



VERBAND SCHWEIZER PFERDEZÜCHTORGANISATIONEN
FED. SUISSE DES ORGANISATIONS D'ÉLEVAGE CHEVALIN
FED. SVIZZERA DELLE ORG. D'ALLEVAMENTO EQUINO

VSP-Weiterbildungsveranstaltung 2015

Chancen und Risiken der genomischen Selektion in der Pferdezucht

Die Weiterbildungsveranstaltung des Verbandes Schweizerischer Pferdezüchterorganisationen (VSP) vom 6. November im Tierspital Bern befasste sich mit dem Thema «Chancen der genomischen Selektion in der Pferdezucht». Untersuchungen haben gezeigt, dass mittels genomischer Selektion bereits bei der Geburt eines Tieres genauere Zuchtwerte geschätzt werden können, als dies bisher über den konventionellen Weg möglich war. Die funktionelle Genomforschung ermöglicht einen höheren Zuchtfortschritt durch die Verkürzung des Generationenintervalls und die schärfere Selektion, birgt aber auch Risiken.

Grundlagen der Pferdezucht

Die Genetikerin Dr. Heidi Signer-Hasler von der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften Zollikofen (HAFL) fing in ihrem Referat beim allgemeinen Konzept der

Fachwörter der Genetik und Genomik

Genomische Selektion	Selektion basierend auf genomischen Zuchtwerten; der Zuchtwert eines Tieres wird aus seinen Erbanlagen abgeleitet
Genom	Als Genom bezeichnet man die Gesamtzahl der Gene einer Zelle oder eines Organismus
Genotyp	Genetische Ausstattung eines Individuums; der Genotyp ändert sich zu Lebzeiten eines Organismus nicht
Genotypisierung	Bestimmung der genetischen Ausstattung eines Individuums; Nachweis bestimmter Unterschiede in einzelnen Genen eines Individuums
Heritabilität	Vererbbarkeit, Erblichkeitsanteil
SNP („Snip“)	Single Nucleotid Polymorphism; beschreibt die Variation eines einzelnen Basenpaares in einem DNA-Strang; SNPs sind geerbte und vererbare genetische Varianten

Tierzucht an. Die Kunst des Züchtens besteht in der Auswahl der Zuchttiere mit den besten Erbanlagen für eine gewünschte Leistung, damit bei den Nachkommen im Durchschnitt eine gegenüber der Elterngeneration verbesserte Leistung erwartet werden kann. Im Zentrum der Selektion steht dabei stets die Frage: «Wie erkenne ich Pferde, welche bestimmte Eigenschaften in ihren Nachkommen fördern resp. vermindern?» Die besten Elterntiere sind aber nicht zwingend die «schönsten» oder «schnellsten» Pferde. Die Eigenschaften eines Pferdes hängen von genetischen (Genotyp) und umweltbedingten Faktoren ab. Für die Zucht von Interesse ist der Genotyp, da er alle erblichen Eigenschaften eines Pferdes umfasst. Als wichtigstes Hilfsmittel für die

Tierzucht hat sich deshalb die Zuchtwertschätzung etabliert, mit welcher der genetische Wert (= Zuchtwert) eines Pferdes geschätzt wird. Dieses an sich schon wirkungsvolle züchterische Hilfsmittel verspricht in Verbindung mit den sich rasant entwickelnden molekulargenetischen Techniken auf eine neue Stufe gehoben zu werden und die Tierzucht sprunghaft vorwärtszubringen.

Zuchtwertschätzung von heute

Die Zuchtwertschätzung ist in der Schweizer Pferdezucht fest etabliert und Schweizer Pferdezüchter haben die Möglichkeit, ihre Zuchttiere anhand der geschätzten Zuchtwerte (z. B. der Hengste) zu selektieren. Der Zuchtwert erlaubt, Pferde aufgrund ihres geschätzten



Auf Interesse stösst das Thema der genomischen Selektion an der diesjährigen Weiterbildungsveranstaltung des Verbandes der Schweizerischen Pferdezüchterorganisationen.

Vererbungspotenzials zu rangieren – er sagt hingegen nichts über den individuellen Erfolg in einem Wettkampf aus. Bei der Geburt eines Fohlens ist eine Aussage zur erblichen Veranlagung über den Abstammungszuchtwert möglich, d.h. Zuchtwert Fohlen = $\frac{1}{2}$ Zuchtwert Vater + $\frac{1}{2}$ Zuchtwert Mutter, weil das Fohlen jeweils die Hälfte seiner Gene vom Vater und von der Mutter erhält. Mit der Zeit kommen Eigen-, Verwandten- und Nachkommenleistungen hinzu, welche mittels statistischer Methoden für die Berechnung des Zuchtwertes miteinbezogen werden können. Das Bestimmtheitsmass der Zuchtwerte, das heisst die Verlässlichkeit der Aussage, hängt somit stark von der Anzahl der verfügbaren Informationen ab. Je mehr Nachkommen ein Hengst hat, desto aussagekräftiger ist der Zuchtwert. Ebenfalls ist die Vererblichkeit einer bestimmten Eigenschaft, die sogenannte Heritabilität, massgebend für die Verlässlichkeit des Zuchtwerts. Heidi Signer-Hasler stellte im Folgenden Vergleiche der Selektion auf Basis der konventionellen Zuchtwertschätzung und der genomischen Selektion an.



Interessierter Zuhörer Pierre Berthold, Präsident des jurassischen Pferdezüchtersverbands.

Genomische Selektion

Bei der genomischen Selektion wird der Zuchtwert aus den Erbanlagen abgeleitet und ist somit unabhängig von der Anzahl der Nachkommen eines Tieres. Seit es möglich ist, einen Teil der Informationen auf dem Erbgut kommerziell verfügbar zu machen, wurde die Idee der genomischen Selektion für die Praxis interessant und als Erstes beim Rind eingeführt. Mittlerweile ist es möglich, für jedes Pferd mittels einer Haar- oder Blutprobe die genetische Information an mehreren zehntausend bis hunderttausend Stellen im Erbgut eines Pferdes zu identifizieren. Das Bestimmen der Genvarianten (in der Fachsprache als SNP benannt) bezeichnet man als Genotypisierung. Modellrechnungen haben gezeigt, dass mittels genomischer Selektion bereits bei der Geburt eines Pferdes (d.h. zu einem Zeitpunkt ohne Eigen- und Nachkommenleistungen) genauere Zuchtwerte geschätzt werden können, als dies bisher über den konventionellen Weg der Zuchtwertschätzung möglich war. So offenbart der Blick in die Erbanlagen zum Beispiel Unterschiede im genetischen Leistungspotenzial von Vollgeschwistern bereits bei Geburt. Zudem ermöglicht die genomische Selektion einen höheren Zuchtfortschritt durch die Verkürzung des Generationenintervalls und die schärfere Selektion.

Aus Sicht des Tierschutzes

Dr. med. vet. Heinrich Binder vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen

(BLV) sieht in der genomischen Selektion viel Potential, zeigte aber in seinem Referat auch die Risiken dieser neuen Selektionsmethode auf. Er betonte zu Beginn seines Referats, dass zwischen dem Züchten von Tieren und dem Tierschutz kein Widerspruch besteht. Im Tierschutzgesetz ist klar vorgegeben, dass in der Tierzucht keine Zielsetzung verfolgt werden darf, die Schmerzen, Leiden oder Verhaltensstörungen von Tieren zur Folge hat. Aus Sicht des Tierschutzes kann die genomische Selektion als übermässige Instrumentalisierung von Tieren eingestuft werden, weil sie primär das Erbgut und nicht das Tier als Ganzes in die Bewertung einbezieht. Wenn die Instrumentalisierung jedoch gerechtfertigt ist (z. B. Zucht auf Gesundheit oder Ausmerzungen genetischer Krankheiten), besteht keine Verletzung des Tierschutzes. Bei einer einseitigen Leistungszucht besteht jedoch durchaus die Gefahr, dass es durch diese Form der Selektion zur Missachtung der Würde des Tieres kommt – was tierschutzwidrig wäre. Wenn die Gesundheit und das Wohlbefinden jedoch als Zuchtziel in den Vordergrund gestellt werden, hat die funktionelle Genomforschung einen positiven Effekt. Bei Implementierung in der Pferdezüchtung mit häufig kleinen Rassenpopulationen gilt es zudem die möglichen negativen Folgen nicht ausser Acht zu lassen: den Verlust seltener individueller Genkonfigurationen, den beschleunigten Verlust der genetischen Variabilität sowie die Gefahr der Inzuchtdepression.

Genomische Selektion: die Zukunft der Schweizer Pferdezüchtung?

Heidi Signer-Hasler ist sich trotz der Vorteile nicht sicher, ob sich die genomische Selektion in der Schweizer Pferdezüchtung durchsetzen wird. Es seien noch viele Fragen offen, wie die konkrete Umsetzung und deren Auswirkungen auf das heutige Pferdezüchtungsprogramm. Ausserdem wäre bei der genomischen Selektion eine sehr hohe technologische Abhängigkeit zu befürchten. Ebenfalls sei fragwürdig, wie hoch die Akzeptanz der Züchterschaft für die genomische Selektion ist. Heinrich Binder sieht vor allem im Tierschutzbereich und in der Inzuchtproblematik noch viel Klärungsbedarf. Auch Hanspeter Meier, Präsident des VSP, wies in seinem Schlusswort der Veranstaltung auf weitere offene Fragen hin, wie zum Beispiel die Frage der rechtlichen Rahmenbedingungen, darunter die Eigentumsrechte der Daten. Aufgrund der zahlreichen ungeklärten Fragen wird sich der VSP auch weiterhin intensiv mit der Thematik auseinandersetzen.

Salome Wägeli

Journée de formation continue FSEC 2015

Chances et risques de la sélection génomique dans l'élevage chevalin

La journée de formation continue de la Fédération suisse des organisations d'élevage chevalin (FSEC) le 6 novembre au Tierspital à Berne avait comme thème «Chances de la sélection génomique pour l'élevage chevalin». Des études ont démontré que grâce à la sélection génomique, il est possible d'obtenir, déjà à sa naissance, des informations au sujet de la valeur d'élevage d'un animal bien plus précises que par la voie conventionnelle pratiquée jusqu'ici. La recherche génomique fonctionnelle permet de plus grands progrès d'élevage en diminuant l'intervalle des générations et par une sélection plus forte, mais elle présente aussi des risques.

Bases de l'élevage chevalin

La généticienne Dr. Heidi Signer-Hasler, de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL) à Zollikofen, a débuté sa présentation par le concept d'élevage général. Tout l'art de l'élevage se trouve dans la bonne sélection des animaux d'élevage avec les

meilleures caractéristiques génétiques pour les performances désirées, visant une amélioration des performances de la descendance par rapport à la génération précédente en moyenne. La question centrale de la sélection est donc: Comment reconnaître les chevaux qui renforceront les caractéristiques souhaitées dans leur descendance, ou réduirons les caractéristiques indésirables? Les meilleurs chevaux d'élevage ne sont pas forcément les plus «beaux» ou les plus «rapides». Les qualités d'un cheval dépendent de facteurs génétiques (génotype) et environnementaux. Le génotype est intéressant pour l'élevage, car il englobe toutes les caractéristiques génétiques d'un cheval. L'évaluation de la valeur d'élevage s'est établie en outil des plus importants pour l'élevage, qui calcule la valeur génétique (= valeur d'élevage) d'un cheval. Cet outil d'élevage, déjà très efficace en soi, promet de franchir une nouvelle étape en lien avec la rapide évolution des techniques de la génétique moléculaire, et permettre de grands progrès dans l'élevage d'animaux.

Evaluation de la valeur d'élevage aujourd'hui

Bien établie dans l'élevage chevalin suisse, l'évaluation de la valeur d'élevage donne la

possibilité aux éleveurs de sélectionner les animaux d'élevage à l'aide des valeurs d'élevage (p. ex. pour l'étalon). Elle permet de classer les chevaux d'après le potentiel héréditaire – elle ne donne par contre aucune indication sur les performances sportives de l'individu. A la naissance d'un poulain, on peut définir ses prédispositions génétiques par la valeur d'élevage de l'ascendance, c.-à-d. valeur d'élevage du poulain = $\frac{1}{2}$ VE du père + $\frac{1}{2}$ VE de la mère, car le poulain a reçu ses gènes à moitié de son père et à moitié de sa mère. Avec le temps, les performances propres, de la parenté et de la descendance se rajoutent dans l'évaluation de la valeur d'élevage, qui se calcule à l'aide de méthodes statistiques. Le degré de certitude de la valeur d'élevage dépend donc fortement de la quantité d'informations disponibles. Plus le nombre de descendants d'un étalon est grand, et plus le résultat sera pertinent. De plus, l'hérédité d'une certaine caractéristique, dénommée l'hérédité, est décisive pour la fiabilité de la valeur d'élevage. Heidi Signer-Hasler a établi un comparatif de la sélection sur la base de la valeur d'élevage conventionnelle et basée sur la sélection génomique.

Sélection génomique

Lors de la sélection génomique, la valeur d'élevage est déduite de la génétique, indépendamment du nombre de descendants d'un animal. Depuis qu'il est possible de mettre à disposition commercialement une partie des informations issues du patrimoine génétique, l'idée de la sélection génomique est devenue intéressante pour la pratique, et a été introduite en premier pour les bovins. Il est entre-temps possible d'identifier des informations génétiques pour chaque cheval au moyen d'analyse de sang ou de crins, plusieurs dizaines voire centaines de milliers de localisations dans son patrimoine génétique. La détermination des variantes génétiques (connue sous le nom de SNP dans le jargon) est qualifiée de génotypisation. Des modèles de calcul ont démontré qu'à l'aide de la sélection génomique, il est possible d'évaluer les valeurs d'élevage d'un cheval dès sa naissance (donc sans performances propres ni de la descendance) bien plus précises que par la voie conventionnelle comme jusqu'à présent. Les analyses génétiques dévoilent par exemple des différences dans le potentiel génétique de propres frères et sœurs dès leur naissance. De plus, la sélection génomique permet un progrès d'élevage plus rapide en diminuant l'intervalle des générations, et par une sélection plus forte.

Protection des animaux

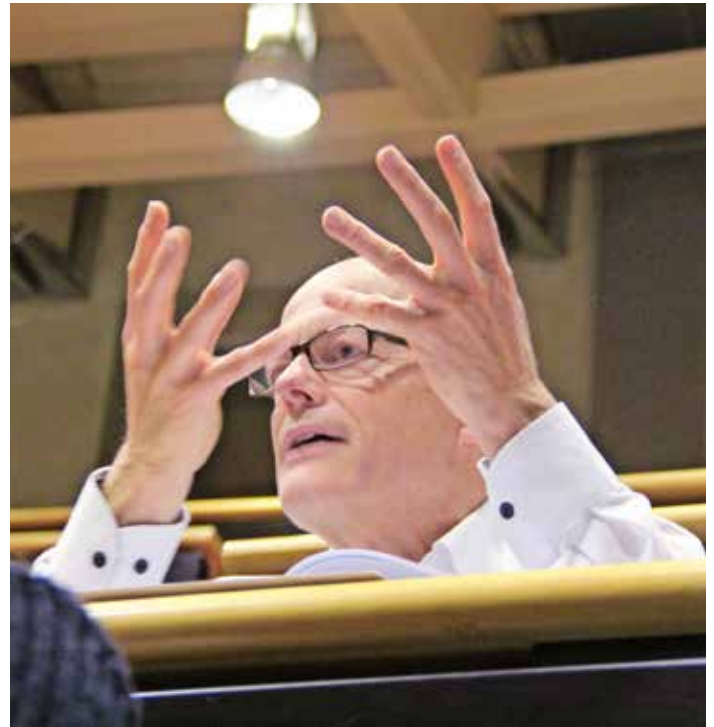
D' med. vet. Heinrich Binder de l'Office fédéral



Dr Heidi Signer-Hasler de la Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires (HAFL).



Dr med. vet. Heinrich Binder, Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV).



Prof. Dr Roger Clerc, expert en génétique biomédicale.

de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) voit un grand potentiel dans la sélection génomique, mais il a aussi démontré dans sa présentation les risques d'une nouvelle méthode de sélection. Dès le départ, il souligne qu'il n'y a pas de contradiction entre l'élevage et la protection des animaux. La loi sur la protection des animaux définit clairement que le but d'élevage ne doit causer à l'animal ni maux, ni douleurs, ni dommages. Du point de vue protection des animaux, la sélection génomique peut être vue comme une instrumentalisation exagérée des animaux, car elle se base essentiellement sur la génétique et non l'animal dans son ensemble. Si cette instrumentalisation est toutefois justifiée (p. ex. élevage sur critères de santé ou pour l'éradication de maladies génétiques), il n'y a pas infraction à la protection des animaux. L'élevage uniquement basé sur les performances est une méthode de sélection amenant le risque du mépris de la dignité de l'animal – ce qui serait une violation avec la protection des animaux. La recherche fonctionnelle sur le génome a un effet positif si le but d'élevage met au premier rang la santé et le bien-être des animaux. Lors de l'implémentation pour l'élevage chevalin, souvent confronté à des races à faible population, il ne faut pas négliger les effets négatifs possibles: la perte de configurations génétiques individuelles rares, à l'accélération de la perte de variabilité génétique ainsi que le risque de consanguinité.

Sélection génomique: l'avenir de l'élevage chevalin?

Malgré les avantages, Heidi Signer-Hasler n'est malgré tout pas sûre si la sélection génomique saura s'imposer pour l'élevage suisse. Beaucoup de questions restent ouvertes, comme la mise en pratique concrète et les effets sur les programmes d'élevage actuels. De plus, une forte dépendance technologique serait à craindre pour la sélection génomique. L'acceptation des éleveurs pour la sélection génomique est également discutable. Selon Heinrich Binder, il y a un besoin de clarification au niveau protection des animaux et la problématique de consanguinité. Dans la conclusion de la manifestation, Hanspeter Meier, président de la FSEC, a également rappelé les

questions ouvertes, notamment les conditions-cadre au niveau légal, et les droits de propriété des données. Suite au grand nombre de questions ouvertes, la FSEC continuera à travailler intensivement à ce thème.

Salome Wägeli

Vocabulaire génétique et génomique

Sélection génomique	Sélection basée sur les valeurs d'élevage génomiques; la valeur d'élevage d'un animal est déduite de sa génétique
Génome	Un génome représente l'ensemble des gènes d'une cellule ou d'un organisme
Génotype	Patrimoine génétique d'un individu; le génotype reste inchangé tout au long de la vie d'un organisme
Génotypisation	Détermination du patrimoine génétique d'un individu; preuves de différences précises dans certains gènes d'un individu
Héritabilité	Hérédité, part héréditaire
SNP („Snip“)	Single Nucleotid Polymorphism; décrit la variation au sein d'une paire de bases d'un brin d'ADN; les SNPs sont des variantes génétiques héritées et héréditaires