Web 2.0 Technologien 2

Kapitel 2:

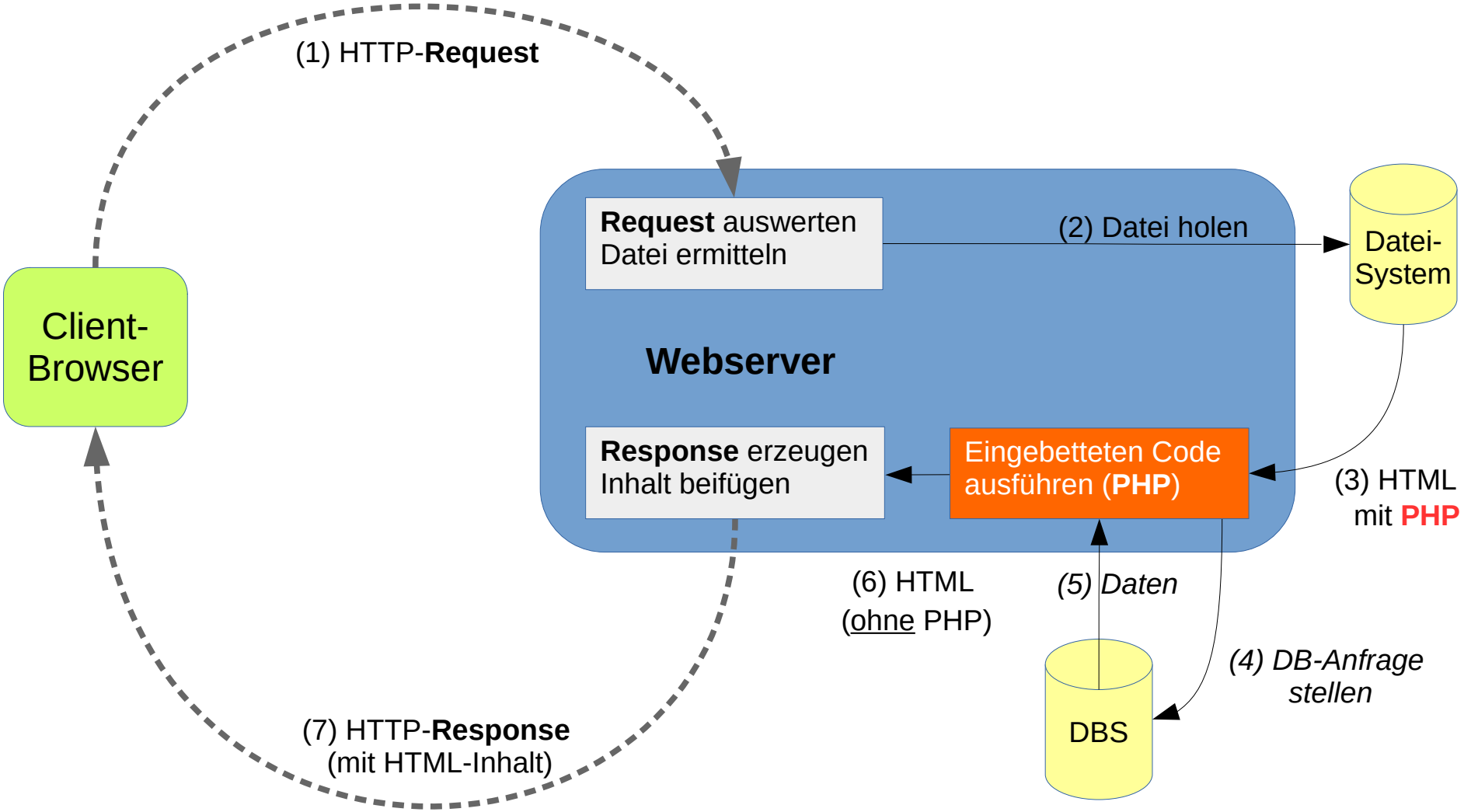
Serverseitige Techniken: PHP

Serverseitige Techniken

- **Nächste Schritte: Serverseitige Techniken**
  - **Statische Inhalte** ausliefern
    - **Webserver** z.B. **Apache**, nginx, IIS, ...
  - **Dynamische Inhalte** erzeugen, komplexe Anfragen verarbeiten
    - Serverseitige **Programmierung** z.B. **PHP**, ASP, JSP, .NET, Node.js, …
  - **Datenmanagement** (Daten speichern, abrufen, verknüpfen)
    - **Datenbank**-Schnittstelle z.B. zu **MySQL**, Postgres, DB2, ...
- **Verbreitete Standard-Lösung: LAMP**
  - Betriebssystem **Linux** (oder Windows → XAMPP)
  - Webserver **Apache**, Datenbank **MySQL**, Sprache **PHP**

Webserver: intern generierte Webseite

- **Abruf einer dynamisch erzeugten Webseite**



PHP-Grundlagen

- **PHP = „PHP: Hypertext Preprocessor“**
- **Idee:**
  - *Man fügt in eine fertige HTML-Seite genau dort Code ein, wo ein berechneter Inhalt landen werden soll.*
  - *Beispiel*:

```
<body> 1 + 2 = <?php  echo 1+2; ?> </body>
```

    - blau ist hier HTML,
    - rot ist PHP-Code,
    - **lila+fett** ist die syntaktische Klammerung des PHP-Codes
    - Lädt man die Webseite, erhält man die Ausgabe

      1 + 2 = 3

    - Genauer: Der vom Server gelieferte HTML-Text lautet hier

```
<body> 1 + 2 = 3 </body>
```

PHP-Grundlagen

- **Idee**
  - Der PHP-Code wird also auf dem Server ausgeführt und durch die Ausgabe *(echo / print)* des Codes ersetzt.
    - Außerhalb des Webservers ist kein PHP-Quellcode mehr zu finden.
  - Der resultierende Text darf alles enthalten was HTML/CSS/... kann
    - also auch **HTML**-Tags, **CSS**-Styledefinitionen, **Javascript**, ...
  - Der PHP-Code muss nicht vorab übersetzt werden.
    - Er wird bei jedem Aufruf durch den Webserver direkt ausgeführt.
- **Vorteil:**
  - Sehr effiziente Software-Entwicklung (kurze Zyklen)
  - Leichter Einstieg, schnelle Erfolge
- **Nachteile:**
  - fehleranfällig, u.a. keine statische Typ-Prüfung

PHP-Grundlagen

- **PHP ist leicht zu lernen**
  - Syntax ähnelt C++ / Java / Javascript
  - Etwas ungewohnt: Variablennamen fangen mit „$“ an.

- **Beispiel: Von 1 bis 10 zählen**

HTML

```
<h1>PHP-Schleife</h1>
```

PHP

```
<?php
    $limit = 10;
    $i = 1;
    while ($i <= $limit) {
      echo "Loop number " . $i . "<br> \n";
      $i = $i + 1;
    }
?>
```

```
<h1>PHP-Schleife</h1>

Loop number 1 <br>
Loop number 2 <br>
Loop number 3 <br>
Loop number 4 <br>
Loop number 5 <br>
Loop number 6 <br>
Loop number 7 <br>
Loop number 8 <br>
Loop number 9 <br>
Loop number 10 <br>
```

Die Ausgaben in PHP (echo) ersetzen später den PHP-Code

PHP-Grundlagen

- **PHP und HTML können stark verzahnt werden**
  - Wird von PHP auf HTML zurück geschaltet, so wirkt das, als ob der HTML-Code dort ausgegeben würde. Das funktioniert auch innerhalb von Kontrollstrukturen!
- **Beispiel: Von 1 bis 10 zählen**

HTML
```
<h1>PHP-Schleife</h1>
```
PHP
```
<?php
    $limit = 10;
    $i = 1;
    while ($i <= $limit) {
?>
```
HTML
```
        Loop number <?php echo $i; ?> <br>
```
PHP
```
<?php
        $i = $i + 1;
    }
?>
```

```
<h1>PHP-Schleife</h1>

Loop number 1 <br>
Loop number 2 <br>
Loop number 3 <br>
Loop number 4 <br>
Loop number 5 <br>
Loop number 6 <br>
Loop number 7 <br>
Loop number 8 <br>
Loop number 9 <br>
Loop number 10 <br>
```

Die (HTML-) Zeile wird in der (PHP-) while-Schleife 10 mal ausgegeben.

PHP-Grundlagen

- **PHP-Sprachreferenz**
  - **php.net** *(offizielle Referenz)*
    - http://php.net/manual/de/langref.php
    - Sehr detailliert (vollständige Sprachbeschreibung)
- **PHP-Tutorials**
  - php.net:
    - http://de2.php.net/manual/de/
    - Einstieg: http://de2.php.net/manual/de/intro-whatis.php
    - Leider sehr kurz
  - w3schools.com:
    - http://www.w3schools.com/php/
    - Hinweis: Die englische Fassung hat weniger Fehler
  - **Quakenet/#php Tutorial**
    - http://unix.oppserver.net/php-tut/
    - Sehr ausführlich und gut gemacht!

PHP-Grundlagen: Ausführung

- Standard: **PHP-Scripte durch Webserver ausführen**
  - PHP-Scripte werden auf dem Webserver als Dateien abgelegt.
    - Sie enthalten verzahnt HTML-Quelltext und eingebettete PHP-Scripte
  - Der Webserver erkennt PHP-Dateien an der Datei-Namensendung „`.php`“ und behandelt sie entsprechend
    - Der Webserver muss dazu ggf. konfiguriert bzw. erweitert werden (Z.B. Apache: mod-php, z.B. aus Debian-Paket libapache2-mod-php)
      - Der Webserver kann auch konfiguriert werden, z.B. alle HTML-Dateien als PHP-Dateien zu behandeln.
  - Rufen wir die Datei über den Webserver ab, werden …
    - die PHP-Scripte ausgeführt und durch ihre Ausgabe ersetzt
      - Es ist von außen nicht mehr zu erkennen, welche HTML-Teile aus PHP-Code stammen.
    - die resultierende HTML-Datei wie gewohnt an den aufrufenden Browser geschickt und dort dargestellt. (→ Inhalt von W2T-1)
      - Das erzeugte HTML-Dokument muss als Ganzes syntaktisch korrekt sein, soll den gewünschten Inhalt (→ Elementbaum) haben und ggf. im Quelltext gut formatiert sein.

PHP-Grundlagen: Ausführung

- **PHP-Scripte durch Webserver ausführen** (Beispiel)
  - Beispiel: (Übungs-Testserver, hier *scilab-0100.cs.uni-kl.de*)
    - Datei test.php unter `~/htdocs/` ablegen:

```
<!DOCTYPE html>
<html>
 <body>
   Hallo <?php echo "John\n<b>Doe</b>"; ?>!
 </body>
</html>
```

    - Aufruf der URL http://scilab-0100.cs.uni-kl.de/test.php im Browser
    - Anzeige im Browser:

Hallo John **Doe**!

    - Quelltext-Anzeige im Browser (Ctrl-U):

```
<!DOCTYPE html>
<html>
 <body>
   Hallo John
<b>Doe</b>!
   </body>
</html>
```

"\n" erzeugt **Zeilenumbruch**

Übungsfrage: *Warum sieht man den Umbruch nicht im Browser?*

PHP-Grundlagen: Ausführung

- Zum Testen: **PHP-Scripte manuell ausführen**
  - Das Ausführen der PHP-Anteile einer PHP-Datei kann auch manuell erfolgen.
  - Dazu rufen wir den php-Interpreter mit dem Kommando „`php -f` *`Dateiname`*“ auf
    - Datei test.php:

```
<body>
  Hallo <?php echo "John\n<b>Doe</b>"; ?>!
</body>
```

    - Aufruf von php:

```
php -f test.php
```

    - Ausgabe:

```
<body>
  Hallo John
<b>Doe</b>!
</body>
```

  - Die Kommandozeilenversion von PHP muss dazu ggf. installiert werden (Z.B. Debian-Paket php-cli)

PHP-Grundlagen: Ausführung

- Praxistipp: **PHP als lokale Scriptsprache**
  - Man kann PHP auch als Scriptsprache benutzen, um Kommandozeilen-Tools zu realisieren
    - Das ist z.B. nützlich, um kleine Datenbank-Werkzeuge zu bauen.
  - Beispiel:
    - Datei „myscript.php“ anlegen:

```
#!/usr/bin/php -f
<?php
    echo "Script-Demo -- übergebener Parameter:\n";
    print_r($argv);
?>
```

Sorgt für den Aufruf von “/usr/bin/php -f myscript.php“. Zeile wird nicht ausgegeben.

    - Datei als Ausführbar kennzeichnen:

```
chmod u+x myscript.php
```

    - Script aufrufen:

```
./myscript.php xxx
```

```
Script-Demo -- übergebener Parameter:
Array
(
    [0] => ./php-script.php
    [1] => xxx
)
```

PHP-Grundlagen

- **PHP-Kommentare**
  - Einzeilige Kommentare: Ab „//“ oder „#“ bis zum Ende der Zeile
  - Mehrzeilige Kommentare: Zwischen „/*“ und „*/“

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<body>
<?php
  // A single line comment    echo "1";
  #  A single line comment    echo "2";
  /* A multi line             echo "3";
       comment */             echo "4";
?>
</body>
</html>
```

- Übungsfrage: Welche der echo-Anweisungen werden ausgegeben?
- PHP-Scripte werden auch innerhalb von HTML-Kommentaren ausgeführt.

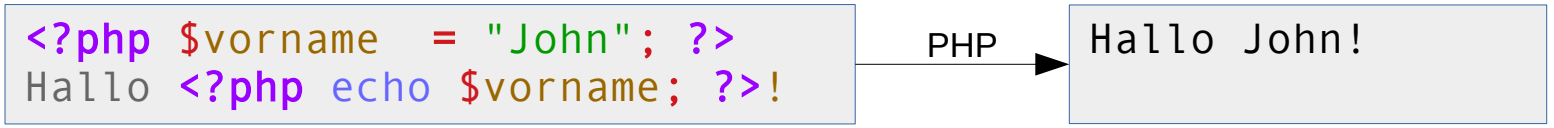
```
<!-- HTML Kommentar mit <?php echo "PHP"; ?> -->
```

PHP →

```
<!-- HTML Kommentar mit PHP -->
```

PHP-Grundlagen

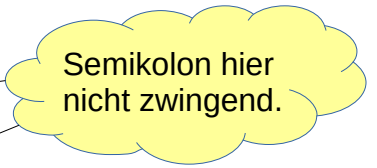
- **Variablen**
  - Variablennamen beginnen immer mit einem **$**-Zeichen
    - Vergisst man das, wird eine Konstante mit dem Namen (erfolglos?) gesucht
    - Variablennamen sind Case-sensitive
  - Variablen müssen nicht deklariert werden
    - **Variablen haben keinen Typ** (aber ihr jeweils aktueller **Wert** hat einen Typ!)
    - Man kann Variablen einfach verwenden, z.B. einen Wert zuweisen
- **Zuweisung von Werten zu Variablen**
  - Variablen, die noch keine Zuweisung erhalten haben, haben den Wert NULL
  - Einen Wert zuweisen kann man mit dem Zuweisung-Operator **=**



PHP-Grundlagen

- **Sequenzen von Anweisungen**
  - Anweisungen werden mit Semikolon („;“) voneinander getrennt
    - Kommt dahinter keine Anweisung, kann (aber muss kein) Semikolon stehen

```php
<?php
    $vorname  = "John";
    $nachname = "Doe";
?>
<body>
Hallo <?php echo $vorname; ?>!
</body>
```



- **Groß-Klein-Schreibung**
  - Schlüsselworte (z.B. „if“), Funktionsnamen und Konstanten (z.B. „true“) sind nicht Case-Sensitive
    - Sie können gemischt groß oder klein geschrieben werden
  - Variablennamen sind aber Case-Sensitiv (s.o.)
    - $a und $A sind zwei verschiedene Variablen!

PHP-Grundlagen

- **Kontrollstrukturen**
  - PHP kennt typische Kontrollstrukturen wie in anderen (C-/Java-artigen) imperativen Programmiersprachen
    - `if (audruck) anweisung`
    - `if (audruck) anweisung else anweisung`
    - `if (audruck) anweisung elseif (ausdruck) anweisung`
    - `while (audruck) anweisung`
    - `foreach (array_expression as $value) anweisung`
    - `foreach (array_expression as $key => $value) anweisung`
    - `for (expr1; expr2; expr3) anweisung`
    - `...`
  - Beispiel
    - ```
      foreach (array(3,5,7) as $k => $v) {
         echo "<li>Wert für $k ist $v\n";
      }
      ```
  - https://www.php.net/manual/de/language.control-structures.php
      ```

PHP-Grundlagen

- **Mehrere Arten von String-Literalen**
  - Einfache Anführungszeichen: `'Text'`
    - Inhalt wird 1:1 übernommen
  - Doppelte Anführungszeichen: `"Text"`
    - Bestimmte Zeichenketten werden interpretiert und durch Sonderzeichen ersetzt
      - `"\n"` → LF (Linefeed = Neue Zeile),
        `"\r"` → CR (Carriage Return),
        `"\\"` → `'\'`,
        `"\$"` → `'$'`,
        `"\""` → `'"'`,
        ...
    - Es gibt noch weitere Sequenzen:
      https://www.php.net/manual/de/language.types.string.php#language.types.string.syntax.double
    - Variablennamen (`$name` und `{$name}`) werden durch ihren Wert ersetzt

Der Vollständigkeit halber:
Es gibt noch 2 weitere Arten,
Heredoc und *Nowdoc*

Nützlich wenn nach dem Var.-Namen z.B. ein Buchstabe steht. (Warum?)

Der Mechanismus ist sehr komplex, z.B. ist zur Ausgabe eines Array-Wertes auch so etwas möglich:
`"Ergebnis: $arr[0]"`

```php
<?php
    $vorname  = "John";
    $nachname = "Doe";
    echo "Hallo $vorname {$nachname}!"
?>
```

PHP

```
Hallo John Doe!
```

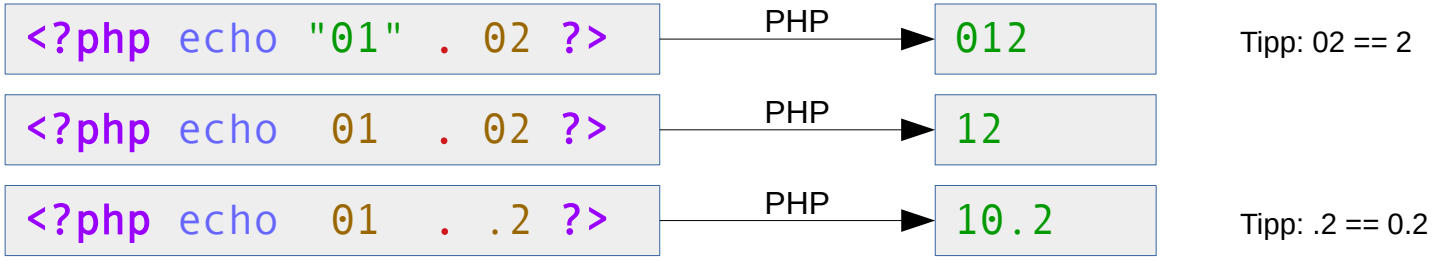
PHP-Grundlagen

- **String-Werte können mit „ . “ verkettet werden**
  - Der .-Operator verkettet zwei Strings
    - Das folgende Script erzeugt die Ausgabe „Hallo John Doe!“

```
<?php
    $vorname  = "John";
    $nachname = "Doe";
?>
Hallo <?php echo $vorname . " " . $nachname ?>!
```

- **Der .-Operator kann aber nur Strings verarbeiten**
  - Andere Typen werden ggf. implizit in Strings umgewandelt.
  - Das kann teilweise verblüffende Effekte haben.

Die Ergebnisse haben jeweils den Typ String



- **Typkonvertierungen** (Beispiel String → Integer)
  - Allgemein werden Typen in PHP bei Bedarf flexibel konvertiert
    - Bsp.: Numerische Operatoren (wie +, -, *) brauchen Zahlen als Parameter
      - Übergibt man z.B. einen String, wird dieser in eine Zahl konvertiert

```
<?php echo  "1" +  "2" ?>   PHP → 3
<?php echo "01" +  "2" ?>   PHP → 3
<?php echo  10  + ".2" ?>   PHP → 10.2
```

Die Ergebnisse haben hier jeweils den Typ integer oder float

      - Die Konvertierung String nach Zahl endet, sobald der Rest nicht mehr als Zahl interpretiert werden kann

```
<?php echo "1x" + "2y" ?>   PHP → 3
```

      - Der leere String wird bei Umwandlung in eine Zahl als 0 interpretiert

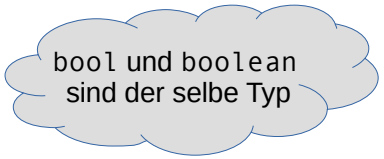
```
<?php echo  10 + "" ?>   PHP → 10
<?php echo "x" + "y" ?>   PHP → 0
```

PHP-Grundlagen

- **Datentypen**
  - Skalare Typen:
    - boolean Werte: true, false
    - integer z.B. 123, -5
    - float z.B. 1.0, 5.7e3 == 5700.0, 1e-3 == 0.001
    - string z.B. "Hallo"
  - Strukturierte Typen
    - array z.B. array(2, 3, 5, 7)
      z.B. array("Hund", "Katze", 123)
      z.B. array("matnr"=>12345, "name"=>"Müller")
    - Object, Callable, Iterable
  - Spezielle Typen
    - Ressource
    - NULL Wert: NULL
  - Siehe https://www.php.net/manual/de/language.types.php

Zahlen-Literale:
führende 0
bei Oktalzahlen,
0x bei Hex-Zahlen

- **Explizite Typkonvertierungen**
  - Typen können auch explizit konvertiert werden
    - Dazu wird der Typname in Klammern vor den Ausdruck gestellt
    - z.B. `(bool) 1` (Ergebnis: true)
    - z.B. `(boolean) 0` (Ergebnis: false)



  - Es gibt folgende Konvertierungen
    - (int), (integer) - cast to integer
    - (bool), (boolean) - cast to boolean
    - (float), (double), (real) - cast to float
    - (string) - cast to string
    - (array) - cast to array
    - (object) - cast to object
    - (unset) - cast to NULL

PHP-Grundlagen

- **Typkonvertierungen**
  - Einige Typkonvertierungswerte sind besonders wichtig:
  - Folgende Werte werden als boolean false interpretiert
    - boolean false selbst
    - integer 0
    - float 0.0
    - Der leere string, und der string "0"
    - Ein array ohne Elemente
    - Der spezielle Typ NULL (also auch nicht initialisierte Variablen)

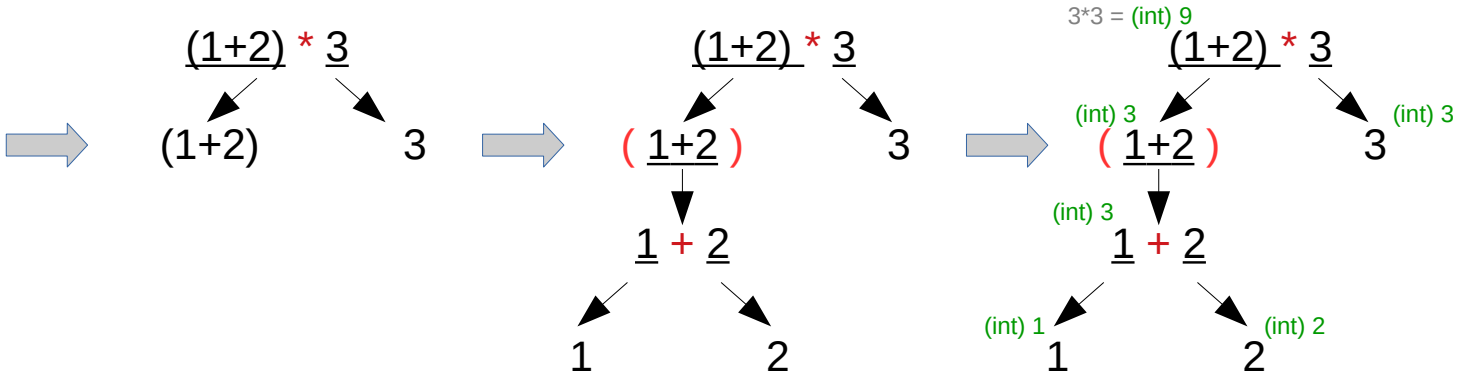
    Wir können alle diese Type z.B. direkt als if-Bedingung nutzen
    - z.B.: `$list = array(1,2,3); /* … */ if ($list) { … }`
  - Diese Werte werden bei der Konvertierung zu integer entsprechend auch als 0 interpretiert.
    - Beachten Sie die Anomalie bei den beiden String-Werten!
  - https://www.php.net/manual/de/language.types.type-juggling.php

- **Ausdrücke (Expression): Zerlegung**
  - Durch Operatoren (z.B. +) werden Ausdrücke (z.B. 1+2) gebildet
  - **Ausdruck-Analyse**
    - Ausdrücke werden rekursiv (von oben nach unten) in Teilausdrücke zerlegt

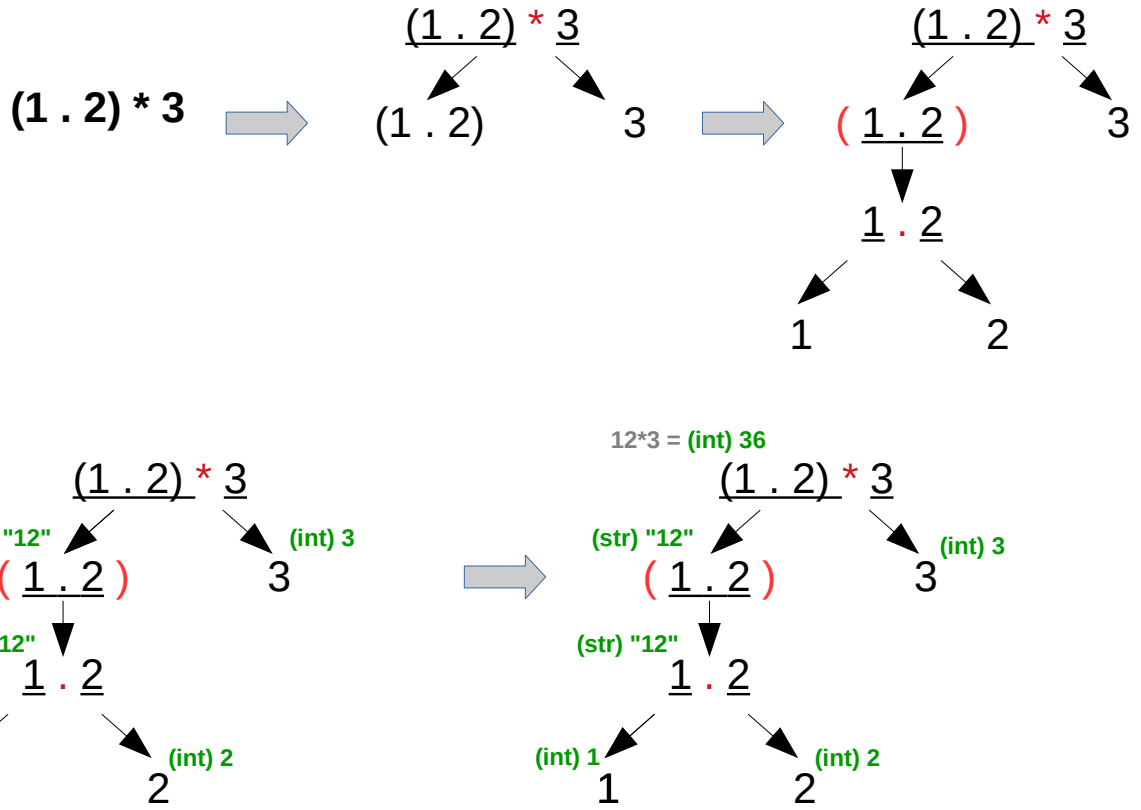
      Ziel: Baumstruktur zur Ausdrucksanalyse
      - Knoten sind Ausdrücke, die nach unten zerlegt werden
      - Die Blätter sind schließlich nur noch atomare Ausdrücke (nicht mehr zerlegbar)
    - die Werte und Typen der atomaren Ausdrücke (z.B. Variablen) bestimmt
    - schrittweise (von unten nach oben) Werte u. Typen der Teilbäume bestimmt

      Ziel: Wert und Typ des gesamten Baums bestimmen.
  - Beispiel

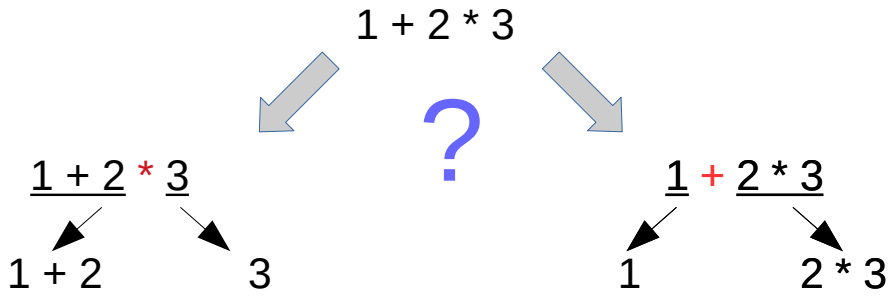
(1+2)*3



- **Ausdrücke (Expression): Typkonvertierungen**
  - Bei der Berechnung der Ergebnisse muss man auf implizite Typkonvertierungen achten
  - Beispiel



- **Ausdrücke (Expression): Präzedenzen**
  - Die Zerlegung scheint manchmal nicht eindeutig zu sein



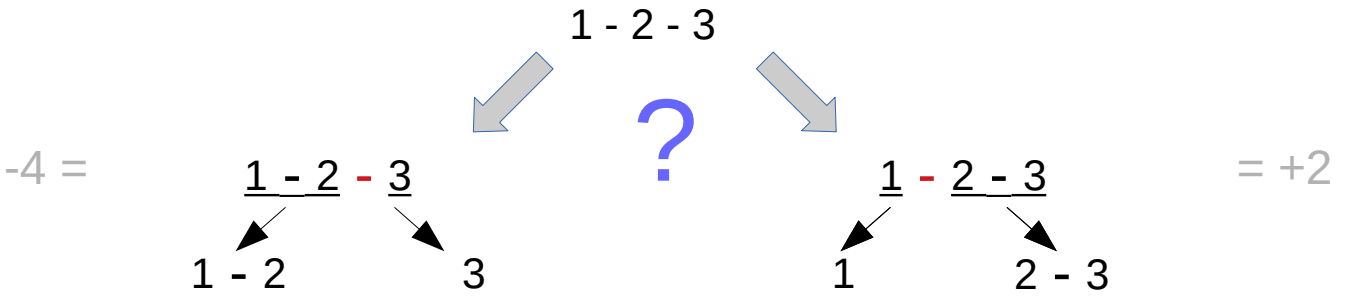
  - Die Operatoren haben dazu eine Rangfolge (**Präzedenz**)
    - https://www.php.net/manual/de/language.operators.precedence.php
    - In der Tabelle höher stehende Werte „binden stärker“
      → die schwächeren Operatoren werden immer zuerst zerlegt

Die Zeile „+ - .“ ist auf php.net leider um eine Spalte „verrutscht“.

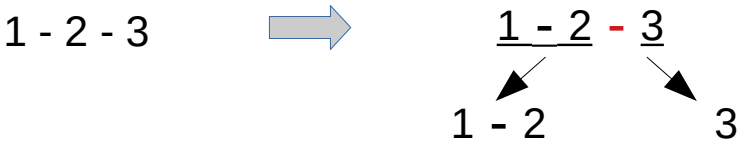
  - Ergebnis im obigen Beispiel:
    - * bindet stärker als +

1 + 2 * 3 → 1 + 2 * 3 | 1 | 2 * 3

- **Ausdrücke (Expression): Assoziativität**
  - Die Zerlegung scheint *weiterhin* manchmal nicht eindeutig zu sein



  - Der Vorrang Operatoren gleicher Präzedenz (gleiche Zeile) wird über die **Assoziativität** (erste Spalte) geregelt
    - https://www.php.net/manual/de/language.operators.precedence.php
    - links-assoziativ bedeutet der linke Operator „bindet stärker“
  - Ergebnis im obigen Beispiel:
    - **-** (minus) ist links-assioziativ
      → linker Operator bindet stärker

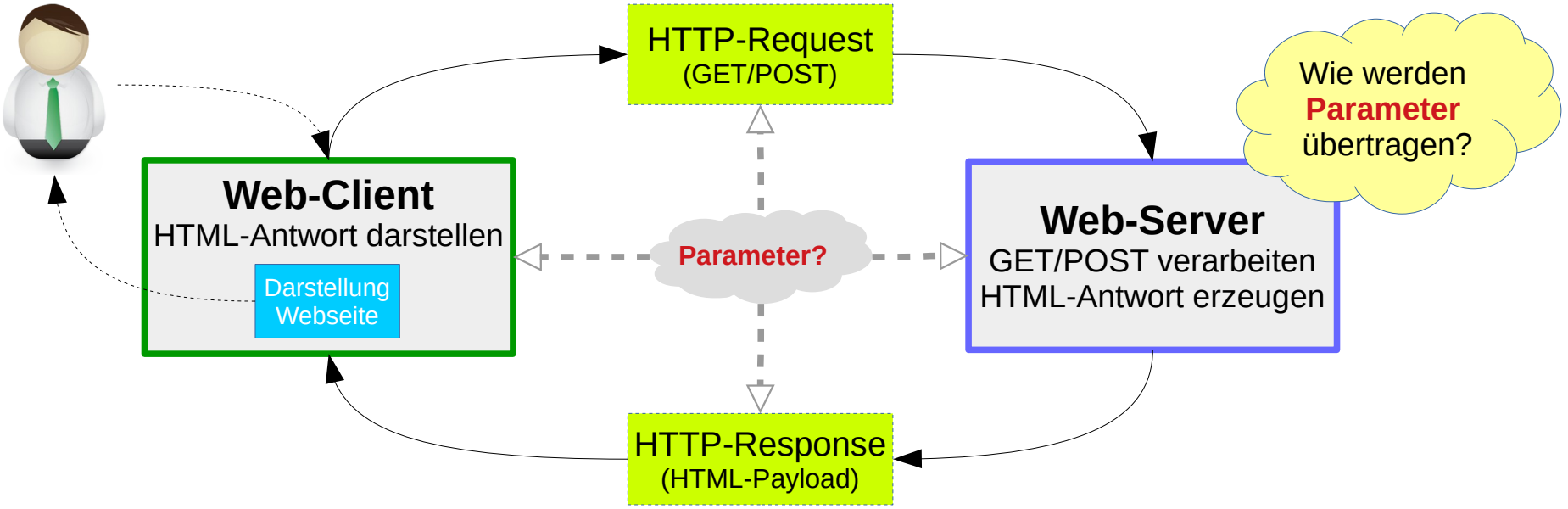


Struktur von Web-Applikationen

- **Vorüberlegung zur Struktur von Web-Applikationen**
  - Wir machen nun einige Vorüberlegungen zur Struktur von Web-Applikationen
    - Austausch von Parametern und Daten
    - Authentifizierung und Autorisierung
  - Was sind die Schnittstellen und Lösungsansätze dazu in PHP?
- Wir ergänzen weitere Aspekte von PHP dabei jeweils bei Bedarf.

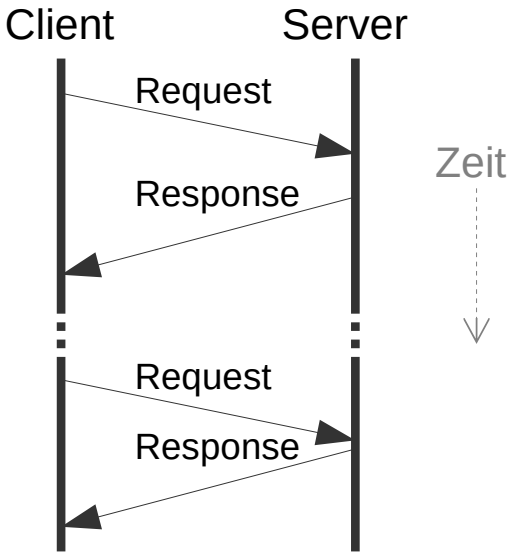
Struktur von Web-Applikationen

- **Typische Kommunikationssequenz zwischen Client** *(Web-Browser)* **und Server** *(Web-Server)*
  1. Benutzer am Client klickt Link an oder schickt Formular ab
  2. Client stellt Anfrage (GET- oder POST-Request)
  3. Server Antwortet mit HTML (Response mit HTML-Nutzlast)
  4. Client stellt HTML-Nutzlast dar → (1.)



Client-Server-Informationsaustausch

- **Transaktionsmodus von Webseiten-Zugriffen:**
  - **Request** vom Client an den Server (Anfrage)
  - **Response** vom Server an den Client (Antwort)
- **Request**
  - Metadaten
    - Was wollen wir? → URL
    - Wie wollen wir es? → Methode
    - Request-Parameter (z.B. Formulardaten)
  - Nutzlast (evtl.)
- **Response**
  - Metadaten
  - Nutzlast
    - z.B. HTML-Seite
    - Im Body



Client-Server-Informationsaustausch

- **Zur Erinnerung** (Kaptitel 1, HTTP):

```
Request = Request-Line
          *((   general-header
              | request-header
              | entity-header    ) CRLF)
          CRLF
          [ message-body ]

Request-Line = Method SP
               Request-URI SP
               HTTP-Version CRLF

Request-URI = "*"|absoluteURI|abs_path|authority

Method = "GET"  |  "HEAD"  |  "POST"
```

  - Bei Method POST werden im message-body (Nutzlast) Daten übertragen

Requests auslösen

- **Requests sind die Auslöser aller Aktivitäten**

→ **Fragen …**

- **Wie entstehen Requests?**
  - Was sind die Auslöser
  - Wer legt die Methode fest?
  - Wo kommen die Parameter her?

- **Wie werden Request-Parameter kodiert?**
  - Und warum muss ich das überhaupt wissen?

Requests auslösen

- **… ausgelöst durch Ereignis im** (oder beim) **Client**

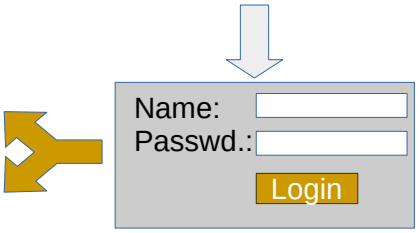
1) Benutzer klickt einen **Link** an (**a**-Element mit href-Parameter)
   - `<a href="/login.html">zum Login</a>`

     → Erzeugt ein **GET-Request** mit der URL

2) Benutze schickt **Formular** ab (**form**-Element mit action-Param.)
   - ```
     <form action="/login.html" method=get>
         Name:   <input type=text     name=name     >          <br>
         Passwd: <input type=password name=password >          <br>
                 <input type=submit   name=login    value="Login">
     </form>
     ```

     → Erzeugt ein **GET-Request** (bei `method=get`)

     → … oder ein **POST-Request** (bei `method=post`)



3) Browser-extern ausgelöst
   - Benutzer tippt URL in Browser-Adressleiste ein
   - Externes Programm (z.B. Email-Client) übergibt URL an Browser
     ```

Requests auslösen

- **… oder ausgelöst durch den vorherigen Response**

1) Bei Empfang eines HTTP-*Redirect*-Headers

- `Location: http://myserver/mypath`
- Meist zusammen mit den Status-Codes
  - **301** Moved Permanently
  - **307** Temporary Redirect
- Die angegebene URL wird per GET abgerufen
  - *Interessant Rande*: Noch nicht lange (RFC7231, Juni 2014) darf es sich beim Ziel um eine relative URI handeln. Als Fragment-Angabe („#...“) der resultierenden URL wird die angegebene oder ansonsten die der Basis-URL übernommen.

2) Ein meta-Element *refresh* im HTML-head-Element

- ```
  <meta http-equiv=refresh
     content="5; URL=/login.html" >
  ```
- *Hier wird die Webseite zunächst angezeigt*
  und nach 5 Sekunden die angegebene URL per GET aufgerufen
- *(Ohne URL-Angabe wird die selbe URL regelmäßig immer wieder geladen.)*
  ```

Requests auslösen

- **… oder natürlich durch Javascript**

  Das ist einfach, Javascript automatisiert ja sozusagen den Client, man kann also u.a. Benutzeraktivitäten simulieren.

  1) Einen GET-Request durch setzen der Dokument-URL auslösen

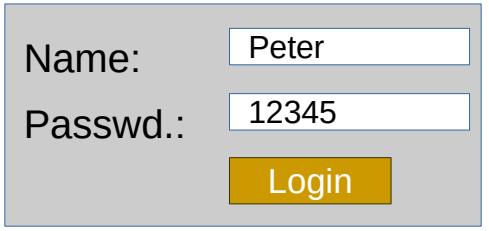
  - ```
    window.location = "http://myserver/mypath";
    ```

  2) Eine Formular erzeugen und abschicken

  - Idee: Man nutzt ein (in der HTML-Seite vorhandenes oder mit JS dynamisch aufgebautes) **Formular** und ruft die Methode **submit()** auf.
  - ```
    var form = document.querySelector('form#xyz');
    form.submit();
    ```
    Vorhandenes abschicken
  - ```
    var form = document.createElement('form');
    form.attr("method", "post");
    form.attr("action", "/login.html");
    var input = document.createElement('input');
    form.appendChild(input); // ggf. weitere Attribute für input
    form.submit();
    ```
    Neu konstruiertes abschicken
  - entsprechend ist GET oder POST möglich
    ```

GET- und POST-Parameter: query-strings

- Bei GET- und POST-Requests werden **Parameter** übermittelt
  - z.B. die Inhalte von **Formularfeldern**:
    - Name: Peter
    - Password: 12345



- **GET-Requests:**
  - Parameter werden in **URL** einkodiert
  - Format: **query-string**
    - `http://<host>/<path>?<query-string>`
- **POST-Requests:**
  - Parameter werden in **message-body** abgelegt
  - Format: **query-string**

GET- und POST-Parameter: query-strings

- Nochmal zur Erinnerung aus Kapitel 1: **URL-Syntax**

HTTP URL Scheme (1)
(gemäß RFC 1738, „Uniform Resource Locators (URL)“)

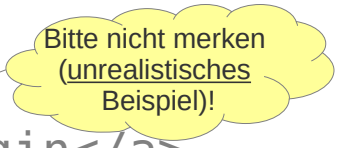
`http://<host>:<port>/<path>?<searchpart>`

- <searchpart> is a **query string**
- ein paar verbotene Zeichen
- keine weitere Struktur …

  - Hier wird keine Struktur für den *query string* festgelegt.

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Was ist denn nun ein Query-String?**
  - Zunächst ist die Struktur im Standard nicht genauer spezifiziert
  - Man könnte hier (fast) beliebige Strukturen nutzen
    - z.B. `<a href="/login?name*peter!passwort*12345">Login</a>`
  - Man müsste dann nur dafür sorgen, dass mein Server das versteht.



- **Wie nutzt man das in PHP (also auf Serverseite)?**
  - Die Variable **$_SERVER** enthält den kompletten Query-String:
    - `$_SERVER['QUERY_STRING'] == 'name*peter!passwort*12345'`
  - Das müssten wir dann aber selber interpretieren und zerlegen
    - z.B. mit PHP-Funktionen explode oder split oder mit Regulären Ausdrücken
  - Es gibt aber zum Glück einfachere Lösungen ...

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Aber es gibt ja auch query-strings, die vom Browser automatisch erzeugt werden:**
  - **Formulare** erzeugen ihre query-strings automatisch, z.B.

```
http://myhost/login.html?name=Peter&password=12345
```

    - Siehe HTML5-Standard 4.10.21.3 „**Form Submission Algorithm**“: https://html.spec.whatwg.org/multipage/form-control-infrastructure.html#...
    - Query-String-Encoding: https://url.spec.whatwg.org/#concept-urlencoded-serializer
- **Nutzen wir einfach ebenfalls im HTML-Quelltext**
  - Dadurch muss der Server nur dieses eine Format unterstützen
  - Wir erzeugen also auch mit allen anderen (nicht-Formular) Methoden query-strings nach diesem Muster
    - falls wir Parameter übergeben wollen
    - z.B. HTML-a-Element

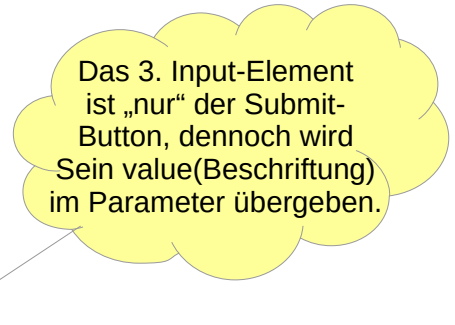
```
<a href="/login.html?name=Peter&password=12345">zum Login</a>
```

    - *Diskussion: In welchen Szenarien dieses a-Element mit Passwort real verwenden?*

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Beispiel (GET):**

```
<form action="/login.html" method=get>
   <input type=text     name=name     >
   <input type=password name=password >
   <input type=submit   name=login    value="Login" >
</form>
```



- Eingabe in Formular „*Peter*“ für name und „*12345*“ für Passwort
- Erzeugte GET-URL:

```
http://.../login.html?name=Peter&password=12345&login=Login
```

- Es entsteht folgender Request (im Wesentlichen)

```
GET /login.html?name=Peter&password=12345&login=Login HTTP/1.1
Host: ...:80
```

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Beispiel (POST):**

```
<form action="/login.html" method=post>
   <input type=text     name=name     >
   <input type=password name=password >
   <input type=submit   name=login    value="Login" >
</form>
```

  - Eingabe in Formular „*Peter*“ für name und „*12345*“ für Passwort
  - Erzeugte GET-URL:

```
http://.../login.html
```

  - Es entsteht folgender Request (im Wesentlichen)

```
POST /login.html HTTP/1.1
Host: ...:80
Content-Type: application/x-www-form-urlencoded

name=Peter&password=12345&login=Login
```

Header

Leerzeile

Payload

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Erzeugung (Format und Kodierung) von query-strings:**
  - Sequenz vom Name-Wert-Paaren der Form <name> "=" <value>
  - Jeweils getrennt durch ein "&"
  - ASCII-Sonderzeichen in Name und Wert werden als %xx kodiert
    - wobei die Hexadezimalzahl xx den ASCII-Code des Zeichens angibt.
    - Nicht kodiert werden müssen
      Buchstaben [A-Z, a-z], Ziffern [0-9] und "-", "_", "." und "~"
  - Leerzeichen können auch als "+" kodiert werden.
    - Das entstammt dem HTML-Standard,
    - entspricht nicht dem URI-Standard (ist aber unkritisch)
  - Um die Kodierung müssen wir uns immer selber kümmern, wenn wir die Query-Strings selber erzeugen
    - z.B. im Parameter **href** im **a**-Element eines von uns erzeugten HTML-Textes
    - In Formularen macht das der Browser für uns

GET- und POST-Parameter: query-strings

- **Wichtige-Codes (Auszug)**

SPACE	!	"	#	$	%	&	'	(	)
%20	%21	%22	%23	%24	%25	%26	%27	%28	%29
*	+	,	/	:	;	=	?	@	[	]
%2A	%2B	%2C	%2F	%3A	%3B	%3D	%3F	%40	%5B	%5D

- **Beispiele**
  - Name „x“ mit Wert „2 * 3“ und „y“ mit „4“ ergibt kodiert:

    `x=2%20%2A%203&y=4` *oder*

    `x=2+%2A+3&y=4`

  - Name „Price&Tax“ mit Wert „20$ + 7.3%“ ergibt kodiert:

    `Price%26Tax=20%24%20%2B%207.3%25` *oder*

    `Price%26Tax=20%24+%2B+7.3%25`

Query-String-Encoding mit PHP

- **Zum Glück hat PHP dazu Funktionen**
  - `urlencode($str)` **kodiert** Parameter-Strings (→ php.net)
  - `urldecode($str)` **dekodiert** sie (→ php.net)
  - Beispiel:
    - `<?php echo urlencode('20$ + 7.3%') . "\n"; ?>`
    - Ergebnis: 20%24+%2B+7.3%25
  - Wenn man es strikter haben will: **raw**urlencode und **raw**urldecode
    - Kodiert robuster (fast alle alphanumerischen Zeichen → php.net)
  - Beispiel:
    - `<?php echo rawurlencode('20$ + 7.3%') . "\n"; ?>`
    - Ergebnis: 20%24%20%2B%207.3%25
  - Mit diesen Funktionen können wir also URL-Parameter kodieren
    - z.B. für ein a-Element

Query-String-Encoding mit PHP

- **Wo brauch man das?**
  - Szenario: Wir haben (z.B. per Formular von Benutzer) eine Namens-Eingabe bekommen. Der Wert liegt in `$name` .
  - Wir möchten jetzt die URL `/login.php` aufrufen und den Namen übergeben.

```php
<?php
   $name = … ;  // stammt irgendwo her
   $url = '/login?name=' . urlencode($name);
   echo '<a href="' . $url . '">Login</a>';
?>
```

  - Ergebnis ist im erzeugten HTML-Text ein A-Element, das bei Aufruf den Namen korrekt als GET-Parameter übergibt.
    - Enthält $name z.B. "*Firma Schmitt&Partner*", so entsteht

```
<a href="/login.php?name=Firma%20Schmitt%26Partner">Login</a>
```

    - Ohne `urlencode` wäre ein Fehlerhafter Query-String entstanden:

```
<a href="/login.php?name=Firma Schmitt&Partner">Login</a>
```

Verarbeitung von GET- und POST-Daten

- **Wie verarbeitet man die Query-String-Daten?**
  - Zum Glück dekodiert PHP die per GET oder POST übergebenen Daten für uns. Sie liegen in
    - `$_GET` alle per **GET** übertragenen Name-Wert-Paare
    - `$_POST` alle per **POST** übertragenen Name-Wert-Paare
    - `$_REQUEST` = `array_merge($_GET , $_POST)` // Vereinigung der Mengen
  - Wenn gleichgültig ist, wie die Daten übertragen wurden, kann man `$_REQUEST` benutzen.
  - Alle drei sind assoziative Arrays
    - um z.B. auf den GET-Parameter „`name`“ zuzugreifen, dient der Ausdruck

      ```
      $_GET['name']
      ```

      - Siehe https://www.php.net/manual/de/language.types.array.php
  - Alle drei Variablen sind superglobal
    - d.h. man von überall auf sie zugreifen (also ohne „`global $_GET;`“)
      - Siehe https://www.php.net/manual/de/language.variables.superglobals.php

Verarbeitung von GET- und POST-Daten

- **Sicherheit** (aus Sicht des Servers)
  - Die in `$_GET` und `$_POST` enthaltenen Werte stammen **von außen** (vom Benutzer des Webdienstes)
    - Es können **Fehler** passieren oder Sie können sogar zu **Angriffen** dienen
  - Man kann ihren **Inhalten** allgemein **nicht vertrauen**!
    - Parameter könnten ungesetzt sein, obwohl wir sie gesetzt erwarten
    - Sie könnten Inhalte enthalten, die zu unerwünschten Effekten führen
- **Also …**
  - Benutzergenerierte Daten müssen allgemein immer so behandelt werden, als würden sie von einem **Angreifer** stammen.
    - Ausnahme: Daten die von einem vertrauenswürdigen Nutzer (z.B. Admin).
  - Angriffe über benutzergenerierte Daten können **auch indirekt** erfolgen
    - Z.B. durch Daten, die zwischenzeitlich in der Datenbank abgelegt wurden.

Verarbeitung von GET- und POST-Daten

- **Wie prüfen, ob Parameter (nicht) gesetzt sind?**
  - Wir erwarten, dass ein Parameter gesetzt wurde
    - … z.B. da wir die URL /login.php nur aus einem Formular aufrufen, in dem Name und Passwort abgefragt werden:

```
<form action="/login.php" method=post>
   <input type=text     name=name     >
   <input type=password name=password >
   <input type=submit   name=login value="Login" >
</form>
```

    - In /login.php werten wir diese Daten aus:
    -

```
<?php
  if ($_POST['name']     == 'Tom'  &&
      $_POST['password'] == '1234' ) {
    $user = 'Tom'; // erfolgreich eingeloggt …
  }
?>
```

    - Der Benutzer hat aber die URL manuell eingegeben oder das Formular manipuliert. So sei z.B. $_POST['password'] undefiniert.
      - Der Zugriff auf $_POST['password'] erzeugt eine Warnung

Verarbeitung von GET- und POST-Daten

- **Lösung 1:** Vorher prüfen
  - mit `isset()` vorher prüfen

```php
if (isset($_POST['name'], $_POST['password']) &&
    $_POST['name']     == 'Tom'  &&
    $_POST['password'] == '1234' )
{
     $user = 'Tom'; // erfolgreich eingeloggt …
}
```

- **Lösung 2:** Sicherer Default-Wert
  - Ist der Wert nicht gesetzt ist das Ergebnis NULL → *ist das sicher?*
  - Optional: @-Präfix → Keine Warnung wenn nicht gesetzt
    -

```php
if (@$_POST['name']     == 'Tom'  &&
    @$_POST['password'] == '1234' )
{
    $user = 'Tom'; // erfolgreich eingeloggt …
}
```

if-Test ist sicher, da NULL-Wert **hier** wie falsche Eingabe behandelt wird.

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- **Wie mit gefährlichen Inhalten von Daten umgehen?**
  - z.B. werden übergebene Parameter oft in Ausgaben verwendet ...
    - Als Parameter für URLs (im HTML-Text)
      - Zum Schutz gegen unerwünschte Effekte kennen wir ja schon **urlencode** (s.o.)
    - Als Text-Ausgabe im HTML-Text
    - Als Teil einer Datentbank-Anfrage („SQL-Injection“ → später)
  - Die Idee beim Angriff ist immer, einen Parameter zu übergeben, der beim Einbau in eine Ausgabe zu unerwünschten Effekten führt.
  - Beispiel:
    - Unser `/login.php` soll bei einem erfolglosen Login-Versuch schon einmal den Benutzernamen wieder ins Formular übernehmen:

```
<form action="/login.php" method=post>
   <input type=text name=name
              value="<?php echo @$_POST['name']; ?>" >
    <!-- .... -->
</form>
```

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- **Unser *(böser?)* Nutzer versucht sich einzuloggen ...**
  - 1. Versuch, Eintippen der URL (keine POST-Daten)
    - `@$_POST['name']` liefert **NULL**, also konvertiert zu String den **leeren String**

      ```
      <input type=text name=name value="" >
      ```
  - 2. Versuch: Name „Peter“, (falsches) Password „4321“
    - Wir liefern das Login-Formular mir `value="Peter"` zurück

      ```
      <input type=text name=name value="Peter" >
      ```
  - 3. Versuch: Name „**"></html>**“
    - Wir bauen das unbesehen in das Formular ein ...

      ```
      <input type=text name=name value=""></html>" >
      ```
    - Das wollten wir sicher nicht!!!

    „HTML-Injection“
    (später mehr dazu)
  - Derartiges passiert überall, wo *unsichere Inhalte* in HTML eingebaut werden
    - Hallo <?php echo **$name**; ?>, dein Passwort war nicht richtig.

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- **Wir wollen alle für uns gefährlichen Zeichen los werden …**
  - „<“ und „>“, um zu verhindern dass Tags erzeugt werden (s.o.)
  - Anführungszeichen, um zu verhindern dass man HTML-Tag-Parameter-Strings vorzeitig beendet (s.o.)
    - u.U. genügt es, nur Doppelte „"“ zu entfernen, wenn man in für Tag-Parameter-Strings nur solche benutzt. Einfache „'“ können dann bleiben.
  - &-Zeichen, um zu verhindern dass diese als HTML-Zeichencode interpretiert werden.
    - z.B. in der Eingabe „`ich messe volt&`“, die in HTML anders interpretiert würde als vom Formular-Benutzer erwartet.
- **Genau das tun htmlspecialchars() bzw. htmlentities()**
  - „&“ (Ampersand/kaufmännisches UND) wird zu '`&`'.
  - „"“ (doppeltes Anführungszeichen) wird zu '`&quot;`'
  - „<“ (kleiner als) wird zu '`<`'
  - „>“ (größer als) wird zu '`>`'

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- Wirkung von **htmlspecialchars()**
  - Wandelt die o.g. HTML-Sonderzeichen um in HTML-Codes
    - ```
      <?php
          $dangerous = "<a href='test'>Test</a>";
          $safe = htmlspecialchars($dangerous);
          echo $safe;
      ?>
      ```

      Ergebnis: `&lt;a href='test'&gt;Test&lt;/a&gt;`
    - Bei Aufruf `htmlspecialchars($dangerous, ENT_QUOTES)` werden **auch einfache** Anführungszeichen umgewandelt
      - Ergebnis: `&lt;a href=&#039;test&#039;&gt;Test&lt;/a&gt;`
  - Diverse weitere Optionen (siehe php.net)
- Wirkung von **htmlentities()**
  - Wandelt darüber hinaus z.B. Umlaute (‚`ä`' → ‚`&auml;`') um.
    - Vorteilhaft bzgl. robustem Encoding – aber kein echter Sicherheitsgewinn
    - Achtung: Auch hier ist ggf. `htmlentities(…, ENT_QUOTES)` nötig (s.o.)
      ```

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- **Anwendung**
  - Diese sichere Kodierung sollte **immer** angewandt werden, wenn **potentiell gefährliche Daten** in HTML-Seiten eingebaut werden.
- **Probleme**
  - Mehrfachanwendung führt zu unerwünschten Effekten:
    Die HTML-Codes werden in der Webseite nur einmal dekodiert.
    - ```php
      <?php
          $dangerous = "&";
          $safe      = htmlspecialchars($dangerous);
          $doublesafe= htmlspecialchars($safe);
          echo $dangerous . "\n" . $safe . "\n" . $doublesafe;
      ?>
      ```
    - **Ergebnis**: `&` `&amp;` `&amp;amp;`
      Browser-Anzeige: □ & &

Fehler (-Toleranz)
      ```

Schutz vor gefährlichen Inhalten

- **Man kann auch die HTML-Tag-Typen beschränken**
  - **strip_tags**($str [, $allowable_tags])
  - Entfernt alle Tags, außer sie sind explizit erlaubt
    - ```
      <?php
        $text = 'Das "A&O" ist alles.';
        echo strip_tags($text)             . "\n";
        echo strip_tags($text, '<p>') . "\n";
      ?>
      ```
    - Ergebnis:
      ```
      Das "A&O" ist alles.
      Das "A&O" ist alles.
      ```
  - Nützlich, wenn man z.B. in Blog-Beiträgen Fettschreibung (also b-Tags) erlauben will, aber nicht z.B. Bilder (img-Elemente) oder Links (a-Elemente).
  - **Achtung**: Das ist nicht in allen Situationen ausreichend um Stabilität und Sicherheit zu garantieren
      ```

(Debug-) Ausgabe von PHP-Variablen

- **print und echo**
  - … geben einen (print x) oder mehrere (echo x, y, z) Strings aus.

    → ggf. Stringkonvertierung → strukturierte Daten werden nicht ausgegeben

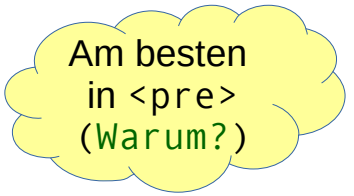
```php
$a = array('rot', 3=>'grün', 'b'=>'blau');
print $a;
```

```
Array
```

- **print_r** (→ php.net)
  - … gibt strukturierte Daten **rekursiv** aus

```php
print_r($a);
```

```
Array
(
    [0] => rot
    [3] => grün
    [b] => blau
)
```



  - Optional auch zum Abspeichern in eine Variable

```php
$a_as_text = print_r($a, true);  // keine Ausgabe
```

(Debug-) Ausgabe von PHP-Variablen

- **var_dump** (→ php.net)
  - Gibt strukturierte Daten **rekursiv** und mit **Typangaben** aus

```php
$a = array('rot', 3=>'grün', 'b'=>'blau');
var_dump($a);
```

```
array(3) {
  [0]=>
  string(3) "rot"
  [3]=>
  string(5) "grün"
  ["b"]=>
  string(4) "blau"
}
```

  - Tipp: Abfangen der Ausgabe von var_dump als Wert
    - **Trick**: Ausgabe abfangen mit `ob_start` + `ob_get_clean` (→ php.net)

```php
$a = array('rot', 3=>'grün', 'b'=>'blau');

ob_start();
var_dump($a);
$a_as_text = ob_get_clean();
```

```
// Ausgabe der 3
// Zeilen abfangen
// und zurück liefern
```

(Debug-) Ausgabe von PHP-Variablen

- **print_r oder var_dump in HTML-Ausgaben benutzen**
  - Wunsch:
    - Ausgabestruktur zu erhalten (Einrückung, Umbruch)
    - Sichere Ausgabe (keine Interpretation von HTML-Steuerzeichen)
  - Lösung:

```
<pre>
  <?php
      $a = array('rot', 3=>'grün', 'b'=>'<b>bold</b>');
      echo htmlspecialchars(print_r($a, true));
  ?>
</pre>
```

```
<pre>
  Array
(
    [0] =&gt; rot
    [3] =&gt; grün
    [b] =&gt; &lt;b&gt;bold&lt;/b&gt;
)
</pre>
```

Ausgabe aller PHP-System-Variablen

- **Funktion phpinfo()**
  - Gibt diverse Systemvariablen von PHP in Tabellenform aus
    - → php.net
  - Ausgabe ist sicher bzgl. Injections
  - Vorsicht aber vor öffentlicher Ausgabe
    - da viele Informationen Angreifern helfen können

PHP Version 7.4.3-4ubuntu2.18

System	Linux scilab-0100 5.15.152-1-pve #1 SMP PVE 5.15.152-1 (2024-04-29T07:31Z) x86_64
Build Date	Feb 23 2023 12:43:23
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.4/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php/7.4/apache2/php.ini

.....

  - **Demo**: 5… in http://scilab-0100.cs.uni-kl.de/1_basics/

Sichere Ausgabe von PHP-System-Variablen

- **Beispiel: Wir wollen zum Testen Variablen anzeigen**
  - Sie sollen auf der Webseite sicher angezeigt werden
  - Beispiel: $_GET
    - ```php
      <?php
          echo "<h2>_GET</h2>\n";
          $printed = print_r($_GET, true);
          echo '<pre>' . htmlspecialchars($printed) . '</pre>';
      ?>
      ```
    - Wir benutzen print_r($var, true) um die Ausgabe als String zu erzeugen
    - Wir benutzen htmlspecialchars() um Sonderzeichen abzufangen (s.o.)
    - Analog: $_POST, $_SERVER, $_COOKIES, ... (s.u.)
      ```

Sichere Ausgabe von PHP-System-Variablen

- Verbesserung: **Test-Ausgabe der Variablen in Schleife**
  - Diverse Variablen sollen sicher angezeigt werden
    - ```php
      <?php
        foreach (array('_GET', '_POST', '_COOKIE',
                       '_SESSION', '_SERVER') as $varname) {
          if (isset($$varname)) {
            echo "<h2>" . $varname . "</h2>\n";
            $printed = print_r($$varname, true);
            echo '<pre>' . htmlspecialchars($printed) . '</pre>';
          }
        }
      ?>
      ```
    - Mit **$$varname** bekommen wir den Inhalt der Variablen mit Namen $varname
    - *Wenn einige Teile nicht erscheinen ist vielleicht folgender Workaround nötig:*
      - Vor die foreach-Schleife die folgende Zeile einfügen:
        @$_SERVER; @$_REQUEST; *// Workaround, macht ggf. Variablen sichtbar*
  - ***Demo**: 6… + 7… in http://scilab-0100.cs.uni-kl.de/1_basics/*
      ```

Applikationsstruktur

- **Struktur einer PHP-Applikation**
  - Eine HTML- oder PHP-Seite anlegen, die
    - Inhalte und Daten ausgibt
    - Requests (ggf. mit Parametern) **erzeugt**
      - Links auf andere URLs (GET-Requests)
      - **Formulare** (GET- oder POST-Requests)
  - Eine PHP-Seite anlegen, die solche Requests **verarbeitet**
    - Prüft ob Daten übergeben wurden
    - Daten sicher verwendet,
      - z.B. in eine Webseite ausgibt, ohne dass sie Schaden verursachen können
- **Günstige Applikationsstruktur**
  - Ziel: Lösungen kompakt und übersichtlich realisieren
  - Jeweilige Funktionen als separate PHP-Dateien realisieren
  - Idee: Formular und verarbeitenden Code bündeln (**Postback**)

Applikationsstruktur

- **Beispiel: Login-Seite**
  - Funktion:
    - Bei erstem Aufruf: Login-Formular (POST) anbieten
    - Nach Abschicken des Formulars:
      - Einloggen (wenn Daten korrekt) *oder*
      - erneut Formular anbieten (wenn Daten nicht korrekt)
  - Grober Ablauf:
    - Aufruf mit POST-Daten: Login-Daten prüfen
      - Wenn erfolgreich: $user setzen
      - Wenn nicht erfolgreich: Fehler anzeigen
    - Aufruf ohne POST-Daten (*oder* Login-Versuch nicht erfolgreich)
      - Login-Formular ausgeben (ggf. vor-ausgefüllt)
  - Beides wird von der selben PHP-Seite realisiert
    - **Postback**, das POST des Formulars geht also an die selbe URL
      - im Form-Tag gilt `action="" method="post"`

Beispiel: Login-Seite

- Prüfen, ob Login erfolgreich

```php
<?php
   $user_id = NULL;
   if (@$_POST['name']     == 'Tom'  &&
       @$_POST['password'] == '1234' ) {
             $user_id = 'Tom'; // erfolgreich eingeloggt …
   }
?>
```

- Login-Formular ausgeben, wenn kein Login erfolgt ist

HTML, wird nur ausgegeben wenn if-Bedingung erfüllt.

```php
<?php if (!$user_id) {     ?>
    <h1>Login</h1>
    <form action="" method=post>
      Name:    <input type=text     name=name     > <br>
      Passwd.: <input type=password name=password > <br>
               <input type=submit   name=login value="Login" >
    </form>
<?php  }  ?>
```

- Willkommensmeldung ausgeben, wenn Login erfolgreich war

```php
<?php if ($user_id) {     ?>
   Willkommen, <?php echo htmlspecialchars($user_id); ?>!
<?php  }  ?>
```

Beispiel: Login-Seite

- **Verbesserung: Login flexibler realisieren**
  - Login-Test flexibler und in separate Funktion
    -
```php
<?php
   function get_userdata($id) {
      $user_list = array(
         'Tom'   => array('password' => '1234', 'name' => 'Tom Jones'),
         'Peter' => array('password' => '2345', 'name' => 'Peter Deng'),
         'John'  => array('password' => '3456', 'name' => 'John Doe'),
      );
      return @$user_list[$id];   // liefert NULL bei unbekanntem User
   }

   function get_login($id, $password) {
      $u = get_userdata($id);
      if ($u && $u['password'] == $password )
         return $u;           // erfolgreich eingeloggt
      return NULL;            // nicht erfolgreich eingeloggt
   }
?>
```
  - Prüfen, ob Login erfolgreich
    -
```php
<?php
   $user_data = get_login(@$_POST['name'], @$_POST['password']);
?>
```

Beispiel: Login-Seite

- **Verbesserung: Login separat, setzt selbst Variablen**
  - Login-Test in separater Include-Datei, setzt globale Variablen

In externe-Datei 'inc__get_login.php' auslagern

```php
<?php                    // This is the Include-File 'inc__get_login.php'
   function get_userdata($id) {
      // … wie bisher …
   }

   function get_login($id = NULL, $password = NULL) {
      global $user_data, $user_id;
      $user_data = $user_id = NULL;           // Fallback-Werte
      $u = get_userdata($id);
      if ($u && @$u['password'] == $password )
         $user_data = $u;
         $user_id   = $id;
      }
   }
?>
```

  - Prüfen, ob Login erfolgreich

```php
<?php include 'inc__get_login.php';
      get_login(@$_POST['name'], @$_POST['password']);
?>
```

- Die Variablen `$user_data` und `$user_id` werden dadurch gesetzt

Include bindet externe Dateien ein (→ php.net)

Beispiel: Login-Seite

- **Verbesserung: Benutzer-Daten verwenden**
  - Willkommensmeldung mit dem Klartext-Namen ausgeben

```
<?php if ($user_data) {     ?>
    Willkommen
    <?php echo htmlspecialchars(@$user_data['name']); ?>
    !
<?php  }  ?>
```

  - Besser: Von separater Login-Seite bei Erfolg **weiterleiten** auf Inhaltsseite für Nutzer (z.B. auf persönliche „Homepage“)
    -
```
<?php
  if ($user_data) {
    header("Location: /user_home.php", TRUE, 307);
   // Setzt Location Header
       // Setzt Status-Code 307: Temporary Redirect
  }
?>
```
    - `header()` muss vor allen Ausgaben aufgerufen werden (→ php.net)

Beispiel: Login-Seite

- **Verbesserung: Passwörter *gehasht* speichern (1)**
  - Dadurch kann ein Angreifer die originalen Passwörter nicht erhalten, wenn er an die Benutzer-Datenbank bekommt.
    - **Hash-Funktionen**
      - Berechnen zu einem beliebigen String einen **Hash** (ein String fester Länge)
      - Ein Hash ist eine Art **Prüfsumme**
      - Kleine Änderungen an der Eingabe erzeugen große Änderungen am Hash
    - Beispiele für verbreitete Hash-Funktionen: md5, sha1, sha256
  - In php berechnen `md5($x)` und `sha1($x)` Hashes zu Strings

```php
<?php
   foreach (array('1234', '1235') as $x)
      echo "md5('$x') = '" . md5($x) . "'\n";
?>
```

    - Ergebnis:

```
md5('1234') = '81dc9bdb52d04dc20036dbd8313ed055'
md5('1235') = '9996535e07258a7bbfd8b132435c5962'
```

Beispiel: Login-Seite

- **Verbesserung: Passwörter *gehasht* speichern (2)**
  - Wir legen die gespeicherten Passwörter im Server nur *gehasht* ab

```php
function get_userdata($id) {
   $user_list = array(
      'Tom'   => array('pw_md5' => 'e7df7cd2ca07f4f1ab415d457a6e1c13',
                       'name'   => 'Tom Jones'),
      'Peter' => array('pw_md5' => 'c47abe049e90cd2d285fd697ca4a8c6a',
                       'name'   => 'Peter Deng'),
   );
   return @$user_list[$id];
}
```

  - Beim Prüfen des übergebenen Passworts hashen wir dieses und vergleichen

```php
function get_login($id, $password) {
   $u = get_userdata($id);
   if ($u && @$u['pw_md5'] == md5($password) )
      // … erfolgreich eingeloggt
   // … sonst nicht erfolgreich eingeloggt
}
```

    - Sind die Hashes gleich, sind auch die Passwörter gleich.
  - Der Server kennt (außer während des Prüfens) nur Passwörter-Hashes.
  - *Am Rande:* Idealerweise sollte man den Hash noch mit einem *Salt* versehen.

Beispiel: Login-Seite

- **Hintergrund: Kryptographische Hash-Funktionen (1)**

1) Anforderung: **Falltüreigenschaft**

Wozu?

Vorsicht: Für eine **Teilmenge** der Eingaben könnte man aber die Hashwerte voraus berechnen und wiedererkennen (*Rainbow-Tables*).

- aus dem Hashwert kann die Eingabe nicht (effizient) berechnet werden
  - ***Einsatz-Beispiel:*** *Ein Angreifer kann aus dem obigen gehashten Passwort nicht (effektiv) das originale Passwort bestimmen.*

2) Anforderung: **Hash-Kollisionen (praktisch) nicht zu finden**

Wozu?

- Zu einer Hashfunktion haben alle Hash-Werte eine feste Länge
- Die Eingabe kann eine beliebige Länge haben
  - → Es gibt mehr Eingabe-Werte als Hash-Werte
  - → Es gibt daher mehrere Eingaben, die den selben Hash haben (Hash-Kollision)

MD5 und **SHA-1** gelten insbes. bzgl. provozierter Kollisionen nicht mehr für alle Anwendungen als ausreichend sicher.

- **Aber:** Hash-Kollisionen können nicht (effizient) gefunden werden
  - Zu einer Eingabe kann man nicht (effektiv) andere mit gleichem Hashwert finden.
  - ***Einsatz-Beispiel:*** *Wenn der Hash eines Strings unverändert ist, dann ist auch der String (höchstwahrscheinlich) unverändert.*
- Und: Hash-Kollisionen sind allgemein astronomisch selten
  - Bei einer **sicheren** Hash-Funktion sind sie praktisch auch nicht gezielt zu finden

Beispiel: Login-Seite

- **Hintergrund: Kryptographische Hash-Funktionen (2)**
  - MD5 und SHA1 erfüllen mittlerweile die o.g. Anforderungen nicht mehr ausreichend sicher.
    - Es sind u.a. Verfahren entdeckt worden, mit denen **Hash-Kollisionen** unter bestimmten Bedingungen gezielt gefunden werden können.
    - Sie sollten daher für kritische Anwendungen nicht mehr eingesetzt werden.

- **Bessere Alternativen: z.B. SHA256**

```php
<?php
   foreach (array('1234', '1235') as $x)
      echo "sha265('$x') = '" . hash('sha256', $x) . "'\n";
?>
```

```
Ergebnis:
  sha265('1234') = '03ac674216f3e15c761ee1a5e255f067953623c8b388b4459e13f978d7c846f4'
  sha265('1235') = '310ced37200b1a0dae25edb263fe52c491f6e467268acab0ffec06666e2ed959'
```

  - Die PHP-**hash**-Funktion unterstützt noch weitere Hashes
    - Siehe https://www.php.net/manual/de/function.hash.php

Beispiel: Login-Seite

- **Hintergrund: Kryptographische Hash-Funktionen (3)**
  - Alle (effizient) umkehrbaren Funktionen sind **keine** Hash-Funktionen
    - Beispiel: **base64-Kodierung** ist keine Hash-Funktion
    - ```php
      <?php
          $s = '1234';
          $a = base64_encode($s);
          echo "base64_encode('$s') = '$a'\n";
          unset($s);                  // original-String zur Demonstration gelöscht
          $b = base64_decode($a);
          echo "base64_decode('$a') = '$b'\n";
      ?>
      ```
    - Ergebnis:

      ```
      base64_encode('1234')     = 'MTIzNA=='
      base64_decode('MTIzNA==') = '1234'
      ```

      Zudem: lokale Änderung → lokaler Effekt:
      '1234' → 'MTIzNA=='
      '1235' → 'MTIzNQ=='
  - Zur Erinnerung (Kapitel 1):
    - Die Base64-Kodierung wurde zur Verschlüsselung des Passworts in der **Basic-Authentication** eingesetzt
      - Diese kann aber leicht dekodiert werden → Schein-Sicherheit („Snakeoil“)
      ```

Beispiel: Login-Seite

- **Ausblick: Sichere Passwort-Hash-Verfahren**
  - Problem: Passwörter oft kombinatorisch schwach
    - Vom Benutzer gewählte Passwörter sind oft **relativ kurz** (6-10 Zeichen)
    - Es werden oft nur wenige Zeichen genutzt (nur Kleinbuchstaben, nur Ziffern)

      → 10^6 (6 Ziffern) … $26^{10} \approx 1{,}4 * 10^{14}$ (10 Kleinbuchstaben) Varianten
  - Angriff: Man berechnet alle Hashes voraus („**Rainbow-Table**“)
    - Eine Festplatte mit 8TB ($8 * 10^{12}$ Zeichen) kostet ca. 100€
      - Für einige 10.000€ kann man alle Hashes für erwartete Passwörter speichern
  - Lösung: **Salt** (oder Pepper)
    - Das Passwort wird um einen Zufalls-Zeichenkette **erweitert** (**Salt**)
    - Der Salt wird zusammen mit dem Passworthash abgelegt

      $salt hash($salt . $passwd)

      $a34df2d$81dc9bdb52d04dc22036dbd8313ed055

      Und/oder **Pepper**: Vom Server fest gewählte (geheime) Erweiterung hinzufügen
    - Ziel: Rainbow-Tables werden zu groß → nicht realisierbar (exponentiell!)
    - Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/Salt_(Kryptologie)

Beispiel: Login-Seite

- **Ausblick: Sichere Passwort-Hash-Verfahren**
  - Problem: Passwörter haben oft geringe Entropie oder sind errratbar
    - Entropie ist ein Maß, wie ungeordnet ein System ist
    - Konkret: Bestimmte Passworte sind beliebt
      - Angreifer sammeln „beliebte“ Passworte und probierten diese (Wörterbuch)
    - Aber auch: Passworte sind nicht völlig gleichverteilt
      - Worte, Silben oder Zifferngruppen kommen oft vor
      - Häufig Muster in Passworten (z.B. „xyz123#“)
    - Erfolgswahrscheinlichkeit bei geschicktem Ausprobieren besser als erwartet
  - Angriffsform: **Wörterbuchattacke**, geschickte Brute-Force-Attacke
  - Lösung: Das Ausprobieren eines Passworts „teuer“ machen
    - Hash-Funktion mehrmals (z.B. 10.000 **Runden**) hintereinander anwenden
      - Dadurch kostet ein Passwort-Test z.B. eine Sekunde → Massentests unmöglich
    - Das erschwert auch den Aufbau einer Rainbow-Table extrem
    - Beispiel: **Bcrypt** (https://de.wikipedia.org/wiki/Bcrypt)
      - Salting, parametrierbarer Rechenaufwand, nicht ASIC-/SIMD-optimierbar

Beispiel: Login-Seite

- **Ausblick: Sichere Passwort-Hash-Verfahren**
  - Passwort-Hashing ist ein komplexes Thema
    - Man kann leicht Fehler bzgl. Verwundbarkeiten verursachen
  - Besser eine dafür vorgesehene und überprüfte Lösung nutzen
    - Erweiterte Passwort-Hashing-Funktionen von PHP
      - https://www.php.net/manual/de/book.password.php
    - `$hash = password_hash($password, $algo [, $options ])`
      - $algo z.B. PASSWORD_BCRYPT oder PASSWORD_ARGON2I
      - Liefert so etwas wie $argon2i$v=19$m=1024,t=2,p=2$YzJBMzc3d3laeg$zqUsdWLaw3sYY2i2jT0 ...
        - Incl. Algorithmus, Anzahl Runden, Parameter, Salt, Hash
    - `$ok = password_verify($password, $hash)`
  - Siehe
    - https://www.php.net/manual/de/faq.passwords.php

Postback

- **Ein und die selbe PHP-Seite …**
  - liefert das Formular und
  - verarbeitet dessen Eingaben

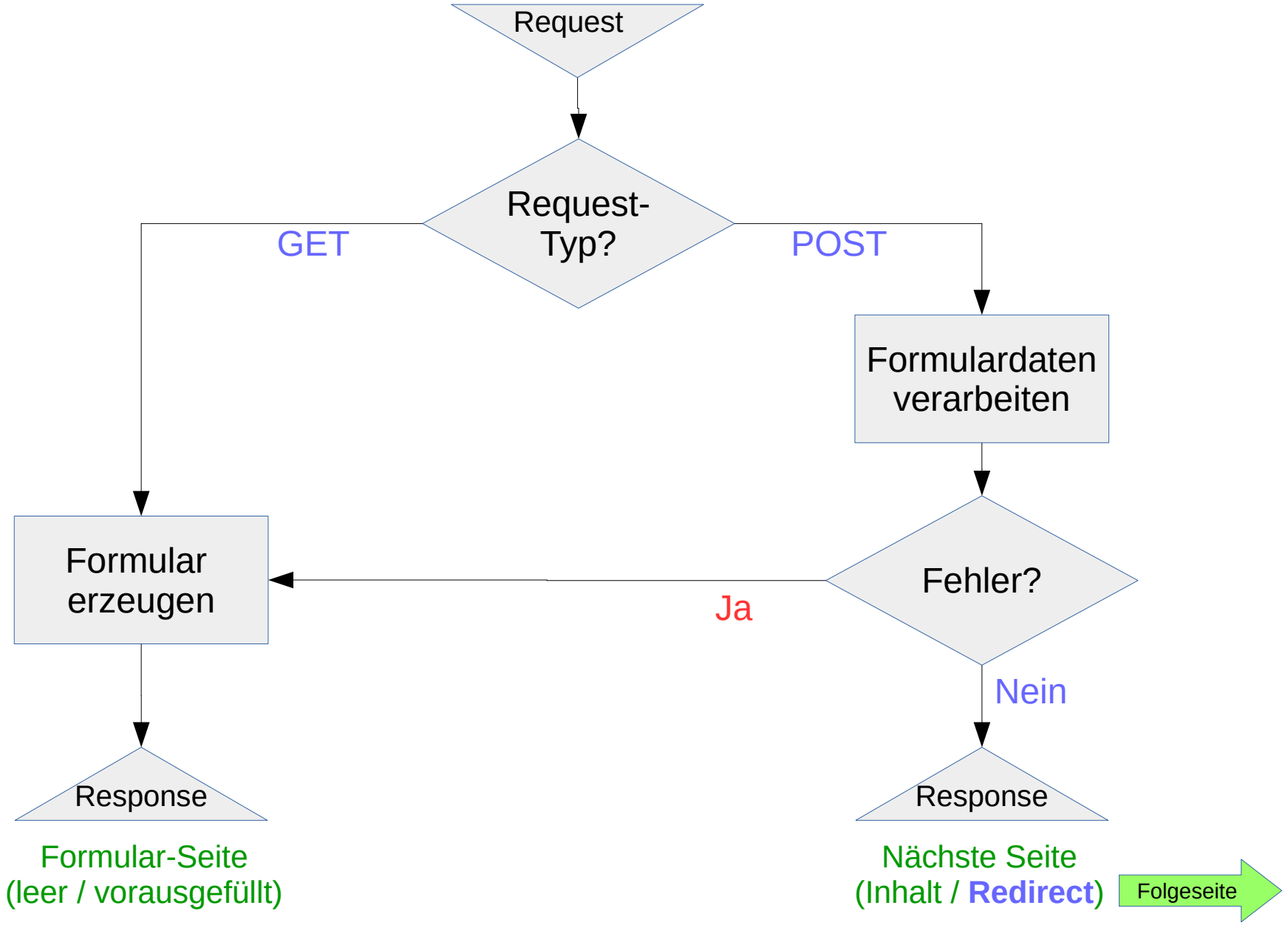
- **Vorteil:**
  - Kompakt, alle Formularaspekte in einer Datei behandelt

- **Schema:**

  1) GET (ersten Aufruf): Webseite liefert leeres Formular

  2) POST: Webseite wertet ausgefülltes Formular aus
     - Wenn fehlerfrei: Positive Antwort erzeugen
     - Wenn fehlerhaft: Auf (1) zurückfallen, ggf. mit Fehlermeldung

Postback


Request
Request-Typ?
GET
POST
Formulardaten verarbeiten
Formular erzeugen
Fehler?
Ja
Nein
Response
Response
Formular-Seite
(leer / vorausgefüllt)
Nächste Seite
(Inhalt / Redirect)
Folgeseite

Postback

- **Positive Antwort (nach POST)**
  - Unmittelbar Webseite mit Inhalt für den User liefern
  - oder **HTTP-Redirect** auf Zielseite (z.B. Homepage nach Login)
    - Zur Erinnerung: HTTP-Redirect
      - Status-Code 307 (Temporary Redirect)
      - Location-Response-Header `Location = "Location" ":" absoluteURI`
      - Setzen mit PHP-Funktion **`header()`**
    -
```php
<?php
  if ($user_data) {
    header("Location: /user_home.php", TRUE, 307);
        // Setzt Location Header
        // Setzt Status-Code 307: Temporary Redirect
  }
?>
```
  - Frage: Was passiert in beiden Fällen wenn Nutzer Reload drückt?

Design von GET- und POST-Requests

Fragen:

- Wann GET, wann POST?
  - Warum?
- Wie werden Parameter übertragen?
  - Zur Erinnerung: Der Webserver selbst ist zustandslos!
  - Woher weiß er dann, alles, was er über die Anfrage wissen muss?

Design von GET- und POST-Requests

- **Typische GET-Requests**
  - „*Zeige eine Liste aller Lehrveranstaltungen*“
    - Parameter: In welchem Semester? Zu welchem Studiengang?
  - „*Zeige meine neuen Emails*“
    - Parameter: Zu welchem Benutzer?
  - „*Zeige den Inhalt des Warenkorbs*“
    - Parameter: Zu welchem Kunden?
    - Wenn Kunde noch nicht bekannt (eingeloggt / registriert):
      Zu welchem (noch anonymen) Warenkorb?

- **Typische POST-Requests**
  - „*Melde mich zu der Prüfung an!*“
  - „*Lösche die markierte Email (endgültig)!*“
  - „*Bestelle den Inhalt des Warenkorbs verbindlich!*“

Design von GET- und POST-Requests

Regel:

- **GET-Requests** für nicht-ändernde (wiederholbare) Anfragen

  - Requests können problemlos **wiederholt** werden
    - → (Anzahl der durchgeführten Requests) >= (Anzahl der nachgefragten)

  - Antworten können oft auch aus (Client- / Server-) **Cache** geliefert werden
    - → (Anzahl der durchgeführten Requests) <= (Anzahl der nachgefragten)
      - *Hier spielt es bzgl. Caching eher eine Rolle, ob die Antwort noch aktuell ist.*

- **POST-Requests** für ändernde Anfragen

  - Requests sollten im Zweifelsfall **nicht wiederholt** werden
    - Sonst hat man vielleicht ungewollt zwei Waschmaschinen gekauft
    - Clients fragen deshalb bei **Reload** (meist F5-Taste) beim Benutzer nach

  - Request kann meist **nicht aus Client-Cache** bedient werden
    - Sonst kommt die (gewollte) ändernde Anfrage nicht beim Server an
      - *Und man bekommt den zweiten Drink nicht trotz erneuter Bestellung ...*

Parameter-Austausch

- **Übergabe von Parametern** (Client ↔ Server)
  - Als GET- oder POST-Parameter
    - z.B. `http://www.google.de/search?q=HTML+5`
    - In PHP dann in $_GET, $_POST, $_REQUEST (hier z.B. in $_GET['q'])
  - Als Cookie-Parameter *(TODO)*
    - In PHP dann in $_COOKIE
  - Als URL-Komponente
    - z.B. `https://vlu.informatik.uni-kl.de/auswertung/11/227/`
      - Die beiden Zahlenwerte werden hier als **Parameter** (z.B. Datenbank-ID) benutzt
      - Sie geben typischerweise **nicht** wie gewohnt einen Dateisystem-Pfad an, in dem z.B. ein PHP-Script oder eine fertige HTML-Datei liegt
      - Es wirkt aber so … und soll es auch!
    - Idee: **Semantic URL**
  - *Ausblick*: Als frei definierter X-Header (mit Javascript im Client)

Parameter-Austausch

- **Semantic URLs** („**User-Friendly URLs**“, „**Search Engine-Friendly URLs**“)
  - **Grundidee**: Die URL erklärt sich selbst
    - Pfadstruktur, die den Inhalt hierarchisch und semantisch (verständlich) beschreibt
    - Sie enthält keine GET-Parameter
      - Alles sieht so aus, als ob die Webseiten gar nicht erzeugt würden, sondern als ob sie schon fertig als statische Dateien in einer Verzeichnis-Hierarchie auf dem Server liegen würden.
  - **Beispiel**:
    - Z.B. die URL einer Wikipedia-Seite zum Thema „*Semantic URL*“

      `http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_URL`
  - **Gegenbeispiel**:
    - `http://www.kis.uni-kl.de/campus/all/event.asp?` ...
      `gguid=0xF836A20564014AA9BFC1BD5A665B520D&` ...
      `tguid=0xE9A48F1EED9A4ECDB5A5775406C46C8D`
      - Das ist „*offensichtlich*“ die KIS-Seite dieser Vorlesung (INF-00-32-V-3) im SS 2025
      - Der Parameter „tguid“ gibt das Semester an (32 hex-Ziffern → $16^{32} \approx 3*10^{38}$ Werte)
      - Übungsfrage: *Wie würde die **Semantic-URL** idealerweise aussehen?*

Parameter-Austausch

- **URL-Zerlegung – Realisierung in Apache + PHP**
  - In **Apache** *(leider etwas technisch – nur Grundidee relevant)*
    - Ziel: Wir wollen alle URL-Zugriffe unterhalb eines Pfades (z.B. /blog/) auf das selbe PHP-Script lenken
      - Also Zugriff auf http://myserver/blog/2024/05/01/ führt zu `/blog/index.php`
    - Dazu in Apache z.B. die Option **FallbackResource** benutzen
      - In der Apache-Konfiguration:

```
<Directory "/htdocs/blog">
    FallbackResource /blog/index.php
</Directory>
```

      - Oder in der Datei /htdocs/blog/.htaccess die Zeile

```
FallbackResource /index.php
```

      - Alternative: Rewrite-Regeln (Apache-Modul „mod_rewrite“)
    - Danach wird bei Zugriffen unterhalb von /blog/ immer auf das PHP-Script /blog/index.php zugegriffen

```
z.B.   http://myserver/blog/2024/05/01/
   ≈   http://myserver/blog/index.php
   ≈   http://myserver/blog/
```

Parameter-Austausch

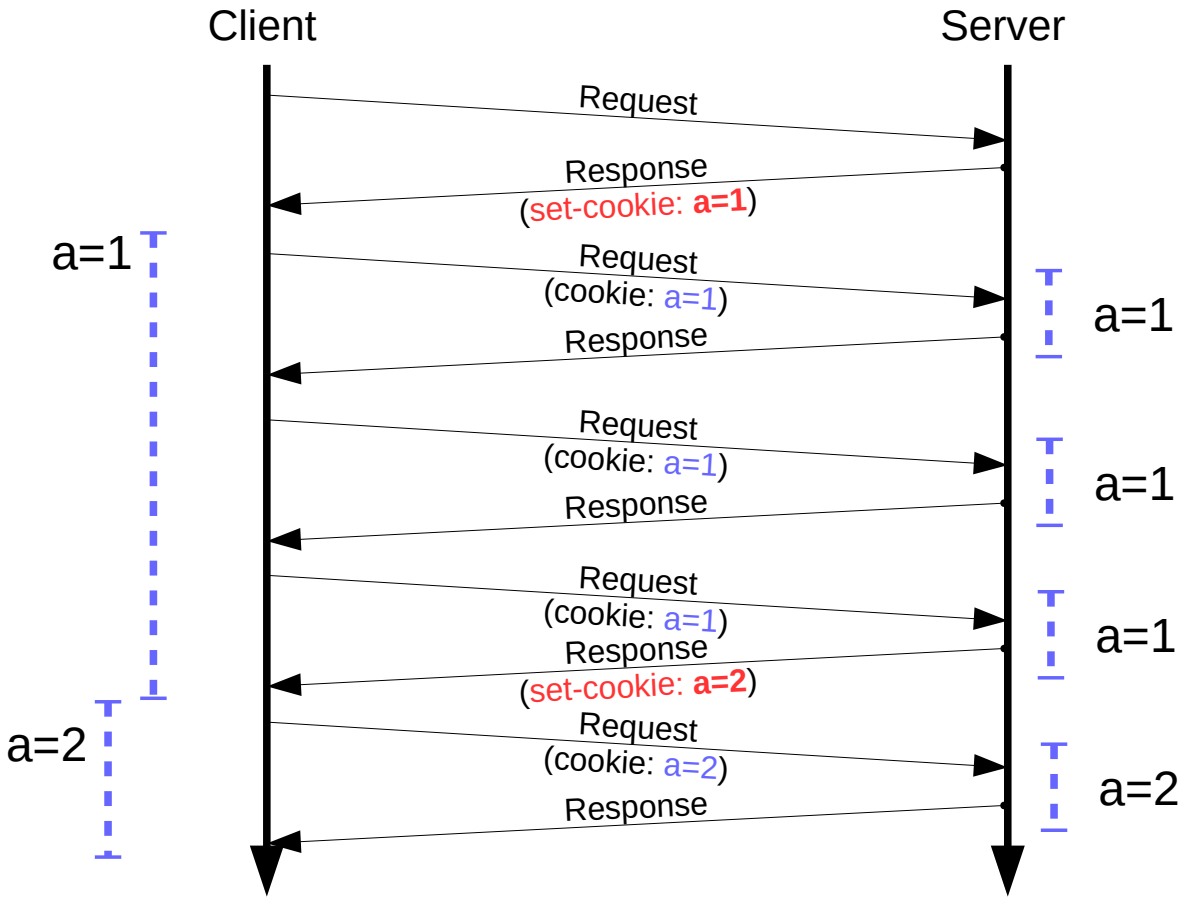
- **URL-Zerlegung – Realisierung in Apache + PHP**
  - In **PHP** *(leider etwas technisch – nur Grundidee relevant)*
    - **Ziel**: Wir müssen den URL-Pfad zerlegen und die **Parameter extrahieren**
    - Der URL-Pfad ist in $_SERVER['REQUEST_URI'] enthalten
      - Genauer ist es (siehe gemäß RFC 2616): `abs_path [ "?" query ]`
      - Z.B.: Wird im obigen Beispiel auf http://myserver/blog/2015/05/01/ zugegriffen ...
        - So gilt $_SERVER['REQUEST_URI'] = `'/blog/2024/05/01/'`
        - Mit GET-Parametern ggf. `'/blog/2024/05/01/?a=b&c=d'`
    - Den String kann man mit der PHP-Funktion „explode“ zerlegen
      - **explode** (string $delimiter , string $string [, int $limit])
        - Gibt ein Array aus Strings zurück, die jeweils Teil von string sind.
          Die Abtrennung erfolgt dabei an der mit delimiter angegebenen Zeichenkette.
      - $param = **explode** (`'/'` , `'/blog/2024/05/01/test'`) liefert in $param den Wert array(`''`, `'blog'`, `'2024'`, `'05'`, `'01'`, `'test'`)
        - Dem Array könnten wir nun unsere Paramter entnehmen, z.B. $year = $param[2]
    - *Für Interessierte*: Dokumentiertes Beispiel
      - http://forum.codecall.net/topic/74170-clean-urls-with-php/

Rückblick: Das HTTP-Protokoll – Cookies

- **Cookies sind Zeichenketten, die**
  - der Server mit einem Response im Client setzen kann und
  - der Client mit jedem Request an den Server zurück überträgt.
- **Durch Cookies kann der Server der Sitzung zwischen Client und Server Attribute zuordnen**
  - Beispiel: Benutzerspezifische Einstellungen
    - „`language=de`“ oder „`sort_messages=date`“
  - Da HTTP zustandslos ist, kann der Server durch die Übertragung der Cookies mit jedem Request solche Einstellungen berücksichtigen ohne sie selbst zu speichern
- **Cookies können über Javascript auch im Client gesetzt werden.**
  - Sie werden beim nächsten Request an den Server übertragen

Rückblick: Das HTTP-Protokoll – Cookies

- Server: Setzen durch Set-Cookie-Response Header
- Client: Rück-Übertragung durch Cookie-Request-Header



Rückblick: Das HTTP-Protokoll – Cookies

- **Semantik des Set-Cookie Response Headers**
  - Der Client speichert unter dem Namen Name den Wert VALUE.
    - Der Client interpretiert beides nicht! (Ausnahme: mit Javascript-Code)
  - **Comment**: Optionale Information, die der Nutzer lesen könnte
    - Z.B. wozu das Cookie dient. Kann vom Nutzer ggf. in spezieller Funktion des Browsers gelesen werden. Keine technische Nutzung.
  - **Domain**: An welche Server wird das Cookie zurück geliefert
    - Default: Nur an den setzenden Server
  - **Max-Age**: Lebensdauer des Cookies in Sekunden
  - **Path**: Begrenzt den Teilbaum, an den das Cookie geschickt wird
    - Bsp '/test/': Cookie wird bei Reqest von '/test/daten/' geliefert, nicht aber bei '/x/'
  - **Secure**: Cookie darf nur sicher (über HTTPS) übertragen werden
  - **Version**: Version der Cookie-Grammatik
    - (verpflichtend, „1“ ist aktuell)

Cookies in PHP

- **Wie arbeitet man in PHP mit Cookies?**
  - Cookies sind in PHP ganz ähnlich zu GET- und POST-Parametern
    - `$_COOKIE` enthält alle vom Client beim Request gelieferten Cookies als Name-Wert-Paare
    - Es ist ein assoziatives Array
      - um z.B. auf das Cookie „`language`“ zuzugreifen, dient der Ausdruck

        `$_COOKIE['language']`
  - Diese Variable ist superglobal
    - d.h. man kann von überall auf sie zugreifen (also ohne „`global $_COOKIE;`“)
  - Wie setzt man Cookies vom Server aus?
    - `setcookie($name, $value);`
    - Die Funktion muss **vor der ersten Ausgabe** aufgerufen werden.
      - Sowohl des statischen Webseiteninhalts als auch des dynamischen PHP-Codes.
    - Cookie-Werte werden automatisch mit urlencode und urldecode behandelt.
      - Es muss kein Encoding mehr erfolgen

Cookies in PHP

- **Wie arbeitet man in PHP mit Cookies?**
  - Es gibt noch diverse weitere **optionale Parameter** (→ php.net)
    - ```
      bool setcookie (
          string $name
          [, string $value
          [, int $expire = 0
          [, string $path
          [, string $domain
          [, bool $secure = false
          [, bool $httponly = false
      ]]]]]] )
      ```
    - $expire: Zeitliche Lebensdauer des Cookies
      - 0 (d.h. Cookie verfällt am Ende der Browser-Sitzung)
      - Unix-Zeitstempel (Sekunden seit 1.1.1970 in UTC), `time()` = jetzt-Zeit, also z.B. für 30 Tage: `time()+60*60*24*30`
  - Cookie Löschen
    - `setcookie($name, "", 1)`
      - Verfallsdatum auf Vergangenheit setzen (hier 1.1.1970, 0:00 Uhr + 1 Sekunde)
      ```

Cookies in PHP

- **Wie arbeitet man in PHP mit Cookies?**
  - Der Aufruf von `setcookie` hat **keine direkte Auswirkung** auf `$_COOKIE` – es setzt nur den Response-Header
    - Also so gestalten, dass es ggf. egal ist, ob der Wert aus `$_COOKIE` stammt oder gerade mit `setcookie` neu gesetzt wurde

```
if ( $we_want_to_set_the_cookie ) {
   $cookievalue = …;
   setcookie("cookiename", $cookievalue);
}
else
   $cookievalue = @$_COOKIE["cookiename"];
// ab hier $cookievalue benutzen
```

    - Oder: nach setcookie auch `$_COOKIE` einfach (für diese Requestbehandlung) modifizieren:

```
if ( $we_want_to_set_the_cookie ) {
   $cookievalue = …;
   setcookie("cookiename", $cookievalue);
   @$_COOKIE["cookiename"] = $cookievalue;
}
// ab hier kann man @$_COOKIE["cookiename"] benutzen
```

    - Die Änderung von `$_COOKIE` selbst hat **keinen dauerhaften Effekt**!

Cookies in PHP

- **Wie arbeitet man in PHP mit Cookies?**
  - setcookie immer vor der ersten Ausgabe aufrufen.
    Also ganz am Anfang die **Applikationslogik** ausführen (z.B. Formulare verarbeiten), ggf. Cookies setzen, etc.
    - Erst **danach** Ausgaben machen.

```php
<?php
   if ( isset($_COOKIE['show_details']) )
      // Wert wurde schon mal gesetzt → Cookie-Wert benutzen
      $show_details = @$_COOKIE['show_details'];
   else
      // Wert wurde noch nie gesetzt → Default benutzen
      $show_details = FALSE;
   if ( isset($_REQUEST['new_value_show_details']) ) {
      // Benutzer will Wert ändern (Formular-Post)
      $show_details = $_REQUEST['new_value_show_details'];
      setcookie('show_details', $show_details);
   }
?>

<!DOCTYPE html>
<html> <head> <!-- … --> </head> <body> <!-- … -->
<?php if ($show_details) { … } ?>
```

Cookies in PHP

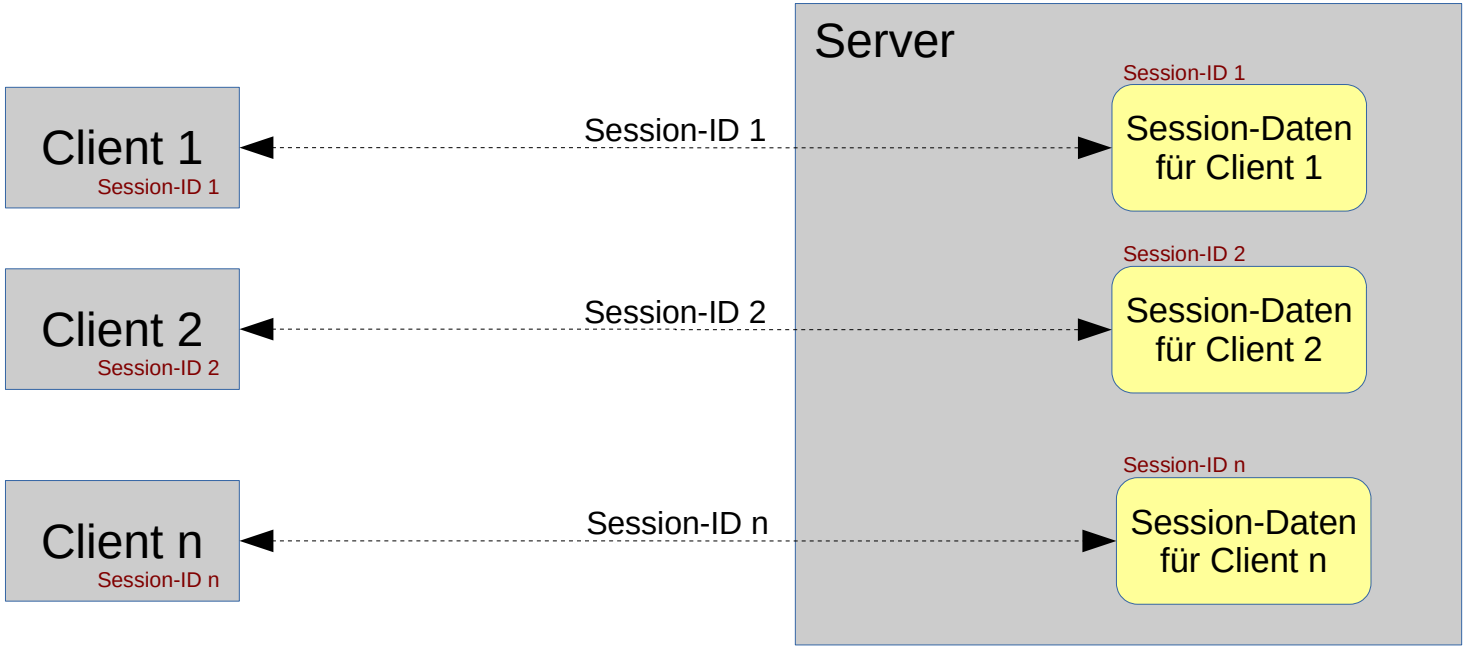
- **Beispiel: Anzahl der Seiten-Aufrufe zählen**

```php
<?php
   // Wir zählen die Zahl der Aufrufe dieses Clients in Cookies

   if (!isset($_COOKIE['number_of_calls']))
      // cookie war ungesetzt → setze Startwert
      $number_of_calls = 0;

   else
      $number_of_calls = $_COOKIE['number_of_calls'] + 1;

   setcookie('number_of_calls', $number_of_calls);

?>

<!DOCTYPE html>
<html> <head> <!-- … --> </head>
<body>

<p>Sie haben
   <?php echo $number_of_calls; ?>
   Aufrufe gemacht.

</body>
</html>
```

  - Diesen Zähler kann der Webseitennutzer manipulieren.
    - Frage: Wie? Was genau kann man?

Sessions

- **Session-Daten** *(„Sitzungsdaten“)*
  - Client-spezifische Parameter, die nur im Server zugänglich sind
    - Parameter sind **nur im Server zugänglich**, nicht im Client
    - Parameter werden im Server mittelfristig unter einer **Session-ID** gespeichert
      - z.B. in einer **Datei** oder einer **Datenbank**
    - Die **Session-ID** muss vom Client bei (allen) Requests übermittelt werden



Sessions und Authentifizierungs-Tokens

- **Session-IDs in PHP**
  - PHP enthält bereits einen Mechanismus, der diese Verwaltung durchführt
    - Ordnet neuen Clients eine Session-ID zu
    - Bietet Interface, um bequem Server-interne Daten zur Session-ID zuzuordnen
    - Speichert diese Daten dauerhaft
      - z.B. in einer Datei unter „`/var/lib/php*`“ auf dem Server
  - Dazu muss am Anfang die Funktion `session_start()` aufgerufen werden (→ php.net)
    - Dadurch wird ein Cookie „PHPSESSID“ mit der generierten Session-ID gesetzt.
    - Zudem wird die superglobale Variable **`$_SESSION`** aktiviert
      - Hier kann man von PHP aus Werte zuweisen, die dauerhaft **im Server** gespeichert werden
      - d.h. auch beim nächsten Request zu dieser Sitzung (Cookie PHPSESSID) sind diese Werte verfügbar
      - Der Client kann diese Werte nicht manipulieren!

        Übungsfrage: Warum?

Sessions und Authentifizierungs-Tokens

- **Sessions nutzen – Beispiel: Anzahl Seitenaufrufe**
  - Session-Daten sind auch weitaus handlicher zu ändern als Cookies, da sie auch nach der ersten Ausgaben modifiziert werden können. (Frage: Warum?)

```php
<?php session_start(); ?>

<!DOCTYPE html>
<html> <head> <!-- … --> </head> <body>

<?php
   // Wir zählen die Zahl der Aufrufe in dieser Session
   if (!isset($_SESSION['number_of_calls'])) {
      $_SESSION['number_of_calls'] = 0;
   } else {
      $_SESSION['number_of_calls']++;
   }
   // Die Änderung an der Variablen wird sofort dauerhaft wirksam
?>

<p>Sie haben
   <?php echo $_SESSION['number_of_calls']; ?>
   Aufrufe in dieser Session gemacht.
</body>
</html>
```

Sessions

- **Die Session-ID ...**
  - ist für jeden Client unterschiedlich
    - **Identifiziert** aus Sicht des Servers den Client eindeutig (über längere Zeit)
  - dient zur Zuordnung der im Server gespeicherten **Session-Daten** zur Sitzung (und somit zum Client)
    - Der Server kann viele solche Sessions mit verschiedenen Clients zugleich haben
  - muss vom Client bei Requests mitgeliefert werden
    - Meist als Cookie („**Session-Cookie**“)
    - Alle Parameterübergabeverfahren (GET, POST, Pfad) sind aber möglich
  - fungiert als **Authentifizierungs-Token**
    - Wenn ein Client sich **authentifiziert** hat (also z.B. gültige Login-Daten in einem **Login-Formular** eingegeben wurden), kann der Server die bewiesene Identität auch der **Session** zuordnen, die **Session-ID** wird zum Authentifzierungs-Token.
  - darf also nicht erratbar sein oder Dritten offenbart werden
    - Sonst könnte ein Angreifer eine fremde **Session** (und damit Identität) „**stehlen**“

Sessions und Authentifizierungs-Tokens

- **Cookies als Authentifizierungs-Tokens**
  - Session-Cookies sind Authentifizierungs-Tokens
    - Sie identifizieren den Client (Browser-Instanz) → Nutzer
    - Es kann ein Account/Benutzer zugeordnet werden, wenn dieser eingeloggt ist
    - Aber **auch ohne Login** kann man die Folge von Requests dem Client zuordnen (anonyme Session)
      - Beispiel: Warenkorb in einer Shopping-Plattform:
        Man kann Gegenstände in den Warenkorb legen, ohne eingeloggt zu sein
  - Wie sollte so ein Session-Cookie aussehen
    - (Schlechte) Idee: Benutzername
      - Problem: Manipulierbar (der Nutzer könnte einen anderen Benutzernamen erraten und das Cookie ändern)
      - Problem: Keine anonyme Session mit späterem Login möglich
    - Idee: Zufallszahl (ausreichend komplex, „**Session-ID**“)
      - Manipulationssicher, da andere Zufallszahl nicht erratbar
      - anonyme Sitzung möglich
      - Session-Daten müssen im Server unter der Session-ID gespeichert werden

Sessions und Authentifizierungs-Tokens

- **Login-Session setzen und nutzen**

```php
<?php
   session_start();  // Session wieder aufnehmen oder ggf. neu erzeugen

   function get_login($id = NULL, $password = NULL) {

      global $user_data, $user_id;
      $user_data = $user_id = NULL;
      $u = get_userdata($id);   // liefert assoz. Array u.a. mit Passwort

      if ($u && @$u['password'] == $password ) {
         // neuer Login erfolgreich
         $user_id   = $id;
         $user_data = $u;
         @$_SESSION['user_id'] = $id;  // User der Session zuordnen:
                                       // Zuweisung ist dauerhaft!
      }

      elseif ( @$_SESSION['user_id'] ) {
         // Bestehenden User-Login aus Session lesen:
         $user_id   = @$_SESSION['user_id'];
         $user_data = get_userdata($user_id);
      }

   }

   // ...
   get_login(@$_POST['name'], @$_POST['password']);
?>
```

Default: nicht eingeloggt

Hiermit neu eingeloggt

Oder zuvor bereits eingeloggt

Sessions und Authentifizierungs-Tokens

- **Login-Session setzen und nutzen** (Fortsetzung)
  - Die in den Session-Daten gespeicherten Daten gehen beim Ende der Session verloren …
    - Wenn das Cookie abläuft (Lebensdauer)
    - Wenn das Cookie (z.B. am Ende einer Browser-Sitzung) gelöscht wird
  - Die Eigenschaften des Cookies können gesteuert werden:
    - in der PHP-Konfigurationsdatei php.ini
      - z.B. session.cookie_lifetime int
        - Lebensdauer in Sekunden oder 0 (bis zum Ende der Browser-Sitzung – Default)
        - z.B. für 1 Stunde: „session.cookie_lifetime 3600“
    - oder dynamisch mit ...
      -
```
void session_set_cookie_params (
        int $lifetime
      [, string $path
      [, string $domain
      [, bool $secure = false
      [, bool $httponly = false ]]]] )
```
      - vor session_start() aufrufen (Verständnisfrage: **Warum?**)

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **PHP-Schnittstelle zu MySQL**
  - Es gibt mehrere Prozedurale und OO-Schnittstellen
  - Wir benutzen `mysqli` in prozeduraler Form
    - Siehe http://php.net/manual/de/book.mysqli.php
    - Siehe http://php.net/manual/de/mysqli.quickstart.dual-interface.php
- **Erste Schritte ...**
  - Verbindung zum Server aufbauen:

```
$mysqli = mysqli_connect(   $mysql_server,
                            $mysql_user,
                            $mysql_password,
                            $mysql_database
                          );
```

  - Mit dem Objekt $mysqli kann man dann auf die DB zugreifen
    - Am Ende des PHP-Scripts sollte die Verbindung geschlossen werden

```
mysqli_close($mysqli);
```

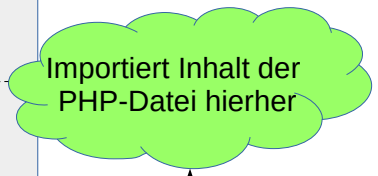
oder

```
$mysqli->close();
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

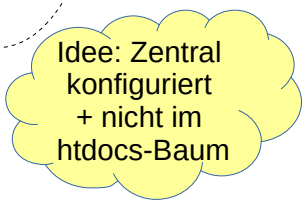
- **Verbindungsaufbau als PHP-Datei**

```php
<?php
     // Zugangsdaten zur DB aus Datei lesen
     include('/home/lamp/.mysql_credentials');

     // Verbindung aufbauen
     $mysqli = mysqli_connect(
                              $mysql_server,
                              $mysql_user,
                              $mysql_password,
                              $mysql_database );

     /* hier mit $mysqli Queries stellen und verarbeiten */

     mysqli_close($mysqli);   // oder $mysqli->close();
?>
```



  - Wir nehmen an, dass in der Require-Datei die benötigten Zugangsdaten liegen:

```php
<?php  // Zugangsdaten zur DB
     $mysql_server          = 'localhost';
     $mysql_user            = 'lamp';
     $mysql_password        = 'asdf3asdf3asdf';
     $mysql_database        = 'wikipedia_sql_example';
?>
```



PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Query stellen und Daten empfangen**

```php
<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);

    // Query stellen …
    $res = mysqli_query($mysqli, "SELECT * FROM Student");

    // Datensätze abrufen und verarbeiten
    while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
        print "<pre>";
        print_r($row);
        print "</pre>";
    }

    mysqli_close($mysqli);
?>
```

  - Ergebnis:

```
Array
(
    [MatrNr] => 25403
    [Name] => Jonas
)

Array
(
    [MatrNr] => 26120
    [Name] => Fichte
)
```

```
Array
(
    [MatrNr] => 27103
    [Name] => Fauler
)

Array
(
    [MatrNr] => 27104
    [Name] => Peter
)
```

```
Array
(
    [MatrNr] => 27106
    [Name] => Neumann
)
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Attributzugriff in Datensätzen aus Queries**

```php
<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);

    // Query stellen …
    $res = mysqli_query($mysqli, "SELECT * FROM Student");

    // Datensätze abrufen und verarbeiten
    print "<table>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
    while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
        print "\n<tr>";
        print "<td>" . $row['MatrNr'];
        print "<td>" . $row['Name'];
    }
    print "\n</table>";
?>
```

  - Ergebnis:

MatrNr	Name
25403	Jonas
26120	Fichte
27103	Fauler
27104	Peter
27106	Neumann

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Fehlerbehandlung: Verbindungsaufbau**
  - Fehler bei `mysqli_connect()`
    - Liefert False zurück
    - **`mysqli_connect_errno()`** liefert den Fehlercode
    - **`mysqli_connect_error()`** liefert die Fehlerbeschreibung

```php
<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);
    if (!$mysqli) {
            print 'Connect Error ('
                    . mysqli_connect_errno() . ') '
                    . mysqli_connect_error() . "\n";
            exit(1);
    }

    // Hier ist die Verbindung in $mysqli erfolgreich hergestellt …

?>
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Fehlerbehandlung: Queries**
  - Fehler bei `mysqli_query()`
    - Liefert False zurück
    - **`mysqli_errno($mysqli)`** liefert den Fehlercode
    - **`mysqli_error($mysqli)`** liefert die Fehlerbeschreibung

```php
<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);
    if (!$mysqli) { /* … */ }

    $res = mysqli_query($mysqli, "SELECT * FROM Student");
    if (!$res) {
            print 'Query Error ('
                  . mysqli_errno($mysqli) . ') '
                  . mysqli_error($mysqli) . "\n";
            exit(1);
    }

    // Hier kann das Query-Ergebnis in $res verarbeitet werden
?>
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Fehlerbehandlung: Warnungen bei Queries**
  - Warnungen bei `mysqli_query()`
    - Auch wenn kein Fehler gemeldet wird, können **relevante Probleme** aufgetreten sein, die MySQL nur als **Warnungen** behandelt.
    - **`mysqli_warning_count($mysqli)`** liefert die Anzahl
    - **`mysqli_get_warnings( $mysqli)`** Warnungen als interaktives Objekt

```php
<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);
    if (!$mysqli) { /* … */ }

    $res = mysqli_query($mysqli, "SELECT * FROM Student");
    if (!$res) { /* … */ }
    if (mysqli_warning_count($mysqli)) {
                $warn = mysqli_get_warnings($mysqli);
                do {
                    print 'Query Warning ('
                          . $warn->errno   . ') '
                          . $warn->message . "\n";
                } while ($warn->next());
    }
    // Auch bei Warnungen kann das Query-Ergebnis verarbeitet werden
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Fehlerbehandlung: Warnungen bei Queries**
  - Die gelieferten Warnungen entsprechen den Ausgaben des SQL-Kommandos „SHOW WARNINGS“
  - Beispiel: Beim Einfügen eines Datensatzes wird ein Wert nicht explizit angegeben, der NOT NULL ist und keinen DEFAULT hat.
    - z.B. Student.Name im obigen Beispiel

```
INSERT INTO Student (MatrNr) VALUES (34567);
  Query OK, 1 row affected, 1 warning (0.09 sec)
SHOW WARNINGS;
+---------+------+-----------------------------------------+
| Level   | Code | Message                                 |
+---------+------+-----------------------------------------+
| Warning | 1364 | Field 'Name' doesn't have a default value |
+---------+------+-----------------------------------------+

SELECT * FROM Student;
+--------+---------+
| MatrNr | Name    |
+--------+---------+
|    ... | ...     |
|  27105 | Fauler  |
|  34567 |         |
+--------+---------+
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Fehlerbehandlung und -Meldung allgemein**
  - Die obige Art der Fehlerausgabe ist **nur für Testsysteme** sinnvoll.
    - Der Anwender kann mir der Fehlermeldung meist nichts anfangen.
    - Der Administrator erfährt evtl. gar nichts von dem Problem.
    - Es werden durch die Fehlertexte evtl. Informationen an außenstehende geliefert, die für Angriffe genutzt werden können.
  - Produktivsysteme sollten dem Endanwender nur (freundlich) anzeigen, dass es überhaupt ein Problem gab.
    - Fehler sollten in ein Logdatei oder eine Log-Datenbank geschrieben werden.
    - Kritische Fehler sollten ggf. aktiv an den Administrator gemeldet werden.
      - Zentrale Systemüberwachung oder Email
    - **Zur Erinnerung**: *Fehlerbehandlung* im Kapitel PHP in Teil 1 der Vorlesung
      - `set_error_handler(my_callback_function, E_ALL);`
        - `Eigene Behandlung von Fehlermeldungen`
      - `error_log`('Etwas schlimmes ist passiert', 1, 'admin@my.domain');
        - Schreibt Log-Text und sendet Email

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Queries mit Daten aus Parametern**
  - Das folgende PHP-Script erzeugt einen Query-String, der von der Eingabe abhängt
    - Wurde kein Suchausdruck angegeben, werden alle Studenten angezeigt
    - Wurde ein Suchausdruck angegeben, werden alle Datensätze angezeigt, bei denen der Ausdruck im Namen vorkommt.

```php
<?php
    $search = @$_GET['name'];
    // ...
    // Query stellen …
    $query = "SELECT * FROM Student";
    if ($search)
              $query .= "  WHERE Name  LIKE '%$search%'";
    $res = mysqli_query($mysqli, $query);
```

    - Verständnisfrage: ist Ihnen klar, wie diese Suche funktioniert?
      - Überlegen Sie ggf. wie der Query-String aussieht und wie LIKE funktioniert

PHP-Schnittstelle zu MySQL

- **Queries mit Daten aus Parametern**

```php
<?php $search = @$_GET['name']; ?>

<h1>Search for Student</h1>
<form action="" method=get>
    <input type=text     name=name      value="<?php print $search; ?>">
    <input type=submit   name=search    value="Search" >
</form>

<h1>Search Result
    <?php if ($search) print "for '$search'"; ?>
</h1>

<?php
    $mysqli = mysqli_connect(...);

    // Query stellen …
    $query = "SELECT * FROM Student";
    if ($search)
              $query .= "  WHERE Name  LIKE '%$search%'";
    $res = mysqli_query($mysqli, $query);

    // Datensätze abrufen und verarbeiten
    print "<table>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
    while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
       print "\n<tr>";
       print "<td>" . $row['Name'];
```

PHP-Schnittstelle zu MySQL

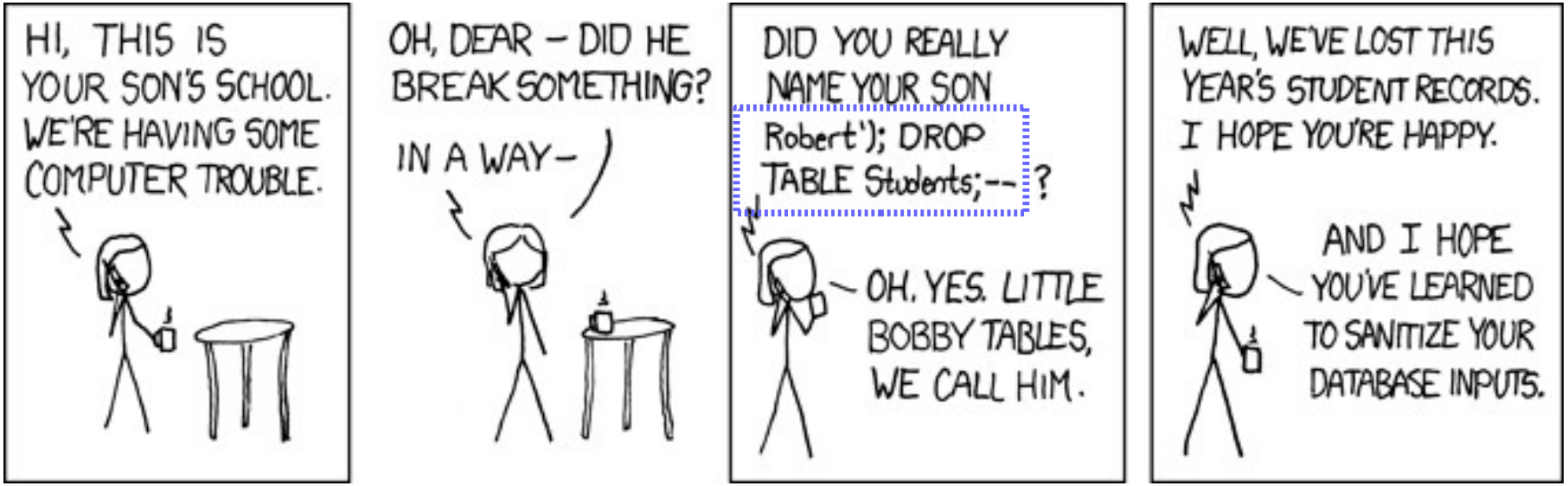
- **Queries mit Daten aus Parametern** (Angriffe)
  - Beispiel: Suchausdruck „au“
    - → `SELECT * FROM Student WHERE Name LIKE '%au%'`
      - Korrekt, liefert alle Studenten, deren Name „au“ enthält
  - Beispiel: Suchausdruck „`'`“ (das Apostroph-Zeichen)
    - → `SELECT * FROM Student WHERE Name LIKE '%'%'`
      - Der Query-String ist offensichtlich nicht syntaktisch korrekt
      - Es entsteht eine Fehlermeldung aus der Datenbank
  - Beispiel: Suchausdruck „`' AND MatrNr > 27000 ' AND '%' = '`“
    - →
```
SELECT * FROM Student WHERE
      Name LIKE '%' AND MatrNr > 27000 ' AND '%' = '%'
```
      - Der Query-String ist syntaktisch korrekt, bedeutet aber etwas anderes
      - Der Ausdruck „`'%' = '%'`“ liefert immer True und dient nur dazu, das nachfolgende „`%'`“ syntaktisch korrekt „unterzubringen“.

  → Ein Teil der **SQL-Instruktion** stammt **aus Nutzerdaten**!

- **Das nennt man SQL-Injection**

Injections

- **XKCD-Comic 327** (alias „*Little Bobby Tables*“)



https://xkcd.com/327/

  - Übung:
    - Wie sah das gesamte SQL-Statement hier also (vermutlich) aus?
    - Was soll es bewirken?
    - *Lösung*: https://www.explainxkcd.com/wiki/index.php/327:_Exploits_of_a_Mom

Injections

- **SQL-Injection**
  - Bei einer SQL-Injection stammen nicht nur (wie beabsichtigt) Daten im Query-String, sondern auch **SQL-Statements**, **Bedingungen**, etc. aus unzuverlässigen Quellen (z.B. vom Endanwender)
  - Ursache: Bei der Bildung des Query-Strings werden SQL-Statements und Benutzer-Daten zu einem Query-String kombiniert.
    - Wenn bei der späteren Zerlegung und Ausführung des entstandenen Strings eine **andere Interpretation** entsteht als ursprünglich beabsichtigt, können Benutzerdaten fälschlich als SQL-Statements interpretiert werden
    - Siehe auch http://de.wikipedia.org/wiki/SQL-Injection
- **Mögliche Folgen**
  - Syntaktische Fehler beim Datenbankzugriff
    - Dadurch kann man evtl. Abläufe stören (z.B. Logging von Ereignissen)
  - Manipulation von Auswahl-Bedingungen (WHERE-Bedingungen)
    - Dadurch kann man z.B. fremde Datensätze sehen
  - Einschleusung kompletter Datenbank-Anweisungen
    - Dadurch kann man evtl. beliebige Datenbank-Operationen vornehmen (z.B. Passwörter ändern)

Injections

- **Mögliche Folge: Ausweitung von Ergebnis-Menge**
  - Dadurch kann man z.B. fremde private Datensätze sehen
  - Beispiel:
    - Ein eingeloggter Student soll die von ihm selbst (MatrNr aus Session) belegten Vorlesungen nach Titeln durchsuchen können.

```php
<?php
     $search = @$_GET['titel'];
     $matrnr = @$_SESSION['MatrNr']; // gesicherte MatrNr des eingeloggten Stud.
     // ...
     $query = "SELECT * FROM hört JOIN Vorlesung USING (VorlNr) WHERE";
     if ($search)
                $query .= " Titel LIKE '%$search%' AND";
     $query .= " MatrNr=$matnr";
```

    - Beabsichtigte Query (Suchausdruck „ET“):
      - `SELECT * FROM hört JOIN Vorlesung USING (VorlNr) WHERE Titel LIKE '%ET%' AND MatrNr=25403`
    - Query durch Injection-Suchausdruck „`' --` “
      - `SELECT * FROM hört JOIN Vorlesung USING (VorlNr) WHERE Titel LIKE '%' -- %' AND MatrNr=25403`

„`--` “ (mit nachfolgendem Leerzeichen!) macht in SQL den Rest der Zeile zum Kommentar.

Liefert nur eigene Vorlesungen

Liefert Vorlesungen aller Studenten

Injections

- **Mögliche Folge: Einschleusen neuer SQL-Anweisungen**
  - Dadurch kann man beliebige Manipulationen in der Datenbank vornehmen (im Rahmen der Rechte des Benutzers)
  - Beispiel (zu Studenten-Suchfunktion von oben):
    - **Injection-Suchausdruck**

      „`' ; DELETE FROM Professor -- '`“

    - **Resultierende Anfrage:**

      ```
      SELECT * FROM Student WHERE Name LIKE '%' ;
             DELETE FROM Professor -- '%'
      ```

      - Löscht alle Professor-Datensätze

    - **Analog**: ändern von Passwörtern, exmatrikulieren von Studierenden, …
  - Dieses Beispiel funktioniert bei mysqli_query nicht, da hier keine **mehrteiligen SQL-Queries** erlaubt sind (→ dann Syntax-Fehler)

Injections

- **Gegenmaßnahmen zu SQL-Injections (1)**
  - Daten im Query-String vor Einbettung geeignet „escapen“
    - Vermeidet die Unterbrechung des umgebenden '…'-Strings
    - Funktion: **mysqli_real_escape_string** (mysqli $link , string $escapestr)
      - Behandelt NUL (ASCII 0), \n, \r, \\, ', ", Control-Z.
      - Wird auf jeden Parameter einzeln angewandt
    - Beispiel:

```php
<?php
    $search = @$_GET['name'];
    // ...
    // Query stellen …
    $query = "SELECT * FROM Student";
    if ($search) {
              $xsearch = mysqli_real_escape_string($mysqli, $search)
              $query .= " WHERE Name  LIKE '%$xsearch%'";
    }
    $res = mysqli_query($mysqli, $query);
```

    - Verständnisfrage: Kann ich den ganzen Query-String damit behandeln?

Injections

- **Gegenmaßnahmen zu SQL-Injections (2a)**
  - Idee: Daten nicht in Query-String einbetten, sondern **separat** an das DBMS übergeben
  - **Technik: Prepared Statements**
    - Ich formuliere zunächst den Query-String ohne Daten.
      - Er enthält überall ein „**?**“, wo Daten eingefügt werden sollen.
      - Beispiel: „`SELECT * FROM Student WHERE a=? AND b=?`“
      - Ziel: Ein „prepared Statement“
    - Erst in einem späteren Aufruf „binde“ ich Parameter an das prepared Statement
      - Beides wird getrennt an das DBMS übergeben und verarbeitet.
      - Es es gibt also keine Vermischung von Code (SQL-Statements) und Daten

Injections

- **Gegenmaßnahmen zu SQL-Injections (2b)**
  - Daten nicht in Query-String einbetten, sondern **explizit** übergeben
    - **Technik: Prepared Statements**
      - Query-String enthält überall ein „**?**“, wo Daten eingefügt werden sollen.
      - mit mysqli_prepare() wird ein Prepared Statement erzeugt
      - mit mysqli_stmt_bind_param() werden die Parameterwerte gebunden
      - mit mysqli_stmt_execute() wird der Query ausgeführt
      - mit mysqli_stmt_get_result() wird das Ergebnis geholt
    - Beispiel:

```php
<?php
     $a = @$_GET['a'];          $b = @$_GET['b'];
     $stmt = mysqli_prepare($mysqli,
                            "SELECT * FROM Student WHERE a=? AND b=?");
     mysqli_stmt_bind_param($stmt, 'ss', $a, $b);
     mysqli_stmt_execute($stmt);
     $res = mysqli_stmt_get_result($stmt);

     while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
         // ...
```

    - Der 2. Parameter in mysqli_stmt_bind_param() gibt die Typen an
      - 's'=String, 'i'=integer, 'd'=Fließkommazahl, 'b'=BLOB

Injections

- **Gegenmaßnahmen zu SQL-Injections (3)**
  - Keine mehrteiligen SQL-Statements in Query-Strings zulassen
    - Dies ist bei mysqli_query ja gesichert (s.o.)
    - Es bietet aber keine vollständige Sicherheit
  - Filterung von Eingaben
    - z.B. bekannte Injection-Muster erkennen und ablehnen oder bereinigen
    - Problem: **False Positives**
      - Zulässige Eingaben werden abgelehnt oder verändert
    - Problem: **False Negatives**
      - Unbekannte (neue / modifizierte) Angriffe werden nicht sicher erkannt
- **SQL-Injections können sehr vielseitig ablaufen**
  - Siehe auch http://de.wikipedia.org/wiki/SQL-Injection
    - Überschreiben von Server-Dateien mit INTO OUTFILE
    - Überlasten des Servers, löschen von Tabellen, Ändern von Rechten, ...

- **Injections**
  - Allgemein bezeichnet man mit „**Injection**“ jede Form von fremdbestimmten Daten, die als Code interpretiert werden
  - „**Code**“ in diesem Sinne sind **alle Kontrollstrukturen**
    - also nicht nur klassische Programmiersprachen
    - **Beispiele:**
      - SQL-Statements,
      - Javascript-Code,
      - HTML-Tags und HTML-Tag-Parameter
  - „**fremdbestimmte Daten**“ sind alle Daten, die von nicht vertrauenswürdiger Seite beeinflussbar sind
    - **Beispiele:**
      - Benutzereingaben (GET- oder POST-Parameter)
      - Cookies
      - HTML-Header
      - hochgeladene Dateien

Injections

- **Injections (Beispiele)**
  - Über einen POST-Parameter werden SQL-Fragmente übergeben, die eine Verfälschung der in der Folge erzeugten SQL-Queries verursachen
    - **SQL-Injection**
    - Gefahr: Fehler, Manipulation der Datenbank, Geheimnis-Enthüllung
    - Gegenmaßnamen (s.o.):
      - Parameter-Escaping
      - sichere Query-Erzeugung
      - Daten-Filterung (evtl. unsicher)
  - Das obige Script enthält eine solche Verwundbarkeit

Injections

- **Queries mit Daten aus Parametern**

```php
<?php $search = @$_GET['name']; ?>

<h1>Search for Student</h1>
<form action="" method=get>
     <input type=text     name=name      value="<?php print $search; ?>">
     <input type=submit   name=search    value="Search" >
</form>
<h1>Search Result
     <?php if ($search) print "for '$search'"; ?>
</h1>
<?php
     $mysqli = mysqli_connect(...);

     // Query stellen …
     $query = "SELECT * FROM Student";
     if ($search)
               $query .= "  WHERE Name LIKE '$search'";
     $res = mysqli_query($mysqli, $query);

     // Datensätze abrufen und verarbeiten
     print "<table>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
     while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
         print "\n<tr>";
         print "<td>" . $row['Name'];
```

Injections

- **Injections (Beispiele)**
  - Über einen GET-Parameter werden HTML-Fragmente übergeben, die eine Verfälschung der in der Folge erzeugten HTML-Seite verursachen.
  - Diese HTML-Fragmente können auch Javascript enthalten, die im Browser eines Nutzers ausgeführt werden
    - **HTML-Injection**
    - Javascript-Injection („**XSS**“ = **Cross-Site-Scripting**)
    - Gefahr: Fehlerhafte Darstellung, Manipulation der Benutzer-Webseite, Geheimnis-Enthüllung durch Javascript (z.B. gefälschte Passwort-Dialoge)
    - Gegenmaßnamen:
      - Parameter-Escaping (PHP-Funktion htmlspecialchars)
      - Daten-Filterung (z.B. PHP-Funktion strip_tags) (allgemein evtl. unsicher)
  - Das obige Script enthält zwei solcher Verwundbarkeiten

Injections

- **HTML-Injection, XSS**

```php
<?php $search = @$_GET['name']; ?>

<h1>Search for Student</h1>
<form action="" method=get>
     <input type=text     name=name      value="<?php print $search; ?>">
     <input type=submit   name=search    value="Search">
</form>
<h1>Search Result
     <?php if ($search) print "for '$search'"; ?>
</h1>
<?php
     $mysqli = mysqli_connect(...);

     // Query stellen …
     $query = "SELECT * FROM Student";
     if ($search)
               $query .= "  WHERE Name  LIKE '$search'";
     $res = mysqli_query($mysqli, $query);

     // Datensätze abrufen und verarbeiten
     print "<table>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
     while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
         print "\n<tr>";
         print "<td>" . $row['Name'];
```

Injections

- **HTML-Injection, XSS (Demo)**
  - **Beispiel**: Demo-XSS-Injection String für Such-Feld:

    ```
    " onclick="alert('Hallo')
    ```

    Liefert auf dem verwundbaren Input-Feld:

    ```
    <input type="text" name="name" value="" onclick="alert('Hallo')">
    ```

    Öffnet also beim Klick auf das Text-Eingabefeld einen Alert.

  - ***Übung***
    - Überlegen Sie sich einen Injection-String, durch den Sie das Action-Feld des Formulars auf einen beliebige URL setzen können.
      (Zwei JS-Funktionsaufrufe genügen.)

  - **Angriffsszenario** (bei nicht geschützten Servern)
    - Sie ergänzen die Login-URL einer Bank mit einem GET-Parameter, durch den die Login-Daten an einen fremden Server geschickt werden. Dann schicken Sie die URL per gefälschter Email an einen Kunden mit der Aufforderung, sich „*ganz dringend*“ darüber einzuloggen.

Injections

- **Persistente / Reflektierte Injections**
  - Injections müssen nicht immer unmittelbar durch einen Query erfolgen
  - Sie können auch über Daten erfolgen, die zunächst auf dem Server dauerhaft („**persistent**“) gespeichert werden und erst bei einer späteren Abfrage einen Effekt haben
    - Sie werden sozusagen vom Server „reflektiert“
  - Beispiel:
    - In der Datenbank liegt ein Fragment für eine Javascript-Injection (XSS)
    - In der Datenbank liegt ein Fragment für eine SQL-Injection
      - Verständnisfrage: Wie kann das sein? Sie wurde doch escapt beim Einfügen?
    - Über eine Upload-Funktion wird ein PHP-Script hochgeladen, dass vom Server beim späteren Zugriff ausgeführt wird (Script-Injection)
      - Gegenmaßnahme: Im Upload-Bereich immer aktives Scripting deaktivieren!
  - Das obige Script enthält eine solche Verwundbarkeit

Injections

- **Persistente HTML-Injection, XSS**

```php
<?php $search = @$_GET['name']; ?>

<h1>Search for Student</h1>
<form action="" method=get>
     <input type=text     name=name      value="<?php print $search; ?>">
     <input type=submit   name=search    value="Search" >
</form>
<h1>Search Result
     <?php if ($search) print "for '$search'"; ?>
</h1>
<?php
     $mysqli = mysqli_connect(...);

     // Query stellen …
     $query = "SELECT * FROM Student";
     if ($search)
               $query .= "  WHERE Name  LIKE '$search'";
     $res = mysqli_query($mysqli, $query);

     // Datensätze abrufen und verarbeiten
     print "<table>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
     while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
         print "\n<tr>";
         print "<td>" . $row['Name'];
```

Injections

- **Persistente / Reflektierte Injections (Demo)**
  - **Beispiel**: Demo-DB-XSS-Injection String für Studenten-Name:

```
INSERT INTO Student (Name) VALUES
            ('<script>alert("DB")</script>');
```

    Öffnet beim Auflisten des Studenten in jeder Such-Ausgabe einen Alert.

  - ***Übung***
    - Die DB-Textfelder sind evtl. sehr kurz für komplexeren JS-Code (Student.Name hier 64 Zeichen). Wie könnte man das umgehen?
    - Können Sie sich ein Szenario vorstellen, in dem man ausdrücklich Daten aus der Datenbank ungeschützt ausgeben will?

  - **Angriffsszenario** (bei nicht geschützten Servern)
    - Sie schreiben in ein Forum einen Kommentar. Auf der Einstiegsseite des Forums werden die neuesten Kommentare (ungeschützt) angezeigt.
      Der JS-Code im Kommentar sendet jeweils das Session-Cookie als GET-Parameter an einen fremden Server.

Injections

- **Abgesichertes Beispiel** → mysqli_04_search_safe Quelle + Ausführbar

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head></head>
<body>
<?php $search = @$_GET['name']; ?>

<h1>Search for Student</h1>
<form action="" method=get>
        <input type=text     name=name      value="<?php print htmlspecialchars($search); ?>">
        <input type=submit   name=search    value="Search" >
</form>

<h1>Search Result
        <?php if ($search) print "for '".htmlspecialchars($search)."'"; ?>
</h1>
<?php
        require('/home/lamp/.mysql_credentials');
        $mysqli = mysqli_connect($mysql_server, $mysql_user, $mysql_password, $mysql_database);
        if (!$mysqli) {
                        echo "Failed to connect to MySQL: " . mysqli_connect_error();
                        exit(1);
        }
        $query = "SELECT * FROM Student";
        if ($search) {
                        $xsearch = mysqli_real_escape_string($mysqli, $search);
                        $query .= " WHERE Name LIKE '%$xsearch%'";
                        // $query .= " OR MatrNr LIKE '%$xsearch%'";
        }
        print '<div style="margin: 1em 0; padding: 0 1em; border: thin solid grey;">';
        print "<pre>" . htmlspecialchars($query) . "</pre>";
        $res = mysqli_query($mysqli, $query);
        if (!$res) {
                        echo "Failed to Query MySQL: " . mysqli_error($mysqli);
                        exit(1);
        }
        print "</div>";
        print "<table border=1>\n<tr><th>MatrNr <th>Name";
        while ($row = mysqli_fetch_assoc($res)) {
                        print "\n<tr>";
                        print "<td>" . htmlspecialchars($row['MatrNr']);
                        print "<td>" . htmlspecialchars($row['Name']);
        }
        print "\n</table>";
        mysqli_close($mysqli);
?>
</body>
</html>
```