

**Einfluss des Protein-/Energie-  
verhältnisses in der Diät auf die  
trophische Verschiebung von C und  
N Isotopen und auf die spezifische  
Aktivität von Enzymen des  
Aminosäuremetabolismus von  
Tilapien, *Oreochromis niloticus* L.**

**Julia Gaye-Siessegger<sup>a</sup>, Ulfert Focken<sup>a</sup>, Hansjörg Abel<sup>b</sup>  
und Klaus Becker<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Institut für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen, Universität  
Hohenheim, 70599 Stuttgart

<sup>b</sup>Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Georg August Universität  
Göttingen, 37077 Göttingen

**Viele Anwendungsbereiche stabiler Isotope  
in der tierökologischen Forschung, wie z.B.**

- **Bestimmung von Wanderwegen**
- **Einstufung in trophische Ebenen**
- **Nahrungsrückberechnung**

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{Tier}} = \delta^{13}\text{C}_{\text{Nahrung}} + \Delta\delta^{13}\text{C}$$

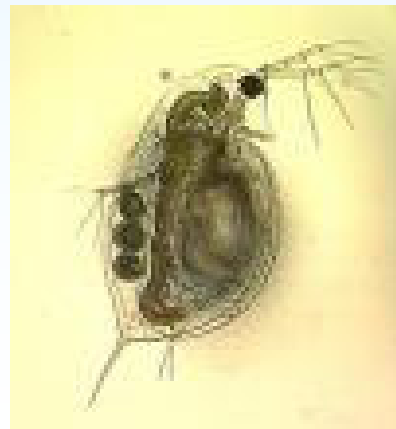
**Problem:**  $\Delta\delta^{13}\text{C}$  und  $\Delta\delta^{15}\text{N}$  Werte werden durch viele Faktoren beeinflusst:

- Futterqualität
- Aufgenommene Futtermenge
- Temperatur
- C:N Verhältnis in der Nahrung

**Adams and Sterner (2000):**

**Wasserflöhe (*Daphnia magna*) wurden mit Grünalgen (*Scenedesmus acutus*) gefüttert, die sich in ihren C:N Verhältnissen unterscheiden haben (7.3 – 24.8).**

**$\Delta\delta^{15}\text{N}$  nahm mit zunehmendem C:N Verhältnis in den Algen signifikant zu ( $\sim 0\text{‰}$  bis  $6\text{‰}$ ).**



# **Einfluss des Protein-/Energieverhältnisses in der Nahrung auf $\Delta\delta^{13}\text{C}$ und $\Delta\delta^{15}\text{N}$ von Tilapien (1)**

Tilapien wurden mit 3 auf Weizen basierenden semi-synthetischen Diäten mit unterschiedlichem C:N Verhältnis gefüttert.

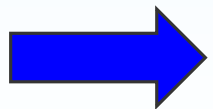
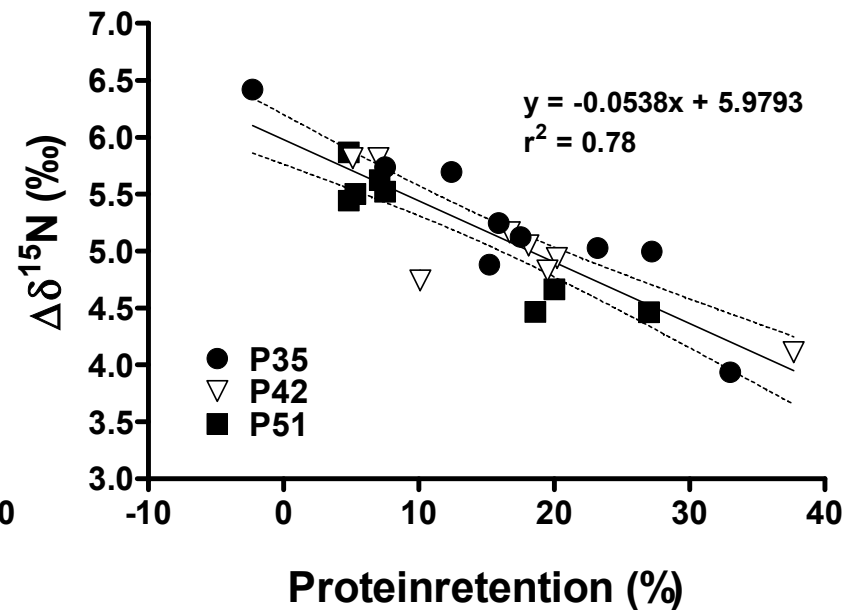
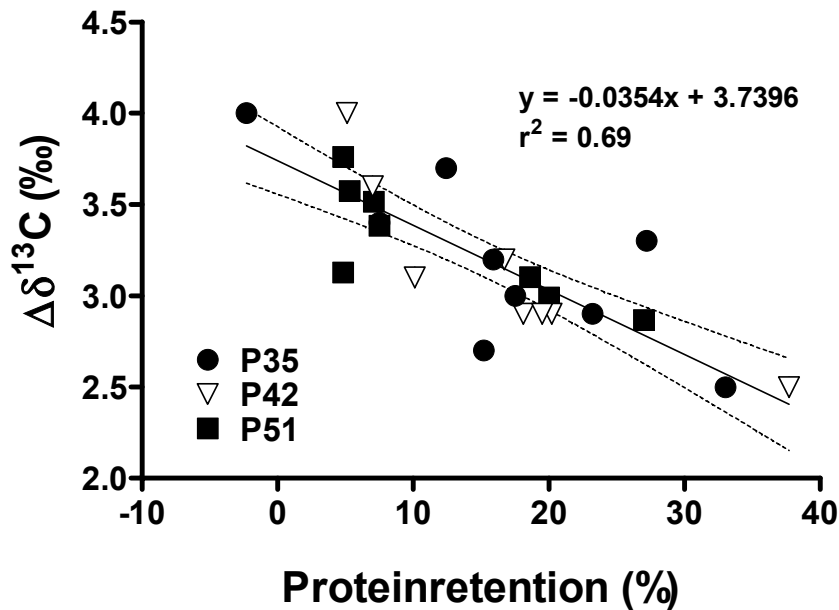
Grobchemische Zusammensetzung und UE der Diäten

	<b>P35</b>	<b>P42</b>	<b>P51</b>
<b>Rohprotein (% TM)</b>	<b>35.4</b>	<b>42.3</b>	<b>50.9</b>
<b>Rohfett (% TM)</b>	<b>10.5</b>	<b>9.8</b>	<b>9.7</b>
<b>Rohasche (% TM)</b>	<b>5.0</b>	<b>4.6</b>	<b>5.0</b>
<b>Umsetzbare Energie (kJ/g TM)</b>	<b>14.9</b>	<b>14.5</b>	<b>14.4</b>

TM = Trockenmasse

(Gaye-Siessegger et al. 2004)

# Einfluss des Protein-/Energieverhältnisses in der Nahrung auf $\Delta\delta^{13}\text{C}$ und $\Delta\delta^{15}\text{N}$ von Tilapien (2)



Hohe individuelle Variabilität in der Proteinwertung, die sich in den Isotopenverhältnissen widerspiegelt.

(Gaye-Siessegger et al. 2004)

## **Verbesserung der Schätzung der trophischen Verschiebung durch die Bestimmung von Enzymaktivitäten: Vereinfachtes Modell (1)**

**Menge der aufgenommenen Nahrung in Natur unbekannt, beeinflusst aber  $\delta^{13}\text{C}$ - und  $\delta^{15}\text{N}$ -Werte in Fischen**

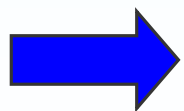
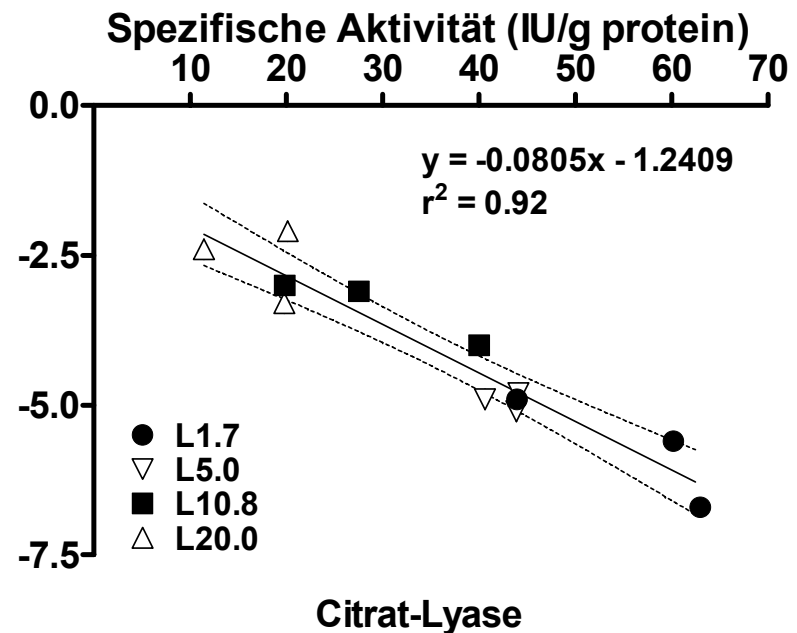
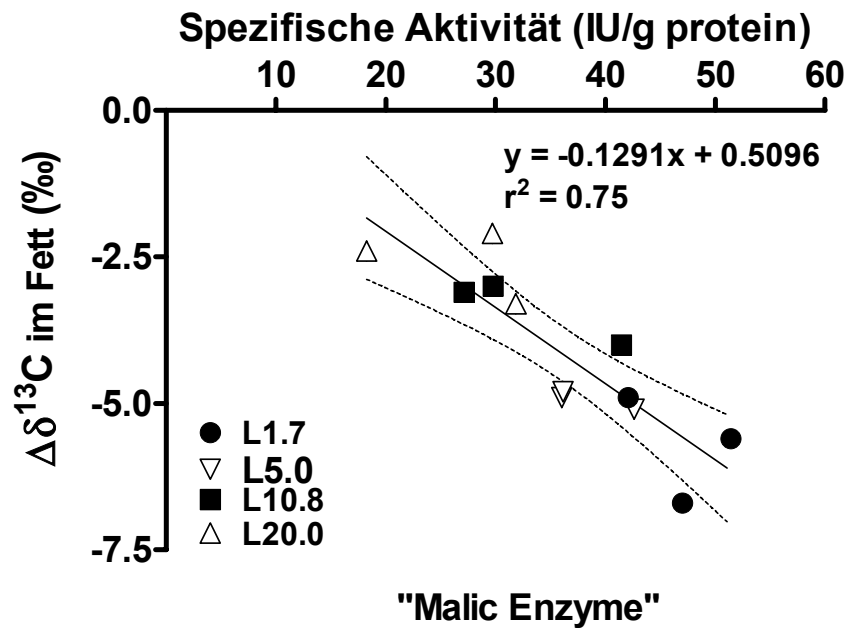
** Indikator für Ernährungszustand wird benötigt**

**Versuch:**

- **Beeinflussung der Lipogenese durch die Nahrungszusammensetzung**
- **Bestimmung der spezifischen Aktivität des NADP<sup>+</sup>-abhängigen Malat-Enzyms (Malic Enzyme) und der Citrat-Lyase**

**(Gaye-Siessegger et al. 2005)**

# Verbesserung der Schätzung der trophischen Verschiebung durch die Bestimmung von Enzymaktivitäten: Vereinfachtes Modell (2)



Korrelation zwischen  $\Delta\delta^{13}\text{C}$  im Fett und der spezifischen Aktivität beider lipogener Enzyme

(Gaye-Siessegger et al. 2005)



## Hypothese

**Bestimmung der Aktivität von Enzymen des Aminosäuremetabolismus um den Einfluss von unterschiedlichen C:N Verhältnissen in der Nahrung auf  $\Delta\delta^{13}\text{C}$  und  $\Delta\delta^{15}\text{N}$  abzuschätzen.**

# Semi-synthetische Diäten

**Casein**

**Weizenstärke**

**Maiskeimöl**

**L-Arginin**

**Vitaminvormischung**

**Mineralstoffvormischung**

**Carboxymethylcellulose**

**Cellulose**

**Titandioxid**



*Oreochromis niloticus* (L.)

# Grobchemische Zusammensetzung und Energiegehalt der Diäten

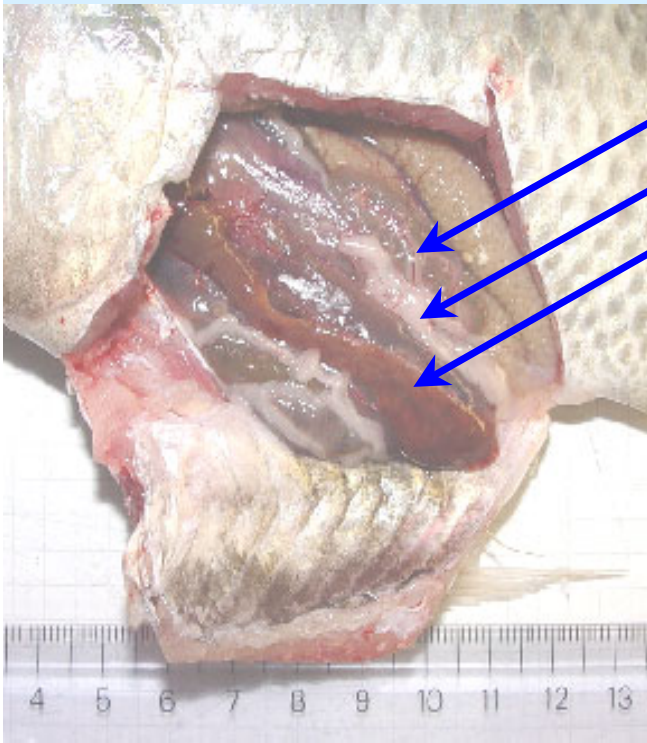
	<b>P37</b>	<b>P44</b>	<b>P60</b>
<b>Rohprotein (% TM)</b>	<b>37.3</b>	<b>43.8</b>	<b>60.2</b>
<b>Rohfett (% TM)</b>	<b>11.4</b>	<b>11.4</b>	<b>10.6</b>
<b>Rohasche (% TM)</b>	<b>3.7</b>	<b>3.9</b>	<b>4.2</b>
<b>Bruttoenergie (kJ/g TM)</b>	<b>22.4</b>	<b>22.7</b>	<b>23.7</b>
<b>Umsetzbare Energie (kJ/g TM)</b>	<b>15.7</b>	<b>15.4</b>	<b>15.6</b>

TM = Trockenmasse

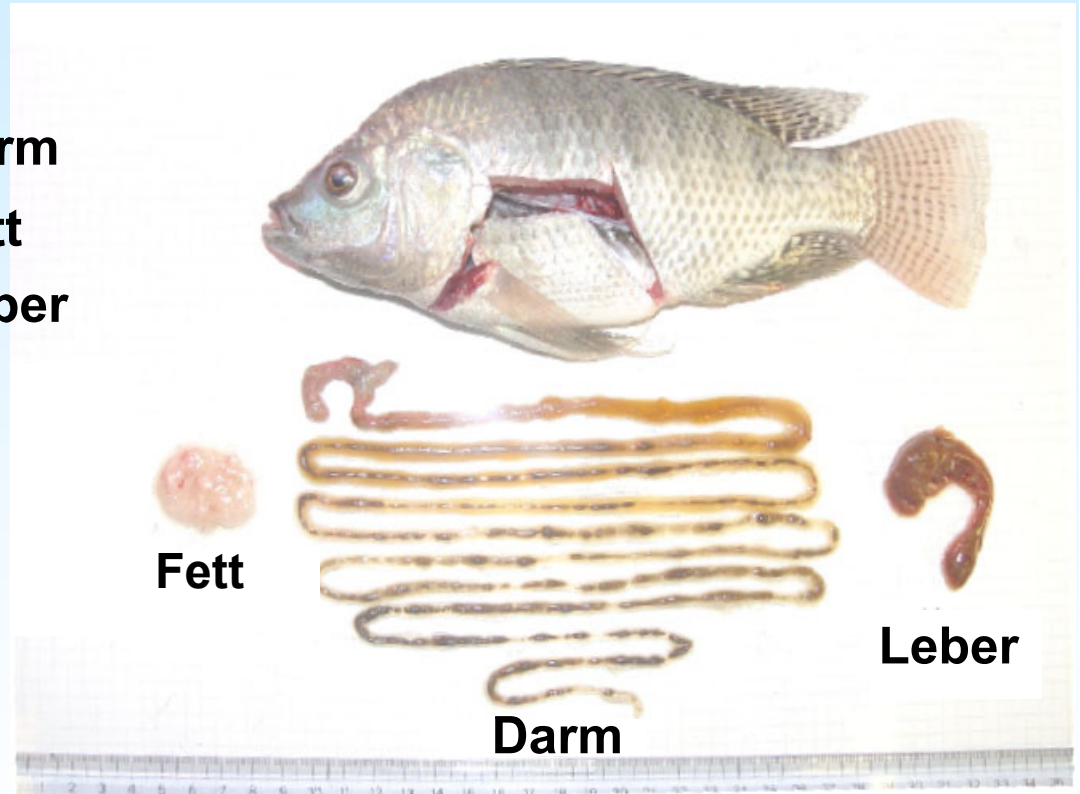
## Versuchsdurchführung

- **Vorfütterung (P44)**
- **Schlachtung einer Kontrollgruppe (n=7)**
- **15 Fische (durchschnittliches Gewicht  $16.8 \pm 3.3$  g)**
- **3 Gruppen (37-60% Rohprotein in der Diät)**
- **Fütterungsintensität  $6 \text{ g kg}^{-0.8} \text{ d}^{-1}$**
- **Versuchsdauer 9 Wochen**
- **Kot gesammelt (8. und 9. Woche, n=3)**
- **Fische geschlachtet und die Lebern herauspräpariert (n=3)**

# Präparation der Lebern



**Darm**  
**Fett**  
**Leber**



**Fett**

**Darm**

**Leber**

(Bilder von Mamun Shamsuddin)

# Analysen

## Fische und Diäten

- **grobchemische Zusammensetzung**
- **$\delta^{13}\text{C}$  und  $\delta^{15}\text{N}$  Werte**

## Kot

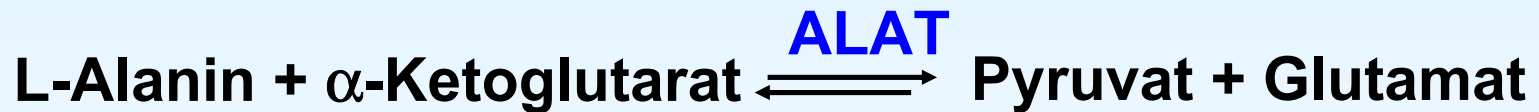
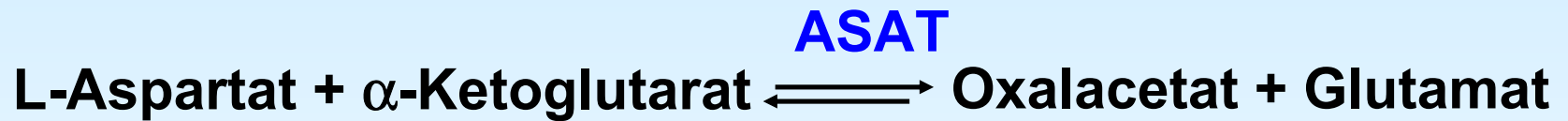
- **Verdaulichkeit des Futters ( $\text{TiO}_2$ )**

## Leber

- **Aktivitäten von Alanin- (ALAT) und Aspartat-aminotransferase (ASAT)**

# Enzyme des Aminosäuremetabolismus

## Transaminierung:



## Scheinbare Verdaulichkeiten der Diäten (mg/g)

	<b>P37</b>	<b>P44</b>	<b>P60</b>
<b>Verdaulichkeit</b>	<b>832<sup>a</sup></b>	<b>827<sup>a</sup></b>	<b>777<sup>b</sup></b>
<b>Fettverdaulichkeit</b>	<b>959</b>	<b>968</b>	<b>946</b>

n=3; DMRT, p<0.05



# Grobchemische Zusammensetzung der Fische

	<b>P37</b>	<b>P44</b>	<b>P60</b>
<b>Rohprotein (% TM)</b>	<b>61.1<sup>b</sup></b>	<b>62.9<sup>b</sup></b>	<b>66.4<sup>a</sup></b>
<b>Rohfett (% TM)</b>	<b>27.0<sup>a</sup></b>	<b>24.4<sup>ab</sup></b>	<b>20.6<sup>b</sup></b>
<b>Bruttoenergie (kJ/g TM)</b>	<b>23.4<sup>a</sup></b>	<b>23.1<sup>a</sup></b>	<b>21.6<sup>b</sup></b>

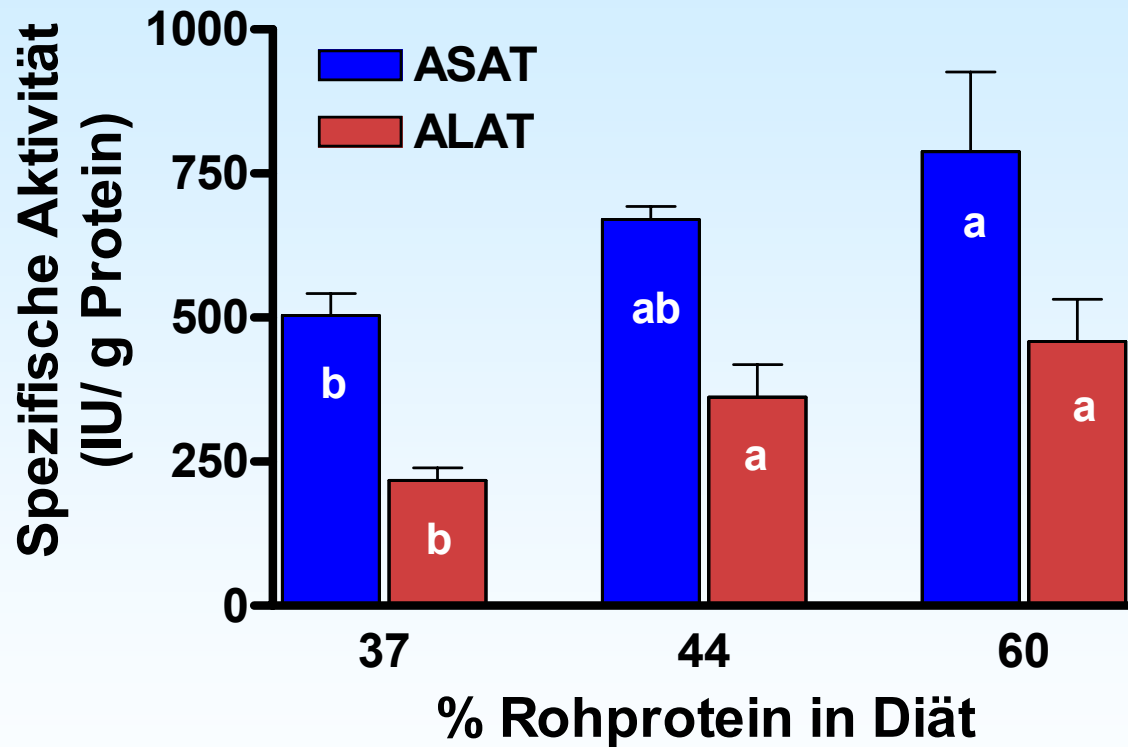
**TM=Trockenmasse  
n=5; DMRT, p<0.05**

# Scheinbare Fett-, Protein- und Energieverwertung der Fische

	<b>P37</b>	<b>P44</b>	<b>P60</b>
<b>Fettverwertung ALC (%)</b>	<b>46.7<sup>a</sup></b>	<b>38.0<sup>ab</sup></b>	<b>17.1<sup>b</sup></b>
<b>Proteinverwertung PPV (%)</b>	<b>26.0<sup>ab</sup></b>	<b>26.8<sup>a</sup></b>	<b>18.7<sup>b</sup></b>
<b>Energieverwertung k<sub>tot</sub> (%)</b>	<b>19.4<sup>a</sup></b>	<b>19.5<sup>a</sup></b>	<b>12.7<sup>b</sup></b>

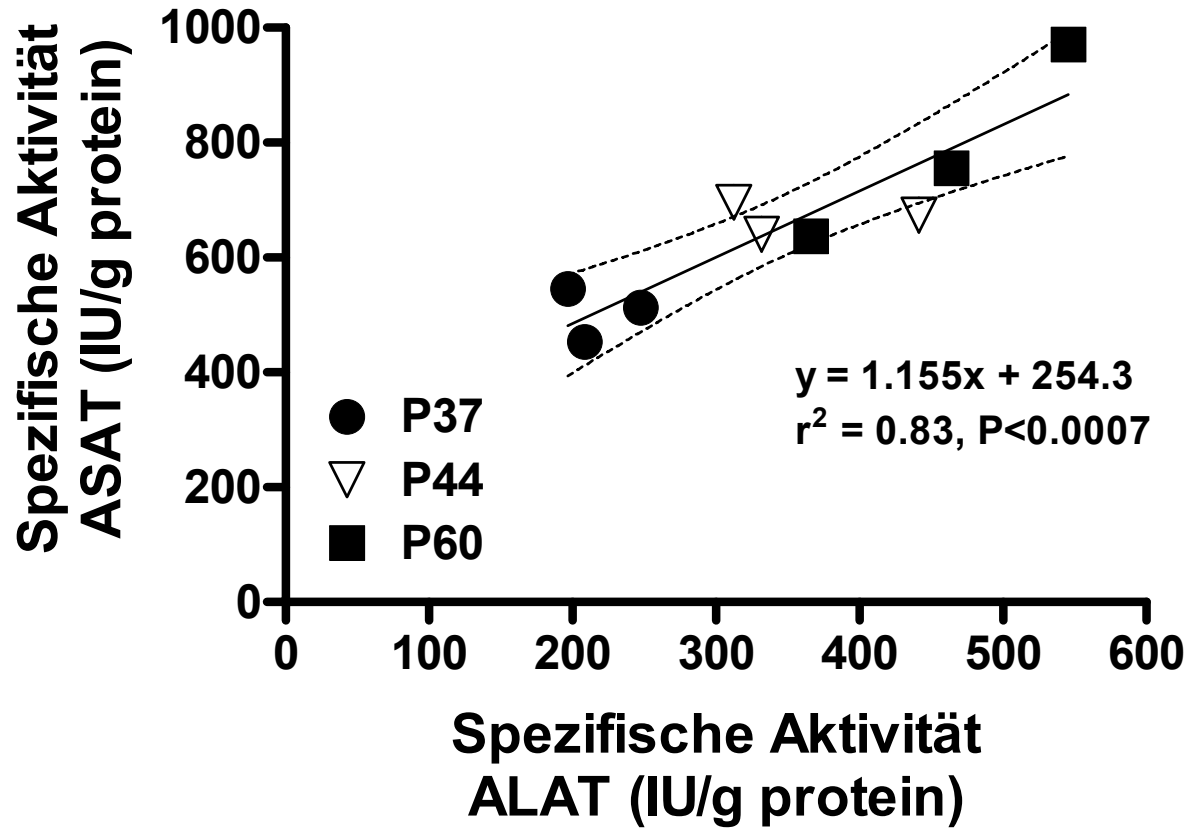
n=5; DMRT, p<0.05

# Spezifische Aktivität von ASAT und ALAT



Versuchstemperatur 30°C  
n=3; DMRT,  $p < 0.05$

# Korrelation zwischen der spezifischen. Aktivität von ALAT und ASAT

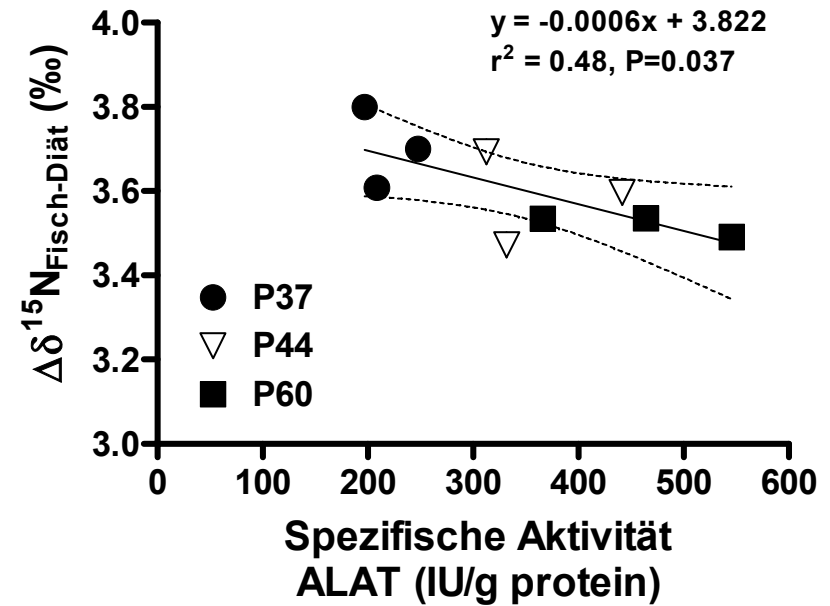
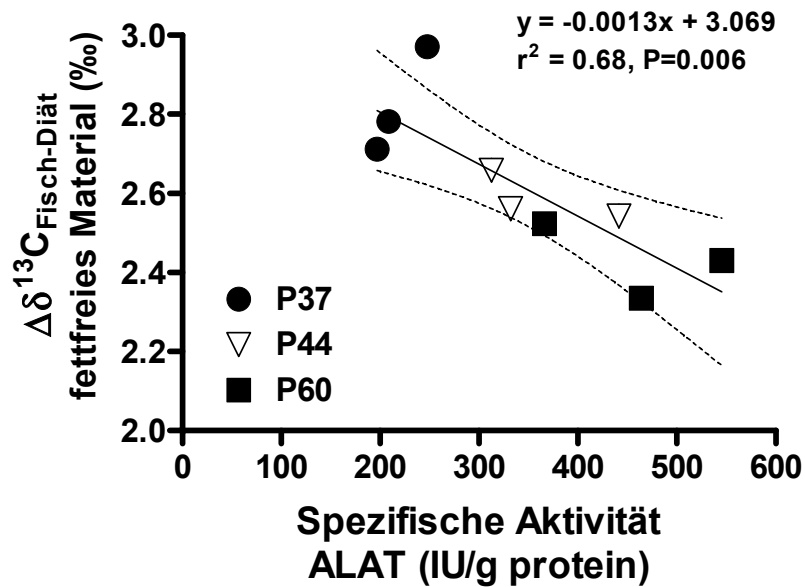


## Trophische Verschiebung für C und N (‰)

	<b>P37</b>	<b>P44</b>	<b>P60</b>
$\Delta\delta^{13}\text{C}$ fettfreies Material	<b>2.9<sup>a</sup></b>	<b>2.6<sup>b</sup></b>	<b>2.4<sup>c</sup></b>
$\Delta\delta^{15}\text{N}$	<b>3.7<sup>a</sup></b>	<b>3.6<sup>ab</sup></b>	<b>3.4<sup>b</sup></b>

n=5; DMRT, p<0.05

# Korrelation zwischen spezifischer Aktivität von ALAT und $\Delta\delta^{13}\text{C}$ bzw. $\Delta\delta^{15}\text{N}$



## Zusammenfassung

- Einfluss des Proteingehaltes in der Diät auf die Aktivitäten von Enzymen des Aminosäuremetabolismus
- Hohe Korrelation zwischen spezifischen Aktivitäten von ALAT und ASAT
- Unterschiede in  $\Delta\delta^{15}\text{N}$  und  $\Delta\delta^{13}\text{C}$  zwischen Behandlungsgruppen waren sehr niedrig
- Signifikante Korrelation zwischen der spezifischen Aktivität von ALAT und  $\Delta\delta^{15}\text{N}$  bzw.  $\Delta\delta^{13}\text{C}$

# Outlook

**Untersuchung von  $\Delta\delta^{15}\text{N}$  und  $\Delta\delta^{13}\text{C}$ , sowie der Aktivität von ASAT und ALAT, bei**

- **Proteinarmen und proteindefizitären Diäten**
- **Unterschiedlichen Fütterungsintensitäten**

**Untersuchung weiterer Enzyme**



# Acknowledgements



GA 1068/2-1

**R. Langel, Universität Göttingen**

**B. Fischer, Universität Hohenheim**