



Zuchtwertschätzung beim Schwein

Andreas Hofer
Projektleiter, SUISAG

Vorlesung ETH-Zürich

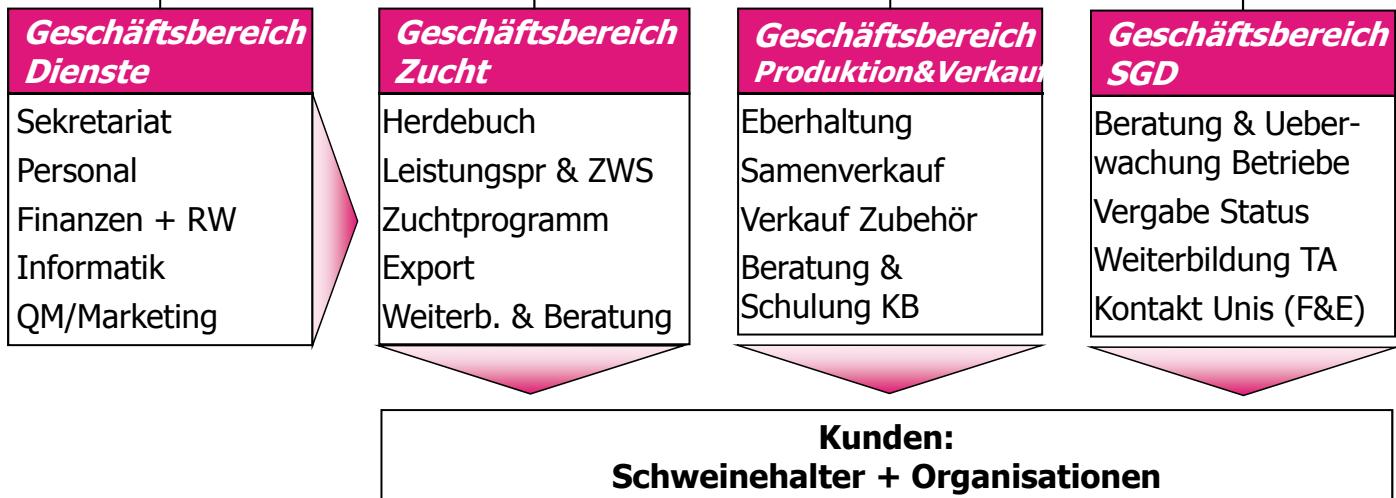
Übersicht



- ▶ SUISAG
- ▶ Zuchtprogramm / Zuchziele
- ▶ Zuchtwertschätzung
 - Reproduktion
 - Produktion
 - Exterieur
- ▶ Ausblick

SUISAG

Zucht – Besamung – Gesundheit
aus einer Hand und unter einem Dach
www.suisag.ch

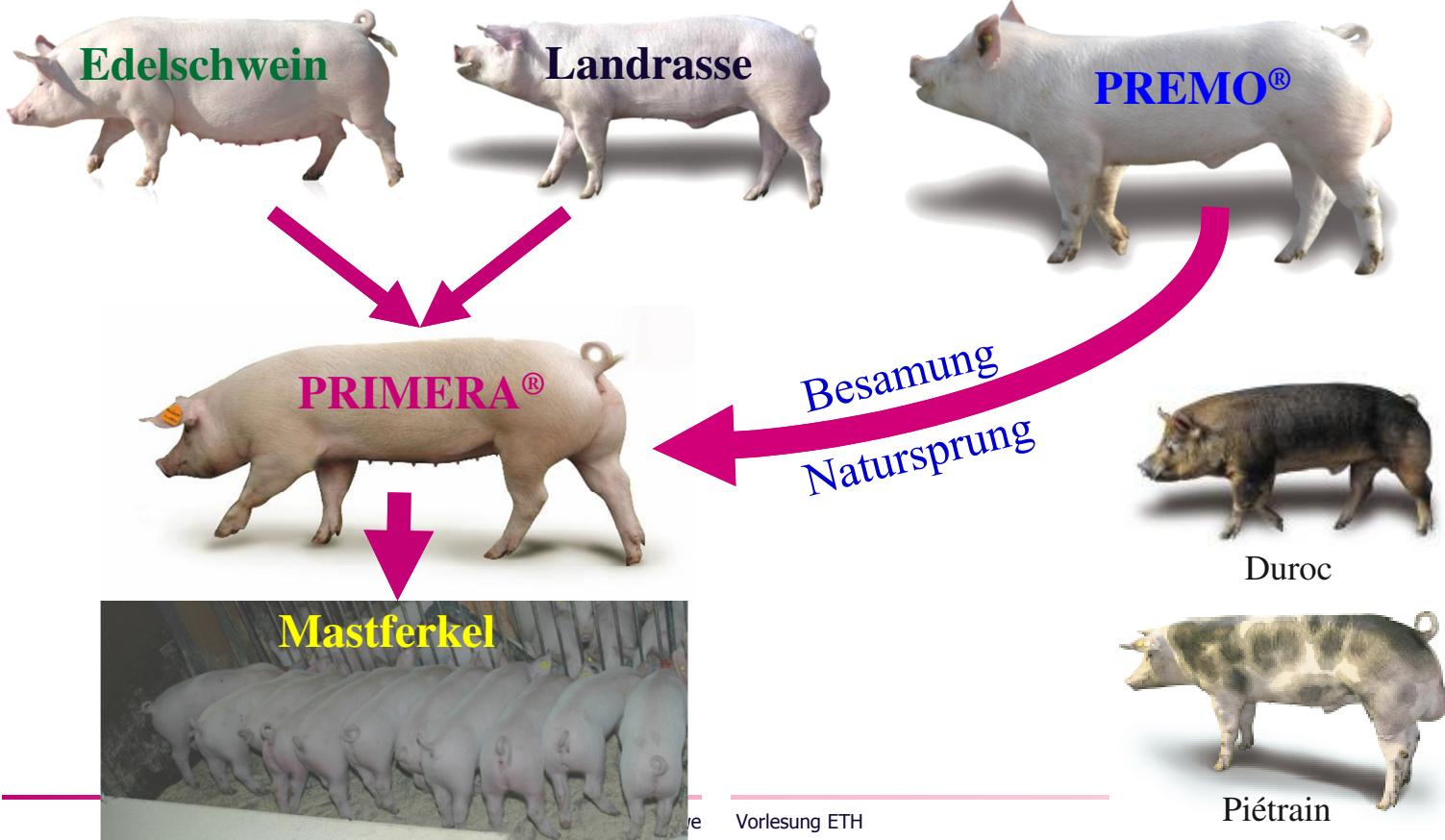


ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Standorte der SUISAG

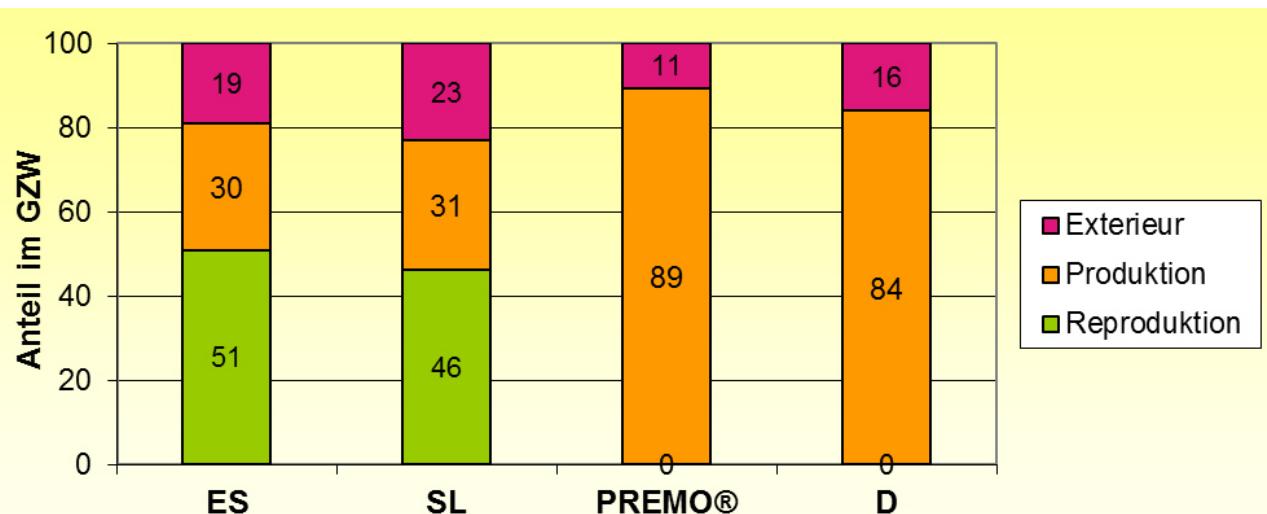


Schweizer Zuchtprogramm

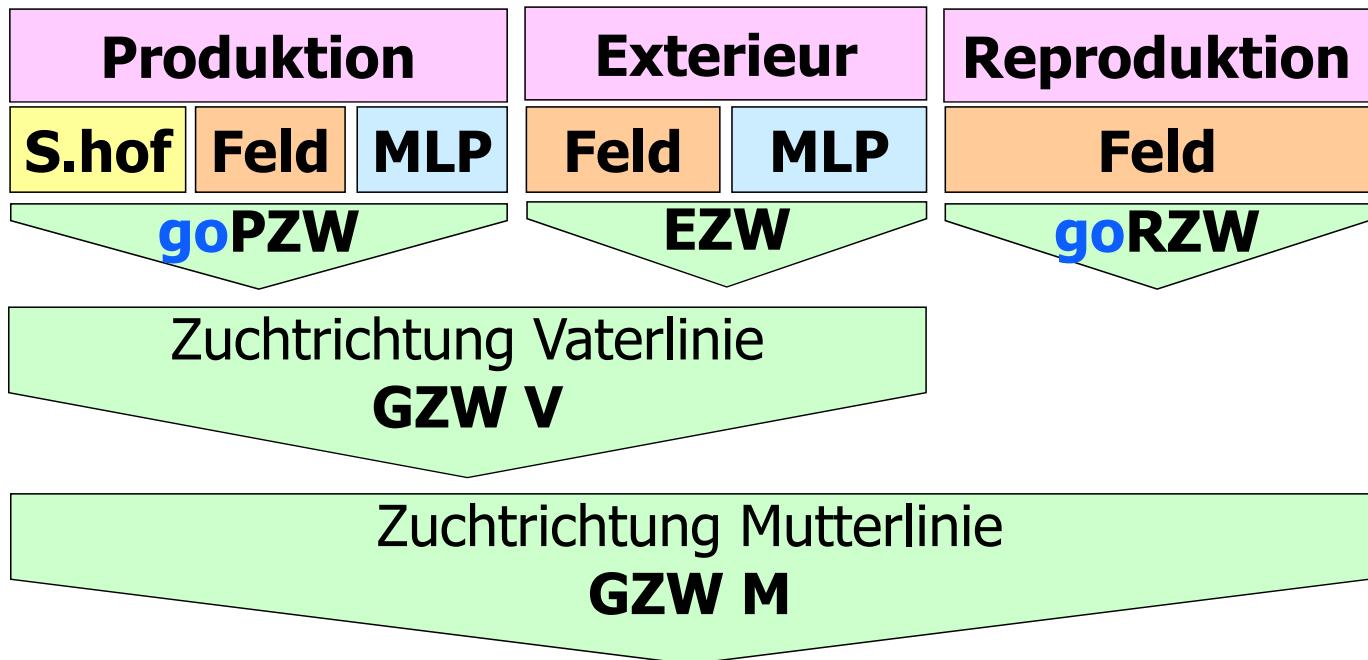


Vorlesung ETH

Zuchziele Mutter- und Vaterlinien

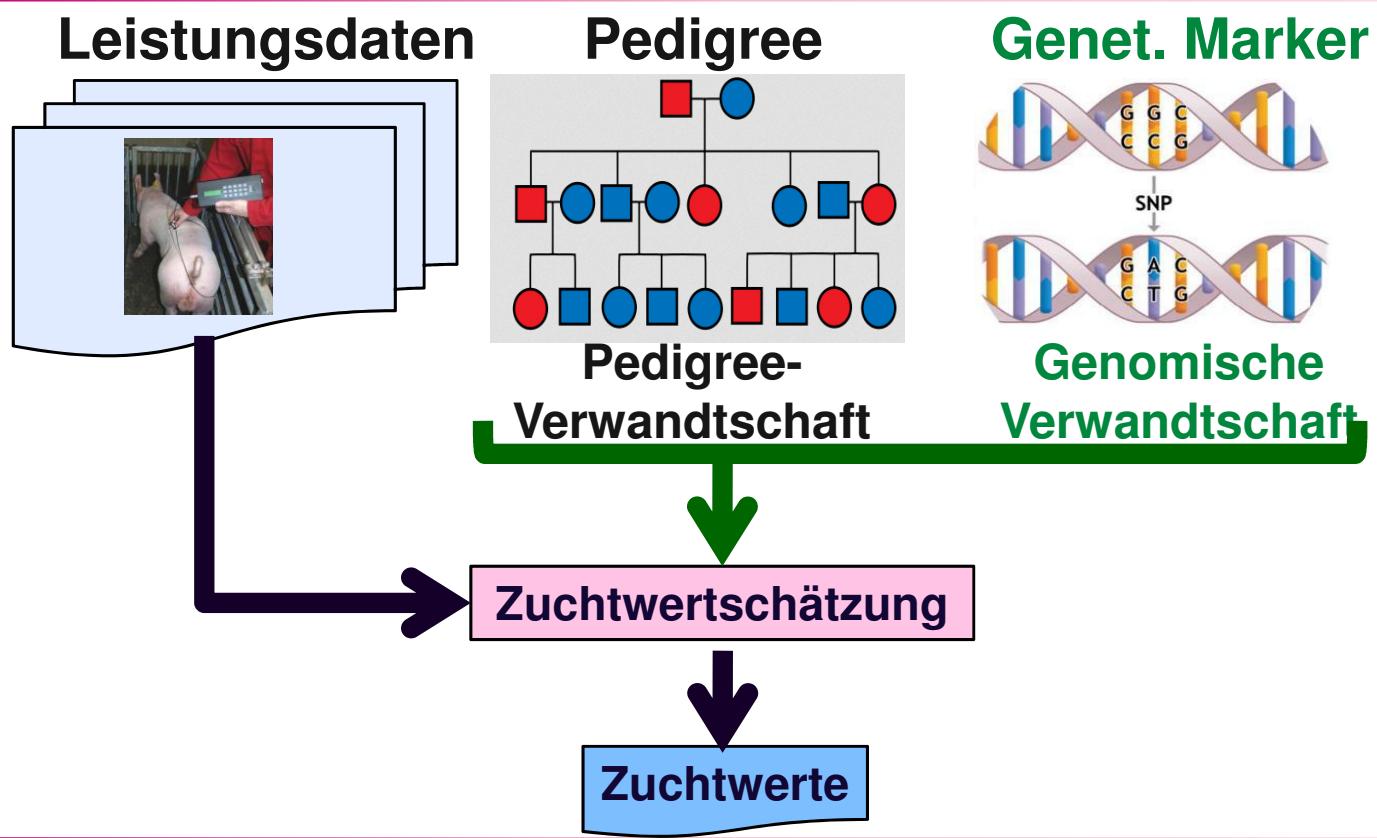


Anz. Merkmale	ES	SL	PREMO®	D	Pi
Exterieur (Typ,Fund,Zitz)	11	11	9	10	-
Produktion	9	9	10	12	11
Reproduktion	4	4	-	-	-
Total	24	24	19	22	11



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Wie funktioniert genomisch optimierte ZWS (goZWS)?



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

► Gleichungssystem

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + H^{-1} \otimes G_0^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'R^{-1}y \\ Z'R^{-1}y \end{bmatrix} \text{ mit } H^{-1} = A^{-1} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & G^{-1} - A_{22}^{-1} \end{bmatrix}$$

► Berechnung von $G^{-1} - A_{22}^{-1}$ (mit **HGinv**)

- Augehend von (mit Fimpute imputierten) SNP-Daten
- Skalierung, damit „G und A_{22} auf gleicher Basis“
Verschiedene Parameter → optimale Werte durch Validierung

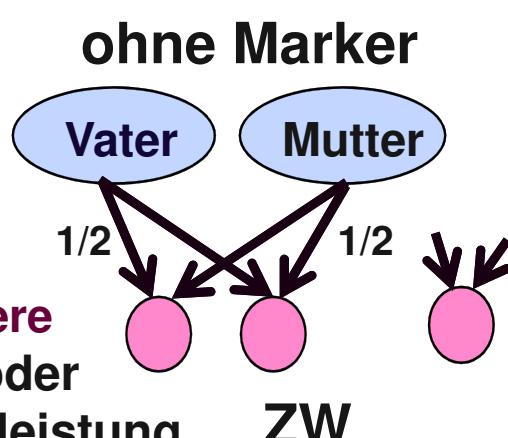
► Lösung Gleichungssystem: **Mix99**

► Approximation Genauigkeiten: **ApaX99**

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Was bringt goZWS? Wie gut ist Vorhersage mit (go)ZW?

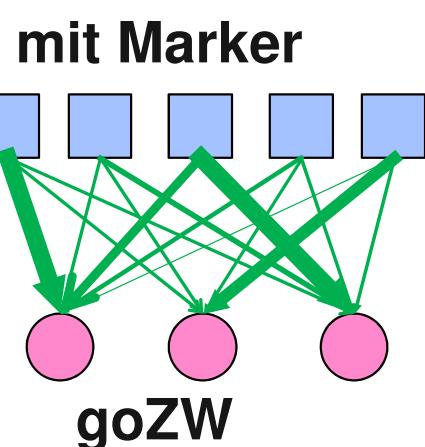
Verfügbare
Daten vor
2.5 Jahren



Validierungstiere
ohne eigene oder
Nachkommenleistung

ZW oder Leistung von
Validierungstieren

Heute mit viel
Information für
Validierungstiere



Genauer?



Typische Genauigkeit (B%) von ES-Jungebern mit/ohne SNP-Daten

ZW	Prüfung	Ohne SNP	Mit SNP	Differenz
RZW	Ohne Lstg	18%	30%	+12 Punkte
PZW	Ohne Lstg	27%	39%	+12 Punkte
PZW	ELP US	38%	47%	+9 Punkte
PZW	ELP+MTZ+FV (Wartestall)	45%	52%	+7 Punkte

Analyse vom Nov. 2016 mit weniger typisierten Tieren

Proben, Genotypisierung, SNP-Datenverwaltung

► Probenziehung und Verwaltung

- Zuchtbetrieb: Haarwurzlen aller Kernzuchtsauen und NS-Eber
- SUISAG: Haarwurzeln Jungeber in Aufzucht, KB-Eber
- Alle Proben gehen zu SUISAG und werden dort gelagert

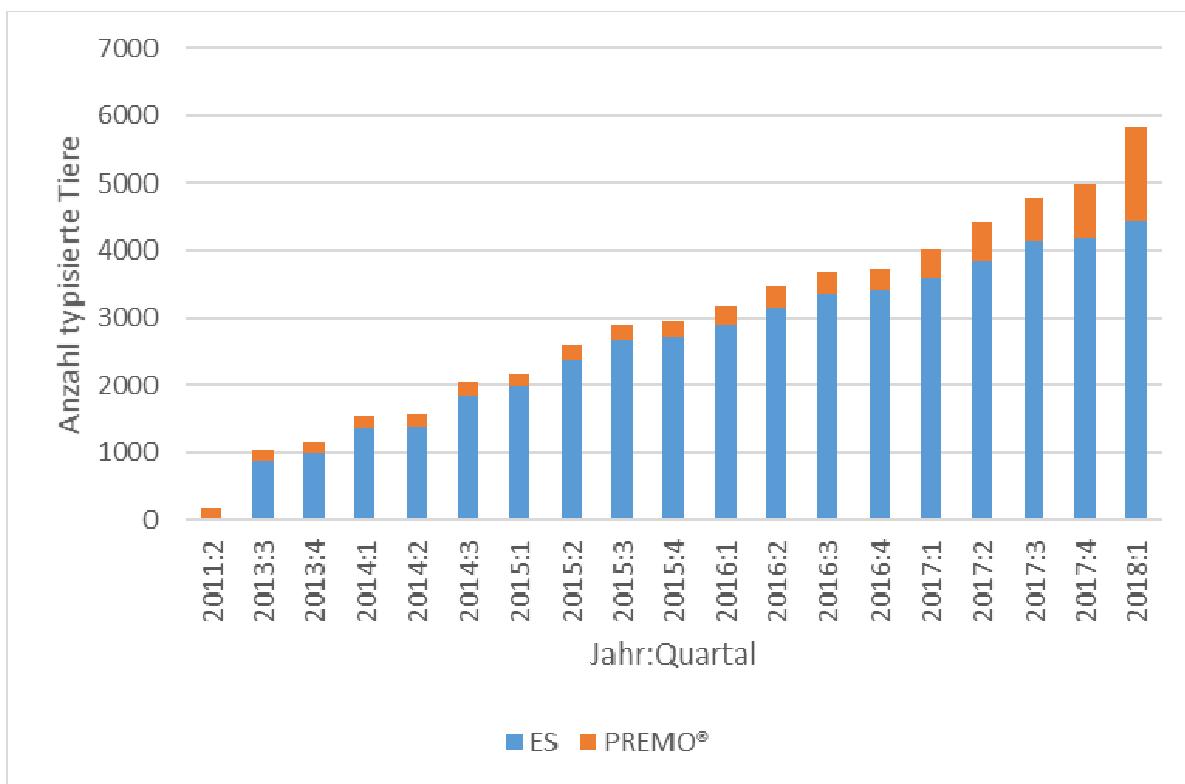
► Genotypisierung

- FBF 60K-Chip bei VanHaeringen/Certagen
- Referenztiere (Eber und Kernzucht-Sauen mit B% RZW >50% od PZW > 70%)
- Zuchtkandidaten: v.a. Jungeber in zentraler Aufzucht

► SNP-Datenverwaltung

- Filesystem mit SUISAG-eigenen Programmen

Entwicklung der Typisierungen



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Zuchtwertschätzung Reproduktion Merkmale und Erfassungsort

Merkmal	Abk.	Prüfung	Erhebung
Lebend geborene Ferkel/Wurf	LGF	Betrieb	Züchter
Anteil untergewichtiger Ferkel	AUF	Betrieb	Züchter, <1kg, ohne Waage
Ferkelaufzuchtrate	FAR	Betrieb	Züchter, abgesetzt/gesäugt
Intervall Absetzen-Belegung 1.Wurf	IAB	Betrieb	Züchter, Abs. u. Belegdatum

	LGF	AUF	FAR	IAB
Betrieb x Zeitperiode	f	f	f	z
Saison (Monat)	f	f	f	f
Alter der Sau (Klassen)	f	f	f	f
Sau reinrassig oder F1-Kreuzung	f	f	f	f
Belegungsart (KB, NS, -TG)	f	f	-	-
Rassengruppe Wurf (Klassen)	f	f	f	
Anz. gesäugte Ferkel (Cov, Klassen)	-	-	x,x ²	f
Säugedauer (Klassen)	-	-	f	f
Besamungseber	z	z	z	-
Perm. Umwelteffekt der Sau	z	z	z	-
genet. Grp unb. Eltern (Cov=Blutanteil)	x	x	x	x
Tier (=Sau)	z	z	z	z

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

	LGF	AUF	FAR	IAB
LGF	0.12	0.28	-0.10	0.01
AUF	0.44	0.09	-0.24	0.00
FAR	-0.13	-0.43	0.06	0.02
IAB	0.04	0.01	-0.18	0.12

■ **Rassen:** Edelschwein, Landrasse, F1 (ESxSL, SLxES)

■ **Wurfleistungen** ab Wurfdatum: 1.1.2002

▪ Lebend geborene Ferkel (LGF)	521'000
▪ Anteil untergewichtiger Ferkel (AUF)	245'000
▪ Ferkelaufzuchtrate (FAR)	513'000
▪ Intervall Absetzen-Belegung nach 1. Wurf (IAB)	100'000

■ **Pedigree** bis vor Geb.jahr: 2000

- 142'000 Tiere

■ **Typisierungen** ab Geburtsdatum: 1.1.2002

- 6000 typisierte Tiere, davon 2'300 Referenztiere (trad. B% > 50)

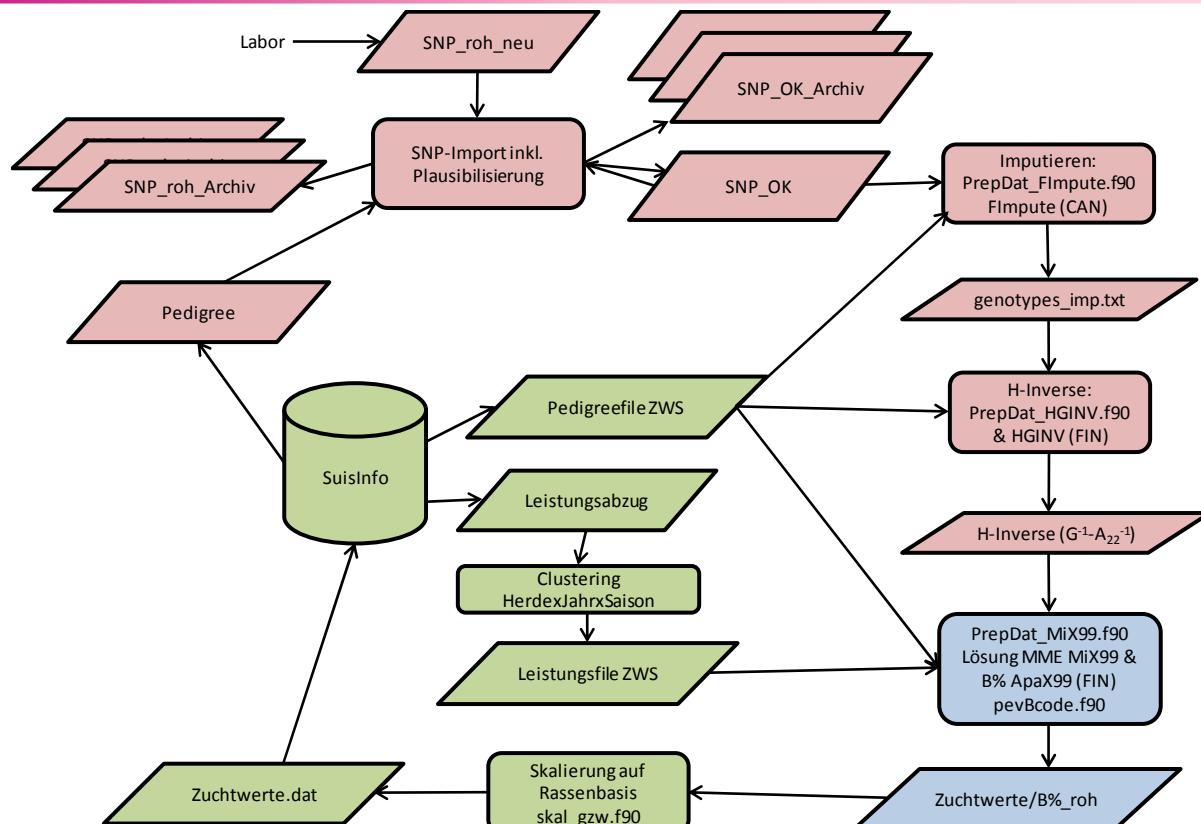
■ **MME** mit 1'002'000 Gleichungen

■ **Gesamte Rechenzeit:** 1h30' (ohne genomische Verw.)

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

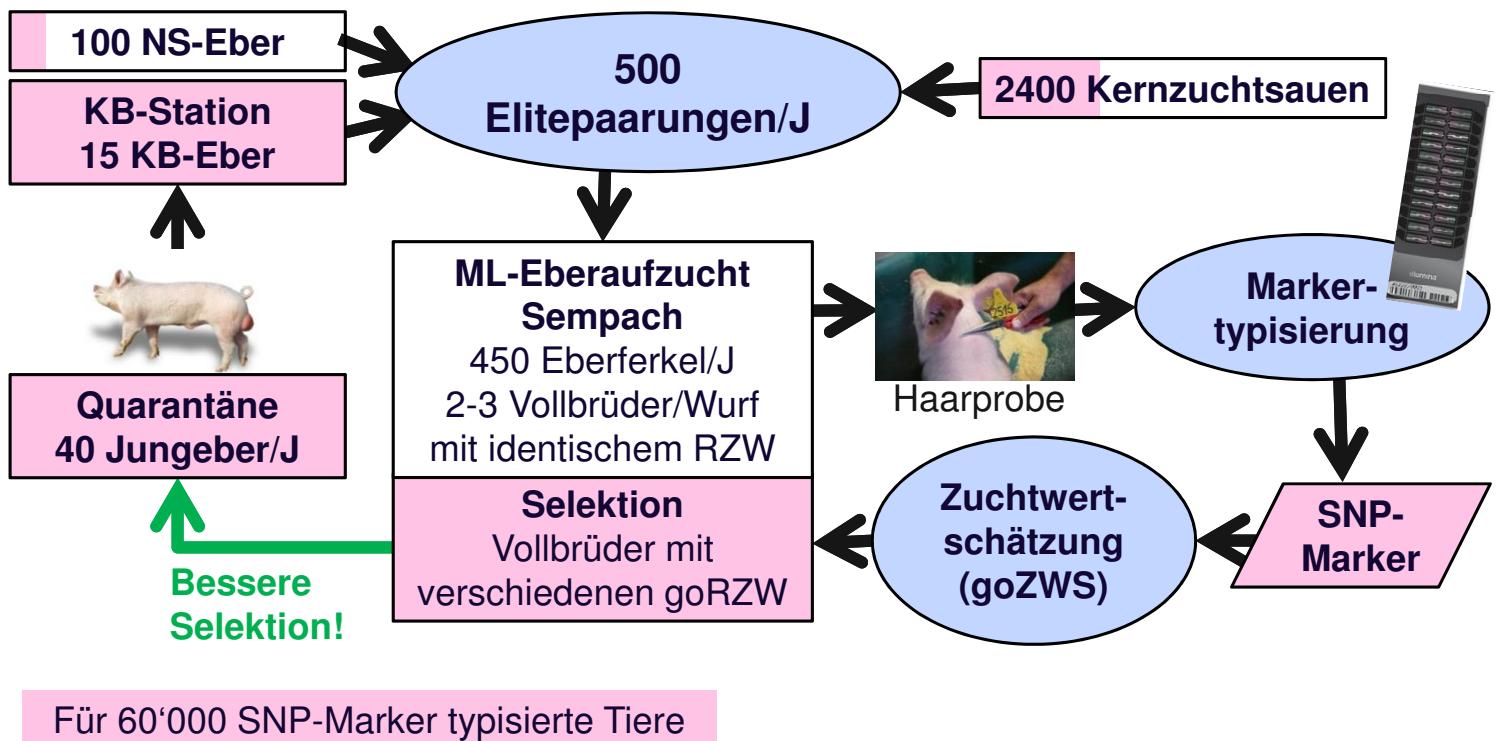
Ablauf goZWS

eigentliche ZWS (dh ohne SNP-Import) vollautomatisiert (Batchjob)
Intervention auf Fehlermeldung



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Zuchtpogramm Edelschwein-Mutterlinie und Nutzung goZWS



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

2 Beispiele von Vollbrüdern Traditionelle Abst.ZW vs goZW

TierID	traditonelle ZWS Abstammungszuchtwerte					genomisch optimierte ZW				
	RZW	LGF	AUF	FAR	IAB	RZW	LGF	AUF	FAR	IAB
9300.EB3	126	0.31	-0.03	1.58	-0.59	98	0.22	0.36	-0.65	-0.36
9301.EB3	126	0.31	-0.03	1.58	-0.59	123	0.27	-0.52	1.19	-0.10
9302.EB3	126	0.31	-0.03	1.58	-0.59	116	-0.02	-0.39	1.18	-0.09
6487.JR3	131	0.34	0.32	2.48	0.56	128	0.08	0.07	2.42	0.39
6488.JR3	131	0.34	0.32	2.48	0.56	143	0.54	-0.05	2.77	0.86
6489.JR3	131	0.34	0.32	2.48	0.56	131	0.69	1.20	2.08	1.20

- Deutliche Unterschiede zwischen Vollbrüdern → genauere Selektion innerhalb Vollgeschwistern

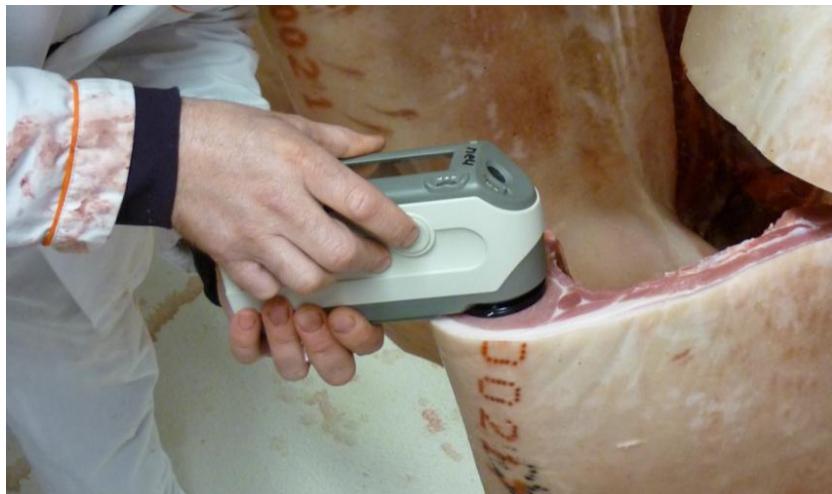
Zuchtwertschätzung Produktion Merkmale und Erfassungsort

Merkmal	Abk.	Prüfung	Messung
Masttageszunahmen	MTZ	MLP	MLP
Futterverwertung	FV	MLP	Futterstationen
Fleischfläche	FIFI	MLP	Planimetrie Karreeanschnitt
Intramuskulärer Fettgehalt	IMF	MLP	NIR im Labor MLP
pH-Wert 1.5h post mort. Karree	pH1K	MLP	Schlachthof
pH-Wert 24h post mort. Schinken	pH24S	MLP	Schlachthof
Pigmentgehalt	PigM	MLP	Spektralfotometer Labor MLP
Tropfsaftverlust bis 48h pm	DL	MLP	Lagerung/Wägung Labor MLP
Einfach unges. FS Rückenspeck	MUFA	MLP	NIR im Labor MLP
Mehrfach unges. FS Rückensp.	PUFA	MLP	NIR im Labor MLP
Lebendtageszunahmen	LTZ	Betrieb/Feldpr	Waage, Zuchttechniker
Rückenspeckdicke	RSD	Betrieb/Feldpr	Ultraschall, Zuchttechniker
Muskeldicke	MD	Betrieb/Feldpr	Ultraschall, Zuchttechniker
Tageszunahmen Endprodukte	TZS	Testbetrieb	Schlachtgewicht im Shof
Magerfleischanteil	MFA	MLP/Testbetr	AutoFOM im Schlachthof
Erlös aus MFA	MFAEL	MLP/Testbetr	Bonus/Malus Proviande Maske

Erfassung Futterverzehr über Futterstationen

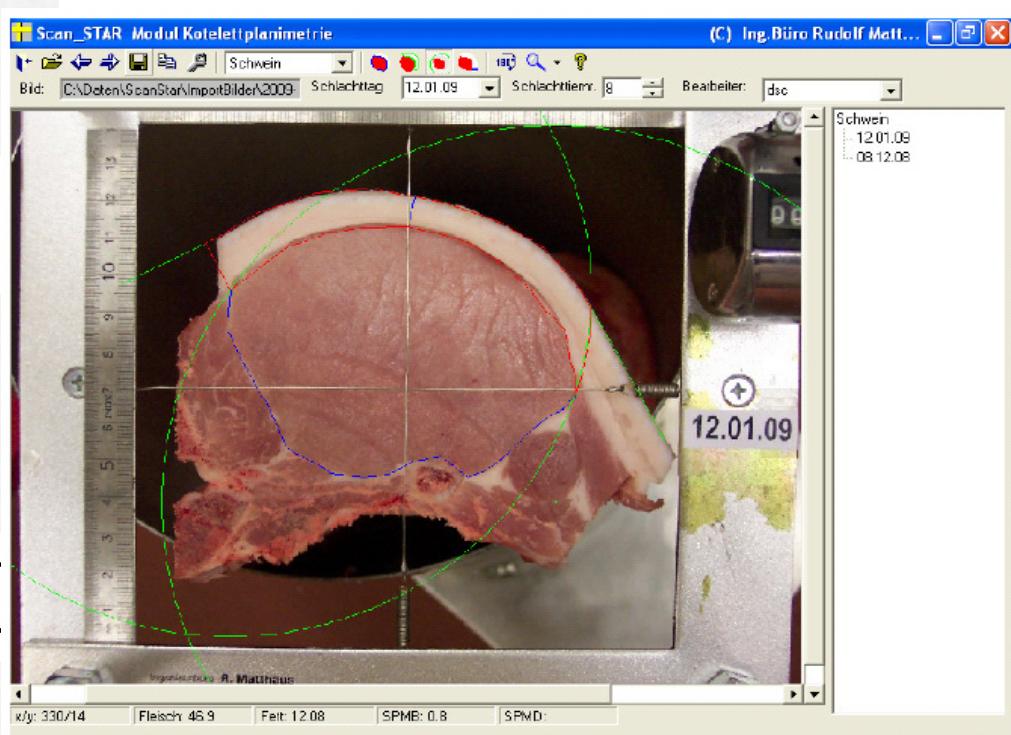
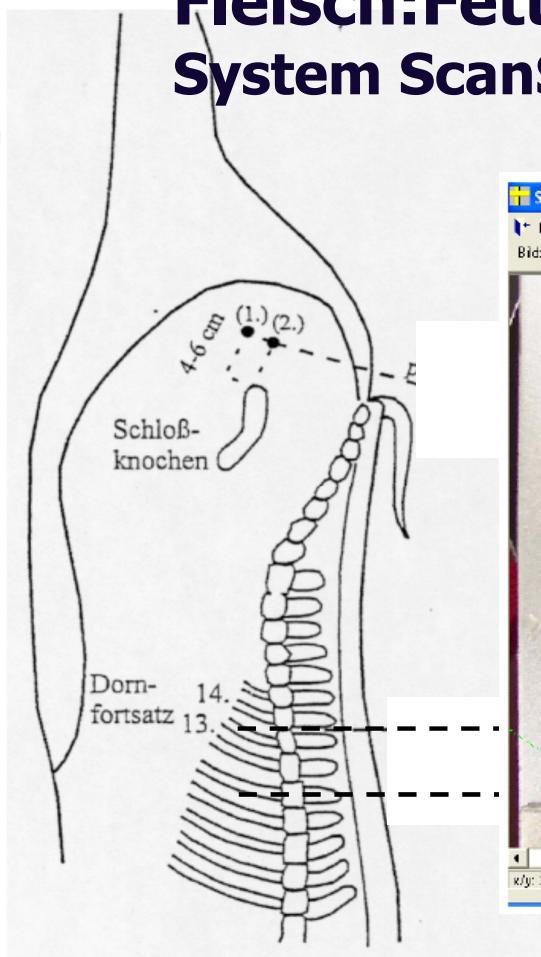


Farbmessung mit Minolta



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Fleisch:Fett Verhältnis Kotelettpplanimetrie System ScanStar



ZWS Schwein - Vorlesung ETH

	Prüfstation MLP										Feldpr			EPP/MLP		
	MTZ	FV	FIF	IMF	pH1K	pH24S	PigM	DL	MUFA	PUFA	LTZ	RSD	MD	TZS	MFA	MFAEL
Betrieb x Stall x Zeitperiode	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	f	f	f	f	f	f
Stall x Umtrieb	f	f	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Schlachthof x Schlachttag	-	-	f	f	f	f	f	f	f	f	-	-	-	-	f	f
Kreuzung ja/nein	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
Herkunftsbetrieb x Jahr (zufällig)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	-	-	-	-	-	-
Wurfumwelt (zufällig)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
genet. Gruppe unbekannter Eltern	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
Tier (zufällig)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Zuchtwertschätzung Produktion Parameter (h2 diag, rg unter, rp oberhalb Diagonale)

	MTZ	FV	FIF	IMF	pH1K	pH24S	PigM	DL	MUFA	PUFA	LTZ	RSD	MD	TZS	MFA	MFAEL
MTZ	0.30	-0.46	-0.10	0.05	0.12	0.07	-0.05	-0.01	-0.12	-0.14	0.55	0.20	-0.06		-0.05	
FV	-0.33	0.42	-0.27	0.33	-0.06	0.02	0.13	-0.11	0.14	-0.44	-0.19	0.26	-0.12		-0.44	
FIF	-0.09	-0.36	0.67	-0.26	-0.08	-0.09	-0.09	0.14	-0.03	0.31	-0.14	-0.18	0.38		0.42	
IMF	0.03	0.40	-0.27	0.54	0.03	0.06	-0.01	-0.07	0.01	-0.30	0.00	0.26	-0.09		-0.30	
pH1K	0.18	-0.03	-0.12	0.09	0.23	0.09	-0.06	-0.68	-0.04	-0.01	0.11	0.07	0.00		-0.01	
pH24S	0.10	0.20	-0.25	0.14	0.39	0.15	0.10	-0.12	-0.01	-0.05	0.07	0.08	-0.04		-0.05	
PigM	-0.14	0.27	-0.18	-0.09	-0.07	-0.02	0.34	-0.02	0.06	-0.08	-0.02	0.01	-0.02		-0.08	
DL	-0.11	-0.18	0.20	-0.16	-0.77	-0.68	-0.03	0.29	-0.02	0.09	0.00	-0.06	0.02		0.08	
MUFA	-0.03	0.23	-0.15	0.19	0.05	0.08	0.11	-0.18	0.47	-0.22	0.05	0.11	-0.07		-0.09	
PUFA	-0.10	-0.62	0.36	-0.40	-0.01	-0.16	-0.13	0.13	-0.23	0.52	-0.08	-0.49	0.17		0.48	
LTZ	0.62	0.00	-0.24	0.09	0.15	0.19	0.02	0.02	0.05	-0.21	0.28	0.18	-0.09		-0.07	
RSD	0.05	0.48	-0.24	0.23	0.11	0.18	0.06	-0.10	0.19	-0.58	0.23	0.52	-0.23		-0.50	
MD	-0.14	-0.25	0.82	-0.15	-0.06	-0.17	-0.04	0.05	-0.10	0.15	-0.30	-0.28	0.22		0.25	
TZS	0.60	-0.14	-0.14	-0.01	0.15	0.02	-0.04	0.02	-0.04	-0.15	0.47	0.01	-0.04	0.36	-0.08	
MFA	-0.04	-0.60	0.58	-0.33	-0.11	-0.19	-0.15	0.26	-0.31	0.65	-0.17	-0.70	0.46	-0.10	0.40	
MFAEL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12

- ▶ Genomisch optimierte Zuchtwertschätzung
 - ssGBLUP Mehrmerkmals-Tiermodell
- ▶ Rassen: ES, SL, ESV, D, P, F1, ESVxF1, DxF1, PxF1
- ▶ Leistungen ab Prüfende 1.1.2006
 - Prüfstation 45'000 Tiere
 - Feldprüfung Z'betriebe 523'000 Tiere
 - Endprodukteprüfung 78'000 Tiere
- ▶ Pedigree bis zurück zu Geburtsdatum 1.1.2000
 - 662'000 Tiere im Pedigreefile
- ▶ Typisierte Tiere (60K SNP)
 - Total 6000, davon ca. 3300 Referenztiere (B% trad.>60% im Schnitt über Merkmale)
- ▶ Lösung Mischmodellgleichungen (MME)
 - Dimension Gleichungssystem 13'200'000
 - Software MiX99 (LUKE, Finnland)
- ▶ Ablauf analog goZWS Reproduktion
- ▶ Gesamte Rechenzeit 3h20' (ohne genetische Verwandtschaft)

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Merkmal	Abk.	Prüfung	Beschreibung/Messung
Anzahl Zitzen links	Zi L	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Anzahl Zitzen rechts	Zi R	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Anzahl Stülpzitzen	Stlp	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Anzahl Zwischenzitzen	ZwZi	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
X-O Stellung hinten	X-O h	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
säbelbeinig – stuhlbeinig hi	sä-st h	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Fesseln weich-steil hinten	Fs.st h	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Grösse Innenklaue hinten	Ik.gr h	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
gebeugt – vorbiegig vorne	gb-vo v	MLP/Betrieb	Lizenziertes Techniker
Anzahl Schleimbeutel	Slmb	MLP	Lizenziertes Techniker
Lendendruck	Ldrk	MLP	Lizenziertes Techniker
Gang	Gang	MLP	Lizenziertes Techniker
Schlachtkörperlänge	SKL	MLP	Messung Schlachthof

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Exterieurbeurteilung durch lineare Beschreibung

- lineare Skala von 1-7 beschreibt Ausprägung (Note: 4 = optimal)
- zeitgleich mit Ultraschall-Messung (ca. 100kg LG)
- durch lizenzierte Techniker (Aus- und Weiterbildung)

	Merkmal	Feld	Station
Typ	Lendendruck kein - stark Schlachtkörperlänge	- -	✓ gem.
Fundament	X-O beinig hinten Säbel – stuhlbeinig hinten Fesseln weich - steil hinten Innenklaunen klein - gross hinten Gebeugt – vorbiegig vorne Anzahl Schleimbeutel vorne & hinten Gang locker – sperrig	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ - -	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
Zitzen	Anzahl Zitzen links/rechts Anzahl Stülpzitzen Anzahl Zwischenzitzen	✓ ✓ ✓	✓ ✓ ✓

Beispiel:

1	2	3	4	5	6	7
Stand viel zu weit vorne	Stand zu weit vorne	Stand leicht zu weit vorne	Klaunenspitze senkrecht unter Knie	Stand leicht zu weit hinten	Stand zu weit hinten	Stand viel zu weit hinten
> 6 cm	3 - 6 cm	0 - 3 cm	Opt.	0 - 3 cm	3 - 6 cm	> 6 cm

1	2	3	4	5	6	7
	weiche Fessel	leicht weiche Fessel		optimale Fesselstellung	leicht steile Fesseln	steile Fesseln
< 52°	52-55°	55-58°	58-62°	62-65°	65-68°	> 68°

- 43'000 Tiere (reinrassige Sauen und Eber, F1-Sauen)/Jahr

⇒ Qualitätskontrolle und Daten für Zuchtwertschätzung

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Messung Schlachtkörperlänge



	Zi L	Zi R	Stlp	Zw Zi	X-O	sä-st	Fs.st	lk.gr	gb-vb	Slmb	Ldrk	Gang	SKL
Betrieb x Stall x Zeitperiode	-	-	f	-	f	f	f	f	f	f	f	f	f
Techniker	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	-
Kreuzung ja/nein	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
Herkunftsbetrieb x Jahr (zufällig)	-	-	-	-	z	z	z	z	z	z	z	z	-
Wurfumwelt (zufällig)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z
genet. Grp unb. Eltern	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f
Tier (zufällig)	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z

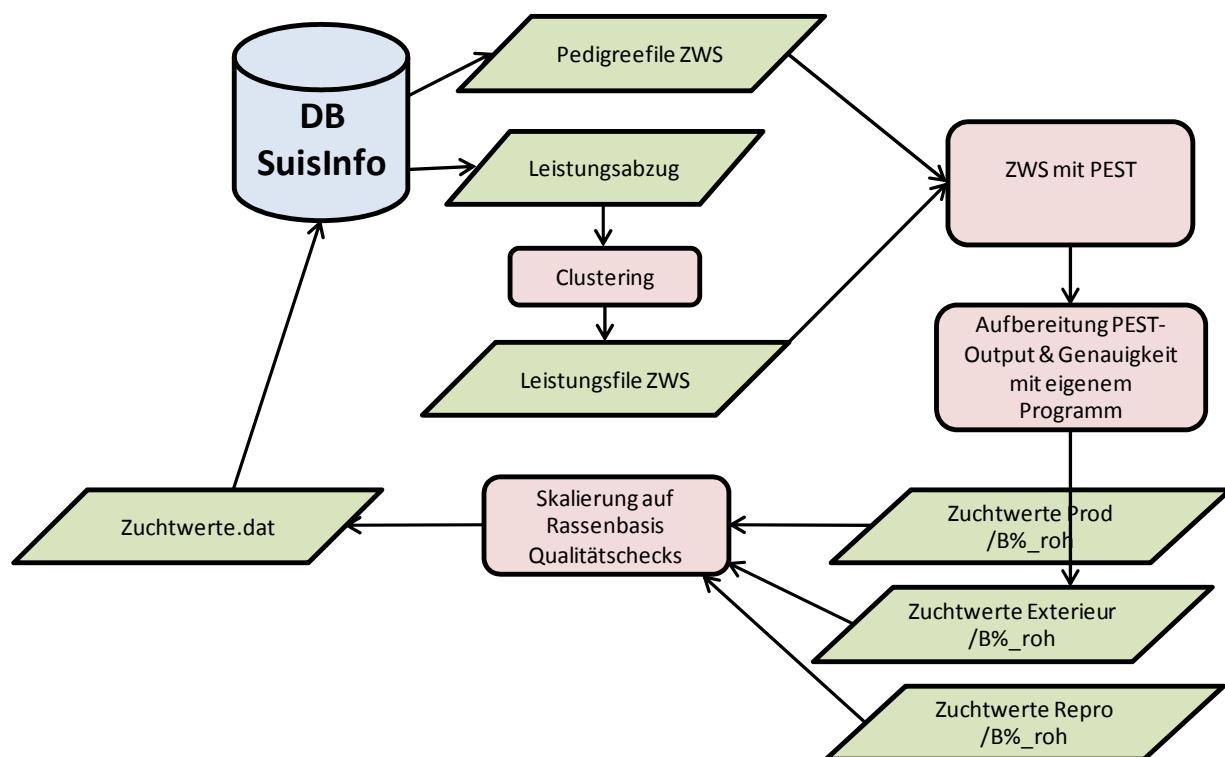
ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Zuchtwertschätzung Exterieur Parameter (h2 diag, rg unter, rp oberhalb Diagonale)

	Zi L	Zi R	Stlp	Zw Zi	X-Oh	sä-st h	Fs.st h	lk.gr h	gb-vb v	Slmb	Ldrk	Gang	SKL
Zi L	0.26	0.37	0.01	-0.17	0.00	0.01	0.00	-0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.10
Zi R	0.98	0.26	0.01	-0.17	0.00	0.01	0.00	-0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.10
Stlp	-0.06	-0.06	0.30	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04	-0.02
Zw Zi	0.29	0.29	0.26	0.02	-0.02	-0.02	0.00	-0.02	0.01	0.02	-0.02	0.01	0.02
X-Oh	-0.02	-0.02	0.04	0.05	0.18	0.00	-0.10	-0.02	-0.08	0.00	0.02	-0.07	-0.12
sä-st h	0.15	0.15	-0.07	-0.13	-0.07	0.11	0.03	0.05	0.00	-0.02	-0.06	-0.15	0.00
Fs.st h	-0.01	-0.01	0.04	0.02	-0.25	0.24	0.23	0.06	0.06	0.02	0.08	0.12	0.03
lk.gr h	-0.09	-0.09	0.04	-0.08	-0.21	0.07	0.07	0.20	-0.07	-0.06	-0.04	-0.01	-0.04
gb-vb v	-0.02	-0.02	-0.03	0.06	-0.16	0.18	0.24	-0.22	0.12	0.10	0.02	0.13	0.14
Slmb	0.09	0.09	0.09	-0.05	-0.08	-0.05	0.04	-0.15	0.32	0.24	0.05	0.08	0.06
Ldrk	-0.04	-0.04	0.15	0.03	0.06	-0.29	0.12	-0.15	0.07	0.20	0.22	0.12	0.02
Gang	-0.06	-0.06	0.34	-0.09	-0.08	-0.24	0.17	0.09	0.19	0.17	0.32	0.14	0.04
SKL	0.19	0.19	-0.10	0.24	-0.12	-0.03	0.01	-0.09	0.24	0.05	0.06	0.10	0.61

- ▶ BLUP Mehrmerkmals-Tiermodell
- ▶ Rassen: ES, SL, ESV, D, F1 (=ESxSL, SLxES)
- ▶ Leistungen
 - Prüfstation ab 1.1.00 50'000 Tiere
 - Feldprüfung Z'Betriebe ab 1.1.00 650'000 Tiere
- ▶ Pedigree bis zurück zu Geb.datum 1.1.90
 - 7300'000 Tiere im Pedigreefile
- ▶ Lösung Mischmodellgleichungen (MME)
 - Dimension Gleichungssystem 12'100'000
 - Software PEST (Groeneveld, 1990)
- ▶ Abgelöst durch goZWS Anfang 2019

ZWS Schwein - Vorlesung ETH



- ▶ Vollautomatisiert (Batchjob), Intervention auf Fehlermldg

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Weitere Nutzung der SNP-Marker

- ▶ Zuchtbetriebe können weitere Tiere auf eigene Rechnung (CHF 75 / Tier) typisieren lassen zur Steigerung der Genauigkeit der ZW
 - Natursprungeber im reinrassigen Einsatz
 - Jungsauen oder –eber Ende Aufzucht
- ▶ Bei Edelschwein (ES) und Edelschwein Vaterlinie (PREMO®) erfolgt die Abstammungskontrolle neu via SNP-Chip-Marker
 - Synergien mit goZWS

ZWS Schwein - Vorlesung ETH

Ausblick



- ▶ SNP-Genotypen für weitere Zwecke nutzen
 - Forschung: z.B. GWAS → besseres Verständnis für Merkmale
 - „missing Haplotypes“ → Träger von letalen Haplotypen
 - ??
- ▶ goZWS macht keinen Sinn bei Landrasse, Duroc, Piétrain
 - Populationen zu klein (zu wenig Referenztiere)
 - Regelmässiger Genetikimport

ZWS Schwein - Vorlesung ETH