

# Praktikum Betriebssysteme: Projekt 1

## Client/Server Stream Socket

### Programmierung

Andreas Ruscheinski\*    Christian Delfs<sup>†</sup>    Fabienne Lambusch<sup>‡</sup>

5. Juni 2013

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Problem</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Vorbetrachtung - Theorie</b>	<b>2</b>
2.1	Grundfunktionalitäten . . . . .	2
2.2	Kommunikation zwischen Server und Client . . . . .	3
2.3	Dateizugriff . . . . .	4
2.3.1	Beispieldateien . . . . .	5
2.4	Umzusetzende Funktionalitäten . . . . .	5
2.4.1	Administrator . . . . .	6
2.4.2	Normale Nutzer . . . . .	7
2.5	Sicherheitsmechanismen . . . . .	7
2.5.1	ACL . . . . .	7
2.5.2	Capabilities . . . . .	7
2.5.3	Eigene Implementierung . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Praktische Umsetzung</b>	<b>8</b>
3.1	Menü . . . . .	8
3.2	Client . . . . .	8
3.3	Server . . . . .	9
3.3.1	Dateien auslesen . . . . .	9
3.3.2	Dateien Schreiben . . . . .	10
3.3.3	Sonstige Funktionen . . . . .	10

---

\*Matr.-nr.: 211203494

<sup>†</sup>Matr.-nr.: 211204103

<sup>‡</sup>Matr.-nr.: 211203538

<b>4</b>	<b>Nutzerhandbuch</b>	<b>10</b>
4.1	Inbetriebnahme . . . . .	10
4.2	Server . . . . .	10
4.3	Client . . . . .	10
4.3.1	Login . . . . .	11
4.3.2	Student anlegen . . . . .	11
4.3.3	Student finden / Daten anzeigen . . . . .	11
4.3.4	Student editieren . . . . .	11
4.3.5	Studiengang anlegen . . . . .	11
4.3.6	Studiengangsmitglieder anzeigen . . . . .	11
4.3.7	Studiengänge anzeigen . . . . .	12
4.3.8	Note hinzufügen . . . . .	12
4.3.9	Studiengangsbesten anzeigen . . . . .	12
4.3.10	Gesamtbesten anzeigen . . . . .	12
4.3.11	Beenden . . . . .	12

## 1 Problem

Ziel des Projektes war es, zu lernen, wie Dateien mit Hilfe von Client/Server Stream Socket Programmierung (mit TCP/IP Sockets) angelegt und verwaltet werden können. Das wie folgt beschriebene Grundsystem wurde von uns mit einem Datei-Zugriffsschutz erweitert. Unsere Gruppe hat sich für Option b) entschieden: den Datei-Zugriffsschutz. Hierbei wird zwischen normalen Nutzern und Administratoren unterschieden, die sich durch verschiedene Rechte auszeichnen. Nach einem Login, der zum einen die Gültigkeit prüft, werden an dieser Stelle auch die Rechte ermittelt. Durch die Rechteverteilung werden dem Nutzer auf Clientseite verschiedene Funktionen zur Auswahl gestellt.

## 2 Vorbetrachtung - Theorie

### 2.1 Grundfunktionalitäten

Die grundlegenden Anforderungen an das Softwareprojekt sind wie folgt gegeben:

1. Speicherung der Studenten in separate Datensätze auf der Server-Seite. Enthaltene Informationen: Name, Matrikel-Nr., Geburtsdatum, Noten von n Lehrveranstaltungen.
2. Es gibt m Gruppen von Studenten, die jeweils mehrere Studenten umfassen ( $m \geq 3$ ). In unserem Projekt symbolisiert eine Gruppe einen Studiengang.
3. Jede Gruppe repräsentiert einen Studiengang.
4. Die Datensätze jeder Gruppe werden in einer eigenen Datei gespeichert.

5. Gruppenbesten anhand des Durchschnitts ermitteln.
6. Mindestanforderungen: Mindestens drei Gruppen und in jeder mindestens drei Studenten und jeder Studentendatei mindestens drei Noten
7. Die Datensätze der Studenten sollten zugreifbar sein.
8. Bester aller Studenten soll ermittelbar sein.

## 2.2 Kommunikation zwischen Server und Client

Für unser Projekt verwenden wir verbindungsorientierte Sockets. Es wird eine festbestehende Verbindung zwischen dem Client und Server aufgebaut. Mit diesem Hilfsmittel wird ein Datenaustausch ermöglicht, der erlaubt, dass Daten zwischen Server und Client versendet werden können.

Nachfolgend der theoretische Ablauf der Kommunikation:

### **Client-seitig:**

1. Socket erstellen
2. Erstellten Socket mit der Server-Adresse verbinden, von welcher Daten angefordert werden sollen
3. Senden und empfangen von Daten
4. Evtl. Socket herunterfahren (shutdown())
5. Verbindung trennen, Socket schließen

### **Server-seitig:**

1. Server-Socket erstellen
2. Binden des Sockets an eine Adresse (Port), über welche Anfragen akzeptiert werden
3. Auf Anfragen warten
4. Anfrage akzeptieren und damit ein neues Socket-Paar für diesen Client erstellen
5. Bearbeiten der Client-Anfrage auf dem neuen Client-Socket
6. Client-Socket wieder schließen

## 2.3 Dateizugriff

In unserm Projekt nutzen wir das CSV-Dateiformat um die Datensätze von Studenten auf eine praktische Art und Weise speichern und auslesen zu können. Um die Studenten ihrer zugehörigen Gruppe (Studiengang) zuzuordnen, werden diese in Verzeichnissen abgelegt.

Diese Verzeichnisse werden anhand ihrer Benennungen unterschieden, z.B.: steht der Ordner ITTI für die Studenten, die der Informationstechnik / Technische Informatik angehören.

Generell werden Studenten in einer Datei gespeichert, die als Bezeichnung die zugehörige Matrikelnummer besitzt. Innerhalb der Datei befinden sich die folgenden Datensätze, durch Semikolons von einander getrennt:

- Matrikelnummer
- Passwort
- Vorname
- Nachname
- zugehöriger Studiengang
- Geburtstag
- eine beliebige Anzahl an Noten

Der Datensatz eines Beispielstudenten sieht folgendermaßen aus:

```
113116119;mukitkarP;Max;Mustermann;Informatik;23.05.2013;1.0;1.3;2.7;5.0;1.0
```

Innerhalb des Programmes werden, bis auf die Noten, die Datensätze als Char-Arrays gespeichert. Für Vorname, Nachname, Passwort und der zugehörige Studiengang sind 20 Char zur Verwendung unterstützt. Die Matrikelnummer besitzt 9 Stellen. Diese wird folglich in 9 Chars vom Client abgefragt. Ähnlich bei dem Geburtstag, der in der Form DD.MM.YYYY in 10 Chars gespeichert wird.

Die einzelnen Noten werden als Chars gespeichert, die berechneten Durschnitte sind vom Datentyp Double. In die Datei werden die Noten als Chars der Länge 3 eingetragen, sodass sie immer die folgende Form besitzen X.Y wobei  $1 < X < 5$  und  $Y \in \{0,3,7\}$  ist. Bei der Eingabe einer Note wird überprüft, ob es eine gültige Eingabeform hat. Jedoch wird nicht geprüft, ob die Zahl selber sinnvoll ist. Das heißt das Vergeben einer 6.5 ist möglich.

### 2.3.1 Beispieldateien

Da zu Laufzeiten des Programms sowohl Studiengänge als auch Studenten mit einer beliebigen Anzahl an Noten hinzugefügt werden, decken unsere Beispieldateien den geforderten Teil ab:

#### Studiengänge:

- Informatik
- ITTI
- Elektrotechnik

#### Studenten der Informatik:

- 100000010;123;Tom;Klein;Informatik;01.01.1990;1.0;4.0;1.7;3.0
- 100000011;234;Max;Mustermann;Informatik;23.05.2001;1.0;1.3;2.7
- 100000012;345;Benjamin;Groß;Informatik;14.12.1986;1.0;1.3;2.7;3.3;1.7;5.0

#### Studenten der ITTI:

- 100000013;456;Even;Longer;ITTI;15.11.1977;1.3;2.7;3.3;1.7;5.0;1.0
- 100000014;567;Very;Long;ITTI;12.05.1993;1.0;1.3;2.7;1.0;5.0;1.0;1.0
- 100000015;678;Alfons;Hatler;ITTI;14.03.1989;1.0;1.0;1.0;1.0

#### Studenten der Elektrotechnik:

- 100000016;789;John;McClane;Elektrotechnik;24.12.1966;1.3;3.7;5.0;4.0
- 100000017;890;Hans;Gruber;Elektrotechnik;15.07.1991;1.3;5.0;2.7;1.0;4.0;1.7;3.0;2.0
- 100000018;901;Holly;McClane;Elektrotechnik;30.08.1988;1.7;1.3;1.3;1.7;1.0;1.7;1.7

## 2.4 Umzusetzende Funktionalitäten

Neben den geforderten Funktionen, haben wir unser Programm um einige ausgewählte Funktionen bereichert. Unter Berücksichtigung der zwei Zugriffsarten mit unterschiedlichen Rechten werden hier die Funktionalitäten an zugehöriger Stelle beschrieben.

Dem Nutzer werden diese Möglichkeiten nach dem Login in einer Menüform zur Auswahl gestellt. Die Auswahl eines Menüpunktes erfragt auf Client-Seite, wenn nötig, Eingaben bzw. gibt die gewünschten Ergebnisse zurück.

### 2.4.1 Administrator

**Student anlegen:** Der Administrator muss bei dem Erstellen eines neuen Studenten dessen Vorname, Nachname, Geburtstag, Studiengang und Passwort angeben. Der Studiengang muss vor dem Anlegen des Studenten vorhanden sein. Durch diese Eingabe wird eine Datei mit der Matrikelnummer als Name und im passenden Ordner (dem Studiengang) angelegt. Die Matrikelnummer wird einer Datei entnommen. Die Matrikelnummer in der Datei wird im Anschluss inkrementiert, um sicherzustellen, dass Matrikelnummern eindeutig bleiben.  
Die Matrikelnummer entspricht außerdem der geforderten UserID.

**Student finden:** Um die Daten eines Studenten einzusehen, wird Kenntnis über seine Matrikelnummer vorausgesetzt. Zusätzlich zu Matrikelnummer, Passwort, Vorname, Nachname, Studiengang, Geburtstag und aller Noten wird auch dessen Durchschnitt angezeigt.  
Ist die Matrikelnummer unbekannt, so ist es möglich über „Studiengangsmitglieder anzeigen“ sich alle Matrikelnummern eines Studienganges ausgeben zu lassen.

**Student editieren:** Für die Editierung eines Studenten muss dessen Matrikelnummer angegeben werden. Danach ist es möglich sein Passwort oder eine Note gezielt zu ändern. Vor der Notenänderung werden diese aufgelistet und die zuverändernde kann dann ausgewählt werden.

**Studiengang anlegen:** Durch diese Funktion wird ein neuer Studiengang erstellt, in den später Studenten eingefügt werden können.

**Studiengangsmitglieder anzeigen:** Nach der Eingabe des Studiengangs, werden die Matrikelnummern aller Studenten aus diesem angezeigt.

**Studiengänge anzeigen:** Es werden alle vorhandenen Studiengänge ermittelt und ausgegeben.

**Note hinzufügen:** Damit einem Studenten eine Note hinzugefügt werden kann müssen Matrikelnummer und die hinzuzufügende Note eingegeben werden.

**Studiengangsbesten anzeigen:** Für den ausgewählten Studiengang wird der beste Student anhand der einzelnen Durchschnitte ermittelt.

**Gesamtbesten anzeigen:** Von allen Studenten, die gespeichert sind, wird der, mit dem besten Durchschnitt, ausgegeben. Im Falle, dass es mehrere Beste gibt wird der zuerst Gefundene ausgegeben.

**Beenden:** Beendet die Kommunikation mit dem Server und schließt das Programm auf Seite des Clients. Der Server wartet nun auf neue Verbindungen und muss nicht neugestartet werden.

### 2.4.2 Normale Nutzer

Ein normaler Nutzer ist ein Student.

**Daten anzeigen:** Neben dem Vornamen, Nachnamen, Studiengang, Passwort, Geburtstag, Matrikelnummer und den zugehörigen Noten wird der Durchschnitt ausgegeben.

**Beenden:** Beendet die Kommunikation mit dem Server und schließt das Programm auf Seite des Clients.

## 2.5 Sicherheitsmechanismen

### 2.5.1 ACL

ACL ist wie auch Capabilities eine Technik um den Zugriff der Benutzer auf Daten und Funktionen zu begrenzen. ACL implementiert diesen Mechanismus auf der Basis einer Zugriffssteuerungsliste d.h. für jeden Benutzer ist es möglich separat bestimmte Rechte wie die Erlaubnis zum Bearbeiten von Dateien zu gewähren oder auch so verweigern. Unter Linux wird dies durch die Rechteverteilung eines Benutzers, einer Gruppe und alle anderen Benutzer realisiert. Für jeder dieser Gruppen können separat die Rechte für Lesen(r), Schreiben(w) und Ausführen(x) gesetzt werden. Mit `ls -l` können diese Rechte eingesehen werden. Dabei stehen die Einträge 1-3 für die Rechte des Besitzers, 4-6 für die Gruppe und 7-9 für alle weiteren Benutzer. Bei einem Zugriff wird jeweils auf Basis der Identität die Berechtigung des Benutzers überprüft.

### 2.5.2 Capabilities

Capabilities funktionieren analog zu dem Prinzip von ACL. Jedoch wird bei der Ausführung des Programmes überprüft, auf welche Dateien das System zugreifen kann.

### 2.5.3 Eigene Implementierung

Unsere Implementierung des Sicherheitsmechanismus orientiert sich an der ACL. Unser System unterscheidet 2 Benutzergruppen, Student und Admin. Der Admin hat die Möglichkeit neue Studenten(Dateien), Studiengänge usw., wie vorher beschrieben anzulegen und diese auch zu bearbeiten. Den Studenten sind diese Funktion verborgen und sie sind nur in der Lage die eigenen Daten abzufragen. Die Unterscheidung der Benutzergruppen geschieht beim Login in das System. Der Server reagiert nach einem erfolgreichen Login, dass er bereit ist Befehle entgegen zu nehmen. Je nach Benutzergruppe ist es möglich den Server entsprechende Befehle zu signalisieren, worauf hin der Server mit der Bearbeitung beginnt. Das heißt die Unterscheidung findet nur im Client statt und die auszuführenden Befehle werden durch entsprechende Nachrichten des Clients von dem Server unterschieden.

## 3 Praktische Umsetzung

### 3.1 Menü

Die in Kapitel 2.4 beschriebenen Funktionalitäten führen zu zwei unterschiedlichen Menü-Formen. Abhängig von den Rechten, die dem Nutzer nach dem Login zugeteilt werden, wird ein entsprechendes Menü angezeigt. Hier zwei beispielhafte Login-Anzeigen mit anschließender Menüführung:

#### Administrator-Ansicht:

```
Anmeldung auf Notenserver
#####
Benutzername(Mnr): >admin

Passwort: >123
```

```
Menü
----
1)Student anlegen
2)Student finden
3)Student editieren
4)Studiengang anlegen
5)Studiengangsmitglieder anzeigen
6)Studiengänge anzeigen
7)Note hinzufügen
8)Studiengangsbesten anzeigen
9)Gesamtbesten anzeigen
10)Beenden
-----
Bitte Nummer eingeben:
>|
```

#### Studenten-Ansicht:

```
Anmeldung auf Notenserver
#####
Benutzername(Mnr): >100000013

Passwort: >456
```

```
Menu
----
1)Daten anzeigen
2)Beenden
-----
Bitte Nummer eingeben:
>|
```



## 3.2 Client

Der Client bietet dem Nutzer die Möglichkeit anhand eines Menüs Funktionen auszuwählen. Bei Auswahl werden gegebenenfalls Daten vom Nutzer angefordert und eine Mitteilung über das Ergebnis gegeben. Die Eingaben des Nutzers werden bis zu einem gewissen Grad validiert. Beispielsweise wird verhindert, dass bei der Eingabe Semikolons verwendet werden können, da zusätzliche in CSV-Dateien und deren Auswertung zu Fehlern führen würden.

In unserem Programm ist es die Hauptaufgabe des Clients eine Schnittstelle zwischen Nutzer und Server darzustellen.

## 3.3 Server

Die Aufgabe des Servers ist es, auf die Befehle des Clients zu reagieren. Der Client sendet hierfür die Nummer der Option, die der Nutzer ausgewählt hat. Der Server empfängt diese und reagiert dementsprechend. Eine große Rolle spielt der Dateizugriff auf Server Seite, da dieser hauptsächlich Dateien schreibt oder ausliest. Anschließend werden die Informationen aufbereitet und an den Client übermittelt. Wie in unserem Projekt dieser Umgang mit Dateien ermöglicht wird, ist wie folgt:

### 3.3.1 Dateien auslesen

Da Studiengänge durch Verzeichnisse umgesteuert werden, ist es elementar notwendig diese Ordner zu öffnen, um Zugriff auf eine spezielle Studentendatei zu erhalten. Danach wird die Datei vollständig ausgelesen und innerhalb des Programmes zur weiteren Bearbeitung hinterlegt.

Die Daten über den Studenten befinden sich jetzt in einem String gespeichert, wobei die Datensätze durch Semikolons getrennt sind. Es ist nun nötig den String aufzugliedern und die benötigten Daten zu extrahieren. Die ermittelten Daten stehen daraufhin zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

**Verzeichnisinhaltsausgabe** wird durch die Funktion `opendir()` ermöglicht. Der Server erhält den Namen des Verzeichnisses, das geöffnet werden soll und nutzt dafür `opendir()`. Als Rückgabe erhalten wir einen Pointer, der auf den ersten Eintrag zeigt. Dateien, die keine Studenten sind, werden ignoriert. Alle anderen werden nacheinander ausgegeben. Realisiert wird dies in der Funktion `findGroup()`. An den Server werden die Studenten übermittelt und dort ausgegeben.

**Verzeichnisse öffnen** ist durch `chdir()` möglich. Der Client übermittelt dem Server welches Verzeichnis geöffnet werden soll. Sollte das Öffnen nicht möglich sein, wird dies dem Client umgehend mitgeteilt, die Funktion wird beendet und der Client bekommt die Möglichkeit im Hauptmenü einen neuen Vorgang zu starten. Ist es jedoch möglich gewesen in ein Verzeichnis zu wechseln, kann nun auf alle Dateien innerhalb dieses zugegriffen werden. Wichtig ist, dass im Anschluss daran wieder in das darüberliegende Verzeichnis zurück gewechselt wird. Andernfalls kann es zu Fehlern kommen, da entsprechende andere Studiengänge sich nicht in dem vorher

ausgewählten befinden.

Generell können Verzeichnisse nur vom Server geöffnet werden, jedoch nicht vom Client aus.

**Dateien auslesen** wird durch `fscanf(Quelle,Formatierung,Ziel)` umgesetzt.

**String aufteilen** realisieren wir mit `strtok(Quellstring, delimiters)`; Mit `strtok` kann ein String anhand von Trennzeichen zerteilt und die einzelnen Abschnitte herausgelesen werden. Die Trennzeichen werden im Parameter `delimiter` (Begrenzungszeichen, Separator) übergeben - in unserem Fall das Semikolon. Die einzelnen Datenssegmente werden in einen anderen String gespeichert, der in Abschnitte unterteilt ist.

### 3.3.2 Dateien Schreiben

Das schreiben und damit das Anlegen neuer Dateien spielt beim Hinzufügen neuer Studenten eine Rolle. Bei dem Hinzufügen einzelner Noten wird keine neue Datei erstellt, sondern eine existierende bearbeitet. Um einen Studenten zu erstellen, muss der ausgewählte Studiengang als aktuelles Verzeichniss gewählt werden. Wenn ein neuer Student angelegt werden soll, werden zuerst noch verschiedene Fehlerfalle abgefangen: Beispielsweise falsches Verzeichnis, Fehler bei Vergabe der Matrikelnummer, etc.

Kam es zu keinen Fehlern wird mit `fopen()` eine Datei erstellt. Durch `fprintf(NeueDatei, Formatierungsstring, MatrikelNummer, Daten)` wird in die Datei geschrieben. Abschließend wird die Datei geschlossen und wieder in das nächst höhere Verzeichniss zurückgewechselt.

### 3.3.3 Sonstige Funktionen

Bisher nicht genauer spezifizierte Funktionen werden mit den gleichen Methoden, wie vorangehend beschrieben, umgesetzt. Ziel und Zweck dieser Funktionalitäten sind im Nutzerhandbuch beschrieben.

## 4 Nutzerhandbuch

### 4.1 Inbetriebnahme

Als Betriebssystem wird eine Linux Distribution vorausgesetzt. Um das C Programm zu kompilieren, führt der Nutzer im Terminal „make install“ aus. Wichtig ist, dass er sich im richtigen Verzeichnis befindet - in dem sich auch das Skript „makefile“ befindet. In zwei verschiedenen Terminals werden nun die ausführbaren Dateien gestartet.

In Terminal 1 wird durch „./servern“ der Server gestartet.

Den Client startet der Nutzer in dem Terminal 2, durch die Eingabe von „./clientn 127.0.0.1“.

## 4.2 Server

Auf Seiten der Servers werden keine Eingaben oder Interaktionen zur Verfügung gestellt. Es werden gegebenenfalls Rückmeldungen ausgegeben, wenn der Client mit dem Server interagiert. Die Dateipflege kann neben dem Client-Interface auch manuell gehandhabt werden: Ordner als Studiengang hinzufügen, neue Dateien als Studenten anlegen oder Dateien öffnen und bearbeiten. Bei Einhaltung der oben genannten Spezifikationen kommt es dadurch zu keinen Fehlern.

## 4.3 Client

Bei Nutzung des Clients im Terminal 2 führt das Programm den Nutzer durch eine intuitive Menüführung. Zurück zu dem Hauptmenü kann der Nutzer jeder Zeit durch die Eingabe einer 0 gelangen.

### 4.3.1 Login

Nach Starten des Servers werden der Nutzernamen und das zugehörige Passwort abgefragt. Authentifiziert werden die Studenten durch ihre Matrikelnummer und das zugehörige Passwort.

Die Administratoren besitzen den Nutzernamen „admin“ und das Passwort „123“.

### 4.3.2 Student anlegen

Einen neuen Studenten anlegen ist nur für Administratoren möglich. Dieser wird aufgefordert, stückchenweise die Stammdaten des Studenten einzugeben: Vorname, Nachname, Geburtstag, Studiengang und Passwort.

Hierbei wird der Ersteller auf die maximale Länge der Eingabe hingewiesen. Nachdem alle Daten eingegeben wurden, müssen die Daten noch mit einer „1“ bestätigt werden.

Hiernach wird durch diese Eingabe eine Datei mit der Matrikelnummer als Name und im passenden Ordner (dem Studiengang) angelegt.

### 4.3.3 Student finden / Daten anzeigen

Je nachdem wer diese Funktion aufruft ereignen sich unterschiedliche Interaktionen.

Wenn jemand mit Administrator-Rechten sich Studentendaten anzeigen lassen möchte, wird er gefragt welche Matrikelnummer dieser besitzt.

Handelt es sich um einen Studenten, der seine eigenen Daten angezeigt haben möchte, ist keine Angabe seiner Matrikelnummer nötig. Es werden gleich seine Daten ausgegeben.

In beiden Fällen werden alle Daten und der zugehörige, bei Anfrage berechnete, Durchschnitt ausgegeben.

### 4.3.4 Student editieren

Innerhalb dieser Funktion kann der Administrator gezielt Daten des Studenten ändern. Zuerst muss die Matrikelnummer eingegeben werden. Bei einer ungültigen wird das

Auswahlmenü angezeigt. War die Matrikelnummer gültig, ist es nun möglich das Passwort zu ändern oder eine Note des Studenten. Bei der Editierung einer Note werden zuerst alle Noten nummeriert ausgegeben. Der Administrator kann dann die Nummer der zu ändernden Note eingeben und darauf hin den neuen Wert.

#### **4.3.5 Studiengang anlegen**

Hier wird dem Administrator die Möglichkeit gegeben, einen neuen Studiengang hinzuzufügen. Auch hier wird ein Name mit der maximalen Länge von 20 Zeichen angefordert, sodass, nach der Bestätigung, ein neues Verzeichnis mit diesem Namen erstellt wird.

#### **4.3.6 Studiengangsmitglieder anzeigen**

Diese Funktion ist für Administratoren dahin gehend interessant, als dass sie für einen Studiengang alle Studenten ausgiebt, die sich in ihm befinden. Dazu ist es nötig den Namen des Studiengangs anzugeben.

#### **4.3.7 Studiengänge anzeigen**

Auch diese Funktionalität ist nur dafür da, um dem Administrator eine Übersicht über die vorhandenen Studiengänge zu geben.

#### **4.3.8 Note hinzufügen**

Für ein Software-Projekt, wie dieses, ist es sinnvoll, dass Studenten weitere Noten hinzugefügt werden können. Damit nicht jeder Student sich selbst Noten geben kann, ist dies nur vom Administrator aus möglich. Hierfür muss die Matrikelnummer des Studenten angegeben werden. Dazu kommt naheliegender Weise auch die Note die dem Studenten zugedacht ist. Nach einer Bestätigung wird nun in der Studentendatei hinten die Note angefügt.

#### **4.3.9 Studiengangsbesten anzeigen**

Diese Funktionalität ist ebenfalls den Administratoren vorbehalten. Es wird aus dem angegebenen Studiengang der Beste ermittelt. Dafür werden von allen Studenten die Durchschnitte gebildet und miteinander verglichen. Studenten wird nicht die Möglichkeit gegeben ihren Durchschnitt mit anderen zu vergleichen. Diese Funktion bleibt Administratoren vorbehalten.

#### **4.3.10 Gesamtbesten anzeigen**

Ähnlich wie bei dem Studiengangsbesten werden auch hier Studenten verglichen. Um den Gesamtbesten zu ermitteln werden die Studiengangsbesten anhand ihrer Durchschnitte verglichen. Nur Administratoren können den Besten ermitteln.

#### **4.3.11 Beenden**

Beendet die Kommunikation zwischen Client und Server.