developed. As a result of the activity of the "Landscape designer water", relatively more water flowed away parallel to the slope (laterally) than was able to percolate through the whole soil profile and thus wash out materials.

The spreading vegetation "sealed" the soil further. As a result of evaporation, less water percolates into the underground. At the same time, with the build-up of a detritus buffer (a scatterage layer, top soils rich in humus) more water is stored which is then available for evaporation again. If more water precipitates onto the scatterage layer covering the ground like a moist pellicle ("hinna"), then this water will more likely flow away on the surface or evaporate than percolate through the ground. The bases and nutrients present will be retained by the coenosis and translated into biological

Nährstoffe werden von der Zönose festgehalten und in biologischen Kreisprozessen (Photosynthese, Mineralisation) umgesetzt. Durch die abnehmenden Stoffverluste steigt die Lebensdauer der Zönose und die Nutzbarkeit des Standortes an, da der Vorrat an pflanzenverwertbaren Stoffen begrenzt ist.

Anhand der Verluste, die in den Oberflächengewässern als Stofffrachten messbar sind, kann die Nachhaltigkeit auch objektiv bestimmt werden: Eine nachhaltige Vegetationsbedeckung oder Landnutzung darf nur geringe stoffliche Verluste aufweisen.

Eingriff des Menschen

Mit der zunehmenden Bewirtschaftung der Landschaft steigen die Verluste wieder an (vgl. Abb. 1). Die funktionale und kunstvolle Ordnung der Natur wird durch eine immer zufälligerere Verteilung der Landschaftselemente ersetzt. Der Streupuffer der Wälder wird ausgeräumt, die Moore entwässert, abgetorft und der schnellen Mineralisation anheimgegeben. Die Landschaft trocknet zeitweise aus, das Niederschlagswasser wird über Drängräben und begradigte Vorfluter möglichst schnell abgeführt. In dem Wechsel zwischen feuchten und trockenen Phasen mineralisiert die organische Substanz, es werden starke Säuren wie Schwefel- und Salpetersäure freigesetzt und damit hohe

trier dans le sol. Les bases et les substances nutritives disponibles sont fixées par la cénose et transformées dans les cycles biologiques (photosynthèse, minéralisation). De faibles pertes en substances augmentent la longévité de la cénose et l'utilité de l'habitat, la réserve en substances utilisables pour les plantes étant limitée.

A l'appui des pertes, mesurables en tant que charge dans les eaux de surface, on peut objectivement définir la viabilité à long terme: un tapis végétal ou une utilisation des sols viables n'admettent que de faibles pertes en substances.

Intervention de l'homme

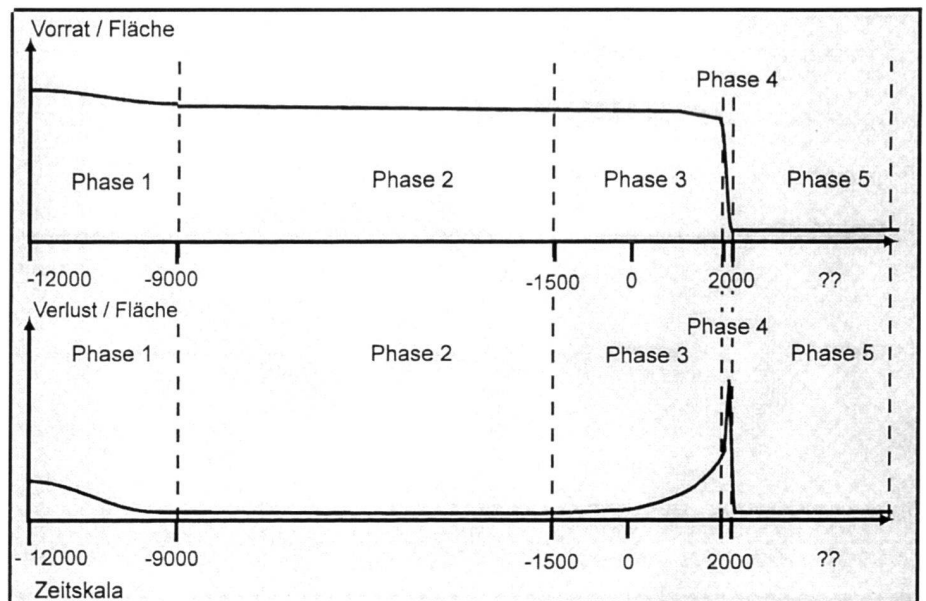
Avec l'exploitation croissante du paysage, les pertes en substances sont de nouveau plus élevées. (cf. fig. 1). L'ordre fonctionnel et artistique de la nature est remplacé par une distribution toujours plus accidentelle des éléments du paysage. La litière forestière est dépouillée, les marais sont asséchés, la tourbe exploitée et la minéralisation accélérée. Le paysage se dessèche par moments, l'eau des précipitations est évacuée le plus vite possible via tranchées de drainage et émissaires rectifiés. Par l'alternance des phases humides et sèches, la substance organique se minéralise, des acides corrosifs comme l'acide sulfurique et l'acide nitrique sont libérés et provoquent des

cyclic processes (photosynthesis, mineralisation). The life of the coenosis and the utilisability of the location increase as a result of the decreasing losses of material as the stock of materials which can be processed by plants is limited.

On the basis of the losses which can be measured in surface waters as material freights, the sustention can also be objectively determined: a sustained vegetation coverage or land utilization should only show small losses of material.

Human beings' intervention

With increasing cultivation of the landscape, the losses rise again (cf. Fig. 1). The functional and elaborate order of nature is replaced by an ever more chance distribution of landscape elements. The scatterage buffer of the forests is removed, the moors are drained, the peat removed and left to rapidly mineralise. The landscape dries out in part, the precipitation water is led away as quickly as possible through drainage ditches and straightened outlet channels. In the transition between wet and dry phases, the organic substance mineralises, powerful acids, such as sulphuric and nitric acid are released, thus causing heavy, irreversible losses of material. Nowadays in the Federal Republic of Germany losses in material can be measured equivalent to approx. 1000 kg/(ha*a) of total salts (with-



Phase Zeitraum	Verlustfaktor	pH	Leitfähigkeit $\mu\text{S}/\text{cm}$	Nährstoffe Faktor
Phase 1 (-12000-9000) Pionierv egetation	2 - 3	6,5 - 8	20 - 200	2 - 4
Phase 2 (-9000-(-1500)) Klimaxbedingungen	1	6,5 - 8	10 - 40	1
Phase 3 (-1500 +1850) Anthropogene Entwicklung	2 - 5	4 - 9	30 - 300	4 - 10
Phase 4 (1850-2000) Verwüstung	5 - 100	3 - 11	50 - 1000	10 - 100
Phase 5 (2000 - ???) Restitution ???	gering	4 - 10	absinkend	absinkend

Abb. 1: Entwicklung der Basenverluste der Landökosysteme seit der Eiszeit.

Fig. 1: Evolution des pertes de base de l'écosystème du pays depuis la période glaciaire.

Fig. 1: Development of the losses of bases by land ecosystems since the Ice Age.

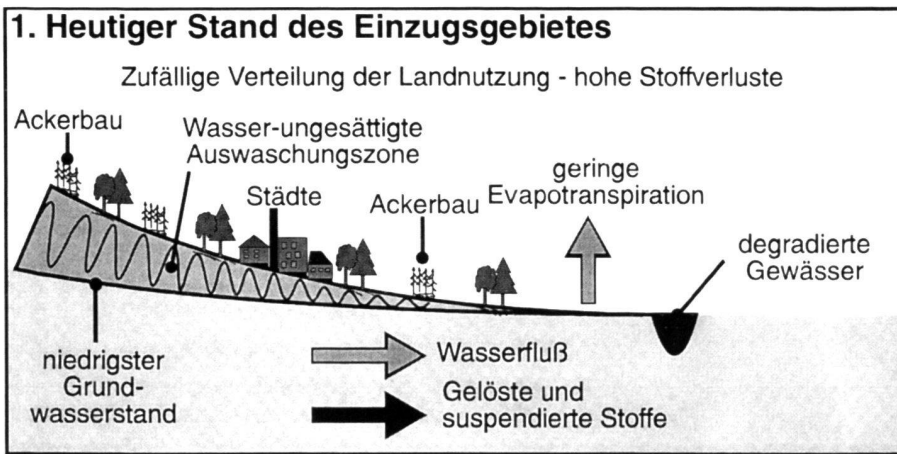


Abb. 2: Modell für die nachhaltige Restitution eines Einzugsgebietes.

Fig. 2: Modèle pour la restitution durable d'un bassin-versant.

Fig. 2: Model for the lasting restitution of a catchment area.

irreversible Stoffverluste verursacht. In der Bundesrepublik Deutschland können heute Stoffverluste festgestellt werden, die etwa 1000 kg/(ha*a) an Gesamtsalzen (ohne NaCl) entsprechen. Davon sind etwa 250 kg/(ha*a) Kalzium (entspricht etwa 600 kg Kalk CaCO₃) – bilanziert für die Gesamtfläche einschliesslich der Forsten. Damit übersteigen die Verluste deutlich die Menge dessen, was langfristig nachgedüngt werden kann, zumal bei steigenden Energiepreisen. Werden diese Verluste nicht gestoppt, so ist für grosse Teile Deutschlands spätestens in 100 bis 150 Jahren mit einem grossflächigen Zusammenbrechen der Vegetation zu rechnen.

Durch die nur noch wenig Wasser speichernde und verdunstende Landoberfläche (Äcker, Wiesen, Städte) beginnt sich das Klima zu verändern. Im kleinräumigen, kurzgeschlossenen Wasserkreislauf wird zugunsten des grossräumigen Wasserkreislaufes immer weniger Wasser umgesetzt; eine deutliche Abnahme der Niederschläge im Juli bzw. August kann bereits an mehreren Stationen über die letzten 20 Jahre beobachtet werden. Durch die geringere Verdunstung heizt sich die Landschaft stärker auf. Anstelle einer Umsetzung der Energie in unschädliche Kreisprozesse (Verdunstung – Taubildung, Photosynthese – Mineralisation) nehmen verlustbehaftete Lösungsprozesse zu.

Leitbild und Planung

Aus der Analyse der natürlichen Prozesse und des menschlichen Eingriffes lässt sich ein funktionales Leitbild ableiten: Die Landschaft ist nachhaltig, d. h. mit mög-

peries en substances importantes et irréversibles. En Allemagne, on constate aujourd'hui des pertes en substances qui correspondent à environ 1000 kg/(ha*a) de sels acides au total (sans NaCl). Dont environ 250 kg/(ha*a) de calcium (ce qui représente environ 600 kg de chaux CaCO₃) – un bilan établi pour l'ensemble du territoire, y compris les forêts. Les pertes dépassent donc largement les possibilités d'une fertilisation complémentaire à long terme, d'autant plus que les prix de l'énergie sont en hausse. Si ces pertes ne sont pas stoppées, il faut s'attendre à la destruction de la végétation dans de larges parties de l'Allemagne d'ici 100 à 150 années.

Vu que les surfaces de terrain (champs, prairies, villes) n'emmagasinent et n'évaporent plus que très peu d'eau, le climat commence à changer. Le petit cycle hydrologique transforme de moins en moins d'eau au profit du grand cycle hydrologique; dans plusieurs stations, on observe déjà un net recul des précipitations en juillet, respectivement en août, ces 20 dernières années. L'évaporation étant plus faible, le paysage se réchauffe davantage. Au lieu que l'énergie soit convertie en processus cycliques inoffensifs (évaporation – formation de rosée – photosynthèse – minéralisation), on voit augmenter les processus de dissolution qui entraînent des pertes.

Schéma directeur et planification

L'analyse des processus naturels et des interventions de l'homme permet de déduire un schéma directeur: la viabilité et l'exploitation du paysage doivent être assurées à long terme, c'est-à-dire avec un

out NaCl). About 250 kg/(ha*a) of these are calcium (equivalent to about 500 kg calcium carbonate CaCO₃) – taking the sum total for the whole area, including forests. The losses thus clearly exceed the quantity of what can be put in as supplementary fertilizer in the long term, especially in view of increasing energy costs. If these losses are not stopped, then a widescale collapse of vegetation may be expected for large parts of Germany in 100 to 150 years at the latest.

The climate is beginning to change through the land surface (fields, meadows, towns and cities) which now only stores and evaporates just a little water. In the short-circuited water cycle over a small area, less and less water is being processed in favour of the large-area water cycle; a marked decrease in precipitation in July and August can already be observed at several stations over the past 20 years. Through the reduced evaporation, the landscape becomes heated up far more. Instead of a translation of the energy into innocuous cyclic processes (evaporation – formation of dew, photosynthesis – mineralisation) solution processes involving losses increased.

Model and planning

A functional model can be derived from an analysis of the natural processes and human intervention: The landscape should be cultivated and developed on a sustained basis, i.e. with as few losses of material as possible.

The landscape must be restructured so that the irreversible transport of material can be kept to a minimum by coupling water balance-based processes and the

lichst geringen Stoffverlusten, zu bewirtschaften und zu entwickeln.

Die Landschaft muss restrukturiert werden, so dass durch die Kopplung von wasserhaushaltsbasierten Prozessen und der raumzeitlichen Vernetzung der Strukturen die irreversiblen Stofftransporte minimiert werden. Die Planung kann dabei nicht an administrativen Grenzen enden, sondern sollte nach Einzugsgebieten orts- und zeitbezogen durchgeführt werden.

Vorgeschlagen werden folgende Massnahmen, die jeweils räumlich und zeitlich anzupassen sind.

- Kuppenlagen sind besonders von der Auswaschung betroffen. Es besteht die Gefahr, dass sich hier zuerst vegetationsarme, sich stark aufheizende «Schadstellen» in der Landschaft ausbilden. Deshalb sollten sie mit einem nicht oder nur extensiv bewirtschafteten Wald bewachsen sein. Fehlende Nähr- und Mineralstoffe (z. B. aus zerkleinertem Bauschutt) könnten hier wieder zugeführt werden. Der Wald trägt als Kühlfläche zur Ausbildung kurzgeschlossener Wasserkreisläufe bei.
- In den Quellbereichen und an den Zusammenflüssen von Gewässern hatten sich ursprünglich Feuchtgebiete entwickelt, die heute häufig drainiert und trocken gelegt worden sind (z. B. Moore). Diese Feuchtgebiete sollten wieder renaturiert bzw. neu eingerichtet werden. In ihnen wird der Abfluss aus der Landschaft zeitweise gespeichert und so zeitlich gedämpft; das Wasser wird länger in der Landschaft gehalten. Der dadurch gleichmässigerer Wasserfluss liefert auch im Sommer noch einen Abfluss, verringert Hochwasserereignisse und gibt den Fliessgewässerzönosen wieder die Möglichkeit, sich zu optimieren.
- Entlang der Gewässer könnten hinreichend grosse Feuchtgebiete (Röhrichtflächen, z. B. Schilf, oder Feuchtwälder, z. B. Erlenbruchwälder) als Stoffrückhaltflächen eingerichtet werden, in denen

minimum de pertes en substances.

Le paysage doit être restructuré de sorte qu'en couplant les processus hydrologiques et les structures spatiales et temporelles, les transports de substances irréversibles puissent être minimisés. La planification ne peut donc pas s'arrêter à des frontières administratives mais devrait être décidée sur la base des bassins hydrographiques et des données locales et temporelles.

Les mesures suivantes sont proposées. Mesures qui demandent à être adaptées du point de vue spatial et temporel.

- Les sommets arrondis sont plus particulièrement touchés par l'érosion du sol due à l'eau. On risque de voir apparaître dans le paysage des «lieux endommagés» pauvres en végétation, où l'échauffement est considérable. C'est pourquoi ces sommets devraient être couverts d'une forêt non exploitée, ou alors seulement de manière extensive. Le déficit en substances nutritives et minérales pourrait être compensé (sous forme de décombres concassés par exemple). Surface de refroidissement, la forêt contribue à former de petits cycles hydrologiques.
- Les zones humides qui s'étaient développées aux sources et aux confluents des eaux sont aujourd'hui pour la plupart drainées et asséchées (marais par exemple). Elles devraient être remises à l'état naturel, c'est-à-dire réaménagées. Elles stockent temporairement l'écoulement des eaux du paysage et le ralentissent; l'eau est donc retenue plus longtemps, s'écoule de manière plus régulière et continue de s'écouler en été. Le risque de crues s'en trouve réduit et les cénozes des eaux courantes ont la possibilité de s'optimiser.
- Il faudrait aménager au bord des eaux, en tant que surfaces de rétention des substances, des zones humides suffisamment grandes (par ex. des roselières ou des forêts humides: aunaies marécageuses) où l'évaporation freine-

space-time networking of structures. Planning in this connection cannot end at administrative boundaries, but should be implemented with reference to location and time in accordance with catchment areas.

The following measures are proposed which should be adapted in space and time in each case as required.

- Hill-top locations are particularly threatened by erosion. This is a risk that "damaged areas", low in vegetation and heating up greatly, will first form in the landscape here. Therefore, they should be covered with a forest which is not cultivated at all or only extensively. Missing nutrients and minerals (e.g. from crushed building rubble) could be added here again. As a cooling area, the forest contributes to the formation of short-circuited water cycles.
- In source areas and at the confluences of stretches of water, wet areas had originally developed which are nowadays frequently drained and dried (e.g. moors). These wet areas should be renatured or reintroduced again. The outflow from the landscape will be stored in them for a time and thus attenuated; the water is held in the landscape longer. The resultant more even flow of water still supplies an outflow even in summer, reduces the flood events and once again gives the flowing water coenoses the opportunity of becoming optimised.
- Adequately large wetlands (areas of reeds, e.g. reed or wet forests or broken alder forests) could be provided as material retention areas along the stretches of water in which the surface and soil strata water is slowed down by evaporation. These wet areas should be cultivated and a quantity of biomass equivalent to the materials fed in should be harvested. The biomass can be used as silage, for fermenting, as a construction material, etc. If one were to return the bases and nutrients contained after

Der Wasserkreislauf - ein fraktales Modell

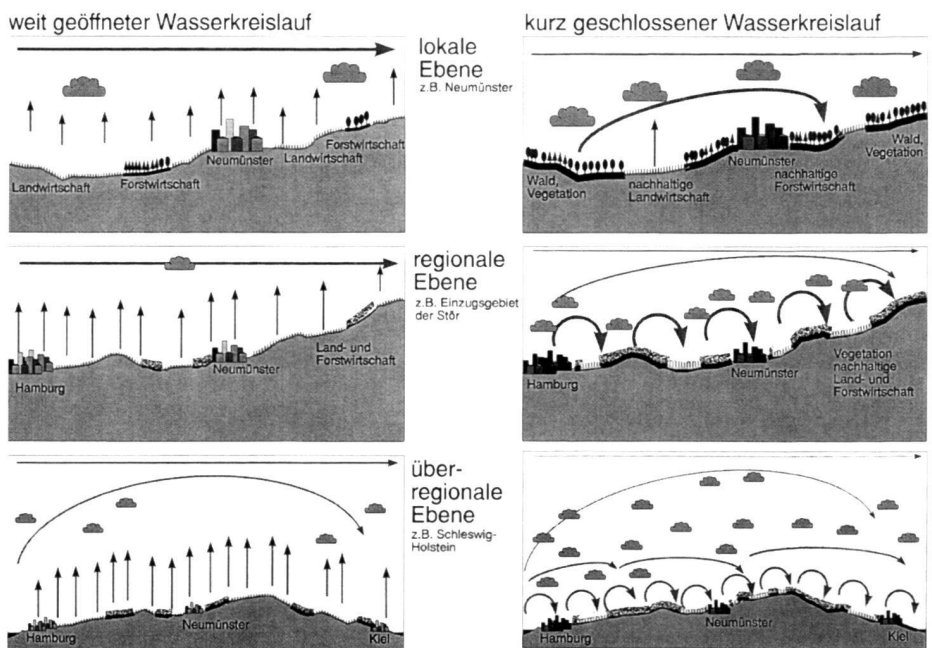


Abb. 3: Offene und kurzgeschlossene Wasserkreisläufe: Grundmuster für die lokale, regionale und überregionale Ebene.

Fig. 3: Circuits d'eau ouverts et fermés sur de courtes distances: échantillon de base pour la plaine locale, régionale et supraregionale.

Fig. 3: Open and short-circuited water circuits; basic pattern for the local, regional and supraregional level.

das aus der Landschaft abfließende Oberflächen- und Schichtenwasser durch Verdunstung gebremst wird. Dabei wird ein Teil der gelösten Stoffe ausgefällt und von der Vegetation aufgenommen. Diese Feuchtgebiete wären zu bewirtschaften und ein den zugeführten Stoffen entsprechender Teil der Biomasse wäre zu ernten. Die Biomasse kann als Rohstoff zur Silage, zur Vergärung, als Baustoff u. a. genutzt werden. Brächte man die enthaltenen Basen und Nährstoffe nach Mineralisierung später auf die oberhalb liegenden Flächen zurück, schlosse sich der Kreislauf. Durch Wasserspeicherung und Verdunstung leisten die biologischen «Fangsysteme» einen wichtigen Beitrag als klimastabilisierende Kühlstruktur.

- Organische Reststoffe, die auch Nähr- und Mineralstoffe enthalten, sind wieder besser in die Kreisläufe zu integrieren. Der Klärschlamm ländlicher Siedlungen enthält in der Regel kaum bedenkliche Inhaltsstoffe und sollte vermehrt wieder auf Flächen, die nicht der unmittelbaren Nahrungsmittelproduktion dienen, aufgebracht werden. Biologisch geklärtes Abwasser ist eine nährstoffhaltige Ressource, mit der bewirtschaftete Feuchtgebiete und Fischteiche (z. B. Karpfenzucht) besetzt werden könnten.

Insgesamt ist die Landschaft wieder mit wesentlich mehr Biomasse auszustatten. Auch Städte müssen wieder stärker in die umgebende Landschaft eingebunden werden. Die Trinkwassergewinnung sollte mittelfristig von einer verlustträchtigen Grundwassernutzung auf die Nutzung der Oberflächengewässer umgestellt werden. Die Verwertung des Abwassers sollte, nach Trennung bzw. gesonderter Reinigung industrieller Abwässer, ähnlich wie in den ländlichen Siedlungen erfolgen. Um die Aufheizung der Stadt zu verringern, sollte auch hier möglichst viel verdunstende Vegetation angesiedelt werden (Dach-, Fassadenbegrünungen, Baumpflanzungen) und das Regenwasser nicht abgeleitet, sondern weitgehend verdunstet werden. Schließlich sollte auch die Nahrungsmittelproduktion wieder stadtnah erfolgen, um aufwendige Transporte zu reduzieren. Ein Teil der Nahrungsmittel könnte vielleicht auch am Stadtrand in Gewächshochhäusern produziert werden. Jede dieser Massnahmen hat dazu beigetragen, dass die Stoffkreisläufe besser geschlossen werden und die Energie Kreisläufe anstatt Verlustprozesse antreibt. Massnahmen, die heute für einen bestimmten Ort vordringlich erscheinen, können deshalb später – etwa nach der Verbesserung des Standortes – ausgesetzt und durch andere Nutzungen ersetzt werden. Auch der Natur- und Bodenschutz sind dynamisch zu verstehen – es würde zwar nicht ein Gebiet für immer zum Schutzgebiet erklärt, aber es wären ständig Flächen in ausreichendem Mass vorhanden, die die entsprechenden Funktionen optimal erfüllen können.

rait l'écoulement de l'eau superficielle et des strates. Une partie des substances en solution est précipitée et absorbée par la végétation. Ces zones humides devraient être exploitées et une quantité proportionnelle aux substances introduites de la biomasse récoltée. Entre autres, la biomasse peut être utilisée comme matière de silage, pour la fermentation ou comme matériau de construction. Si les bases et les substances nutritives disponibles après la minéralisation étaient rendues aux surfaces, le cycle se refermerait. Par le stockage de l'eau et l'évaporation, les «systèmes de capture» biologiques apportent une contribution essentielle à la structure de refroidissement stabilisatrice du climat.

- Les substances organiques résiduelles, contenant aussi des substances nutritives et minérales, doivent de nouveau mieux être intégrées aux cycles. Les boues d'épuration des agglomérations rurales contiennent en général peu de composants problématiques et devraient plus souvent être répandues sur les surfaces qui ne servent pas directement à la production des denrées alimentaires. L'épuration biologique des eaux usées offre une ressource riche en nutriments, qui pourrait servir à réalimenter les zones humides exploitées et les étangs à poissons (par ex. carpiculture).

Dans l'ensemble, on doit repourvoir le paysage d'une biomasse beaucoup plus importante. Les villes doivent aussi être mieux insérées dans le paysage environnant. L'approvisionnement en eau potable devrait, à moyen terme, être assuré par les eaux de surface plutôt que par les eaux souterraines où les pertes sont considérables. La récupération des eaux usées devrait, après le traitement séparé des eaux industrielles, s'effectuer de la même façon que dans les agglomérations rurales. Pour réduire l'échauffement de la ville, il faut y introduire le plus possible de végétation, facteur favorable à l'évaporation (toits et façades végétalisées, plantations d'arbres) et laisser les eaux de pluies s'évaporer au lieu de les canaliser. Finalement, la production des denrées alimentaires devrait avoir lieu à proximité des villes pour éviter les transports coûteux. Certaines denrées pourraient par exemple être produites dans des serres-buildings à la périphérie. Chacune de ces mesures contribue à mieux fermer les cycles des substances ou à provoquer des cycles plutôt que des processus de pertes. C'est pourquoi les mesures qui paraissent urgentes aujourd'hui pour un habitat peuvent plus tard – après l'amélioration du biotope – être suspendues et remplacées par d'autres utilisations. La protection de la nature et du sol doit être comprise comme un processus dynamique: une région n'est pas déclarée zone de protection à jamais, mais il y a toujours suffisamment de surfaces à disposition pour remplir de manière optimale les fonctions correspondantes.

mineralisation to the areas located on a higher level again, the cycle would be completed. The biological "arresting systems" make an important contribution as a climate-stabilising cooling structure through water storage and evaporation.

- Residual organic materials, also containing nutrients and minerals, should be integrated better in the cycles again. As a rule, the sewage sludge of rural areas contain constituent materials which are hardly likely to cause problems and should therefore once again be increasingly spread on surfaces not serving directly for food production. Biologically clarified waste water is a nutrient-content resource which can be used for cultivated wetlands and fish ponds (e.g. carp breeding).

Taken as a whole, considerably more biomass should be spread in the countryside again. Towns and cities must once again be linked up more closely with their surrounding countryside. In the medium term, the drinking water supply should be converted from highly loss-making utilisation of ground water to surface water utilisation. After the separation or special clarification of industrial waste water, the exploitation of waste water should be carried out in a similar manner to that in rural settlements. In order to reduce the heating up of towns and cities, as much evaporation vegetation as possible should also be deployed there (roof and façade greening, planting of trees), while rain water should not be led away, but evaporated as far as possible. Finally, food production should also be carried out close to towns once again in order to reduce expensive transportation movements. Part of the food could perhaps also be produced on the outskirts of towns in glasshouses. Each of these measures has to contribute towards closing the material cycles better, and letting energy power cycles instead of loss processes. Measures which nowadays seen urgently required for a place can thus be terminated later – for instance after the improvement of the location – and replaced by other utilisations. Nature and soil conservation are also to be understood dynamically – an area would not, it is true, be declared to be a conservation area for ever, but there would be areas of adequate size constantly available which can fulfil the appropriate functions in an optimum manner.

Literatur

Digerfeld, G., 1972: The post-glacial development of Lake Trummen. Regional vegetation history, water level changes and paläolimnology. *Folia Limnologica Scandinavica* 16. – Lund, Schweden.

Trillitzsch, F., 1994: Die Potsdamer Kulturlandschaft 1994. In: *anthos* 2/1994.