

## 7 Stoffwechselfparameter

L. Podstatzky<sup>1\*</sup> und M. Gallnböck<sup>1</sup>

Zusätzlich zu den routinemäßig erfassten Daten zur Lebensleistung, Bestandesveränderung, Tiergesundheit, zu den Tierabgängen und zur Fruchtbarkeit wurden im Rahmen des Projektes in den Jahren 2006 und 2007 von ausgewählten Milchkühen auf den Projektbetrieben 1, 2, 4 und 6 im Jahresverlauf auch Blut- und Harnproben gezogen und auf den Mineralstoffgehalt und Stoffwechselfparameter untersucht.

### 7.1 Material und Methoden

Für die Blut- und Harnuntersuchung wurden in 4 Projektbetrieben (Betrieb 1, 2, 4, 6) über zwei Jahre in jedem Jahr 4 Betriebsbesuche (US: 1-4) vorgenommen. Am Projektbetrieb 7 wurden im Jahr 2006 ebenfalls 4 Besuche (4 Untersuchungstermine) vorgenommen, auf Grund von Umbaumaßnahmen fiel der erste Betriebsbesuch des Jahres 2007 aus.

Die Untersuchungen erfolgten im März, Mai, August und Oktober. Die erste Untersuchung im März erfolgte noch in der Stallfütterungsperiode, die zweite Untersuchung kurz nachdem die Kühe auf Ganztagsweide umgestellt wurden.

Bei jedem Besuch wurden sowohl Blut- als auch Harnproben genommen. Es wurden zwischen 10 und 20 Blutproben und zwischen 1 und 10 Harnproben gewonnen. Die unterschiedliche Anzahl der Proben bei jedem Besuch und Betrieb ergab sich aus den Gegebenheiten und Verfügbarkeiten vor Ort.

Das Blut wurde mittels Vacutainer System an der Schwanzvene genommen und nach der Gerinnung zentrifugiert. Das Serum wurde bei -18 °C bis zur Untersuchung eingefroren. Es wurde auf Mineralstoffe (Kalzium, Phosphor und Magnesium), Stoffwechselfparameter (Harnstoff, Totalbilirubin, Gamm-Glutamyl-Transferase (GGT), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Beta-Hydroxy-Buttersäure (BHB)) und Elektrolyte (Natrium, Kalium) untersucht. Auf Grund technischer Probleme wurden Natrium und Kalium 2007 nicht untersucht.

Der Harn wurde als Spontanharn gewonnen und in 50 ml Probegefäßen aufgefangen. Anschließend wurde er bei -18°C bis zur Untersuchung eingefroren. Untersucht wurde mittels der fraktionierten Netto-Säure-Basen Ausscheidung. Durch Titration werden Basen, Säuren und NH<sub>4</sub> bestimmt. Daraus lässt sich die Netto-Säure-Basen Ausscheidung (NSBA) ermitteln. Um die Abhängigkeit von Diuraseschwankungen, die als variierende Harnmenge die NSBA beeinflusst, zu eliminieren, wurde auch der Basen-Säuren-Quotient ermittelt.

### 7.2 Ergebnisse

#### 7.2.1 Blut

Es wurden insgesamt 558 Proben auf Mineralstoffe und Stoffwechselfparameter untersucht. Wie aus *Tabelle 26* ersichtlich, lagen die Medianwerte bei Natrium zu niedrig, selbst das Maximum lag nur geringfügig über dem unteren Grenzwert. Bei Kalium lagen die Medianwerte über dem oberen Grenzwert. Zum Teil lagen sehr hohe Maximalwerte vor.

##### 7.2.1.1 Mineralstoffe und Elektrolyte

Es wurden die Mineralstoffe Calcium, Phosphor und Magnesium untersucht.

Die Calciumwerte zeigten während des Weideverlaufes geringgradige Schwankungen, die Phosphorwerte fielen zu Weidebeginn bei der zweiten Untersuchung auf ein Niveau nahe des unteren Grenzwertes und stiegen im Laufe der nächsten Untersuchungen wieder an. Magnesium stieg zu Weidebeginn an, zeigte aber im gesamten Weiderverlauf nur geringe Schwankungen (*Tabelle 27*).

Die Calciumwerte der einzelnen Projektbetriebe sind aus *Tabelle 28* ersichtlich.

**Tabelle 26: Statistische Kenngrößen der Blutuntersuchungsparameter (Min. = Minimum, Max. = Maximum, St.abw. = Standardabweichung)**

	Physiolog. Bereich	Median	Min.	Max.	St.abw.
Calcium	2,3-3,0 mmol/l	2,4	1,4	3,0	0,2
Phosphor	1,6-2,3 mmol/l	1,8	0,8	3,2	0,3
Magnesium	0,8-1,3 mmol/l	1,1	0,5	1,5	0,2
Harnstoff	20-30 mg/dl	36,0	10,0	103,0	16,0
Total Bilirubin	-5µmol/l	2,0	0,1	10,4	1,6
GGT	-50 IU/l	25,0	11,0	183,0	13,4
GLDH	-30 IU/l	12,0	3,0	113,0	13,2
BHB	<1,4 mmol/l	0,6	0,1	5,0	0,4
Natrium	135-157 mmol/l	130,0	117,0	138,0	4,4
Kalium	3,5-4,5 mmol/l	4,6	3,6	6,8	0,4

**Tabelle 27: Medianwerte der Mineralstoffe aller Betriebe bei den vier Untersuchungsterminen**

US	Calcium (2,3-3,0 mmol/l)	Phosphor (1,6-2,3 mmol/l)	Magnesium (0,8-1,3 mmol/l)
1	2,5	1,8	1,0
2	2,5	1,7	1,1
3	2,3	2,0	1,0
4	2,3	1,9	1,1

<sup>1</sup> LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 Irnding

\*Dr. Leopold Podstatzky: leopold.podstatzky@raumberg-gumpenstein.at

Die Calciumwerte lagen im Schnitt bei allen fünf untersuchten Betrieben im Normbereich. Betrieb 1 wies die niedrigsten Werte auf. Auf Betrieb 7 zeigten sich zu Beginn die höchsten Werte, die über den Laktationsverlauf jedoch abfielen.

Die Phosphorwerte lagen im Schnitt in allen Betrieben im Normbereich (Tabelle 29). Die Werte bei den ersten beiden

**Tabelle 28: Calcium Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	Calcium (2,3-3,0 mmol/l)				
	Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	2,3	2,5	2,4	2,5	2,8
2	2,4	2,7	2,5	2,5	2,6
3	2,3	2,4	2,1	2,2	2,4
4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,2

**Tabelle 29: Phosphor Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	Phosphor (1,6-2,3 mmol/l)				
	Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	1,7	1,6	1,8	1,8	2,1
2	1,7	1,4	1,6	1,8	1,9
3	2,0	2,2	1,8	2,0	2,0
4	2,0	1,7	2,0	1,9	2,0

**Tabelle 30: Magnesium Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	Magnesium (0,8-1,3 mmol/l)				
	Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	0,9	1,2	1,0	1,0	1,1
2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
3	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0
4	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1

**Tabelle 31: Natrium- und Kalium-Medianwerte aller Betriebe bei den vier Untersuchungsterminen**

US	Natrium (135-157 mmol/l)	Kalium (3,5-4,5 mmol/l)
1	133,0	4,7
2	131,0	4,6
3	129,0	4,5
4	128,0	4,5

**Tabelle 32: Natrium Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	Natrium (135-157 mmol/l)				
	Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	120		134	134	
2	133	128	133	133	130
3	125	132	131	130	127
4	129	130	128	133	122

Untersuchungen lagen tendenziell niedriger als bei den letzten beiden Untersuchungen. In 3 Betrieben (2, 4, 7) gab es bei der 2. Untersuchung einen Abfall.

Die untersuchten Kühe zeigten im Durchschnitt Magnesiumwerte, die im Normbereich lagen. Zu Weidebeginn (Untersuchung 2) war in keinem Betrieb ein Abfall, sondern tendenziell ein Anstieg nachweisbar (Tabelle 30). Auffallend ist bei den Natriumwerten, dass sie generell niedrig sind (Tabelle 31) und über den Weideverlauf sinkende Tendenz aufweisen (Tabelle 32). Die Kaliumwerte lagen generell sehr hoch (Tabelle 31) und zeigten im Laufe der Untersuchungen eher fallende Tendenz, lediglich Betrieb 2 (Tabelle 33) zeigte sich ein leichter Anstieg.

### 7.2.1.2 Stoffwechselformparameter

Es wurden die Stoffwechselformparameter Harnstoff, Total-Bilirubin, GGT, GLDH und Betahydroxybuttersäure untersucht. Die Medianwerte bei den 4 Untersuchungen sind aus Tabelle 34 ersichtlich. Die Harnstoffwerte stiegen im Laufe der Weidesaison an. Total-Bilirubin zeigte eine geringgradige Erhöhung bei der zweiten Untersuchung zu Weidebeginn.

#### Harnstoff:

Bei den Betrieben 1, 2 und 7 stiegen die Harnstoffwerte schon zu Beginn der Weidesaison stark an und blieben mehr oder weniger auf hohem Niveau, während die Betriebe 4 und 6 erst bei der letzten Untersuchung erhöhte Werte aufwies (Tabelle 35).

#### Total-Bilirubin:

Erhöhungen des Total-Bilirubins zeigen Belastungen des Leberstoffwechsels an. Wie in Tabelle 36 ersichtlich, zeigten die Betriebe 1, 2, 4 und 7 bei der zweiten Untersuchung einen, jedoch noch im Normbereich liegenden, Anstieg. Auffallend waren die Anstieg insbesondere bei den Betrieben 2 und 7.

#### Gamm-Glutamyl-Transferase (GGT):

Eine Erhöhung der GGT findet sich bei Belastungen bzw. Erkrankungen der Leber. Die Medianwerte bei den Betrieben lagen im Normbereich und zeigten keine Auffälligkeiten zu den Untersuchungszeitpunkten (Tabelle 37).

#### Glutamat-Dehydrogenase (GLDH):

Die GLDH ist wie die GGT ein leberspezifisches Enzym, das bei Leberschäden erhöht ist. Die Ergebnisse bei allen vier Untersuchungsterminen lagen innerhalb des physiologischen Bereiches (Tabelle 38).

#### Beta-Hydroxy-Buttersäure (BHB):

BHB als Hauptketonkörper im Blut dient als Maßstab für den Nachweis vor allem von subklinischen Ketosen. Werte über 1,4 mmol/l sprechen für eine subklinische Ketose, Werte über 2,6 mmol/l für eine klinische Ketose. Im Schnitt lagen sehr moderate Werte vor, die sich im Laufe der Weidesaison noch verringerten. In den Betrieben 1, 2, 4 und 7 konnte der höchste Werte bei der ersten Untersuchung (Stallfütterung) festgestellt werden, gefolgt von abfallenden Werten (Tabelle 39).

**Tabelle 33: Kalium Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

Kalium (3,5-4,5 mmol/l) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	4,7		4,8	4,6	
2	4,7	4,7	4,2	4,4	4,7
3	4,5	4,6	4,5	4,9	4,3
4	4,6	4,9	4,3	4,6	4,3

**Tabelle 34: Medianwerte der Stoffwechselfparameter bei den vier Untersuchungsterminen**

US	Harnstoff (20-30 mg/gl)	Total Bilirubin (-5 µmol/l)	GGT (-50 IU/l)	GLDH (-30 IU/l)	BHB (< 1,4 mmol/l)
1	21,0	1,8	24,0	11,0	0,8
2	39,0	2,8	24,0	13,0	0,6
3	49,0	1,4	25,0	13,0	0,5
4	43,0	1,9	28,0	13,0	0,5

**Tabelle 35: Harnstoff Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

Harnstoff (20-30 mg/dl) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	31	18	23	21	20
2	51	45	25	29	46
3	57	55	32	24	49
4	51	40	47	40	55

**Tabelle 36: Total-Bilirubin Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

Total Bilirubin (- 5,0 µmol/l) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	2,0	2,9	1,3	2,0	0,6
2	2,7	5,0	2,1	1,9	5,1
3	2,3	1,4	1,8	1,8	1,0
4	1,6	1,8	1,9	2,5	1,7

## 7.2.2 Harn

Insgesamt wurden 177 Harnproben auf pH, Ammoniumstickstoff und BSQ untersucht. Wie aus *Tabelle 40* ersichtlich zeigte der pH einen eher hohen Wert, der Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>) trotz eines Ausreißers einen moderaten Wert und der BSQ einen physiologischen Wert, obwohl extreme Werte in den sauren wie auch in den alkalischen Bereich nachweisbar waren. Auf die betrieblichen Unterschiede wird bei den einzelnen Parametern eingegangen.

### 7.2.2.1 pH

Der Harn-pH zeigte bei den Betrieben nur geringe Schwankungen. Nur in den Betrieben 1 und 7 kam es bei der zweiten Untersuchung zu einer geringgradigen Verminderung. In *Tabelle 41* ist ersichtlich, dass generell höhere Werte, die auch über dem Grenzwert von 8,4 hinausgehen, angetroffen wurden.

**Tabelle 37: GGT Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

GGT (- 50 IU/l) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	21	26	27	24	29
2	24	28	22	22	24
3	26	30	23	23	24
4	27	29	28	30	26

**Tabelle 38: GLDH Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

GLDH (- 30 IU/l) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	11	14	8	9	13
2	12	15	11	13	11
3	17	20	8	11	13
4	14	14	12	12	10

**Tabelle 39: BHB Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

BHB (< 1,4 mmol/l) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	0,8	0,7	1,0	0,7	1,1
2	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5
3	0,6	0,4	0,5	0,9	0,5
4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4

**Tabelle 40: Statistische Kenngrößen der Harnuntersuchungsparameter (Min. = Minimum, Max. = Maximum, St.abw = Standardabweichung)**

	Physiolog. Bereich	Median	Min.	Max.	St.abw.
pH	7,0-8,4	8,5	6,9	9,1	0,2
NH <sub>4</sub>	< 10	3,5	1,3	147	12,6
BSQ	2,5-4,8	3,4	1,1	10,9	1,6

**Tabelle 41: pH Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

pH (7,0-8,4) Betrieb					
US	1	2	4	6	7
1	8,6	8,4	8,5	8,5	8,7
2	8,2	8,4	8,5	8,5	8,5
3	8,4	8,3	8,6	8,4	8,5
4	8,5	8,5	8,5	8,6	8,7

### 7.2.2.2 NH<sub>4</sub>

Besonders starke Veränderungen des Ammoniumstickstoffs NH<sub>4</sub> (Werte über 10) werden bei akuten Azidosen wie z. B. bei der Pansenazidose angezeigt. Bei diesen Untersuchungen fielen moderate Erhöhungen bei der zweiten Untersuchung in den Betrieben 1, 2, 6 und 7 auf (*Tabelle 42*).

### 7.2.2.3 BSQ

Die Untersuchung des Harnes auf die Netto-Säure-Basen-Ausscheidung dient zur Beurteilung der Übersäuerung des Stoffwechsels, weil er sensibel die Fütterungseinflüsse in Form des Futterbasenüberschusses reflektiert. Um die Abhängigkeit von Diuraseschwankungen, die als variierende Harnmenge die NSBA beeinflusst, weitgehend zu eliminieren, wird der Basen-Säure-Quotient erstellt. Zunahmen des BSQ zeigen alkalotische, Abnahmen des BSQ azidotische Belastungen an. Betrieb 1 zeigte niedrige Werte bei der zweiten Untersuchung und Betrieb 2 bei der ersten Untersuchung (Tabelle 43).

**Tabelle 42: NH<sub>4</sub> Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	NH <sub>4</sub> (< 10) Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	2,2	3,1	3,5	3,5	2,8
2	4,3	6,3	3,5	7,3	7,1
3	3,6	5,7	3,4	4,1	5,9
4	3,2	3,0	4,9	2,5	3,5

**Tabelle 43: BSQ Medianwerte der untersuchten Kühe nach Betrieb und Untersuchungstermin**

US	BSQ (2,5-4,8) Betrieb				
	1	2	4	6	7
1	4,7	2,4	4,6	3,2	3,0
2	2,4	3,0	3,6	2,8	3,2
3	4,0	2,6	4,9	2,7	3,3
4	4,1	3,6	3,4	8,2	4,1

## 7.3 Diskussion

### 7.3.1 Blut

#### 7.3.1.1 Mineralstoffe und Elektrolyte

Calcium, Phosphor und Magnesium spielen bei der Erkennung des Festliegens nach der Geburt bzw. bei Weidetetanie eine zentrale Rolle. Die Ergebnisse aus diesen Betrieben zeigten sich beim Calcium keine großen Schwankungen, bei den Phosphorwerten ein Abfall bei der zweiten Untersuchung zu Weidebeginn und die Magnesiumwerte waren über alle 4 Untersuchungen relativ konstant, teilweise zeigten sich sogar Anstiege bei der zweiten Untersuchung.

**Tabelle 44: Mineralstoffaufnahme der Betriebe aus dem Grundfutter mit Stallfütterung (US 1-4) und ohne Stallfütterung (US 2-4)**

	MW (US 1-4)						MW (US 2-4)					
	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	K (g)	K (% der TM)	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)	K (g)	K (% der TM)
1	115,0	60,9	39,3	4,4	407,1	2,8	116,8	69,0	41,4	4,9	449,0	3,0
2	116,6	50,3	41,3	3,1	399,6	2,8	125,7	57,6	44,9	3,3	430,3	2,9
4	131,0	58,4	41,0	4,7	414,3	2,6	136,8	66,7	44,6	4,6	454,3	2,8
6	127,7	58,6	39,9	6,8	375,3	2,3	140,5	64,1	42,5	7,8	400,9	2,4
7	141,1	80,5	49,7	7,1	412,3	2,6	145,5	83,4	52,8	7,6	426,9	2,8

Die Calciumbereitstellung für die Milchbildung stellt den Stoffwechsel der Milchkuh in den ersten Laktationstagen vor große Herausforderungen. In 10 Liter Kolostrum sind 23 g Calcium enthalten. Die Menge an sofort verfügbarem Calcium beträgt im Schnitt 15-20 g pro Kuh. Der Hauptteil des Calciums ist im Knochen gespeichert und muss bei Bedarf erst freigesetzt werden. Die kurzfristige Regulation der Freisetzung erfolgt über das Parathormon. Eine um die Geburt auftretende Hypokalzämie wird in der Regel von einer Hypophosphatämie und Hypermagnesiämie begleitet. In den 5 untersuchten Betrieben zeigte sich ein Abfall der Phosphorwerte bei der zweiten Untersuchung zu Weidebeginn. Erniedrigte Phosphorwerte werden unterschiedlich interpretiert, weil auch bei klinisch gesunden Kühen erniedrigte Phosphorwerte festgestellt werden. Nach MALZ und MEYER (1992) führen abfallende Phosphorwerte zu einer Verschlechterung des Allgemeinbefindens. STOLLA et al. (2000) stellten wiederum bei einem nicht unwesentlichen Anteil von festliegenden Kühen nur erniedrigte Phosphorwerte fest, wobei im Gegensatz zur hypokalzämischen Gebärpause keine Störung des Sensoriums und der Futteraufnahme auftritt (GOFF, 2000). MEYER und LOHSE (2002) fanden heraus, dass vor der mineralischen Düngung im letzten Viertel des 19 Jahrhunderts viele Böden in Deutschland so phosphorarm waren, dass mit dem dort gewachsenen Futter tragende und laktierende Rinder nicht ausreichend mit diesem Mineral versorgt waren. Die Folgen waren zahlreiche Ausfälle durch Knochenbrüchigkeit und durch erhebliche Leistungseinbußen. Aus Untersuchungen von LAIBLIN und MÄNNER (2001), geht hervor, dass 10 Jahre nachdem die mineralische Düngung eingestellt wurde die Phosphorgehalte im Aufwuchs wieder kritische Grenzen erreichte. In der vorliegenden Untersuchung zeigten die Weidegrasproben mit durchschnittlich 4,3 g je kg T relativ hohe Phosphorgehalte, sodass der Abfall in den Phosphorgehalten des Blutes möglicherweise auf verminderte Resorption hinweist.

Magnesium spielt eine zentrale Rolle im Krankheitsgeschehen der Weidetetanie, die durch einen Mangel an Magnesium ausgelöst wird und nicht an den Kalbetermin gebunden ist. Ein Magnesiummangel ist entweder ernährungsbedingt als Folge der Verfütterung magnesiumarmer Gräser bzw. Grassilagen oder Folge einer gestörten Resorption des Magnesiums bei hohen Rohprotein- und Kaliumgehalten im Futter. Erhöhte Kaliumaufnahme, verringerte Natriumaufnahme und hohe Rohproteingehalte nennt STÖBER und SCHOLZ (2002) als Gründe für das Absinken der Verdaulichkeit. Neben diesen Faktoren spielen auch noch klimatische Verhältnisse eine Rolle. Die errechnete

Magnesiumaufnahme aus dem Grundfutter (Tabelle 44) zeigte geringgradig über dem Bedarfsnormen (Tabelle 45) liegende Werte. Die Magnesiumwerte in den Blutproben der Kühe lagen bei allen Untersuchungsterminen im physiologischen Bereich.

**Tabelle 45: Empfehlungen zur Mineralstoffversorgung der Milchkuh** (600 kg Lebendmasse, DLG Futterwerttabellen, 1997)

Erhaltung + Milch	Ca (g)	P (g)	Mg (g)	Na (g)
10 Liter	49	31	19	15
15 Liter	66	41	22	18
20 Liter	82	51	25	22
25 Liter	98	61	29	25
30 Liter	114	71	32	28
35 Liter	130	80	35	31
40 Liter	144	89	38	35

Für die Milchfieberprophylaxe ist wichtig, dass die Kaliumaufnahme bei Trockenstehern nicht über 1,6 % (sonst nicht über 3 %) der Trockenmasseaufnahme liegt (MÖCKLINGHOFF-WICKE und ZIEGER, 2006). Die Kaliumaufnahme über das Grundfutter lag für den gesamten Untersuchungszeitraum bei den 5 untersuchten Betrieb zwischen 2,3 und 2,8 % (Tabelle 44).

In der Weidezeit lagen die Kaliumaufnahmen über das Grundfutter über dem Mittel.

Die Natriumkonzentration im Blut wird durch hormonelle Systeme weitgehend konstant gehalten. Eine Unterversorgung wird wegen des Ausbleibens ausgeprägter klinischer Symptome nicht erkannt, obwohl schon KEMP und GEURINK (1978) und MARTENS (1995) eine Unterversorgung bei ausschließlicher Weidehaltung laktierender Kühe verbreitet vorfanden.

Die Natriumwerte im Blut lagen bei diesen Untersuchungen im Durchschnitt unter dem physiologischen Bereich, vielfach lagen die Maximalwerte gerade im unteren physiologischen Bereich. In diesem Zusammenhang ist besonders auf eine zusätzliche Natriumversorgung (z.B. Viehsalz) hinzuweisen, weil eine bedarfsgerechte Natriumaufnahme aus dem Grundfutter alleine nicht realisiert werden kann (Tabelle 46).

### 7.3.1.2 Stoffwechselfparameter

Bei den untersuchten Stoffwechselfparametern zeigten sich geringe Schwankungen über den Laktationsverlauf. Am auffälligsten waren die Harnstoffwerte, die im Betrieb 1

**Tabelle 46: Natriumaufnahmen aus dem Grundfutter der Betriebe und Bedarfsnormen für Milchkuhe**

Betrieb	Na-Aufnahme (g)	Erhaltung + Milch	Na Bedarf (g)
1	4,8	10 kg	15
2	5,0	15 kg	18
4	4,9	20 kg	22
6	5,2	25 kg	25
7	4,4	30 kg	28

schon bei der ersten Untersuchung, sonst beginnend mit der zweiten Untersuchung stark anstiegen. Ein starker Harnstoffanstieg im Serum zeigt einen absoluten bzw. relativen N-Überschuss in der Ration an. Exzessive Proteinversorgung kann negative Auswirkungen auf das Fortpflanzungsgeschehen haben. Einerseits haben hohe Harnstoffgehalte einen negativen Einfluss auf die Einnistung des Embryo in der Uterusschleimhaut, andererseits belastet die Entgiftung des vermehrt anfallenden Ammoniaks den Energiehaushalt, da für die Entgiftung zusätzliche Energie aufgewendet werden muss. BUTLER (1998) konnte die negativen Auswirkungen eines erhöhten Harnstoffwertes auf die Konzeptionsrate aufzeigen. Bei Harnstoffwerten unter 16 mg/dl lag die Konzeptionsrate bei 75 %, fiel aber bei Harnstoffwerten über 25 mg/dl auf 45 %. Die Umstellung der Betrieb auf saisonale, geblockte Abkalbung erfolgte weniger konsequent, weshalb sich die teilweise längeren Zwischenkalbezeiten erklären lassen. Besamungsindex und Non return Rate zeigten jedoch in der vorliegenden Untersuchung gute Ergebnisse, so dass ein negativer Effekt bei der Fruchtbarkeit dieser Betriebe verursacht durch die hohen Harnstoffwerte aus diesen Daten nicht ersichtlich ist. In den Sommermonaten (hohe Harnstoffgehalte) standen auf Grund der geblockten Abkalbung jedoch auch nur vereinzelt Tiere zur Besamung bzw. Belegung an.

Beim Total-Bilirubin zeigte sich in den Betrieben 1, 2, 4 und 7 zu Weidebeginn eine Erhöhung, die im Betrieb 2 und 7 am Grenzwert lag. Bei Leberbelastungen infolge Energiemangels zeigt sich beim Rind sehr rasch ein Anstieg im Total-Bilirubin-Gehalt des Blutes. Die Betriebe 1, 2 und 7 waren diejenigen die zu diesem Zeitpunkt die geringsten Kraftfuttermengen verfütterten. Dass der Energiebedarf nicht allein aus der Weide gedeckt werden kann, zeigt auch die Abnahme der Milchleistung und Körperkondition über die Dauer des Projektes.

In den ersten Wochen nach der Geburt ergibt sich aus der Energieaufnahme über das Futter und dem Energiebedarf für die Milchbildung ein Energiedefizit, das durch den verstärkten Abbau von körpereigenem Fett ausgeglichen wird. In Folge steigen die Ketonkörpergehalte im Blut und es kommt zu einer mehr oder weniger starken Verfettung der Leber.

Erstaunlicherweise lagen die BHB Werte bei den ersten zwei Untersuchungen im Schnitt auf sehr niedrigem Niveau. In den Betrieben 2 und 7 waren bei einigen Tieren hohe Werte feststellbar, die für subklinische bis klinische Ketosen sprechen. Hohe Ketonkörpergehalte im Blut sind nicht nur ein Maß für eine subklinische bzw. klinische Ketonose sondern stellen auch einen Energielieferanten für die Kuh dar. Vermehrte Bewegung, wie sie bei Weidehaltung erfolgt, trägt zur Verwertung der Ketonkörper und somit zur Senkung der Werte bei. Die vermehrte Bewegung auf der Weide und die bei den meisten Betrieben erfolgte Reduktion der produzierten Milchmenge dürften für die niedrigen Werte verantwortlich sein.

Die Leberparameter GGT und GLDH zeigten keine Auffälligkeiten im Jahresverlauf. Einzelne Tiere zeigten jedoch auch bei diesen Parametern erhöhte Werte.

## 7.3.2 Harn

### 7.3.2.1 pH

Der pH Wert des Harnes ist stark von der Fütterung abhängig. Beim Rind beträgt der pH-Wert normalerweise zwischen 7,0 und 8,4. Die Ergebnisse der Harnuntersuchung bezüglich pH Wert zeigte nur geringgradige Schwankungen. Die alkalischen Werte ergeben sich aus den mit der Nahrung aufgenommenen Kationen und Anionen und sind physiologisch bei arttypisch ernährten Pflanzenfressern.

### 7.3.2.2 $NH_4$

Die Schwankungen beim Ammoniumstickstoff lagen im physiologischen Bereich. Lediglich der extreme Wert, der im Betrieb 2 auftrat, zeigt, dass hochgradige Azidosen aufgetreten sind. So hohe Werte deuten auf Fütterungsfehler hin, weil zwar Werte über 10 für eine Pansenazidose sprechen, aber so hohe Werte auch unter normalen intensiven Produktionsbedingungen kaum vorkommen.

### 7.3.2.3 BSQ

Durch den BSQ kann eine Aussage getroffen werden bezüglich der Stoffwechselübersäuerung. Werte unter 2,5 sprechen für eine Azidose, Werte über 4,8 für eine Alkalose. In den Betrieben 1 und 2 lagen die Medianwerte einmal bei der zweiten Untersuchung und einmal bei der ersten Untersuchung unter 2,5. Diese zwei Betriebe wiesen die höchste Häufigkeit von sehr niedrigen Werte auf ( $< 2,0$ ). Gründe für saure Stoffwechselverhältnisse sind einerseits das vermehrte Angebot von leicht verdaulichen Kohlenhydraten und andererseits ein Rohfasermangel. Hunger bzw. Fastenzustände können ebenfalls eine Azidose verursachen. Bei Weideaustrieb nehmen die Kühe große Mengen jungen Grases auf, das auf Grund des hohen Anteils von leicht verdaulichen Kohlenhydraten einen hohen Energiegehalt aufweist. Gleichzeitig ist aber in diesen Rationen der Rohfasergehalt sehr niedrig. Dadurch ist die Wiederkautätigkeit herabgesetzt und damit auch die für die Pufferung verantwortliche Speichelproduktion.

## 7.4 Erkenntnisse für die praktische Umsetzung

Von den am Vollweideprojekt teilnehmenden Betrieben wurden 5 Betriebe über 2 Jahre vier mal jährlich hinsicht-

lich Stoffwechselformparameter und Mineralstoffversorgung untersucht. Die Mineralstoffgehalte im Blut zeigten beim Phosphor ein leichtes Defizit, ebenso wie bei Natrium. Bei der Umstellung auf Vollweide muss daher der Mineralstoff und insbesondere Natriumversorgung besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Eine Magnesiumunterversorgung kann nicht nur das Auftreten von Weidetetanie begünstigen, sondern auch Einfluss auf die hypocalzämische Gebärparese haben. Die Ergebnisse zeigen, dass genügend Magnesium über die Weide aufgenommen wurde. Die Verwertung des Magnesiums wird aber einerseits durch den hohen Kaliumgehalt im jungen Gras, andererseits auch durch hohe Rohproteingehalte in der Ration, die sich in hohen Harnstoffwerten widerspiegeln, vermindert. Schlechte klimatische Verhältnisse verstärken diesen Effekt. In der vorliegenden Untersuchung konnten in den Blutproben keine Magnesiummangelsituationen festgestellt werden. Trotzdem ist zur Sicherung einer ausreichenden Versorgung, insbesondere zum Weideaustrieb, ein entsprechendes Angebot an magnesiumreichen Mineralecksteinen erforderlich.

Die Stoffwechselformparameter der Kühe aus diesen Betrieben zeigen je nach betrieblichen Gegebenheiten unterschiedliche Belastungen, wobei der Zeitraum nach der Geburt und die Umstellung auf die Weide die größten Belastungen darstellen. Die Ketose stellt bei Vollweidebetrieben nicht das Problem dar, weil durch die vermehrte Bewegung auf der Weide und dem energiereichen Aufwuchs sich die Werte der Ketonkörper im Blut in Grenzen halten. Durch wenig Beifütterung und Aufnahme großer Mengen zuckerreichen Weidegrases erfolgt eine sehr niedrige Rohfaseraufnahme, die ein Grund für eine Pansenübersäuerung sein kann. Aus den Veränderungen der Leberwerte lassen sich geringe Belastungen der Herden erkennen. Die Erhöhung des Total-Bilirubins spiegelt die Belastungen der Leber wider und dürfte auf Grund von Energiemangel vor allem in den Betrieben mit stark vermindertem Kraftfuttereinsatz zurückzuführen sein. Inwieweit bei Vollweidebetrieben der Einsatz von Hochleistungstieren sinnvoll ist, oder doch eine andere Genetik einzusetzen wäre, kann an Hand dieser Daten nicht gesagt werden, aber es kam bei einzelnen Kühen zu stärkeren Stoffwechselbelastungen. Im Schnitt liegen die Belastungen im physiologischen Bereich, die Fruchtbarkeits- und Produktionszahlen zeigen auch, dass die Kühe mit diesem System gut zurecht kamen.