

## **Methoden zur Bestimmung des Ausgleichs für Entwicklungszeiten bei Kompensationsmaßnahmen \*)**

### **Methods to calculate offsets to compensate for time lags in the recovery of ecosystems and biodiversity \*)**

Verfasser:

Katharina Dietrich, Burkhard Schweppe-Kraft, Simone Haarnacke

Bundesamt für Naturschutz, Unit I 2.1

German Federal Agency for Nature Conservation, Unit I 2.1

23 April 2014

#### **Inhalt / Table of contents**

Eingriffe in Natur und Landschaft – Vermeidung, Minimierung, Ausgleich und Ersatz Impacts on ecosystems and biodiversity – the mitigation hierarchy	2
Zwischenzeitliche Funktionsverluste durch lange Entwicklungszeiten von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen The time lag problem: Interim losses caused by long periods until restored ecosystems gain full maturity	2
Strategien zur Kompensation zwischenzeitlicher Funktionsverluste Strategies to compensate for interim losses caused by time lags	3
Berechnung des Umfangs von Maßnahmen zur Kompensation von Entwicklungszeitverlusten Methods for calculating the scope of measures for offsetting time lags	4
Methode: Vergleich von Biotopwerten nach einem vorgegebenen Kalkulationszeitpunkt Fixed Calculation Period Approach: Determining markups for offset measures based on the difference between biodiversity loss and biodiversity gains after a predefined calculation period	4
Kalkulation von Aufschlägen auf der Grundlage einer Abzinsung zukünftiger Biotopwerte Calculating time lag offsets by discounting future benefits	6
Ausgleich/Ersatz durch Refinanzierung eines Fonds zur Kompensation von Entwicklungszeitverlusten Compensating for interim losses by refinancing a fund for time lag offsetting	10
Kompensation von Entwicklungszeiten durch zeitliches Vorziehen von Ausgleichsmaßnahmen Offsetting time lags in the recovery of ecosystems by anticipated compensation measures	16
Vergleich der verschiedenen Verfahren Conclusions	18
Literatur / Literature	23

\*) This paper was prepared to inform the secretariat of the OECD–Working Party on Biodiversity, Water and Ecosystems (WPBWE) of scientific and practical approaches developed in Germany to quantify biodiversity offsets to compensate for “time-lags”, i.e. the time between the start of offsetting activities until offset-habitats reach full maturity.

## **Eingriffe in Natur und Landschaft – Vermeidung, Minimierung, Ausgleich und Ersatz**

Bei Eingriffen in Natur und Landschaft sind nach §§ 14ff Bundesnaturschutzgesetz vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur- und Landschaft zu unterlassen, bzw. soweit möglich zu minimieren und nicht vermeidbare Beeinträchtigungen auszugleichen bzw. zu ersetzen. Der Ersatz, der meist nicht am Ort der Beeinträchtigung vorgenommen wird, steht am Ende der sogenannten Vermeidungs- und Ausgleichshierarchie: vermeiden, mindern; ausgleichen (meist am Ort der Beeinträchtigung), ersetzen (meist an einem anderen Ort) und ist als allerletztes Mittel einer naturalen Kompensation von Beeinträchtigungen in Natur und Landschaft vorgesehen.

Diese Vermeidungs- und Ausgleichshierarchie gilt in ähnlicher Weise auch für vergleichbare Regelungen in anderen Staaten bestehen (z.B. beim Schutz von Feuchtgebieten in den USA) oder von privaten Initiativen, die Regeln für den Ausgleich von Beeinträchtigungen von biologischer Vielfalt und Ökosystemleistungen erarbeitet haben (vgl. BBOP: [bbop.forest-trends.org](http://bbop.forest-trends.org)).

### **Zwischenzeitliche Funktionsverluste durch lange Entwicklungszeiten von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen**

Ausgleich und Ersatz finden in der Regel durch Maßnahmen zur Renaturierung oder Neuentwicklung natürlicher oder naturnaher Lebensräume statt. Nach Durchführung der ersten Renaturierungsmaßnahmen braucht es in der Regel noch erheblicher Entwicklungszeiten bis die neuen Ökosystemen, Lebensräumen und Artenbeständen ihre volle Funktionsfähigkeit erreicht haben. Sie können je nach Ökosystem mehrere Jahre und Jahrzehnte bis hin zu Jahrhunderten umfassen. Lange Entwicklungszeiten können u.a. erhöhte Unsicherheiten bei der Frage des Erfolgs von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen bedeuten.

## **Impacts on ecosystems and biodiversity – the mitigation hierarchy**

The German Regulation on Impacts on Nature and Landscape (Par. 14ff Bundesnaturschutzgesetz / Federal Nature Conservation Act) obliges a land developer to avoid impacts with detrimental effects on biodiversity and ecosystem functions or minimize them as far as possible; to restore or rehabilitate biodiversity and ecosystems on or near the development site to compensate for residual losses that could not be avoided and, after that, at the end of this so called “mitigation hierarchy” to offset all still remaining on site losses by measures taken outside the development site. Offsetting is the last instrument for the physical compensation of impacts, that is taken at the “mitigation hierarchy”.

This “mitigation hierarchy” is also known in other regulations on impacts on biodiversity or ecosystem functions; in public regulations as the wetland mitigation scheme in the USA as well as in private international initiatives like BBOP (s. [bbop.forest-trends.org](http://bbop.forest-trends.org)).

### **The time lag problem: Interim losses caused by long periods until restored ecosystems gain full maturity**

Onsite rehabilitation and offsetting measures outside the development side often take a lot of time until all objectives have been completely reached. After initial restoration activities have finished, the new ecosystems and habitats have to mature until conditions, incl. species populations, are reached that are similar to what was destroyed or impaired before. Dependent on the special kind of ecosystem, this time lag until full recovery of all ecological functions can take some years up to decades and centuries. The longer the recovery takes, the higher the uncertainties of reaching all aims of a restoration activity.

Wenn Ausgleichsmaßnahmen erst nach einem Eingriff begonnen werden, bedeuten Entwicklungszeiten darüber hinaus immer einen zwischenzeitlichen Verlust an Biodiversität und Ökosystemfunktionen, der vom Zeitpunkt der Beeinträchtigung bis zur vollen Wiederherstellung aller Funktionen durch die auszuführenden Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen dauert.

### **Strategien zur Kompensation zwischenzeitlicher Funktionsverluste**

Generell sind zur Kompensation solcher zwischenzeitlichen Funktions- bzw. Wertverluste zwei Strategien denkbar:

1. Man erhöht die vom Eingriffsverursacher durchzuführenden Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen soweit, bis man dies aufgrund verschiedener Beurteilungs- und Berechnungsverfahren als Kompensation für Entwicklungszeiten ansehen kann oder
2. man vermeidet die zwischenzeitlichen Funktionsverluste durch zeitlich vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen.

Im ersten Fall stellt sich die Frage, nach welchen Verfahren man berechnet, wie hoch die Aufschläge auf Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sein müssen, damit ein verminderter Umfang an ökologischen Funktionen heute durch einen zukünftig erhöhten Bestand als ausgeglichen gilt. Die Anwendung der zweiten Strategie ist für den einzelnen Verursacher in der Regel nur möglich, wenn er auf Angebote von bereits vor dem Eingriff durch Ausgleichsfonds bzw. Flächenagenturen entwickelten Biotopen zurückgreifen kann.

Die Entwicklung eines neuen Biotops vor dem Eingriff, das vom Umfang oder vom Wert her die gleichen ökologischen Funktionen herstellt, die dann an anderer Stelle vom Eingriff zerstört werden, hat bereits während seiner Entwicklung, also eine Zeitlang vor dem Eingriff, zu zusätzlichen ökologischen Funktionen geführt.

Furthermore, if restoration and offsetting activities are not started before an impact, long restoration periods always mean an interim loss of ecological functions and biodiversity, lasting from an impact until related restoration and offsetting has led to full recovery and compensation of all damaged ecological functions. In the following this interim loss is also briefly called "time lag".

### **Strategies to compensate for interim losses caused by time lags**

Generally there are two strategies to compensate for such interim losses:

1. Increasing the scope of restoration activities until the hereby prospectively reached additional ecological functions compensate the present loss – this may be measured by methods that compare future benefits with present losses.
2. Avoiding the interim losses by taking all or part of the restoration actions in advance of impacts.

In the first case it has to be decided what kind of available calculation methods are suitable to determine the scope of additional activities. Such methods have to compare present losses against future gains. The second strategy is only feasible when mitigation or restoration banks took up restoration work far enough in-advance and thus can deliver matured ecosystems of the same kind that are impaired or destroyed by present developers.

During the restoration of ecosystems, new additional ecological functions emerge already before maturity. If a developer destroys an ecosystem and "buys" the same kind of matured ecosystem from a mitigation bank, the restoration of the matured ecosystem has led to additional ecological functions in the past.

Die Bereitstellung eines kompletten Ausgleichs zum Zeitpunkt des Eingriffs führt deshalb letztlich dazu, dass im Zeitablauf im Durchschnitt mehr ökologische Funktionen bereit stehen als mit Eingriff und Ausgleichsverpflichtung. Dies kann man als Überkompensation betrachten. Sie kann dadurch reduziert werden, dass der Eingriffsverursacher nur einen Teil der beeinträchtigten ökologischen Funktionen vorab bereitzustellen hat. Deshalb werden auch bei der zweiten Strategie Berechnungsverfahren erforderlich, auf deren Grundlage man den tatsächlich erforderlichen Umfang an vorab zu entwickelnden Funktionen bestimmen kann.

### **Berechnung des Umfangs von Maßnahmen zur Kompensation von Entwicklungszeitverlusten**

#### **Methode: Vergleich von Biotopwerten nach einem vorgegebenen Kalkulationszeitpunkt**

In der deutschen Praxis der Eingriffsregelung werden zur Kompensation zwischenzeitlicher Funktionsverluste, sofern keine fertigen Ausgleichsbiotop von Flächenagenturen erworben werden können, meist Aufschläge auf den Umfang der Ausgleichsmaßnahmen festgelegt. Die Höhe dieser Aufschläge richtet sich in der Regel nach dem Wert der Ausgleichsbiotop nach Umsetzung grundlegender Biotopentwicklungsmaßnahmen, dem Wert der Biotop zu einem bestimmten Kalkulationszeitpunkt und dem Zielwert nach Beendigung der Entwicklungszeit.

The strategy, to buy readily restored ecological functions of the same kind and to the same extent as destroyed by an impact, therefore would lead to a situation where – in the long run – more ecological functions are present than in a situation without impacts. Hence such a strategy could be interpreted as an over-compensation of the ecological loss. This over-compensation could be reduced when the developer is obliged to buy only a part of the functions that were destroyed. Therefore also the second compensation strategy asks for at least some methods to compare past, present and future losses and gains to determine the level of offsetting activities that neither under- nor over-compensates the losses caused by impacts.

### **Methods for calculating the scope of measures to offset time lags**

#### **Fixed Calculation Period Approach: Determining markups for offset measures based on the difference between biodiversity loss and biodiversity gains after a predefined calculation period**

In Germany the amount of additional offsetting activities required to compensate for interim ecosystem function losses (time lags) is normally calculated on the basis of fixed calculation periods. If appropriate offers from mitigation banks are not available, time lag offsets are normally defined as markups on the amount of offsetting activities, which would be required for a full compensation if no time lag problem would exist. The markup is calculated on the basis of a comparison between 1. the value of the restored ecological functions at a certain point of time after the impact and 2. their desired value after maturing.

Bei dem vom MULV-NRW vorgeschlagenen Verfahren [http://www.lanuv.nrw.de/natur/lebensr/num\\_bewert.htm](http://www.lanuv.nrw.de/natur/lebensr/num_bewert.htm) wird als Wert des Ausgleichsbiotopes sein Wert nach 30 Jahren Entwicklung zugrunde gelegt. Liegt der Wertzuwachs nach diesem Zeitraum unter der Wertminderung beim beeinträchtigten Biotop, so ist die Wertdifferenz durch einen entsprechenden Aufschlag auf den Umfang der Maßnahmen oder durch andere Maßnahmen, die zu einem entsprechenden Wertgewinn führen, auszugleichen.

Im Hessischen Verfahren ist der entsprechende Zeitpunkt der Abschluss der grundlegenden Biotopneuentwicklungsmaßnahmen (ohne Folgepflege). Also ein Zeitpunkt, der in der Regel bereits wenige Jahre nach dem Eingriff erreicht wird, an dem die Ausgleichsbiotop noch einen relativ geringen Wert besitzen. Die Aufschläge für zwischenzeitliche Funktionsverluste durch Entwicklungszeiten fallen entsprechend höher aus. Bei einer langfristigen Biotopentwicklung durch Einführung naturgerechter Bewirtschaftungsformen kann dagegen ohne Berücksichtigung von Entwicklungszeiten direkt der Zielwert angerechnet werden (vgl. [http://www.landesrecht-hessen.de/hessenrecht/881\\_Naturschutz\\_und\\_Landschaftspflege/881-41-AAV/AAV.htm](http://www.landesrecht-hessen.de/hessenrecht/881_Naturschutz_und_Landschaftspflege/881-41-AAV/AAV.htm)).

Die Problematik der Berechnung von Aufschlägen auf der Grundlage von Kalkulationszeiträumen liegt u.a. in der fehlenden wissenschaftlichen Begründung der Wahl des „richtigen“ Zeitraums. Die folgenden Methoden zur Berechnung von Ausgleichsmaßnahmen für Entwicklungszeiten versuchen diesen Mangel zu beheben, indem sie in ihrer Methodik auf Bewertungskonzepte der Ökonomie zurückgreifen oder die Berechnung von Ausgleichsmaßnahmen aus Strategien ableiten, mit denen versucht wird, zwischenzeitliche Funktionsverluste trotz dauernder Eingriffe zu vermeiden und eine stabile Entwicklung der Biodiversitätsbestände zu garantieren.

Methodische Fragen der Erfassung, Bewertung und Prognose von Beständen werden nicht behandelt.

When applying the method proposed by the Ministry of Environment, Agriculture and Consumerprotection of the German state Northrhine-Westfalia (MULV, NRW) ([http://www.lanuv.nrw.de/natur/lebensr/num\\_bewert.htm](http://www.lanuv.nrw.de/natur/lebensr/num_bewert.htm)) the predicted value of the ecosystem 30 years after beginning restoration is taken as a basis to calculate the offsetting measures. These future benefits are compared with the loss of functions caused by the impact. If the loss is valued higher than the offsetting measures, this difference can be compensated by enlarging the offsetting measures to such an extent that their future value exactly equals the value of the present loss.

In the method of state Hessen, the restored ecosystems are valued based on the predicted quality they should have reached just after basic restoration activities have finished (continuing habitat management not included). This is normally far earlier than the above mentioned 30 years. Hence the offsets get a minor value, and the markups for time lag offsetting are usually higher than those in NRW. An exception from this rule is defined for those cases, where offsetting takes place by a change in land-use management practices that increase biodiversity. The value of an ecosystem e.g. with a recently introduced biodiversity friendly management is calculated on its target value without considering maturing processes (s. [http://www.landesrecht-hessen.de/hessenrecht/881\\_Naturschutz\\_und\\_Landschaftspflege/881-41-AAV/AAV.htm](http://www.landesrecht-hessen.de/hessenrecht/881_Naturschutz_und_Landschaftspflege/881-41-AAV/AAV.htm)).

An essential problem of all approaches that build on fixed calculation periods is a lack of criteria to choose its appropriate length. The following methods try to overcome this lack of scientific foundation either by applying economically based valuation concepts or by integrating their calculations in comprehensive to stabilize the stocks of biodiversity despite of a flow of ongoing impacts that is continuously causing time lags.

Methodological problems of measuring, predicting and valuing biodiversity will not be considered here.

## **Kalkulation von Aufschlägen auf der Grundlage einer Abzinsung zukünftiger Biotopwerte**

Eine andere Methode der Bestimmung von Aufschlägen auf Ausgleichsmaßnahmen zur Kompensation von Entwicklungszeiten bietet das aus der Ökonomie stammende Verfahren der Ab- bzw. Aufzinsung (vgl. NOAA 1995, 2000, 2006; Schweppe-Kraft: 1998: 101 folgende, 2009). Hierbei werden zukünftig anfallende Kosten oder Nutzen eines Projektes geringer bewertet als heute entstehende Kosten und Nutzen.

Die zunehmende Mindergewichtung zukünftiger Perioden erfolgt durch „Abzinsung“; das heißt, dass die realen Ergebnisse, z.B. der gemessene oder geschätzte Wert der Biodiversität auf einer Ausgleichsfläche, in der jeweils nächsten Periode immer wieder rechnerisch um einen bestimmten Prozentsatz im Vergleich zur vorhergehenden Periode vermindert wird. Die Summe von solchermaßen abgezinsten Periodenergebnissen ist, auch wenn der Betrachtungshorizont unendlich ist, immer eine endliche Größe. Gleichung 1 gibt die mathematische Formel zur Berechnung der Summe abgezinster Periodenergebnisse in allgemeiner Form an.

Diese Formel kann auch eingesetzt werden, um zu bestimmen, ob zwischen einer Status-Quo-Entwicklung von ökologischen Funktionen ohne Eingriff und Ausgleichsmaßnahmen und einer Entwicklung mit Eingriffen und Ausgleichsmaßnahmen Wertgleichheit besteht. Hierzu wird für beide Entwicklungen eine entsprechende Abzinsung und Aufsummierung durchgeführt und die beiden Summen anschließend miteinander verglichen. Wird der Umfang der Ausgleichsmaßnahmen soweit erhöht, dass die summierten, abgezinsten Werte der ökologischen Funktionen in der Situation ohne Eingriff und mit Eingriff und Ausgleich gleich hoch sind, so geht man davon aus, dass die zwischenzeitlichen Funktionsverluste durch die nachträglich geschaffenen zusätzlichen Funktionen ausgeglichen sind (vgl. Abbildungen 1 - 3).

## **Calculating time lag offsets by discounting future benefits**

Another procedure to calculate markups on offsets for time lag-caused losses is based on the economic method of discounting (s. NOAA 1995, 2000, 2006; Schweppe-Kraft: 1998: 101ff, 2009). Discounting means valuing benefits or costs that occur in the future less than present costs or benefits. The longer the distance from today, the minor the value that is given to them.

This increasing unimportance of what happens in the future is expressed by reducing the future values of activities like costs and benefits or respectively losses and gains of biodiversity by a certain percentage for every year in the future. This percentage is called the discounting rate. After discounting, the sum of a constant benefit flow gets a finite value, regardless how long the flow of benefits continues. Equation 1 shows the general formula for the calculation of any kind of flow of discounted values.

This equation is also used to compare the value of different flows of ecological functions; for instance in a scenario without impacts and a scenario with impacts and offsetting measures. For both scenarios the scope of annual functions is measured, the values of these functions are discounted and then summed up over the whole period. If the sums of both scenarios are the same, the ecological functions born by the offsets are regarded as having exactly set off the loss of functions caused by the impact. This encompasses also off-setting the time lag (s. figures 1 - 3).

Gleichung 1  
/ Formula 1

Formula for the value of a discounted flow of annual benefits

$$W_0 = \sum_{t=0}^n \frac{W_t}{(1+i)^t}$$

- $W_0$ : Present value of a discounted flow of annual benefits
- $t$ : Index of period ( $t = 0, 1, 2, \dots, n$ )
- $n$ : Last period
- $W_t$ : Benefit in the year "t"
- $i$ : discount rate

Abbildungen /  
Figures 1 to 3

Kalkulation von Aufschlägen durch Abzinsung zukünftiger Biotopwerte  
Calculating time lag offsets by discounting future benefits

Abbildung 1  
/ Figure 1

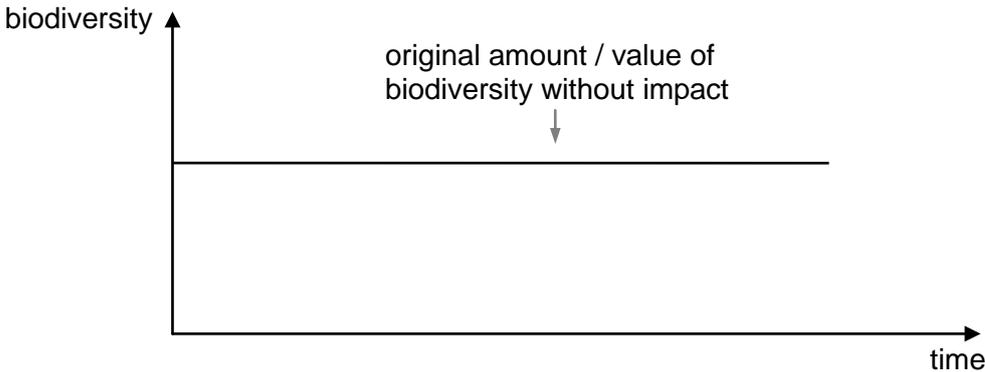


Abbildung 2  
/ Figure 2

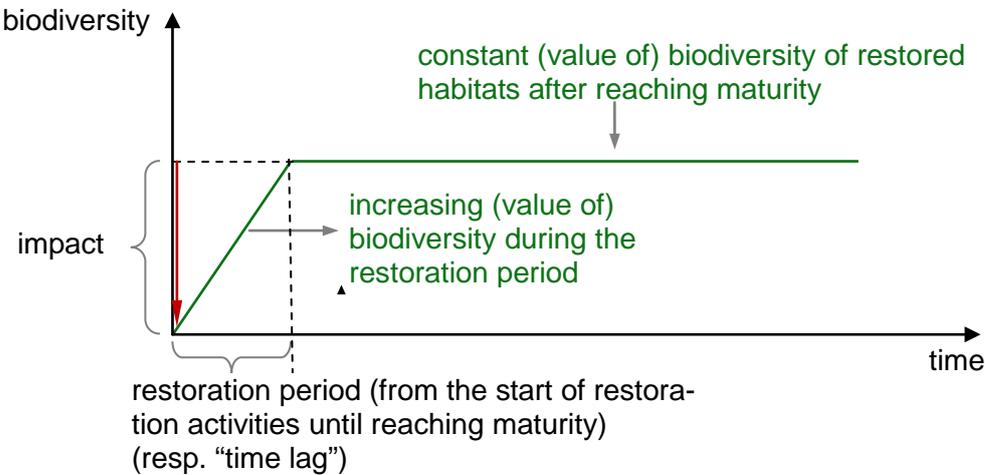
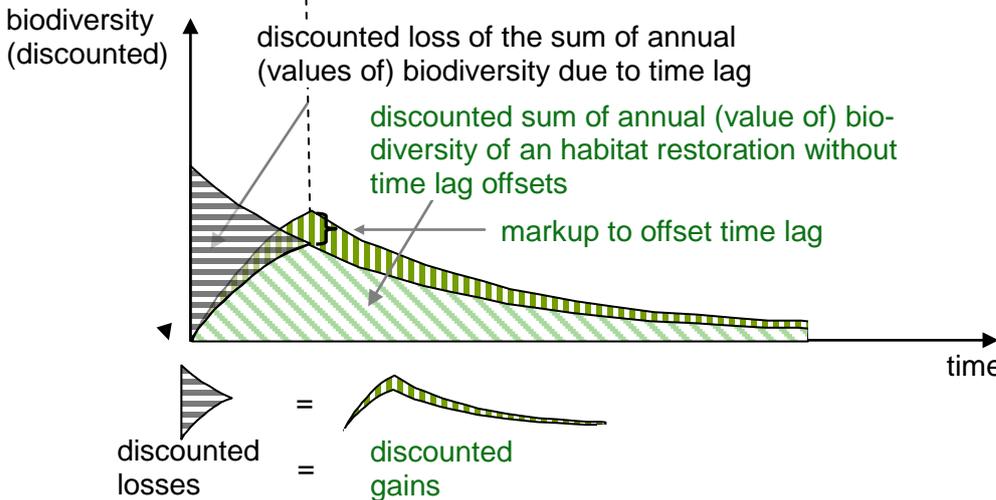


Abbildung 3  
/ Figure 3



Das Verfahren der Abzinsung und periodenweisen Aufsummierung stammt aus der betrieblichen Investitionsrechnung und wird sowohl bei rein ökonomisch ausgerichteten Wirtschaftlichkeitsrechnungen verwendet als auch bei der sogenannten Kosten - Nutzen - Analyse, mit der auch öffentliche Güter wie z.B. Umweltverbesserungen oder -verschlechterungen bewertet werden.

Abzinsung bedeutet generell, dass zukünftige Nutzen geringer bewertet werden als heutige. Für solch ein Verhalten gibt es zwei Rechtfertigungen. Die erste geht davon aus, dass Zinsen der Ausdruck individueller Präferenzen sind, und diese individuellen Präferenzen eben darin bestehen, dass Gegenwärtiges höher bewertet wird als Zukünftiges. Die zweite Rechtfertigung für eine Abzinsung basiert dagegen auf der Annahme, dass Zinsen der Ausdruck der Produktivität des Kapitals sind.

Durch Sparen und Investieren ist es möglich, das Produktionspotential auszuweiten, so dass in der Zukunft eine immer größere Güterproduktion möglich ist. Bei der Aufnahme von Krediten kann man deshalb damit rechnen, dass die Rückzahlung oder eine wachsende Zinsbelastung in der Zukunft aufgrund gesteigener Wohlfahrt geleistet bzw. getragen werden kann, ohne dass der Lebensstandard dadurch empfindlich eingeschränkt werden müsste. Auf der Grundlage einer expandierenden Güterversorgung hat die Abzinsung zukünftiger Nutzen u.a. die Funktion, deutlich zu machen, dass der relative Wert einer gegebenen Menge von Gütern in der Zukunft geringer ist als heute, da dann eine insgesamt größere Gütermenge zur Verfügung steht (vgl. Nijkamp/Rouwendahl 1985: 7, Hampicke 1992: 130f, 141, Ströbele 1992: 152).

Dies gilt aber nur für Güter, die auch tatsächlich vermehrbar sind. Für Leistungen des Naturhaushalts trifft dies wesentlich weniger zu als für industrielle Güter.

The discounting method originally stems from business economy (esp. investment and capital budgeting) but is also applied in public cost-benefit-analysis for assessing projects with for example environmental and social impacts.

Discounting generally means weighting future activities less relevant than what happens today. Such a behavior can be justified in two different ways. Giving the present more value than the future can be seen as an expression of individual preferences. In this case the discount rate is a mathematical formula that has the function to integrate such kind of preferences in cost-benefit-analysis. The second rationale is based on the assumption that the interest rate used for discounting is the mathematical expression for the productivity of capital.

By saving and investing, the stock of productive capital is increased, so that in the future more and more goods and services can be produced and welfare rises. Using credits to increase current consumption and paying an interest rate for it is reasonable because capital accumulation makes it possible to count on rising incomes that ensure the household's capacity to payback the credits – or to pay the interest for an increasing credit burden – without diminishing living standards. In a world of a growing provision of goods and services, discounting has the role to show that the relative value of a given bundle of goods is constantly declining, due to the more or less steadily rising supply (s. Nijkamp/Rouwendahl 1985: 7, Hampicke 1992: 130f, 141, Ströbele 1992: 152).

But this assumption of diminishing relative values is not true for all kinds of goods. It may fail especially for those goods and services whose supply can merely be expanded by industrial production, like biodiversity or ecosystem services.

Natürliche und naturnahe Biotope mit reicher Artenvielfalt sind nicht (in dem Maße) durch Investitionen und technische Innovationen vermehrbar wie Industrieprodukte. Es ist eher anzunehmen, dass sie aufgrund ihrer größeren Knappheit oder aber auch aufgrund der verbesserten Güterversorgung im Industriegüterbereich in Zukunft relativ wertvoller werden. Statt einer Abzinsung (üblicherweise zwischen 2 und 5%) könnte man deshalb für diese Güter ebenso einen Zins von Null (vgl. Nijkamp/Rouwendahl 1985: 12) oder sogar eine Aufzinsung begründen.

Ein Zins von „0“ würde bei dem oben genannten Aufschlagverfahren basierend auf periodenweiser Abzinsung und Aufsummierung aber keineswegs dazu führen, dass zur nötigen Kompensation zwischenzeitlicher Funktionsverluste besonders hohe Aufschläge nötig wären. Ganz im Gegenteil dazu gilt beim Abzinsungsverfahren: je höher der gewählte Zinssatz, desto höher der zur Kompensation nötige Aufschlag.

Neben der Wahl des richtigen Zinssatzes ist ein weiteres methodisches Problem des Abzinsungsverfahrens, dass es implizit davon ausgeht, dass die Ziele des Naturschutzes zeitlich teilbar sind und deshalb in periodenweisen „Portionen“ gemessen werden können. Einige wichtige Ziele des Naturschutzes wie z.B. das Ziel der Erhaltung des Genoms der Arten (innerartliche genetische Vielfalt) lassen sich aber nicht sinnvoll in zeitlichen Portionen messen. Für das genannte Ziel ist es allein maßgeblich, ob es zu einem Zeitpunkt in der Zukunft noch im selben Umfang erreichbar ist wie heute oder nicht. Durch zwischenzeitliche Populationsverluste, die bei einer Anwendung des Abzinsungsverfahrens wahrscheinlich als zu kompensierender time lag interpretiert würden, kann dieses Ziel beeinträchtigt werden, dies muss aber nicht der Fall sein.

The supply with natural and semi-natural, species rich ecosystems for example cannot be enhanced such easily and to such an extent by investment and technical innovation as it is the case with industrial products. Different from the latter it can therefore be quite reasonable to assume that the value of a given bundle of biodiversity does not decrease. It rather rises in the future, due to increasing absolute or relative scarcity. Instead of using the common discount rate (usually about 2-5%) also a discount rate of zero (constant values, s. Nijkamp/Rouwendahl 1985: 12) or rising values would be appropriate or even more appropriate.

By the way it should be mentioned here that if the discounting method is used for the calculation of time lag offsets the use of a zero discounting rate would by no means lead to offsets that are especially high. Quite contrary to this, the higher the discounting rate (which means: the lower future is valued), the higher are the time lag offsets that are calculated with the help of the discounting method.

Apart from the question which discount rate should be applied there is another methodological problem. A basic assumption of the discounting method is that benefits can be divided and measured in annual pieces. For some nature conservation targets this assumption is quite questionable. Dealing with the target of preserving a species genome it is for example irrelevant whether the number of existing individuals of this species is temporarily reduced by an impact; if only the genome is still the same after the population's rehabilitation. An application of the discounting method would probably regard the temporary reduction of the population size as a time lag-problem and would calculate the related offset based on the comparison of the annual population size with its size in the no impact scenario. But if the interim loss of the population size had no negative impact on the genome, there would be no need for this offset from the view of conserving genetic variety.

Aufgrund der genannten methodischen Unsicherheiten beim Abzinsungsverfahren (Wahl des richtigen Zinssatzes, Messung der Naturschutzziele in periodenweisen „Portionen“) sollte man noch weitere Begründungsmuster für die Höhe der Kompensation von Entwicklungszeiten heranziehen.

### **Ausgleich/Ersatz durch Refinanzierung eines Fonds zur Kompensation von Entwicklungszeitverlusten**

Zusätzliche Erkenntnisse über das Problem der Entwicklungszeiten, die Höhe möglicher Aufschläge zur Kompensation sowie über möglichst effiziente Instrumente zum Ausgleich entwicklungszeit-bedingter Biodiversitätsverluste ergeben sich, wenn man den Eingriff eines einzelnen Verursachers nicht isoliert betrachtet, sondern als Teil einer Summe von heutigen und zukünftigen Eingriffen, die nicht durch einen einzigen, sondern durch verschiedenste Eingriffsverursacher ausgelöst werden. (Vgl. zum folgenden Schweppe-Kraft 1998: 114ff).

Hierzu ist es hilfreich, den Verlauf eines Biotopbestandes (bzw. analog: Bestandes ökologischer Funktionen) bei laufenden Eingriffen durch eine einfache mathematische Formel zu modellieren. Der Bestand eines „reifen“ bzw. entwickelten Biotopes zum Zeitpunkt „t“ sei hierzu mit „ $F_t$ “ bezeichnet, der Anfangsbestand sei „ $F_0$ “. Im einfachsten Fall sei davon ausgegangen, dass der Bestand durch gleichbleibend konstante Eingriffe beeinträchtigt wird, die zu einem jährlichen Bestandsverlust durch Eingriffe in Höhe von „FE“ führen. Jeder Eingriff würde jeweils vom einzelnen Verursacher individuell durch direkt nach dem Eingriff durchzuführende Maßnahmen so ausgeglichen, dass nach einer Entwicklungszeit von TE Jahren wieder ein neues reifes Biotop im gleichen Flächenumfang entsteht (vgl. Abbildungen 5 und 6).

Due to the methodological problems of discounting mentioned above (choosing the appropriate discount rate, measuring biodiversity targets in annual pieces), additional concepts should be considered when looking for ways to determine the scope of time lag offsets.

### **Compensating for interim losses by refinancing a fund for time lag offsetting**

To gain additional findings about the problem of time lags, the amount of possible markups for compensation and efficient instruments to offset restoration-time-related losses of biodiversity, an impact should not be considered isolated, but as part of a sum of present and future interventions caused by different developers/polluters (to the following s. Schweppe-Kraft 1998: 114ff).

For this purpose, it is helpful to model a simple mathematic equation for the course of a stock of biodiversity (respectively: stock of ecological functions or habitats) during ongoing interventions. The stock of „matured“ or fully developed habitats at a specific date „t“ will be termed with „ $F_t$ “, the initial stock will be „ $F_0$ “. In the simple case, it is assumed, that the stock will be affected by consistent interventions that lead to an annual stock loss in the amount of „FE“. Every intervention would be offset through individual activities in that way that a new matured habitat in the same scope will arise after a time lag of „TE“.

Die Entwicklung des Bestandes „reifer“ bzw. entwickelter Biotope zeigt in diesem Fall anfangs einen linearen Rückgang im jährlichen Umfang von „FE“. Dieser Rückgang dauert genauso lange, bis das erste Ausgleichsbiotop sich voll entwickelt hat; also bis zum Ende der ersten Entwicklungsperiode nach „TE“ Jahren (vgl. Abbildung 6). Danach kommt es durch die „Reifung“ der parallel zu den Eingriffen laufend vorgenommenen Ausgleichsmaßnahmen dazu, dass sich Verluste durch Eingriffe und Zunahmen durch Ausgleichsmaßnahmen ständig ausgleichen; allerdings auf einem Niveau, das geringer ist als das Anfangsniveau.

Dieses Niveau zum Zeitpunkt TE-1 („ $F_{TE-1}$ “), direkt vor Reifung des ersten Ausgleichsbiotops, lässt sich aus dem Anfangsbestand „ $F_0$ “, der pro Periode durch Eingriffe zerstörten Biotopfläche „FE“ und der Entwicklungszeit „TE“ nach der Formel  $F_{TE-1} = F_0 - TE * FE$  errechnen. Der langfristige Bestandsverlust an Biotopen in der Höhe von  $F_0 - F_{TE-1} = TE * FE$  ist bei diesen Annahmen das Produkt aus Entwicklungszeit und den pro Jahr durchgeführten Eingriffen. Ist die Entwicklungszeit eines Biotops beispielsweise 20 Jahre lang und wird pro Jahr eine Fläche dieses Biotops im Umfang von 10 ha vollständig zerstört, so ist der Bestandsverlust an „reifen“, das heißt mindestens 20 Jahre alten Biotopen, das 20fache des jährlichen Eingriffs, in diesem Fall also  $20 * 10 \text{ ha} = 200 \text{ ha}$ .

Wenn die einzelnen Ausgleichsmaßnahmen keine Kompensation der Entwicklungszeiten vorsehen, sondern sich lediglich an der Zielsetzung der Wiederherstellung der zerstörten Flächen orientieren, bleibt dieser Verlust bei Betrachtung einer anhaltend fortlaufenden Folge von Eingriffen trotz laufend ausgeführter Ausgleichsmaßnahmen auf Dauer bestehen. (Vgl. Abbildung 6).

Dieser langfristige, auf Dauer bestehende Bestandsverlust kann durch einen Fonds ausgeglichen werden.

At the beginning the stock of „matured“ or fully developed habitats shows a linear decline at the annual extent of „FE“. This annual decrease takes just as long till the first offset-habitat has fully matured; hence till the end of the first restoration period after „TE“ years (s. figure 6). From then on the continuous flow of newly matured offset habitats results in a stable amount of the stock and thus compensates for the still continuously ongoing impacts. This level, however, is lower than the original stock of biodiversity.

The level at the point of TE-1 („ $F_{TE-1}$ “), just before the first offset habitat has matured, will be calculated based on the initial stock „ $F_0$ “, the annually destroyed habitat area „FE“ and the time lag „TE“, with the equation:

$$F_{TE-1} = F_0 - TE * FE.$$

The long term stock loss of habitats in the amount of

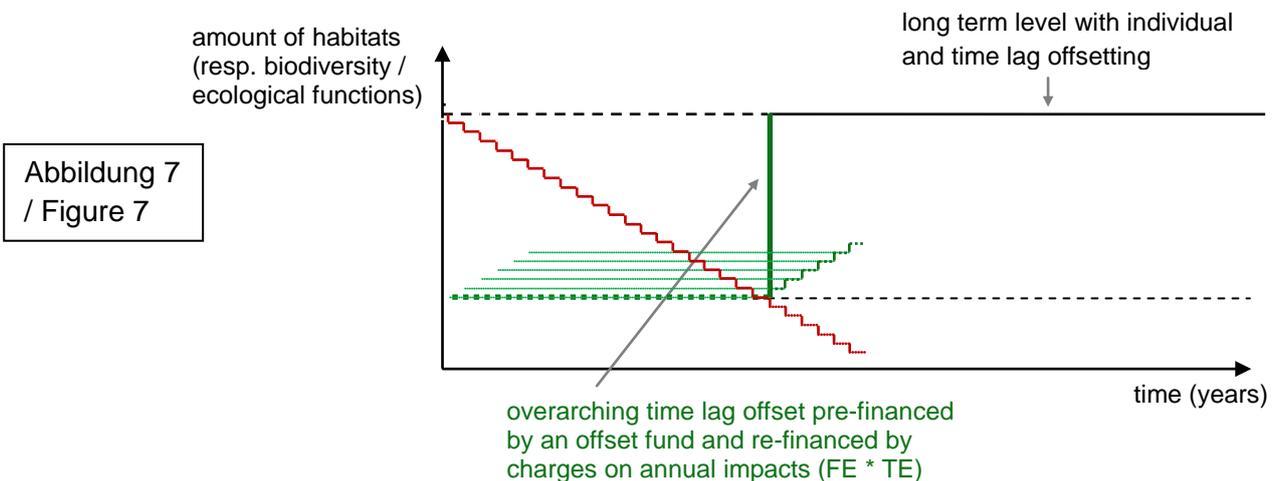
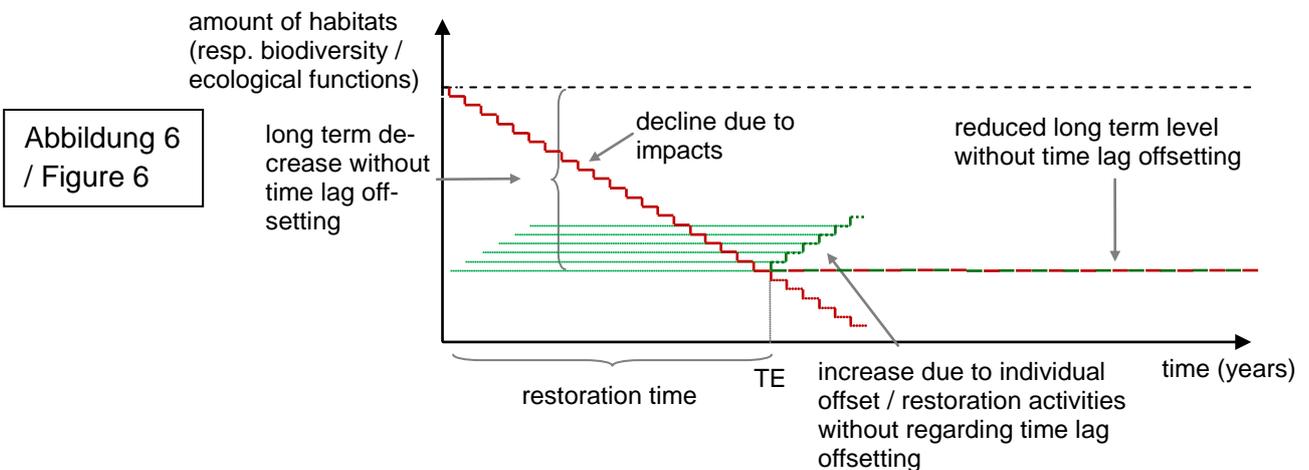
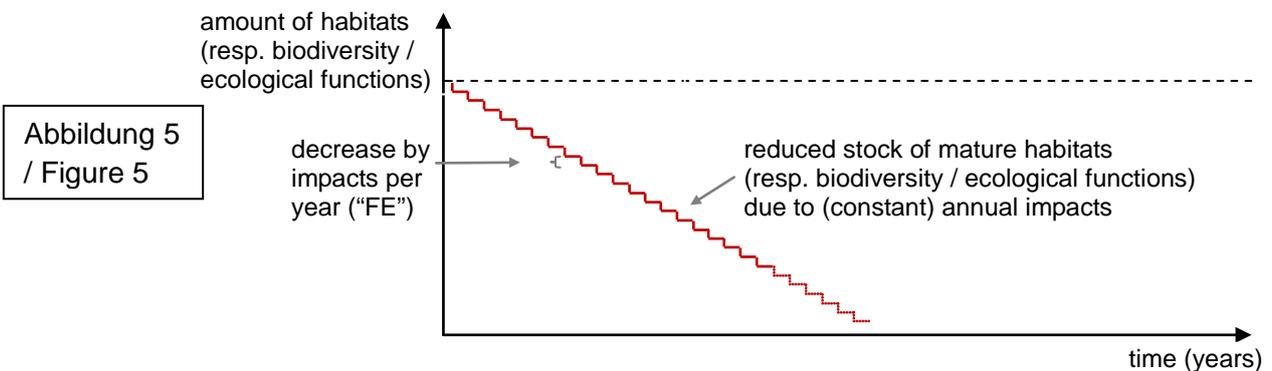
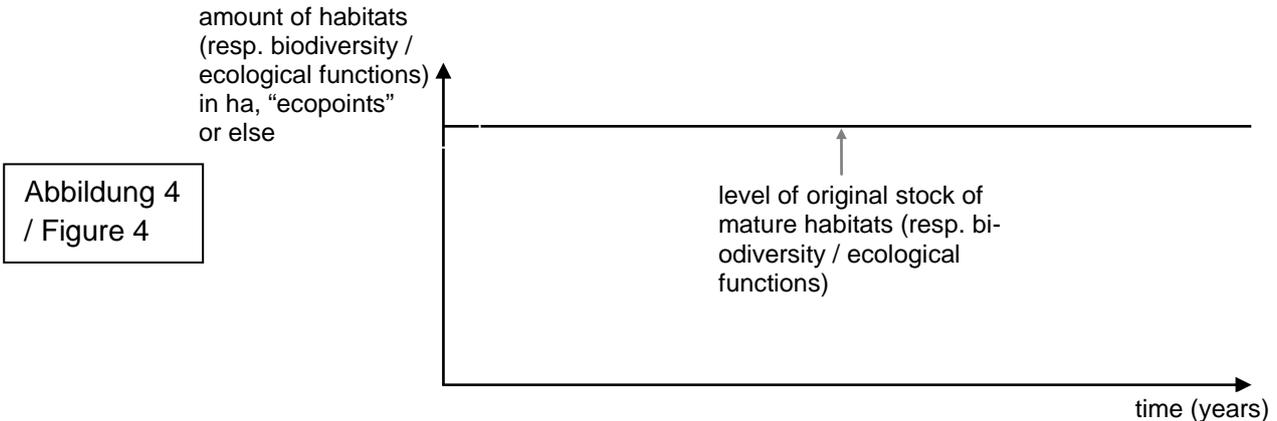
$$F_0 - F_{TE-1} = TE * FE$$

is under these assumptions the product of the length of the period from the beginning of restoration activities until the full recovery of biodiversity and the loss of biodiversity (habitats) caused by impacts per year.

For example, if the restoration and maturing time of a habitat is 20 years and the loss of this kind of habitats is 10 hectares per year, then the long term stock loss of „matured“ (minimum 20 years old) habitats, is 20-times of the annual intervention, in this case 20 multiplied with 10 years = 200 hectares.

If offset activities do not include time lag compensation, and it only has to be restored what is damaged, this loss will continue in the long run despite of all permanent offsetting activities due to the ongoing flow of continuing impacts. (S. figure 6)

This long term stock loss can be compensated using an offset fund.



Der Ausgleichsfonds finanziert sich durch einen Kredit. Mit ihm werden Biotopentwicklungsmaßnahmen durchgeführt, mit denen die prognostizierten Entwicklungszeit bedingten langfristigen Verluste des Biotopbestandes ausgeglichen werden. Refinanziert wird der Kredit später durch zusätzliche Abgaben der Verursacher, die für die einzelnen Eingriffe festgelegt werden. (Vgl. Abbildung 7). Wie unten gezeigt wird, ist die Höhe dieser Abgaben allein abhängig von der Entwicklungsdauer, dem Zinssatz und dem Umfang des einzelnen Eingriffs. Die Abgabe lässt sich deshalb auch dann berechnen, wenn die zukünftige Entwicklung der Eingriffe nicht zuverlässig geschätzt werden kann.

Zur Erläuterung der Berechnung der Abgabe sei angenommen, dass die Kosten der Wiederherstellung pro Flächeneinheit eine Höhe von „KF“ haben. Die Gesamtkosten der Ausgleichsmaßnahme („KV“), mit der die entwicklungszeit-bedingten Biotopverluste aller zukünftigen Eingriffe ausgeglichen werden können ist dann:  $KV = KF * TE * FE$ . Werden diese Kosten komplett durch einen Kredit mit unendlicher Laufzeit finanziert (bzw. durch einen Kredit, der nach Ende der Laufzeit immer wieder erneuert wird), so hat die entsprechende jährliche Zinsbelastung „Zj“ bei einem Zins in Höhe von „z“ den Umfang von  $Z_j = z * KF * TE * FE$ . Wird diese Zinsbelastung gleichmäßig auf die jährlich stattfindenden Eingriffe im Umfang von „FE“ verteilt, so ergibt sich eine Belastung pro Flächeneinheit im Umfang von  $z * TE * KF$  (Zinssatz multipliziert mit Entwicklungszeit multipliziert mit den Wiederherstellungskosten pro Flächeneinheit). Diese Summe ist zusätzlich zu den Ausgleichsmaßnahmen an den Fonds zur Kompensation von Entwicklungszeiten zu zahlen ist.

Die entsprechende Zahlung kann man auch als Prozentsatz der einfachen Wiederherstellungskosten ohne Zeitausgleich ausdrücken. Dieser Prozentsatz hat die Höhe von  $z * TE * 100$ .

The offset fund will take out a loan to pre-finance restoration activities in such kind and to such an extent that the estimated long term loss of the original habitat stock caused by the time lags is compensated. The offset fund is refinanced through charges that have to be paid by all developers/ polluters in addition to their individual offset activities. (S. figure 7). As shown below, the amount of the charge for every developer depends on the length of the time lag, the interest rate of the loan and the extent of the every impact.

For illustration it is assumed that the restoration costs per unit area have an amount of „KF“. Then the total costs of offset activities to compensate the long-term stock loss („KV“) are:  $KV = KF * TE * FE$ . Will these costs be fully funded by a loan with an infinite run-time (respectively with a constantly renewed loan after termination), then the corresponding annual interest burden „Zj“ accounts for  $Z_j = z * KF * TE * FE$ , with „z“ as the interest rate. If this interest charge is allocated to the annual impacts according to the individual scope of each impact (resp. impact area „FE“), there will be a charge per unit area in the scope of  $z * TE * KF$  (interest rate multiplied with time lag multiplied with restoration costs per unit area).

This payment can also be expressed as a percentage rate of the restoration costs without time lag offsets. This percentage rate has the amount of  $z * TE * 100$ .

Das bedeutet, dass bei einem Zinssatz von z.B.  $z = 0,04$  (bzw. 4%) und einer Entwicklungszeit von  $TE = 20$  Jahren zusätzlich zu den einfachen Wiederherstellungsmaßnahmen (ohne Time lag Ausgleich) eine Abgabe an den Ausgleichsfonds in Höhe von 80% der Kosten dieser Maßnahmen zu leisten sind. Mit dieser Abgabe der Verursacher für aktuelle und zu erwartende zukünftige Eingriffe, kann der Ausgleichsfonds den vorab übergreifend für diese Eingriffe durchgeführten Entwicklungszeitausgleich vollständig refinanzieren.

Durch eine solche übergreifende Strategie kann die Kompensation von Entwicklungszeiten unabhängig vom einzelnen Eingriff durch eine die zukünftigen Eingriffe abschätzende vorsorgende Strategie zum frühest möglichen Zeitpunkt erreicht werden; früher als dies bei einer Kompensation durch Aufschläge auf die individuell durchzuführenden Kompensationsmaßnahmen möglich wäre.

Bei der oben genannten Formel wird davon ausgegangen, dass die im Rahmen der Biotopneuentwicklung durch Ausgleichsmaßnahmen sich neu entwickelnden Funktionen erst dann angerechnet werden, wenn die Ausgleichsbiotope wieder den gewünschten „Reifezustand“ nach „TE“-Jahren erreicht haben. Alternativ könnte man unter bestimmten Bedingungen aber auch davon ausgehen, dass die Funktionen, die sich während der Entwicklungszeit einstellen, mindernd auf den Bestandsverlust angerechnet werden können.

Geht man etwa davon aus, dass sich der Wert der Biotope während der Entwicklungszeit linear erhöht, so braucht man durch den Fonds den Bestandsverlust an reifen Biotopen nur zur Hälfte kompensieren. Würde während der Entwicklungszeit im Durchschnitt jährlich ein Drittel des Wertes des „reifen“ Biotopes erreicht, so wäre auch nur zwei Drittel des Bestandsverlustes durch den Fonds wiederherzustellen. Für andere Anteile gilt das entsprechende.

For example, at an interest rate of  $z = 0.04$  (4%) and at a time lag of  $TE = 20$  years the fund has to be paid a charge of 80% of the restoration costs without time lag offsets. This charge, taken from each developer/polluter – today and in the future, allows the fund for completely re-financing all its time lag-offsetting measures that were carried out once to compensate for all future time lags caused by impacts.

Through such a preventive strategy the compensation of time lags can be reached at the earliest possible time; earlier than is possible by offsetting through markups on the restoration activities that have to be carried out by every individual developer/polluter.

When applying the equation for time lag offset charges mentioned above, it is implicitly assumed that only matured habitats count for offsetting the long-term habitat loss. However, under certain conditions it could be reasonable to take the ecological functions of non-matured offset habitats into account as well.

Assuming that the values of those offset habitats that can be counted against the long-term stock loss, increase linearly during the restoration period, only half of the stock loss of matured habitats has to be compensated through the fund. Would one-third of the value of the “matured” habitats be reached on average annually during the recovery period, then the fund has to restore two-third of the stock loss (other shares calculated in correspondence).

Analog würden sich auch die entwicklungszeit-bedingten Abgaben anteilmäßig ändern.

Die dargestellten Berechnungen gehen davon aus, dass der Umfang der Eingriffe pro Jahr im Durchschnitt konstant bleibt. Entsprechende Berechnungen sind aber auch für zunehmende und abnehmende Eingriffe möglich (vgl. Schweppe-Kraft 1998: 124 ff).

In der Praxis wird es schwierig sein, den zeitlichen Verlauf der Eingriffe in die verschiedenen Biotoptypen zuverlässig abzuschätzen, um genau die passende Höhe der vorsorgenden Biotopneuschaffungen für jeden Biotoptyp im Einzelnen herzustellen. Dies gilt insbesondere für kleinere räumliche Einheiten wie z. B. Kreise oder einer Kommunen. Besser schätzen lässt sich dagegen der Gesamtumfang der Eingriffe, insbesondere für größere räumliche Einheiten, wie z. B. Regierungsbezirke oder Länder.

Aus diesem Grund sollten Fonds zum vorsorgenden Ausgleich von Entwicklungszeitverlusten eher für größere Räume eingerichtet werden. Da auch dann die Verteilung der Eingriffe auf die verschiedenen Biotoptypen nur relativ unsicher zu prognostizieren ist, sollte sich die inhaltliche Ausrichtung der Wiederherstellungsmaßnahmen, die der Ausgleichsfonds aus den Abgaben für Entwicklungszeitverluste finanziert, weniger an der unsicheren Verteilung der zukünftig betroffenen Biotoptypen ausrichten, sondern eher an den planerisch für die jeweilige Raumeinheit festgelegten Naturschutzziele.

Anders als beim Abzinsungsmodell sind bei dem dargestellten „Fondsmodell“ bei der Wahl des Zinssatzes keine wohlfahrtstheoretischen Überlegungen über die zu wählende Höhe erforderlich. Da das Modell ein reines Finanzierungsmodell ist, braucht man „nur“ die Entwicklung des Kapitalmarktzinseszinses bzw. (bei staatlichen Fonds) den Zinssatz für die Staatsverschuldung abschätzen.

The time lag offset charge could then be adapted respectively.

The calculations presented assume that the scope of interventions per year persist constant in average. Corresponding calculations are also likely when interventions increase or decrease (s. Schweppe-Kraft 1998: 124ff).

Especially with regards to smaller administrative divisions for example a district or a municipality, the future course of interventions in the different kind of habitats will not be easy to predict. Therefore it will be unlikely that the habitat restorations for offsetting time lags will completely fit to the special kind of future impacts. The overall scale of future interventions into biodiversity however can be forecasted far better; especially with regard to larger administrative areas like the German federal states and their administrative divisions.

Time lag offsetting funds should therefore be implemented for regions that are large enough to reduce uncertainty to a tolerable level. Even then the proportion between the different habitats will hardly match. Habitat restorations for offsetting future time lags should therefore rather be guided by nature conservation needs and less through uncertain predictions of future impacts.

Unlike the discounting model, the above outlined offset fund model does not need welfare-theoretical considerations with regards to the appropriate level of interest rate. Given that the offset fund model is a pure financing model, “simply” the development of the capital market interest rate has to be estimated or, in case public funds are involved, the development of the interest rate for long term public loans.

## **Kompensation von Entwicklungszeiten durch zeitliches Vorziehen von Ausgleichsmaßnahmen**

Ein weiterer Ansatz zur Bestimmung der nötigen Maßnahmen zur Vermeidung zwischenzeitlicher Wertverlust ausgelöst durch Entwicklungszeiten geht von der Überlegung aus, die gesamte Ausgleichsmaßnahme zeitlich so weit vor dem Eingriff durchzuführen, dass die Gewinne an Biodiversität, die durch die vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen entstehen, genauso hoch sind wie die Verluste durch den später stattfindenden Eingriff. Gewinne und Verluste gleichen sich so im zeitlichen Durchschnitt aus. (vgl. Junglas 2002 und Abbildung 8 und 9).

Bei einer linearen Entwicklung des Wertes der Ausgleichsmaßnahme ist dieser Zeitpunkt genau auf der Hälfte der Entwicklungszeit erreicht. Bei einer nicht-linearen Entwicklung ist dies der Zeitpunkt, zu dem die aufsummierten Beträge der bereits wiederhergestellten Funktionen genauso groß sind wie die Summe der bis zum Ende der Entwicklungszeit noch wiederherzustellenden Funktionen (vgl. Abbildung 9).

Bei der Betrachtung einer Vielzahl von Eingriffen führt dieses Verfahren dazu, dass der Gesamtwert der Biotopbestände, mit mehr oder weniger starken eingriffs-, ausgleichsbedingten Schwankungen, auf einem stabilen Niveau verbleibt. Dadurch, dass die Erhöhung der Biodiversität dem gleich hohen Verlust jeweils zeitlich vorläuft, kommt es jedoch insgesamt gesehen zu einer Erhöhung des Bestandes an biologischer Vielfalt über das ursprüngliche Niveau hinaus (vgl. Abbildung 10).

Wenn eine wertmäßige Anrechnung sich entwickelnder Bestände aufgrund der naturschutzfachlichen Ziele nicht in Frage kommt, es also nur auf die reifen Bestände ankommt, läuft dieses Modell darauf hinaus, dass ein Eingriff erst durchgeführt werden darf, wenn das Ausgleichsbiotop vollständig entwickelt ist.

## **Offsetting time lags in the recovery of ecosystems by anticipated compensation measures**

Another approach to calculate time lag offsets is based on the idea to start offsetting activities in advance of an impact, so that the gains of ecological functions through offsetting activities are as large as the losses caused by the coming impact. Gains and losses compensate one another in the annual average. (s. Junglas 2002 and figures 8 and 9).

If the ecological functions of the restored ecosystems grow in a linear way, then the time to begin restoration activities to reach this aim is half way of the full restoration period. Whereas if the ecological functions increase non-linearly, the point of time to begin with offsetting is exactly when the new ecological functions created by restoration activities summed up over time have the same amount as the annual sum of functions that are still to be developed (s. figure 9).

Considering a larger number of impacts, anticipated offsetting as described here leads to a situation where the scope of ecological functions is kept up on a more or less stable level with deviations to the bottom or to the top due to the ongoing impacts and offsetting activities. Since increases precede decreases, the level habitats (or ecological functions / biodiversity) is in average higher than the original stock (s. figure 10).

If nature conservation targets are defined in such a way that only the matured ecosystems count, then the time to begin with offsetting activities would be one complete restoration period before the impact happens.

Abbildung 8  
/ Figure 8

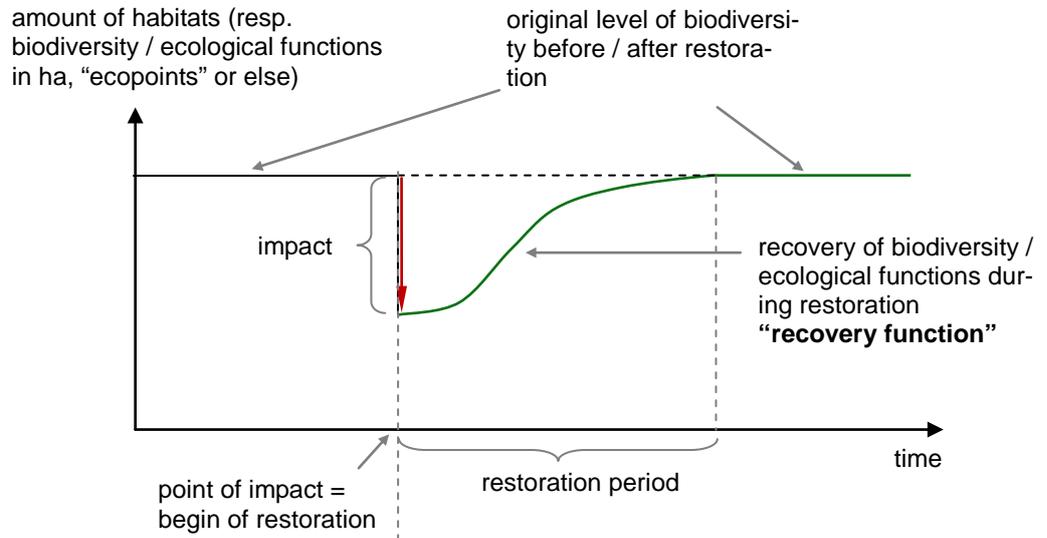


Abbildung 9  
/ Figure 9

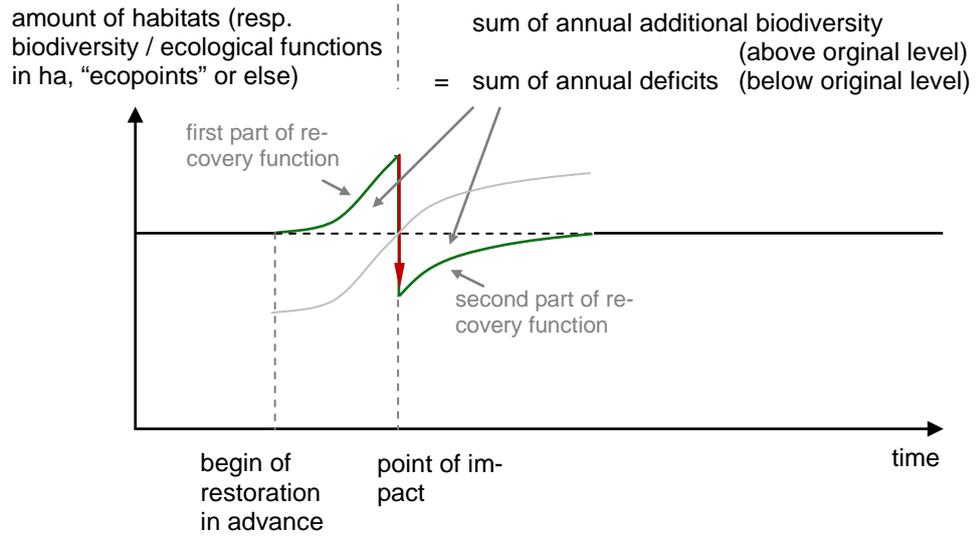
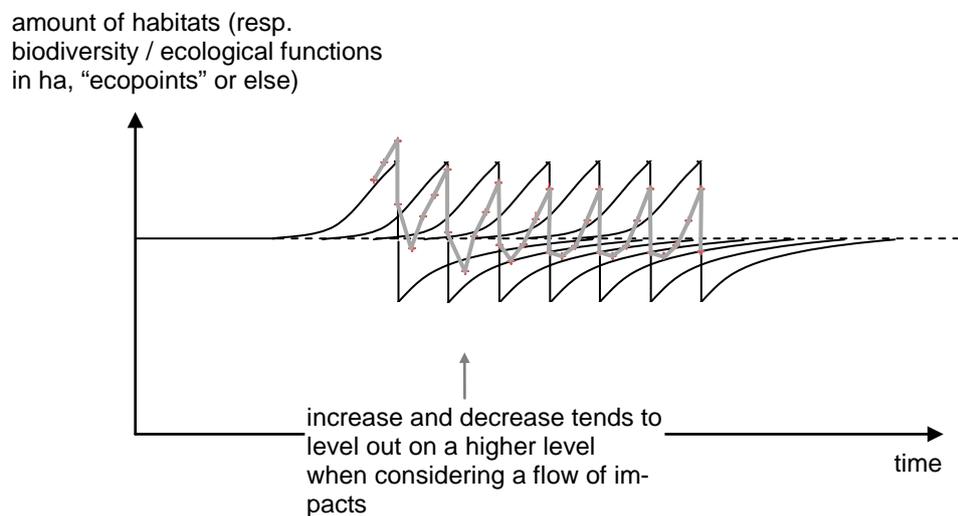


Abbildung 10  
/ Figure 10



In der Praxis dürfte das Modell vorgezogener Wiederherstellungsmaßnahmen in den allermeisten Fällen nur mit Hilfe von Ausgleichsbanken realisiert werden können. Der Eingreifer würde in solch einem Fall von einer Ausgleichsbank ein Biotop kaufen, mit dessen Herstellung zu dem oben dargestellten Zeitpunkt begonnen wurde.

Die Ausgleichsbank muss die Wiederherstellung vorfinanzieren. Die dadurch entstehenden zusätzlichen Finanzierungskosten müssen in den Kaufpreis des Kompensations-Biotops integriert werden. Diese Zusatzkosten können als Ausgleich für die sonst entstehenden zwischenzeitlichen Funktionsverluste interpretiert werden.

### **Vergleich der verschiedenen Verfahren**

In den Abbildungen 11 bis 13 und Tabelle 1 wird dargestellt, welche Ergebnisse die verschiedenen Modelle zur Berechnung des Ausgleichs für Entwicklungszeiten erbringen. Die Darstellungen umfassen verschiedene Entwicklungszeiten und verschiedene Zinssätze (nur Tabelle 1). Außerdem werden unterschiedliche Annahmen über die Entwicklung anrechenbarer Funktionen während der Entwicklungszeit modelliert: die Annahme, dass nur voll entwickelte Biotope angerechnet werden; dass sich anrechenbare Funktionen während der Entwicklungszeit linear entwickeln und die Vorstellung, dass sich die Werte bis zum 25. Jahr linear bereits zu 50% entwickelt haben und danach bis zum Ende der Entwicklungszeit weiter linear ansteigen.

Es zeigt sich, dass alle drei Verfahren bei kürzeren Entwicklungszeiten zwischen 0 und 25 Jahren zu relativ ähnlichen Ergebnissen führen. Bei einem Zins von drei Prozent ergeben sich bei Verzicht auf Anrechnung von Funktionen, die sich während der Entwicklung ergeben, Aufschläge von 15 – 109%. Bei linearer Entwicklung anrechenbarer Funktionen und bei dem in diesem zeitlichen Bereich identischen Modell des Erreichens von mindestens 50% nach 25 Jahren sind die Aufschläge 7,5 – 45%.

In most cases in advance or anticipated restoration will only be possible if mitigation banks can supply with newly developed ecosystems that have the appropriate age and that can be bought from developers/ polluters.

The costs of pre-financing the required restoration activities would be part of the price the developers/polluters have to pay for the compensation biotope. These additional funding costs can be considered as the special cost of mitigating interim losses.

### **Conclusions**

Figures 11 to 13 and table 1 show markups and charges that are calculated based on the three approaches explained above. The calculations were made for different restoration resp. recovery periods (time lags), different interest rates (only table 1) and different assumptions regarding the increase of biodiversity during the restoration resp. recovery period. These assumptions are:

- a) Matured offset habitats are allowed for compensation only.
- b) Biodiversity and ecosystem functions emerging during the recovery period show a linear increase and are allowed for offsetting.
- c) The linear increase of biodiversity and ecosystem functions considered for offsetting reaches 50% of its matured value after 25 years and is linearly growing afterwards until the end of the restoration period.

If time lags are rather small (0 to 25 years) all three calculation approaches show similar results. Using an interest (discounting) rate of 3% the “only matured habitats count” assumption leads to markups, charges or additional pre-financing cost of 15% to 109% of the cost of restoration without time lag offsetting. If biodiversity (or ecological functions) emerging during the restoration period is considered and increases linearly (the 50% within 25 years assumption equals a linear increase up to 50 years of maturing time), then markups, charges or additional cost count for 7.5% to 45%.

Je nach Verfahren bestehen diese Aufschläge aus einer Erhöhung des Umfanges der Maßnahmen (Abzinsungsmethode), aus einer Abgabe an den Fonds zum Ausgleich von Entwicklungszeitverlusten oder durch erhöhte Kapitalkosten aufgrund des zeitlichen Vorziehens individueller Ausgleichsmaßnahmen (ggf. mit Hilfe von Flächenagenturen).

Bei Entwicklungszeiten von 50 Jahren und einem Zins von drei Prozent zeigen sich bereits deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Ansätzen. Das Modell des Ausgleichsfonds zur Kompensation von Entwicklungszeiten berechnet jeweils die geringsten Abgaben- bzw. Aufschlagsätze mit 150%, wenn keine sich entwickelnden Funktionen angerechnet werden, sowie 75% bei linearer Entwicklung und bei der in diesem zeitlichen Bereich identischen Annahme des Erreichens der Hälfte der Funktionen vor dem 25. Entwicklungsjahr. Die jeweiligen Aufschläge bzw. Mehrkosten, die sich bei den beiden anderen Verfahren ergeben, sind dagegen 338% (keine Anrechnung sich entwickelnder Funktion) und 89% bzw. 109%.

Bei 100 und mehr Jahren Entwicklungszeit werden die Unterschiede insbesondere dann sehr groß, wenn keine Anrechnung von sich entwickelnden Funktionen vorgenommen wird. Die Aufschläge liegen beim Ausgleichsfonds zur Kompensation von Entwicklungszeitverlusten bei 100 Jahren beispielsweise bei 300% (Zinsannahme: 3%) während sie bei der Abzinsung und bei der individuell vorgezogenen Kompensation bei 1822% liegen.

Das Verfahren der individuell vorgezogenen Kompensation erbringt die höchsten Aufschläge bzw. Mehrkosten. Sie ergeben sich insbesondere bei hohen Entwicklungszeiten und hohen Zinssätzen. Im Vergleich zum Abzinsungsverfahren dürfte dies u.a. dadurch verursacht sein, dass bei der Vorabkompensation, wie oben gezeigt, bei Betrachtung mehrerer Eingriffe das Vorziehen der Ausgleichsmaßnahmen (in der definierten Form) den Biotopbestand im Mittel über das ursprüngliche Niveau hebt.

Depending on the specific approach the above mentioned percentages are markups on the scope of restoration activities calculated without time lag-offsets (discounting method), additional charges that have to be paid to a time lag-compensation fund or additional costs for the pre-financing of the restoration activities, spent for example to mitigation banks.

Considering restoration periods of 50 years and using an interest rate of 3%, differences between the three approaches become more obvious. The time lag-compensation fund approach here shows the smallest markups or added offsetting expenses with percentages of 150% if only matured habitats count, and 75% as to the other two assumptions regarding the recovery of biodiversity.

Whilst the other two approaches deliver 338% (matured only assumption) resp. 89% or 109%.

Using the same discounting rate and restoration periods reaching 100 years and more, differences between the three approaches become very big, especially when interim growth of biodiversity is not allowed to be considered for offsetting. The time lag offsetting fund approach for example would then demand a charge of 300% of restoration costs without time lag-offsetting "only", whereas the other approaches calculate markups or additional pre-financing cost of about 1822%.

The model of in-advance restoration generally shows the highest additional demands, particularly when restoration time is long and high interest rates are used for calculation. Compared with the discounting approach, the reason for this can be the above mentioned effect of over-compensation when multiple impacts are considered. However, these high additional demands are also caused by backing away from discounting and instead giving future levels of biodiversity the same weight as current ones.

Abbildung 11  
/ Figure 11

Annahmen: nur reife Biotope werden berücksichtigt; Zins: 0,03 –  
Assumptions: only matured ecosystems count; interest rate: 0.03

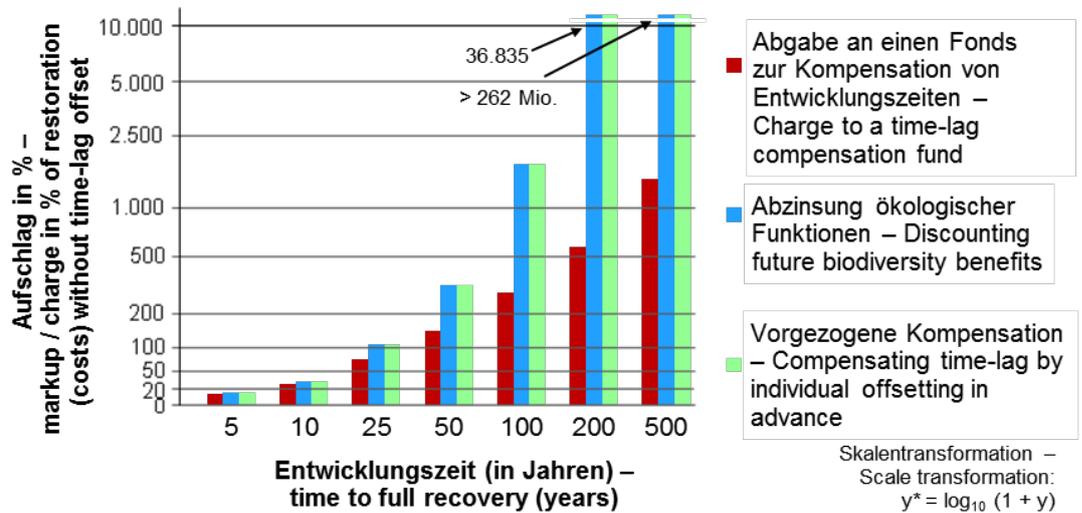


Abbildung 12  
/ Figure 12

Annahmen: lineare Entwicklung ökologischer Funktionen; Zins: 0,03 –  
Assumptions: linear increase of biodiversity benefits; interest rate: 0.03

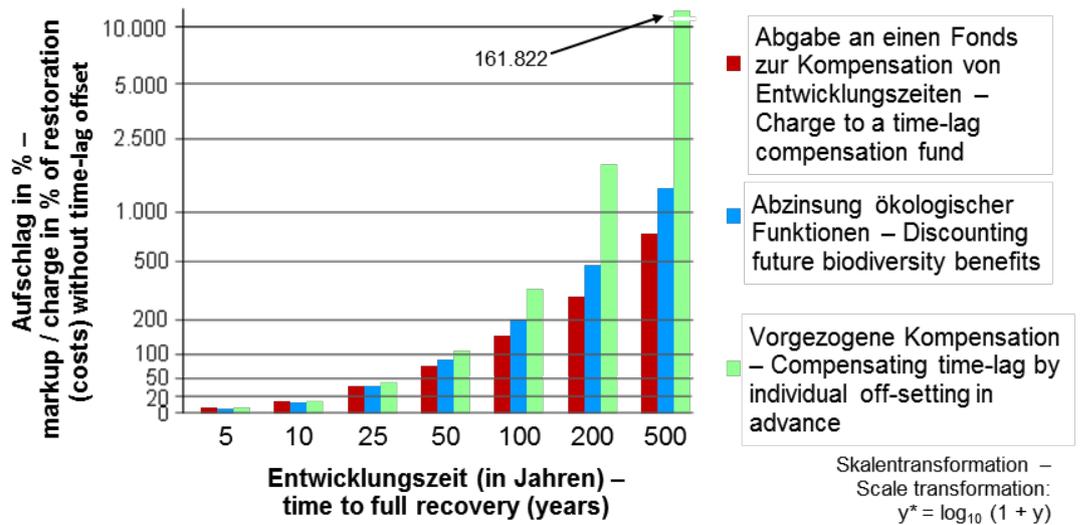
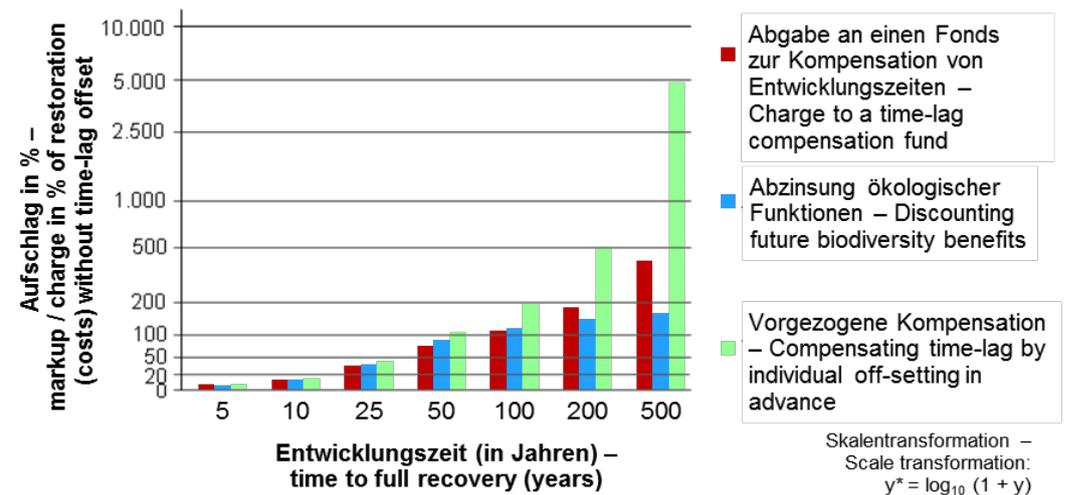


Abbildung 13  
/ Figure 13

Annahmen: Nach 25 Jahren 50% der Funktionen erreicht; Zins: 0,03 –  
Assumptions: 50% of biodiversity benefits after 25 years; interest rate: 0.03



Ein weiterer Grund dürfte darin liegen, dass zukünftige Minderbestände nur durch gleich hohe heutige Zusatzbestände ausgeglichen werden können. Beim Abzinsungsmodell können die heutigen Zusatzbestände dagegen entsprechend der Abzinsungsregel kleiner sein als zukünftig kompensierte Bestandsverluste.

Der vergleichsweise geringe Umfang beim Ausgleichsfonds zur Kompensation von Entwicklungszeiten erklärt sich vor allem dadurch, dass hier ein Teil der zwischenzeitlichen Funktionsverluste unberücksichtigt bleibt, nämlich diejenigen Verluste, die zu Beginn der Einführung des Modells auftreten und solange dauern, bis die durch den Fonds finanzierten Biotopwiederherstellungen ihre volle Funktionsfähigkeit erreicht haben. Wenn man diese Verluste zusätzlich nach der Abzinsungsmethode kompensiert (vgl. Schweppe-Kraft 1998) oder sie vermeidet, indem man mit der Herstellung einzelner Time lag-Kompensationsbiotope bereits vor dem ersten Eingriff beginnt, erhöhen sich die Zusatzkosten soweit, dass sie das Niveau der beiden anderen Modelle erreichen.

Trotz der unterschiedlichen Basis der dargestellten Ansätze:

- auf ökonomischen Regeln basierende wertorientierte Sichtweise beim Abzinsungsmodell versus
- Finanzierungsmodelle, die auf eine langfristige Erhaltung des ursprünglichen Niveaus der biologischen Vielfalt ausgerichtet sind,

sind die Ergebnisse dennoch gut vergleichbar, insbesondere dann, wenn die Entwicklungszeiten nicht zu lang sind.

Bei langen Entwicklungszeiten zeigen alle Modelle zum Teil extrem hohe Aufschläge, die deutlich machen, dass die Wiederherstellung von Habitaten, die mehrere Generationen bis hin zu Jahrhunderten erfordern, in der Praxis kaum durch Kompensationsmaßnahmen realistisch zu bewältigen ist. Hier hilft dann praktisch nur ein Verzicht auf den Eingriff.

Applying the in-advance model means that a certain quantity of future losses can only be offset by today's increases of the same amount. Whereas the discounting model would allow for offsetting future decreases by smaller current enlargements, according to the discounting rate.

The relative small charges calculated on the basis of the time lag-offset fund model are caused by the fact that part of the time lag decreases remain uncompensated. To be precise, those time lag losses caused by impacts that occur during the first implementation of the model are not compensated until the offset fund's restored habitats are fully matured. If those interim losses are additionally offset by markups calculated on the basis of the discounting model or – however possible – by anticipated compensation according to the in-advance model, the charges of the thereby extended offset fund model reach amounts that are similar or identical to the markups (s. Schweppe-Kraft 1998) or additional pre-financing costs of the two other approaches.

In spite of the differing theoretical basis of the three approaches presented above:

- value orientated approach of the economic discounting model versus
- financing models to enable a steady state of the stock of biodiversity or ecosystem functions,

all approaches deliver comparable results regarding markups or additional charges or costs that have to be carried by developers in order to mitigate time lag decreases of biodiversity caused by impacts.

Regarding very long restoration periods until certain habitats reach their full functionality – some generations up to decades – the partly very high calculations of offset costs show that conserving such habitats by offsetting is not a practical solution. In such cases avoiding impacts seems to be the only feasible option.

Tabelle 1 Aufschläge bzw. prozentuale Abgaben zur Kompensation von Entwicklungszeiten  
 / Table 1 Markups respectively charges to offset time lags (in %)

	Berechnungsmodell / Calculation method	Entwicklungszeit / time to full recovery (English notation: 0.10, 0.20)						
		5	10	25	50	100	200	500 (years)
Entwicklungsmuster / recovery function: nur voll entwickelt / matured only		Zins / interest rate: <b>0,02 / 0,02</b>						
	Fonds / time lag offset fund	10,00	20,00	50,00	100,00	200,00	400,00	1000,00
	Abzinsung / discounting	10,00	22,00	64,00	169,00	624,00	5148,00	1995538,00
	Vorab / in-advance	10,41	21,90	64,06	169,16	624,46	5148,49	1995556,91
		Zins / interest rate: <b>0,03 / 0,03</b>						
	Fonds / time lag offset fund	15,00	30,00	75,00	150,00	300,00	600,00	1500,00
	Abzinsung / discounting	16,00	34,00	109,00	338,00	1822,00	36835,00	262183975,00
	Vorab / in-advance	15,93	34,39	109,38	338,39	1821,86	36835,58	262187623,42
		Zins / interest rate: <b>0,04 / 0,04</b>						
	Fonds / time lag offset fund	20,00	40,00	100,00	200,00	400,00	800,00	2000,00
	Abzinsung / discounting	22,00	48,00	167,00	611,00	4950,00	254937,00	32860158058,00
	Vorab / in-advance	21,67	48,02	166,58	610,67	4950,49	254974,98	32860158057,97
	Zins / interest rate: <b>0,06 / 0,06</b>							
Fonds / time lag offset fund	30,00	60,00	150,00	300,00	600,00	1200,00	3000,00	
Abzinsung / discounting	34,00	79,00	329,00	1742,00	33830,00	11512366,00	449710090603484,00	
Vorab / in-advance	33,82	79,08	329,19	1742,02	33830,21	11512490,39	449710090603484,00	
Entwicklungsmuster / recovery function: linear		Zins / interest rate: <b>0,02 / 0,02</b>						
	Fonds / time lag offset fund	5,00	10,00	25,00	50,00	100,00	200,00	500,00
	Abzinsung / discounting	4,00	9,00	26,00	56,00	127,00	300,00	880,00
	Vorab / in-advance	5,08	10,41	28,09	64,06	169,16	624,46	14026,77
		Zins / interest rate: <b>0,03 / 0,03</b>						
	Fonds / time lag offset fund	7,50	15,00	37,50	75,00	150,00	300,00	750,00
	Abzinsung / discounting	6,00	14,00	39,00	89,00	207,00	484,00	1356,00
	Vorab / in-advance	7,67	15,93	44,70	109,38	338,39	1821,86	161822,12
		Zins / interest rate: <b>0,04 / 0,04</b>						
	Fonds / time lag offset fund	10,00	20,00	50,00	100,00	200,00	400,00	1000,00
	Abzinsung / discounting	8,00	19,00	54,00	124,00	292,00	670,00	1823,00
	Vorab / in-advance	10,30	21,67	63,27	166,58	610,67	4950,49	1812637,11
	Zins / interest rate: <b>0,06 / 0,06</b>							
Fonds / time lag offset fund	15,00	30,00	75,00	150,00	300,00	600,00	1500,00	
Abzinsung / discounting	12,00	28,00	84,00	199,00	468,00	1032,00	2730,00	
Vorab / in-advance	15,68	33,82	107,17	329,19	1742,02	33830,21	212063591,05	
Entwicklungsmuster / recovery function: nach 25 Jahren 50% / 50% after 25 years		Zins / interest rate: <b>0,02 / 0,02</b>						
	Fonds / time lag offset fund	5,00	10,00	25,00	50,00	75,00	125,00	275,00
	Abzinsung / discounting	4,00	9,00	26,00	56,00	79,00	106,00	132,00
	Vorab / in-advance	5,08	10,41	28,09	64,06	108,48	232,68	1254,51
		Zins / interest rate: <b>0,03 / 0,03</b>						
	Fonds / time lag offset fund	7,50	15,00	37,50	75,00	112,50	187,50	412,50
	Abzinsung / discounting	6,00	14,00	39,00	89,00	119,00	147,00	166,00
	Vorab / in-advance	7,67	15,93	44,70	109,38	199,41	501,48	4790,79
		Zins / interest rate: <b>0,04 / 0,04</b>						
	Fonds / time lag offset fund	10,00	20,00	50,00	100,00	150,00	250,00	550,00
	Abzinsung / discounting	8,00	19,00	54,00	124,00	159,00	183,00	198,00
	Vorab / in-advance	10,30	21,67	63,27	166,58	328,49	981,24	17341,65
	Zins / interest rate: <b>0,06 / 0,06</b>							
Fonds / time lag offset fund	15,00	30,00	75,00	150,00	225,00	375,00	825,00	
Abzinsung / discounting	12,00	28,00	84,00	199,00	235,00	254,00	263,00	
Vorab / in-advance	15,68	33,82	107,17	329,19	768,66	3336,10	213820,24	

Im Vergleich zur oben angedeuteten deutschen Praxis des Ausgleichs von Entwicklungszeiten dürften die berechneten Aufschläge relativ hoch sein.

Allerdings gehen in die Berechnung der Höhe von Ausgleichsmaßnahmen weitere, nach unterschiedlichen Methoden berechenbare Größen ein, die sich ebenfalls auf den Umfang des Ausgleichsumfanges auswirken, z.B. Biotopwerte und Beeinträchtigungsfaktoren. Eine vollständige vergleichende Bewertung der Wirksamkeit von Ausgleichsregeln müsste alle diese Faktoren miteinbeziehen.

Compared to the implementation of the German regulation on avoiding, mitigating and offsetting impacts on "nature and landscape" indicated in the beginning, the calculation results presented above may be quite high.

However, the calculation of offsets needs various other input parameters, calculable in different ways that also determine the scope of offset measures (e.g. values to compare different kinds and varying development stages of habitats as well as impact factors for the quantitative assessment of several kinds of stresses on biodiversity). A comprehensive examination of impact and offset calculation methods on the effectiveness of offset regulations would have to comprise all these different factors.

#### **Literatur / Literature:**

- Hampicke, Ulrich (1992): Neoklassik und Zeitpräferenz - der Diskontierungsnebel. In: Beckenbach, Frank (Hrsg.) (1992): Die ökologische Herausforderung für die ökonomische Theorie. - Marburg, S. 127-149.
- Junglas, Sonja Katharina (2002): „Wetland Mitigation Banking“ und die „Flexibilisierung der Eingriffsregelung“. Eine vergleichende Analyse für den Ausgleich von Eingriffen in Natur und Landschaft. Diplomarbeit, Geographische Institute der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Nijkamp, Peter; Rouwendahl, Jan (1985): The social rate of discount in project evaluation: implications of the use of a social welfare approach. - Berlin (Wissenschaftszentrum Berlin, Internationales Institut für Umwelt und Gesellschaft, IIUG) IIUG discussion papers 85-15.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 1995, 2000, 2006. Habitat Equivalency Analysis: An Overview. Damage Assessment and Restoration Program, National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce. March 21, 1995 (Revised October 4, 2000 and May 23, 2006). (<http://www.darrp.noaa.gov/library/pdf/heaoverv.pdf>)
- Schwepe-Kraft, B. 1998: Monetäre Bewertung von Biotopen und ihre Anwendung bei Eingriffen in Natur und Landschaft. Münster (BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, hrsg. vom Bundesamt für Naturschutz, Bonn).
- Schwepe-Kraft, Burkhard (2009): Natural Capital in Germany – State and Valuation; with special reference to Biodiversity. In: R. Döring (Hrsg.): Sustainability, natural capital and nature conservation. Marburg 2009.
- Ströbele, Wolfgang (1992): Abdiskontierung als kontextabhängiges Problem. - In: Beckenbach, Frank (Hrsg.): Die ökologische Herausforderung für die ökonomische Theorie. - Marburg, S. 151-155.