

Forschungsbericht zum Thema:

**Wissenschaftliches Gutachten zur qualitativen Gefährdungsanalyse (PVA) und Abschätzung einer potenziellen Populationsgröße und Populationsstruktur des Kormorans in M-V, angelehnt an das Konzept der Mindestgrößen von Populationen (MVP) und die Bewertung des „guten Zustandes der Population“ des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in M-V mit Ableitung eines theoretischen Managementzieles.**

Auftraggeber:

Das Land Mecklenburg-Vorpommern  
Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes M-V  
Abteilung Naturschutz u. Landschaftspflege  
Johannes-Stelling-Straße 14  
19053 Schwerin

Auftragnehmer:

Universität Rostock  
Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät  
Institut für Biowissenschaften  
Allgemeine & Spezielle Zoologie  
Dr. H. M. Winkler  
Universitätsplatz 2  
18051 Rostock

Bearbeiter

Dr. sc. Joachim Gröger (vTI Hamburg), Prof. Dr. em. Ragnar Kinzelbach, Dipl. Biol. Susanne Puls & Dr. Helmut M. Winkler

Rostock, den 27.07.2009, 20.10.2009

## Inhaltsverzeichnis

1. Aufgabenstellung	03
2. Methoden	03
2.1. Literatur- u. Datenrecherche	03
2.2. Qualitative Gefährdungsanalyse (PVA)	03
2.3. Konzept der Mindestgrößen von Populationen (MVP)	05
2.4. Entwickelte Populationsmodelle und Ableitungen für M-V	05
3. Ergebnisse (Populationsmodell, Simulation von Szenarien) und Diskussion	07
4. Zusammenfassung	16

## Anhang

A Literaturstudie Populationsdynamik von Kormoranen und Management

B Quellenverzeichnis

## 1. Aufgabenstellung

Im Zentrum des Auftrages steht die Ermittlung einer wissenschaftlich begründeten Populationsgröße, die den dauerhaften Erhalt des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf dem Niveau des „guten Zustandes der Population“ gewährleistet. Davon sollen im weiteren Managementziele für den Kormoranbestand in M-V abgeleitet werden.

Basis einer ersten Schnellprognose ist das Zusammentragen von Expertenwissen (Literaturstudie) und von empirischen Daten über den aktuellen Zustand der Population. Das sind die Voraussetzungen für eine qualitative Gefährdungsanalyse (population viability analysis, PVA). Dem soll vorwiegend eine Literaturstudie dienen, welche die relevante Information zur Biologie und Ökologie der Art sowie die die Populationsdynamik determinierenden Parameter zusammenstellt. Das sind die Voraussetzungen für eine mögliche Prognose.

Aus einer Zusammenstellung der wichtigsten Populationsparameter für den Kormoranbestand Mecklenburg-Vorpommerns wird der Entwurf für ein prognostisches Simulationsmodell im Sinne der Abschätzung der kleinsten überlebensfähigen Population (minimum viable population, MVP) erstellt, als Kernstück der Prognose einer Populationsgefährdungsanalyse (PVA).

Aus den Ergebnissen sollen Schlußfolgerungen für das weitere Vorgehen hinsichtlich der Charakteristik des „guten Zustandes der Population“ für M-V und das Management gezogen werden.

## 2. Methoden

### 2.1. Literatur- und Datenrecherche

Die Literatursuche erfolgte über den internen Katalog der Universitätsbibliothek Rostock, über überregionale Kataloge (z. B. Verbundkatalog mit Zeitschriftenaufsätzen) und die digitale Bibliothek der UB Rostock. Weiterhin wurden über das Datenbank-Infosystem (DBIS) relevante Datenbanken genutzt, wie Baltic Marine Environment Bibliography, Biological Abstracts, Current Contents, Katalog der Meereswissenschaftlichen Bibliotheken Deutschlands, Zoological Records etc. Hinzu kam am Lehrstuhl für Allgemeine & Spezielle Zoologie der Universität Rostock gesammeltes Material.

Themenbezogen richtete sich die Recherche auf Artikel mit populationsbiologischem Inhalt zur Gattung *Phalacrocorax*, sowie auf Arbeiten zum Management und zur mathematischen Modellierung.

Die beigefügte Literaturliste (Anhang B) umfaßt sowohl im Gutachten zitierte als auch weiterführende Literatur zum Thema.

Der wichtigste Datensatz, auf den sich die Modellierung der Studie stützt, ist die jährliche Zahl an Brutpaaren. Die Erhebung und Zusammenstellung dieser Datenreihe wurde und wird seit vielen Jahren durch Herrn Dr. H. Zimmermann organisiert. Weitere Daten und Informationen stammen aus der Abteilung Naturschutz und Landschaftspflege des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes M-V, dem Datenfundus des LUNG Güstrow (Herr Dipl. Biol. Ch. Herrmann) und aus der Beringungszentrale Hiddensee (Dr. U. Köppen).

## 2.2. Qualitative Gefährdungsanalyse (PVA)

Ziel der Populationsgefährdungsanalyse ist die Abschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit einer Population bzw. Metapopulation über einen bestimmten Zeitraum sowie die Vorhersage zukünftiger Populationsgrößen unter Berücksichtigung mehrerer beeinflussender Faktoren. Aus den Ergebnissen sollen optimale Managementmaßnahmen abgeleitet werden.

Um den Bestand einer Art hinsichtlich seiner Gefährdung bzw. den angestrebten Zielbestand im Beobachtungsgebiet einschätzen zu können sind Daten verschiedener Parameter nötig. Dazu gehören quantifizierbare Informationen zur Populationsgröße, zur Anzahl der Vorkommen, zur altersspezifischen Reproduktion und Mortalität sowie qualitative Daten zum besiedelten Habitat. Für jeden Parameter, außer „Habitat“, können Schwellenwerte bestimmt werden, innerhalb deren Grenzen die Werte für Szenarien der Simulationsmodelle festgelegt werden. Entsprechend der Einordnung der Gefährdung in die Rote-Liste-Kategorien, sollen zur Beschreibung der Gefährdungssituation folgende, zeitlich differenzierte Kenngrößen erwähnt sein (nach BFN: LUDWIG *et. al.* 2006):

1. aktuelle Bestandssituation (aktuelle bis max. 25 Jahre alte Daten)
2. langfristiger Bestandstrend (Daten der letzten 50 bis 150 Jahre)
3. kurzfristiger Bestandstrend (Daten der letzten zehn bis max. 25 Jahre)
4. Risikofaktoren (Faktoren, deren Wirkung begründet eine negative Bestandsentwicklung in den nächsten zehn Jahren erwarten lässt; aus aktuellen Daten)

Neben der aktuellen Bestandssituation muss mindestens einer der beiden Bestandstrends bekannt sein.

Die qualitative Gefährdungsanalyse erfolgt vor allem über den Parameter „Habitat“, also über Informationen zu den Lebensansprüchen und die Kenntnisse über einzelne Fundorte. Diese werden ergänzt durch Daten der anderen (quantifizierbaren) Parameter. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit basieren vordergründig auf variierten Werten der quantitativen Parameter, die ausgenommen, die jährliche Anzahl der Brutpaare, ausnahmslos der Literaturstudie entlehnt werden mussten.

Bei der Erstellung populationsdynamischer Modelle müssen **Risikofaktoren** berücksichtigt werden, die zur Verschlechterung des kurzfristigen Bestandstrends führen können. Dies können unter anderem sein:

- Verstärkte, direkte, konkret absehbare menschliche Einwirkungen, z. T. mit Habitatverlusten
- Fragmentierung / Isolation: gestörter Austausch zwischen Populationen in der Zukunft
- Verstärkte indirekte, konkret absehbare menschliche Einwirkungen, auch über Habitatverluste (z. B. Kontaminationen)
- Minimale lebensfähige Populationsgröße bereits unterschritten (MVP)
- Abhängigkeit von nicht langfristig gesicherten Naturschutzmaßnahmen
- Verstärkte Einschränkung der Reproduktion (durch menschliche Einwirkungen, „sink population“), verringerte Vitalität bzw. Verjüngung
- Verringerte genetische Vielfalt, vermutet durch Einengung des Habitatspektrums, Verlust von Standorttypen oder Verdrängung auf anthropogene Standorte
- Wiederbesiedlung unwahrscheinlich, z. B. aufgrund großer Verluste des natürlichen Areal (setzt die Wirksamkeit weiterer, überregionaler Risikofaktoren voraus)

Entsprechend eines vorliegenden Einstufungsschemas (siehe BFN: LUDWIG *et. al.* 2006) wird auf Grundlage einer Gefährdungsanalyse für eine bestimmte Art auch die Gefährdungskategorie (Rote-Liste-Kategorie), unter Berücksichtigung von Sonderfällen, ermittelt. Außerdem kann die Ableitung von Mindestgrößen von Populationen (minimum viable populations, MVP) Ziel einer Populationsgefährdungsanalyse sein.

### 2.3. Konzept der Mindestgrößen von Populationen (MVP)

Die aus der Gefährdungsanalyse heraus ermittelte Mindestgröße einer Population ist stets auf einen hinreichend großen Zeitraum (z. B. für die nächsten 100, 200 oder mehr Jahre) bezogen. **Sie beschreibt die Mindestanzahl an Individuen die mit einer festgelegten Wahrscheinlichkeit das Überleben der Population in einem Gebiet bestimmter Größe sichert und gilt alleine für geschlossene Populationen**, d. h. es darf weder Immigration noch Emigration auftreten. Da die Vorkommen des Kormorans in M-V nur Teile der gesamteuropäischen Population sind, ist, aufgrund des hohen Wiederbesiedlungspotenzials aus anderen europäischen Gebieten, die Festlegung eines entsprechenden Wertes mehr hypothetisch zu sehen.

Zur Abschätzung der Mindestgröße muß der Zusammenhang zwischen Größe der Population und ihrer Überlebenswahrscheinlichkeit bekannt sein (logistische Regression). Die Modellierung muß ebenso an den Habitatansprüchen der Art und der Fläche der für die Art nutzbaren Gebiete ausgerichtet sein (HOVESTADT 1990).

Stärkere Schwankungen in der Populationsgröße innerhalb kurzer Zeiträume erschweren die Festlegung einer Populationsmindestgröße. Verschiedene, zum Teil unbekannt, in der Zukunft auftretende Risikofaktoren belegen die Ergebnisse mit einer relativ großen Unsicherheit, resultierend aus z. B. Faktoren des Habitats, der Ressourcen und des Klimas. Da das Maß derartiger Risikoereignisse nur geschätzt werden kann, müssen genutzte Parameter in entsprechend großer Variabilitätsspannweite in die Modellierungen eingebracht werden. Die Mindestgröße einer Population gilt lediglich als minimales Einhaltungziel.

### 2.4. Entwickelte Populationsmodelle und Ableitungen für M-V

Es wurden die bisher im europäischen Raum für die in M-V und in der südbaltischen Region vorkommende Unterart *Phalacrocorax carbo sinensis* entwickelten und in Nutzung befindlichen Populationsmodelle recherchiert. Daraus wurden die Populationsparameter mit möglichen Schwankungsbereichen in zeitlichen oder räumlichen Dimensionen zusammengestellt.

Wir haben uns für ein Modell der virtuellen Populationsanalyse entschieden, d.h. einen altersaufgeschlüsselten, Kohorten-basierten Modellansatz. Dieser Ansatz geht auf das Lebenstafelprinzip zurück und hat sich in der Praxis bei der Modellierung von durch den Menschen genutzten Wildtierpopulationen bewährt. Der Grund ist, dass verschiedene Managementmaßnahmen auf verschiedenen Lebensabschnitten unterschiedlich wirksam sind. Bestimmte Maßnahmen können um effektiv zu sein nur auf bestimmte Stadien (Altersgruppen) angewendet werden.

Für die Modellanpassung der Parameter wurden die Daten aus der Literatur mit denen der Bestandsentwicklung in M-V abgeglichen. **Hervorzuheben ist, dass für M-V lediglich die Daten über den jährlichen Brutbestand verfügbar sind. Es fehlen jährliche Angaben über die Zahl der Nichtbrüter/Vagabunden, im Lande überwintender Kormorane und weitere konkrete Populationskenngrößen.** Für die Modellerstellung und Anpassung konnten also nur die jährlichen Brutbestandszahlen eingesetzt werden, alle anderen

Modellparameter wurden aus der nachfolgend angeführten Literatur übernommen und angepaßt!

Für die Zusammenstellung der brutbiologischen Parameter als Grundlage für die Modellberechnungen wurden folgenden Arbeiten genutzt:

BREGNBALLE & GREGERSEN (2003), FREDERIKSEN & BREGNBALLE (2000a), FREDERIKSEN & BREGNBALLE (2000b), FREDERIKSEN & BREGNBALLE (2001), FREDERIKSEN *et. al.* (2001), KOPCIEWICZ *et. al.* (2003), KRAG (2003), LEHIKONEN (2006), LIORDOS & GOUTNER (2008), PAJKERT & GÓRSKI (1996), VAN EERDEN & GREGERSEN (1995), VAN EERDEN *et. al.* (2003), VAN RIJN *et. al.* (2003), VOLPONI (1999) und ZYDELIS *et. al.* (2002).

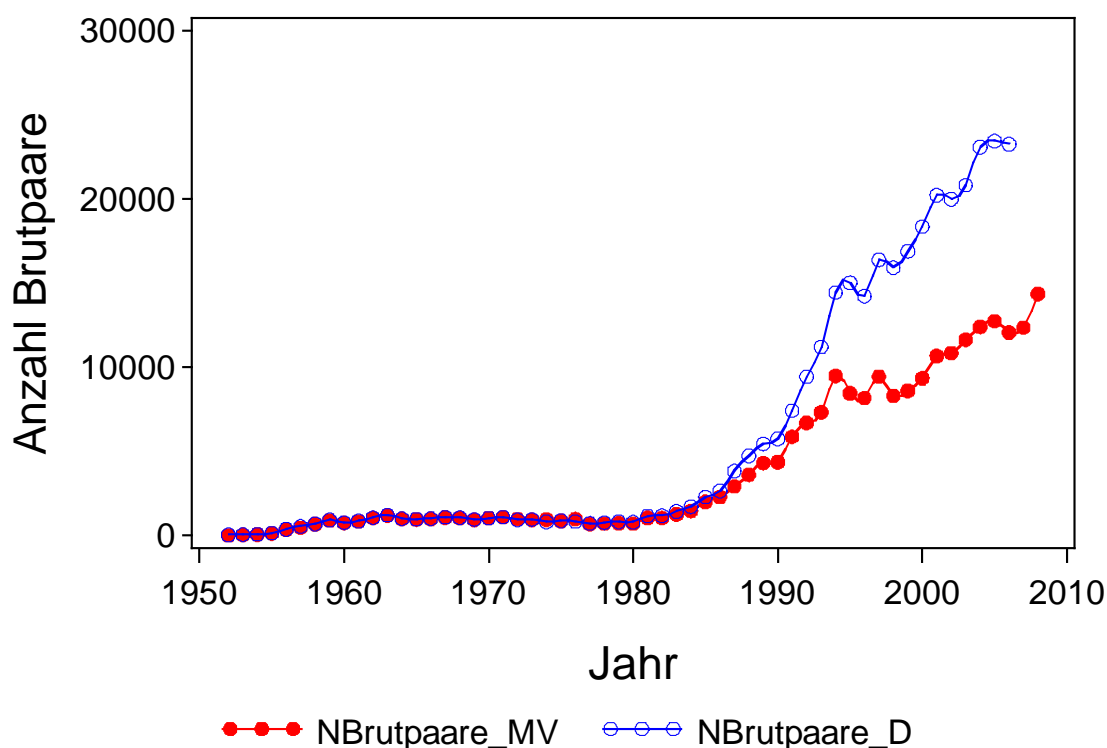
Die ausführlichen Ergebnisse dieses Hauptanliegens der Literaturstudie zusammen mit den Managemententwürfen sind dem Bericht als Anlagen (A und B) beigelegt.

Für die Modellierung wurden lediglich die Zahlen der Brutpaare ab 1989 genutzt, weil die Angaben für die Brutbestände in M-V bis 1988/89 aufgrund nicht mehr genau nachzuvollziehender Eingriffe (u.a. Abschüsse) zu DDR-Zeiten nur ungenau definiert werden können.

Da außer der Anzahl der Brutpaare keine für das nachfolgend erstellte Managementmodell verwertbaren quantitativen Angaben über die Kormoranbestände in Mecklenburg-Vorpommern verfügbar waren, sind die Ergebnisse unter Vorbehalt zu sehen. Sämtliche Angaben zu den aus der Literatur entlehnten Parametern stammen aus verschiedenen Regionen außerhalb M-V (Dänemark, Niederlande, Polen, Finnland etc.) und sind sehr heterogen. Nur bei Vorliegen lokaler Daten kann das Risiko einer Auslöschung der Kormoranpopulationen Mecklenburg-Vorpommerns realistisch eingeschätzt und folglich minimiert werden.

### 3. Ergebnisse (Populationsmodells, Simulation von Szenarien) und Diskussion

Grundlage sind die Angaben zur Entwicklung der Gesamtpopulation in Form der jährlichen Brutpaarzahlen. Zunächst wird von einer unstrukturierten Gesamtpopulation, also einer groben Vereinfachung ausgegangen. Eine zweite grobe Annahme ist hier mangels ausreichender Daten die Nichtberücksichtigung von Zu- und Abwanderungen aus den bzw. in die angrenzenden Regionen. Auch das ist in der Realität nicht gegeben. Bis Anfang der 80er Jahre war der Bestand Mecklenburg-Vorpommerns mit dem Deutschlands identisch,



**Abb. 1.** Entwicklung der Kormoranpopulation (Brutpaar-Entwicklung) für Mecklenburg-Vorpommern und Gesamtdeutschland zwischen 1950 und 2008.

erst danach begann sich der Kormoran in anderen Regionen Deutschlands zu etablieren und eine Eigendynamik zu entfalten (Abb. 1).

**Die Modellierung für Mecklenburg-Vorpommern wurde auf der Grundlage einer Anpassung an die Daten der Jahre 1989 bis 2008 (Abb. 1) sowie mit Hilfe des kohortenbasierten Ansatzes der virtuellen Populationsanalyse vollzogen.**

Alle Berechnungen wurden mit dem Softwarepaket SAS, Version 9.1.4., durchgeführt.

Als Eingangsdaten für die Modellierung wurden dabei folgende Größen berücksichtigt:

Aktuelle Anzahl Nester : 14375  
 Rueckkehr-Rate : 0.35 (aus der Literatur 0.31)  
 Anteil Maennchen : 1/2  
 Planungshorizont : 100 Jahre

#### Kalibrierung

alpha : 0.05  
 n aus Anpassung : 20  
 Standardfehler aus Anpassung : 274.42  
 MSE aus Anpassung : 1506111.4  
 AIC aus Anpassung : 284.5  
 RSQ aus Anpassung : 0.89  
 R aus Anpassung : 0.95

Faktor fuer Ueberlebensrate : 1.1  
 Faktor fuer Fruchtbarkeit : 1.2  
 Faktor fuer Brutanteil : 1.1

#### Bestandsangaben (beobachtet + Literatur)

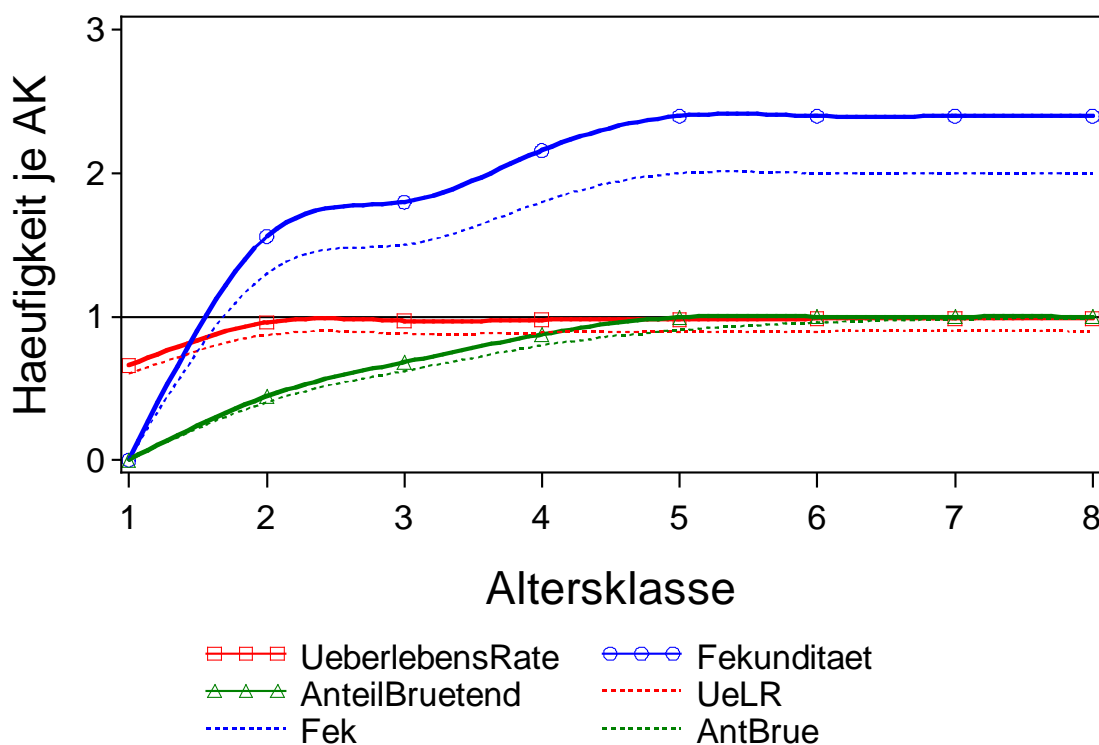
AK	Alters Struktur	Start Pop	UeLR	Fek	Ant Brue	UeLR Rate	Fek	Anteil Bruetend
1	0.2518	3620	0.601	0.0	0.000	0.6611	0.00	0.0000
2	0.1856	2668	0.873	1.3	0.404	0.9603	1.56	0.4444
3	0.1381	1985	0.882	1.5	0.620	0.9702	1.80	0.6820
4	0.1037	1491	0.889	1.8	0.797	0.9779	2.16	0.8767
5	0.0781	1123	0.893	2.0	0.905	0.9823	2.40	0.9955
6	0.0591	850	0.896	2.0	0.958	0.9856	2.40	1.0000
7	0.0447	643	0.897	2.0	0.983	0.9867	2.40	1.0000
8	0.1388	1995	0.896	2.0	0.993	0.9856	2.40	1.0000
		===== 14375						

Alpha = Signifikanzniveau für den Konfidenzbereich (95%), n = Anzahl Brutpaare, MSE = Mittlerer Quadratischer Fehler aus der Modellanpassung, AIC = Akaike's Informationskriterium aus der Modellanpassung, RSQ = Bestimmtheitsmaß für Beobachtungen vs Modell, R = Korrelationskoeffizient für Beobachtungen vs Modell

Pop- Populationsgröße; AK- Altersklasse=Kohorte; jeweils die ersten Reihen UeLR – Überlebensrate; Fek – Fekundität, Fruchtbarkeit; Ant Brue– Anteil Brütender sind aus der Literatur abgeleitet worden, die zweite Serie dieser Parameter stellen die Modellanpassungen für M-V dar.

Die Eingangsdaten (Literatur- und verfeinerte Daten) sind auch in Abb. 2 wiedergegeben.





**Abb. 2.** Darstellung von „Überlebensrate“, „Fruchtbarkeit“ und „Anteil brütender Paare“ als Eingangsdaten für das Mecklenburg-Vorpommern-Modell. (Literaturdaten - unterbrochene Linien, M-V-Modell angepasste Werte - kontinuierliche Linien)

Die Modellanpassung (Verfeinerung) erfolgte auf der Grundlage von Literaturdaten, die dann in einem weiteren Schritt an die Verhältnisse in Mecklenburg-Vorpommern angepaßt wurden. Als Anpassungsgrundlage wurden die Daten für die Periode 1989 bis 2008 gewählt, da hier von einer noch relativ geringen menschlichen Beeinflussung (Abschüsse), sprich einer mehr natürlichen Populations-Entwicklung, ausgegangen werden konnte. Die Korrelation von Beobachtungen und Modell ist entsprechend gut und beträgt 95% ( $R^2 = 0.89$ ,  $AIC = 284.5 = \text{minimal}$ ). Dieses Modell wurde als Basis für sämtliche Szenarien verwendet.

Dabei ist zu beobachten, daß die sich aus der Modellanpassung für M-V ergebenden Parameter Überlebensrate, Anteil Brütender und Fruchtbarkeit über den Literaturwerten liegen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß die Umweltbedingungen für die Population in Mecklenburg-Vorpommern noch günstiger sind als für die in der Literatur behandelten Populationen anderer Länder. Wahrscheinlicher ist aber, dass es sich hierbei um einen Effekt der im Modell nicht berücksichtigten Zuwanderung aus den benachbarten Gebieten handelt. Dafür spricht besonders die im Modell ab Altersgruppe 3 und älter berechnete unrealistische konstante Überlebensrate von 1 (vgl. Abb. 2).

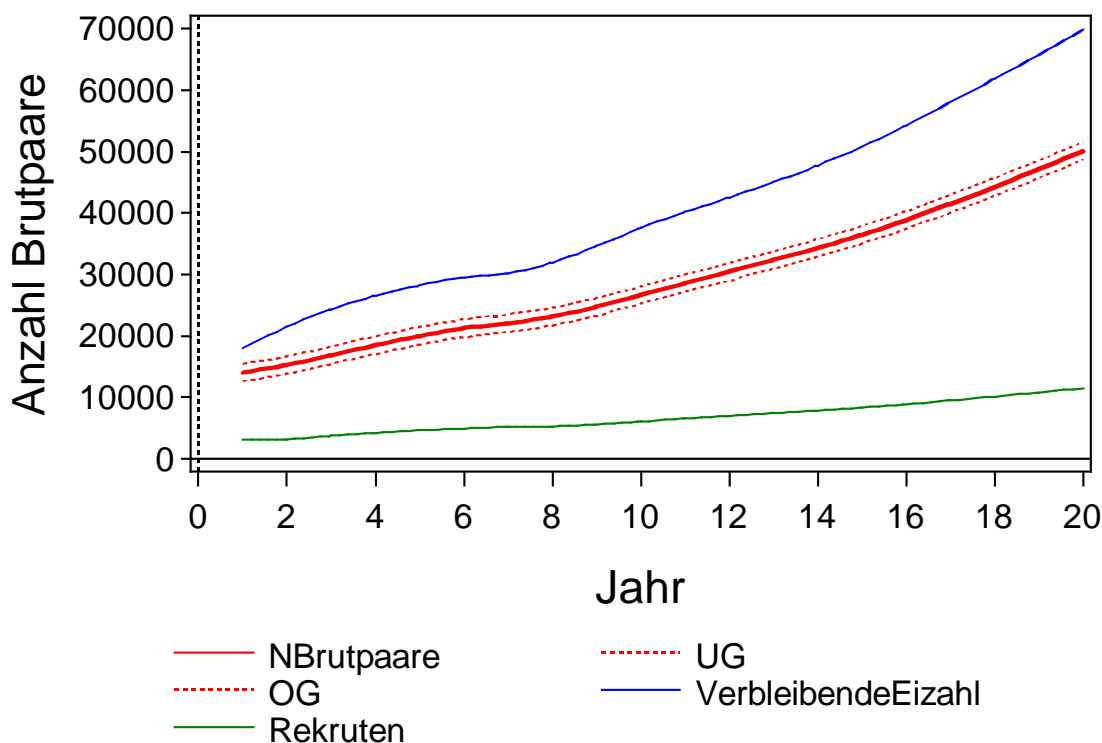
Die wesentlichen Szenarien sind im Einzelnen:

1. Unregulierte Entwicklung der Brutpaaranzahl für einen Zeitraum von 20 Jahren;
2. Über Abschuß (30%) und Reduzierung der Eizahl (33%) regulierte Entwicklung für einen Zeitraum von 100 Jahren (Wiederauffüllung bei Abschuss = 95%);

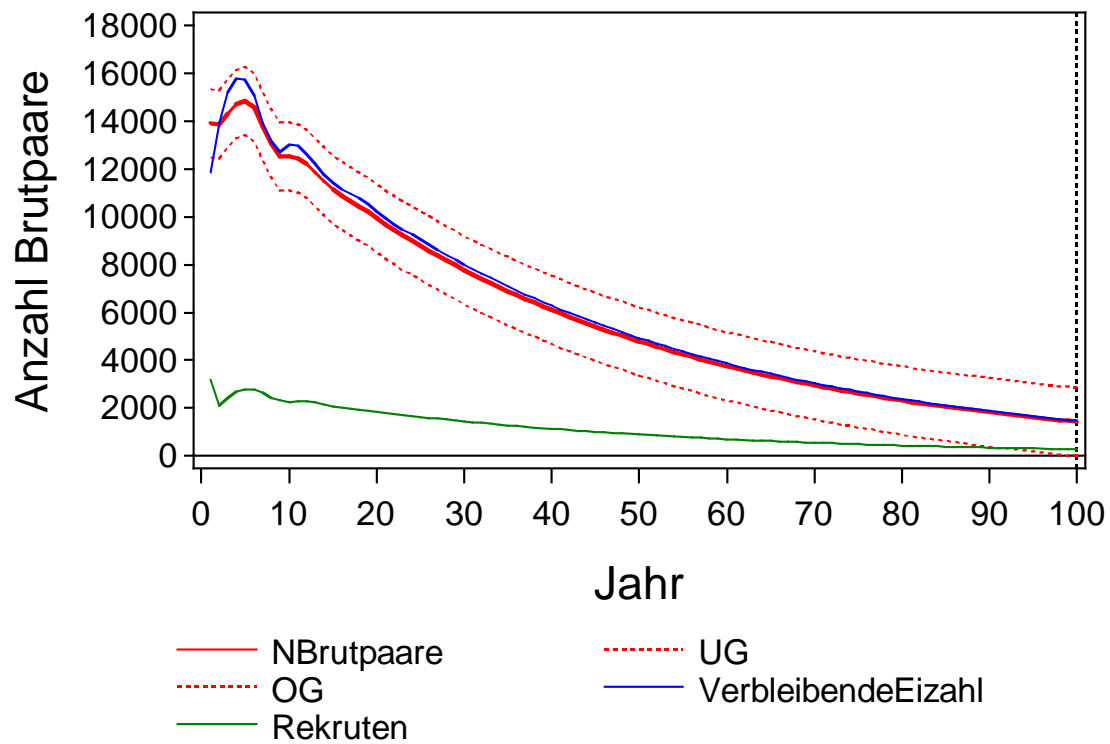
3. Ausschließlich über Reduzierung der Eizahl (38%) (d.h. Abschlußrate 0%) regulierte Entwicklung für einen Zeitraum von 100 Jahren;

*Per definitionem* wurde der Zeitraum von 100 Jahren auf der Grundlage der Definition einer „minimum viable population size“ so gewählt, daß die aktuelle Populationsgröße in 100 Jahren gerade noch oberhalb eines unteren Grenzwertes von 0 sein soll. Um den Nachhaltigkeits- sowie den Vorsorgegedanken der EU-Politik ausreichend zu berücksichtigen, wurden die Unsicherheit der Daten sowie die Fehler der Modellanpassung in Form eines Vertrauensintervalls um die mittlere Bestandsentwicklung herum berücksichtigt. Danach durfte in 100 Jahren nur die untere Vertrauensintervallgrenze die x-Achse gerade berühren, wodurch ein ausreichender Sicherheitspuffer entsteht. Nach diesen beiden Prinzipien müssen die Modellierung sowie die Simulationen jedes Jahr neu wiederholt werden, um auf diese Weise natürliche Schwankungen sowie Veränderungen aufgrund von Umwelteffekten vernünftig berücksichtigen zu können. Wird dies nicht gemacht, besteht das erhöhte Risiko, daß der Kormoranbestand unterhalb der „minimum viable population size“ geraten könnte.

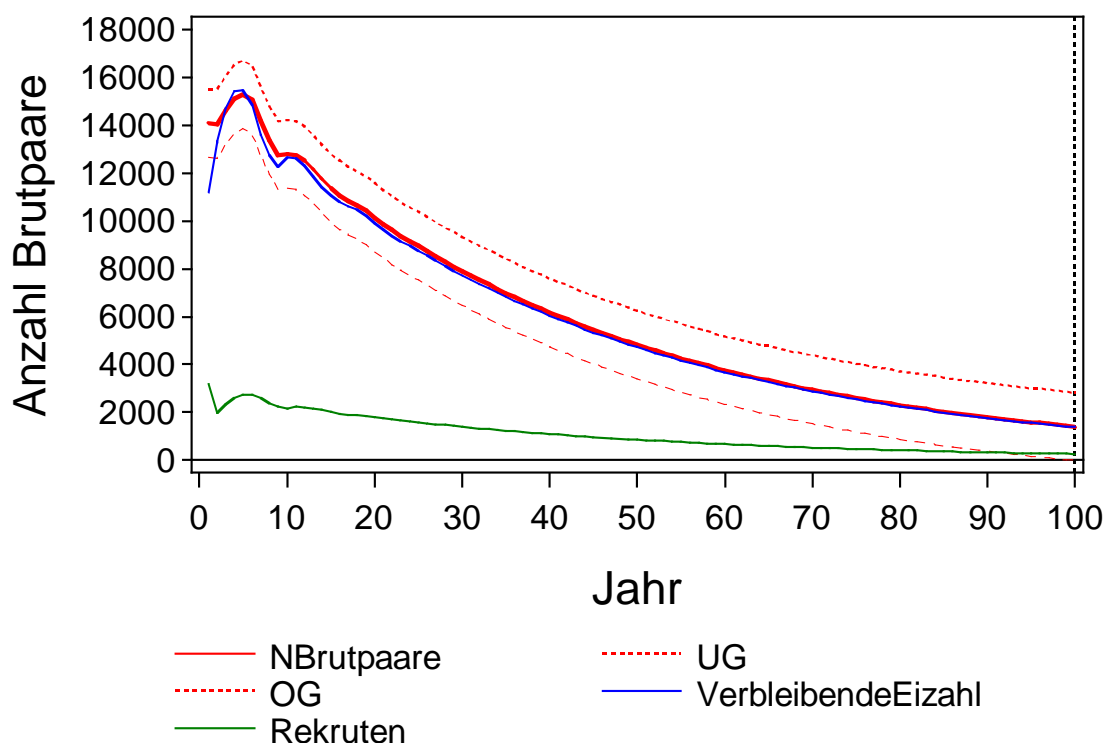
**Um die realen Gegebenheiten für Mecklenburg-Vorpommern jedoch verifizieren zu können, müssen im Rahmen eines nachfolgenden Surveyprogramms sämtliche Eingangsdaten und –parameter überprüft werden.** Im Klartext, die aus der Literatur übernommenen Modellparameter müssen durch konkrete Datenerhebungen für den Bestand Mecklenburg-Vorpommerns verifiziert und konkretisiert werden. Diese müssen also erst einmal erhoben werden. Um zu gewährleisten, daß Änderungen in der Populationsdynamik der Kormorane rechtzeitig wahrgenommen werden können, müssen in einem weiteren Schritt die aktuelle Populationsgröße sowie die anderen relevanten Größen im Rahmen eines zu entwickelnden Monitoringprogramms regelmäßig erfaßt werden. Dadurch soll gewährleistet werden, daß das Risiko einer Auslöschung minimiert wird und zudem der Grad des Regulierungserfolges fest- bzw. sichergestellt werden kann, zum Zweck einer Feinabstimmung der Eingriffe.



**Abb. 3.** Simulierte ungebremste Entwicklung der Brutpaarzahl (mit Vertrauensintervall), der Eizahl sowie der Rekrutierung im Verlauf von 20 Jahren bei nicht vorhandener Regulierung (ohne Abschluß oder Reduktion der Eizahl).



**Abb. 4.** Simulierte Entwicklung der Brutpaarzahl, der Eizahl sowie der Rekrutierung im Verlauf von 100 Jahren bei einer Regulierung auf der Grundlage einer Abschußrate von 30% sowie einer Rate der Reduktion von Eiern von 33%. Die Wiederauffüllungsrate (Kompensationsrate) im Falle von Abschüssen wurde als 95% angenommen. **Nach 100 Jahren verbleiben bei Wahrung des unteren Sicherheitspuffers noch 1420 Brutpaare im Bestand.**



**Abb. 5.** Simulierte Entwicklung der Brutpaarzahl, der Eizahl sowie der Rekrutierung im Verlauf von 100 Jahren bei einer Regulierung auf der Grundlage einer Eizahlreduktionsrate von 38% (ohne Abschluß). **Nach 100 Jahren verbleiben bei Einhaltung des unteren Sicherheitspuffers noch 1399 Brutpaare im Bestand.**

Der Konfidenzbereich um die dargestellten Szenario-Kurven berücksichtigt die Variabilität der Kormorandaten zwischen 1952 und 2008 sowie die Fehler aus der Modellanpassung für die Jahre 1989 und 2008. Dabei wird die eigentliche Variabilität jedoch unterschätzt, da es sich um Managementszenarien innerhalb von Konfidenzbereichen handelt und nicht um eine Prognose im eigentlichen Sinne mit Prognoseintervallen.

In Abbildung 3 wird die simulierte Entwicklung der Kormoranpopulation in M-V für die nächsten 20 Jahre dargestellt, sofern keine Managementmaßnahmen durchgeführt werden. Unter der theoretischen Annahme, daß in diesem Zeitraum die Umweltkapazität (Größe der Nahrungsbasis, Menge an Brutplätzen) für den Kormoran nicht limitierend wird, könnte sich die Zahl der Brutpaare nahezu vervierfachen. Das ist mehr ein theoretisch anzunehmender wahrscheinlicher Trend, der wegen der vielen nicht vorhersehbaren möglichen Veränderungen in der Realität so nicht eintreten muss. Am wahrscheinlichsten erscheint, dass mit zunehmender Bestandsgröße der Kormorane und möglicher abnehmender Produktivität der Fischbestände die Nahrung zum begrenzenden Faktor werden könnte. Wann dieses Niveau erreicht werden wird, kann gegenwärtig mangels genauer Kenntnisse zur Produktivität aller Fischbestände der Küsten- und Binnengewässer nicht vorhergesagt werden. Das könnte bestenfalls grob aus Ökosystemmodellen abgeschätzt werden. Die Bestandsentwicklung des Kormorans in Schleswig-Holstein und Dänemark über die letzten zwei Jahrzehnte könnte Optimismus dafür geben, dass das Populationswachstum auch in M-V nicht weiterhin so ungebremst verläuft, wie es das theoretische Modell (Abb. 3) abbildet. Es sei davor gewarnt, diese Modelldaten ohne die einschränkenden Kommentare für praktische Schlußfolgerungen zu verwenden.

Bei jährlich in immer gleicher Weise durchgeführten Managementmaßnahmen in Form von Abschüssen bei gleichzeitiger Reduktion der Eizahl (Abb. 4) bzw. nur der jährlichen

Reduktion der Eizahl (Abb. 5) in Verbindung mit den anderen angegebenen Randbedingungen würde die Population bei einem 100jährigen Planungshorizont auf einen zu erwartenden Brutbestand von 1420 bzw. 1399 gebracht werden. Diese Größenordnung von ca. 1500 zu erwartenden Brutpaaren nach 100 Jahren ergibt sich aus dem Sicherheitspuffer (Konfidenzbereich), der potentielle Effekte durch nicht-vorhersagbare Umweltveränderungen etc. abfedern soll, um so eine Auslöschung der Population zu verhindern. Zu betonen ist an dieser Stelle, daß dies eine theoretische Größe darstellt, da über diesen Zeitraum kaum von einer Konstanz der Umweltkapazität ausgegangen werden kann. Hinzu kommt, daß dieses Konzept die Isoliertheit der betrachteten Population voraussetzt, die in M-V natürlich in keiner Weise auch nur annähernd gegeben ist. Als Richtgröße für die Anzahl der im 1. Jahr abzuschießenden Tiere unter Szenario 2 (Abb. 4) ergäben sich 3274 Brutpaare (6448 Einzeltiere) – dies entspräche 30% der Populationsgröße - und eine zu reduzierende Eizahl von 5978 – dies entspräche 33% aller Eier. Hervorzuheben ist, daß sich der Abschluß nur auf Brutvögel beziehen kann. Der Abschluß von Nestlingen ist in seiner Wirkung der Entnahme von Eiern gleichzusetzen. Da diese Form des Eingriffs in der Öffentlichkeit keine Akzeptanz findet und auch praktisch kaum in den Größenordnungen realisiert werden kann, wird in einem weiteren Ansatz nur die Wirkung der Reduktion von Eiern betrachtet. Unter Szenario 3 (Abb. 5) ergäbe sich eine zu reduzierende Eizahl von 6902 – dies entspräche 38% der Eier. Es muß dann im kommenden Jahr der tatsächliche Effekt gemessen werden, um ihn mit dem simulierten Effekt zu vergleichen, d.h. zu korrigieren. Gleichzeitig ist die neue Populationsgröße zu ermitteln, um auf diese Weise das Modell updaten zu können. Das aktualisierte Modell muß dann für das übernächste Jahr neu berechnet werden, um die neuen Abschluß- und / oder Eierreduktionsraten für das übernächste Jahr berechnen zu können. Dieses gesamte Prozedere zeichnet sich somit als ein rekursiver Prozeß ab.

Es wurden auch weitere Varianten berechnet, so dass bei sonst unveränderten Managementmaßnahmen (Abschussrate: 30%, Ei-Reduktionsrate: 32%) gegenüber einer 95%-igen Wiederauffüllung eine 98%-ige stattfindet. Danach würde es in 100 Jahren zu einer Erhöhung der Populationsgröße von ca. 1400 Brutpaaren auf ca. 3200 Brutpaare kommen, was einer Ver-2.3-fachung der Anzahl der Brutpaare entspräche. Hierdurch ist als Maßnahme jedoch ausschließlich die Abschussrate betroffen, die dadurch nahezu vollständig kompensiert wird, nicht die Ei-Reduktionsrate.

Bei allmählicher Verringerung der jährlichen Eireduktion, bei etwa 26% Reduktion als alleinige Maßnahme (d.h. ohne Abschuss), kann ein relativ konstantes Bestandsniveau bei ungefähr 20000 Brutpaaren gehalten werden. Eine sinnvolle Maßnahme ohne Abschuss liegt also zwischen einer 26%-igen Ei-Reduktion als Minimum und einer 38%-igen als Obergrenze. Natürlich gilt dies nur unter der Bedingung, dass die Umwelt- und sonstigen Rahmenbedingungen im Durchschnitt gleich bleiben.

Für das Management entscheidend sind die ersten beiden jeweils aufeinanderfolgenden Jahre, d.h. der Eingriff und die Überprüfung seiner Wirkung anhand der Populationsparameter im Folgejahr. Der danach errechnete Populationsgrößenwert in 100 Jahren ergibt nur die Orientierung, ob die Bedingungen auf der Grundlage der Definition einer „MVP“ sowie die Kriterien des Vorsorge- sowie Nachhaltigkeitsprinzips erfüllt sind. Dadurch soll sichergestellt werden, dass sich die Kormoranbestände in sicheren biologischen Grenzen befinden, die das Überleben der Population gewährleistet.

**Die MVP ist also keine feste Größe, sie ist immer nur im Vergleich zur aktuellen Höhe des Bestandes, zur Intensität des Eingriffs sowie zur Veränderung in der Variabilität der Umweltparameter zu ermitteln. Mit dem erstellten Modell und seiner weiteren Validierung steht jedoch ein Instrument zur Verfügung, dies mit relativ geringem Aufwand realisieren zu können.**

Das Modell konnte mit Hilfe eines numerischen Optimierungsalgorithmus so eingestellt werden, dass es immerhin ungefähr 90% der Kormoran-Dynamik in M-V in der Vergangenheit erklärt. Die aus der Literatur übernommenen Populationsparameter wurden

im Rahmen eines nicht-linearen Optimierungsverfahrens so an die Beobachtungsdaten der M-V-Bestandszahlen angepasst, dass die Abweichung zwischen Modell und Beobachtungen minimal wird. Das Resultat ist ein sehr hoher Erklärungsgehalt von etwa 90%! Nur ein relativ geringer Anteil der Kormoran-Dynamik von etwa 10% ist durch das Modell nicht erklärbar. Dieser 10%ige Anteil ist deshalb im Sicherheitspuffer mitberücksichtigt worden.

Das Konzept der MVP hat nichts mit dem zugrunde gelegten Modell an sich zu tun, und schon gar nicht mit irgendeiner bestimmten Software. Das Konzept der MVP kann mit jedem beliebigen Modell kombiniert werden, solange es die Populationsdynamik der betroffenen Art widerspiegelt und die Managementmaßnahmen sinnvoll abbildet. Die Software liefert nur die programmiertechnische Umgebung. Das Modell ist sozusagen die rein mathematische Beschreibung, die unabhängig von der Software ist. Das zugrunde liegende Modell kann jedoch sehr unterschiedlicher Natur sein. Wie eingangs ausgeführt, haben wir uns für ein Modell der virtuellen Populationsanalyse (VPA) entschieden, d.h. einen alters-aufgeschlüsselten Modellansatz. Der Grund ist, dass unterschiedliche Managementmaßnahmen unterschiedlich wirksam sind, oder anders ausgedrückt, bestimmte Maßnahmen können um effektiv zu sein nur auf bestimmte Altersgruppen angewendet werden. So wurde in der Studie die Wirksamkeit der Maßnahmen „Abschuss“ und „Ei-Reduktion“ getestet, die beide auf verschiedene Altersgruppen wirken und sich deshalb auch unterschiedlich auf die gesamte Populationsdynamik des Kormorans auswirken. Die Ei-Reduktion hat einen Effekt auf die Rekrutierung und somit verzögert auf die Population in den kommenden Jahren. Der Abschuss reduziert die Population direkt und betrifft nur ältere Altersklassen. Außerdem ist bei Abschuss noch mit einer Wiederauffüllung der Brutpaare zu rechnen. Bei der Ei-Reduktion ist darauf zu achten, dass dies in einer Weise geschieht, die nicht zu einer erneuten Eiablage und damit zu erneutem Brüten führt.

Um also die Überlebensfähigkeit der Population zu gewährleisten und zu einer echten Bestandsmodellierung und Prognose gelangen zu können müssen für M-V folgende Echtparameter ermittelt werden:

- Altersstruktur und Überlebensraten
- Rückkehrrate der Rekruten in ihre Geburtskolonien
- Wiederauffüllungsrate
- Fruchtbarkeit pro Altersklasse
- Anteil brütender Paare je Altersklasse

Diese Daten müssen zur „Eichung“ der Rechenmodelle vorliegen und dann fortlaufend für jedes Brutjahr oder in zu definierenden regelmäßigen Abständen (3 oder 5 Jahre) erneut erhoben werden (Monitoring). Zu Beurteilung der Entwicklung und zur Feinabstimmung regulierender Maßnahmen ist dies unerlässlich. Leider ist eine solche Verfahrensweise im Umgang mit dem Kormoranbestand in M-V noch nicht in praktischer Reichweite.

Um die genetischen Lebensfähigkeit bewerten zu können fehlen schlichtweg die Daten. Es liegen Daten vor, die belegen in welchen räumlichen Dimensionen Wanderungen und Austauschbewegungen der Bestände aus M-V innerhalb des europäischen Raumes verlaufen und das unsere Brutbestände Teil der südwestlichen baltischen Kormorangemeinschaft sind (KÖPPEN 2007). Jedoch sind diese mehr qualitativer Art, es fehlen Daten zur Abgrenzung bzw. über Austauschraten zwischen Subpopulationen bzw. generell zur genetischen Struktur. Von daher ist der Aspekt der genetischen Lebensfähigkeit im Moment nicht datenbasiert zu bewerten. Die Anwendung der im Naturschutz mangels konkreter Daten genutzten 50/500 Faustregel, d.h. die effektive Populationsgröße sollte 500 Individuen nicht unterschreiten bzw. kurzfristig nicht unter 50 absinken (HOVESTADT 1990),

zeigt, dass in unserem Falle selbst mit 1400 Brutpaaren keine akute Gefahr von dieser Seite zu drohen scheint. Hinzu kommt, dass die qualitativen Befunde zu Wanderungen und Austauschbewegungen des Kormorans in M-V von Scandinavien bis in den Mittelmeerraum reichen (KÖPPEN 2007).

Was den nach der FFH Richtlinie günstigen Erhaltungszustand (FCS) anbelangt, sind für die Kormoranbestände in M-V gegenwärtig alle wesentlichen Aspekte erfüllt:

die Entwicklung der Populationsdynamik des Kormorans in M-V und im südlichen Baltikum unterstreicht, dass die Art vitales Element dieses Lebensraumes ist und in absehbarer Zeit bleiben wird,

dass das natürliche Verbreitungsgebiet zunimmt und

ausreichend Lebensraum vorhanden ist.

Diejenige aktuelle Populationsgröße entspricht nach unserem Verständnis der „minimalen lebensfähigen Population“ (MVP), die unter dem anzuwendenden Managementregime in 100 Jahren gerade noch eine existente Population in Aussicht stellen würde. Im konkreten Falle wurde zusätzlich noch ein Sicherheitspuffer einbezogen, der von einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ausgeht, um auf diese Weise mögliche, d.h. derzeit nicht abschätzbare Risiken und somit den Vorsorgeansatz zu berücksichtigen. Mit anderen Worten, die derzeitige Population soll bei Anwendung der Managementmaßnahmen in 100 Jahren nicht nur gerade Null sein, sondern gemäß dem Sicherheitspuffer sogar erheblich größer. Dieser Sicherheitspuffer enthält die Unsicherheit über die verfügbaren Daten in M-V (Varianz der beobachteten Bestandsgrößen seit Aufzeichnung der Daten im Jahre 1950) sowie die Fehler, die bei der Modellanpassung entstehen (Modellfehler). Die Varianz drückt darin die über die Jahre entstehende, nicht zu erklärende Anteile der Dynamik der Kormoran-Population in Abhängigkeit von ihrer Umgebung aus (globale Response), die Modellfehler den Anteil, der durch das Modell nicht erklärt werden konnte (Modellabweichungen).

Selbst unter dem Managementregime „38% jährliche Eireduktion“ würde, bei stabilen Umweltbedingungen, mit dem o.g. Sicherheitspuffer in 100 Jahren eine Populationsgröße von ca. 1500 Brutpaaren (3000 geschlechtsreife Individuen) stehen. Damit wären nicht nur die Bedingungen der MVP deutlich erfüllt sondern auch das Kriterium D der IUCN, dass eine Population als geringgefährdet/nicht gefährdet einzustufen ist, wenn über 1000 Individuen der Population gesichert sind. Damit wäre auch der Ansicht von TRAILL et al. (2007) Rechnung getragen, die für Vogelpopulationen Schwellenwerte von ca. 2500 bis 5200 geschlechtsreifer Individuen empfehlen. Als weitere Sicherheiten für die Kormoranpopulation M-V stehen Austauschprozesse zu den Populationen angrenzender skandinavischer Länder (Dänemark, Schweden), Polens und darüber hinaus. Hinzu kommt ein Puffer, der in den Berechnungen nicht enthalten ist, die unbekannte Zahl von vagabundierenden Nichtbrütern.

Unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten sind wir mit der aktuellen Bestandsgröße von ca. 14000 Brutpaaren (2008) in M-V selbst bei Realisierung moderater Managementmaßnahmen zweifelsohne im sicheren Bereich der günstigen Referenzpopulation. Zahlenmäßig präzisere Aussagen lassen sich über das Modell erst nach der Erarbeitung konkreterer Populationskennwerte für die zu betrachtende Population treffen.

#### 4. Zusammenfassung

Anliegen des Gutachtens sind eine qualitative Gefährdungsanalyse (PVA) und die Erstellung eines Populations-Management-Modells für den Kormoranbestand M-V, mit dem Ziel, den aktuellen Zustand der Population festzustellen und davon ausgehend geeignete Managementoptionen für eine Bestandskontrolle abzuleiten.

Grundlage dafür war eine umfangreiche Literaturrecherche für die bisher im europäischen Raum für die in M-V und in der südbaltischen Region vorkommende Unterart *Phalacrocorax carbo sinensis* entwickelten und in Nutzung befindlichen Populationsmodelle. Daraus wurden die Populationsparameter mit möglichen Schwankungsbereichen in zeitlichen und räumlichen Dimensionen zusammengestellt.

Aus M-V sind lediglich die Daten über den jährlichen Brutbestand verfügbar. Es fehlen sämtliche anderen Inputgrößen, d.h. auch jährliche Angaben über die Zahl der Nichtbrüter/Vagabunden, im Lande überwinternder Kormorane und alle relevanten Populationskenngrößen! Für die Modellerstellung und Anpassung konnten also nur die jährlichen Brutbestandszahlen genutzt werden, alle anderen Modellparameter mussten der Literatur entnommen und durch einen numerischen Optimierungsprozess angepasst werden!

Mit diesen Ausgangsdaten und der vereinfachten Annahme einer einheitlichen in sich geschlossenen Kormoranpopulation für M-V, wurde ein kohortenbasiertes Modell in Anlehnung an die „Virtuelle Populationsanalyse“ erstellt und auf der Grundlage der numerisch optimierten Parameter angepasst. Die auf der Grundlage des Modells geschätzten jährlichen Bestandsgrößen stimmen mit der realen Brutbestandsentwicklung sehr gut überein.

Es wurden verschiedene Managementszenarien simuliert. Ohne Eingriff in die Population ist zunächst mit einem weiteren Anstieg des Bestandes zu rechnen. Angenommen die Umweltkapazität (Nahrungsverfügbarkeit, Menge der Brutplätze) wird noch nicht begrenzend, könnte die Population innerhalb von 20 Jahren cirka das Vierfache des jetzigen Standes erreichen. Realistischer erscheint jedoch, dass die Nahrungsverfügbarkeit vorher zu einer Abbremsung des Populationswachstums führen wird.

In einem zweiten Managementszenarium, das von einer jährlichen Reduktion der abgelegten Eier um 38% ausgeht, ist eine Abnahme des Bestandes zu erwarten, die gemäß der Definition der „minimum viable population“ (MVP) in 100 Jahren zu einer Brutbestandsgröße von nahe Null führt. Aus Gründen des Vorsorgeansatzes wurde auf der Grundlage der Daten- und Modellanpassungsunsicherheiten ein Konfidenzintervall mit 5% Irrtumswahrscheinlichkeit erzeugt, für das die Untergrenze gegen Null geht, während rund 1500 als Erwartungswert (Sicherheitspuffer) im Bestand belassen werden. Ein sinnvolles Management ohne Abschuss liegt zwischen einer 26%-igen Ei-Reduktion als Minimum und einer 38%-igen als Obergrenze. Aufgrund der völlig unzureichenden Kenntnis der originären Populationsparameter für M-V und der nicht gegebenen Annahme, dass die Population nicht durch Zu- und Abwanderungen mit der Umgebung dynamisiert ist, enthalten die Modellaussagen jedoch ein hohes Maß an Unwägbarkeiten.

Um das erstellte Modell zielgenau einsetzen zu können ist die regelmäßige Erhebung von im Gutachten genannten Populationsparametern unerlässlich. Nur auf dieser Basis kann ohne erheblichen Aufwand bewertet werden, inwieweit die Managementmaßnahmen der richtigen Zielgröße (MVP) entsprechen oder geändert werden müssen. Erst in diesem Verfahren kann



der „gute Zustand der Population“ genauer definiert werden. Bei einem solchen Procedere können auch rechtzeitig eintretende Veränderungen der Umweltkapazität mit berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung aller Unsicherheiten gewährleistet die aktuelle Bestandsgröße von ca 14000 Brutpaaren (2008) in M-V selbst bei Realisierung verschieden intensiver Managementmaßnahmen den Zustand einer günstigen Referenzpopulation. Zahlenmäßig präzisere Aussagen lassen sich über das Modell erst nach der Erarbeitung konkreterer Populationskennwerte für die zu betrachtende Population treffen.