

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Klinische Daten**

In der Anlage (*siehe Kap. 8*) ist ein tabellarischer Überblick über die gewonnenen Daten der untersuchten Gruppen dargestellt. Im Folgenden werden einzelne für diese Arbeit wesentliche klinische Parameter vorgestellt.

#### *4.1.1 Trockengewicht*

Das festgelegte Trockengewicht wurde in allen untersuchten Patientengruppen post-dialytisch erreicht. Damit wurde der Fehler der unzureichenden Gewichtsabnahme durch die Dialyse vermieden. Außerdem unterschied sich das Trockengewicht nicht signifikant zwischen den VCI-Gruppen (Gruppe 1: 71,0 kg, Gruppe 2: 64,7 kg, Gruppe 3: 72,1 kg) und den VF-Gruppen nach der Dialyse (Gruppe C: 69,8 kg, Gruppe D: 69,1 kg).

#### *4.1.2 Blutdruck*

Der typischerweise bei stark überwässerten Patienten vorkommende hohe Blutdruck ließ sich nur nach sonographischer Beurteilung des Vena cava inferior-Querschnittes bei der Gruppe 1 feststellen. Hierbei wies diese, zu jeder Zeit überwässerte Gruppe, im Vergleich zu der jeder Zeit nicht hyperhydrierten Gruppe 3 ( $141 \pm 16$  vs.  $130 \pm 16$  mmHg;  $p < 0.05$ ) einen signifikant höheren systolischen Blutdruck vor der Dialyse auf. Trotzdem lagen insgesamt die durchschnittlichen Mittelwerte für die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte aller untersuchten Gruppen im normotensiven Bereich.

#### *4.1.3 Restdiurese*

Beim Vergleich der Restdiuresevolumina zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei den Patientengruppen, allerdings wurden bei den nicht überwässerten Hämodialysepatienten höhere Restdiuresevolumina eruiert.

## 4.2 Bestimmung des Volumenstatus und der Inflammation

### 4.2.1 Bedeutung des Querschnittes der Vena cava inferior (VCI)

Die anhand der Querschnitte der VCI erfolgte Gruppierung ergab eine signifikante Erhöhung der gemessenen laborchemischen Parameter CrP und SAA bei den prä- und postdialytisch hyperhydrierten Patienten (Gruppe 1). HD-Patienten, die zwar vor der Dialyse als "überwässert" galten, jedoch nach der Dialyse eine schmale VCI hatten (Gruppe 2), unterschieden sich hinsichtlich der Inflammation nicht von der Gruppe 3, den prä- und postdialytisch nach dieser Methode als normohydriert klassifizierte Patienten. Die Serumkonzentrationen von Albumin und IgG waren beim Gruppenvergleich nicht signifikant verschieden (Abb. 8).

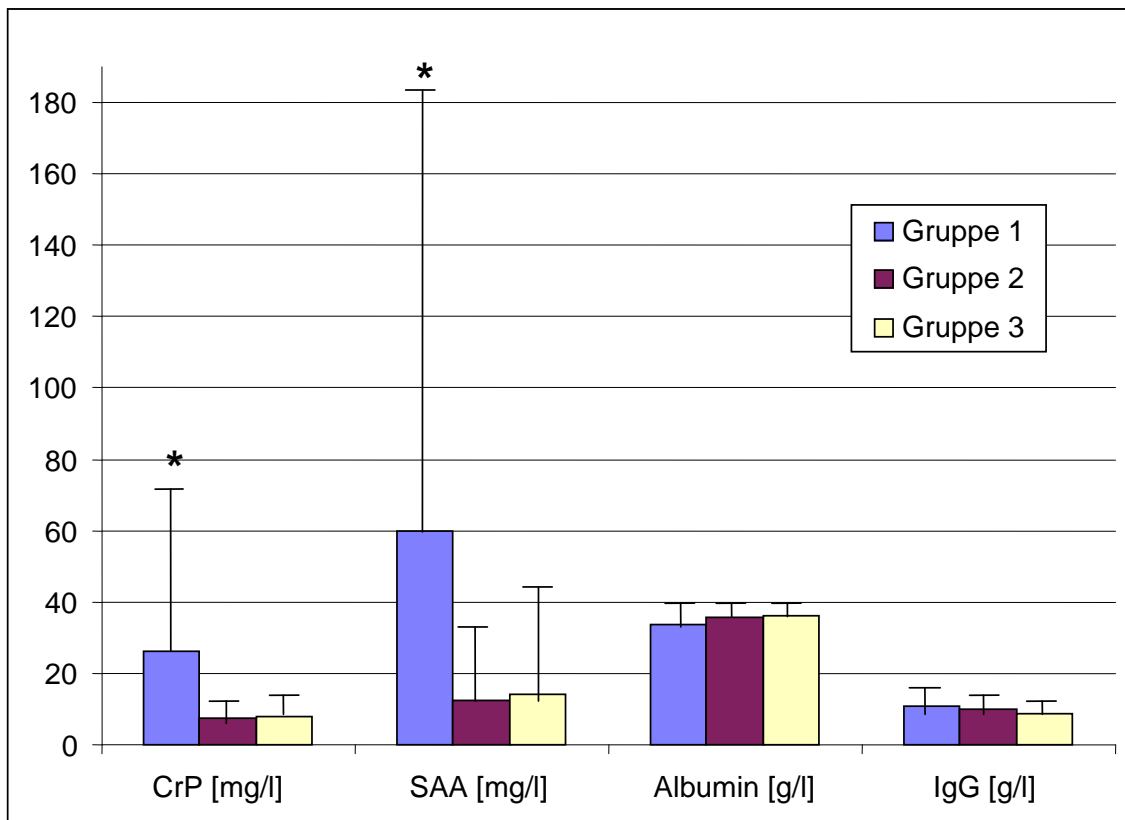


Abb. 8: Inflammations- und infektassoziierte Parameter in Abhängigkeit von der VCI-Gruppierung (\*  $p < 0.05$ )

Obwohl das Restdiuresevolumen bei den Patienten der Gruppe 3 größer war, konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen 1 und 3 festgestellt werden. Hinsichtlich der Nierenrestfunktion (Cystatin C,  $\beta_2$ -Mikroglobulin) waren zumindest die Gruppen 1 und 3 statistisch vergleichbar (Abb. 9).

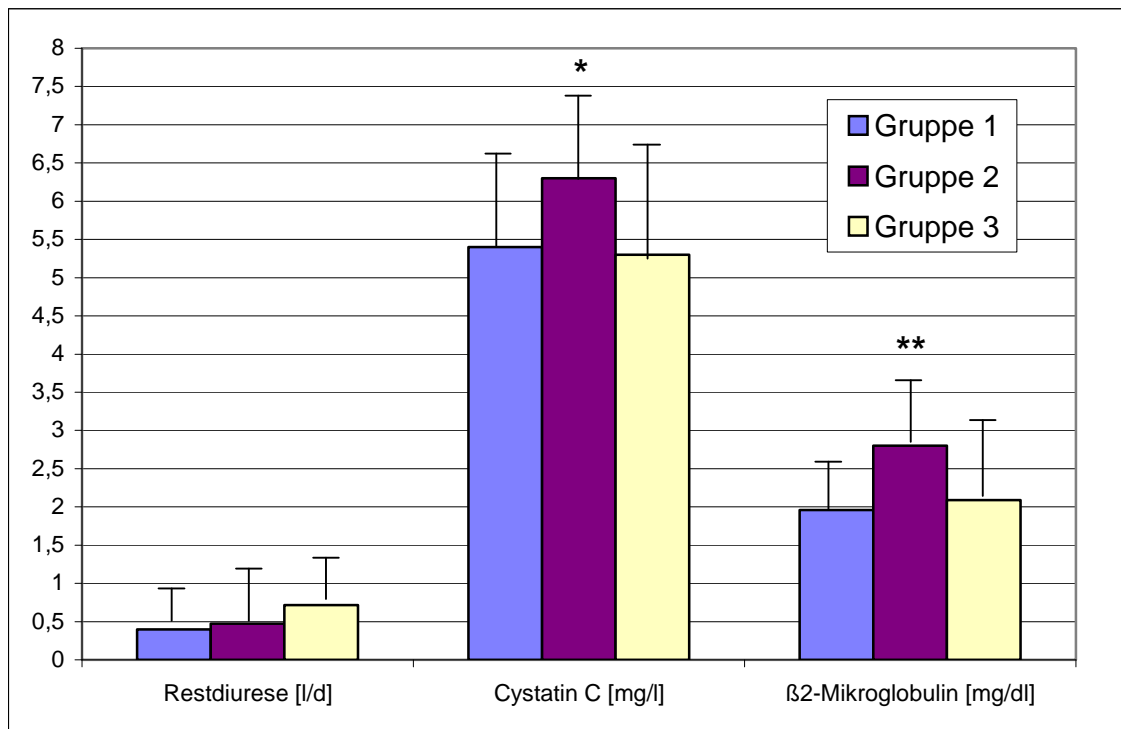


Abb. 9: Nierenfunktionsparameter in Abhängigkeit von der VCI- Gruppierung

(\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.01$ )

Die sonographisch gestützte Gruppeneinteilung zum Hydratationsstatus korrelierte mit folgenden Parametern der bioelektrischen Impedanzmessung (nach der Hämodialyse-sitzung):

- prozentualer Wasseranteil  
(Gruppe 1:  $51,4 \pm 5,6$  %, Gruppe 2:  $53,2 \pm 4,8$  %, Gruppe 3:  $49,6 \pm 5,7$  %;  $p < 0.05$ )
- Phasenwinkel  
(Gruppe 1:  $4,85 \pm 1,4$  °, Gruppe 2:  $4,9 \pm 1,7$  °, Gruppe 3:  $5,4 \pm 1,4$  °;  $p = 0.39$ )

#### 4.2.2 Wertigkeit der Pulsatilität der Vena femoralis (VF) vor der Dialyse

Nach Beurteilung des Pulsatilitätsverhaltens der VF erbrachte ein Vergleich der Gruppen A (46 Pat. vor HD “pulsatil“) und B (31 Pat. vor HD “nicht pulsatil“) nur geringe signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschiede hinsichtlich des Phasenwinkels (Gruppe A:  $4,1 \pm 1,2$  °; Gruppe B:  $4,8 \pm 1,2$  °), aber keine Unterschiede zwischen den CrP- und SAA-Serumwerten. Nur die Serumkonzentrationen von β<sub>2</sub>-Mikroglobulin waren in der Gruppe A ( $25,2 \pm 8,9$  mg/l) im Vergleich zur Gruppe B ( $20,0 \pm 8,8$  mg/l) signifikant ( $p < 0.05$ ) erhöht.

#### 4.2.3 Wertigkeit der Pulsatilität der Vena femoralis (VF) nach der Dialyse

Der erhöhte Anteil an Körperwasser, der mittels Pulsatilität der VF nach HD festgestellt und auch durch den Phasenwinkel (Gruppe C = 16 Pat. nach HD "pulsatil":  $3,8 \pm 1,2^\circ$ , Gruppe D = 61 Pat. nach HD "nicht pulsatil":  $5,4 \pm 1,5^\circ$ ;  $p < 0.001$ ) bestätigt wurde, war signifikant mit einem Anstieg der CrP- und SAA-Serumspiegel sowie einem Abfall des Serumalbumins verbunden (Abb. 10).

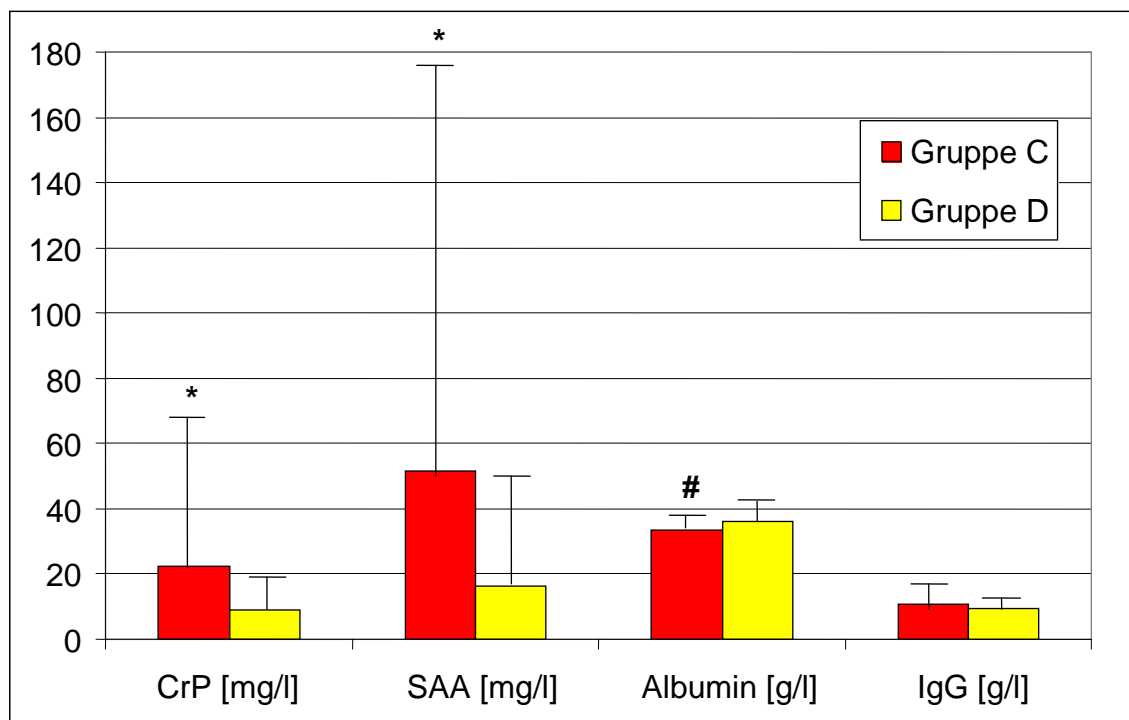


Abb. 10: Inflammations- und infektassoziierte Parameter in Abhängigkeit von der Pulsatilität der Vena femoralis nach der Dialyse (<sup>#</sup>  $p = 0.05$ ; \*  $p < 0.05$ )

Die gemessenen Nierenfunktionsparameter Cystatin C ( $5,6 \pm 1,2$  vs.  $5,7 \pm 1,4$  mg/l),  $\beta_2$ -Mikroglobulin ( $22,8 \pm 7,2$  vs.  $23,2 \pm 9,7$  mg/l) und die Restdiurese ( $409 \pm 464$  vs.  $600 \pm 650$  ml/d) zeigten im Vergleich der beiden Gruppen (Gruppe C vs. Gruppe D) keine bedeutenden Unterschiede.

#### 4.2.4 Vergleich der beiden sonographischen Verfahren zur Hydratationsmessung

Wenn beide Verfahren zur Bestimmung des Volumenstatus insbesondere nach der Dialyse (wegen der Festlegung des Trockengewichtes) gegenüber gestellt werden (Tab. 2), so besteht Übereinstimmung hinsichtlich einer Hyperhydratation (Sensitivität) zwischen der Vena-cava-Methode und der Pulsatilität der Vena femoralis bei 53 % bis 56 % sowie hinsichtlich der Normohydrierung (Spezifität) bei 87 % bis 88 %.

Tab. 2: Verteilungsmaßstab zwischen den Gruppen beider Verfahren

Pulsatilität der VF Sonographie der VCI	vor HD		nach HD		gesamt
	ja Gr. A	nein Gr. B	ja Gr. C	nein Gr. D	
<b>Gruppe 1</b> (prä- und post-dialytisch überwässert)	13	4	9	8	17
<b>Gruppe 2</b> (nur prädialytisch überwässert)	22	5	5	22	27
<b>Gruppe 3</b> (prä- und post-dialytisch normohydriert)	11	22	2	31	33
<b>gesamt</b>	46	31	16	61	<b>77</b>

Ein Vorteil für eines der beiden Verfahren lässt sich nur beim Hinzuziehen des bioelektrisch bestimmten Phasenwinkels eruieren. So konnte eine Signifikanz ( $p < 0.001$ ) ausschließlich für das Pulsatilitätsverfahren berechnet werden.

### 4.3 Bestimmung des Ernährungszustandes

Zur Determinierung des Ernährungszustandes wurden die Parameter Serumalbumin, Phasenwinkel und der BMI herangezogen. Während für die Serumalbuminbestimmung alle 77 HD-Patienten zur Verfügung standen, konnten wir bei der BIA und somit beim Phasenwinkel und beim BMI nur auf 72 Patienten zurückgreifen. Aus den Graphen *11a* und *11b* ist ersichtlich, dass untereinander insbesondere der Phasenwinkel signifikant mit der Albuminkonzentration und dem BMI korrelierte.

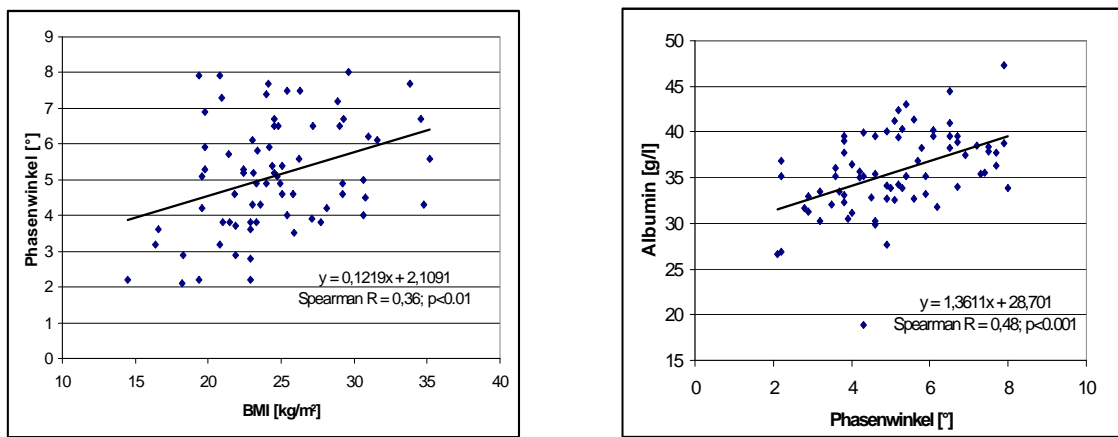


Abb. 11: Regressionsanalyse der Ernährungsparameter

a) BMI vs. Phasenwinkel

b) Phasenwinkel vs. Serumalbumin

#### 4.3.1 Albumin

Nach Einteilung der Patienten anhand des Serumalbumins (*siehe Kap. 3.1.2 Tab. 1*) befinden sich 40 % der Patienten (Gruppe 1) im hypoalbuminämischen Bereich, 38 % (Gruppe 2) im sogenannten Grenzwertbereich und nur 22 % (Gruppe 3) weisen einen stabilen Albuminwert auf. Bezüglich der geschlechtsspezifischen Zuordnung war bei den männlichen Patienten der mittlere Albuminwert ( $36,2 \pm 4,7$  g/l) leicht, wenn auch nicht signifikant, höher als bei den weiblichen Patienten ( $34,7 \pm 4,6$  g/l). Allerdings waren 18 (= 50 %) von 36 Frauen hypoalbuminämisch im Gegensatz zu 13 (= 32 %) von 41 Männern.

#### 4.3.2 Body Mass Index (BMI)

Aufgrund der Adipositas-Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation WHO [103] hinsichtlich des BMI ergab sich für unsere Patienten die folgende Verteilung (Tab. 3):

Tab. 3: BMI - Verteilungshäufigkeiten bei den untersuchten Patientengruppen

<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Einteilung</b>	<b>Patienten (gesamt)</b>	<b>Männer / Frauen</b>
< 18,5	Untergewicht	5	0 / 5
18,5 - 24,9	Normalgewicht	40	22 / 18
25,0 - 29,9	Übergewicht	18	11 / 7
30,0 - 34,9	Adipositas Grad I	8	4 / 4
35,0 - 39,9	Adipositas Grad II	1	1 / 0
> 40	extreme Adipositas Grad III	0	0 / 0

Für den BMI konnte ein ähnliches Verhalten bei der Geschlechterverteilung wie bei den Albuminwerten festgestellt werden. Der mittlere BMI lag bei den Männern ( $25,4 \pm 4,0$  kg/m<sup>2</sup>) höher als bei den Frauen ( $23,5 \pm 4,7$  kg/m<sup>2</sup>).

#### 4.3.3 Phasenwinkel

Der Phasenwinkel (Normbereich:  $5,0-9,0^\circ$ ), gemessen mittels bioelektrischer Impedanz, wird sowohl durch den Ernährungszustand als auch vom Wassergehalt der Zellen beeinflusst. Es wurden die untersuchten Patienten tabellarisch (Tab. 4) hinsichtlich des Ernährungs- und des Hydratationszustandes gegenübergestellt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass bei ungenügendem Ernährungszustand und einem Phasenwinkel  $< 4,5^\circ$  der Anteil der überwässerten Patienten am höchsten ist; 31 % der Patienten nach der VCI - Methode bzw. 46 % der Patienten nach der Pulsatilitätsmethode.

Tab. 4: Phasenwinkel in Abhängigkeit vom Ernährungszustand und dem Wasserhaushalt

Phase (°)	Ernährungszustand	Patienten (Männer / Frauen)	davon überwässert nach VCI / Pulsatilität der VF
< 4,5	ungenügend	26 (10/16)	8/12
4,5 - 5,5	ausreichend	19 (10/9)	2/1
5,6 - 6,5	befriedigend	13 (8/5)	2/0
> 6,5	gut	14 (10/4)	3/1

#### 4.3.4 Korrelationsanalyse zwischen Parametern des Ernährungsstoffwechsels und der Inflammation bzw. der Infektassoziation

Die Berechnung der Korrelationskoeffizienten erbrachte keinen Hinweis, dass zwischen den gemessenen Parametern des Ernährungsstoffwechsels und den Inflammations- bzw. infektassoziierten Markern eine signifikante Beziehung besteht (Tab. 5).

Tab. 5: Korrelationsanalyse zwischen Ernährungsparametern und Inflammations- bzw. infektassoziierten Markern

	CrP	SAA	IgG
<b>Albumin</b>	- 0,18	- 0,16	- 0,04
<b>BMI</b>	0,06	0,16	0,19
<b>Phasenwinkel</b>	- 0,10	0,04	- 0,12



#### 4.4 Abhängigkeit des Inflammationsstatus von der Nierenrestfunktion

Während die Inflammations- und infektassoziierten Parameter SAA vs. CrP und IgG vs. CrP (Abb. 12a, 12b) und die Parameter der Nierenfunktion Restdiurese, Cystatin C und  $\beta_2$ -Mikroglobulin (Abb. 13a, 13b, 13c) untereinander korrelierten, fand sich keine Korrelation zwischen den Markern der beiden genannten Gruppen. Die berechneten Korrelationskoeffizienten zwischen den festgestellten Werten wurden tabellarisch (Tab. 6) dargestellt.

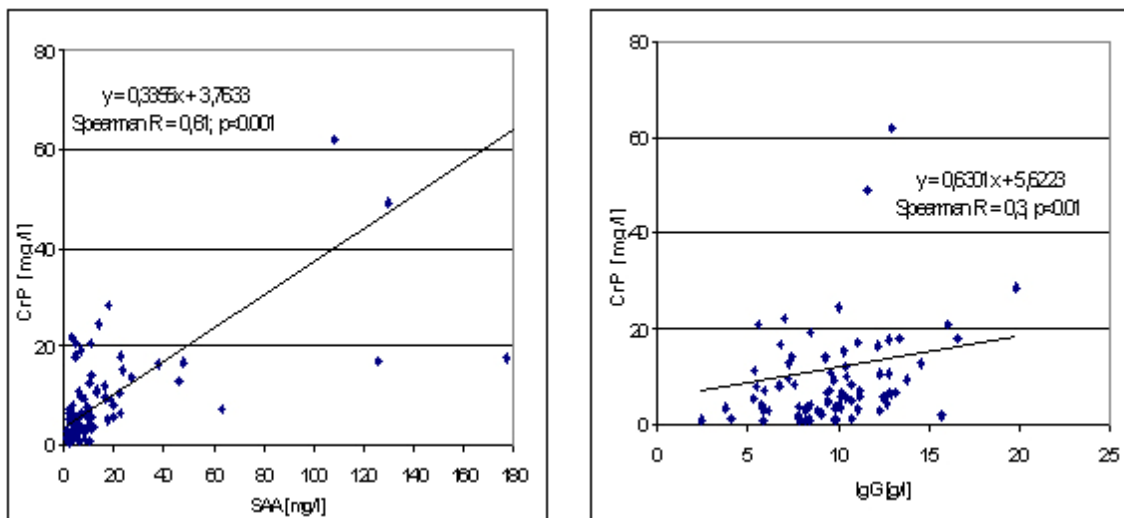


Abb. 12: Regressionsanalyse der Inflammations- und infektassoziierten Parameter

a) SAA vs. CrP

b) IgG vs. CrP

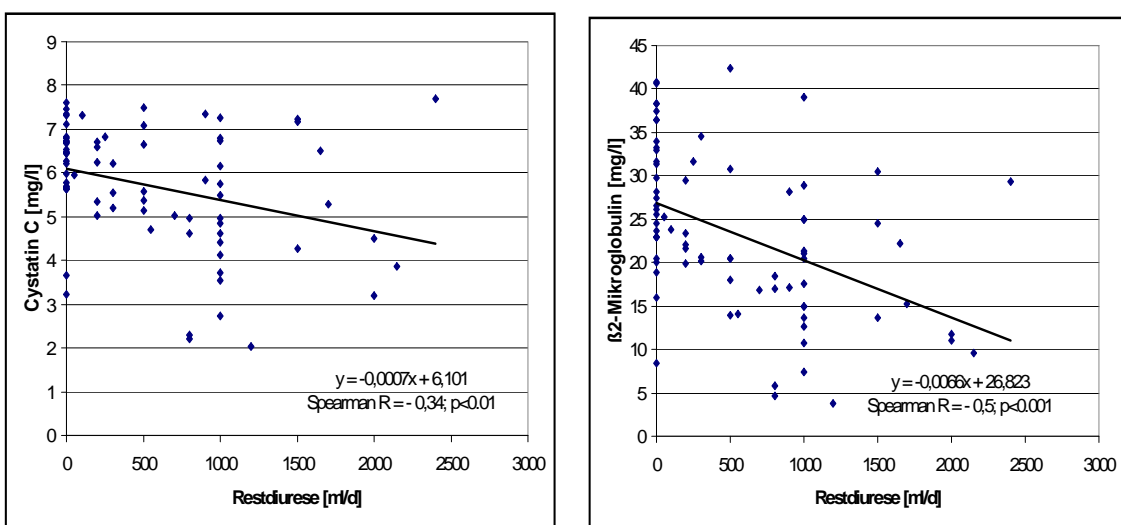
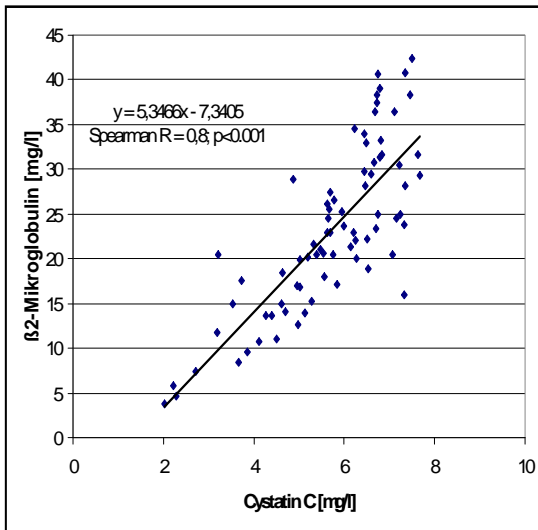


Abb. 13: Regressionsanalyse der Nierenfunktionsparameter

a) Restdiurese vs. Cystatin C

b) Restdiurese vs.  $\beta_2$ -Mikroglobulin



c) Cystatin C vs.  $\beta_2$ -Mikroglobulin

Tab. 6: Korrelationsanalyse zwischen den Nierenfunktionsparametern und den Inflammations- bzw. infektassoziierten Markern

	<b>CrP</b>	<b>SAA</b>	<b>IgG</b>
<b>Cystatin C</b>	- 0,12	- 0,09	0,03
<b><math>\beta_2</math>-Mikroglobulin</b>	- 0,10	- 0,11	0,02
<b>Restdiurese</b>	0,07	0,16	0,03