

## **4. ERGEBNISSE**

Die Plasma-Werte von Glutathiondisulfid (GSSG), Glutathionperoxidase (GPX), Superoxiddismutase (SOD) und Vitamin E zeigten sich unbeeinflusst von der sechswöchigen UV-Applikation. Es lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten, noch zwischen den Gruppen vor.

Die Glutathionkonzentration (GSH) im Plasma war nach der UV-Anwendung in beiden Gruppen erhöht. Dieser Anstieg war unabhängig von der Gruppeneinteilung. Der Unterschied in der spektralen Verteilung des applizierten UV-Lichts hatte folglich keinen Einfluss auf diesen Glutathionanstieg.

Im Erythrozyten blieben die Werte von Glutathion (GSH), Glutathiondisulfid (GSSG), Glutathionperoxidase (GPX), Glutathionreduktase (GR), Glutathion-S-Transferase (GST) und Vitamin E unverändert. Signifikante Unterschiede lagen weder zwischen den Messzeitpunkten noch zwischen den Gruppen vor.

Die Superoxiddismutase im Erythrozyten in der Gruppe II zeigte einen Aktivitätsabfall nach der UV-Applikation. Die Superoxiddismutase in der Gruppe I zeigte sich unverändert zum Ausgangswert. Diese Abhängigkeit von der Gruppenverteilung spricht dafür, dass das unterschiedliche UV-Licht auf die Superoxiddismutase eine unterschiedliche Wirkung zeigt.

Eine Korrelation zwischen der applizierten UVA-, UVB-, und UV-Gesamtdosis und den veränderten Messgrößen konnte nicht gefunden werden.

Weder für den gruppenunabhängigen Glutathionanstieg besteht eine Korrelation zu den applizierten UVA-, UVB-, oder UV-Gesamtdosen, noch für die gruppenabhängige Aktivitätsminderung der Superoxiddismutase.

### **4.1 Bestrahlungswerte**

Ziel des Bestrahlungsregimes war es, eine regelmäßige Applikation der beiden Spektren in suberythematöser Dosis zu ermöglichen. Die individuelle

Hautbeschaffenheit und UV-Verträglichkeit führte dabei zu einer breiten Streuung der applizierten UV-Intensitäten. Entsprechend der geringeren Verträglichkeit durch die höhere erythemauslösende Potenz von UVB kam es in der Gruppe II zu deutlich größeren interindividuellen Schwankungen der applizierten UV-Menge als in der Gruppe I.

Da in der Diskussion um die UV-Wirkungen auch eine wichtige kumulative Komponente diskutiert wird, finden sich in Tabelle 4 die mittleren kumulativen Bestrahlungsintensitäten der beiden Gruppen dargestellt. Diese wurden durch das Institut für Lichttechnik der TU berechnet. Die aus der Expositionszeit für jeden einzelnen Probanden errechneten kumulativen Intensitäten sind in Tabelle A 3 im tabellarischen Anhang dargestellt.

Tabelle 4: Kumulative Bestrahlungszeiten und -intensitäten beider Gruppen, dargestellt als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung.

	<b>Bestr.zeit</b> (min)	<b>H UVA</b> (J/cm <sup>2</sup> )	<b>H UVB</b> (J/cm <sup>2</sup> )	<b>H UVR</b> (J/cm <sup>2</sup> )
<b>Gruppe I</b>	258 $\pm$ 3,5	360,46 $\pm$ 4,84	0,1959 $\pm$ 0,0	360,66 $\pm$ 4,84
<b>Gruppe II</b>	192 $\pm$ 54	119,03 $\pm$ 33,62	4,24 $\pm$ 1,20	123,61 $\pm$ 35,08

H UVA: Bestrahlungsintensität mit UVA-Licht, H UVB: Bestrahlungsintensität mit UVB-Licht. H UVR: Gesamte Bestrahlungsintensität mit UV-Licht.

## 4.2 ANTIOXIDANTIEN IM PLASMA

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Antioxidantien der plasmatischen Fraktion vorgestellt. Eine Darstellung im Liniendiagramm wurde gewählt, um die intraindividuellen Werte vor und nach Intervention, sowie deren Ein- bzw. Uneinheitlichkeit ersichtlich zu machen. Das GSH, als einzige veränderte Größe wird zur besseren Anschaulichkeit zusätzlich als Balkendiagramm dargestellt. Dazu findet sich eine kurze Beschreibung der statistischen Auswertung. Die Einzelwerte der Messergebnisse befinden sich im tabellarischen Anhang in den Tabellen A 4-5.

Eine zusammenfassende Darstellung der Messungen im Plasma zeigt die nachfolgende Tabelle 5. Für Glutathiondisulfid (GSSG), Glutathionperoxidase (GPX), Superoxiddismutase (SOD) und Vitamin E zeigten sich keine Veränderungen durch UV-Applikation. Für Glutathion (GSH) konnte ein signifikanter Anstieg der Plasmawerte nach Bestrahlung festgestellt werden.

Tabelle 5: Übersicht der Antioxidantien im Plasma vor und nach sechswöchigem Bestrahlungsregime mit zwei unterschiedlichen UV-Spektren, dargestellt als Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung.

Bestrahlung	Gruppe I		Gruppe II	
	Vor	Nach	Vor	Nach
<b>GSH</b> ( $\mu\text{mol/l}$ )	<b>52,5<math>\pm</math>9,8</b>	<b>64,5<math>\pm</math>5,7 #</b>	<b>54,6<math>\pm</math>15</b>	<b>61,8<math>\pm</math>8,5 #</b>
<b>GSSG</b> ( $\mu\text{mol/l}$ )	8,5 $\pm$ 1,1	8,6 $\pm$ 1,1	6,9 $\pm$ 2,2	7,0 $\pm$ 2,1
<b>GPX</b> (U/l)	131,4 $\pm$ 5,8	131,2 $\pm$ 7,1	134,3 $\pm$ 5,6	130,4 $\pm$ 4,9
<b>SOD</b> (U/l)	0,52 $\pm$ 0,13	0,49 $\pm$ 0,13	0,97 $\pm$ 0,7	0,71 $\pm$ 0,25
<b>Vit E</b> (mg/l)	14 $\pm$ 3,9	13,9 $\pm$ 5,4	13,3 $\pm$ 3,6	12,1 $\pm$ 3,5

Die Gruppe I erhält 99,5% UVA, n=8. Die Gruppe II erhält 96,5% UVA und 3,5% UVB, n=8. GSH: Glutathion, GSSG: Glutathiondisulfid, GPX: Glutathionperoxidase, SOD: Superoxiddismutase, Vit E: Vitamin E. #: Signifikanz für within-subject Faktor, nicht für between-subject Faktor,  $p < 0,05$ .

### 4.3 Darstellung der Einzelwerte im Plasma

#### 5.3.1 Glutathion (GSH) im Plasma

Die Plasmawerte des GSH zeigen einen deutlichen Anstieg nach der UV-Exposition. Dieser Anstieg ist für die Gruppen UVA und UVB nicht unterschiedlich. Für die Messzeitpunkte Vor und Nach Bestrahlung jedoch gilt eine Signifikanz von  $p < 0,05$ .

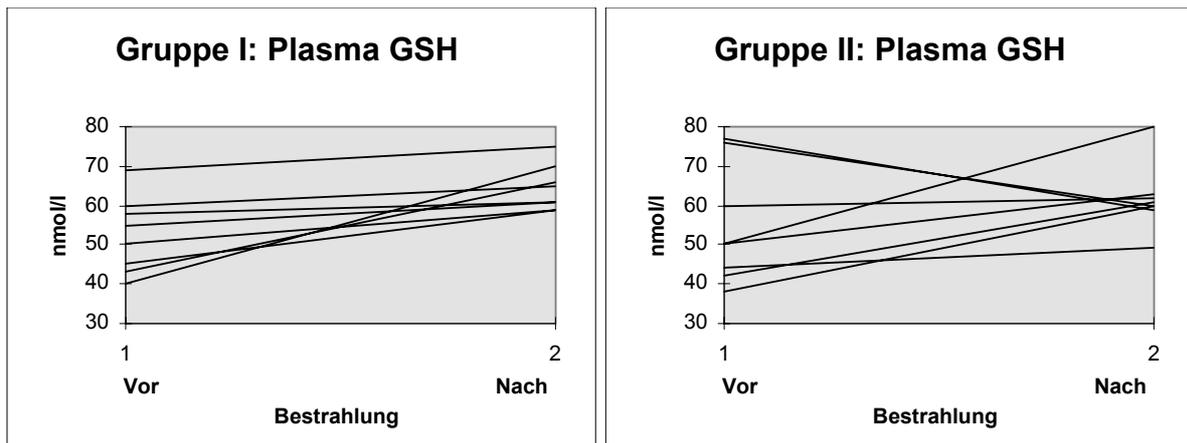


Abbildung 3: GSH im Plasma: Einzelwerte im Liniendiagramm von je 8 Probanden, exponiert zu unterschiedlichen UV-Spektren (UVA- und Gruppe II), mit Messzeitpunkten Vor und Nach der Bestrahlung abgebildet.

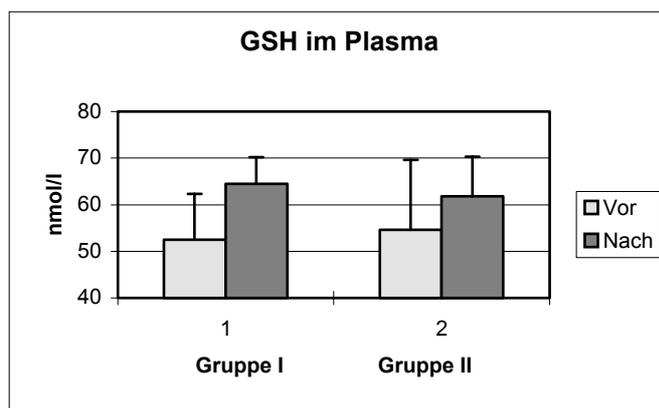


Abbildung 4: GSH im Plasma beider Gruppen im Balkendiagramm vor und nach Bestrahlung. Für den Anstieg zwischen Messzeitpunkt Vor und Nach Bestrahlung gilt eine Signifikanz von  $p < 0,05$ .

#### 4.3.2 Glutathiondisulfid (GSSG) im Plasma:

Beim GSSG im Plasma zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. Die Messung des Nach-Wertes vom Probanden 22 war fehlerhaft, so dass nur 7 Wertepaare der Gruppe UVA zur Verfügung stehen. Die Verteilung der Messergebnisse zeigen keine einheitliche Tendenz.

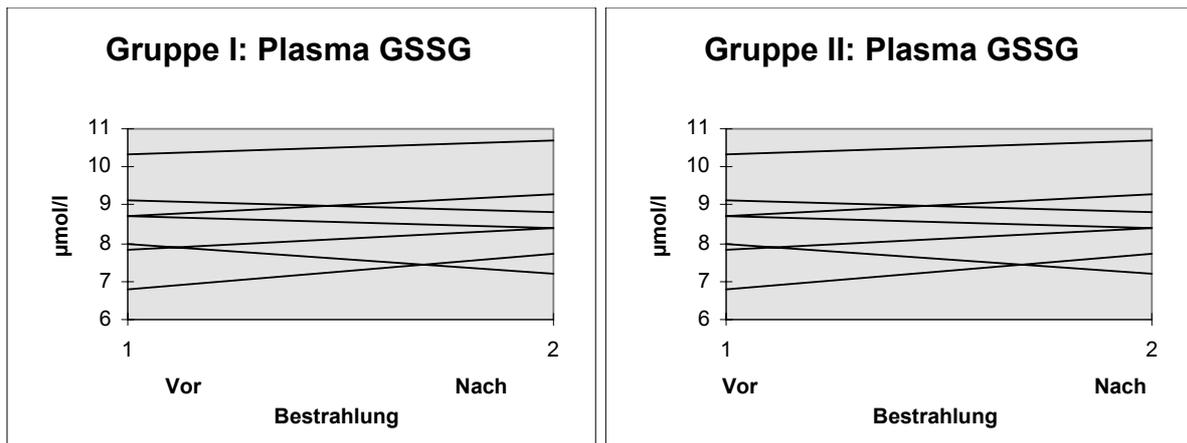


Abbildung 5: GSSG im Plasma: Einzelwerte von den Probanden der Gruppen UVA und UVB. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.3.3 Glutathionperoxidase (GPX) im Plasma:

Bei der Glutathionperoxidase zeigten sich ebenfalls keine statistisch signifikante Veränderungen durch die Bestrahlung. Auch hier befinden sich die gemessenen Werte innerhalb der Referenzwerte. Das Messergebnis des Nach-Bestrahlungswertes von Proband 7 fehlt. Daher sind auch hier nur 7 Wertepaare der Gruppe II vorhanden.

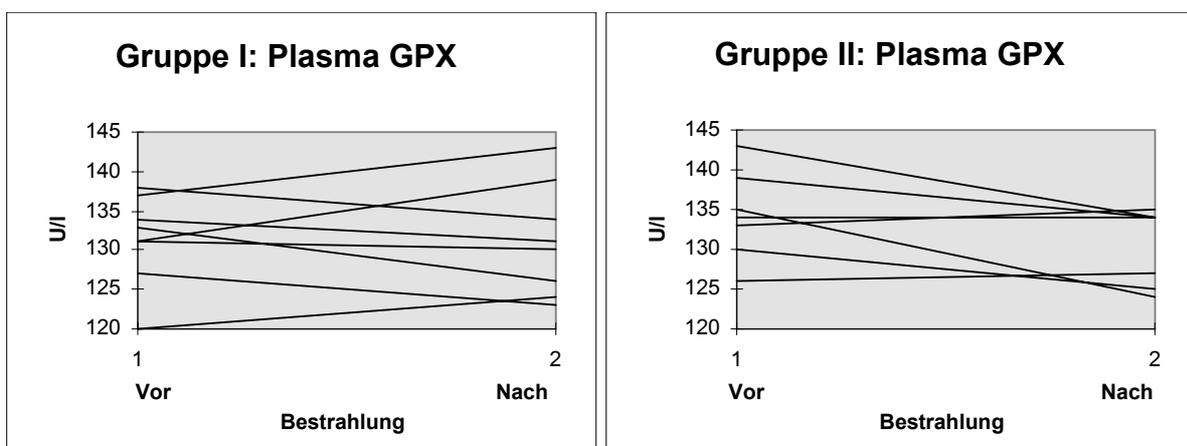


Abbildung 6: Glutathionperoxidase (GPX) im Plasma: Einzelwerte der Probanden der Gruppe I und der Gruppe II. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.3.4 Superoxiddismutase (SOD) im Plasma:

Bei der Superoxiddismutase im Plasma sind keine signifikanten Veränderungen durch die Bestrahlung ausgelöst worden. Die gemessenen Werte liegen innerhalb der verwendeten Referenzwerte.

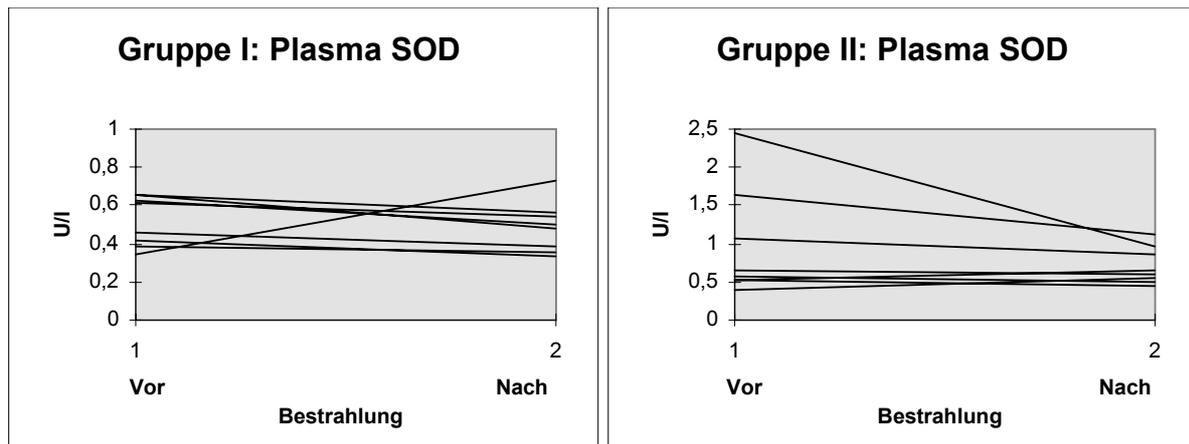


Abbildung 7: Superoxiddismutase im Plasma: Einzelwerte von den je 8 Probanden der Gruppen UVA und UVB. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.3.5 Vitamin E im Plasma:

Vitamin E zeigt keine Veränderung im Plasma. Die Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz, die Werte befinden sich im Rahmen der Referenzwerte.

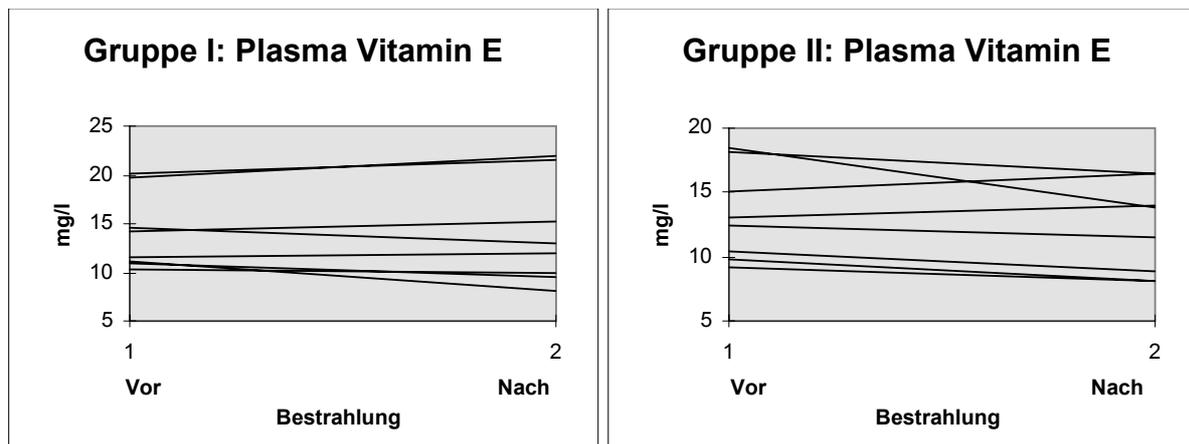


Abbildung 8: Vitamin E im Plasma. Einzelwerte von den je 8 Probanden der Gruppen UVA und UVB. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen sowie zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.4 ANTIOXIDANTIEN IM ERYTHROZYTEN

Nachfolgend finden sich hier zu den gemessenen Antioxidantien im Erythrozyten eine graphische Darstellung als Liniendiagramm, bei der SOD zusätzlich zur besseren Anschaulichkeit als Balkendiagramm, sowie eine kurze Beschreibung der statistischen Auswertung. Die Einzelwerte der Messergebnisse befinden sich im tabellarischen Anhang in den Tabellen A 4-5.

Eine zusammenfassende Darstellung der Messungen im Erythrozyten zeigt die nachfolgende Tabelle 6. Für Glutathion (GSH), Glutathiondisulfid (GSSG), Glutathionperoxidase (GPX), Glutathion-S-Transferase (GST), Glutathionreduktase (GR) und Vitamin E zeigten sich keine Veränderungen durch UV-Applikation. Für das Enzym Superoxiddismutase (SOD) konnte ein Abnahme der Aktivität im Erythrozyten der Gruppe II nach Bestrahlung gefunden werden.

Tabelle 6: Übersicht der Antioxidantien im Erythrozyten vor und nach sechswöchigem Bestrahlungsregime mit zwei verschiedenen UV-Spektren, dargestellt als Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung.

Bestrahlung	Gruppe I		Gruppe II	
	Vor	Nach	Vor	Nach
<b>GSH</b> ( $\mu\text{mol/ml}$ )	2,13 $\pm$ 0,26	2,1 $\pm$ 0,31	2,05 $\pm$ 0,24	1,95 $\pm$ 0,2
<b>GSSG</b> ( $\mu\text{mol/l}$ )	52,9 $\pm$ 10,2	50,3 $\pm$ 22,0	46,2 $\pm$ 12,3	42,7 $\pm$ 9,7
<b>GPX</b> (U/gHb)	19,5 $\pm$ 1,5	18,0 $\pm$ 1,5	19,0 $\pm$ 2	20,2 $\pm$ 3,7
<b>GST</b> (U/gHb)	4,7 $\pm$ 1,4	4,6 $\pm$ 1,5	3,9 $\pm$ 0,6	4 $\pm$ 0,9
<b>GR</b> (U/gHb)	7,4 $\pm$ 1,4	7,7 $\pm$ 1,3	7,0 $\pm$ 1,5	7,3 $\pm$ 2
<b>SOD</b> (U/gHb)	953 $\pm$ 146	963 $\pm$ 127	<b>989<math>\pm</math>162</b>	<b>867<math>\pm</math>169 ##</b>
<b>Vit E</b> (mg/l)	2,88 $\pm$ 0,86	2,98 $\pm$ 1,14	3,38 $\pm$ 0,29	3,19 $\pm$ 0,51

Die Gruppe I erhält 99,5% UVA, n=8. Die Gruppe II erhält 96,5% UVA und 3,5% UVB, n=8. GSH: Glutathion, GSSG: Glutathiondisulfid, GPX: Glutathionperoxidase, GST: Glutathion-S-Transferase, GR: Glutathionreduktase, SOD: Superoxiddismutase, Vit E: Vitamin E. ##: Signifikanz für den within-subject Faktor und between-subject Faktor,  $p < 0,05$ .

#### 4.5 Darstellung der Einzelwerte im Erythrozyten:

##### 4.5.1 Superoxiddismutase im Erythrozyten:

Die Superoxiddismutase im Erythrozyten zeigt als einziges der hier untersuchten Antioxidantien eine isoliert in der Gruppe II auftauchende Aktivitäts-Abnahme. Bezüglich der Werteverteilung der Superoxiddismutase zeigt sich ein signifikanter Gruppen-Unterschied. Die Werte der Gruppe UVA zeigen keine Veränderung nach der UV-Applikation.

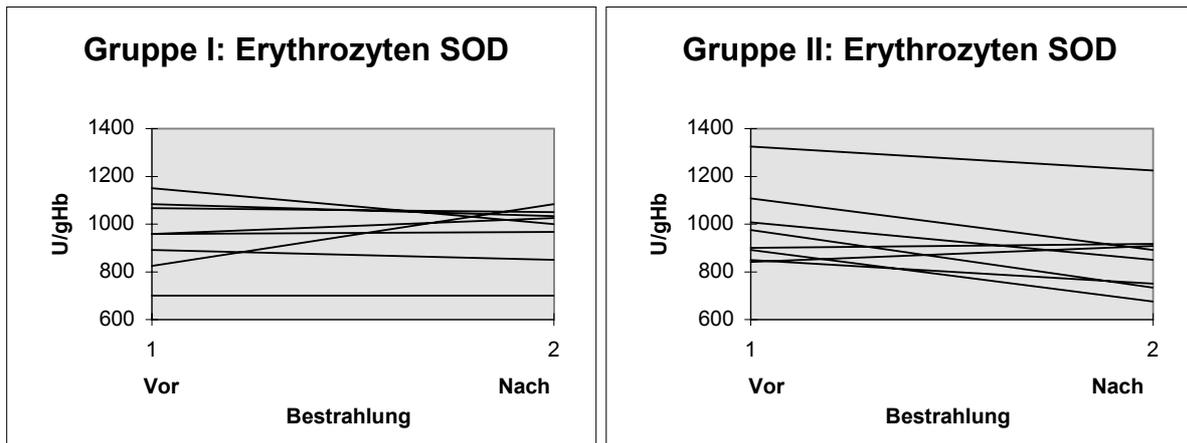


Abbildung 9: Superoxiddismutase (SOD) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm von je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu unterschiedlichen UV-Spektren. Hier korreliert die Werteverteilung des UV-Effektes mit der Gruppeneinteilung. In der Gruppe II findet sich eine signifikante Abnahme der Superoxiddismutase-Aktivität nach UV-Exposition, mit  $p < 0,05$ . In der Gruppe I zeigt sich hingegen keine Veränderung.

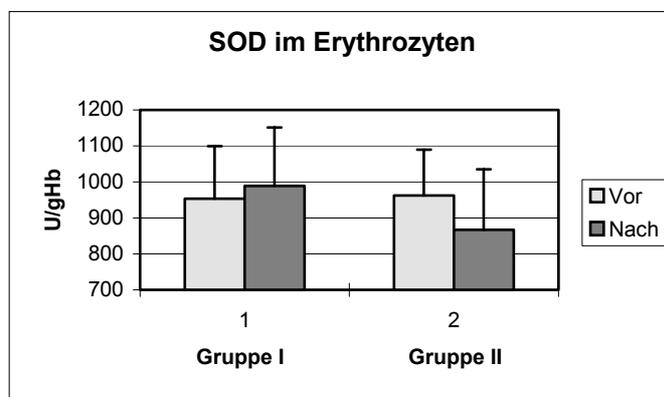


Abbildung 10: Superoxiddismutase (SOD) im Erythrozyten beider Gruppen im vergleichenden Balkendiagramm. Die Prüfung auf statistische Signifikanz erfolgte mit einem ANOVA Modell. Die Aufteilung der Probanden in UVA und UVB Gruppe erwies sich als signifikant, d.h. die Verteilung der Messzeitpunktsdifferenzen korreliert mit der Gruppenzugehörigkeit. Die erythrozytäre Superoxiddismutasen-Aktivität nimmt selektiv in der UVB Gruppe ab, mit einer Signifikanz von  $p < 0,05$ .

#### 4.5.2 Glutathion (GSH) im Erythrozyten:

Das Glutathion im Erythrozyten zeigt keine signifikante Veränderung durch die UV-Applikation. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

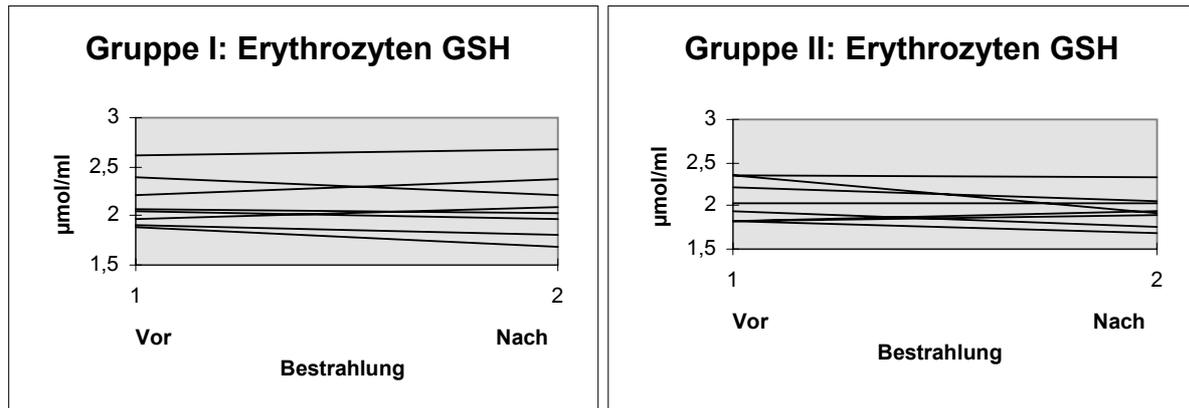


Abbildung 11: Glutathion (GSH) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm von je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu zwei unterschiedlichen Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.5.3 Glutathiondisulfid (GSSG) im Erythrozyten:

Das Glutathiondisulfid im Erythrozyten zeigt keine signifikante Veränderung durch die UV-Applikation. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

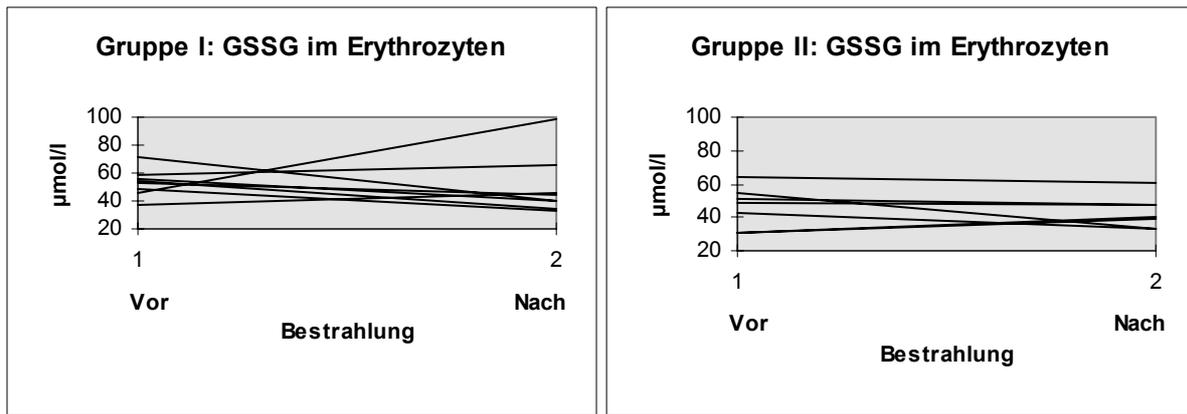


Abbildung 12: Glutathiondisulfid (GSSG) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm von je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu zwei unterschiedlichen Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.5.4 Glutathionreduktase (GR) im Erythrozyten:

Die Glutathionreduktase im Erythrozyten zeigt keine Beeinflussung durch die Bestrahlung der Probanden. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

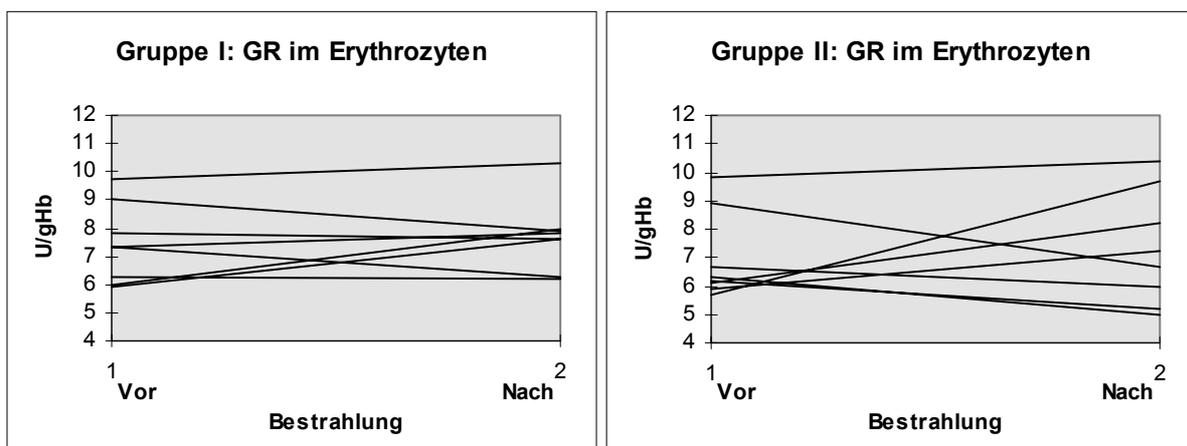


Abbildung 13: Glutathionreduktase (GR) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm von je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu unterschiedlichen Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.5.5 Glutathionperoxidase (GPX) im Erythrozyten:

Die Glutathionperoxidase im Erythrozyten zeigt keine einheitliche Beeinflussung durch die Bestrahlung der Probanden. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

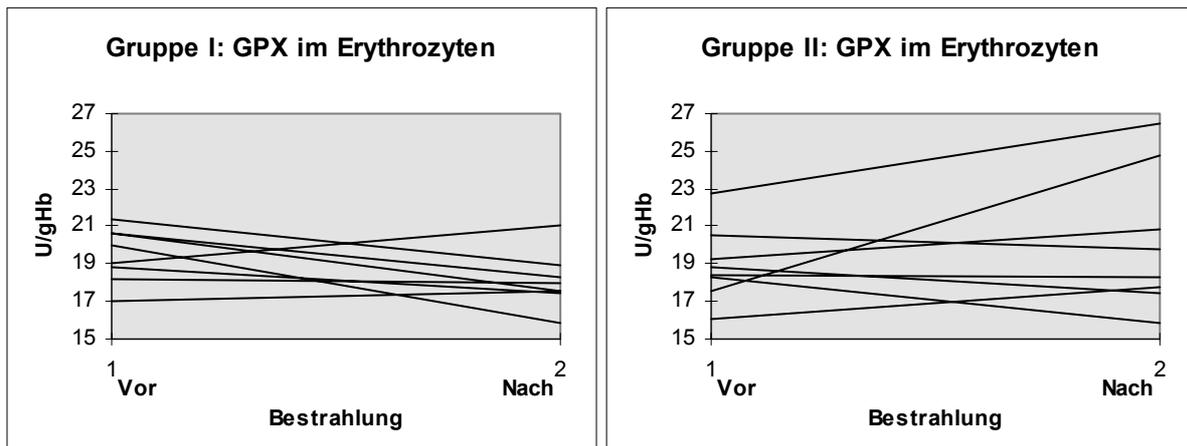


Abbildung 14: Glutathionperoxidase (GPX) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm bei je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu unterschiedlichen Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.5.6 Glutathion-S-Transferase (GST) im Erythrozyten:

Die Glutathion-S-Transferase im Erythrozyten zeigt keine signifikante Beeinflussung durch die Bestrahlung der Probanden. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

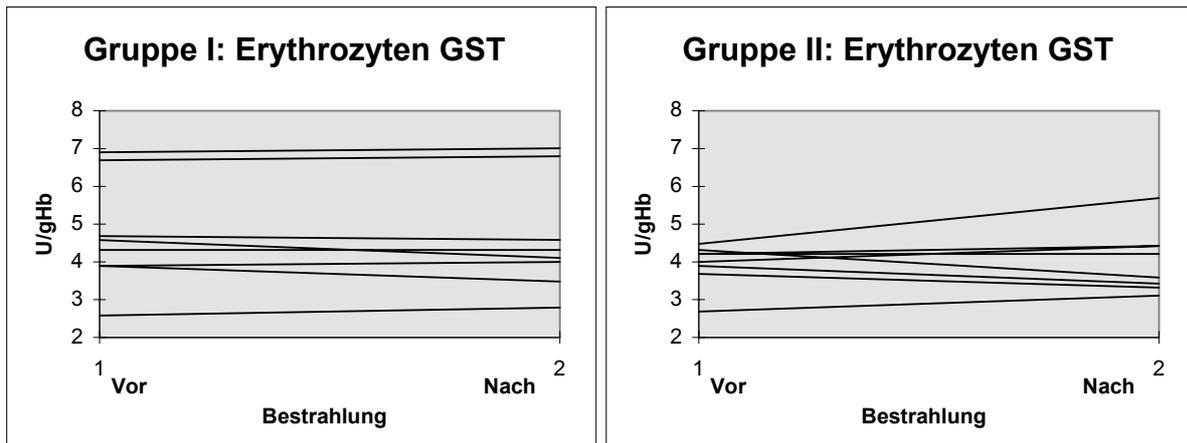


Abbildung 15: Glutathion-S-Transferase (GST) im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm von je 8 Probanden pro Gruppe, exponiert zu unterschiedlichen UV-Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen und zwischen den zwei Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

#### 4.5.7 Vitamin E im Erythrozyten:

Das erythrozytäre Vitamin E zeigt keine signifikante Beeinflussung durch die Bestrahlung der Probanden. Die Verteilung der Messergebnisse liegt im Rahmen der verwendeten Referenzwerte, die aufgetretenen Schwankungen zeigen keine einheitliche Tendenz.

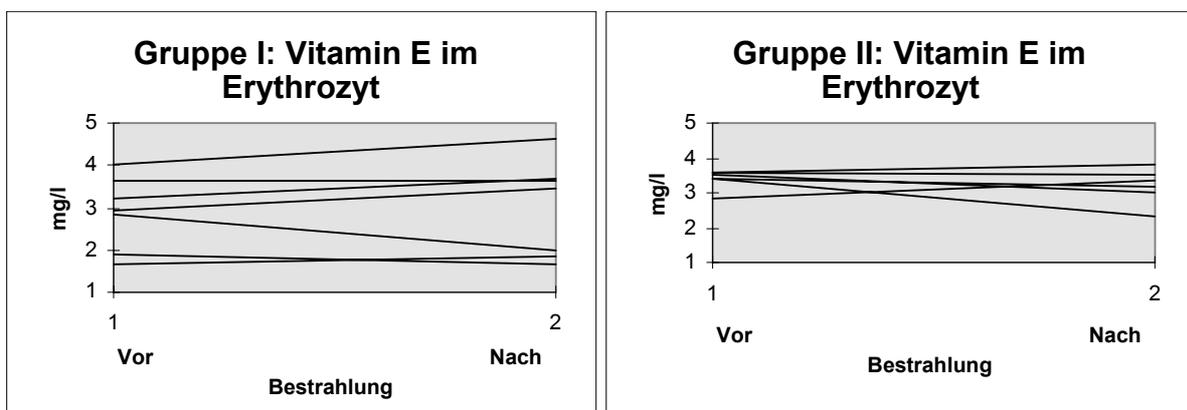


Abbildung 16: Vitamin E im Erythrozyten: Einzelwerte, dargestellt im Liniendiagramm bei 7 Probanden der Gruppe I, und 6 Probanden der Gruppe II, exponiert zu zwei unterschiedlichen Spektren. Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen und zwischen den beiden Messzeitpunkten wurden nicht festgestellt.

## **4.6 Lipide**

Bei den Triacylglyceriden, Cholesterin, High Density Lipoproteinen (HDL) und Low Density Lipoproteinen (LDL) waren keine signifikanten Veränderungen nach Bestrahlung festzustellen. Die Messergebnisse sind im Anhang in Tabelle A 6 dargestellt.

## **4.7 Blutvolumen**

Hämoglobinmenge, Erythrozytenvolumen, Plasmavolumen und Blutvolumen zeigten keine Veränderungen durch die UV-Bestrahlung. Die Messergebnisse sind im Anhang in Tabelle A 7 dargestellt.

## **4.8 Blutbild**

Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, MCV, MCH, MCHC und Thrombozyten zeigten keine Veränderungen durch die UV-Applikation. Die Messergebnisse finden sich im Anhang unter Tabelle A 8.

## 4.9 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die hier geschilderten Ergebnisse beantworten die eingangs aufgeführte Fragestellung mit ihren vier Unterpunkten.

- 1) Eine moderate Bestrahlung mit UV-Licht führt zu nachweisbaren Veränderungen des antioxidativen Systems im intravasalen Kompartiment.
- 2) Es lässt sich sowohl eine Abnahme als auch eine Zunahme einzelner antioxidativer Komponenten nachweisen.
- 3) Es gibt Unterschiede im Verhalten des antioxidativen Systems bezüglich des angewandten UV-Spektrums.
- 4) Es lassen sich in Plasma und Erythrozyten unterschiedliche Effekte durch UV-Licht nachweisen.