

3. ERGEBNISSE

Den Tabellen 5 bis 10 im tabellarischen Anhang sind die individuellen Einzelwerte für jede Versuchsperson zu entnehmen.

3.1 Blutdruckwerte im ABDM

UVB-Gruppe: Nach sechswöchiger UVB-Bestrahlung analysierten wir bei allen Testpersonen im ambulanten Blutdruck-Monitoring (ABDM) ein deutliches und signifikantes Absinken sämtlicher ermittelter Parameter wie systolischer ($p=0,004$), diastolischer ($p=0,004$) und mittlerer arterieller 24-Stunden-Blutdruck ($p=0,004$), systolischer ($p=0,008$) und diastolischer

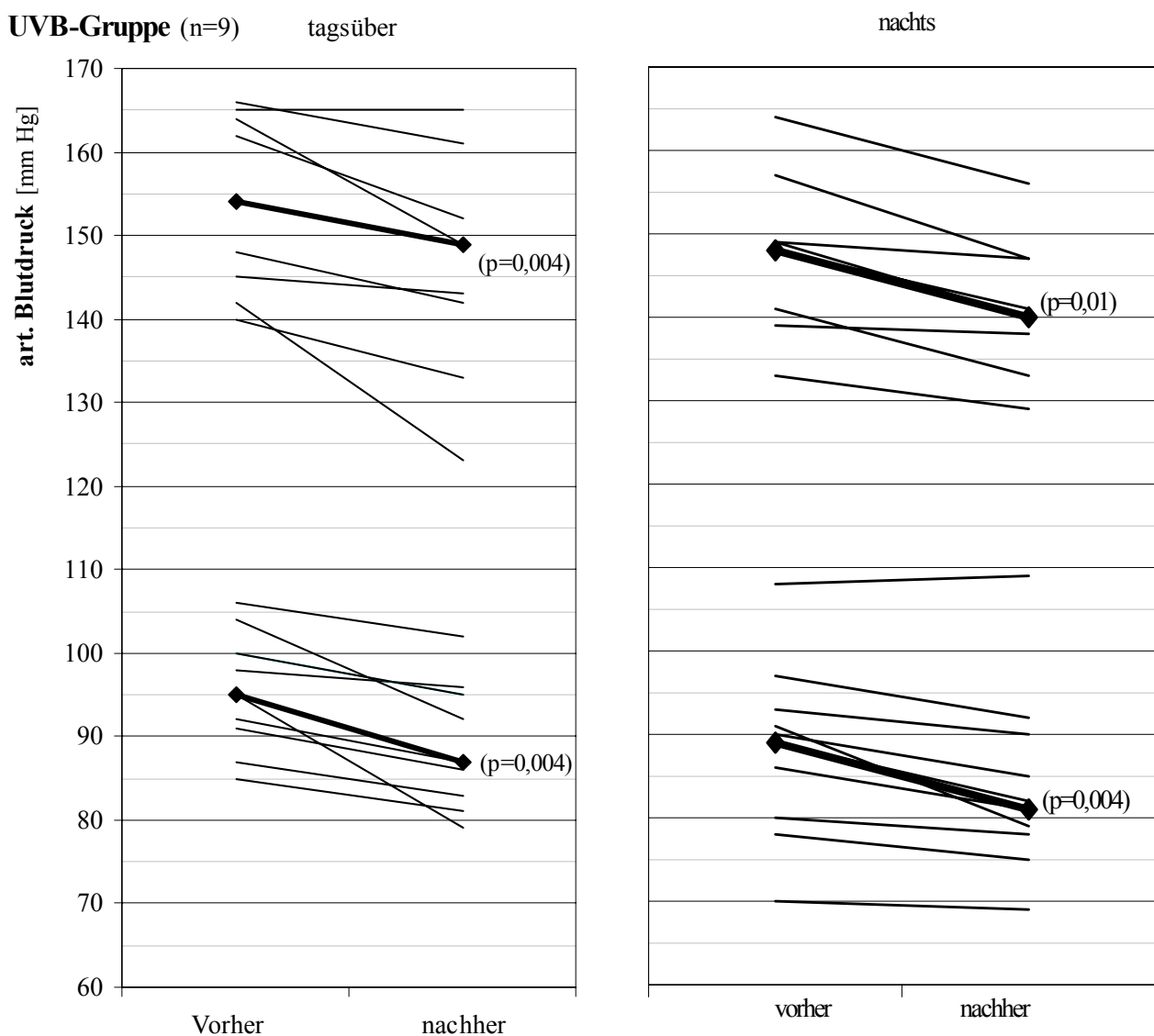


Abb. 8: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien) der diastolischen und systolischen ABDM-Werte am Tage (links) und in der Nacht (rechts) vor und nach serieller sechswöchiger UVB-Bestrahlung. Angegeben sind neben den Median-Kurven die entsprechenden p-Werte.

($p=0,004$) durchschnittlicher Blutdruck am Tag sowie systolischer ($p=0,012$) und diastolischer ($p=0,004$) durchschnittlicher Blutdruck in der Nacht.

Sieben Wochen nach Bestrahlungsende waren die Blutdruckwerte wieder leicht angestiegen, alle erhobenen Parameter blieben jedoch unter den jeweiligen Ausgangswerten. Signifikant gegenüber den Ausgangswerten blieben der diastolische 24-Stunden-Blutdruck ($p=0,03$) und der diastolische Blutdruck am Tag ($p=0,03$). Hierzu sei erneut angemerkt, dass die Aussagefähigkeit eingeschränkt ist, da nur sechs der neun Probanden zu diesem dritten ABDM bereit waren.

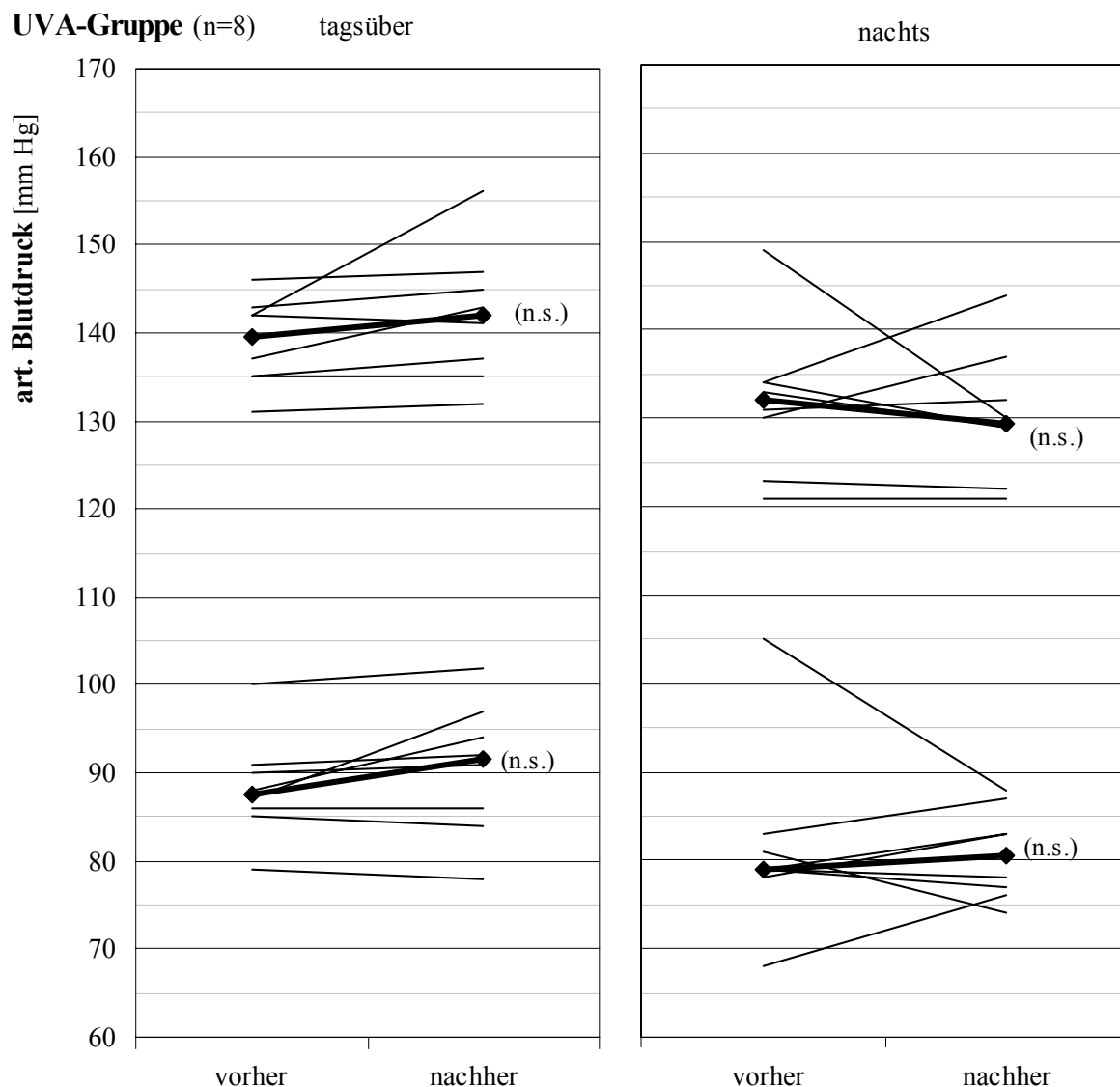


Abb. 9: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien) der diastolischen und systolischen ABDM-Werte am Tage (links) und in der Nacht (rechts) vor und nach serieller sechswöchiger UVA-Bestrahlung. n.s. = nicht signifikant.

UVA-Gruppe: Die mit UVA bestrahlte Kontrollgruppe zeigte nur wenige Veränderungen des Blutdruckes, durchschnittlicher diastolischer ($p=0,023$) und mittlerer arterieller 24-Stunden-Blutdruck ($p=0,031$) stiegen gar leicht signifikant nach sechswöchiger UVA-Bestrahlung an.

Gruppenvergleich: Der Vergleich zwischen den Gruppen zeigt bereits bei den Voruntersuchungen signifikant höhere Werte der UVB-Gruppe bei systolischem ($p=0,016$) und mittlerem arteriellen ($p=0,016$) 24-Stunden-Blutdruck sowie bei den systolischen Werten am Tag ($p=0,005$) und in der Nacht ($p=0,048$).

Die durchschnittlichen Blutdruckveränderungen zwischen den Werten vor und nach der sechswöchigen Bestrahlungsperiode sind in der Tabelle 2 dargestellt. Sie sind im Mann-Whitney-Test in der UVB-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe bei allen ermittelten Parametern höher, signifikant wurden die Veränderungen bei systolischem ($p=0,001$), diastolischem ($p<0,001$) und mittlerem arteriellen ($p<0,001$) 24-Stunden-Wert sowie bei systolischem ($p<0,001$) und diastolischem ($p<0,001$) Tagesmittelwert.

		Median	Perzentile		Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
			25	75				
UVB	Δ systol. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	-6	-14	-4	-1	-14	-7,3	5,4
	Δ diastol. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	-5	-7	-3	-2	-12	-5,9	3,4
	Δ mittl. art. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	-6	-10	-4	-2	-15	-7,3	4,4
UVA	Δ systol. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	0	-0,3	+2,5	0	+10	+1,6	3,9
	Δ diastol. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	+2	+0,5	+2,0	0	+3	+1,0	2,0
	Δ mittl. art. 24-Stunden-Blutdruck [mmHg]	+1	+0,8	+1,5	0	+6	+1,6	2,0

Tab. 2: Mediane der Veränderungen des systolischen, diastolischen und mittleren arteriellen 24-Stunden-Blutdruckes nach sechswöchiger UV-Bestrahlung, nach Gruppen getrennt (UVB- und UVA-Exposition). Alle Medianwerte sind zwischen den beiden Gruppen hochsignifikant ($p<0,001$).

Angaben über die Anzahl der ausgewerteten Messungen der einzelnen ABDM-Tagen finden sich für jeden Patienten in der Tabelle 7 im tabellarischen Anhang. Daraus ergibt sich, dass die durchschnittlichen 24-Stunden-Werte sich aus im Mittel 52 bis 54 Einzelmessungen ergeben. Darüberhinaus kann dieser Tabelle entnommen werden, dass die einheitlichen Messperiode, die zur Auswertung für jeden Patienten an den drei verschiedenen Untersuchungstagen zugrunde gelegt wurde, im Mittel zwischen 22 und 23 Stunden liegt.

3.2 Herzfrequenzwerte im ABDM

UVB-Gruppe: Die durchschnittliche Herzfrequenz im ABDM sank bei allen Testpersonen nach sechswöchiger UVB-Bestrahlung signifikant ($p=0,004$) ab. Sieben Wochen nach Bestrahlungsende blieb sie trotz leichtem Anstieg noch niedriger, jedoch nicht signifikant unter den Aus-

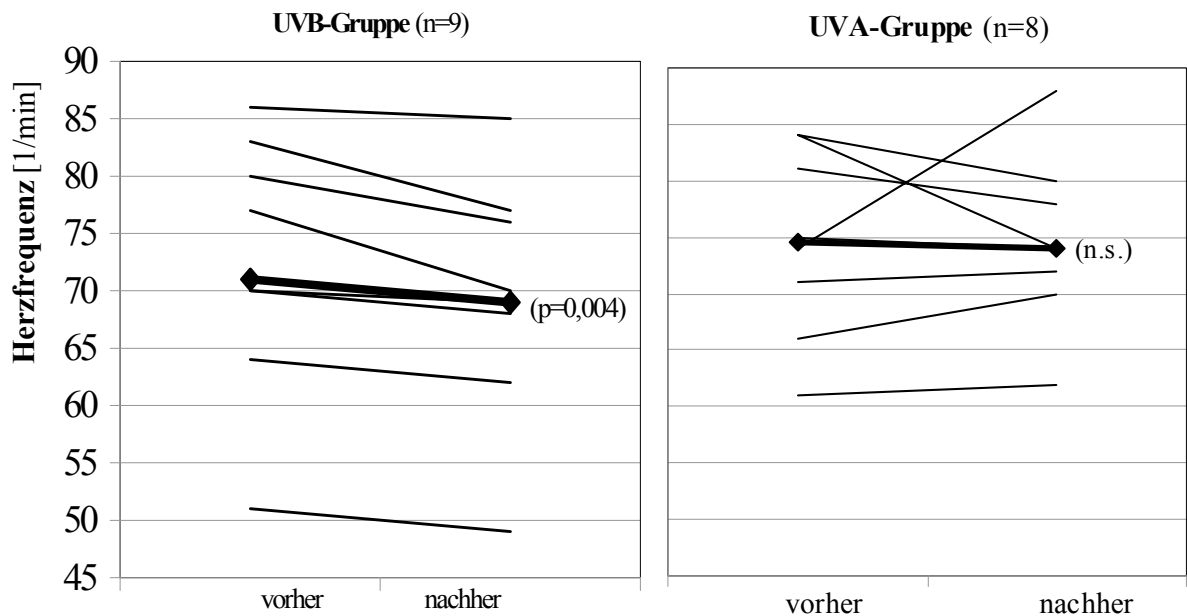


Abb. 10: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien) der durchschnittlichen Herzfrequenz im ABDM nach Gruppen getrennt: UVB- (linkes Diagramm) bzw. UVA-Exposition (rechtes Diagramm). Angegeben sind neben den Median-Kurven die entsprechenden p-Werte, n.s. = nicht signifikant.

gangswerten, wobei hier erneut die Aussagefähigkeit eingeschränkt ist, da nur sechs der neun Personen am 24-Stunden-Monitoring teilnahmen.

UVA-Gruppe: In der Kontrollgruppe veränderte sich die durchschnittliche Herzfrequenz nicht.

Gruppenvergleich: Zu keinem der drei Messzeiträume ergaben sich signifikante Veränderungen zwischen den beiden Gruppen.

3.3 Kumulative Bestrahlungszeiten und -dosen

Die mittleren kumulativen Bestrahlungsdosen und -zeiten sowie die erythemwirksame Bestrahlungsdosis, die seit kurzem favorisiert wird (175), sind in Tabelle 2 zu ersehen, die entsprechenden Werte für jeden einzelnen Probanden sind in Tabelle 10 im tabellarischen Anhang dargestellt. Interindividuelle Schwankungen im Verlauf der Bestrahlungsserie, insbesondere in der mit zusätzlichem UVB-Spektrum bestrahlten Gruppe, ergaben sich in Abhängigkeit von der individuellen Empfindlichkeit bzw. dem Hauttyp auf Steigerungen der Einzeldosen. Alle aufgeführten Bestrahlungsdosen unterscheiden sich hochsignifikant ($p < 0,001$), die totale Bestrahlungszeit signifikant ($p < 0,01$) zwischen den beiden Gruppen im Mann-Whitney-U-Test.

		Me- dian	Perzentile 25 75		Mini- mum	Maxi- mum	Mittel- wert	SD
U V B	Tot. Bestrahlungszeit [min]	199	139	232	110	261	192	54
	H _{Vit.-D-wirksam} , total [kJ/m ²]	9,7	6,8	11,4	5,4	12,8	9,4	2,7
	H _{UVA-wirksam-DIN} , total [kJ/m ²]	1233	863	1411	680	1621	1190	336
	H _{UVB-wirksam-DIN} , total [kJ/m ²]	43,8	30,7	51,2	24,2	57,6	42,4	12,0
	H _{UV} , total [kJ/m ²]	1277	894	1492	704	1679	1236	351
	H _{erythemwirksam} , total [kJ/m ²]	6,3	4,4	7,3	3,5	8,2	6,1	1,7
U V A	Tot. Bestrahlungszeit [min]	259	259	260	250	261	259	4
	H _{Vit.-D-wirksam} , total [kJ/m ²]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
	H _{UVA-wirksam-DIN} , total [kJ/m ²]	3619	3612	3621	3487	3640	3604	48
	H _{UVB-wirksam-DIN} , total [kJ/m ²]	1,97	1,96	1,97	1,89	1,98	1,96	0,03
	H _{UV} , total [kJ/m ²]	3621	3614	3623	3489	3642	3607	48
	H _{erythemwirksam} , total [kJ/m ²]	1,33	1,32	1,33	1,28	1,34	1,32	0,02

Tab. 3: Kumulative Daten zu totalen Bestrahlungszeiten, totalen UV-Bestrahlungsdosen (H_{UV}) sowie totale Bestrahlungsdosen bezüglich ihrer Vitamin D- ($H_{\text{Vit.-D-wirksam}}$), Erythem- ($H_{\text{erythemwirksam}}$), UVA- bzw. UVB-Wirksamkeit nach DIN ($H_{\text{UVA-wirksam-DIN}}$, $H_{\text{UVB-wirksam-DIN}}$), nach Gruppen (UVA- bzw. zusätzlich UVB-Exposition) geordnet. Angegeben sind Mediane mit 25- und 75-Perzentile, Minimal- und Maximalwerte sowie arithmetische Mittelwerte mit Standardabweichung SD. Alle aufgeführten Bestrahlungsdosen unterscheiden sich hochsignifikant ($p < 0,001$), die totale Bestrahlungszeit signifikant ($p < 0,01$) zwischen den beiden Gruppen im Mann-Whitney-U-Test.

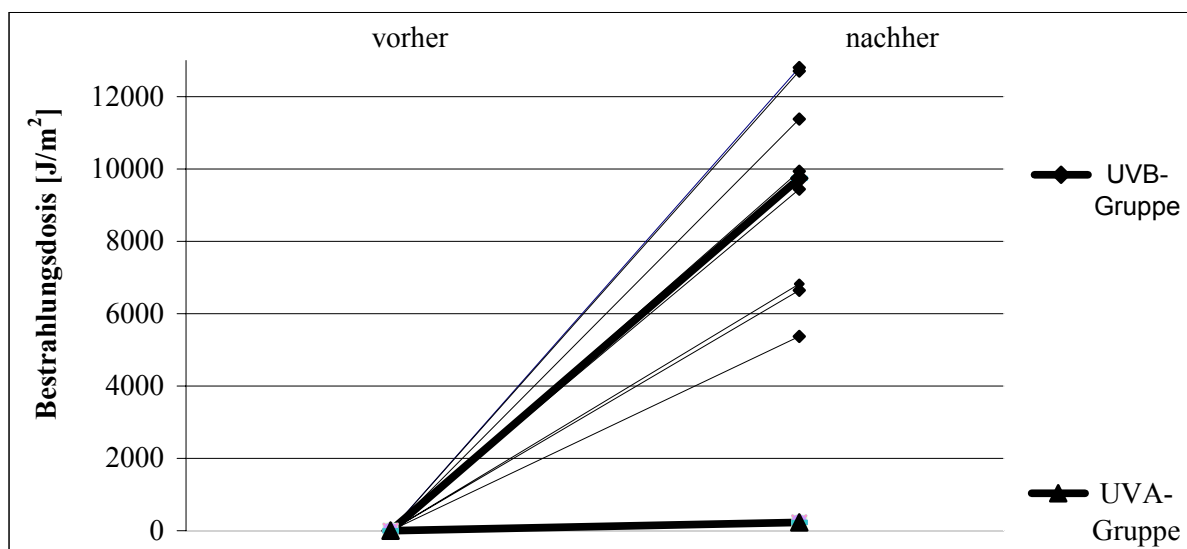


Abb. 11: Einzelverläufe der Vitamin-D-wirksamen UV-Bestrahlungsdosis nach sechswöchiger serieller Bestrahlung, nach Gruppen (UVA- bzw. UVB-Exposition) geordnet. Zwischen beiden Gruppen besteht ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0,001$) im Mann-Whitney-U-Test.

3.4 Vitamin D-Werte

3.4.1 25-Hydroxyvitamin D

UVB-Gruppe: Die 25-Hydroxyvitamin D-Serumspiegel stiegen nach 6-wöchiger UVB-Bestrahlung bei allen Personen hochsignifikant an ($p < 0,001$) und sanken sieben Wochen nach Bestrahlungsende wieder deutlich ab, blieben jedoch noch immer signifikant über dem Ausgangswert ($p = 0,004$).

UVA-Gruppe: In der mit UVA bestrahlten Kontrollgruppe konnte ein signifikanter, jedoch nicht so ausgeprägter Anstieg der 25-Hydroxyvitamin D₃-Serumspiegel erst sieben Wochen nach Ende der Bestrahlungsperiode festgestellt werden ($p = 0,016$).

Gruppenvergleich: Der Mann-Whitney-Test zeigt bei den Ausgangswerten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, jedoch ergaben sich hochsignifikant angestiegene Werte nach der sechswöchigen UVB-Bestrahlungsphase ($p < 0,001$) wie auch noch sieben Wochen nach Bestrahlungsende ($p < 0,001$) gegenüber der mit UVA bestrahlten Kontrollgruppe.

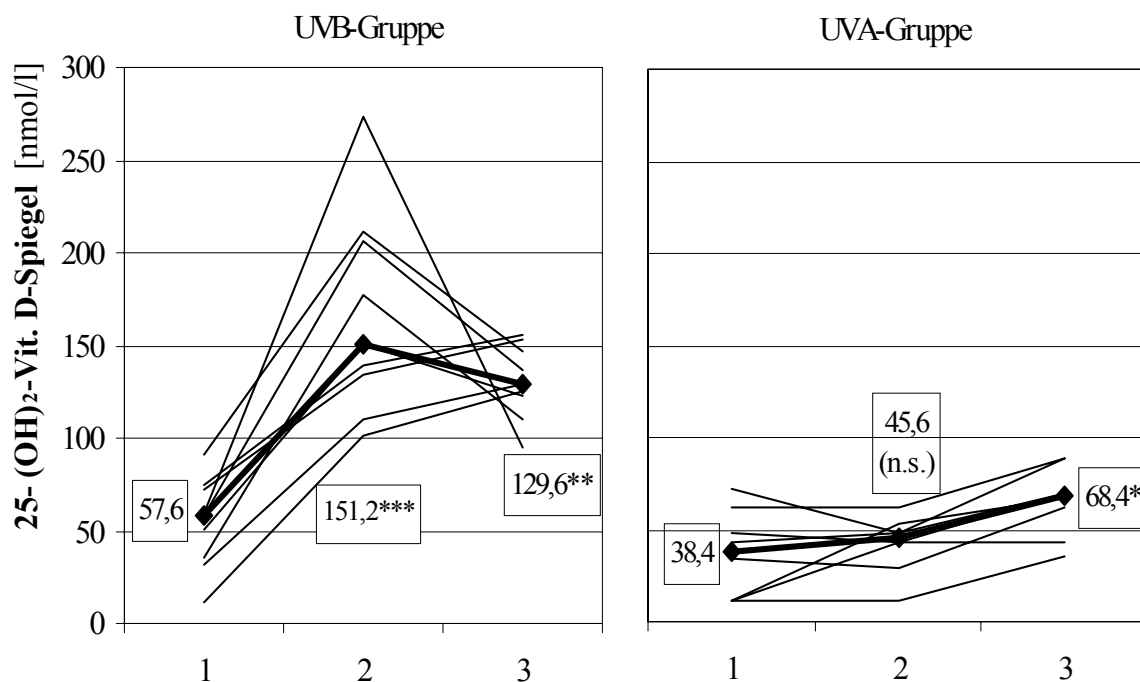


Abb. 12: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien mit dazugehörigen Werten) der 25-Hydroxyvitamin D-Serumspiegel unmittelbar vor (1) und nach (2) sowie sieben Wochen nach Ende der sechswöchigen seriellen UV-Bestrahlung, nach Gruppen getrennt: UVB- (linkes Diagramm) bzw. UVA-Exposition (rechtes Diagramm).

: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$. *: $p < 0,001$. n.s. = nicht signifikant.*

3.4.2 1,25-Dihydroxyvitamin D

Die Serumspiegel des wirksamen Metaboliten 1,25-Hydroxyvitamin D blieben während des gesamten Beobachtungszeitraumes in beiden Gruppen nahezu unverändert, auch der Mann-Whitney-Test ergab zu keiner Messperiode einen signifikanten Gruppenunterschied.

3.5 Intaktes Parathormon

UVB-Gruppe: Wir stellten einen signifikanten Abfall der Plasmakonzentrationen von intaktem Parathormon nach sechswöchiger UVB-Bestrahlung ($p=0,004$) fest. Sieben Wochen nach Bestrahlungsende stiegen die Werte im Vergleich dazu wieder signifikant an ($p=0,02$).

UVA-Gruppe: In der Kontrollgruppe ergab sich lediglich ein signifikanter Anstieg der Serumspiegel sieben Wochen nach Bestrahlungsende gegenüber den Werten direkt nach der seriellen Bestrahlung ($p=0,031$).

Gruppenvergleich: Im Mann-Whitney-Test konnte zu keinem Zeitpunkt ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen registriert werden.

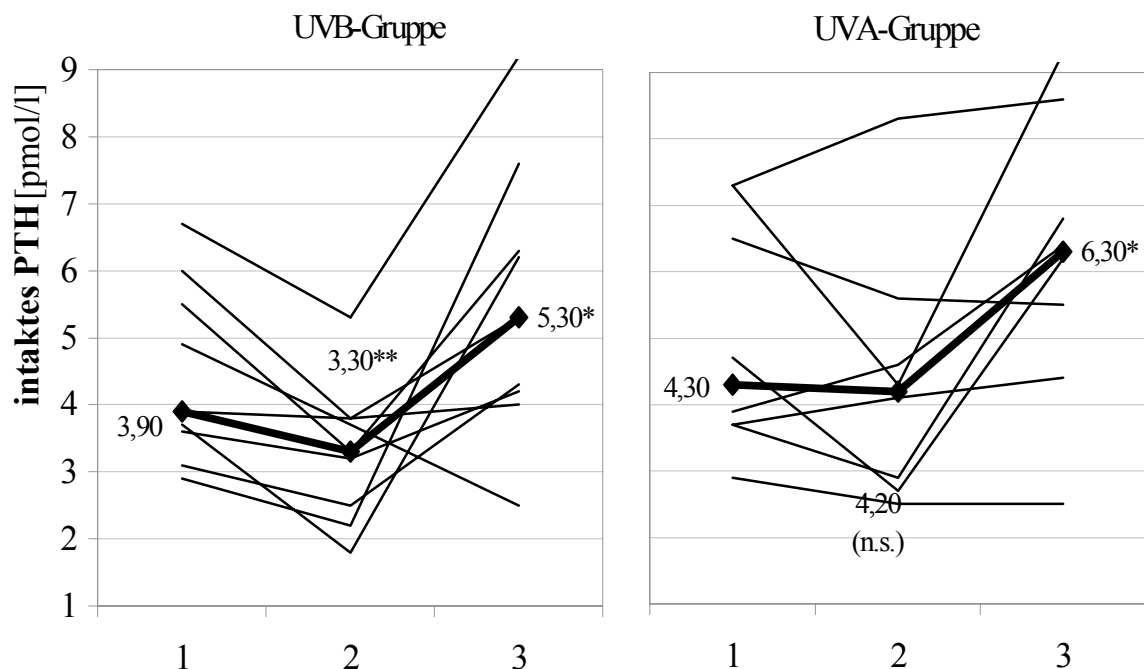


Abb. 13: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien mit dazugehörigen Werten) der Serumspiegel des intakten Parathormones unmittelbar vor (1) und nach (2) sowie sieben Wochen nach Ende der sechswöchigen seriellen UV-Bestrahlung (3), nach Gruppen getrennt: UVB- (linkes Diagramm) bzw. UVA-Exposition (rechtes Diagramm).

*: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$. n.s. = nicht signifikant.

3.6 Natrium, Kalium, Kalzium und Phosphat

Die Serumkonzentrationen von **Kalzium** und anorganischem **Phosphat** sanken in beiden Gruppen geringfügig und kontinuierlich ab, ohne innerhalb der Gruppen oder im Gruppenvergleich statistisch signifikant zu werden.

Auch die Serumkonzentrationen von **Natrium** und **Kalium** blieben vor und nach serieller UV-Bestrahlung in beiden Gruppen nahezu unverändert.

Parameter		Median	Perzentile		Mini- mum	Maxi- mum	Mittel- wert	SD
			25	75				
U	Natrium i. S. I [mmol/l]	140,6	140,5	141,8	139,2	143,0	141,0	1,1
V	Natrium i. S. II "	141,3	140,2	142,6	138,2	143,1	141,1	1,8
B	Natrium i. S. III "	141,2	140,7	141,8	139,8	143,2	141,3	1,1
U	Natrium i. S. I [mmol/l]	140,7	140,2	142,2	138,2	143,1	140,9	1,6
V	Natrium i. S. II "	140,8	140,3	142,5	138,8	143,7	141,3	1,7
A	Natrium i. S. III "	141,0	140,4	141,4	139,6	142,0	140,9	0,9
U	Kalium i. S. I [mmol/l]	3,95	3,79	4,01	3,45	4,26	3,90	0,23
V	Kalium i. S. II "	4,09	4,03	4,26	3,99	4,44	4,14	0,15
B	Kalium i. S. III "	4,02	3,72	4,07	3,56	4,83	3,99	0,38
U	Kalium i. S. I mmol/l]	4,09	3,97	4,24	3,81	4,72	4,14	0,30
V	Kalium i. S. II "	4,05	3,91	4,36	3,57	4,50	4,08	0,32
A	Kalium i. S. III "	4,06	3,98	4,16	3,88	4,39	4,10	0,19
U	Kalzium i. S. I [mmol/l]	2,45	2,34	2,49	2,34	2,59	2,45	0,10
V	Kalzium i. S. II "	2,41	2,39	2,47	2,26	2,56	2,41	0,09
B	Kalzium i. S. III "	2,38	2,35	2,42	2,30	2,43	2,38	0,05
U	Kalzium i. S. I [mmol/l]	2,46	2,44	2,49	2,37	2,51	2,46	0,05
V	Kalzium i. S. II "	2,42	2,39	2,47	2,35	2,55	2,43	0,06
A	Kalzium i. S. III "	2,41	2,35	2,42	2,27	2,49	2,38	0,07
U	Phosphat i. S. I [mmol/l]	1,20	1,10	1,20	1,00	1,40	1,18	0,12
V	Phosphat i. S. II "	1,10	0,90	1,30	0,80	1,50	1,11	0,24
B	Phosphat i. S. III "	1,07	1,01	1,14	0,65	1,25	1,04	0,19
U	Phosphat i. S. I [mmol/l]	1,20	1,08	1,20	0,70	1,30	1,11	0,19
V	Phosphat i. S. II "	1,05	0,95	1,10	0,60	1,20	0,99	0,20
A	Phosphat i. S. III "	0,92	0,75	1,15	0,39	1,37	0,92	0,32
U	Kreatinin i. S. I [mmol/l]	0,98	0,88	1,04	0,83	1,16	0,97	0,11
V	Kreatinin i. S. II "	0,78**	0,74	0,85	0,65	0,98	0,79	0,10
B	Kreatinin i. S. III "	0,85	0,82	0,96	0,72	1,09	0,88	0,13
U	Kreatinin i. S. I [mmol/l]	1,00	0,97	1,03	0,89	1,13	1,00	0,08
V	Kreatinin i. S. II "	0,82**	0,79	0,84	0,75	0,88	0,81	0,04
A	Kreatinin i. S. III "	0,93*	0,86	0,96	0,53	1,01	0,88	0,15

Tab. 4: Serumkonzentrationen von Natrium, Kalium, Kalzium, Phosphat und Kreatinin unmittelbar vor (I) und nach (II) sowie sieben Wochen nach Ende (III) der seriellen UV-Exposition, nach Gruppen (UVA- bzw. UVB-Exposition) geordnet. Angegeben sind die Mediane mit 25. und 75. Perzentile, Minimal- und Maximalwert sowie arithmetischer Mittelwert mit Standardabweichung SD.

**: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$.*

3.7 Kreatinin

Die Kreatinin-Serumkonzentrationen sanken nach sechswöchiger UV-Bestrahlung bei allen Personen sowohl der UVB-Gruppe ($p=0,004$) wie auch der UVA-Gruppe ($p=0,008$) signifikant ab, um sieben Wochen nach Bestrahlungsende in beiden Gruppen wieder leicht anzusteigen, was jedoch nur in der UVA-Gruppe signifikant gegenüber den Ausgangswerten ($p=0,016$) wurde.

Im Gruppenvergleich ergaben sich keine signifikanten Veränderungen.

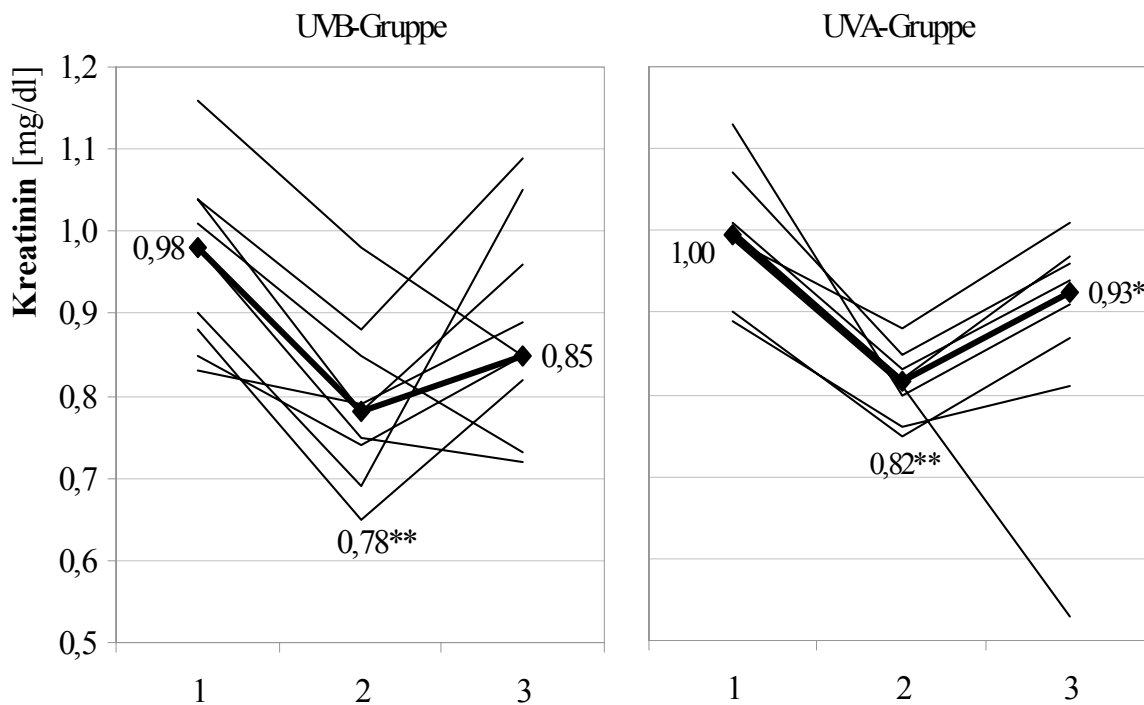


Abb. 14: Einzelverläufe (dünne Linien) und Mediane (dicke Linien mit dazugehörigen Werten) der Kreatinin-Serumspiegel unmittelbar vor (1) und nach (2) sowie sieben Wochen nach Ende der sechswöchigen seriellen UV-Bestrahlung (3), nach Gruppen getrennt: UVB- (linkes Diagramm) bzw. UVA-Exposition (rechtes Diagramm).

**: $p < 0,05$. **: $p < 0,01$.*