

Stand der Bewertung ausgewählter Fließgewässertypen mit dem Phytoplankton

LAWA-Projekt: O 6.03

Auftragnehmer:

Leibniz-Institut für Gewässerökologie
(IGB) im Forschungsverbund Berlin e.V.

Projektleiter:

H. Behrendt & J. Köhler

Bearbeiter:

U. Mischke und D. Opitz

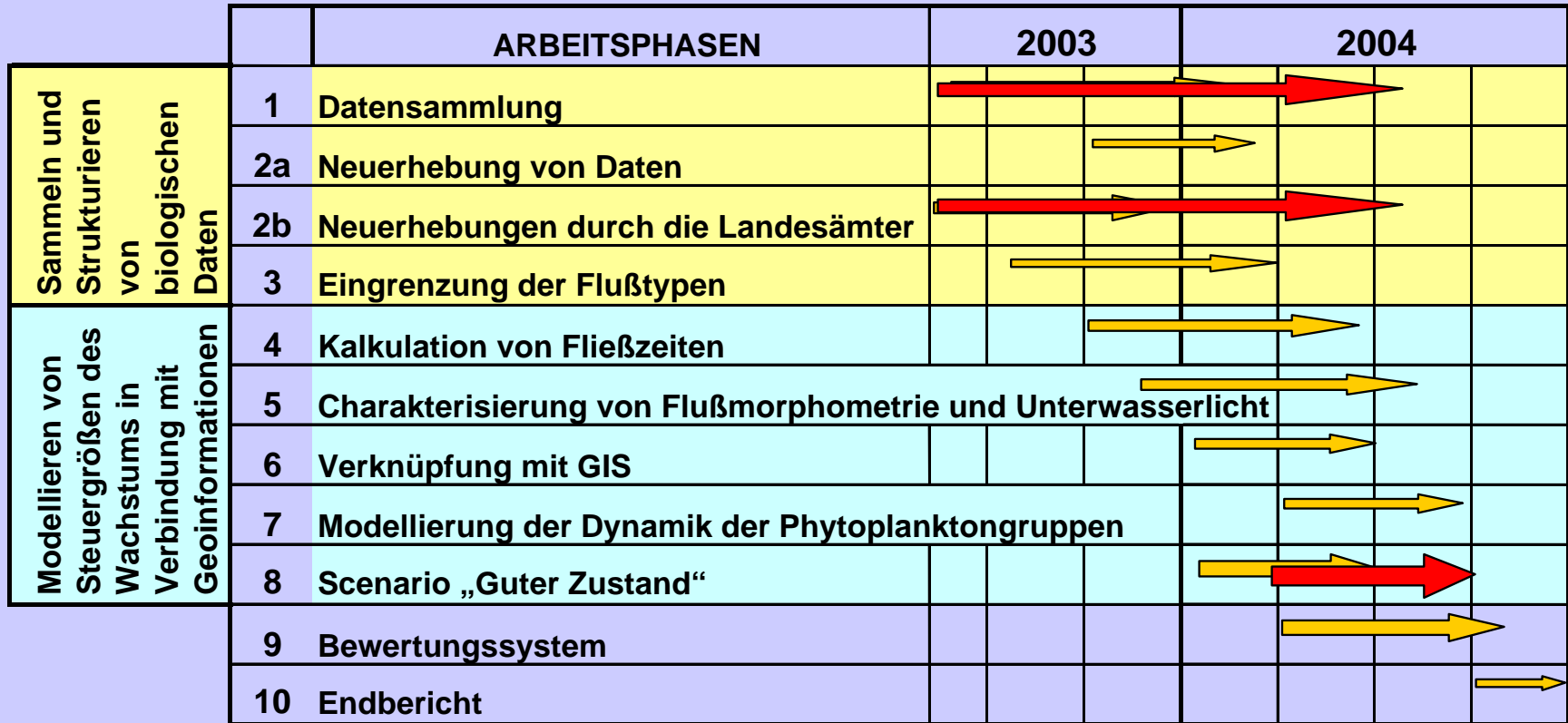
Laufzeit: 15.5.03 - 31.12.04



Bildquelle: BfG, Schöl

Ute Mischke

Arbeitsschritte und Zeitdiagramm



erforderliche Daten

WRRL fordert zum Phytoplankton

- **taxonomische Zusammensetzung**
- **Abundanz - Biovolumen vom LAWA-UA gefordert**
- **Einschätzung von „Algenblüten“ und Sichttiefe**

Ziel: Aufbau einer Datenbank zu Phytoplankton in deutschen Flüssen mit den relevanten Begleitdaten

Begleitparameter zur Bewertung:

Sichttiefe, Chlorophyll a und Trophieparameter Gesamt-P

Typisierungsdaten: erweitert um Abfluss

Begleitdaten:

NÄHRSTOFFE; ABFLUSS; LICHTKLIMA; FLUSSMORPHOMETRIE

Datenbestand

Problem:

**Keine flächendeckende Neuerhebung des
Phytoplanktons mit einheitlicher Methode**

Altdatensammlung aus Behörden, Instituten und Universitäten

Zuständigkeit für Landesdaten in verschiedenen Abteilung:

Biologie / Wasserbeschaffenheit / Hydrologie / Kartographie

Neuerhebungen verschiedener Bundesländer im Jahr 2003/2004

- deshalb Datensammlung im Prozess –

- Datenbank wird erst Ende Juli 2004 geschlossen

Datenbestand Juni 04

Access-Datenbank „FG-Phytoplankton“

Flüsse Messorte	Flusseen	Anzahl Termine	Anzahl positiver Taxa- Befunde	Bemerkungen zur taxonom. Qualität
125	20	6.535	155.029	<i>Art – Klassenniv.</i>
		13.000	!=nur Chl_a Termine	

Erwartet aus:

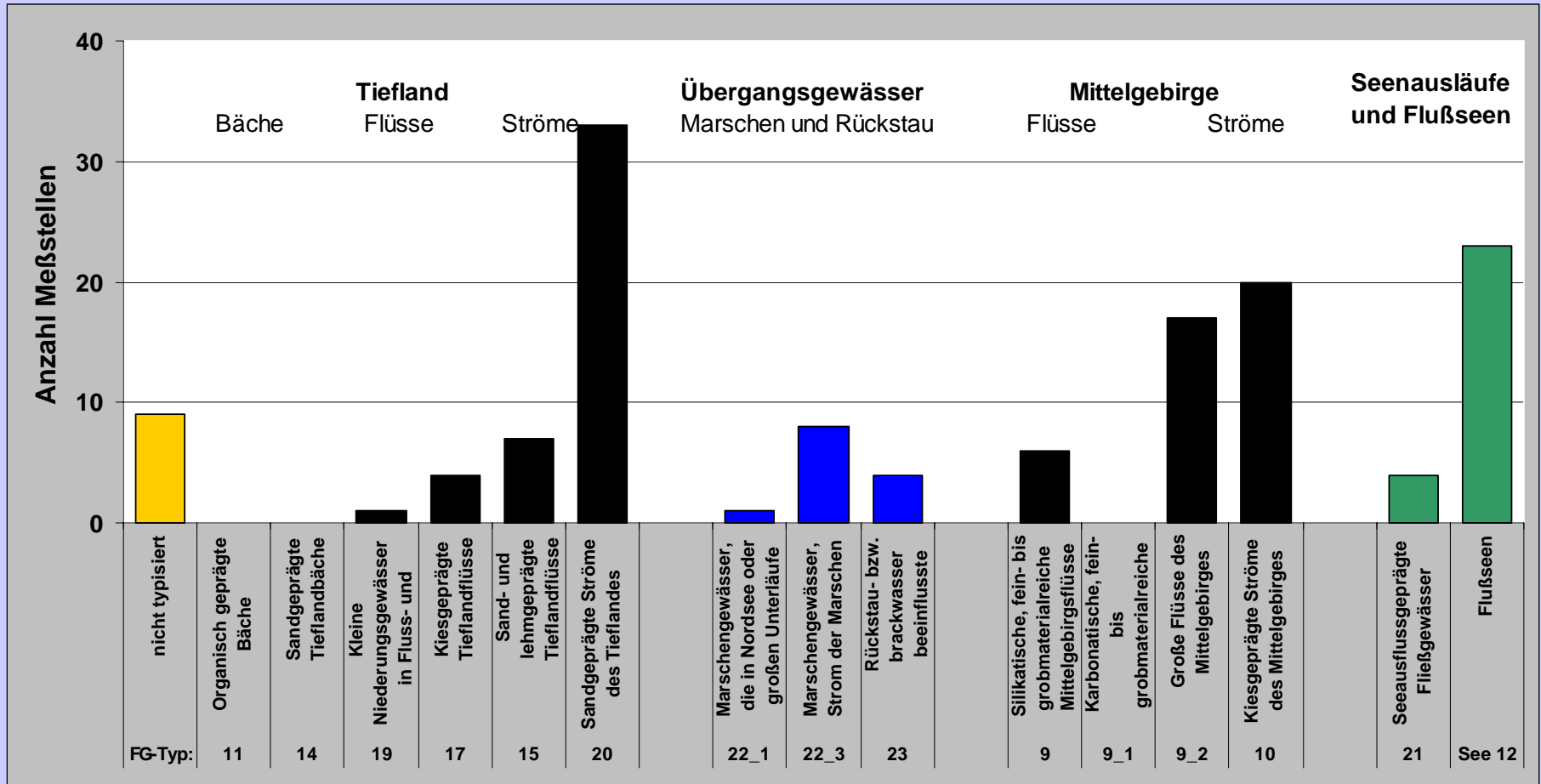
S-H 24 Messorte kleine und große FG von 2003

Niedersachsen – Aktuelle Daten mit Zellbiovolumina
und 6 kleine Elbezuflüsse

Bayern Praxistest 2004 mit 13 Messorten monatlich
(Aus Vorjahren stehen nur *Häufigkeitsklassen* zur Verfügung)

IKSD - Donaudaten

Verteilung der biologischen Daten in den FG-Typen



Einschränkung der FG-Typen

Phytoplankton ist in vielen FG-Typen unrelevant

Ausschluss von FG-Typen anhand von vorhandenen Daten (zu wenig Biomasse) bzw. wegen fehlender Datenbasis

Ziel: Nur für relevante Typen soll ein Bewertungsverfahren erstellt werden

Entwürfe vorgestellt – DGL 2002 und Limnologie Aktuell, subm.

EINSCHRÄNKUNG AUF FG-TYPEN

Verweilzeit >7 Tage; TP > 0,05mg/l

--- GEBIRGSFLÜSSE UND BÄCHE ENTFALLEN

Klärungsbedarf bei kleinen Tieflandflüssen (11 und 14)
und Auf- und Rückstauungen

Auswertungsniveau

Problem:

Keine einheitliche Methode, selten bis zum Artniveau

Aufgaben:

Plausibilitätstests, Abgleich der Taxanamen

Umrechnung von Phytoplankton-Abundanzen in Biomassen

Mindestbestimmbarkeitsliste wird erstellt

Noch ist offen, welche taxonomische Auflösung notwendig ist!

Es gilt:

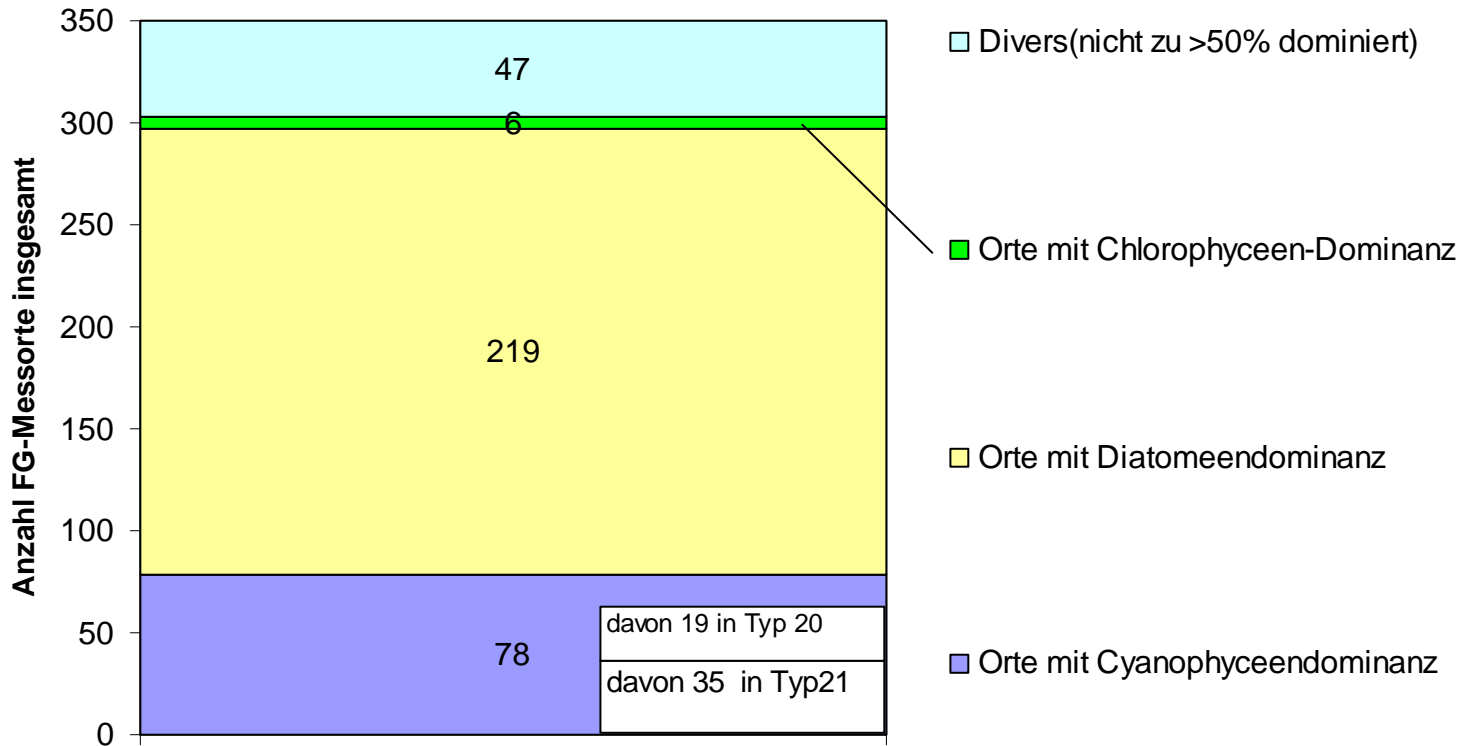
*Auf Umweltbedingungen reagieren **Arten** mit ihrem genetisch festgelegten Anpassungspotential.*

Arten mit ähnlichen Umweltansprüchen können gruppiert werden

*Arten einer Gattung oder Klasse sind **nicht** unbedingt **ähnlich***

Dominanzen Algenklassen

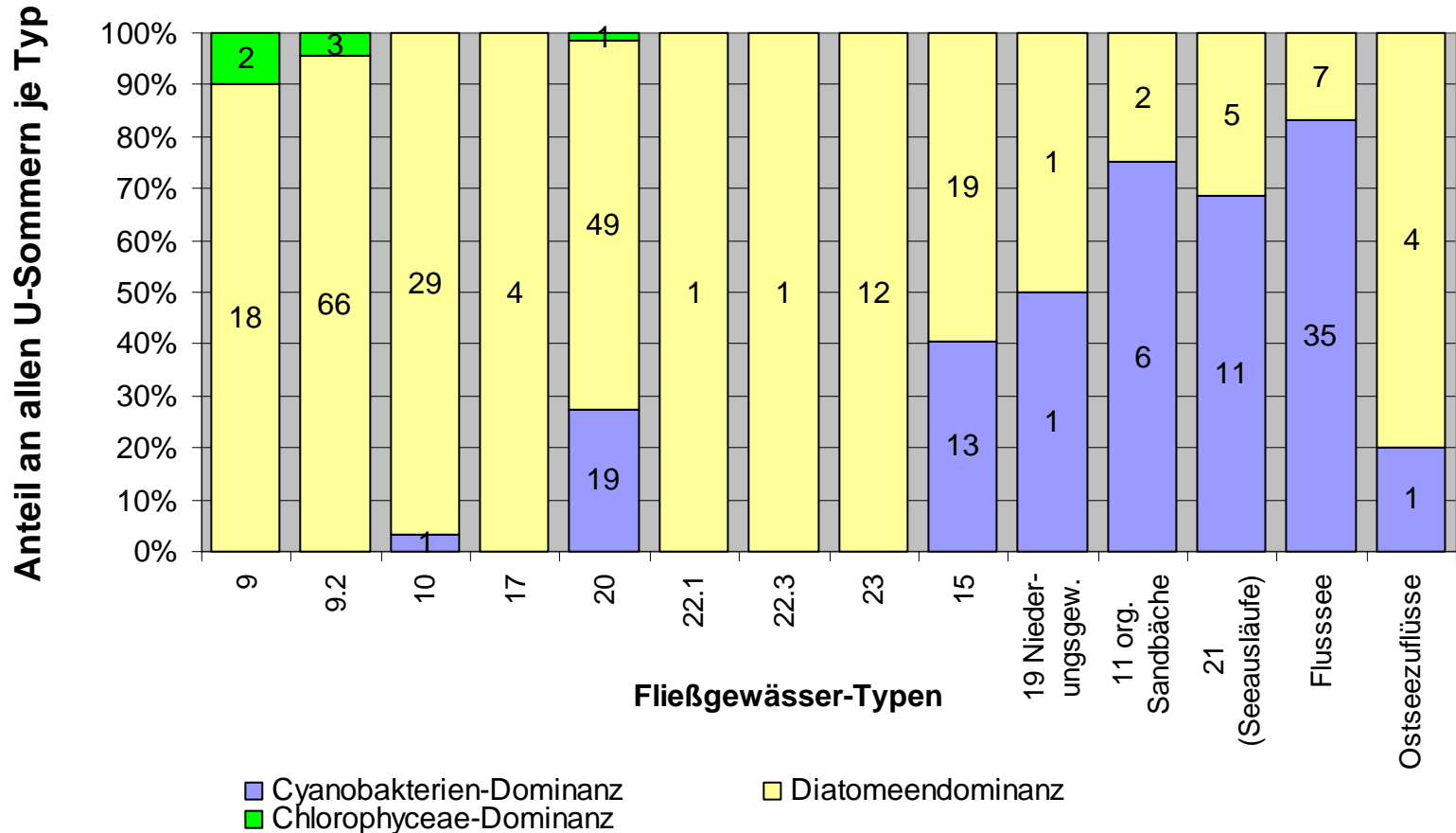
Algenklassen-Dominanzen (Kriterium >50% Biovolumenanteil)
im Sommeraspekt (Juli-Sept.; n= 350) an 135 Fließgewässer-Messorten der BRD



Stand: 10.3.04

Algenklassen in FG-Typen

Verteilung der Dominanzen in den FG-Typen



Algenklassen in FG-Typen

- Die Zusammensetzung der Algenklassen unterscheidet sich in den untersuchten FG-Typen
- Die Ableitung eines Algenklassen-Ratios als typspezifischer Bewertungsmetric ist wahrscheinlich möglich
- Der Referenzzustand ist in der Datensammlung zumeist nicht vorhanden und muss anhand von rekonstruierten Habitatbedingungen abgeleitet werden

Indikatorfunktion von Phytoplanktonarten in der Literatur

zusammengetragen in der LAWA-Literaturstudie:

Knopf, K., Hoehn, E., Mischke, U. & Nixdorf, B. (2000): 100 S.

Quellen: B = Brettum (1989), Hei = Heinonen (1980), Jä = Järnefelt (1952), Kü = Kümmerlin (1990), Lep = Lepistö & Rosenström (1998), Lepistö (1999), Ny = Nygaard (1949), Rey = Reynolds (1997), Ro = Rosén (1981), Schö = Schönfelder (1997), Stenökiefaktor 3, (Schö) = Schönfelder (1997), Stenökiefaktor 2, Tei = Teiling (1955), Thu = Thunmark (1945)

Aussagen zu 500 Taxa hinsichtlich Trophie

Taxon	o	m	eu ¹⁾	indiff	dy	Hö
<i>Aanabaena spiroides</i> f. <i>crassa</i>			Ro			
<i>Acanthoceras zachariasii</i> Syn.: <i>Attheya zachariasii</i>		Tei	Lep			
<i>Actinastrum hantzschii</i>			Hei, Jä, Lep, Thu			
<i>Actinastrum</i> spp.			Rey			
<i>Amphidinium lacustre</i>			Ny			
<i>Amphipora paludosa</i>			Hei			
<i>Amphipora</i> spp.			Jä**			
<i>Anabaena circinalis</i>			Jä*, Ro, Tei			
<i>Anabaena flos-aquae</i>		Lep, Ro	Lep, Tei	Jä		18
<i>Anabaena macrospora</i>			Jä*			
<i>Anabaena planctonica</i>			Jä*, Kü, Ro			

ABER:

- Aussagen z.T. widersprüchlich
- Hälfte - eutraphente Arten ohne weitere Differenzierung
- Selten Bezug zur Abundanz/Biomasse
- Überwiegend skandinavische Studien – andere Ökoregion
- Fortschritte in der Taxonomie der Süßwasseralgen

Dominante Taxa in eutrophen Flüssen Beispiel Mosel und Saar

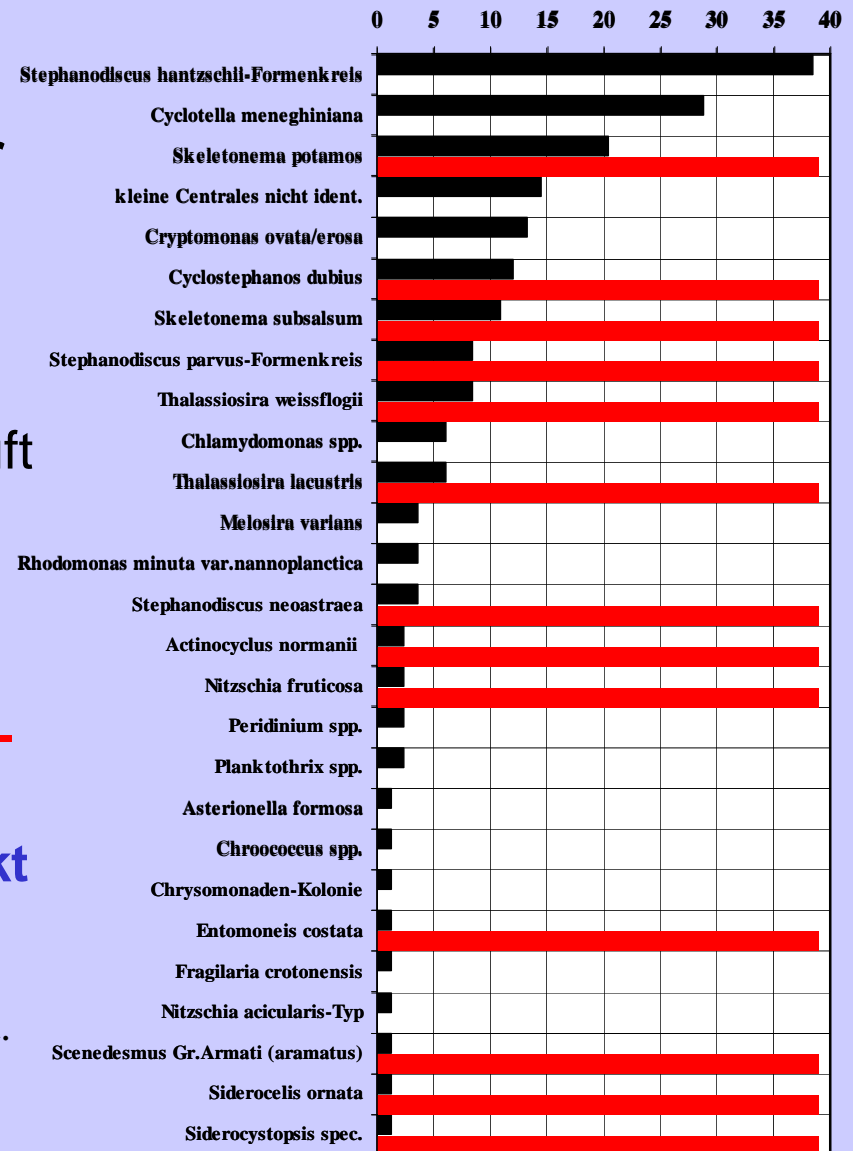
Von den 27 dominanten Taxa
14 Arten **(rot!) bisher** nicht eingestuft
(Literaturstudie Knopf et al. 2000)

**Ausarbeitung neuer, einheitlicher
Indikatorlisten nach dem Brettum-
Verfahren notwendig**
Synergie Seen- und Flüsse-Projekt

Quelle: Dr. Thomas Ehlscheid, IKSMS, modifiziert.
Rote Balken: Arten bisher nicht in Indikatorliste

17. Juni 2004

Plankton-Monitoring der IKSMS 1997 bis 1999
Häufigkeit der eudominanten Phytoplanktonarten in Prozent der Proben
mit Biovolumina > 2,5 mm³/l (N = 83)



Artengemeinschaften definierter Habitaten

Sensibel für
Fraßdruck und
Nährstoffmangel

Reynolds et al., 2002,
*Towards a functional
classification of the
freshwater phytoplankton*,
J. Plankton Res., 24(5)).

funktionelle Gruppen

Appendix 1. Trait-separated functional groups of phytoplankton

Codon	Habitat	Typical representatives	Tolerances	Sensitivities
A	Clear, often well-mixed, base poor, lakes	<i>Urosolenia</i> , <i>Cyclotella comensis</i>	Nutrient deficiency	pH rise
B	Vertically mixed, mesotrophic small-medium lakes	<i>Aulacoseira subarctica</i> , <i>Aulacoseira islandica</i>	Light deficiency	pH rise, Si depletion, stratification
C	Mixed, eutrophic small-medium lakes	<i>Asterionella formosa</i> , <i>Aulacoseira ambigua</i> , <i>Stephanodiscus cotula</i>	Light, C deficiencies	Si exhaustion, stratification
D	Shallow, enriched turbid waters, including rivers	<i>Synedra acus</i> , <i>Nitzschia</i> spp., <i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Flushing	Nutrient depletion
N	Mesotrophic epilimnia	<i>Tabea</i> spp., <i>Coscinodiscus</i> , <i>Stauroneis</i>	Nutrient deficiency	Stratification, pH rise
P	Eutrophic epilimnia	<i>Fragilaria crotonensis</i> , <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Closterium aciculare</i>	Mild light and C deficiency	Stratification, Si depletion
F	Deep, well-mixed epilimnia	<i>Geminella</i> , <i>Mougeotia</i> , <i>Tribonema</i>	Light deficiency	Nutrient deficiency
S ₁	Turbid mixed layers	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>Limnothrix redekei</i> , <i>Pseudonabaena</i>	Highly light deficient conditions	Flushing
S ₂	Shallow, turbid mixed layers	<i>Spirulina</i> , <i>Arthrospira</i> , <i>Raphidopsis</i>	Light deficient conditions	Flushing
S _N	Warm mixed layers	<i>Cylindrocapsa</i> , <i>Anabaena minutissima</i>	Light-nitrogen-deficient conditions	Flushing
Z	Clear, mixed layers	<i>Synechococcus</i> , prokaryote picoplankton	Low nutrient	Light deficiency, grazing
X ₃	Shallow, clear, mixed layers	<i>Kolletia</i> , <i>Chrysooccus</i> , eukaryote picoplankton	Low base status	Mixing, grazing
X ₂	Shallow, clear mixed layers in meso-eutrophic lakes	<i>Plagioselmis</i> , <i>Chrysochromulina</i>	Stratification	Mixing, filter feeding
X ₁	Shallow mixed layers in enriched conditions	<i>Chlorella</i> , <i>Ankyra</i> , <i>Monoraphidium</i>	Stratification	Nutrient deficiency, filter feeding
Y	Usually, small, enriched lakes	<i>Cryptomonas</i>	Low light	Phagotrophs!
E	Usually small, oligotrophic, base poor lakes or heterotrophic ponds	<i>Dinobryon</i> , <i>Mallomonas</i> , or (<i>Synura</i>)	Low nutrients (resort to mixotrophy)	CO ₂ deficiency
F	Clear epilimnia	colonial Chlorophytes e.g. <i>Botryococcus</i> , <i>Pseudosphaerocystis</i> , <i>Coenochloris</i> , <i>Docyctis lacustris</i>	Low nutrients, high turbidity	?CO ₂ deficiency
G	Short, nutrient-rich water columns	<i>Eudorina</i> , <i>Volvox</i>	High light	Nutrient deficiency






Sensibilität zu Habitatbedingungen

Variable ⁽¹⁾ :	<i>I_m</i>	<i>I_n</i>	<i>θ</i>	[P]	[N]	[Si]	[CO ₂]	<i>f</i>
	< 3	< 1.5	< 8	< 10 ⁻⁷	< 10 ⁻⁶	< 10 ⁻⁵	< 10 ⁻³	< 0.4
Codon								
A	-	?	+	+	+	+	-	-
B	-	+	+	+	-	-	-	-
C	-	+	+	-	-	-	?	-
D	+	+	+	-	-	-	+	-
N	-	-	-	+	-	+/-	-	?
P	-	-	-	-	-	+/-	+	+
T	-	?	-	+/-	-	+	?	+
S ₁	+	+	+	-	-	+	+	+
S ₂	+	+	-	-	-	+	+	+
S _N	+	+	-	-	+	+	+	+
Z	+	-	+	+	+	+	?	-
X ₃	+	-	+	+	-	+	-	-
X ₂	+	-	+	?	-	+	?	-
X ₁	+	-	+	-	-	+	+	-
Y	+	+	+	-	-	+	?	-
E	+	+	+	+	-	+	-	-
F	+	-	+	+	-	-	-	-
G	+	-	+	-	-	+	+	+
J	+	?	+	-	-	+	?	-
K	+	?	-	-	-	+	+	?
H ₁ , H ₂	+	-	-	-	+	+	+	+
U	+	-	?	+	-	+	-	+
L ₀	+	-	-	+	-	+	-	+
L _M	+	-	-	-	-	+	+	+
M	+	-	-	-	-	-	+	+
R	+	+	-	-	-	+	?	+
V	+	+	-	-	-	+	-	-
W ₁	+	+	+	-	-	+	?	-
W ₂	+	+	+	-	-	+	?	?
Q	+	+?	+?	?	?	+	?	?

Flache,
nährstoffreiche
trübe Gewässer
incl. Flüsse

Typische Biozönosen entlang eines trophischen Gradienten "Nährstoff-Spezialisten" bis "Algenblütenbildner"

"trophietypische" Biozönosen	Trophie- gradient z.B. Gesamtbio- volumen (g/m ³)	Gewässer-Untergruppen mit unterschiedlichen potentiell natürlichen Trophiezuständen				
		"zunehmender trophischer Referenzzustand"				
Taxagruppe 1	0,1			Taxa fehlen	Taxa fehlen	Taxa fehlen
	0,5					
Taxagruppe 2	1					Taxa fehlen
	1,5					
Taxagruppe 3	2					
	3					
Taxagruppe 4	4					
	5					
Taxagruppe 5	6					
	7					
Taxagruppe 6	8					
	10					
Taxagruppe 7	12					
	14					
Taxagruppe 8	17					
	20					
Taxagruppe 9	26					
	35					
Taxagruppe 10	>35					

Degradationsstufen	
sehr gut	
gut	
befriedigend	
unbefriedigend	
schlecht	

Konzept:
 LBH Freiburg
 Hoehn/Riedmüller
 modifiziert für Flüsse

Typische Biozönosen mit zunehmendem Lichtmangel "Starklicht-" bis "Schwachlichtspezialisten"

"trophietypische" Biozönosen	Gesamtbio- volumen (g/m ³)	Gewässer-Untergruppen mit unterschiedlicher potentiell natürlicher Lichtverfügbarkeit				
		"zunehmender Lichtmangel im Referenzzustand"				
	Maximales Potential	flache breite FG, langsam fließend	flache breite FG	tiefe, breite Potamale	nat. Erosion Gebirgs-FG	kleinere FG im Tiefland Auwälder
Taxagruppe 1	35			Taxa fehlen	Taxa fehlen	Taxa fehlen
z.B. Grünalgenarten	26					
Taxagruppe 2	20				Taxa fehlen	Taxa fehlen
	17					
Taxagruppe 3	14					
	12					
Taxagruppe 4	10					
	8					
Taxagruppe 5	7					
	6					
Taxagruppe 6	5					
	4					
Taxagruppe 7	3					
	2					
Taxagruppe 8	1,5					
	1					
Taxagruppe 9	0,5					
	0,1					

Phytoplankton in Übergangsgewässern

Elbe_Marschen FG 22.3

Elbe, Grauerort
 Elbe, Kugelbake
 Elbe, Seemannshöft
 Elbe, Zollenspieker
 Hahnöfer Nebelbe

Besonderheiten FG 22.3:

Große zentrale Diatomeen dominieren
 Taxaliste enthält marine Taxa
 Cryptophyceae Arten und Abundanz sehr selten
 Eugleniden fehlen
 Dinoflagellaten fehlen

Bellerochea
Biddulphia
Chaetoceros
Coscinodiscus
Cyclotella striata
Ditylum brightwellii
Eucampia
Guinardia delicatula
Guinardia flaccida
Leptocylindicus
Melosira sulcata
Rhizosolenia

Ostseezuflüsse FG 23

Warnow
 Peene

Wozu eine Modellierung?

Problem:

Referenzgewässer für die großen Flüsse und Ströme sind in Zentraleuropa nicht verfügbar

Modellierung der wichtigsten **Steuergrößen** des
Phytoplanktonwachstums

in Kombination von Forschungsergebnissen

der Paläolimnologie (Rekonstruktion von TP, TN und Hydrologie),

den Vorstellungen zu den Referenzbedingungen aus den Projekten
zu Makrophyten und Makrozoobenthos

und historischer Daten,

um letztendlich den **guten Zustand** abzuleiten

Welche Größen modellieren?

Problem:

Die Steuergrößen sind im Wertebereich der Referenz nur sporadisch verfügbar

Modellierung der wichtigsten Steuergrößen des Phytoplanktonwachstums

der Aufenthaltszeit

der mittlerer Tiefe der Gewässer

des Lichtklimas

in Kombination von Forschungsergebnissen

um letztendlich den **guten Zustand** abzuleiten



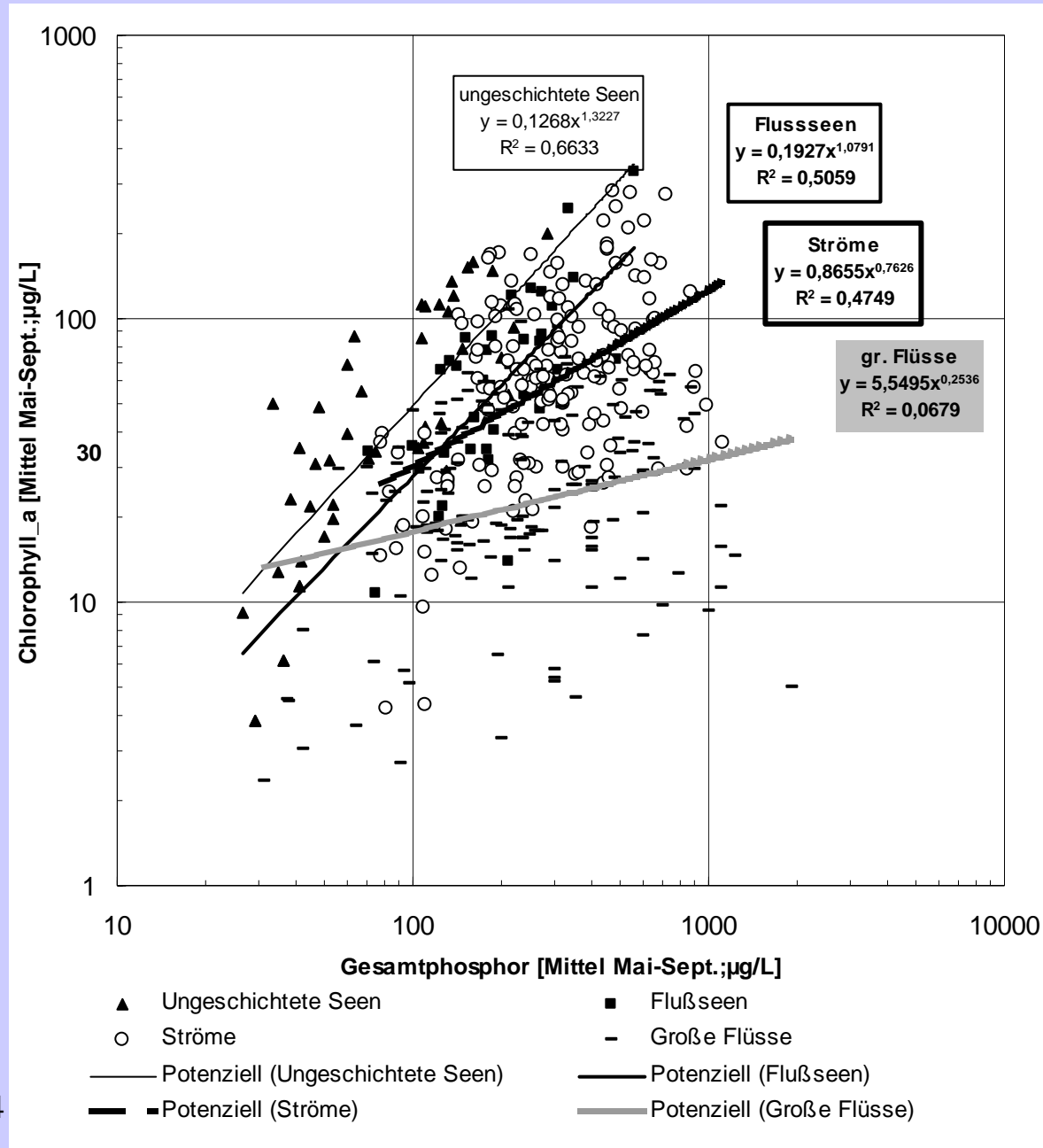
Steuergrößenauswahl

Aufenthaltszeit – Mindestalter des Wassers $>6d$ für Planktonwachstum erforderlich und integriert Abfluss- und morphometrische Größen

Mittlere Tiefe des Gewässerabschnittes – integriert Effekte durch Filtration des Makrozoobenthos, Makrophytenkonkurrenz, Lichtklima und Durchmischungstiefe

Lichtklima – hier organische und anorganische Trübstoffe gemeint, die in beschattungswirksamen Konzentrationen vorliegen sowie Beschattung durch Ufervegetation

Nährstoffe – liegen zumeist in hohen Konzentrationen vor, können aber im „guten Zustand“ limitierend sein



Bildquelle: Mischke, Behrendt & Nixdorf: Limnologie Aktuell, eingereicht

Geoinformation und Modellierung

Problem: Werte der Steuergrößen nicht flächendeckend verfügbar

- Aufbau eines Geoinformationssystems zur kartenbasierten Ableitung der wichtigsten Steuergrößen des Phytoplanktonwachstums

zu Aufenthaltszeit

zu mittlerer Tiefe der Gewässer

zu Lichtklima

in den relevanten Fließgewässertypen

-MUSTERTYPEN werden definiert-

-Um die Ableitung des guten Zustandes zu unterstützen!

Schätzung der Aufenthaltszeit

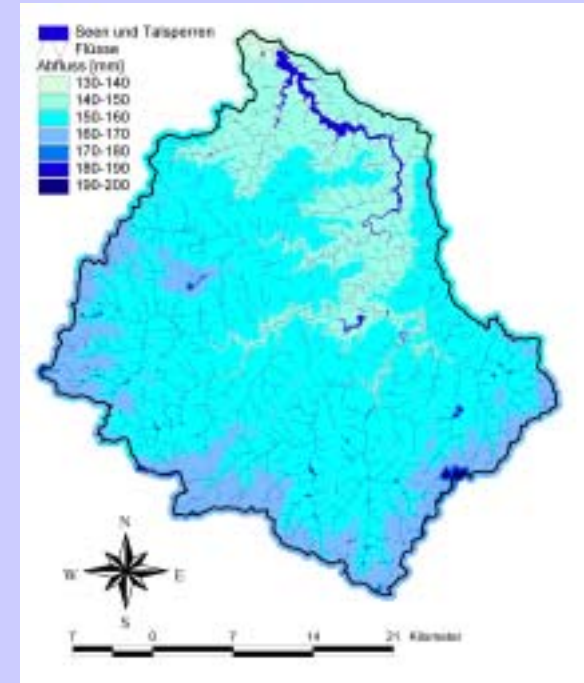
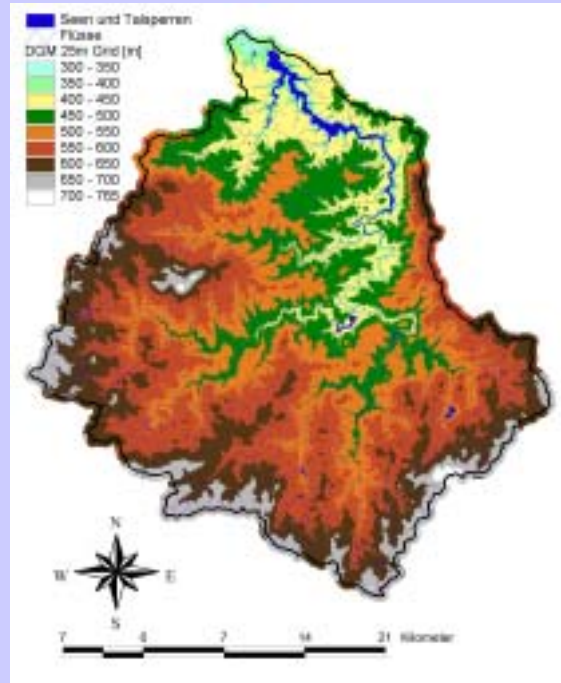
Problem:

Aufenthaltszeit, als eine zentrale Steuergröße für das Phytoplankton, ist nicht flächendeckend verfügbar

Entwicklung eines Algorithmus zur Bestimmung der Fließzeit (*saisonal*)

aus Flusslänge, Gefälle und Flussordnung + *Q-Daten*

***Ziel:* Aus Karten ableitbare Einschätzung der Aufenthaltszeit von Wasser in Flüssen unter MQ, MNQ und MHQ**



Gewässernetz mit Breiten

+ Längen

Querschnitt

Fließzeit

Digitales Höhenmodell

Gefälle

Abfluss

Tiefe

GIS-Konzept Behrendt –
Auftrag Pagenkopf

Ute Mischke

17. Juni 2004

Gewässertiefe

Problem:

Gewässertiefe ist oft nicht verfügbar, obwohl sie ein zentraler morphologischer Parameter für das Phytoplankton ist

Grobcharakterisierung der Flußmorphometrie

Ziel: Ermittlung mittlerer Breiten und Tiefen pro Flusstyp in Abhängigkeit von Flusslänge und Gefälle aus Karten

Unterwasserlicht

Problem:

**Lichtklima als limitierende Steuergröße ist oft nicht beschreibbar
Beurteilung der Sichttiefe durch WRRL gefordert**

Charakterisierung des Unterwasserlichtes

Abschätzung der Lichtattenuation durch mineralische Trübstoffe und Huminstoffe und der Beschattung anhand von Charakteristika der Einzugsgebiete

Sowie Vorort-Messungen von SAK, Sichttiefe und Lichtattenuation

Lichtklima

Ergänzungen:

Messung von Unterwasserlicht und der Menge wichtiger Algengruppen in Beispiel-Flüssen

Einsatz von Licht-, Fluoreszenzsonden und PhytoPAM

DOC-Konzentration
 Trockensubstanz Seston
 254nm Extinktion
 436nm Extinktion
 Sichttiefe

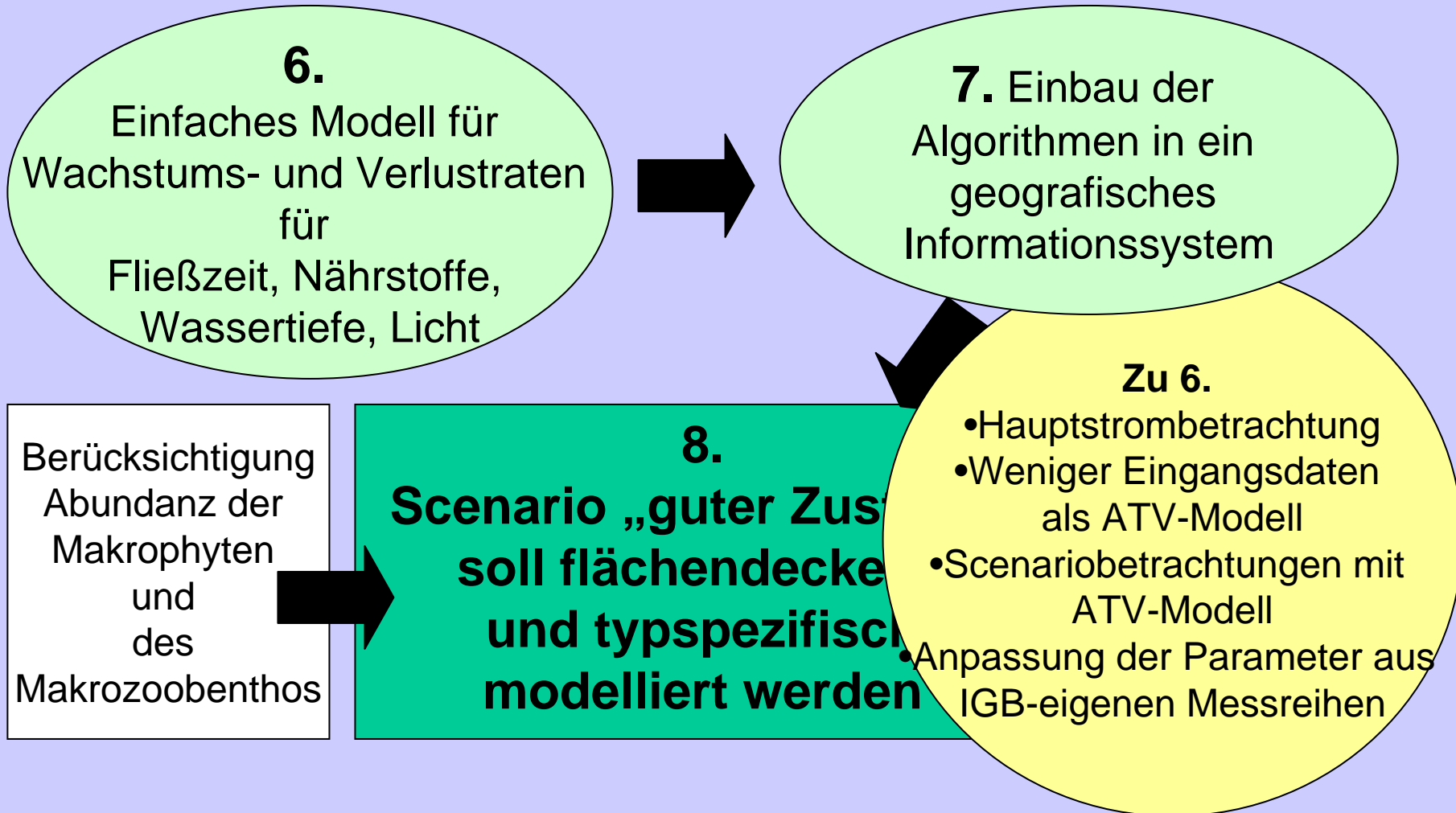
Selbstbeschattung:

Chlorophyll a-Konzentration
 Algenbiomasse

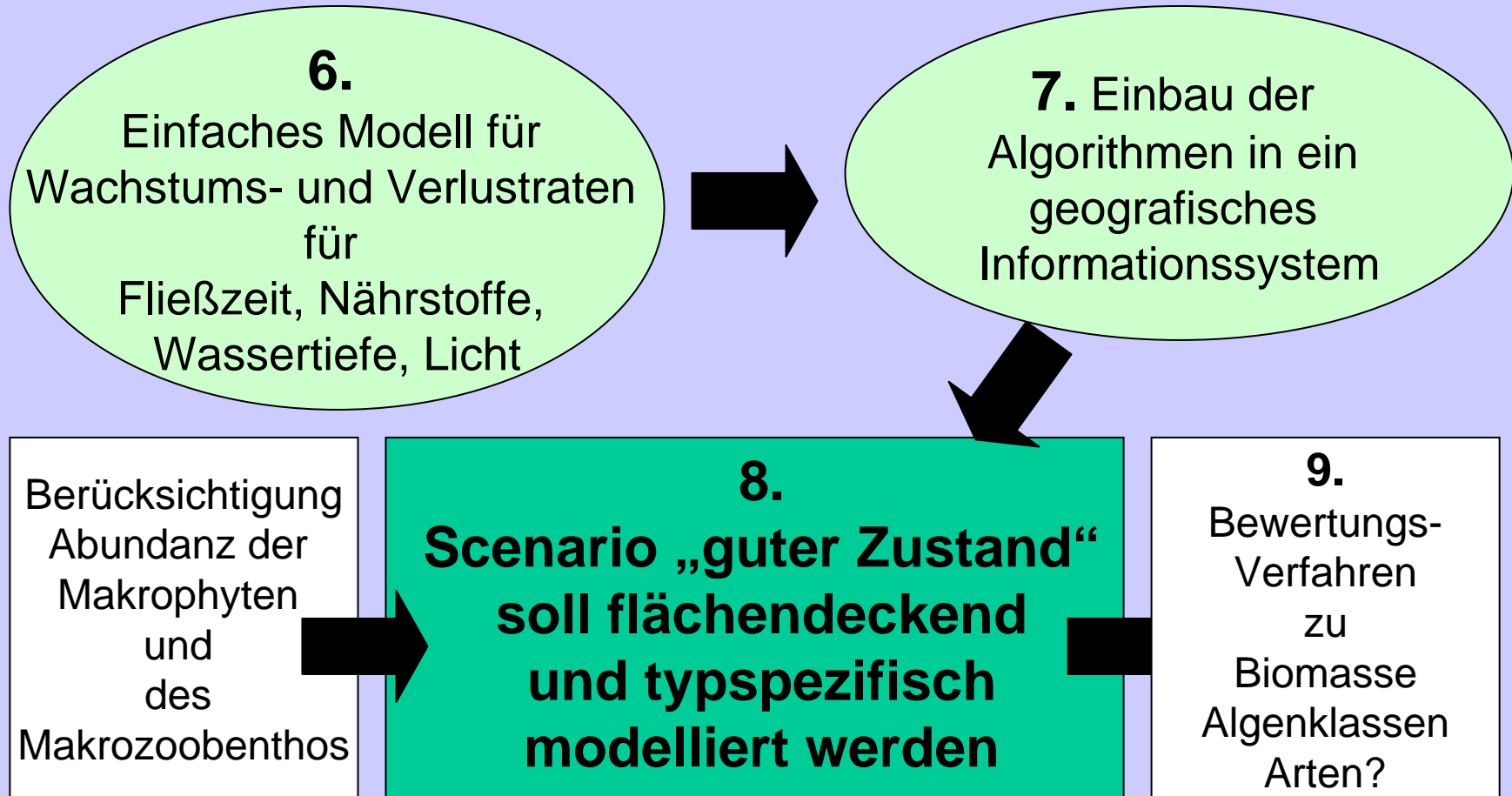
Ziel:

Bildung einfacher Beziehungen
 zu wasserwirtschaftlich
 verbreiteten Parametern, um das
 Lichtklima zu beschreiben

Schritte der Modellierung



Schritte der Modellierung



Referenzgewässer

Referenzgewässer sind für die großen Flüsse und Ströme hinsichtlich Morphometrie und Trophie heute in Deutschland nicht mehr vorhanden

Alle Bearbeiter, die Planktondaten übergeben haben, stufen ihr Gewässer heute als eutroph und mehr ein

Die Rekonstruktion von Planktontaxa aus Listen von Anfang 1900

- muss zumeist ohne quantitative Angaben erfolgen
- wird durch Fortschritte in der Taxonomie der Süßwasseralgen erschwert
- einmalige Proben erlauben keine Einschätzung jahreszeitlicher und (abflussbedingte) Jahr-zu-Jahr-Schwankungen
- Zeitraum kann nicht als Referenzzustand gelten, da die Eutrophierung die großen Flüsse durch starken Bevölkerungszuwachs bereits erreicht hatte

Der Referenzzustand muss aus dem rekonstruierten Nährstoff-Background und dem naturnahen Gewässerstruktur und aus heutigen Biozönosen und ihrem Wachstumspotential in anderen Gewässern abgeleitet werden

Flankierende Projekte

Referenzbildfindung mit Modellierung, historischen Artenlisten und der Paläohydrologie

Modellierungsbeispiel: UBA-Projekt: **zur Oder** am IGB

„Ermittlung von Referenzbedingungen und historischen Veränderungen der Nährstoffeinträge in einem internationalen Flussgebiet“

**Paläolimnologische Projekte an
FG-Einzugsgebieten
BMFT Havel
Senat Berlin Spree**

**Abschluss Mitte 2004:
Ergebnis kann in das
LAWA-Projekt einfließen**

Ziel: Rekonstruktion der
ehem. Nährstoffkonzentration
in den letzten 150 Jahren

Methode:
Auswertung bevölkerungs- und
landnutzungsstatistischer Quellen
über MONERIS - TP-Konz.
Scenario-Ableitung der
Algenbiomasse



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!