

**Zeitschrift:** Acta Tropica  
**Herausgeber:** Schweizerisches Tropeninstitut (Basel)  
**Band:** 13 (1956)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Zur Frage der Wirkung des Höhenklimas auf den Verlauf akuter Malaria  
**Autor:** Freyvogel, Thierry  
**Kapitel:** VII: Resultate der Untersuchungen über den Infektionsverlauf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-310600>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 08.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

CHRISTENSEN und DILL [5]). Noch unverständlicher aber scheint die — statistisch zwar nicht zu sichernde — Tatsache, daß die prozentuale Sättigung in Basel, bei höherem Partialdruck des Sauerstoffs, geringer sein soll als auf dem JJ. Es könnte dies darauf hinweisen, daß der Atemmechanismus des Vogels ein anderer ist als derjenige des Menschen. Wir möchten es unterlassen, in diesem Zusammenhang voreilige Erklärungsversuche zu unternehmen, verweisen aber auf die im Physiologischen Institut Basel im Gang befindlichen Arbeiten. Unsere oben gegebenen Daten sollen lediglich die komplexen Verhältnisse beim angetasteten Problem beleuchten.

Einzig hinsichtlich unserer Infektionsversuche scheint folgender *Schluß* zu gelten: Unter der Voraussetzung, daß der befallene Wirtsorganismus gleich reagiert wie der gesunde, liegen für den Malaria-Parasiten im Tal und in der Höhe in bezug auf Sauerstoff-Gehalt des Hb analoge Verhältnisse vor. Wenn also eine Beeinflussung des Plasmodium durch das Höhenklima vorliegt, so beruht diese nicht auf dem geringeren Sauerstoff-Partialdruck der Höhenluft.

## VII. *Resultate der Untersuchungen über den Infektionsverlauf.*

Die Resultate der Untersuchungen über den Infektionsverlauf in Basel, in der UDK und auf dem JJ sind in Tab. 11 zusammengestellt. Über die Zunahme des Blutbefalls im Verlaufe der Infektion orientiert Tab. 12. Die eigentliche Besprechung der Ergebnisse möchten wir weiter unten anhand der übersichtlicheren Kurvenbilder durchführen.

Zunächst ist noch die Frage zu prüfen, wieweit die Zahlen der einzelnen Serien mit denen ihrer Ergänzungsserien (vgl. S. 35) übereinstimmen, und unter welchen Vorbehalten sie mit diesen in derselben Kurve vereinigt werden dürfen. Hiezu benützen wir vor allem die Angaben aus Tab. 12, da es wohl möglich ist, vom selben Tier täglich Blutproben zu entnehmen, Organsektionen dagegen nur einmal stattfinden können. Übereinstimmende Zahlen befallener Erythrocyten geben einen brauchbaren Hinweis in der Frage, ob die Infektion verschiedener Tiere allgemein auf ähnlicher Entwicklungsstufe steht; es kann allerdings immer wieder beobachtet werden, daß Einzeltiere, deren innere Organe normal befallen sind, ausgesprochen hohe oder seltener besonders niedrige derartige Werte aufweisen. In Tab. 12 sind in Serien, an denen solche «Ausnahme-Tiere» teilhatten, diejenigen Durchschnittswerte eingeklammert (runde Klammer), in denen die Zahlen dieses Einzeltieres berücksichtigt sind, nicht eingeklammert die Zahl, die ohne deren Einbeziehung errechnet wurde. Die Vernachlässigung dieser «Ausnahme-Tiere» ist insofern gerechtfertigt, als die betreffenden Tiere in allen Fällen vor Versuchsabschluß seziert wurden, womit die Berücksichtigung ihrer Blutbefallszahlen die Durchschnittswerte ungleichmäßig belasten würde, was graphisch dargestellt als Zacke zum Ausdruck käme. In erster Linie interessieren uns aber Normalkurven.

TABELLE 9.  
*Arteriellcs Blut in Basel 280 m ü. M. (Barometerdruck 738 mm Hg).*

Tier Nr.	Alter Tage	Anpassung Tage	Gewicht g	Tot. O <sub>2</sub> -Sättigung cmm	Tot. O <sub>2</sub> -Kapazität cmm	rel. O <sub>2</sub> -Sättigung %	O <sub>2</sub> -Sättigung %	Hb g %	E-Z Mill.
471	35		101	125	139	62,5	56	10,4	2,71
472	29		118,5	124	114	66,5	73	8,5	2,62
475	35		105	66	124	68,5	36	9,3	3,02
477	23		94	136	154	72,5	65	11,5	3,08
479	25		133,5	99	124	47,5	38	9,3	2,33
481	29		108	92	118	36	29	8,8	2,68
482	30		97,5	122	128	69	66	9,6	2,73
484	30		148,5	195	152	76,5	98	11,3	3,30
485	33		106	117	141	70	58	10,5	2,68
487	30		95	114	116	49	48	8,65	3,33
488	26		82,5	118	111	52	55	8,3	2,54
489	22		77	99	107	65	61	8,0	2,07
490	25		120,5	123	132	66,5	62	9,9	3,11
492	29		120	114	128	31	28	9,6	2,61
493	26		116	97	128	66,5	51	9,6	2,61
494	26		113	85	135	50	31	10,1	2,80
495	35		96	127	122	64,5	67	9,1	2,72
Mittel	28 ± 3,46		108 ± 14,0	114,9 ± 18,6	127,7 ± 10,5	59,6 ± 11,2	54,3 ± 16,6	9,56	2,76

TABELLE 10.

Arteriellcs Blut auf Jungfrauojoch, 3457 m ü. M. (Barometerdruck 503 mm Hg).

Tier Nr.	Alter Tage	Anpassung Tage	Gewicht g	Tot. O <sub>2</sub> -Sättigung cmm	Tot. O <sub>2</sub> -Kapazität cmm	rel. O <sub>2</sub> -Sättigung %	O <sub>2</sub> -Sättigung %	Hb g %	E-Z Mill.
410	34	24	86,5	148	167	69	62	12,5	3,12
416	33	23	80,5	206	190	87,5	96	14,2	4,08
418	36	26	77	141	139	92	94	10,4	3,09
425	34	24	106	150	169	77	69	12,6	3,04
426	35	25	82,5	179	154	71	87	11,5	3,34
429	35	25	73,5	145	173	88	77	12,9	3,29
433	33	23	88,5	173	178	71	69	13,3	3,83
434	36	26	57	163	154	73	77	11,5	3,19
439	35	25	80,5	145	168	82,5	71	12,3	4,16
442	35	25	95	165	162	71	73	12,1	3,68
443	31	21	64,5	143	150	81,5	82	11,2	3,03
446	35	25	70,5	193	175	71,5	79	13,1	3,40
449	33	23	49,5	185	189	89,5	88	14,1	4,65
Mittel	34 ± 1,2	24,2	70,5 ± 13,4	163,8 ± 22,3	166,8 ± 12,8	78,9 ± 7,72	78,9 ± 8,57	12,4	3,53



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie	Alter in Tagen	I. T.	Tier-Nr.	Ge- schlecht	Gewicht in g	Anp.- Tage	E-Z	Hb % am Infektionstag	FI	Blutinfektion paras. pro 10 000 E.	erstes Auftr.
<i>S<sub>UDK 1</sub></i>	37	6	317		131,5	29				0	
	37	6	319		239	29				0	
o 24 cm UD	39	8	316		149	31				380	(7)
	39	8	321		217	31				90	(8)
angepaßt (kontinuierlich)	39	8	328	♂	154	31				60	(8)
	41	10	322	♂	220	33				7180	
Temp. o 260	41	10	324	♂	205	33				8640	
L. F. % 44%	41	10	314	♀	211	33				6040	
	42	11	323	♂	193 †	34				—	
III	42	11	327	♂	146	34				5880	
11 Tiere	43	12	320	♀	162	35				5800	
<i>S<sub>UDK 3</sub></i>	32	5	514	♂	55 †	24	3,30	76	1,15	0	
	32	5	527	♂	58	24	3,05	75	1,23	0	
	32	5	528	♂	74	24	3,28	79	1,20	0	
o 24 cm UD	33	6	503	♀	76	25	3,58	72	1,00	0	
angepaßt	33	6	508	♀	70	25	4,94	94	0,95	0	
	33	6	530	♂	61	25	3,36	84	1,25	0	
Temp. o 300	34	7	497	♂	84	26	3,25	73	1,12	2	7
L. F. % 44%	34	7	517	♀	81	26	3,98	87	1,09	0	
X	34	7	533	♂	115	26	3,57	82	1,15	5	7
	35	8	510		96 †	27	3,71	95	1,28	1380	6
	36	9	502	♂	82	28	3,61	97	1,34	2080	7
	36	9	529	♀	93	28	3,29	85	1,29	1100	8
	37	10	507	♀	126	29	3,73	85	1,14	3720	7
14 Tiere	37	10	521	♀	101	29	2,90	72	1,24	5280	7
<i>S<sub>JJ</sub></i>	37	7	413		68,5	27	3,12	79	1,27	0	
	37	7	414		56	27	4,0	80	1,0	0	
	37	7	415		52,5	27	4,18	69	0,83	0	
Jungfraujoch	37	7	444		71,5	27	3,50	81	1,16	0	
angepaßt	39	9	412	♀	82,5	29	3,52	69	0,98	3620	7
Temp. o 300	39	9	423	♀	65	29	4,35	92	1,06	3260	8
L. F. % —15%	39	9	432	♀	60	29	3,03	80	1,32	440	8
	39	9	436	♀	96	29	3,93	94	1,19	2160	8
VII	40	10	417	♀	—	30	3,67	88	1,20	6960	8
	40	10	430	♂	86	30	3,81	79	1,04	5000	8
	40	10	431	♂	59,5 †	30	3,57	72	1,01	4180	8
	40	10	441	♂	—	30	3,49	74	1,06	6000	8
	40	10	428	♀	75,5 †	30	3,08	80	1,30	5200	8
	41	11	422	♀	87	31	3,47	79	1,19	6300	8
	41	11	435		74,5 †	31	4,37	80	0,92	4200	8
16 Tiere	41	11	438	♂	94	31	3,01	81	1,34	6600	8
<i>E<sub>JJ</sub></i>	34	6	603		45	23+3	3,53	87	1,23	6	6
	34	6	610		67	23+3	3,89	80	1,03	0	
	34	6	613		65	23+3	3,44	76	1,11	0	
Jungfraujoch	34,5	6,5	604		66	23,5+3	3,13	73	1,17	0	(8)
angepaßt	35	7	614		83	24+3	3,80	79	1,04	280	6
I—II 54	35	7	616		72	24+3	3,99	79	0,99	240	6
	36	8	607	♀	73	25+3	3,63	81	1,11	400	7
	36	8	609	♂	73,5	25+3	4,23	79	0,94	200	7
	36	8	612	♀	87	25+3	3,94	85	1,08	480	7
	37	9	601	♀	56	26+3	3,46	69	1,00	4880	7
	37	9	608	♀	83,5	26+3	3,65	81	1,11	4300	8
12 Tiere	37	9	617	♀	85,5	26+3	3,87	84	1,09	6380	6

Anmerkungen siehe nächste Seite.

13 Hirn				14 Leber				15 Milz				16 Sektionsbefund	17 Tod
Total	1-20	20-40	40→	Total	1-20	20-40	40→	Total	1-20	20-40	40→		
1	1	0	0	2	2	0	0						↓
4	4	0	0	4	0	4	0						↓
47	38	7	2	40	32	6	2						↓
22	11	0	1	8	8	0	0						↓
19	13	2	4	12	10	1	1						↓
6	4	2	0	0	0	0	0						↓
34	20	11	3	1	0	1	0						↓
46	24	15	7	1	1	0	0					Mi en.	↓
183	77	51	55	27	20	5	2						†
82	31	24	27	6	4	2	0						†↓
222	169	33	20	7	5	1	1						†↓
0	0	0	0	0	0	0	0	?	(5)	0	0	Le Mi gr (?); Ga gr.	†↓
0	0	0	0	0	0	0	0	1	(5)	0	0	Le Mi Ga gr.	†↓
0	0	0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	Le du.; Mi Ga gr.	†
5,5	2	1,5	2	2	1	1	0	3	2	0	1	Le Mi Ga gr.	↓
2	1	1	0	2	1	1	0	1	1	0	(1)	Le gr.; Mi en.	↓
3,5	2,5	0,5	0,5	2	1	1	0	3	2	1	0	Le Mi Ga gr.	↓
2,5	2	0	0,5	0	0	0	0	0	(2)	0	0	Le Mi gr.; Ga en.	↓
1	0,5	0,5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	Le Ga gr.; Mi en.	↓
3,5	3	0	0,5	1	1	0	0	0	0	0	0	Le Mi en.; Ga gr.	↓
31	19	3,5	8,5	6	3	1	2	5	mitgenommen			Le Mi Ga gr.	†
36	14	4	18	3	3	0	0	2	1	0	1	Le Ga gr.; Mi en.	↓
21	10	7	4	1	1	(1)	1	2	2	0	0	Le Ga gr.; Mi en.	↓
71	50	14	7	0	0	0	0	5	5	0	0	Le Mi en.; Ga gr.	†↓
110	90	14	6	2	2	0	0	8	8	0	0	Le Mi Ga en.	†↓
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	normal	↓
5	1	1	3	(1)	(1)	0	0	0	0	0	0	Le du.	↓
1	1	0	0	0	(3)	0	(1)	1	0	1	0	normal	↓
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Mi gr.	↓
53	6	15	22	3	2	1	0	1	0	0	1	Le Mi gr.	↓
108	36	31	41	16	6	3	7	15	8	3	4	Le Mi gr.	↓
17	12	2	3	13	4	6	3	3	1	0	2	Le du.; Mi gr.	↓
49	20	9	20	13	4	7	2	6	1	2	3	Le Mi gr.	↓
71	41	15	15	2	1	1	0	12	9	3	0	Le gr.; Mi en.; Ga gr.	†
133	91	17	25	17	16	1	0	37	25	10	2	Le gr.; Mi en.	†↓
139	99	24	16	56	51	4	1	50	43	6	1	Le gr.; Mi gr.	†↓
111	74	12	25	9	6	2	1	8	6	2	0	Le Mi gr.	†
114	76	24	14	11	7	3	1	1	1	0	0	Le gr.; Mi en.	†
5	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	Le Mi gr.	†↓
45	25	9	11	0	0	0	0	3	3	0	0	Le du.; Mi grau	†↓
78	46	25	7	2	1	0	1	7	5	1	0	Le Mi gr. grau	†↓
0	0	0	0	4	1	3	0	0	0	0	0	Le gr. du.; Ga gr.	↓
1	0	0,5	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0	Le Mi gr. du.	↓
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Le Mi gr. du.	↓
4	2	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0	Le gr. du. (Ga gr.)	†
46	38	6	2	1	1	0	0	1	1	0	0	Le Mi gr. du.	↓
12	7	3	2	1	0	0	1	1	1	0	0	Le Mi gr. du.; Ga gr.	↓
43	26	7	10	3	3	0	0	0	0	0	0	Le Mi gr. du.; Ga gr.	↓
23	16	3	4	3	2	1	0	5	4	1	0	Le Mi gr. du.; Ga gr.	↓
79	54	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	Le Mi gr. du.	↓
125	63	22	40	0	0	0	0	1	1	0	0	Le Mi en.; Ga gr.	†
70	45	14	11	3	2	0	1	2	0	1	1	Le gr. du.; Mi en.; Ga gr.	↓
117	49	19	49	1	0	1	0	6	5	1	0	Le Mi en.; Ga gr.	†

Anmerkungen siehe nächste Seite.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Serie	Alter in Tagen	I. T.	Tier-Nr.	Ge- schlecht	Gewicht in g	Anp.- Tage	E-Z am Infektionstag	Hb %	FI	Blutinfektion paras. pro 10000 E.	erstes Auftr.
<i>S<sub>JB</sub></i>	33	7	455	♀	69,5	18+7	3,59	92	1,30	2	7
	33	7	459	♂	63,5	18+7	3,65	> 85	> 1,16	0	
	33	7	460	♀	82	18+7	3,71	91	1,22	0	
J.J. angepaßt											
Infektion im Tal	35	9	453	♂	65,5	18+9	3,04	80	1,32	3980	8
Temp., } L. F. } wie <i>S<sub>F 30</sub></i>	35	9	461	♂	87	18+9	3,02	73	1,22	2400	8
	35	9	464	♀	83,5	18+9	3,66	88	1,20	2080	8
VII—VIII	36	10	462	♂	—	18+10	3,06	82	1,34	6860	7
	36	10	463	♂	78 †	18+10	3,41	80	1,17	6760	7
	36	10	465	♂	96 †	18+10	3,11	85	1,37	8120	7
	36	10	456	♀	97	18+10	3,16	66	1,04	3820	8
	36	10	457	♂	84,5 †	18+10	3,40	81	1,19	6620	7
	36	10	458	♀	76 †	18+10	3,79	92	1,21	6440	7
	37	11	451	—	—	18+11	3,66	72	1,19	—	8
15 Tiere	37	11	452	♂	—	18+11	3,02	80	1,32	—	8
	37	11	454	♀	96	18+11	4,02	91	1,13	6360	8
<i>S<sub>II4</sub></i>	34	6	620	—	54	19	3,16	75	1,19	0	
	34	6	626	—	58,5	19	3,84	82	1,07	1	6
	34	6	630	—	49,5	19	3,86	86	1,11	0	
Jungfraujoch											
Anp. 14 Tage	35	7	618	—	77	20	3,05	78	1,28	100	7
I—II 54	35	7	624	—	59,5	20	3,45	83	1,17	300	6
	35	7	627	♂	67	20	3,47	85	1,22	630	6
	36	8	621	♂	72	21	3,29	83	1,26	900	6
	36	8	622	♂	78	21	3,16	75	1,18	1880	6
	36	8	631	♂	92	21	3,15	88	1,40	110	7
	37	9	619	♀	76	22	3,73	88	1,18	4940	6
15 Tiere	37	9	623	♀	62	22	3,74	80	1,07	5560	7
	37	9	629	♂	82,5	22	3,69	83	1,13	5040	7
	37	9	634	♀	66	22	3,30	78	1,18	6040	6
	37,5	9,5	628	♀	84	22,5	3,50	80	1,14	7220	7
	38	10	633	♂	76	23	3,81	85	1,11	3240	8
<b>Kontrolltiere zu</b>											
<i>S<sub>UDK 1</sub></i>		12	309	♂	155,5					9360	(8)
		12	310	♀	138					1560	8
<i>S<sub>UDK 3</sub></i>	37	10	501	♂	92 †						7
	37	10	509	♂	93					3880	7
	29	10	522	♀	69					5820	7
<i>S<sub>JJ</sub></i>	42	12	407	♂	124,5 †	12	2,39	59	1,23	7300	9
	39	9	408	♀	83	9	2,67	65	1,22	110	8
	39	9	409	♂	77	9	2,72	57	1,05	50	8
	40	10	1782	♀	—	10	2,79	58	1,04	7040	8
<i>S<sub>II4-E<sub>JJ</sub></sub></i>	36	8	636	♀	91	11	3,43	60	0,87	1650	
	36	8	638	♂	60	11	3,35	59	0,88	1880	
	37	9	635	♂	90	12	2,55	60	1,18	2860	
	37	9	637	♂	137	12	2,43	50	1,03	5590	
<i>S<sub>JB</sub></i>		11	466	♂	101,5					9320	8
		11	468	♀						8600	8
		7	469	♀	62					0	

† = gestorben

‡ = getötet

†‡ = kurz vor Absterben getötet

L. F. % = prozentuale Luftfeuchtigkeit

13 Hirn				14 Leber				15 Milz				16 Sektionsbefund	17 Tot d
Total	1-20	20-40	40➔	Total	1-20	20-40	40➔	Total	1-20	20-40	40➔		
4	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	Le Mi du.	↓
12	10	2	0	0	0	0 (1)	0	1	0	1	0	Mi du.	↓
0	(?)	0	0	0	0	0	0	0	(1)	0	0	(Le gr.) Mi du.	↓
27	19	4	4	1	1	0	0	6	0	3	3	Le Mi du.	↓
12	7	4	1	2	2	0	0	2	1	1	0	Le du.; Mi gr.	↓
47	27	13	7	10	9	1	0	7	3	3	1	Le du.; Mi gr.	↓
86	38	20	38	8	4	3	1	13	5	4	4	Mi gr.	†
43	19	13	11	1	0	0	1	1	0	1	0	Ga gr.	†
77	55	17	5	1	0,5	0,5	0	1	0	1	0	Le Mi gr.	†
32	21	5	6	2	2	0	0	0	0	0	0	Mi gr.; Le du.	†↓
49	33	12	4	0	0	0	0	5	5	0	0	Le Mi Ga gr.	†↓
245	196	31	18	9	7	2	0	0	0	0	0	Le Mi gr.	†
29	16	15	7	1	0	1	0	0	(2)	0	0	Le Mi Ga gr.	†
91	48	31	12	2	1	1	(1)	0	0	0	0	Le Mi Ga gr.	†
10	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	Le Mi en.	†↓
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Le Ga Mi größer du.	↓
2	2	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	Le Ga Mi größer du.	↓
5	5	0	0	2	2	0	0	2	1	1	0	Le Ga größer du.	↓
9	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Le Ga Mi gr. du.	↓
9	8	0	1	2	1	0	1	2	2	0	0	Le Ga Mi gr. du.	↓
18	17	1	0	7	4	1	2	2	1	0	1	Le Ga Mi gr. du.	↓
68	45	15	8	11	8	3	0	14	11	1	2	Le Mi gr. du.	↓
81	70	11	0	7	6	0	1	3	3	0	0	Le Mi Ga gr. du.	↓
15,5	13	2,5	0	2	1	1	0	0	0	0	0	Le Mi gr. du.; Ga gr.	↓
62	25	15	22	3	1	1	1	2	1	0	1	Le Ga Mi gr.—en.	†
57	31	13	13	2	2	0	0	3	3	0	0	Le Ga Mi en.	†
97	31	36	30	2	1	0	1	2	0	0	2	Le Ga Mi gr.	†
116	82	6	28	0	0	0	0	7	5	1	1	Le Ga Mi gr.	†
106	90	3	13	5	4	1	0	4	3	0	1	Le Mi en.; Ga gr.	†
58	46	7	5	7	2	1	4	8	7	1	0	Le Ga Mi gr.	↓
32	24	4	4	13	9	4	0	—	—	—	—		†↓
13	5	5	3	0	0	0	0	—	—	—	—		†↓
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Le Ga gr.; Mi en.	†
27	14	8	5	2	2	0	0	4	4	0	0	Le Mi en.; Ga gr.	†↓
42	32	5	5	1	1	0	0	2	2	0	0	Le Mi en.; Ga gr.	†↓
176	99	41	36	22	13	7	2	21	17	4	0	Le Mi gr. grau	†
6	6	0	0	12	4	6	2	1	1	0	0	Le du.; Mi gr.	↓
17	7	5	5	8	1	6	1	1	0	1	0	Le du.; Mi gr.	↓
99	75	15	9	20	17	3	0	2	1	1	0	Le Mi gr.	†
148	105	27	16	7	6	1	0	10	8	1	1	Le Ga gr. du.; Mi en.	↓
120	90	21	9	8	7	1	0	5	5	0	0	Le Ga gr. du.; Mi en.	↓
25	22	0	3	1	0	0	1	0	0	0	0	Le Ga gr. du.; Mi en.	↓
112	44	34	34	1	1	0	0	—	—	—	—	Le Mi Ga en.	†
97	72	12	13	10	9	0	1	7	3	4	0	Le en.; Mi gr.	†↓
106	73	23	11	6	4	2	0	2	1	1	0	Le Mi Ga gr.	†
7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Le du.	↓

Erläuterung der Abkürzungen des Sektionsbefundes:

Le = Leber  
Ga = Gallenblase  
= Milz

du. = dunkel angefärbt  
gr. = deutlich vergrößert

en. = enorm, stark vergrößert  
deg. = degeneriert

TABELLE 12.

*Durchschnittliche Anzahl der befallenen Erythrocyten auf 10 000.*

IT	SV <sub>30</sub>	E <sub>V30</sub>	S <sub>UDK3</sub>	S <sub>UDK1</sub>	S <sub>JJ</sub>	E <sub>JJ</sub>	S <sub>JB</sub>	S <sub>14</sub>
5	0	0	0	—	—	—	—	—
6	0	+	0 (11)	[0]	—	+	—	—
7	0	73	10 (238)	—	+	125	+ (+)	212
8	90	372	202	[177]	160	323	157 (239)	537
9	2250	—	2080	—	1250	5190	2690 (3110)	4650
10	4220	—	4500	[7240]	4360	—	5760	5230
11	5590	—	—	[5880]	5700	—	6360	—
12	—	—	—	[5800]	—	—	—	—

+ = Zahlen kleiner als 10.

Die aufgezeichneten Mittelwerte wurden mit der eben erwähnten Einschränkung mit Hilfe aller verfügbaren Tiere erhoben. Deren Zahl verringert sich mit jeder Sektion, so daß mit dem Fortschreiten des Versuchs die Anzahl der Einzelwerte ebenfalls stetig abnimmt. Im Falle der Serie S<sub>UDK1</sub> sind alle Werte mit eckiger Klammer versehen, was darauf hinweisen soll, daß hier immer nur 1—3 Tiere bei der Durchschnittsermittlung benützt wurden; dies deshalb, weil zur Zeit dieses Versuchs noch nicht feststand, daß ein täglicher halbstündiger Aufenthalt in normalem Atmosphärendruck keinen Einfluß ausübt auf die Anpassung des erythrocytären Systems an den künstlichen UD (vgl. hiezu FLÜCKIGER und VERZÁR [7 und 8]) und infolgedessen nur bei den zu sezierenden Tieren der Blutbefall erhoben wurde.

*Basel* S<sub>V30</sub> — E<sub>V30</sub>. Aus Analogie zu den andern Versuchen wurde geschlossen, daß die bei S<sub>V30</sub> fehlenden Mittelwerte über Le-, Mi- und Hi-Befall am 8. IT in einer bestimmten Höhe liegen mußten (Le ca. 9 Schizonten, Mi. ca. 6), was mit der Ergänzungsserie E<sub>V30</sub> bewiesen werden sollte. Diese Erwartungen wurden überraschend genau erfüllt (Le 8,6 Schizonten, Mi 6,8). Was den als Kontrolle dienenden Blutbefall anbetrifft, stellen wir fest, daß er in der Ergänzungsserie zwar etwas früher einsetzt, aber in der Beobachtungszeit keine wesentlich höheren Werte aufweist als bei S<sub>V30</sub>. Diese etwas größere Anfälligkeit mag darauf zurückzuführen sein, daß E<sub>V30</sub> im April durchgeführt wurde, zu einem Zeitpunkt also, da die Kücken erfahrungsgemäß nicht so widerstandsfähig sind wie zu andern Jahreszeiten. Möglicherweise wären auch die innern Organe am 8. Tag des ersten Versuchs (S<sub>V30</sub>) um wenig schwächer befallen gewesen. Selbst wenn aber die ergänzten Zahlen etwas zu hoch liegen sollten, dürfte der Fehler doch so klein sein.

daß er vernachlässigt werden darf. Somit ergänzen wir die fehlenden Werte bei  $S_{V30}$  mit den entsprechenden Zahlen aus  $E_{V30}$ .

*UDK S<sub>UDK1</sub>—S<sub>UDK3</sub>*. Da das Resultat der Serie  $S_{UDK1}$  in mancher Hinsicht unvollständig und zudem anzunehmen war, daß im ersten UDK-Versuch die Tiere mehr als notwendig strapaziert worden waren, schien es wünschenswert, die ganze Serie zu wiederholen.

Es zeigte sich, daß, soweit der Verlauf der Infektion für  $S_{UDK1}$  zu ermitteln war, zwischen beiden Serien kein wesentlicher Unterschied besteht; daß lediglich die Höhe der Parasitenzahlen im ersten Versuch teilweise erheblich größer war als im folgenden. Dies bestätigt unsere Vermutung von der Überbeanspruchung der Tiere von  $S_{UDK1}$ ; andererseits erweist sich damit die Gültigkeit der Ergebnisse von  $S_{UDK3}$  in ihren hauptsächlichen Zügen. Wir halten es deshalb für richtig, die Resultate der späteren UDK-Serie als maßgebend anzusehen.

*JJ S<sub>JJ</sub>—E<sub>JJ</sub>*. Wie bei den Basler Versuchen unter normalem Atmosphärendruck ging es bei der Wiederholung der JJ-Serie ebenfalls darum, die fehlenden Werte des 8. IT für Le, Mi und Hi zu ergänzen. Es war festzustellen, ob die Infektion dieser Organe, die bei  $S_{JJ}$  am 7. IT eben einsetzt, am 8. IT noch niedere Befallszahlen aufweist, wie es plausibel schiene, aber im Gegensatz zu den Erfahrungen aus den Tat- und UDK-Versuchen gestanden hätte, oder ob auch in diesem Falle ein erster Höchstwert der Schizontenzahlen am 8. IT erreicht würde.

Der Ergänzungsversuch  $E_{JJ}$  mußte aus verschiedenen Gründen im Monat Januar nachgeholt werden. Wie oben bereits erwähnt wurde, muß zu dieser Jahreszeit mit etwas verminderter Resistenz des Wirts gerechnet werden. Daß der Transport der Kücken auf das JJ wegen außerordentlich starken Schneefalls in abenteuerlicher Art unterbrochen wurde, wobei die Hühnchen an der Kälte hätten Schaden nehmen können, zog keine merkliche Störung der Tiere nach sich. Dies ist sowohl aus den Erhebungen über die Anpassung ihres erythrocytären Systems zu entnehmen, wie es auch hervorgeht aus dem Vergleich mit Serie  $S_{14}$ , für deren Tiere sich die Reise nach JJ harmlos gestaltete (vgl. Tab.1 und 11). Wohl aber hatte ein anderer Umstand schwerwiegende Folgen: In der Nacht vom 7. zum 8. IT erreichte eine Kaltfront von NW her in raschem Vorstoß unser Land, was sich auf dem JJ in einem plötzlichen Wetterumschlag äußerte. Ruhiges, sonniges Wetter wurde abgelöst durch einen mehrere Tage andauernden heftigen Sturm, verbunden mit Schneetreiben. Für die Auswirkungen dieses Fronteneinbruchs sei auf die Diskussion verwiesen; nur das folgende sei vor-



weggenommen. In der Nacht auf den und im Verlaufe des 9. IT — einen Tag nach dem Wettersturz — starben alle noch verbliebenen Tiere der Serie E<sub>JJ</sub> und 5 von 6 noch vorhandenen Tieren der Serie S<sub>14</sub>. Die Auswertung der Präparate ergab als Ursache dieses verfrühten Todes eine ganz massive Vermehrung der Schizonten in den Endothelien der Gehirnkapillaren und im Blut dieser Hühnchen, bei denen zur Zeit des Wetterwechsels die Infektion eben über das Stadium der präpatenten Periode hinaus war. Ein ähnlich rascher Anstieg der Parasitenzahl kann für Le und Mi nicht festgestellt werden, für welche Organe im Gegenteil nur niedrige Werte erreicht werden.

Obwohl die Tiere der Ergänzungsserie am 8. IT noch lebten, muß doch an die Möglichkeit einer dem Wettersturz vorausgehenden «Frühwirkung» der nahenden Front gedacht werden. Hierauf deutet beispielsweise der um einen Tag vorverschobene Befall der Hi-Kapillaren hin. Die fehlenden Werte müssen also mit Vorsicht ergänzt werden; doch glauben wir, es unter gewissen Vorbehalten tun zu dürfen.

Le und Mi scheinen von den «Frühwirkungen» am wenigsten betroffen worden zu sein. Wenn der Befall hier auch etwas früher einsetzt und nicht die erwartete Stärke erreicht, so zeigt er doch deutlich eine lineare Zunahme der Schizontenzahl, keineswegs aber ein erstes Maximum am 8. IT. Daß ein allfälliges Zustandekommen dieses auffallenden Gipfels nicht durch den Wetterwechsel verhindert wurde, zeigt der Verlauf der Infektion bei S<sub>14</sub> (vgl. hierzu Kurven 9 und 10). Dieser Vergleich fällt um so mehr ins Gewicht, als die beiden Serien parallel, d. h. gleichzeitig und mit derselben Sporozoiten-Aufschwemmung durchgeführt wurden. Wir kommen deshalb zum Schluß, daß die Annahme eines linearen Anstieges der Parasitenzahl vom 7. zum 9. IT den Typus des Infektionsverlaufs bei S<sub>JJ</sub> nicht allzu stark verfälscht. Wahrscheinlicher ist jedoch, daß bei S<sub>JJ</sub> die Infektion vom 7. zum 8. IT in Le und Mi schwächer fortschritt als vom 8. auf den 9. IT. Wenn wir die ohnehin weniger willkürliche Lösung treffen, die fehlenden Werte durch die in E<sub>JJ</sub> tatsächlich ermittelten zu ergänzen, kommen wir zu einem parabelartigen Anstieg, wie er uns aus andern Versuchen bekannt ist. Was den Befall der Gehirnkapillaren anbetrifft, so dürfen wir ohne weiteres annehmen, daß er bei E<sub>JJ</sub> gegenüber S<sub>JJ</sub> um einen Tag verfrüht ist, und deshalb für den 8. IT bei S<sub>JJ</sub> die Zahl des 7. IT bei E<sub>JJ</sub> einsetzen. Auch damit kommen wir den Erwartungen aus Analogie zu den Resultaten anderer Serien am nächsten.

Da nun für die graphische Darstellung teilweise die Resultate

zweier Serien miteinander verquickt sind, bezeichnen wir die Kurven, die ermittelt wurden aus den Ergebnissen der Serien

S<sub>V30</sub>    und E<sub>V30</sub>    mit «Basel»  
 S<sub>UDK1</sub> und S<sub>UDK3</sub> mit «UDK»  
 S<sub>JJ</sub>      und E<sub>JJ</sub>      mit «JJ»  
 S<sub>JB</sub> mit «S<sub>JB</sub>»  
 E<sub>JJ</sub> mit «E<sub>JJ</sub>»  
 S<sub>14</sub> mit «S<sub>14</sub>»

Im folgenden sollen die Hauptzüge des Infektionsverlaufs unter den verschiedenen Versuchsbedingungen anhand der Abb. 6 bis 11 und der Tab. 11 besprochen werden.

*Basel* (Abb. 6). Der Infektionsverlauf bei 30tägigen Kücken unter normalen atmosphärischen Bedingungen im Tal (280 m) wurde bei der Gegenüberstellung mit dem Verlauf bei 8tägigen Tieren bereits kurz berührt (siehe «Material»). Es wird an dieser Stelle nochmals ausführlich darauf eingegangen, weil dieser Versuch als Grundlage für den Vergleich mit sämtlichen andern Serien herangezogen wird.

Der Befall der Le erreicht am 6. IT eine Stärke, bei der mit den angewandten Methoden vereinzelte Schizonten festgestellt werden können. Die Infektion nimmt in steigendem Maße zu und erreicht am 8. IT einen charakteristischen Gipfel mit nachfolgendem starkem Abfall zum 9. IT. Der Wiederanstieg zum 10. IT kann mehr oder weniger deutlich zutage treten.

Was von der Le gesagt wurde, gilt auch für die Mi, deren Befallskurve regelmäßig parallel mit derjenigen der Le verläuft und sich damit oft fast decken läßt.

Einen ähnlichen initialen Verlauf wie bei Le und Mi nimmt auch der Befall der Hi-Kapillaren; doch lassen sich die Schizonten am 8. IT in weit größerer Anzahl finden, was allerdings eine Frage der Darstellungs- und Zählmethode ist. Der Rückgang der Infektion zum 9. IT ist sehr typisch, aber verhältnismäßig weniger stark, als wir es für Le und Mi sahen. Der Wiederanstieg der Parasitenzahl vom 9. IT an wird bis zum Tod des Tieres nicht mehr unterbrochen; er läßt sich in allen Fällen beobachten.

Der Blutbefall setzt durchschnittlich am 7,6ten IT ein und wächst sehr rasch an. Der «flooding effect» kommt in der Kurve als scharfer Knick am 8. IT zur Geltung. Von da ab werden die Erythrocyten in gleich starkem Maße weiter befallen. Am 10. IT ist bereits an die Hälfte der roten Blutkörperchen verseucht. Vom 10. zum 11. IT bemerkt man eine leichte Schwächung des Befalls: die ersten



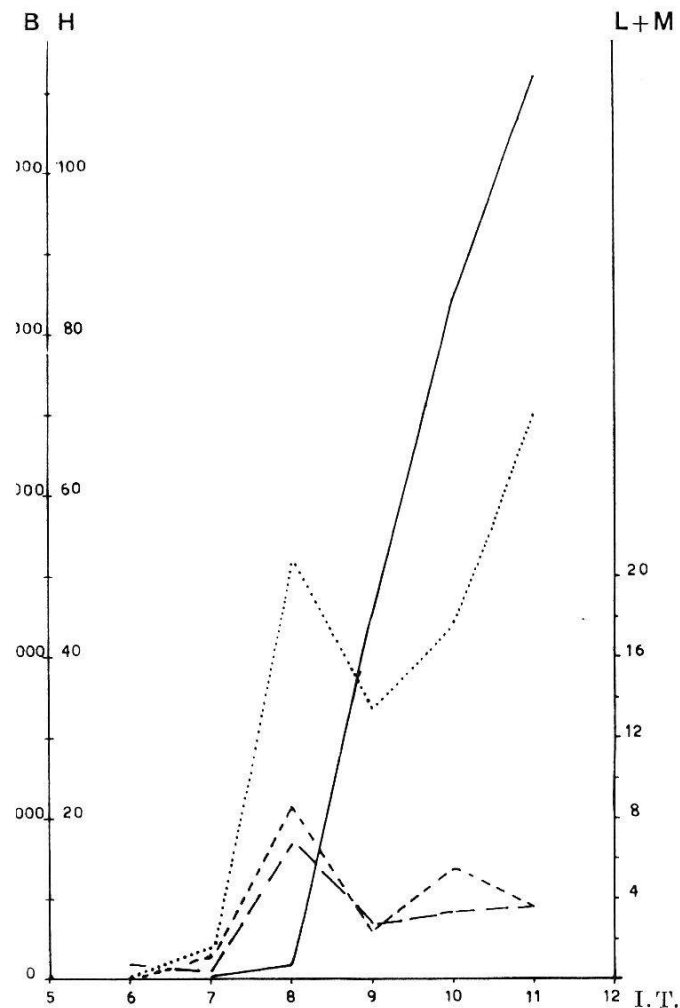


Abb. 6.

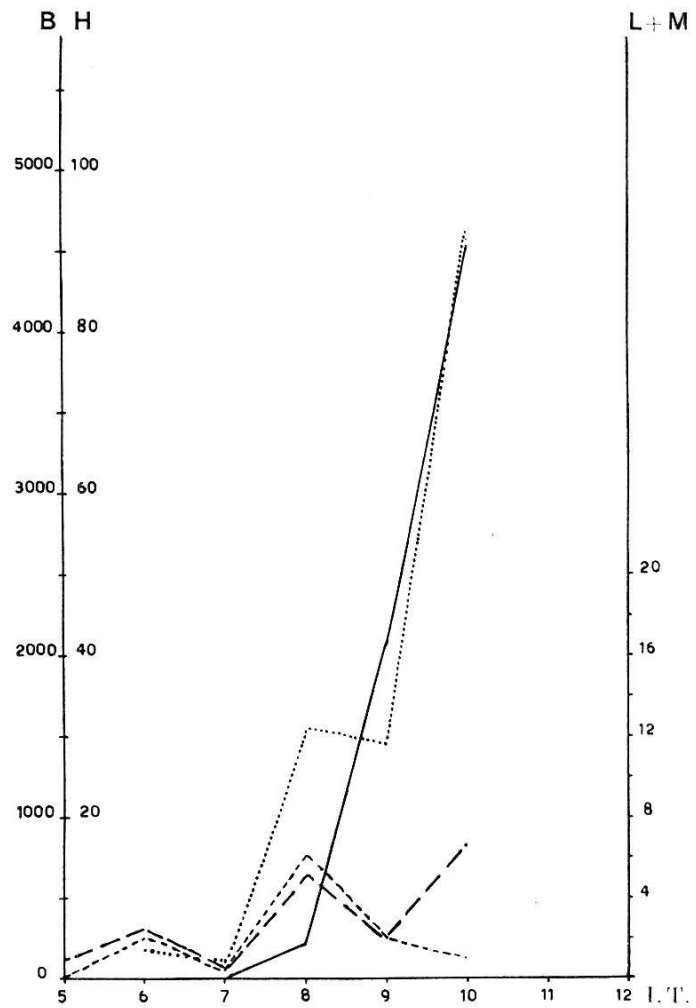


Abb. 7.

Abb. 6. Verlauf der Infektion 30tägiger Kücken in Basel (280 m).

Abb. 7. Verlauf der Infektion 30tägiger Kücken in der UDK (490 mm Hg entsprechend JJ) nach 20 Tagen Anpassung.

— Blut; ..... Hirn; - - - - Leber; — — — Milz.

*Vermerk:* Die Zahlen des Befalls von Le und Mi, resp. Hi, resp. Blut sind in verschiedenen Maßstäben aufgetragen. Die entsprechenden Werte können unter L+M, H, B auf den Ordinaten abgelesen werden.

Anzeichen des Parasitensturzes, wie er von WEIL (28) beschrieben worden ist.

Wir stellen fest, daß sich die Infektion aller drei untersuchten Organe, Le, Mi und Hi, ziemlich rapid anläßt, welche Entwicklung überall für etwa einen Tag unterbrochen wird und anschließend in etwas verschiedener Weise ihren Fortgang nimmt. Es läßt dies eine ähnliche Reaktionsweise der Kapillarendothelien des Gehirns und der Makrophagen in Le und Mi vermuten. Mit dem Rückgang der Schizonten in den RES-Zellen fällt zeitlich der «flooding effect» im Blut zusammen, dessen weiterer Befall in der Folge aber scheinbar unbeeinflußt von den Schwankungen im RES fortschreitet.

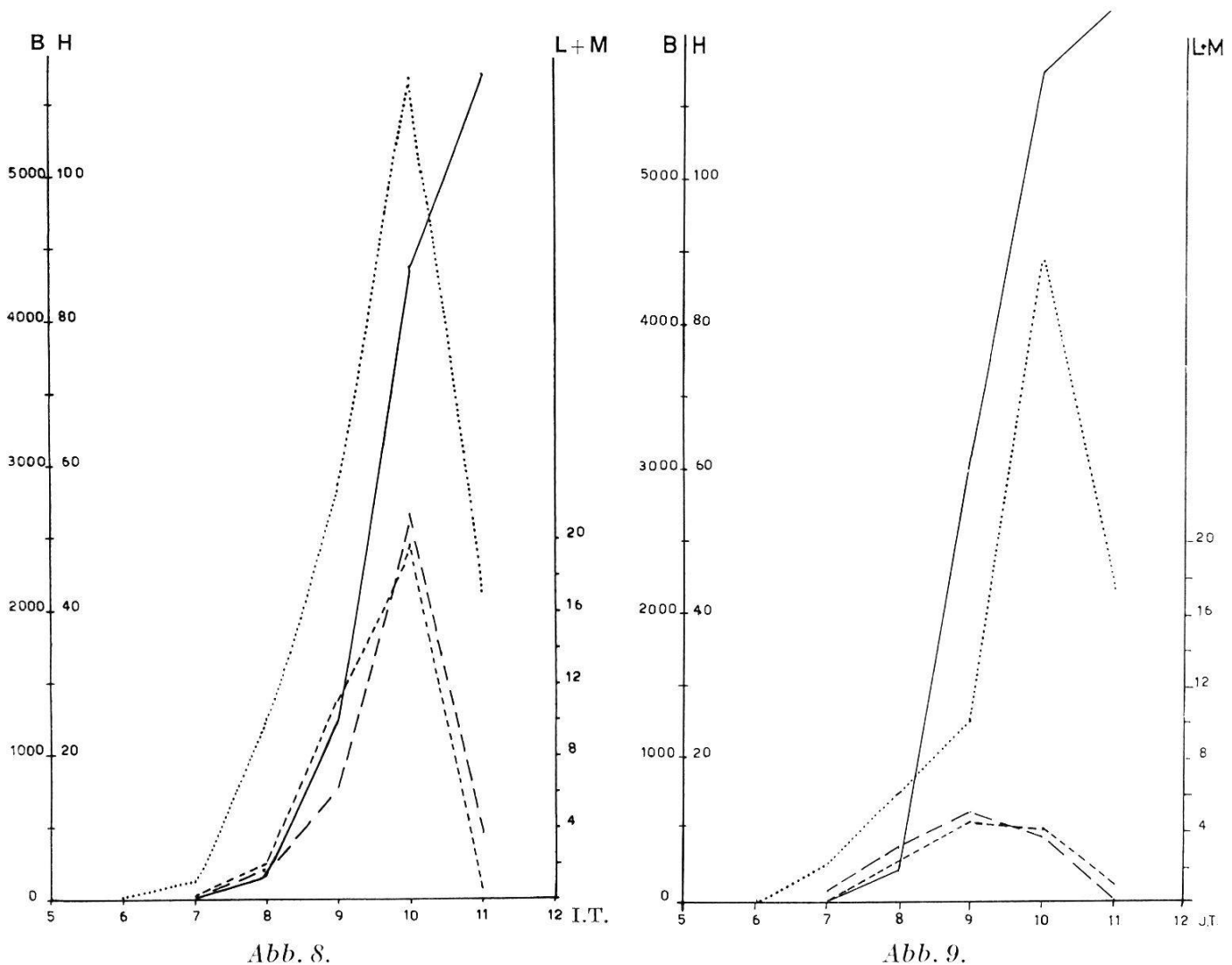


Abb. 8. Verlauf der Infektion 30tägiger Kücken auf dem JJ (3457 m) nach 20 Tagen Anpassung.

Abb. 9. Verlauf der Infektion 30tägiger Kücken nach Anpassung auf JJ (18 Tage) und darauffolgender Infektion in Basel.

Die Sektionen wurden ohne Rücksicht auf Geschlecht und Gewicht der Tiere vorgenommen. Wie aus Tab. 11, Kol. 5 hervorgeht, besteht kein Geschlechtsdimorphismus in der Anfälligkeit der Kücken gegenüber *Plasmodium gallinaceum*. Ebenso ist hohes oder niedriges Gewicht (innerhalb gewisser Grenzen) kein Anzeichen erhöhter oder erniedrigter Resistenz des Wirtes. Das Gewicht der Tiere nimmt bis zum 9./10. IT ziemlich gleichmäßig zu und weist erst kurz vor dem Tode Unregelmäßigkeiten auf.

Fast ebensowenig ist äußerlich den Tieren von der Infektion anzumerken. Das erste Anzeichen, das sehr schwer mit Sicherheit zu erkennen ist, besteht im «verschleierte Blick» des Kückens, dessen Cornea wie mit einem matten Hauch überzogen scheint. Vorübergehend kann um den 6. bis 8. IT Durchfall auftreten, von welchem Zeitpunkt an der Kot meist dunkelgrün angefärbt bleibt. Mit Palpation läßt sich nichts Sicheres über Hypertrophie von Le

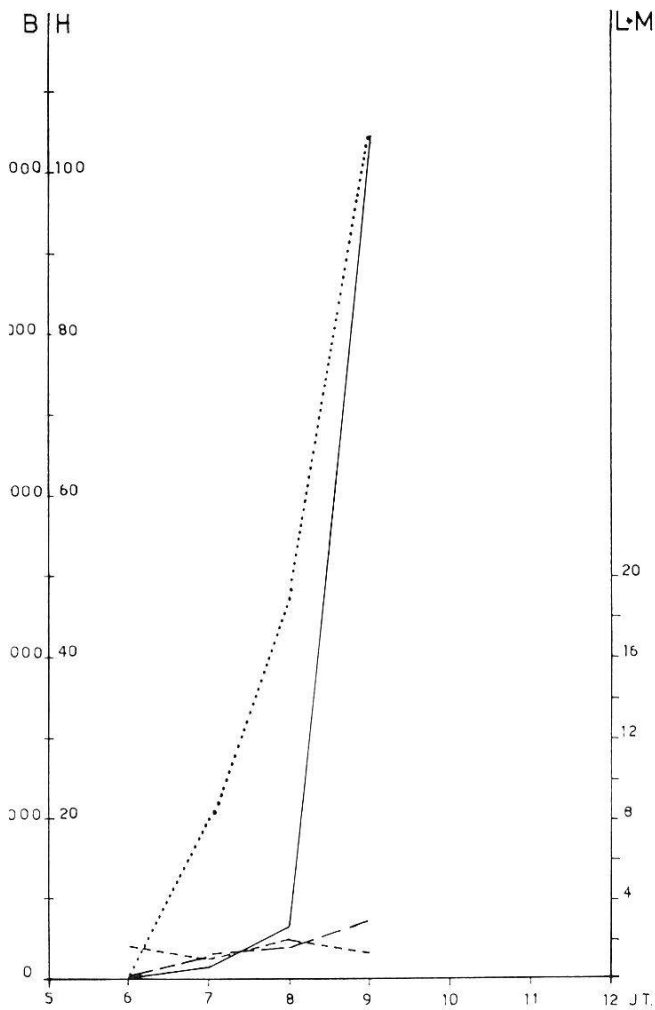


Abb. 10.

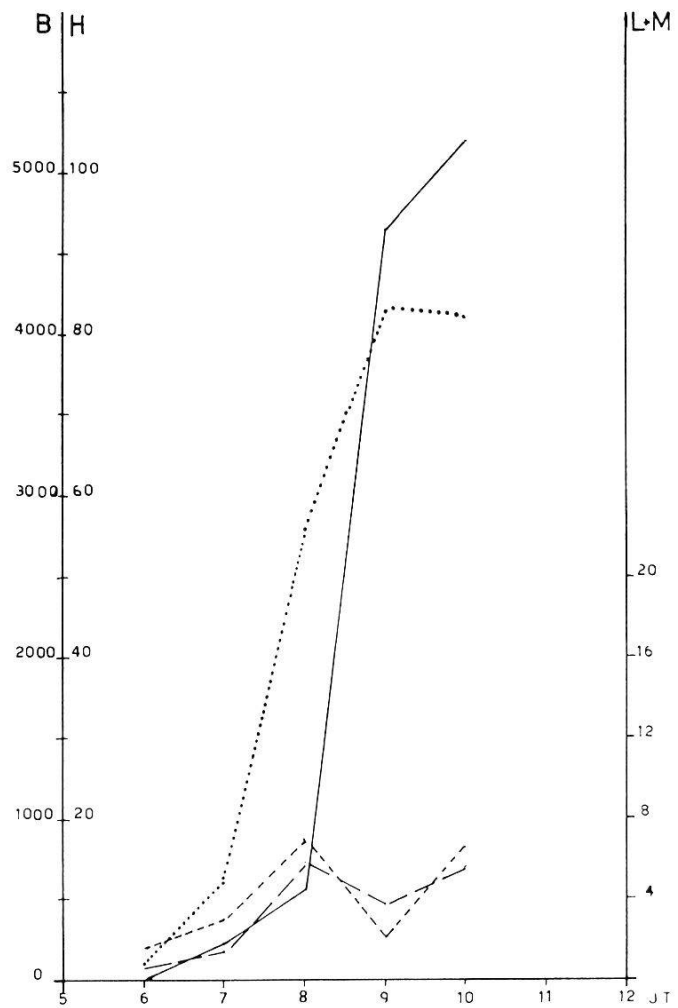


Abb. 11.

Abb. 10. Verlauf der Infektion 30tägiger Küken auf JJ (Ergänzungsversuch).  
 Abb. 11. Verlauf der Infektion 30tägiger Küken auf JJ nach kürzerer Anpassungsdauer (13 Tage).

und Mi aussagen, da der Brustkorb diese Organe fast ganz überdeckt und das Federkleid das Betasten ebenfalls erschwert. Dennoch schwellen Le, Mi und Gallenblase, wie der makroskopische Sektionsbefund ergibt, im Laufe der Infektion sehr stark an. Vom 5./6. IT an kann an Le und Mi ein deutlicher Umschlag vom hellen Farbton einer teilweise entbluteten Le bzw. Mi in ein dunkles Weinrot bis Violett festgestellt werden; vom 7. IT an zusätzlich noch eine starke Vergrößerung dieser Organe, ein Vorgang, der bis zum folgenden Tag andauert. Am 10./11. IT ist eher wieder ein Zusammenschrumpfen zu bemerken. Vom Moment ab, da die Le dunkler wird, kann meist eine Verlängerung der Gallenblase beobachtet werden. Im Verlauf der Krankheit kommt es aber zu deren Entleerung, was die grüne Farbe der Exkremente erklärt (s. Farbphotographie).

Die makroskopischen Sektionsbefunde sind stichwortartig in Tab. 11, Kol. 16 wiedergegeben. Sie liefern uns für die ersten Tage

*Die Veränderungen der Leber, Gallenblase und Milz im Verlaufe  
der Malaria-Infektion beim juvenilen Huhn.*



Leber, Gallenblase und Milz.

Links: gesundes 16 Tage altes Tier.

Rechts: 16 Tage altes Tier am 8. Infektionstag (E<sub>Y</sub>8 Nr. 643).

*Anmerkung:* Vergleiche hierzu Tabelle 2, E<sub>Y</sub>8, S. 8. Weitere Erläuterungen im Text S. 38 ff.

nach Abschluß der präpatenten Periode wertvolle Hinweise auf den Stand der Infektion.

In Kol. 17 finden sich Angaben darüber, ob das seziierte Tier getötet wurde oder von selbst starb, bzw. am Sterben war (s. Legende zur Tabelle). Sie ermöglichen es uns, obwohl für eine genaue Ermittlung hiezu zu wenig Tiere vorhanden waren, etwas über den ungefähren Sterbetermin auszusagen. Er liegt für den Infektionsverlauf in Basel um den 10./11. IT.

UDK (Abb. 7). Die ersten sicheren Schizontenfunde fallen auf den 6. IT. Die Befallskurven von Le und Mi, die auch in diesem Versuch parallel verlaufen, zeigen zunächst einen minimalen Abfall, am folgenden, 8. IT aber den charakteristischen Gipfel, gefolgt von einem ebenso deutlichen Rückgang der Infektion. Diese setzt am 10. IT in der Mi wieder stark ein, während in der Le die Zahl der Parasiten weiterhin verringert wird.

Die Befallskurve des Hi bietet anfänglich dasselbe Bild wie diejenigen von Le und Mi, steigt aber zum 8. IT entsprechend stärker an. Sehr deutlich ist die Unterbrechung der Infektion am 8. IT sowie ihre folgende äußerst scharfe Zunahme.

Der Blutbefall setzt durchschnittlich um einen halben Tag früher ein als im Normalversuch, am 7,0ten IT, weist aber in der Folge einen mit diesem beinahe identischen Verlauf auf (vgl. Abb. 12).

Aus Tab. 11 geht hervor, daß auch in der UDK kein Geschlechtsdimorphismus hinsichtlich der Anfälligkeit der Kücken zu finden ist. Das Gewicht der Hühnchen ist ungleichmäßiger als im Normalversuch, steigt aber ebenso bis zum 9./10. IT.

In Kol. 10 ist der FI eingetragen, wie er um den IT zu ermitteln

war. Er gibt uns somit Aufschluß über die Anpassung jedes einzelnen Tieres an den Atmosphärendruck von 490 mm Hg nach einer dreiwöchigen Adaptationsperiode.

Die makroskopischen Sektionsbefunde bieten dasselbe Bild wie diejenigen des Normalversuchs.

Der Sterbetermin liegt ebenfalls um den 10./11. IT.

Daraus erhellt eindeutig, daß kein wesentlicher Unterschied im Infektionsverlauf 30tägiger Kücken in normalem Atmosphärendruck von 740 mm Hg und künstlichem UD von 490 mm Hg besteht. Wie weiter vorn ausgeführt wurde, bedeutet die Anpassung juveniler Tiere an den verminderten Sauerstoff-Partialdruck eine nicht zu unterschätzende Leistung des Organismus. Es darf deshalb nicht verwundern, wenn die Infektion in der UDK um etwa einen halben Tag früher einsetzt, wie es aus den Sektionsbefunden und dem Beginn des Befalls in Le, Mi, Hi und Blut hervorgeht. Wenn anderseits die in Abb. 7 am 8. IT eingezeichneten Werte etwas niedriger liegen als die entsprechenden Werte für Basel, mag dies damit zusammenhängen, daß diese den Zahlen eines einzigen Tieres (Nr. 510) entstammen, die durch weit höhere Befallszahlen der Serie SUDK1 gestützt werden. Somit ist auch diese quantitative Differenz zu vernachlässigen. Der Schluß liegt nahe, daß der Unterdruck der Luft und damit einhergehend die Verminderung des Sauerstoff-Partialdrucks den Infektionsverlauf nicht ausschlaggebend beeinflussen.

*JJ* (Abb. 8). Die Befallskurven von Le und Mi verlaufen untereinander wiederum weitgehend gleichartig. Sie setzen aber erst im Verlaufe des 7. IT ein, was gegenüber Basel eine Verzögerung von einem Tag bedeutet. Sodann erreichen sie in ziemlich gleichmäßigem Anstieg am 10. IT ein ausgesprochenes Maximum, das wiederum von einem ebenso markanten Abfall gefolgt ist. Die Infektion des Gehirns setzt etwas früher ein, verläuft im übrigen aber übereinstimmend mit derjenigen von Le und Mi, sowohl zeitlich wie in der großen Höhe der erreichten Werte. Das Einsetzen der Blutinfektion liegt am 7,9ten IT und ist somit gegenüber Basel kaum verzögert. Der «flooding effect» ist etwas weniger foudroyant, was in einer Ausbuchtung der Kurve nach rechts zum Ausdruck kommt. Jedoch werden am 10. IT gleich viele befallene Blutkörperchen gefunden wie in Basel, an welchem Tag auch die ersten Anzeichen des nahen Parasitensturzes auftreten. Der «flooding effect» fällt in diesem Falle nicht mit dem Rückgang der Infektion der RES-Zellen zusammen.

Geschlechtsdimorphismus in der Anfälligkeit der Tiere ist auch auf 3457 m nicht festzustellen. Das Gewicht der Kücken ist unregelmäßig, nimmt aber im allgemeinen bis gegen den 9./10. IT zu.

Der FI liegt in ähnlichen Grenzen wie bei den UDK-Tieren, was den Ausführungen in Kapitel V über die Anpassung entspricht.

Die Sektionen ergeben makroskopisch denselben Befund, wie bisher festgestellt wurde. Sie bestätigen durch das zeitlich verspätete Auftreten der Organveränderungen die Ergebnisse der Präparate-Auswertung. Auffallend ist dabei aber, daß mit fortschreitender Infektion die Farbe von Le und Mi von dunkelrot-violett bis schwarz-schwarzgrau gesteigert wird. Trotz dem späteren Auftreten der Infektion liegt der Sterbetermin um den 10./11. IT.

Auf 3457 m verläuft also die Infektion der Hühnchen deutlich anders als in Basel. Gegenüber dem Normalversuch erscheint der Befall des RES verzögert, im Beginn wie besonders im Erreichen des Maximums, das zudem ungefähr doppelt so hohe Werte erreicht als im Tal. Der Blutbefall hingegen ist nur sehr wenig von demjenigen auf 280 m verschieden. Das natürliche Höhenklima übt infolgedessen tatsächlich irgendwelchen Einfluß auf den Infektionsverlauf aus, der aber nicht auf dem einzelnen Faktor der Erniedrigung des Sauerstoff-Partialdrucks beruhen kann.

*SJB* (Abb. 9). Die Kücken wurden während dreier Wochen auf dem JJ angepaßt, nach Basel zurückgebracht und hier sofort infiziert. Es fehlen die Zahlen vom 8. IT, weshalb die Werte vom 7. und 9. IT miteinander mit Geraden verbunden wurden.

Le und Mi: Die Infektion setzt um den 7. IT eben ein, steigt sicher zum 9. IT, eventuell schon zum 8. IT an, fällt dann aber über die zwei folgenden Tage stark ab.

Hi: Der Befall beginnt im Verlaufe des 6. IT und scheint bis zum 9. IT eine relativ langsame Steigerung zu erfahren. Der darauf folgende steile Anstieg mit ebensolchem Rückgang am 10. IT erinnert stark an die JJ-Kurve.

Der Blutbefall setzt am 7,5ten IT ein und verläuft auch im übrigen wie im Tal.

Die Vergrößerung der Organe verlief normal, die Verfärbung zeigte keinen Umschlag zum Schwarz, gleicht also derjenigen in Basel.

Der Sterbetermin liegt wie üblich um den 10./11. IT.

Wie die fehlenden Werte des 8. IT auch sein mögen, so steht doch fest, daß der Verlauf der Infektion im vorliegenden Versuch eine Zwischenform darstellt zwischen denjenigen auf JJ und in Basel. Der Infektionsverlauf des Blutes mahnt eher an Basel, derjenige des Hi an das JJ. Le und Mi sind vom JJ dadurch verschieden, daß sie am 10. IT keinen Gipfel aufweisen, wären aber wegen des 9. IT gegenüber Basel selbst dann unterschiedlich, wenn sie am 8. IT einen Höchstwert erreichten.



Dieses Ergebnis bestätigt den Einfluß des Hochgebirgsklimas auf den Infektionsverlauf, zeigt aber zugleich, daß dieser nur kurze Zeit nach dem Höhengaufenthalt weiter andauert.

$E_{JJ}$  (Abb. 10). Obwohl die Serie  $E_{JJ}$  bloß als Ergänzungsversuch zu  $S_{JJ}$  durchgeführt und in dieser Eigenschaft bereits in den Ergebnissen des  $JJ$  berücksichtigt wurde, soll sie im Hinblick auf die Einwirkung des Wettersturzes hier noch gesondert betrachtet werden. Ferner wird sie als Parallelserie zu  $S_{14}$  im Vergleich zu dieser benötigt.

Le- und Mi-Befall setzen am 6. IT ein und steigen zum 8., bzw. 9. IT ziemlich regelmäßig an, ohne hervorstechende Höchst- oder Niedrigstwerte aufzuweisen.

Der Hi-Befall beginnt ebenfalls am 6. IT, klettert aber sofort rasch in die Höhe und erreicht auf diese Weise die aus  $S_{JJ}$  bekannten Werte jeweils einen Tag früher.

Parasitierte Erythrocyten finden sich schon im Verlaufe des 6. IT; doch kommt es — wie in allen bisher betrachteten Versuchen — erst am 8. IT zum «flooding effect», der von einer außerordentlich starken Befallssteigerung (von 323 auf 5190 befallenen E., vgl. Tab. 12, S. 32) gefolgt ist.

Der Sterbetermin liegt am 9. IT.

Für das verhältnismäßig frühere Auftreten der Infektion könnten drei Gründe in Betracht gezogen werden:

- eine weitere Virulenz-Erhöhung des Erregers;
- eine jahreszeitlich bedingte Resistenzverminderung des Wirts;
- eine wetterbedingte Resistenzverminderung des Wirts.

Eine weitere Virulenz-Erhöhung des *Plasmodiums* scheint aus dem Vergleich der Serien  $E_{V8}$  und  $S_{V8}$  ausgeschlossen (s. Tab. 1 bis 3, S. 6 ff.).

Ob die Resistenz-Verminderung des Wirtes mit der ungünstigen Jahreszeit oder mit «Frühwirkungen» des Wetterumsturzes in Zusammenhang zu bringen sind, ist schwer abzusehen. Immerhin scheint uns der von Anbeginn an sehr steile Anstieg des Hi-Befalls zu verschieden vom Gewohnten, als daß er nur auf die Jahreszeit zurückzuführen wäre.

Einen Hinweis auf den Einfluß des Wetterwechsels während des Umsturzes selbst geben uns die im Vergleich zu  $S_{JJ}$  niedrigen Befallszahlen von Le und Mi am 9. IT. Mit Sicherheit hängt der bereits erwähnte enorme Anstieg des Befalls im Blut sowie der frühe Tod der Tiere damit zusammen.

$S_{14}$  (Abb. 11). Da HERBIG in ihren Versuchen, sofern sie mit an die Höhe adaptierten Tieren arbeitete, diese nur 14 Tage lang vor

der Inokulation in der Höhe beließ, führten wir, um weitere Anhaltspunkte über die Vergleichsmöglichkeiten der HERBIGSchen mit den eigenen Resultaten zu erhalten, die Serie  $S_{14}$  durch. Hierbei ist zu bemerken, daß die Hühnchen bei der Infektion wie in den andern Versuchen im Alter von 28 Tagen standen, sie aber zuvor nur 13 Tage auf JJ verbracht hatten. Wie schon erwähnt, wurde die Serie mit  $E_{JJ}$  parallel geführt.

In Le und Mi sind am 6. IT bereits Schizonten zu finden, deren Zahl zum 7. IT wenig zunimmt und am 8. IT einen Höchstwert erreicht, der gefolgt ist von einem starken Abfall zum 9. IT mit anschließendem Wiederanstieg zum 10. IT. Sehr aufschlußreich ist die Befallskurve des Hi: nach einem initialen Anstieg vom 6. zum 8. IT, wie er ganz ähnlich in Basel zu finden ist, wird der bezeichnende Rückfall der Infektion, der in allen Fällen synchron mit dem Abfall in Le und Mi erfolgt, um einen Tag verzögert. Das Maximum im Hi-Befall fällt so mit einem Tiefpunkt im Befall von Le und Mi zusammen.

Die Blutkurve bietet praktisch dasselbe Bild wie bei  $E_{JJ}$  (Einsetzen am 6,6ten IT).

Der Sterbetermin liegt am 9./10. IT.

Beiden Serien  $E_{JJ}$  und  $S_{14}$  ist das frühe Auftreten der Infektion gemeinsam, was bei  $S_{14}$  noch besser zum Ausdruck kommt. Gemeinsam haben sie auch den deutlich gesteigerten Befall der Erythrocyten am 8. IT, was wir als eine unmittelbare Folge des Fronteneinbruchs auffassen. Verschieden von  $E_{JJ}$  ist bei  $S_{14}$  der Verlauf der Infektion der RES-Zellen. Le und Mi verhalten sich wie bei Taltieren, das Hi zeigt eine «Zwischenlösung» zwischen Tal- und JJ-Typus.

Der Schluß ist naheliegend, daß nach einer Anpassungsperiode von nur 13 Tagen die vorteilhaften Wirkungen des Höhenklimas noch nicht ganz zur Geltung kommen können. Obwohl EZ, Hb und FI nach solcher Zeitdauer höher liegen als nach der längeren Zeit von drei Wochen, ist die Anpassung des Wirtes noch unvollkommen. Dieser Umstand weist wiederum darauf hin, daß der Abfall von EZ, Hb und FI in der dritten und vierten Adaptationswoche nicht als Anzeichen einer Überbeanspruchung und Schwäche des Organismus aufzufassen ist, sondern eher die Regel darstellt (vgl. Kapitel V über die Anpassung). Er beweist andererseits das Bestehen einer Korrelation zwischen Anpassungsdauer und Resistenz des Wirtes, wie sie HERBIG fand.

*Kontrolltiere.* In sämtlichen UDK- und JJ-Versuchen wurden zur Kontrolle der jeweils verwendeten Sporozoiten-Aufschwemmung Hühnchen mitgeführt, die an den UD nicht adaptiert wor-



den waren. Die Resultate der Auswertung ihrer Organpräparate müssen sich deshalb in diejenigen der Taltiere einreihen lassen. Dazu muß bemerkt werden, daß aus technischen Gründen bei JJ-Versuchen die Kontrolltiere 1—3 Tage vor dem IT in der Forschungsstation eintrafen und die Zeit bis zu ihrer Sektion ebenda blieben, wodurch eine gewisse Beeinflussung ihrer Infektion zustande kommen könnte. Doch spielt dies für die Beurteilung der experimentellen Infektionsbedingungen keine Rolle. Die Resultate, die sich zwanglos in die Talwerte einfügen, sind anhangsweise in Tab. 11 zusammengestellt. Auf eine ausführlichere Besprechung sei verzichtet.

### VIII. *Diskussion der Ergebnisse über den Infektionsverlauf.*

Zunächst seien noch einige kritische Bemerkungen zur Beurteilung unserer Resultate vorausgeschickt.

1. Obwohl die Stärke der Infektion der verwendeten Mücken jeweils mit Stichproben geprüft und es angestrebt wurde, den Hühnchen gleiche Quanten einer möglichst homogenen Sporozoiten-Aufschwemmung einzuspritzen, ist doch anzunehmen, daß die Zahl der injizierten Keime von Tier zu Tier eine andere ist.

2. Ferner zeigen die Daten über EZ, Hb und FI sowie das Gewicht der Küken, daß deren Zustand und damit verbunden jedenfalls deren Abwehrvermögen im Laufe des Versuches nicht immer der gleiche war.

3. Abgesehen vom jeweiligen Gesundheitszustand kann die Abwehrfähigkeit des Organismus auch individuell stark verschieden sein.

4. Falls in den einzelnen Organen vorbestimmte, für die Entwicklung der Parasiten besonders günstige Stellen vorhanden sind, ist es fraglich — trotz routinemäßiger Durchführung der Sektionen —, ob diese getroffen und präpariert wurden.

5. Bei sterbenden oder bereits verstorbenen Tieren setzen Abbauprozesse namentlich in Mi und Le sehr rasch ein, was zur Folge hat, daß die Plasmodien auf den Präparaten nur schwer zu erkennen sind.

6. Denselben Effekt kann auch eine schlechte Färbung der Tupfen bzw. Ausstriche, wie sie hin und wieder vorkommt, nach sich ziehen.

Aus diesen Überlegungen geht hervor, daß wir niemals erwarten können, beim Auswerten der Präparate eines Sektionstages durchgehend gleiche Plasmodien-Zahlen zu finden. Es mag deshalb befremden, wenn wir es unternehmen, für die einzelnen Serien Mit-