

Veröffentlichung der Ergebnisse von Forschungsvorhaben im BMBF-  
Programm

## Biologische Innovation und Ökonomie

**Forschungsvorhaben:** Verbundprojekt: FUGATO-plus – FUGATO+brain –  
Entwicklung eines Expertensystems zum Transfer der Ergebnissen der  
funktionalen Nutztiergenomforschung in Zuchtprogrammen; Teilprojekt  
Uni Kiel: Erweiterung der Selektionsindex-Methode sowie Optimum  
Contribution Selection mit Markern

**Förderkennzeichen:** 0315136E

**Zuwendungsempfänger:** Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098  
Kiel

**Ausführende Stelle:** Christian-Albrechts-Universität zu Kiel - Agrar- und  
Ernährungswissenschaftliche Fakultät - Institut für Tierzucht und  
Tierhaltung, 24098 Kiel

**Projektleitung:** Herr Prof. Dr. Thaller

**Laufzeit:** 01.01.2008 bis 30.06.2011

"Das diesem Bericht zugrundeliegende BMBF-Forschungsvorhaben wurde  
mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem  
Förderkennzeichen 0315136E gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt  
dieser Veröffentlichung liegt beim Autor".

## Inhaltsverzeichnis

<b>I. Kurze Darstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Voraussetzungen</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Planung und Ablauf des Vorhabens</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Wissenschaftlicher und technischer Stand zu Projektbeginn</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Kooperationen</b> .....	<b>6</b>
<b>II. Eingehende Darstellung</b> .....	<b>7</b>
<b>1. Ergebnisse</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Ergebnisverwertung</b> .....	<b>20</b>
<b>3. Ergebnisse von dritter Seite mit Relevanz</b> .....	<b>22</b>
<b>4. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen</b> .....	<b>22</b>
<b>III. Auflistung der Anlagen</b> .....	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>

# I. Kurze Darstellung

## 1. Aufgabenstellung

Das Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAUK) war im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts **FUGATO<sup>+</sup>-brain** mit für die methodische Weiterentwicklung von Selektionsmethoden zuständig. Dabei sollte der Schwerpunkt der Untersuchungen laut Vorhabenbeschreibung auf die Weiterentwicklung der Integration von Markerinformationen in Zuchtplanungsrechnungen gelegt werden. Zum einen sollten sich die Untersuchungen mit der Möglichkeit der Einbeziehung genetischer Marker in das so genannte „optimum genetic contribution“ (WP B3) Verfahren beschäftigen und zum anderen sollte die Mehrstufenselektion unter Verwendung von genetischen Markern weiterentwickelt werden (WP A2). Eine weitere Aufgabe war das Testen der Praxistauglichkeit der entwickelten Software im Rahmen von Demonstrationsprojekten. Diese sollten am Beispiel von Milchrinder- und Pferdezuchtprogrammen durchgeführt werden.

## 2. Voraussetzungen

Das Ziel einer organisierten Zuchtplanung ist die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der Tierproduktion. Dafür werden die wirtschaftlich bedeutenden Merkmale von Nutztierpopulationen durch entsprechende züchterische Methoden bearbeitet. Die Selektionsindexmethode (Hazel, 1943) ermöglicht die Berücksichtigung aller verfügbaren phänotypischen Informationen zur Schätzung des Gesamtzuchtwertes eines Selektionskandidaten für die Zuchtzielmerkmale. Als Informationsquellen für den Kandidaten können sowohl Eigenleistungen, als auch die Leistungen verwandter Individuen herangezogen werden. Merkmale, die mit dem Zuchtzielmerkmal genetisch korreliert sind, können ebenso für die Zuchtwertfeststellung einbezogen werden. Im Fall des optimalen Selektionsindex werden die Informationsquellen in der Weise gewichtet, dass der genetisch-ökonomische Zuchtfortschritt maximiert wird. Dies erfolgt methodisch durch die Minimierung der durchschnittlichen quadrierten Abweichung zwischen dem Index und dem wahren Gesamtzuchtwert. Sonderformen des Selektionsindex sind so genannte ‚Desired Gains‘ und der ‚Restringierte Index‘. Bei der ersten Variante wird der Zuchtfortschritt in den Merkmalen des Zuchtziels in einem zuvor bestimmten Verhältnis zueinander realisiert. Dieses wird durch die Festlegung der

Indexgewichte der einzelnen Merkmale in einem gewünschten Verhältnis erreicht. Die zweite Variante wird für Merkmale verwendet, für die es schwierig ist, ein wirtschaftliches Gewicht abzuleiten oder insbesondere für Merkmale, deren genetischer Fortschritt auf einem bestimmten Niveau gehalten werden soll. Dieses Verfahren wird dann angewendet, wenn die Nichtberücksichtigung dieser Merkmale im Selektionsindex zu einer unerwünschten Veränderung der entsprechenden Merkmale führen würde. Im Selektionsindex wird der Zuchtfortschritt eines oder mehrerer Zuchtzielmerkmale gleich Null gesetzt. Für die anderen Merkmale im Index gelten aber weiterhin die Kriterien des optimalen Selektionsindex, d.h. der durchschnittliche Zuchtfortschritt wird unter den jeweiligen Nebenbedingungen maximiert.

Beide Sonderformen führen letztendlich zu einer Abweichung vom ökonomisch optimalen Index. Kennzeichnend hierfür ist eine verringerte Korrelation zwischen wahren und geschätzten Zuchtwert und die damit einhergehende Verringerung des Gesamtzuchtfortschritts.

Da Inzucht in kommerziellen Zuchtpopulationen nicht vermieden werden kann, und da ihre negativen Effekte vor allem auf Fitnessmerkmale wirken, bedarf es in Zuchtprogrammen eines Inzuchtmanagements. In der Vergangenheit wurden verschiedene Ansätze vorgeschlagen, die eine Berücksichtigung der Inzucht in modernen Zuchtverfahren ermöglichen. Eine weitgehend akzeptierte Methode ist die von Meuwissen et al. (1997) vorgeschlagene „optimum genetic contribution“ Selektion. Bei dieser Selektionsmethode wird der genetische Fortschritt unter Beachtung einer gegebenen Inzuchtrate maximiert.

### ***3. Planung und Ablauf des Vorhabens***

Die CAUK sollte in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner FBN im Arbeitspaket A2 die Mehrstufenselektion in ZPLAN+ weiterentwickeln und die Einbeziehung molekulargenetischer Informationen bewerkstelligen. Auf Grund der Komplexität der Mehrstufenselektion und einschlägigen Vorarbeiten beim Projektpartner FBN wurde dort die programmtechnische Umsetzung publizierter Mehrstufenansätze übernommen. Die diesbezüglichen Entwicklungsarbeiten des FBN wurden durch die CAUK aktiv unterstützt. Die Implementierung des Verfahrens in ZPLAN+ erfolgte durch externe Programmierer beim Projektpartner vit. Die ständige Überprüfung der Methode und Fehleranalyse war wiederum eine Teilaufgabe, die der CAUK oblag. Anhand praxis-

relevanter Zuchtprogramme, die sowohl auf konventionellen als auch auf genomischen Informationsquellen beruhten, wurden die im Programm verfügbaren mehrstufigen Selektionsstrategien getestet.

Als weitere Aufgabe wurden durch die CAUK modifizierte Ansätze der Selektionsindextheorie, insbesondere der ‚restringierte Index‘ und das ‚desired gains‘ Verfahren programmtechnisch umgesetzt und anhand von Anwendungsbeispielen verifiziert. Diese Module stehen für die Implementierung in ZPLAN+ oder auch als eigenständige Programme für die zukünftige Nutzung zur Verfügung.

Für die Bearbeitung der Demonstrationsprojekte (Arbeitspakete C1, C3, C5) erfolgte zunächst ein intensives Studium aller in ZPLAN+ verwendeten Grundlagen, Methoden und Module (Selektionsindex, Genfluss, Investitionstheorie). Im nächsten Schritt wurde eine allgemein gehaltene Zusammenstellung der erforderlichen Inputparameter erstellt. Eine Einführung in die Beta-Version des Programms ZPLAN+ erfolgte durch den Projektpartner vit. Nachfolgend wurde das Programm einer intensiven Testphase unterzogen. Dazu wurden bekannte Beispielprogramme aus dem alten ZPLAN und einfache, neu entwickelte Zuchtprogramme modelliert. Die Ergebnisse wurden fortwährenden Plausibilitätsprüfungen unterzogen, um Fehler im Programm oder in der Anwendung zu erkennen. Auftretende Probleme wurden mit den beteiligten Projektpartnern, insbesondere dem Projektpartner vit, erörtert und behoben. Die dabei gewonnen Erkenntnisse konnten oftmals kurzfristig in das Programm implementiert werden oder als wichtige Hinweise im Anwenderhandbuch bzw. der Kurzanleitung berücksichtigt werden. Die unter Nutzung der neuen Software zur Modellierung realer Zuchtprogramme gewonnenen Ergebnisse wurden den beteiligten Wirtschaftspartnern im Rahmen der FBF-Anwenderschulungen vorgestellt und diskutiert. Die Anregungen der Wirtschaftspartner konnten wiederum für weitere Verbesserungen des Programms genutzt werden.

Durch die Projektpartner GAUG, TUM und CAUK wurde zusätzlich eine Kurzanleitung für die Nutzung der Zuchtplanungssoftware ZPLAN+ erstellt. Diese soll den Einstieg in die Zuchtplanung mit dem Programm erleichtern und eine Ergänzung zu dem vom Projektpartner vit erstellten Anwenderhandbuch sein.

Im Arbeitspaket B3 sollten die Eigenschaften der „optimum genetic contribution“ Selektion insbesondere vor dem Hintergrund der sich neu entwickelnden genomischen Markerinformation untersucht werden. Nach Erarbeitung der methodischen Grundlagen wurde eine Simulationssoftware entwickelt, welche in der Lage war, die wesent-