



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

Einfluss der DCAB in Rationen für laktierende Milchkühe auf Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes sowie auf die Futteraufnahme und Milchleistung


Versuchsbericht

Impressum

Herausgeber: **Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt**
Strenzfelder Allee 22
06406 Bernburg
Tel.: +49 3471 334 0
www.llg.sachsen-anhalt.de

Arbeitsgruppe: **Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt (LLG)**
Zentrum für Tierhaltung und Technik (ZTT)
Lindenstraße 18, 39606 Iden
Thomas Engelhard, Lorena Helm, Elke Riemann, Gabriele Andert
e-mail thomas.engelhard@llg.mule.sachsen-anhalt.de

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK)
Freundallee 9a, 30173 Hannover
Andrea Meyer
e-mail Andrea.Meyer@LWK-Niedersachsen.de

Freie Universität Berlin
Klinik für Kleintiere, Königsweg 65, 14163 Berlin,
Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel, Yvonne Prädel, Laura Marie Hanebeck
e-mail Rudolf.Staufenbiel@fu-berlin.de

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU),
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Theodor-Lieser-Straße 11, 06120 Halle/S.
Dr. Michael Bulang, Lisa-Marie Kramer
e-mail bulang@landw.uni-halle.de

Gefördert durch die Union zur Förderung der Oel- und Proteinpflanzen UFOP e. V.



Stand: März 2019

Rechtshinweis Die Urheberrechte und Bildrechte verbleiben in vollem Umfang bei den Autoren.
Eine Nutzung aus gewerblichen Zwecken ist nicht zulässig.

1. Einleitung

Die Kationen-Anionen-Bilanz (Dietary Cation-Anion Balance, DCAB) von Futtermitteln und Rationen ist ein wichtiger Parameter der Milchkuhfütterung. Die Berechnung erfolgt anhand der Gehalte an Mengenelementen, $DCAB = (Na \times 43,5 + K \times 25,6) - (Cl \times 28,2 + S \times 62,3)$.

Zur Bedeutung der DCAB von Rationen in der Vorbereitungs- und Fütterung für das Auftreten und somit auch für die Prophylaxe von Hypocalcämien („Milchfieber“) existieren umfangreiches Wissen und praktische Erfahrungen. Hohe Werte > 200 meq/kg TM sollten vermieden und die DCAB in einem Bereich von 100 bis 200 meq/kg TM oder bei anionischer Fütterung negativ (0 bis -100 meq) eingestellt werden.

Für die Fütterung von laktierenden Kühen weisen verschiedene Quellen (u. a. STAUFENBIEL et al., 2007) einen anzustrebenden Zielbereich zwischen 150 und 350 meq/kg TM aus. Dessen Unterschreitung führt in Abhängigkeit vom Grad der Ausprägung zu Störungen des Säuren-Basen-Haushaltes. Insbesondere bei einer DCAB von 50 bis 0 meq/kg TM oder in negativer Ausprägung werden nachfolgend Probleme für die Futterraufnahmen, die Leistungen sowie für die Tiergesundheit erwartet. Die Wirkung einer geringen DCAB überwiegt dabei die der einzelnen relevanten Mengenelemente. S-Gehalte von ≥ 4 g/kg TM in Rationen werden jedoch auch alleingestellt kritisch eingeordnet.

Die DCAB von Grobfuttermitteln variiert in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren (Standort, Düngung, Aufwuchs, Niederschläge) extrem vom hoch positiven bis in den negativen Bereich. Dies ist bei Grassilagen besonders stark ausgeprägt, wie Ergebnisse eines DCAB-Monitorings der LLG Sachsen-Anhalt in den Jahren 2017 und 2018 zeigen.

- Mineralische Standorte, ohne mineralische K-Düngung mit Cl-haltigen Düngern
1. Schnitt: 370 meq/kg TM (145 bis 592), 2. Schnitt: 165 meq (-27 bis 284)
- Niedermoorstandorte, mineralische K-Düngung mit Cl-haltigen Düngern
1. Schnitt: 115 meq/kg TM (8 bis 245), 2. Schnitt: -55 meq (-137 bis 37)

Für Maissilagen sind kaum negative DCAB zu erwarten, aber geringe Werte typisch ($\bar{\emptyset}$ 120 meq/kg TM, 50 bis 200). Dagegen weisen Eiweißfuttermittel, die bei GVO-freier Fütterung häufig zum Einsatz kommen, z. T. eine stark negative DCAB auf, oft in Kombination mit hoher S-Konzentration (LLG, Stichproben Rapsextraktionsschrote: -50 bis -250 meq/kg TM, $\bar{\emptyset}$ -130 meq, ≥ 8 g S). Analysen von Birtreber ergaben im Mittel -150 meq, von Schlempen aus der Bioethanolgewinnung -300 bis -400 meq/kg TM. Aus der Kombination solcher Futtermittel mit Grobfuttermitteln mit niedriger DCAB ergeben sich ggf. kritische DCAB-Werte der Gesamtrationen.

2. Material und Methoden

Zu Auswirkungen der Fütterung von Rationen mit Rapsextraktionsschroteinsatz sowie hohen Gehalten an Cl⁻ oder S und somit einer geringen DCAB auf die Futterraufnahme, Milchleistungen sowie auf Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes von Milchkühen wurden an der LLG erste Tests durchgeführt. Drei Versuchsdurchgänge fanden als Kurzzeitprüfungen statt. Einbezogen wurden stabile Kühe mit mehr als 100 Laktationstagen.

In den Versuchsdurchgängen 1 und 2 sollten standort- und/oder bewirtschaftungsbedingt tiefe DCAB-Bereiche von Grobfuttermitteln simuliert werden. Da Grobfuttermittel mit extrem geringer oder negativer DCAB im Versuchsbetrieb nicht produziert werden, dienten spezielle Futterzusätze (SoyChlor®, CaSO₄) zur Erhöhung der Gehalte an Cl⁻ sowie S in den Gesamtrationen/TMR.

Im Versuchsdurchgang 3 wurde die Fütterung einer Ration ohne spezielle Zusätze, aber mit Komponentenanteilen mit niedriger DCAB mit der einer identischen Ration verglichen, der NaHCO₃ als praxisübliche Puffersubstanz zugesetzt und deren DCAB so angehoben wurde.

Im Versuchsdurchgang 1 schloss sich an eine Phase der Gleichfütterung beider Gruppen mit einer TMR mit höherer DCAB (Abschnitt 1) im Abschnitt 2 die Versorgung mit zwei unterschiedlichen Rationen mit differenzierten Cl⁻-Gehalten und DCAB-Werten an (Tabelle 1). Im Versuchsdurchgang 2 fand vom Abschnitt 1 zum Abschnitt 2 ein Rations-/Gruppenwechsel hinsichtlich der Versorgung mit der TMR mit hohem S-Gehalt im Cross-Over-Design statt (Tabelle 2). Bedingt durch den unterschiedlich vorgenommenen Na-Ausgleich der beiden Rationen (NaHCO₃, NaCl), kam es auch zu verschiedenen Gehalten an Cl⁻. Im Versuchsdurchgang 3 wurde eine Gruppe durchgängig mit der gepufferten Ration mit höherem Na-Gehalt und erhöhter DCAB gefüttert (Tabelle 3).

Die Tabellen 1 bis 3 enthalten Angaben zum Einsatz von Rapsextraktionschrot sowie der Rationszusätze zur Veränderung der DCAB. Weiterhin werden die Gehalte an relevanten Mengenelementen und die DCAB ausgewiesen. Bis auf den nach Varianten unterschiedlichen Mineralfuttereinsatz glichen sich die eingesetzten Rationen für die beiden Gruppen in einem Versuchsdurchgang jeweils in ihrer Zusammensetzung.

Tabelle 1: Ausgewählte Parameter der gefütterten Rationen im Versuchsdurchgang 1

Parameter	Abschnitt 1 (2 Wochen)		Abschnitt 2 (9 Wochen)	
	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle
Rapsextraktionsschrot, % TM der TMR	17		14	15
Menge, kg/Kuh/Tag	4,9		3,9	4,2
Rationsergänzung anionisch*, kg/Tag	-		1,36	-
K, g/kg TM	14,7		15,3	15,5
Na, g/kg TM	2,2		2,8	2,9
Cl ⁻ , g/kg TM	4,6		11,4	6,5
S, g/kg TM	2,7		2,9	2,7
DCAB, meq/kg TM	180		12	169
Ca / P, g/kg/TM	8,4 / 4,8		8,0 / 4,6	8,6 / 4,6

* enthält SoyChlor®

Tabelle 2: Ausgewählte Parameter der gefütterten Rationen im Versuchsdurchgang 2
(Gruppen-/Rationswechsel im Abschnitt 2)

Parameter	Abschnitt 1 (9 Wochen)		Abschnitt 2 (5 Wochen)	
	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle
Rapsextraktionsschrot, % TM der TMR,	16	17	18	18
Menge, kg/Kuh/Tag	4,8	4,9	4,6	4,9
CaSO ₄ , kg/Tag	0,17	-	0,16	-
NaHCO ₃ , kg/Tag	-	0,14	-	0,14
NaCl, kg/Tag	0,07	-	0,07	-
K, g/kg TM	11,2	11,3	11,0	11,0
Na, g/kg TM	1,8	2,2	1,9	2,3
Cl ⁻ , g/kg TM	4,1	2,4	4,1	2,3
S, g/kg TM	3,9	2,7	4,1	2,8
DCAB, meq/kg TM	-5	138	-13	134
Ca / P, g/kg/TM	8,2 / 4,4	7,6 / 4,4	8,4 / 4,4	7,8 / 4,5

Tabelle 3: Ausgewählte Parameter der gefütterten Rationen im Versuchsdurchgang 3 (9 Wochen)

Parameter	Versuch	Kontrolle
Rapsextraktionsschrot, % TM der TMR	18	18
Menge, kg/Kuh/Tag	5,2	5,2
NaHCO ₃ , g/kg/Tag	-	0,25
K, g/kg TM	10,6	10,4
Na, g/kg TM	1,7	4,4
Cl, g/kg TM	4,1	4,1
S, g/kg TM	2,7	2,6
DCAB, meq/kg TM	65	177
Ca / P, g/kg/TM	7,5 / 4,3	7,5 / 4,3

Die Futteraufnahme der Kühe wurden permanent an Wiegetrögen mit automatischer Tiererkennung gemessen, die Milchmenge täglich und die Milchhaltsstoffe wöchentlich. Regelmäßig fanden Untersuchungen von Harnproben auf ausgewählte Stoffwechselfparameter statt. (Im Ergebnisteil dargestellt NSBA = Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung, physiologischer Referenzbereich nach STAUFENBIEL, 2008: 107 – 197 mmol/l).

Weiterhin wurden dreimal in jedem Versuchsdurchgang von jeweils 12 ausgewählten Kühen je Gruppe Pansensaftproben gewonnen und darin die pH-Werte gemessen sowie weitere Parameter untersucht.

Die statistische Auswertung für die Daten der nachfolgend dargestellten Parameter erfolgte mittels gemischtem linearem Modell (Testtagsmodell) mit der SAS-Prozedur MIXED.

3. Ergebnisse

Die Tabellen 4 bis 6 zeigen ausgewählte Ergebnisse der drei Versuchsdurchgänge. In jedem Durchgang reagierte die NSBA im Harn deutlich auf die DCAB der Ration und unterschied sich bei differenzierter Fütterung signifikant zwischen den Gruppen. In den Durchgängen 1 und 2 führte eine niedrige DCAB zu absinkenden NSBA-Werten, weit unterhalb des Referenzbereichs eines ungestörten Säuren-Basen-Haushaltes.

Die Futteraufnahmen und Milchleistungen unterschieden sich in den Abschnitten mit differenzierter Fütterung zumeist nicht signifikant. Eine Ausnahme bildet die TM-Aufnahme im Abschnitt 2 des Versuchsdurchgangs 2, in dem diese bei erhöhtem S-Gehalt gegenüber der Vergleichsgruppe abfiel bzw. sich in der anderen Gruppe nach Fütterung mit geringerer S-Konzentration erhöhte (Tabelle 5, Abbildung 1). Der Verlauf der geprüften Parameter im Versuch, insbesondere nach Rationswechsel, lässt einen möglichen nachteiligen Einfluss geringer DCAB und/oder eines erhöhten S-Gehaltes nicht mit Sicherheit ausschließen.

Tabelle 4: NSBA im Harn sowie tägliche Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe im Versuchsdurchgang 1

(2 x 39 Tiere, zum Versuchsbeginn Ø 180. Laktationstag, Tagesleistung 38 kg/Kuh, 37 kg ECM)

Parameter	Versuch		Kontrolle		p-Wert
	Mittelwert	SE	Mittelwert	SE	
	Abschnitt 1 (undifferenzierte Fütterung)				
NSBA, mmol/l (n = 1*)	128	6	121	6	0,412
TM-Aufnahme, kg/Tier	25,7	0,4	25,4	0,4	0,580
Milchmenge, kg/Tag	38,9	1,5	38,1	1,2	0,743
ECM-Menge, kg/Tag	37,3	0,6	36,6	0,8	0,563
	Abschnitt 2 (differenzierte Fütterung)				
NSBA, mmol/l (n = 5*)	35 ^a	9	97 ^b	9	< 0,0001
TM-Aufnahme, kg/Tier	25,4	0,4	25,8	0,4	0,513
Milchmenge, kg/Tag	36,4	0,9	36,3	1,0	0,959
ECM-Menge, kg/Tag	35,7	0,8	35,7	0,8	0,959

* Anzahl Harnproben/-untersuchungen für alle Kühe, ^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen

Tabelle 5: NSBA im Harn sowie tägliche Futteraufnahme und Milchleistung der Kühe im Versuchsdurchgang 2

(2 x 38 Tiere, zum Versuchsbeginn Ø 150. Laktationstag, Tagesleistung 41 kg Milch, 39 kg ECM)

Parameter	Versuch		Kontrolle		p-Wert
	Mittelwert	SE	Mittelwert	SE	
	Abschnitt 1				
NSBA, mmol/l (n = 5*)	26 ^a	5	172 ^b	5	< 0,0001
TM-Aufnahme, kg/Tier	25,7	0,3	25,5	0,3	0,610
Milchmenge, kg/Tag	35,6	0,9	36,7	0,9	0,377
ECM-Menge, kg/Tag	35,2	0,7	36,4	0,7	0,208
	Abschnitt 2 (nach Gruppen-/Rationswechsel)				
NSBA, mmol/l (n = 3*)	62 ^a	6	156 ^b	6	< 0,0001
TM-Aufnahme, kg/Tier	23,1 ^a	0,3	24,3 ^b	0,3	0,017
Milchmenge, kg/Tag	33,7	0,9	34,4	0,9	0,682
ECM-Menge, kg/Tag	33,2	0,8	33,8	0,8	0,696

* Anzahl Harnproben/-untersuchungen für alle Kühe, ^{ab} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen

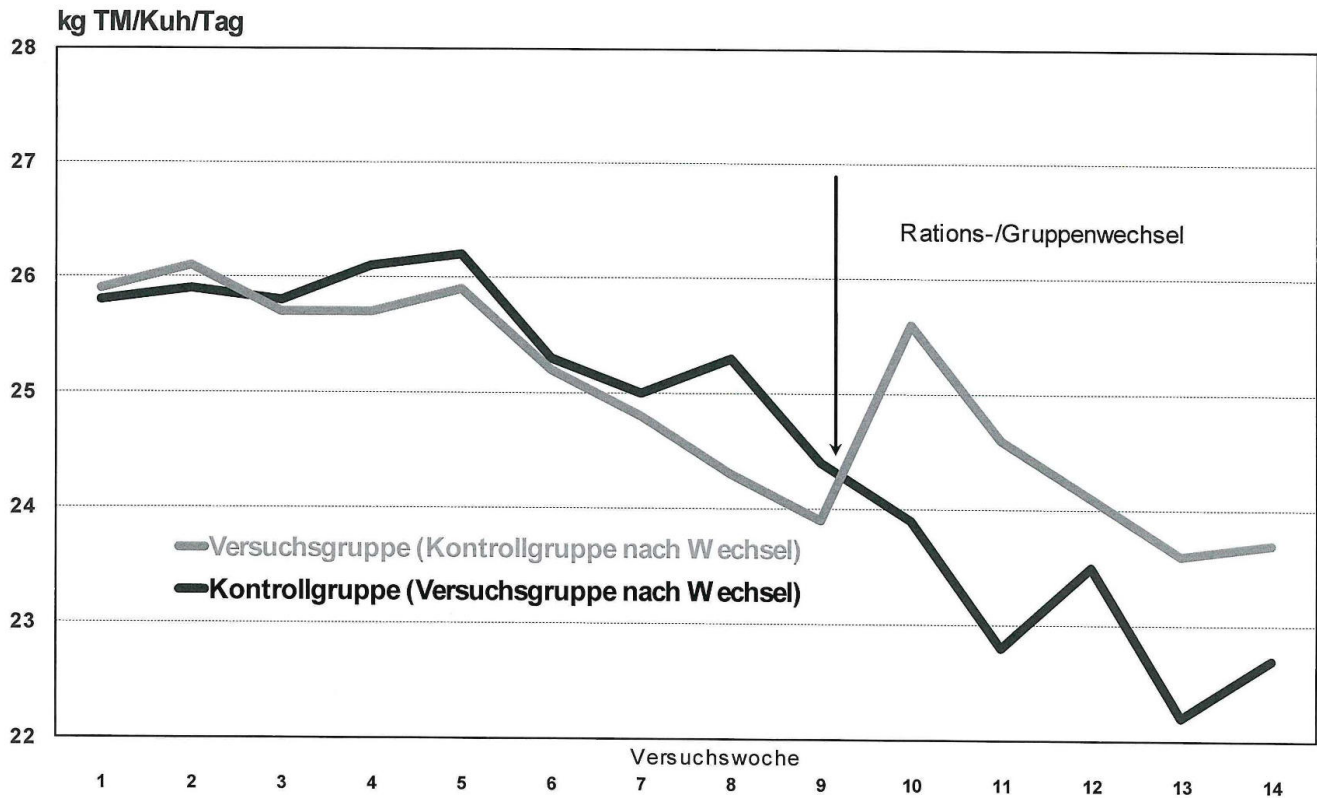


Abbildung 1: Futteraufnahmen im Verlauf des Versuchsdurchgangs 2 mit Rations-/Gruppenwechsel

Tabelle 6: NSBA im Harn sowie tägliche Futteraufnahmen und Milchleistungen der Kühe im Versuchsdurchgang 3

(2 x 38 Tiere, zum Versuchsbeginn Ø 150. Laktationstag, Tagesleistung 40 kg Milch, 39 kg ECM)

Parameter	Versuch		Kontrolle		p-Wert
	Mittelwert	SE	Mittelwert	SE	
NSBA, mmol/l (n = 6)	127 ^a	5	176 ^b	5	0,0005
TM-Aufnahme, kg/Tier	25,4	0,4	25,9	0,4	0,380
Milchmenge, kg/Tag	37,1	0,9	38,8	0,9	0,186
ECM-Menge, kg/Tag	36,8	0,8	37,7	0,8	0,405

* Anzahl Harnproben/-untersuchungen für alle Kühe, ^{a,b} kennzeichnen signifikante Mittelwertdifferenzen

Die mittleren pH-Werte der Pansensaftproben unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen und lagen sämtlich im Referenzbereich, der auf eine ungestörte Pansenphysiologie hinweist (Tabelle 7). Dies trifft auch für weitere untersuchte Parameter zu.

Tabelle 7: pH-Werte im Pansensaft der Kühe

Probe	Versuchsdurchgang 1		Versuchsdurchgang 2		Versuchsdurchgang 3	
	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch	Kontrolle
1	6,32	6,28	6,34	6,32	6,50	6,43
2	6,29	6,33	6,42	6,21	6,49	6,48
3	6,61	6,60	6,30	6,45	6,57	6,41

4. Zusammenfassung und Ableitungen

Niedrige DCAB von Rationen mit hohen Rapsextraktionsschrotanteilen führten in den Versuchsdurchgängen nicht zu deutlichen nachteiligen Effekten auf die Futteraufnahmen und Leistungen gegenüber der Vergleichsfütterung von Rationen mit höherer DCAB. Nur in einem Durchgang war die TM-Aufnahme in der Kontrollgruppe signifikant höher. Rationen mit hohen Rapsschrotanteilen bewähren sich in den allermeisten Fällen im Praxiseinsatz und in durchgeführten Fütterungsversuchen.

Jedoch lässt sich ein nachteiliger Einfluss niedriger DCAB auch in Anbetracht der ermittelten Versuchsergebnisse nicht grundsätzlich ausschließen und wäre zuerst bei hohen S-Gehalten zu erwarten (≥ 4 g/kg TM). Auch Fallbeispiele aus der Praxis zeigen an, dass es in Einzelfällen zu negativen Auswirkungen der Fütterung laktierender Kühe mit Rationen mit niedriger oder negativer DCAB und/oder hohen S-Gehalten kommen kann.

Deshalb sollte die DCAB der Rationen auch in der Fütterung laktierender Kühe Beachtung und Verwendung finden, um durch niedrige DCAB bedingte Probleme mittels Rationsanpassungen (Futtermittelauswahl/-einsatz/-ergänzung, Erhöhung Na-/K-Gehalte, Reduzierung S-Gehalte) auszuschließen oder auch fachlich gute Rationsgestaltung weiter im Detail zu optimieren. Dazu sollten die DCAB der eingesetzten Einzelfuttermittel aus durchgeführten Futtermittelanalysen bekannt sein oder ggf. aus sicheren Erfahrungs-/Tabellenwerten übernommen werden. Für die Vorbereitungsfütterung besteht dafür grundsätzlicher Bedarf. Die Notwendigkeit dazu besteht besonders dann, wenn niedrige DCAB von Grobfuttermitteln bekannt oder zu erwarten sind und gleichzeitig Rapsextraktionsschrot oder andere Eiweißfuttermittel mit negativer DCAB eingesetzt werden, vor allem bei Hinweisen auf nachteilige Reaktionen der Kühe auf solche Fütterung aus dem Controlling.

Bei der Interpretation der im Bericht vorgestellten Ergebnisse ist zu beachten, dass die Versuche mit stabilen Tieren des zweiten und dritten Laktationsdrittels durchgeführt wurden. Sie lassen sich damit nicht mit Sicherheit auf die Startphase und Früh-laktation übertragen, da in diesem Laktationsabschnitt weitere adaptive Faktoren auf den Säuren-Basen-Haushalt und auf die Pansenmikroben wirken.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes der Versuchskühe (NSBA im Harn) bei Fütterung der Rationen mit sehr niedriger DCAB unter den physiologischen Referenzbereich abfielen und das Auftreten metabolischer Azidosen anzeigten. Längerfristige Auswirkungen auf die Tiergesundheit und auf die Leistungen wurden in den Kurzzeitprüfungen des Projektes nicht untersucht.

Ebenso sind bei der Interpretation die relativ geringen bis moderaten Kontraste zwischen den Versuchs- und Kontrollgruppen zu berücksichtigen. Das betrifft insbesondere den Versuchsdurchgang 3, weshalb der ausbleibende Effekt der Zulage von NaHCO_3 unter dem Vorbehalt der erreichten DCAB-Bereiche zu bewerten ist.

Auch die Einzelkonzentrationen der Mengenelemente bewegen sich in einem moderaten Wertebereich. Deshalb sind die Ergebnisse aus Versuch 2 mit einer signifikanten Differenzierung der Futteraufnahme nach dem Gruppenwechsel bei S-Gehalten von 2,7/2,8 bzw. 3,9/4,1 g/kg TM sehr bemerkenswert. Diese Ergebnisse weisen auch unter Beachtung der Resultate aus Versuch 1 (Effekt von Chlorid) dem S eine besondere Bedeutung für die Aufrechterhaltung bzw. Störung der physiologischen Abläufe zu.

Fortgesetzte Versuche zur Problematik sind wünschenswert.

