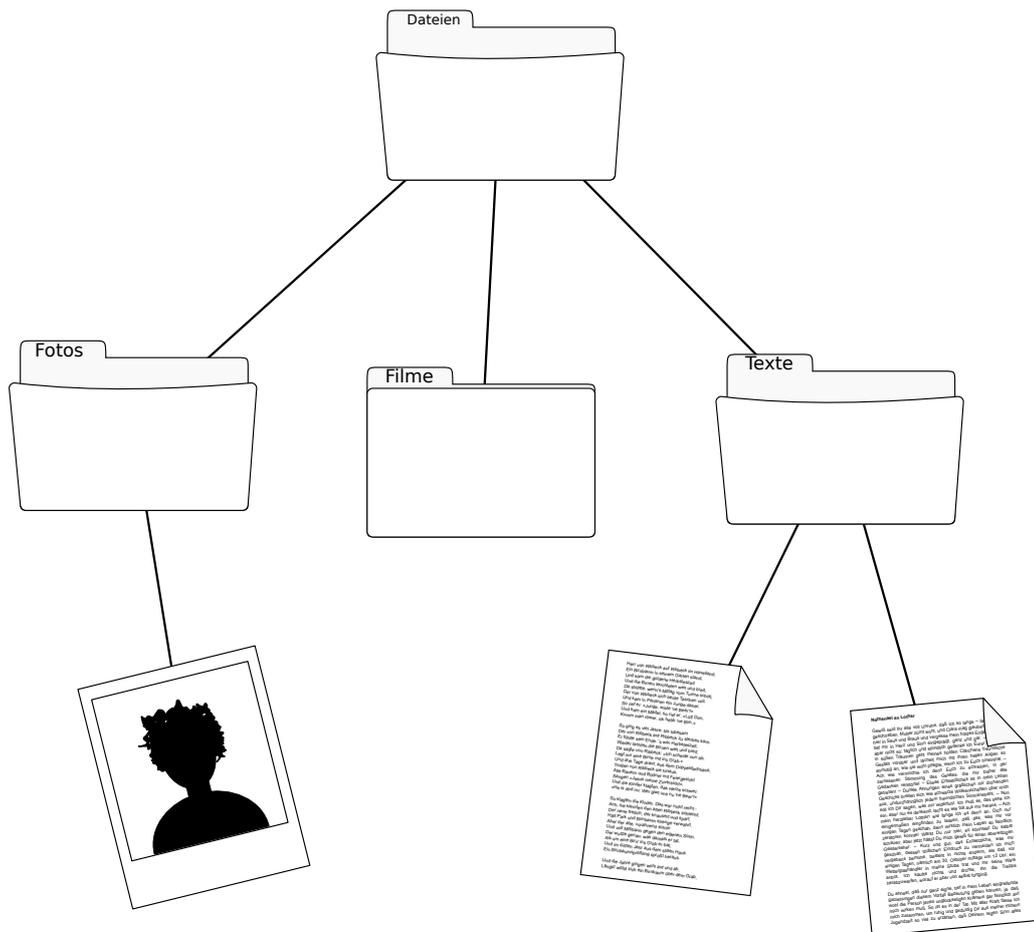




Isak Agzibueyuek, Daniel Spittank und Crispin Stanglow

# Modul 1 – Betriebssysteme, Netze und Datensicherheit

## Teilmodul 1a – Dateien und Verzeichnisse



## Autoren

Dieses Dokument und die zugehörigen Materialien wurde von Studierenden der Bergischen Universität Wuppertal sowie Referendaren der Zentren für schulische Lehrerbildung in Arnsberg und Hamm erstellt. Die verantwortlichen Autoren für dieses Dokument sind:

Isak Agzibueyuek, Daniel Spittank und Crispin Stanglow

## Lizenz



Dieses Dokument und alle verbundenen Materialien und Abbildungen sind nach der Creative Commons by-nc-sa-Lizenz lizenziert. Folglich dürfen sie beliebig kopiert und bearbeitet werden, sofern das Folgeprodukt wiederum unter dieser Lizenz vertrieben wird. Eine kommerzielle Nutzung ist nicht erlaubt. Den vollständigen Lizenztext finden sie unter:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.de>

## Mithilfe

Bitte helfen Sie mit bei der Verbesserung des vorliegenden Dokuments. Sollten Ihnen Fehler (auch Rechtschreibfehler) auffallen, bitten wir Sie, uns zu kontaktieren. Bitte wenden Sie sich hierzu an untenstehende E-Mailadresse.

## Kontakt

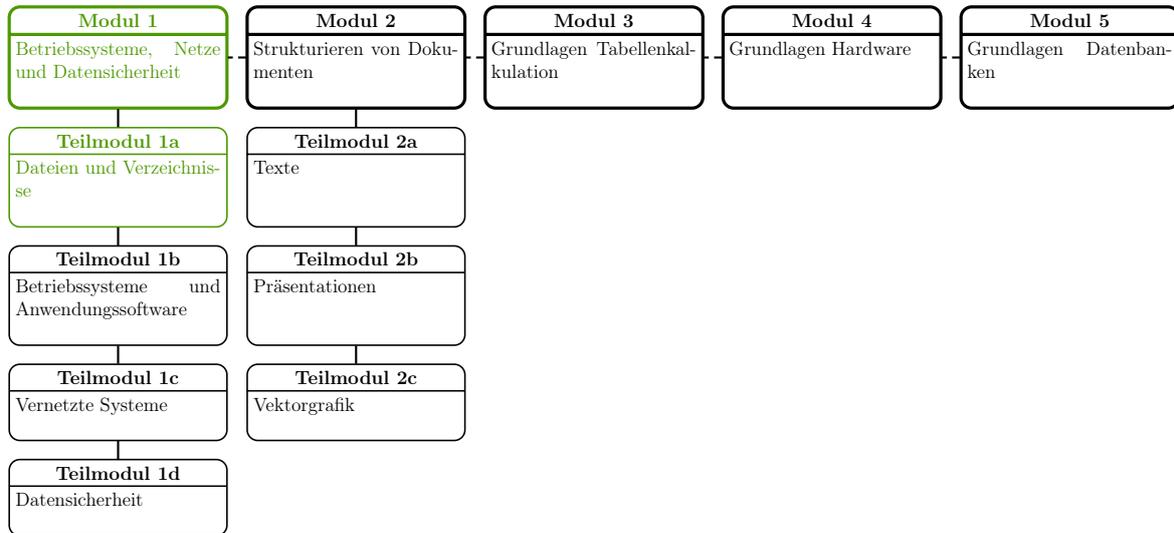
Weitere Informationen und Materialien finden Sie unter <http://ddi.uni-wuppertal.de>. Ihre Ansprechpartnerin für die vorliegenden Materialien ist Dorothee Müller. Sie erreichen sie unter der E-Mailadresse [Dorothee.Mueller@math.uni-wuppertal.de](mailto:Dorothee.Mueller@math.uni-wuppertal.de).

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einordnung</b>	<b>4</b>
1.1	Modulübersicht . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Modulbeschreibung</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Setting</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Elemente</b>	<b>6</b>
4.1	Elementübersicht . . . . .	6
4.2	Element 1 – Dateien . . . . .	6
4.2.1	Kompetenzen . . . . .	6
4.2.2	Elementbeschreibung . . . . .	6
4.2.3	Umsetzung . . . . .	6
4.3	Element 2 – Verzeichnisse . . . . .	8
4.3.1	Kompetenzen . . . . .	8
4.3.2	Elementbeschreibung . . . . .	8
4.3.3	Umsetzung . . . . .	8
4.4	Element 3 – Der Verzeichnisbaum . . . . .	10
4.4.1	Kompetenzen . . . . .	10
4.4.2	Elementbeschreibung . . . . .	10
4.4.3	Umsetzung . . . . .	10
4.5	Element 5 – Praktische Anwendung . . . . .	12
4.5.1	Kompetenzen . . . . .	12
4.5.2	Elementbeschreibung . . . . .	12
4.5.3	Umsetzung . . . . .	12
4.6	Element E2 – Zugriffsrechte (optional) . . . . .	13
4.6.1	Kompetenzen . . . . .	13
4.6.2	Elementbeschreibung . . . . .	13
4.6.3	Umsetzung . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Material</b>	<b>14</b>
5.1	Arbeitsblätter . . . . .	14
5.2	Informationsblätter . . . . .	24
5.3	Klausuren . . . . .	24
5.4	Sonstiges . . . . .	26

# 1 Einordnung

## 1.1 Modulübersicht



Das Material wurde ursprünglich für die Mittelstufe entwickelt, jedoch in der vorliegenden Form in der Einführungsphase der Oberstufe verwendet.

## 2 Modulbeschreibung

- **Inhalt:** Das vorliegende Modul enthält eine Einführung in den Umgang mit Dateien und Verzeichnissen, wobei Dateien die Basiseinheit für die weitere Behandlung des Themas bilden. Nach der Behandlung der Dateien und Verzeichnisse wird der bei größeren Datenmengen vorhandene Bedarf nach weiteren Ordnungsmöglichkeiten angesprochen und dazu die hierarchische Struktur eines Verzeichnisbaumes thematisiert. Abschließend wird eine mögliche Ausgestaltung der praktischen Umsetzung mit Hilfe eines konkreten Informatiksystems dargestellt. Darüber hinaus existieren optionale Zusatzelemente zu Datenstrukturen, Sortieren und Suchen sowie Dateizugriffsrechten.

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Moduls wird eine Geschichte erzählt, die einen lebensweltlichen Bezug zu Dateien aufweist. Die einzelnen Elemente des Moduls repräsentieren die Problemstellungen aus der Geschichte, so dass diese innerhalb des Moduls den roten Faden bildet und so zur Übersichtlichkeit und damit zum besseren Verständnis beiträgt.

Alle Elemente lassen sich auf verschiedene Arten im Unterricht thematisieren. Dazu wird jeweils (mindestens) ein konkreter Unterrichtsvorschlag benannt.

- **Ziele:** Nach der Behandlung des Moduls sollen die Schülerinnen und Schüler die Begriffe „Datei“ und „Verzeichnis“ sowie ihre Beziehung zueinander verstanden haben. Darüber hinaus sollen die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften und die Methoden einer Datei bzw. eines Verzeichnisses kennen, wodurch ihnen implizit ein erster Kontakt mit dem objektorientierten Paradigma ermöglicht wird. Im Weiteren sollten sie die hierarchische Ordnung des Verzeichnisbaumes sowie die grundlegenden Operationen mit ihm verstanden und gelernt haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen am Ende in der Lage sein, die erlernten Grundlagen mit Hilfe eines konkreten Informatiksystems umzusetzen.

- **Materialien:** Dateien werden im Rahmen dieses Moduls durch Objektkarten und Verzeichnisse durch Heftstreifen repräsentiert. Diese können leicht zu komplexen Verzeichnisstrukturen zusammengeheftet werden. Neben einigen beispielhaften, vorausgefüllten Karten liegt eine Kopiervorlage für leere Karten bei. Man benötigt also für die Abbildung der Elemente im Unterricht zumindest folgende Materialien:
  - Heftstreifen
  - Locher
  - Fotoecken
  - Bindfäden
  - Büroklammern

### 3 Setting

Als elementübergreifendes Setting für dieses Modul bietet sich eine Geschichte an, die einen lebensweltlichen Bezug zu Dateien aufweist. Ein Vorschlag hierfür wäre etwa ein Familienurlaub der Familie Meier.

Die Familie Meier (Vater Peter, Mutter Elvira, die Tochter Anna und ihr jüngerer Bruder Lukas) verbringt einen zweiwöchigen Urlaub in Spanien. Währenddessen sammeln sich auf dem Mobiltelefon von Anna allerlei Daten an: Urlaubsbilder, Sprachaufzeichnungen, Notizen und Videos. Außerdem schreibt Anna regelmäßig Texte in eine Tagebuch-App und E-Mails an ihre Freundinnen. Diese Daten landen allesamt auf der Speicherkarte ihres Smartphones.

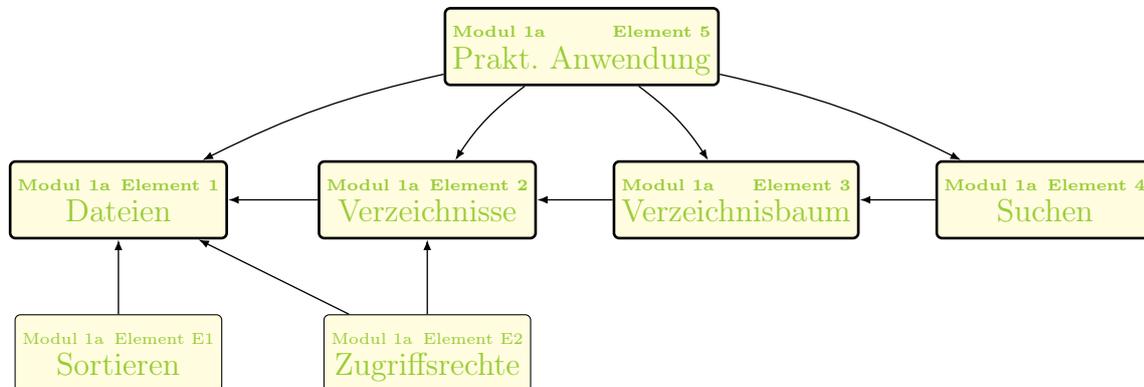
Zuhause angekommen möchte Anna gerne eine Zusammenfassung der Reise mit den schönsten Bildern und einigen Texten als Fotobuch drucken lassen. Außerdem will die Familie einen Diaabend mit den Großeltern veranstalten, bei dem auch Annas Bilder und Videos gezeigt werden sollen. Unglücklicherweise liegen sämtliche Daten unsortiert auf der Speicherkarte, auf der auch noch Bilder vom letzten Italienurlaub und zwei Ausflügen innerhalb Deutschlands abgespeichert sind. Anna kommt also nicht umhin, die Dateien zu ordnen. Dies macht sie zunächst nach den Ereignissen, später auch hierarchisch nach weiteren Metadaten.

Einen Monat nach dem Urlaub soll Anna für ihre Mutter ein bestimmtes Foto heraussuchen, das diese besonders schön fand, damit sie einen Abzug davon für ihr Büro anfertigen lassen kann. Es stellt sich natürlich die Frage, wie sie genau dieses Foto schnell finden kann.

Es ist unschwer zu erkennen, dass diese Geschichte dem Aufbau des Moduls entspricht. Außerdem ergeben sich auch Anknüpfungspunkte für die optionalen Elemente. So können anhand der Eigenschaften der Objekte Sortieralgorithmen erörtert und ausprobiert werden. Der Sinn von Zugriffsrechten wird unmittelbar ersichtlich, wenn Anna versucht, ihren Bruder davon abzuhalten, in ihren Tagebucheinträgen herumzuschnüffeln.

## 4 Elemente

### 4.1 Elementübersicht



### 4.2 Element 1 – Dateien

#### 4.2.1 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- die Begriffe „Datei“ und „Metadaten“ erklären **und** ihre Beziehung zueinander erläutern.
- grundlegende Eigenschaften von Dateien angeben.
- die Begrifflichkeiten des objektorientierten Paradigmas erklären (bei expliziter Variante).
- den Begriff „Algorithmus“ erläutern (optional).
- einen gegebenen Algorithmus nachvollziehen (optional).
- einen gegebenen Algorithmus als Struktogramm darstellen (optional).

#### 4.2.2 Elementbeschreibung

Mit diesem Element sollen die Dateien als elementare Basiseinheit für die weitere Behandlung des Themas eingeführt werden. Gleichzeitig sollen die Schülerinnen und Schüler an die objektorientierte Denkweise herangeführt werden. Hierzu werden implizit die objektorientierten Begrifflichkeiten verwendet, in einem der Umsetzungsvorschläge werden sie auch explizit in Form von Objektkarten eingeführt. Dateien sollen als Objekte begriffen werden, die bestimmte Eigenschaften besitzen und mit denen bestimmte Operationen durchgeführt werden können. Objektkarten oder Eigenschaftsettiketten für reale Objekte bieten sich somit für die praktische Umsetzung an.

#### 4.2.3 Umsetzung

**Umsetzungsvorschlag 1 - Objektkarten** Unter Berücksichtigung der übergreifenden Geschichte können von den Schülerinnen und Schülern Objektkarten erstellt werden. Der Anknüpfungspunkt an die Geschichte ist hier durch den ersten Teil gegeben: Das Ansammeln großer Datenmengen auf dem Handy von Anna.

Die vom Setting vorgegebene Folge der Ereignisse wird in den Materialien genutzt, um schrittweise von der Anordnung der Fotos (vgl. [Arbeitsblatt 01-01](#)) zur Erstellung der zugehörigen Objektkarten ([Arbeitsblatt 01-02](#)) zu gelangen.

Für die Repräsentation der Bilddateien auf der Kamera werden [vorgefertigte Fotokarten](#) verwendet, die auf der Rückseite zusätzliche Metadaten enthalten. Diese Karten werden dann mit Fotoecken auf den Objektkarten als Bildinhalt befestigt.

Es ist möglich beim Anordnen der Bilder einen Exkurs zu Algorithmen (vgl. [Arbeitsblatt 01-e1](#)) durchzuführen, dies ist jedoch auch später, z. B. in den Elementen zum Suchen und Sortieren möglich. Für eine spätere Einführung des Algorithmusbegriffs spricht die Möglichkeit, die statische objektorientierte Modellierung mittels der Nutzung von Sequenzdiagrammen in eine dynamische zu überführen. Zu diesem frühen Zeitpunkt wären eher Struktogramme<sup>1</sup> geeignet, da sie keine Kenntnisse des objektorientierten Paradigmas voraussetzen.

Je nach Umfang des zur Verfügung stehenden Zeitkontingents können die Schülerinnen und Schüler die Objektkarten vollständig selbst erstellen, vorgefertigte Vorlagen<sup>2</sup> ausfüllen oder direkt mit fertigen Karten operieren. Die [vorgefertigten Objektkarten](#) finden sich, ebenso wie zwei [Beispiele](#), im Materialverzeichnis. Es wäre allerdings wünschenswert den letzten Fall zu vermeiden, um eine höhere Identifikation der Schülerinnen und Schüler mit dem Thema zu ermöglichen.

Durch die Verwendung der Objektkarten<sup>3</sup> wird bereits implizit die objektorientierte Denkweise eingeführt. Alles ist ein Objekt, Objekte haben Eigenschaften und mit Objekten lassen sich bestimmte Operationen durchführen. Der Begriff „Datei“ wird hierbei als Bezeichnung für einen durch eine Objektkarte beschriebenen Datensatz verwendet.

Im Anschluss daran kann explizit auf die Notation der Objektkarten eingegangen werden und somit das objektorientierte Paradigma eingeführt werden. Hier bieten sich entsprechende Übungen an. Das vorhandene Material (vgl. [Arbeitsblatt 01-02](#)) enthält bereits diese explizite Beschreibung. In der ersten Fassung des Materials wurde zunächst implizit vorgegangen, was auch problemlos möglich ist.

Wenn der explizite Weg gewählt wird, bietet es sich an zusätzliches Handwerkszeug einzuführen. Etwa das Verfahren von Abbott<sup>4</sup>.

**Umsetzungsvorschlag 2 - Eigenschaftsetiketten** Eine weitere Umsetzungsmöglichkeit wäre dadurch gegeben, direkt realweltliche Objekte, wie etwa Bilder, CDs, Textseiten oder ähnliches, mit Eigenschaftsetiketten zu versehen, die von den Schülerinnen und Schüler beschriftet werden können. Dies wäre vorteilhaft für die „Begreifbarkeit“ der verschiedenen Dateitypen und Dateinhalte. Dies ist jedoch gleichzeitig ein Nachteil dieser Vorgehensweise, denn unterschiedliche Formen und Größen der Objekte schränken die Möglichkeiten für die Umsetzung der folgenden Elemente deutlich ein. Hier wäre wohl nur noch eine Umsetzung mit Tüten bzw. Taschen als Verzeichnissen sinnvoll möglich. Außerdem steigt natürlich der Platzbedarf für die Materialien deutlich. Abgesehen davon könnte die weitere Umsetzung analog zum ersten Vorschlag erfolgen.

---

<sup>1</sup>Entsprechendes Material hierzu findet sich in der Materialsammlung (<http://ddi.uni-wuppertal.de/material/materialsammlung/oberstufe/allgemein/struktogramm.html>).

<sup>2</sup>Diese können durch Laminierung und das Beschreiben mit Folienstiften auch wiederverwendbar ausgelegt werden.

<sup>3</sup>Diese sollten selbstverständlich an die übliche Notation angelehnt sein, etwa abgerundete Ecken aufweisen.

<sup>4</sup>Siehe Materialsammlung (<http://ddi.uni-wuppertal.de/material/materialsammlung/oberstufe/allgemein/abbott.html>)

## 4.3 Element 2 – Verzeichnisse

### 4.3.1 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- den Begriff „Verzeichnis“ erklären.
- Metadaten für Verzeichnisse benennen.
- grundlegende Eigenschaften (Name, ...) von Verzeichnissen angeben.

### 4.3.2 Elementbeschreibung

Die im vorhergehenden Element entstandenen Dateimengen verlangen nach einer sinnvollen Ordnung. Ziel dieses Elements ist die Einführung der Verzeichnisse als übergeordnete Einheit. Es bieten sich hierfür verschiedene realweltliche Repräsentationen für Verzeichnisse an. Diese sollten die im ersten Element entstandenen Dateiobjekte aufnehmen können, aber in Hinblick auf das nächste Element auch für die Abbildung rekursiver Strukturen geeignet sein.

Die grundlegende Anordnung der Dateien könnte in Form von Stapeln mit ähnlichen Eigenschaften erfolgen<sup>5</sup>. Genau diesen Ansatz verfolgt auch Anna in unserer Ausgangsgeschichte.

Wichtig ist die Verwendung des Begriffs „Verzeichnis“, denn der in real existierenden Informatiksystemen häufig anzutreffende Begriff „Ordner“ entspricht nicht der lebensweltlichen Bedeutung des Begriffs. So lassen sich beispielsweise reale Ordner nicht rekursiv anordnen. Es würde somit eine falsche Vorstellung des Begriffs vermittelt.

### 4.3.3 Umsetzung

**Umsetzungsvorschlag 1 – Heftstreifen** Beinahe ideal geeignet für die Umsetzung mit Objektkarten sind Heftstreifen. Diese relativ günstigen Büroutensilien eignen sich zur Anordnung der (gelochten) Objektkarten nach bestimmten Kriterien. Später ist durch die doppelte Lochung der Heftstreifen auch eine Rekursion möglich. Wann dieser Schritt im Unterricht erfolgen soll ist eine Frage der zur Verfügung stehenden Zeit. Soll die Rekursion noch nicht direkt besprochen werden, bietet es sich an Heftstreifen ohne zusätzliche Lochung zu verwenden, da dieser Schritt sonst als ganz natürliche Entwicklung erfolgt.

Für die Verzeichnisse können wiederum Objektkarten erstellt werden (für Vorlagen siehe [Materialverzeichnis](#)). Der Name eines Verzeichnisses kann alternativ auf den Heftstreifen vermerkt werden. Dies sollte möglichst mit Etiketten erfolgen, um die Wiederverwendbarkeit und das Umbenennen von Verzeichnissen zu ermöglichen.

**Umsetzungsvorschlag 2 – Taschen oder Tüten** Für die Umsetzung einer rekursiven Struktur würden sich auch Taschen oder Tüten eignen – insbesondere wenn Eigenschaftsetiketten und reale Objekte verwendet werden sollen, wie in der Elementbeschreibung für das letzte Element beschrieben. Ein Nachteil hierbei ist allerdings, dass die Zusammenstellung der Objekte recht chaotisch werden kann und somit nur mit robusten Objekten verwendet werden sollte.

Die Objekte können nach einem bestimmten Merkmal gruppiert in Taschen gepackt werden, wobei jeweils eine Tasche genau einem Merkmal entspricht. Die Taschen sollten entsprechend mit Etiketten beschriftet werden.

<sup>5</sup>In diesem Zusammenhang wäre die explizite Einführung der Datenstruktur „Stapel“ als Exkurs möglich.



Abbildung 1: Heftstreifen mit doppelter Lochung

## 4.4 Element 3 – Der Verzeichnisbaum

### 4.4.1 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- den Aufbau eines Baums am Beispiel eines Verzeichnisbaums erläutern.
- einen Verzeichnisbaum grafisch darstellen.
- einen Verzeichnisbaum in ein Objektdiagramm überführen.
- die grundlegenden Methoden von Objekten im Verzeichnisbaum erklären und anwenden.
- den Begriff „Pfad“ erläutern.
- unterschiedliche Ordnungssysteme im Hinblick auf die Erfüllung des gegebenen Ziels beurteilen.

### 4.4.2 Elementbeschreibung

Nachdem in den vorhergehenden Elementen Dateien erzeugt und grundlegend geordnet wurden, ergibt sich bei größeren Dateimengen ein Bedarf nach weiteren Ordnungsmöglichkeiten. Ziel des vorliegenden Elements ist es also, die übliche hierarchische Struktur eines Verzeichnisbaumes abzubilden. Somit wird auch direkt die Datenstruktur „Baum“ vermittelt. Wie detailliert dies betrieben wird, hängt von den Voraussetzungen der Lerngruppe ab.

Die grundlegenden Operationen mit dem Verzeichnisbaum (Kopieren, Verschieben, Erzeugen, Löschen, ...) <sup>6</sup> lassen sich bei den konkreten Umsetzungsvorschlägen jeweils einfach abbilden.

In unserer Geschichte verwendet Anna Verzeichnisse für die verschiedenen Ereignisse (Urlaub, goldene Hochzeit, ...) und legt in diesen weitere Verzeichnisse für die verschiedenen Dateitypen an. Zusätzlich erzeugt sie für den Urlaub weitere Unterverzeichnisse für jeden Urlaubstag und sortiert hier jeweils die Verzeichnisse für die einzelnen Dateitypen ein.

### 4.4.3 Umsetzung

**Umsetzungsvorschlag 1 - Heftstreifen** Bei der Verwendung von Heftstreifen mit zusätzlicher Lochung erfolgt der Schritt hin zu einer hierarchischen Ordnung (vgl. [Arbeitsblatt 03-01](#)) beinahe automatisch. Das Einheften von Verzeichnissen in andere Verzeichnisse ist eine logische Konsequenz des Bedarfs nach mehr Ordnung.

Zur Übung und zur Vorbereitung des Objektspiels werden Objektkarten zu einem gegebenen Verzeichnisbaum erstellt (vgl. [Arbeitsblatt 03-02](#)). In der Folge werden die Beziehungen zwischen den Objekten eingeführt.

Die grundlegenden Methoden sind direkt übertragbar und unmittelbar erkenntlich. Die hinzugekommenen Operationen mit Verzeichnissen erfolgen analog zu denen mit Dateien aus dem letzten Element. Das Hinzufügen eines Verzeichnisses zu einem Verzeichnis erfolgt durch das Anheften an den entsprechenden Heftstreifen. Das Verschieben eines Verzeichnisses oder einer Datei erfolgt durch Umheften. Für das Kopieren muss natürlich zuerst eine Kopie der Objektkarte erstellt werden.

Die Methoden werden zunächst **ermittelt** und dann in einem **Objektspiel** angewendet. Für die Beziehungen zwischen den Objekten haben sich Fäden bewährt, an deren Enden Büroklammern befestigt wurden. Es sind aber auch andere Varianten denkbar. Die weitere Nutzung der

<sup>6</sup>Jeweils einer Datei oder eines Verzeichnisses.

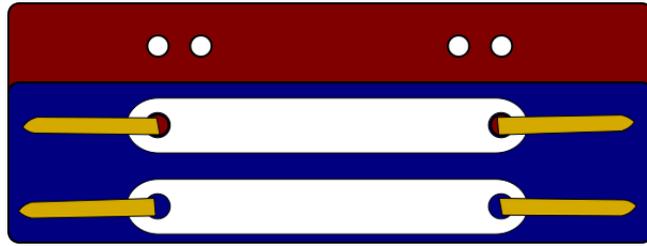


Abbildung 2: Heftstreifen, rekursiv angeordnet

eingeführten Heftstreifen wäre zwar wünschenswert, hat sich jedoch für das Objektspiel nicht bewährt.

**Umsetzungsvorschlag 2 - Taschen oder Tüten** Wie bereits in der Elementbeschreibung des letzten Elements beschrieben, eignen sich auch Taschen oder Tüten als Repräsentation für die rekursive Struktur des Verzeichnisbaums. Der Nachteil der Tendenz zu chaotischen Ansammlungen von Objekten wurde ebenfalls bereits benannt.

Die Objekte können in eine Tasche gelegt werden, die wiederum mit anderen Taschen und Objekten in eine weitere Tasche gelegt werden kann und so fort. Hier ergibt sich natürlich eine recht geringe maximale Tiefe der Rekursion. Alles was darüber hinausgeht ist kaum noch handhabbar, wenn man nicht gleich auf Müllsäcke ausweichen möchte.

## 4.5 Element 5 – Praktische Anwendung

### 4.5.1 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- grundlegende Aufgaben vom Dateisystem beschreiben.
- ihre Kenntnisse zum Dateisystem in Verbindung mit einem Informatiksystem anwenden.

### 4.5.2 Elementbeschreibung

Mit diesem Element sollen die in den vorangegangenen Elementen erlernten Grundlagen mit Hilfe eines Informatiksystems angewendet und geübt werden. Dabei ist zu überprüfen, ob die Modellierung mit der Realität übereinstimmt und sich so implementieren lässt.

### 4.5.3 Umsetzung

Um Fehlvorstellungen und falsche Bezeichnungen (z. B. Ordner) nicht weiter zu befördern empfiehlt es sich, dieses Element zuletzt zu behandeln, obwohl ein Einsatz zu Beginn möglich erscheint.

Für die Arbeit stehen im Materialverzeichnis entsprechend vorbereitete Bilddateien zur Verfügung, die genau den Fotokarten aus den ersten Elementen entsprechen.

Für die Umsetzung eignet sich jedes Informatiksystem mit direktem Zugriff auf das Dateisystem und einem geeigneten EXIF-fähigen Bildbetrachter, da die Metadaten der Bilder eingesehen werden müssen. Auch mobile Geräte sind explizit geeignet, da entsprechende Apps meist zur Grundausstattung gehören oder zumindest nachrüstbar sind. Für das Ordnen der Bilder muss jedoch ein entsprechendes Dateiverwaltungsprogramm und direkter Zugriff auf das Dateisystem bestehen. Diese Anforderung wird derzeit (Stand: Oktober 2014) von Geräten des Herstellers Apple nur unzureichend erfüllt.

## 4.6 Element E2 – Zugriffsrechte (optional)

### 4.6.1 Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler können...

- die verschiedenen Zugriffsrechte benennen und ihre Funktion erläutern.
- den Nutzen von Zugriffsrechten für konkrete Situationen beurteilen.

### 4.6.2 Elementbeschreibung

Zugriffsrechte spielen heute in den meisten Informatiksystemen eine wichtige Rolle und sind besonders dann unabdingbar, wenn verschiedene Benutzer gemeinsam ein Informatiksystem nutzen. Die Behandlung ausgeklügelter Detailberechtigungen und Access-Control-Lists soll hier ausgespart bleiben, da sie weder dem Verständnis dienen, noch im Alltag besondere Beachtung erfahren. Eine Beschränkung auf die grundlegenden von üblichen Dateisystemen angebotenen Berechtigungen soll genügen: Lesen, Schreiben und Ausführen. Eine vertiefende Beschäftigung mit der Wirksamkeit von Zugriffsrechten wäre sicher wünschenswert, wurde bisher jedoch aus Zeitgründen jeweils nur im Unterricht angerissen.

### 4.6.3 Umsetzung

Für die Einführung von Zugriffsrechten kann man im bestehenden Setting bleiben, es bietet sich jedoch, aufgrund der versteckten Zugriffsrechte und fehlenden Mehrbenutzerfähigkeit vieler mobiler Geräte an, auf ein stationäres System umzuschwenken (vgl. [Arbeitsblatt E1-01](#)).

## 5 Material

### 5.1 Arbeitsblätter

## Das Fotochaos

Familie Meier (Vater Peter, Mutter Elvira, die Tochter Anna und ihr jüngerer Bruder Lukas) verbringt einen zweiwöchigen Urlaub in Spanien. Währenddessen sammeln sich auf dem Mobiltelefon von Anna allerlei Daten an: Urlaubsbilder, Sprachaufzeichnungen, Notizen und Videos. Außerdem schreibt Anna regelmäßig Texte in eine Tagebuch-App und E-Mails an ihre Freundinnen. Diese Daten landen allesamt auf der Speicherkarte ihres Smartphones.

Auf der Speicherkarte sind auch noch die Fotos von einem Urlaub nach Italien und von zwei Kurzausflügen innerhalb Deutschlands vorhanden.

Dummerweise sind all diese Dateien ziemlich durcheinander. Anna soll nun eine Diaschau mit einer Auswahl der Fotos erstellen, da ihre Großeltern zu Besuch kommen. Helfen Sie Anna dabei Ordnung in ihre Fotos zu bringen. Zum Glück sind in ihrem Smartphone zusätzlich zum eigentlichen Inhalt der Fotos (den *Daten*) weitere Angaben gespeichert, sogenannte *Metadaten*. Beides ist in der jeweiligen Bilddatei gespeichert: Jeweils Datum und Uhrzeit der Aufnahme und ein Kommentar, den Anna in der Galerie-App eingetragen hat.

- 1. Aufgabe** Betrachten Sie die Vorder- und Rückseite der Fotos und geben Sie (in Stichpunkten) mindestens drei unterschiedliche Kriterien zur Anordnung der Fotos in mehrere Stapel an.
- 2. Aufgabe** Erläutern Sie die Begriffe Daten und Metadaten.
- 3. Aufgabe** Geben Sie mindestens drei weitere Metadaten an, die ein Smartphone für Bilder speichern könnte.
- 4. Aufgabe** Geben Sie mögliche Metadaten für die anderen Dateitypen (E-Mails, Videos, ...) auf Annas Smartphone an.

## Gut geordnet, digital verarbeitet

Anna weiß nun, dass, zur automatisierten Verarbeitung ihrer Fotos, die Dateien gleich aufgebaut sein müssen, sodass ein Informatiksystem sie auswerten kann. Da Menschen mit der digitalen Darstellung (»Einsen und Nullen«) von Dateien wenig anfangen können, benötigt man für die Planung und Entwicklung solcher Systeme eine geeignete, menschenlesbare Darstellung. Dazu verwendet man sogenannte *Objektkarten*. Jede Objektkarte beschreibt ein Objekt, z. B. eine Datei. Die Eigenschaften der Objekte (*Attribute*) werden auf den Karten in der Form **Attributname = Attributwert** zeilenweise festgehalten. Ist der Wert ein Text, so wird er in Anführungszeichen geschrieben: **Attributname = "Text"**, z. B. könnte auf der Objektkarte einer Bilddatei stehen: **name = "Bild0001.jpg"** oder **beschreibung = "Palmen beim Sonnenuntergang"**. In der obersten Zeile steht die Bezeichnung des Objekts.

**Hinweis:** Normalerweise sind Objektkarten nicht doppelseitig, weil die Bilder als Inhalt viel Platz benötigen, verwenden wir sie hier ausnahmsweise so.

einFoto
name = "Bild0001.jpg"
beschreibung = "Palmen beim Sonnenuntergang"

- 1. Aufgabe** Erstellen Sie in Ihrer Gruppe für alle Fotos Dateiobjekte. Kleben Sie dazu die Fotos jeweils auf die Vorderseite der vorbereiteten Karten und füllen Sie die Rückseiten passend mit den Attributen aus. Hier bieten sich natürlich die von Ihnen gefundenen Metadaten an.
- 2. Aufgabe** Ordnen Sie die Karten nach einem Kriterium Ihrer Wahl an.
- 3. Aufgabe** Erstellen Sie jeweils zwei weitere Karten für andere Dateitypen (z. B. Videos, Mails etc.) und ordnen Sie diese ebenfalls.
- 4. Aufgabe** Für die weitere Arbeit ist es sinnvoll, die Stapel dauerhafter zu machen. Verwenden Sie hierzu die bereitgestellten Heftstreifen.

## Automatisiertes Aufräumen

Sie haben beim letzten Arbeitsblatt Anna dabei geholfen, Ordnung in ihre Fotos zu bringen. Das war recht aufwendig und Anna wünscht sich, dass dies automatisiert passieren könnte. Leider sind Computer ziemlich dumm und man muss ihnen sehr detailliert erklären, was sie tun sollen. Daher muss – wie bei einem Kochrezept – jeder einzelne Schritt erklärt werden. Derartige Rezepte nennt man in der Informatik *Algorithmen*.

Verwenden Sie für die folgenden Aufgaben wieder die Fotokarten.

- 1. Aufgabe** Erstellen Sie eine chronologische Liste von Aktionen, die Sie durchführen müssen, um die Fotos zu ordnen. Dabei sollen alle Aktionen (etwa »Foto ansehen« oder »Foto aufheben«), die Sie ausführen, berücksichtigt werden.
- 2. Aufgabe** Sie haben festgestellt, dass Sie ein Bild falsch eingeordnet haben. Halten Sie wiederum chronologisch die Aktionen fest, die Sie durchführen müssen, um das falsch eingeordnete Bild richtig einzuordnen.
- 3. Aufgabe** Eins der Fotos ist völlig verwackelt. Sie möchten es löschen. Beschreiben Sie wiederum die hierzu notwendigen Aktionen.
- 4. Aufgabe** Ihre Partnerin oder ihr Partner ist nun ein Computer und kann nur noch sehr detaillierte Befehle ausführen. Sie oder Er nimmt jede Anweisung wörtlich und kann lediglich genau das tun, was Sie befehlen. Eigene Interpretationen oder selbständige Aktionen sind nicht möglich.  
Überprüfen Sie Ihre Ablaufbeschreibungen, indem Sie sie schrittweise dem »Computer« übermitteln.
- 5. Aufgabe** Entwickeln Sie gemeinsam eine übersichtliche Darstellungsform für Algorithmen und stellen Sie damit die Ablaufbeschreibungen aus den vorherigen Aufgaben dar.

## Gut geordnet, digital verarbeitet

Informatiksysteme verwalten Dateien in *Dateisystemen* auf verschiedenen *Datenträgern*, z. B. Festplatten oder Speicherkarten. Diese Dateisysteme sind wichtig, um die vielen verschiedenen Inhalte sinnvoll anzuordnen. Hierzu gehören neben den Dateien auch *Verzeichnisse*, die der Zusammenfassung von Dateien dienen. Sie entsprechen damit jeweils einem unserer Stapel.

- 1. Aufgabe** Für die weitere Arbeit ist es sinnvoll, die Stapel dauerhafter zu machen. Verwenden Sie hierzu die bereitgestellten Heftstreifen.
- 2. Aufgabe** Auch Verzeichnisse besitzen Metadaten. Bestimmen Sie sinnvolle Metadaten für Verzeichnisse.
- 3. Aufgabe** Entwerfen Sie zu jedem Ihrer Verzeichnisse eine Objektkarte, die das Verzeichnis beschreibt.

## Verzeichnisvielfalt

Für die bisher eher kleine Auswahl an Dateien, waren die verschiedenen »Verzeichnisstapel« eine durchaus praktische Lösung. Doch Annas Bildersammlung umfasst inzwischen rund 10.000 Aufnahmen zu rund 250 verschiedenen Anlässen. Andere Dateitypen sind dabei noch gar nicht berücksichtigt.

Die Ordnung der Bilder erscheint Anna nun gar nicht mehr so einfach. So war Familie Meier in den letzten drei Jahren viermal in Spanien. Es gibt auch Aufnahmen von fünf aufeinander folgenden Geburtstagen der Oma.

- 1. Aufgabe** Ermitteln Sie die möglichen Probleme, die für die Ordnung der Bilder relevant sind.
- 2. Aufgabe** Entwickeln Sie eine Möglichkeit mit der diese Vielzahl von Dateien sinnvoll geordnet werden kann. Verwenden Sie dabei wieder Verzeichnisse.

## Erzeugung von Objektkarten aus einem Verzeichnisbaum

Anna möchte die SD-Karte ihres Smartphones aufräumen. Derzeit sieht der Verzeichnisbaum der Karte wie folgt aus. (Die Angaben auf der rechten Seite sind die Metadaten zu den Dateien.):

```
sdcard..... SD-KARTE
├── DCIM..... KAMERASPEICHER
│   ├── IMG0001.jpg ..... DATTELPALME, CORDOBA, 06.10.2011 - 18:01
│   ├── IMG0002.jpg ..... CAMPANARIO CATEDRAL. CORDOBA, 07.10.2011 - 10:20
│   └── ...
├── ringtones..... KLINGELTÖNE
│   ├── bell.mp3 ..... 20 SEKUNDEN DAUER
│   └── ...
```

- 1. Aufgabe** Jede(r) in Ihrer Gruppe erstellt eine Objektkarte zu einem Objekt im Verzeichnisbaum.
- 2. Aufgabe** Entwickeln Sie eine Darstellungsmöglichkeit, um die Beziehungen zwischen den Objekten darzustellen.

## Aktive Objekte

Zusätzlich zu den Attributen gibt man bei der Beschreibung von Objekten *Methoden* an. Diese sind als Befehle an ein Objekt zu verstehen, auf die dieses reagiert. Methoden werden wie Attribute zeilenweise auf die Objektkarte geschrieben. Die Methoden werden dabei unter die Attribute geschrieben und von diesen mit einer horizontalen Linie getrennt. Hinter jeder Methode wird ein Klammersymbol notiert, dessen Bedeutung später erklärt wird.

auto
farbe = "ROT"
anzahlRaeder = 4
losfahren()
bremsen()

Es wird zwischen zwei verschiedenen Arten von Methoden unterschieden: *Anweisungen* und *Anfragen*.

- 1. Aufgabe** Versuchen Sie den Unterschied zwischen den beiden Arten von Methoden zu klären. Bedenken Sie dabei welche Art von Reaktion anhand des Namens zu erwarten ist.
- 2. Aufgabe** Benennen Sie die Aktionen, die mit Dateien und Verzeichnissen durchgeführt werden können.
- 3. Aufgabe** Identifizieren Sie die notwendigen Methoden für Ihren Verzeichnisbaum.
- 4. Aufgabe** Ergänzen Sie Ihre Objektkarten jeweils um die Methoden, die Sie identifiziert haben.

## Aktionen in einem Verzeichnisbaum

Anna führt die folgenden Operationen durch, um ihre SD-Karte aufzuräumen:

- Anna benennt nacheinander alle Fotos um, sodass sie folgendem Schema entsprechen: *JAHR-MONAT-TAG\_Beschreibung.jpg*, z. B. 2014-09-16\_Ein\_Foto.jpg
  - Anna fügt in der Audioplayer-App dem Klingelton *bell.mp3* eine Bewertung von einem von fünf Sternen hinzu.
  - Eigentlich gefallen Anna die zusätzlichen Klingeltöne alle nicht. Daher löscht sie zunächst alle Klingeltöne und dann das Verzeichnis, in dem diese lagen.
  - Nun möchte Sie Ihre Fotos archivieren. Dazu erstellt Sie ein neues Verzeichnis »Archiv« und verschiebt alle Fotos dorthin.
  - Anschließend löscht Sie das Verzeichnis »DCIM«.
  - Sie möchte die Fotos zusätzlich nach Jahren sortieren. Dazu erstellt Sie für jedes Jahr, aus dem Sie Fotos hat, ein Verzeichnis, mit der Jahreszahl als Name.
  - Anna macht ein neues Foto von ihrem Hund, der gerade Männchen macht, es ist der 15.09.2014 um 20:10.
  - Sie benennt auch dieses Foto um und schiebt es ins Archiv.
1. **Aufgabe** Bestimmen Sie in ihrer Gruppe eine Anna. Alle anderen sind Objekte im Verzeichnisbaum und nehmen sich eine der Objektkarten.
  2. **Aufgabe** Führen Sie nun die einzelnen Schritte exemplarisch durch. Jede(r) in Ihrer Gruppe, mit Ausnahme von Anna, ist ein Objekt im Verzeichnisbaum. Dazu benötigt jeder Teilnehmer eine der Objektkarten und einen Stift zur Änderung von Attributen. Die von Ihnen bestimmte Anna kann jeweils nur Methoden von Objekten aufrufen, Änderungen von Attributen der Objekte bewirken und Beziehungen zwischen Objekten ändern. Für das Ändern und Erstellen der Objektkarten sind die Objekte selbst zuständig.

**»Alles meins!«**

Anna hat inzwischen ihre gesamte Fotosammlung und alle weiteren Dateien von ihrem Smartphone auf den Familien-PC kopiert. Familie Meier hat nur diesen einen PC, alle Familienmitglieder haben jedoch ein eigenes Benutzerkonto.

Die gemeinsame Nutzung verursacht allerdings immer wieder Streitigkeiten. Annas kleiner Bruder Lukas ist wahnsinnig neugierig und schnüffelt mit Vorliebe in Annas Mails und ihren Tabucheinträgen herum. Annas Vater (Peter) ist furchtbar ungeschickt bei der Bedienung des Computers und überschreibt oder löscht immer mal wieder wichtige Dateien oder Fotos der anderen.

Es muss also dringend etwas geändert werden. Einige Dinge müssen dabei aber unbedingt beachtet werden: Die Mutter (Elvira) hilft Anna beim Ordnen der Fotosammlung und schreibt auch neue Kommentare in die Fotodateien oder ergänzt die übrigen Metadaten.

Elvira nutzt den Rechner auch für ihre Arbeit. Sie ist Rechtsanwältin und verwaltet mit einem speziellen Programm die Schriftsätze für ihre Mandanten. Natürlich soll nur sie auf diese Dateien zugreifen können. Zusätzlich soll aber auch nur sie das Programm starten dürfen.

- 1. Aufgabe** Benennen Sie die konkreten Anforderungen der Familie.
- 2. Aufgabe** Ermitteln Sie die unterschiedlichen Berechtigungen, die notwendig sind, um die Anforderungen der Familie umzusetzen.
- 3. Aufgabe** Ordnen Sie die unterschiedlichen Berechtigungen den Familienmitgliedern und den jeweiligen Daten zu. Stellen sie das Ergebnis tabellarisch dar.
- 4. Aufgabe** Beurteilen Sie die mögliche Eignung von Metadaten für die Umsetzung der Anforderungen.
- 5. Aufgabe** Entwickeln Sie eine Erweiterung ihres bisherigen Modells, dass die Anforderungen berücksichtigt.

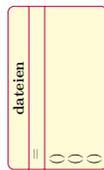
## 5.2 Informationsblätter

## 5.3 Klausuren

Klausur: Dateien und Verzeichnisse 01. Jan. 2015 Name:

**Lösungen:**

- Dateien und Verzeichnisse (0 Punkte): Verzeichnisbaum, Baumstruktur
- Dateien und Verzeichnisse (0 Punkte): Wurzelverzeichnis → Verzeichnisse → Dateien
- Dateien und Verzeichnisse (0 Punkte): Dateien/Fotos/ foto.jpg
- Objekte (0 Punkte):

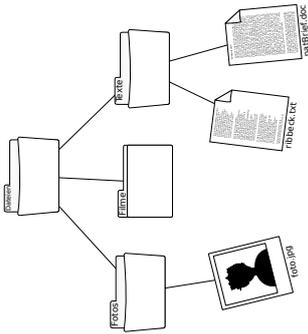


2

Klausur: Dateien und Verzeichnisse 01. Jan. 2015 Name:

**1. Aufgabe: Dateien und Verzeichnisse (7 Punkte)**

- a) (2 Punkte) Geben Sie an, um welche Struktur es sich bei der folgenden Abbildung handelt. Geben Sie auch an, wie derartige Strukturen allgemein genannt werden.
- b) (3 Punkte) Benennen Sie die dargestellten Elemente. Kennzeichnen Sie sie in der Abbildung entsprechend.
- c) (2 Punkte) Zeichnen Sie den Dateipfad zu dem dargestellten Foto in die Abbildung ein und geben Sie den Pfad in der üblichen Notation an.



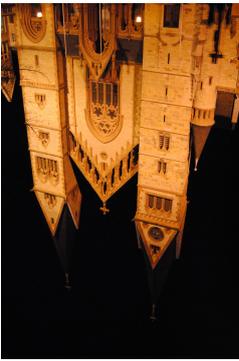
**2. Aufgabe: Objekte (10 Punkte)**

- a) (1 Punkt) Verwenden Sie das Verfahren von Abbott, um die im folgenden Text vorkommenden Objekte mit ihren Attributen, Attributwerten und Methoden zu identifizieren: Ein gelbes Postauto fährt über die zehn Kilometer lange Strake, bremst dann und bleibt vor einer Ampel stehen, die gerade rot ist.
- b) (9 Punkte) Entwerfen Sie zu jedem Objekt eine passende Objektkarte. Viel Erfolg!

1

## 5.4 Sonstiges

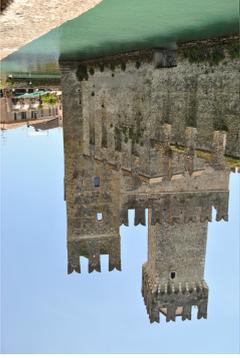
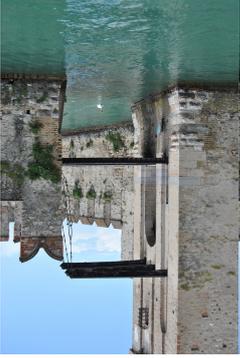
<p>02.04.2011 – 17:36 Lorsch</p>	<p>02.04.2011 – 20:51 Heppenheim</p>
<p>05.04.2011 – 20:50 Heppenheim</p>	<p>02.04.2011 – 17:36 Lorsch</p>
<p>05.10.2011 – 11:45 Sevilla – Kathedrale und Giralda</p>	<p>05.10.2011 – 13:50 Hauptsaal: Paella</p>
<p>07.10.2011 – 10:20 Córdoba – Campanario Catedral, das zum Glockenturm umgebaute Minarett, vom Orangerhof aus gesehen. In maurischer Zeit war der Orangerhof ein Palmenhof!</p>	<p>06.10.2011 – 18:07 Córdoba – Dattelpalme</p>

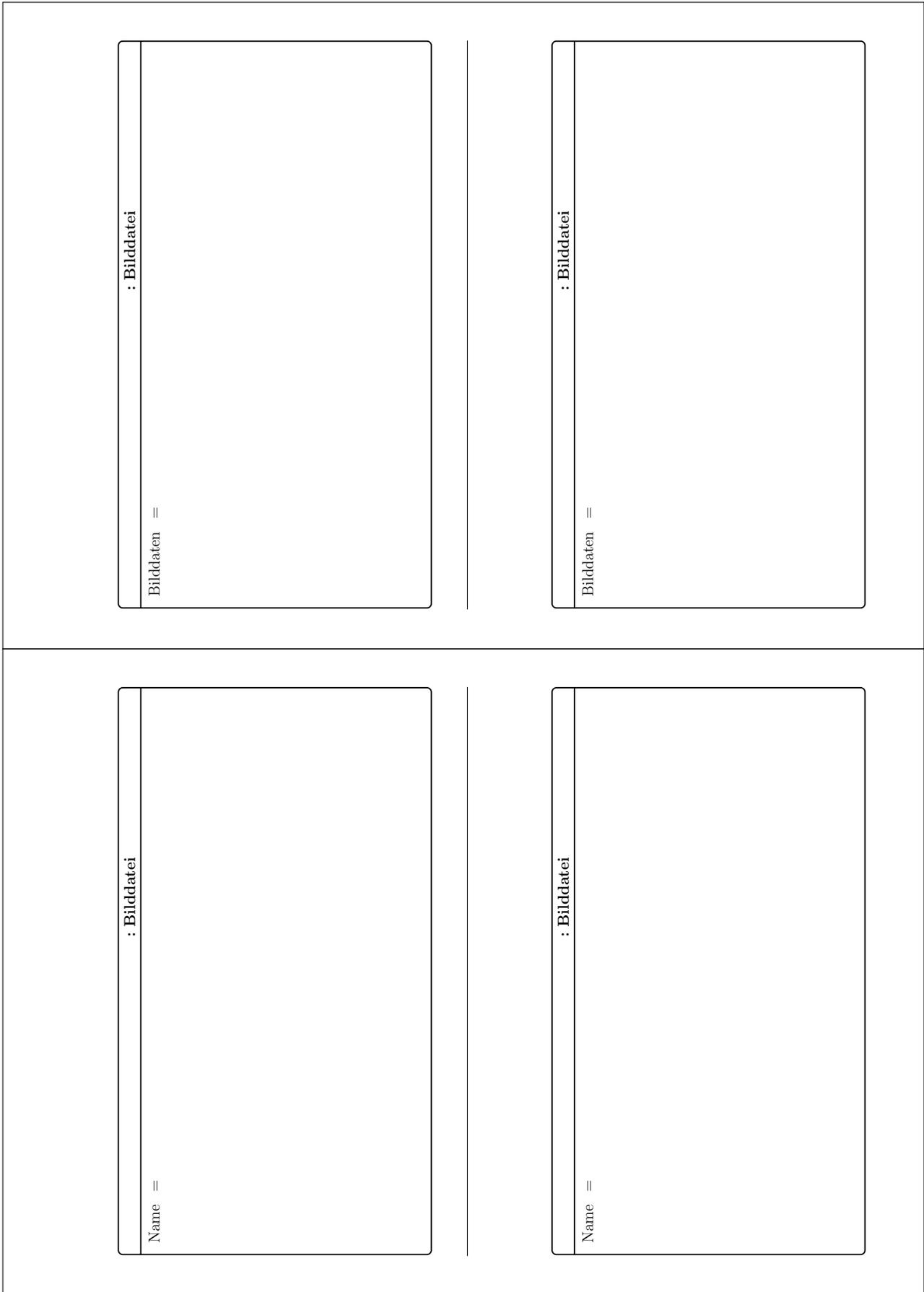


<p>0810.2011 – 12:32</p> <p>Granada, Alhambra – Iglesia de San Juan de las Reyes und Gärten der Alhambra</p>	<p>0710.2011 – 09:08</p> <p>Córdoba – Säulen eines römischen Tempels</p>
<p>0810.2011 – 13:58</p> <p>Granada, Alhambra – Ansicht der Alhambra vom Albaicín-Hügel: der Generallife (= Garten des Architekten), der Sommerpalast und Landsitz der Nasriden-Sultane von Granada</p>	<p>0810.2011 – 12:42</p> <p>Granada, Alhambra – Herrlicher Blick von den Gärten auf die Nasridenpaläste</p>
<p>0910.2011 – 11:12</p> <p>Nerja – Tapas: Gaumbas in alloli</p>	<p>0810.2011 – 11:40</p> <p>Granada, Alhambra – Azulejos: Nasridische und katholische Embleme</p>
<p>0910.2011 – 15:11</p> <p>Málaga – Santa Iglesia Catedral Basílica de la Encarnación</p>	<p>0910.2011 – 14:51</p> <p>Málaga – Ein Gummibaum, wie er in einem Horrorfilm Verwendung finden könnte</p>



<p>09.10.2011 – 10:58 Nerja – Strelitzia – Paradiesvogelblume in Nerja</p>	<p>09.10.2011 – 11:2 Nerja – Iglesia de El Salvador</p>		
<p>09.10.2011 – 11:23 Nerja – Selten solch ein Blaues Meer gesehen!</p>	<p>09.10.2011 – 11:48 Römisches Theater und Alcazaba – Die Alcazaba von Málaga, eine maurische Festung aus dem 11. Jahrhundert, wurde auf den Resten einer phönizischen Palastanlage für die maurischen Könige von Granada errichtet.</p>		
<p>09.10.2011 – 11:16 Nerja – Eine fantastische Steilküste mit vielen kleinen Buchten</p>	<p>09.10.2011 – 12:25 Nerja – Steile und schroffe Felsen und feiner Sand bilden einen schönen Kontrast.</p>		
<p>14.06.2012 – 12:30 Schiffstour auf dem Bodensee mit der "Baden"; Lindau: Hafeneinfahrt</p>	<p>10.10.2011 – 11:28 Granada – Aufgeplatzter Granatapfel – Symbol für Granada – eigentlich ein Qualitäts- und Reifezeichen für den Granatapfel</p>		

<p>10.09.2012 – 18:45 Schweriner Schloss auf der Schossinsel mit Burgearten</p>	<p>15.06.2012 – 21:14 Sonnenuntergang in Lindau am Bodensee</p>		
<p>11.06.2013 – 13:09 Sirmione: Viele Villen. Auch Michael Schumacher hatte sich eine gekauft und einen Hubschrauberlandeplatz daneben setzen lassen. Allerdings verweilten die Sirmioner ihm Start und Landung. Seitdem steht die Villa leer.</p>	<p>10.09.2012 – 16:36 Schloss Schwerin</p>		
<p>11.06.2013 – 11:39 Sirmione: Hafeneinfahrt an der Scaligerburg von Osten</p>	<p>11.06.2013 – 12:39 Sirmione: Scaligerburg</p>		
<p>12.06.2013 – 11:02 Torbole: Blick vom Gardasee auf die Berge, rechts liegt Naiso</p>	<p>12.06.2013 – 08:59 Riva del Garda; Orangen</p>		



<p>Name =</p> <p>: Verzeichnis</p>	<p>Name =</p> <p>: Verzeichnis</p>
<p>: Verzeichnis</p>	<p>: Verzeichnis</p>

**08.jpg : Bilddatei**

Bilddaten =



**09.jpg : Bilddatei**

Bilddaten =



**08.jpg : Bilddatei**

Name = "Campanario Cathedral"  
 Datum = "07.10.2011"  
 Uhrzeit = "10:20"  
 Ort = "Cordoba"  
 Land = "Spanien"  
 Kommentar = "Campanario Cathedral, das zum Glockenturm um-  
 gebause Minarets, vom Orangerhof aus gesehen. In  
 maurischer Zeit war der Orangerhof ein Palmenhof!"

**09.jpg : Bilddatei**

Name = "Campanario Cathedral"  
 Datum = "07.10.2011"  
 Uhrzeit = "09:08"  
 Ort = "Cordoba"  
 Land = "Spanien"  
 Kommentar = "Säulen eines römischen Tempels"

## Kurzbeschreibung

- **Inhalt:** Das vorliegende Modul enthält eine Einführung in den Umgang mit Dateien und Verzeichnissen, wobei Dateien die Basiseinheit für die weitere Behandlung des Themas bilden. Nach der Behandlung der Dateien und Verzeichnisse wird der bei größeren Datenmengen vorhandene Bedarf nach weiteren Ordnungsmöglichkeiten angesprochen und dazu die hierarchische Struktur eines Verzeichnisbaumes thematisiert. Abschließend wird eine mögliche Ausgestaltung der praktischen Umsetzung mit Hilfe eines konkreten Informatiksystems dargestellt. Darüber hinaus existieren optionale Zusatzelemente zu Datenstrukturen, Sortieren und Suchen sowie Dateizugriffsrechten.

Als Ausgangspunkt für die Behandlung des Moduls wird eine Geschichte erzählt, die einen lebensweltlichen Bezug zu Dateien aufweist. Die einzelnen Elemente des Moduls repräsentieren die Problemstellungen aus der Geschichte, so dass diese innerhalb des Moduls den roten Faden bildet und so zur Übersichtlichkeit und damit zum besseren Verständnis beiträgt.

Alle Elemente lassen sich auf verschiedene Arten im Unterricht thematisieren. Dazu wird jeweils (mindestens) ein konkreter Unterrichtsvorschlag benannt.

- **Ziele:** Nach der Behandlung des Moduls sollen die Schülerinnen und Schüler die Begriffe „Datei“ und „Verzeichnis“ sowie ihre Beziehung zueinander verstanden haben. Darüber hinaus sollen die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften und die Methoden einer Datei bzw. eines Verzeichnisses kennen, wodurch ihnen implizit ein erster Kontakt mit dem objektorientierten Paradigma ermöglicht wird. Im Weiteren sollten sie die hierarchische Ordnung des Verzeichnisbaumes sowie die grundlegenden Operationen mit ihm verstanden und gelernt haben. Die Schülerinnen und Schüler sollen am Ende in der Lage sein, die erlernten Grundlagen mit Hilfe eines konkreten Informatiksystems umzusetzen.
- **Materialien:** Dateien werden im Rahmen dieses Moduls durch Objektkarten und Verzeichnisse durch Heftstreifen repräsentiert. Diese können leicht zu komplexen Verzeichnisstrukturen zusammengeheftet werden. Neben einigen beispielhaften, vorausgefüllten Karten liegt eine Kopiervorlage für leere Karten bei. Man benötigt also für die Abbildung der Elemente im Unterricht zumindest folgende Materialien:
  - Heftstreifen
  - Locher
  - Fotoecken
  - Bindfäden
  - Büroklammern