

Reproduktionstechniken – was passt zum Biolandbau und was nicht?

(Ursprüngliche Fassung von B. Bapst, 2007; Überarbeitung durch A. Spengler Neff und F. Augsten, 2011 und Überarbeitung / Ergänzung für die Vorlesung an der ZHAW 2018 durch A. Spengler Neff)

Die Tierzucht hat in den letzten Jahrzehnten einen grossen Beitrag zur Leistungssteigerung der Nutztiere geleistet. Diese Entwicklungen betreffen hauptsächlich die Produktionsleistungsmerkmale (z.B. Milchmenge, Fleischleistung, Eilegeleistung). Einen nicht unwesentlichen Beitrag zu dieser Steigerung leistete die Entwicklung und Anwendung von Reproduktionstechniken: Reproduktionsraten können auf der männlichen wie auch auf der weiblichen Seite gesteigert werden. Dadurch werden die Zuchtprogramme effizienter, die Genauigkeiten der Zuchtwertschätzungen nehmen zu, die Generationenintervalle nehmen ab, die Selektionsintensität und der Zuchtfortschritt nehmen zu.

Auch im biologischen Landbau werden Reproduktionstechnologien genutzt: rund 90 % aller Milchkühe werden künstlich besamt (dies gilt gleichermassen für Biobetriebe und für konventionelle Betriebe). Die Anwendung des Embryotransfers ist hingegen auf allen Biobetrieben in Europa verboten. Auf allen Bio Suisse-Betrieben in der Schweiz und auf Demeter-Betrieben in der Schweiz und in Deutschland ist auch der Einsatz von Stieren (bzw. Sperma), welche durch Embryotransfer erzeugt wurden, verboten. Der Biolandbau kommt aber trotzdem immer mit Fortpflanzungstechnologien in Berührung, die nicht zu seinen Grundsätzen passen, weil viele Zuchttiere (die meisten männlichen) bzw. deren Vorfahren aus der konventionellen Landwirtschaft stammen. So sind z.B. viele im Biolandbau eingesetzte KB-Stiere zwar selbst nicht durch Embryotransfer entstanden, deren Vorfahren aber schon. Und eine immer grössere Zahl von ihnen ist auch geklont.

Die Diskussionen bezüglich des Einsatzes von Biotechnologien in der Biotierzucht bzw. deren direkte (z.B. KB) und indirekte (z.B. ET) Nutzung, werden sehr unterschiedlich geführt und sind dementsprechend verschieden in den nationalen Bio-Produktionsvorschriften verankert. In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Arbeit des Netzwerkes ökologische Tierzucht (NÖTZ, zusammengesetzt aus ExponentInnen der ökologischen Tierzucht aus Deutschland, den Niederlanden und der Schweiz) über die Anwendung der Reproduktionstechniken im Biolandbau zusammengefasst (Bapst, 2007; Spengler Neff und Augsten, 2011). Für jede Reproduktionstechnik wurden die folgenden Aspekte angeschaut:

- Status quo bezüglich des Einsatzes der Reproduktionstechnik in der Tierzucht in Deutschland, in der Schweiz und in den Niederlanden und der daraus entstehenden Auswirkungen für die ökologische Landwirtschaft
- Bewertung der einzelnen Technik aus Sicht der biologischen Landwirtschaft
- Möglichkeiten der Umsetzung dieser Bewertung in den Produktionsrichtlinien des biologischen Landbaus

Tab. 1: Beschreibung und Bewertung der Reproduktionstechniken für den Biolandbau

Natursprung (NS)	
Beschreibung	Natürliche Art der <u>Befruchtung</u> . In Deutschland, der Schweiz und in Österreich werden ca. 10 bis 20 % aller Kühe mit Natursprung gedeckt. Der Natursprung ist in der Mutterkuhhaltung verbreiteter als in Milchviehbeständen.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Einzige natürliche Art der Fortpflanzung • Beim Zukauf oder der Aufzucht des Stieres können Informationen zur Herkunft des Stieres in Erfahrung gebracht werden. • Die Herdenfruchtbarkeit ist besser, wenn ein Stier mitläuft: die Brunst zeigt sich oft deutlicher, stillbrünstige Tiere werden erkannt, die Befruchtungsrate ist höher. • Natürliche Selektion auf guten Charakter der Stiere • Anwesenheit des Vattertieres in der Herde: Ein natürlicher Familienverbund (ein bis wenige männliche Tiere – viele weibliche Tiere) kann gehalten werden. • Aus der Sicht einer ganzen Population kann eine grössere genetische Variabilität erhalten werden, weil einzelne Vattertiere weniger stark eingesetzt werden.
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Zuchtfortschritt: kleinere Nachkommenzahl, was eine Nachzuchtprüfung erschwert oder unmöglich macht, was eine geringere Vererbungssicherheit zur Folge hat. • Die Stierenhaltung birgt Unfallgefahren. • Zeitverzögertes Erkennen von Erbfehlern • Gefahr der direkten Krankheitsübertragung beim Deckakt (Deckseuchen) • Korrekturanpaarungen sind schwierig, wenn ausschliesslich Natursprung gemacht wird.
Konsequenzen einer Ablehnung	Eine Ablehnung steht nicht zur Debatte.
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Künstliche Besamung
Bewertung	Erwünscht

Künstliche Besamung (KB)	
Beschreibung	Besamung weiblicher Rinder mittels eines Katheters mit vorgängig aufgetautem Sperma. Samengewinnung: Der Stier (Samenspender) wird mit einem Phantom oder einer künstlichen Scheide zur Ejakulation gebracht. Das Ejakulat wird hinsichtlich der Befruchtungsfähigkeit untersucht, in Portionen aufgeteilt, konserviert und anschliessend in flüssigem Stickstoff bei -195° C gelagert. Die Samenportionen können über lange Zeit aufbewahrt werden.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Eine gezieltere Nachzuchtprüfung mit einer erhöhten Genauigkeit der Zuchtwertschätzung kann realisiert werden. • Höherer Zuchterfolg, auch bei funktionellen Merkmalen • Auf dem männlichen Pfad kann durch die Nachzuchtprüfung besser selektiert werden. • Keine Unfallrisiken durch Stiere • Keine Übertragung von Deckseuchen • Kuhspezifische Anpaarungen werden möglich. • Die vorhandene Genetik ist weltweit einsetzbar. • Kreuzungsprogramme sind einfacher zu realisieren. • Eine Aufteilung in die Produktionsrichtungen Milch / Fleisch ist einfacher. • Es können Spermadepots von aussterbenden / seltenen Rassen angelegt werden. • Der Transport von männlichen Tieren kann vermieden werden.
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Unnatürlicher Vorgang: Spermaablage im Gebärmutterhals, statt in der Scheide • Gefahr, dass die standortgerechte Zucht vernachlässigt wird. • Das Zyklusgeschehen der Kuh wird oft ungenau wahrgenommen, was zu Fehlbesamungen führen kann. • Abhängigkeit von Zuchtorganisationen und/ oder Genetikanbietern • Unbekannte Erbfehler können stark verbreitet werden. • Gefahr genetischer Verengung der Population • Spermadosen werden routinemässig mit Antibiotika „konserviert“. • Stiere können weltweit eingesetzt werden: erhöhte Gefahr des Nichtbeachtens von existierenden GxU-Interaktionen • Der Charakter des Stieres wird nicht berücksichtigt. • Gefahr von Krankheitsverschleppungen durch Besamungsperson • Evtl. technikbedingte Fehlselektion • Nur Verwendung von Bullen, deren Ejakulat tiefgefriertauglich ist.

Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Ablehnung wäre praxisfern und nicht realisierbar. • In spezifischen Merkmalen könnte weniger Zuchtfortschritt erreicht werden. • Austausch von Genetik über grössere Distanzen wäre nicht mehr möglich, bzw. mit grossem Aufwand und mit Tiertransporten verbunden. • Möglichkeit des Auftretens von Deckseuchen
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Natursprung (Herdenstiere, Gemeinschaftsstiere etc.) • Zuchtstrategien, die in einem sinnvollen Masse KB und Natursprung berücksichtigen
Bewertung	Toleriert (bis erwünscht)

Zyklussteuerung / Zyklussynchronisation	
Beschreibung	Hormonelle Behandlung eines Tieres oder einer Herde, um die Trächtigkeitsrate zu erhöhen oder um eine Tiergruppe in den gleichen Besamungs- und Gebärrhythmus zu bringen.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachung des Managements bei spezifischen Produktionssystemen. Z. B.: Saisonales Abkalben bei Vollweidesystem, verbunden mit einer „melkfreien“ Zeit (insbesondere Ziegen) • Einfachere Brunstbeobachtung
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Hormoneinsatz ist ein systemischer Eingriff und entspricht nicht den Grundsätzen des biologischen Landbaus. • Saisonale Arbeitsspitzen mit saisonalem Produkteanfall • Falsche Selektion: Tiere mit schlechter Fruchtbarkeit und Tiere, die auf externe Hormongaben gut reagieren, werden selektiert. • Azyklische Tiere müssen aus der Herde ausgeschieden werden.
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Starre Systeme, die an einen festen Rhythmus gebunden sind, können weniger gut realisiert werden.
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Strenge Selektion auf gute Fruchtbarkeit • Verkauf oder Metzgerung von Tieren, die nicht ins System passen • Verbesserung der Herdenfruchtbarkeit durch die Integration eines männlichen Zuchttieres in die Herde • Synchrone Herden mit einer grösseren Bandbreite sind durch konsequente Selektions- und Managementmassnahmen auch ohne hormonelle Applikationen möglich.
Bewertung	Abzulehnen (nur Hormonbehandlungen für Einzeltiere zu therapeutischen Zwecken erlaubt)

Superovulation und Embryotransfer (ET)	
Beschreibung	Durch eine Hormonbehandlung wird die Reifung und Ovulation von mehreren Oozyten ausgelöst (Superovulation). Anschliessend erfolgt eine künstliche Besamung. Die daraus entstehenden Embryonen (Morulastadium) werden dem Muttertier entnommen (Spülung). Die einzelnen Embryonen können konserviert werden oder sie werden nach der Entnahme in ein Ammentier, welches durch Hormone ins passende Zyklusstadium gebracht wurde, eingeführt.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Reproduktionsrate bei Kühen, die in besonderen Merkmalen sehr gut sind (Steigerung des Zuchtfortschrittes über den weiblichen Pfad). • „Unfruchtbare“ (z.B. durch Kaiserschnitt verursacht) Tiere können weiter genutzt werden. • Weiterführende Techniken werden begünstigt.
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Kontra KB und Zyklussteuerung / Synchronisation • Hormoneinsatz beim Spendertier wie auch beim Empfängertier • Zucht mit „unfruchtbaren Tieren“ möglich • Technikbedingte Selektion • Gefahr genetischer Verengung der Population • Auch eine Kuh mit tiefer Nutzungsdauer kann viele Nachkommen haben.
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Evtl. Verringerung des Zuchtfortschrittes in einzelnen Merkmalen
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Zielgerichtete, herkömmliche Zuchtarbeit
Bewertung	Auf Betriebsebene abzulehnen (ausserhalb der Betriebsebene nicht zu verhindern)

Ovum pick-up / In-vitro-Fertilisation	
Beschreibung	In einem ersten Schritt werden unbefruchtete Oozyten aus den Ovarien weiblicher Tiere gewonnen: Entweder geschieht dies am lebenden Tier durch eine Punktion oder dann am frisch geschlachteten Tier. Die Oozytengewinnung kann bereits an noch nicht geschlechtsreifen Tieren erfolgen. Die Eizellen werden anschliessend kultiviert und einer Reifung ausgesetzt. Danach werden sie mit aufbereitetem Samen auf einem Nährmedium befruchtet und bis zum Morula- oder

	Blastozystenstadium kultiviert. Wie beim Embryotransfer werden die Embryonen anschliessend auf Empfängertiere übertragen, die hormonell ins entsprechende Trächtigkeitsstadium versetzt wurden. Die Methode ist noch nicht praxisreif.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Verkürzung des Generationenintervalls und Erhöhung der Nachkommenzahl auf der weiblichen Seite, was zu schnelleren Selektionserfolgen bei einzelnen Merkmalen führen kann. • Erfolgt die Oozytengewinnung am lebenden Tier, muss kein Hormoneinsatz (beim Spendertier) erfolgen (im Unterschied zum ET).
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Die Befruchtung der Eizelle geschieht ausserhalb des Rinderorganismus in einem künstlichen Nährmedium, was Fragen aufwirft bezüglich möglicher Schädigungen. • Statistiken zeigen, dass Kälber, die aus In-vitro-Fertilisation stammen, häufig überschwer und übergross sind und mittels Kaiserschnitt zur Welt gebracht werden müssen. • Gefahr genetischer Verengung der Population • Technikbedingte Selektion
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Embryotransfer
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Embryotransfer
Bewertung	Abzulehnen

Klonierungstechniken	
Beschreibung	Beim Klonen werden erbgleiche Individuen über Embryoteilung oder über einen Zellkerntransfer in Oozyten erzeugt.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Mehrfache Nutzung von Tieren mit identischen, guten genetischen Eigenschaften
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Das Klonen erleichtert Voraussetzungen für gentechnische Manipulationen. • Produkte geklonter Tiere würden bei den Konsumenten ökologischer Produkte keine Akzeptanz finden. • Züchterische Fortschritte werden im eigentlichen Sinne nicht erzielt. • Teuer, nicht praxisreif
Konsequenzen einer Ablehnung	Keine
Alternativen	Herkömmliche Zuchtverfahren
Bewertung	Abzulehnen

Geschlechtsbestimmung („Sperma Sexing“)	
Beschreibung	Die Geschlechtsbestimmung und die nachfolgende Separierung finden hauptsächlich beim Sperma statt (Durchflusscytophotometrie). Die Praxisanwendung ist bereits breit; allerdings ist die Technik noch immer teuer und die Trächtigkeitsrate ist geringer als bei herkömmlichem Sperma.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Bei einseitigen Zuchtzielen, die geschlechtsabhängig sind, können bessere Selektionserfolge erzielt werden. • Höhere Selektionsintensität, höherer Zuchtfortschritt • Es werden weniger unerwünschte männliche Kälber geboren.
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Teuer • Förderung einer extremen Spezialisierung in der Tierhaltung und -zucht • Mögliche Beeinträchtigung der Spermien
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Sollte das Spermasexing einmal eine sehr breite Praxisanwendung finden, könnte es sein, dass eine Ablehnung der Technik das Spermaangebot einschränkt. Zurzeit werden aber nebst den gesexeten Samendosen meistens auch normale vom gleichen Stier angeboten. • Ethische Bedenken, wenn Stierkälber gleich nach der Geburt getötet werden.
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Weniger spezialisierte Zuchtziele anstreben • Neue Absatzkanäle durch gezieltes Marketing (Z.B. Jersey Stierkalbfleisch wird von einigen Betrieben in der Direktvermarktung erfolgreich als Spezialität vermarktet.)
Bewertung	Abzulehnen (wurde Ende 2015 von den Delegierten der Bio Suisse abgelehnt)

Genomanalyse, genomische Zuchtwertschätzung und genomische Selektion (GS)	
Beschreibung	Analyse der genetischen Struktur des Genoms mittels Ermittlung von Single Nucleotid Polymorphismen (SNPs), die mit einem Merkmal eng gekoppelt sind. Einbezug dieser Informationen in Zuchtwertschätzungen und Selektionsentscheide.
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässigkeit der Zuchtwertschätzung kann erhöht werden. • Verkürzung des Generationenintervalls und Erhöhung der Selektionsintensität

	<ul style="list-style-type: none"> • Selektion muss nicht geschlechtsspezifisch erfolgen. • Gute Erbfehlerbekämpfung
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • Gefahr genetischer Verengung der Population und Verringerung der Rassenvielfalt • Um die Vorteile effizient nutzen zu können, ist der Einsatz von ET von Vorteil. • Neuorganisation der Zuchtstrukturen: es besteht die Gefahr, dass Zuchtentscheide immer mehr in den Organisationen gefällt werden und dass immer weniger Leistungsprüfungen auf den Betrieben stattfinden; d.h. dass die einzelnen ZüchterInnen eine immer geringere Rolle im Zuchtgeschehen spielen (bei Schweinen und Geflügel ist dies bereits der Fall). • Die angewendeten Techniken können mit Patenten versehen werden, was zu Nutzungseinschränkungen führen könnte.
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr starke Einschränkung des für Biobetriebe noch möglichen Stierenangebotes
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Herkömmliche Selektionsstrategien
Bewertung	Toleriert bis erwünscht, sofern Prüfdesigns gefunden werden können, die keinen grossen Einsatz von unerwünschten Reproduktionstechniken erfordern.

Hybridzüchtung (bei Rindern nicht verbreitet, vor allem bei Geflügel und Schweinen)	
Beschreibung	Erstellung von verschiedenen reinerbigen, uniformen Linien (hoher Homozygotiegrad), die sich untereinander sehr stark unterscheiden. Diese Elternlinien werden miteinander gekreuzt, um in der F1-Generation einen hohen positiven Heterosiseffekt erzielen zu können (positives Beispiel war das SMR in der DDR).
Pro	<ul style="list-style-type: none"> • Heterosiseffekt zeigt sich vor allem in den Bereichen der Fitness und Fruchtbarkeit, die für den Biolandbau wichtig sind. • Züchterische Fortschritte können schnell realisiert werden.
Kontra	<ul style="list-style-type: none"> • F1-Generation muss immer wieder neu gezüchtet werden, eine Weiterzucht macht mit dieser keinen Sinn, da die F2-Generation meistens Leistungsdepressionen und eine grosse Merkmalsstreuung zeigt. • Genetische Verarmung • Notwendigkeit eines sehr straff geführten Zuchtprogrammes, welches meistens nur durch private Zuchtorganisationen gewährleistet werden kann.
Konsequenzen einer Ablehnung	<ul style="list-style-type: none"> • Im Rinderzuchtbereich würden bei einer Ablehnung keine grossen Probleme entstehen, vorausgesetzt Gebrauchskreuzungen würden von einer Ablehnung ausgeschlossen.
Alternativen	<ul style="list-style-type: none"> • Zielgerichtete Rassezucht • Aufbau exklusiver Vermarktungswege
Bewertung	toleriert, sofern die Anwendung im Sinne von Gebrauchskreuzungen vollzogen wird.

Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen in Tabelle I

Die Ergebnisse der Diskussionen zeigen, dass der Einsatz von Reproduktions- und Züchtungstechniken nicht unproblematisch ist und dass ausser der künstlichen Besamung und der Genomanalyse alle auf teilweise bis vollständige Ablehnung stossen. Ziel wäre eine internationale Einigung zur Zulassung / Ablehnung von Reproduktionstechniken in der Tierzucht im Biolandbau auf der Ebene der IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). Es ist sinnvoll, dass auch in Zukunft in solche Diskussionen jeweils die folgenden kritischen Fragen einfließen (werden sie mit Ja beantwortet, so sollte die Technik im Biolandbau nicht angewendet werden; allerdings ist ihre indirekte Anwendung durch den Einsatz von KB-Stieren oder KB-Ebern dann immer noch möglich):

- Macht die Technik systemische, einschränkende Eingriffe am Tierorganismus notwendig?
- Werden DNA-Konstrukte künstlich ins Erbgut eingebracht (Gentransfer)?
- Findet die Verschmelzung von Samen- und Eizelle (Befruchtung) ausserhalb des Tierorganismus statt?
- Treten eigentumsrechtliche Fragen auf?

- Fördert die Technik Zuchtziele, die nicht mit den Grundgedanken des biologischen Landbaus vereinbar sind oder verstösst die Technik generell gegen die Grundgedanken des biologischen Landbaus?
- Findet allenfalls eine technikbedingte Selektion statt, welche die Ziele des biologischen Landbaus verfehlt?
- Wird die genetische Vielfalt durch die Technik verkleinert?

Bei der Bereitstellung und Weiterentwicklung von Zuchtprogrammen sollten generell die Bedürfnisse des biologischen Landbaus und damit die Bedürfnisse der Tiere besser berücksichtigt werden, sodass mehr Tiere / Genetik verfügbar sind, die nicht mit inakzeptablen Zucht- und Reproduktionstechniken gezüchtet wurden und die gut zum Biolandbau passen (siehe auch Spengler Neff, 2012; Spengler Neff, 2016). Dies bedeutet insbesondere, dass die Integrität der Tiere gewahrt wird, indem sie generell nicht manipuliert oder versehrt werden, ihrer Art gemäss gehalten und gezüchtet werden und indem ihre eigene Fähigkeit, mit ihrer Umwelt adäquat umzugehen und sich gesund und leistungsfähig zu erhalten, durch die Züchtung und die Haltungsbedingungen gefördert wird.

Literatur

- Bapst, B., 2007: Einschätzung von Reproduktions- und Züchtungstechniken in der ökologischen Tierzucht am Beispiel der Rinderzucht; Dokumentation der Tagung des Netzwerks Ökologische Tierzucht, 7. und 8. März 2007 in Kassel; 44-53
- Kräusslich, H., 1994: Tierzüchtungslehre; Verlag Ulmer, 4. Auflage
- Spengler Neff, A. und Augsten, F., 2011: Assessing Reproductive and Breeding Techniques in Organic Agriculture using Cattle Breeding as an Example; a FiBL-discussion Paper
- Spengler Neff A., Pedotti R. & Schmid A., 2012. Assessment of site related breeding of dairy cattle on organic farms in a Swiss mountain region. In: 2nd Organic Animal Husbandry Conference, Hamburg, 12.–14. September 2012, 360–364.
- Spengler Neff A., Ivemeyer S., 2016. Differences between dairy cows descending from artificial insemination bulls vs. dairy cows descending from natural service bulls on organic farms in Switzerland. *Livest. Sci.* **185**, 30–33